

régénérescence urbaine à Saint-Sauveur *ville, climat urbain et nouvelle génération architecturale*



documentation et élaboration du cadre de recherche de l'Essai (projet),
remis à François Dufaux

Caroline Chauvel

école d'architecture de l'université Laval, 2012



collectif d'architectes "Et alors"
<http://www.etalors.eu/>

Le climat d'un lieu donné influence son architecture. C'est pourquoi des systèmes constructifs ou des assemblages de matériaux se retrouvent dans des sites au climat similaires, mais éloignés et culturellement différents. Le présent travail s'intéresse également à l'effet inverse : il cherche à comprendre comment nos constructions peuvent influencer un site, et plus particulièrement son climat.

L'Essai-projet a pour point de départ un phénomène climatique nommé l'effet d'îlots de chaleur urbains. Ce phénomène désigne une différence de température entre certains quartiers de la ville et la campagne environnante. Il atteste de l'influence de nos constructions sur le climat urbain, et soulève deux enjeux, abordés dans le projet. Le premier concerne l'homme, l'habitant, et son confort : l'essai analyse certains phénomènes à travers lesquels l'architecture peut générer des espaces extérieurs, semi-extérieurs et intérieurs confortables, qui sont ensuite testés dans le projet. Le deuxième enjeu, plus global, concerne l'environnement naturel et son équilibre : l'essai identifie les principaux phénomènes climatiques que la ville peut altérer et le projet se développe à travers l'objectif de rétablir certains mécanismes nécessaires au maintien du climat local.

Le projet s'implante dans un quartier résidentiel de la ville de Québec. Le choix du site s'est orienté vers le quartier le plus touché par le phénomène d'îlots de chaleur urbains, qui est aussi un quartier particulièrement dense et défavorisé. Ce choix a amené d'autres enjeux à considérer dans le projet, celui de l'insertion dans un tissu parcellaire particulièrement étroit, ainsi que celui de la mixité sociale : le projet propose des logements petits et abordables, ainsi que des logements plus grands, pour permettre à des familles d'habiter le quartier.

membres du Jury

François Dufaux : superviseur

architecte et professeur à l'école d'architecture de l'université Laval

Erick Rivard

architecte et chargé d'enseignement à l'école d'architecture de l'université Laval

Anne Carrier

architecte, agence Anne carrier architecte

Emmanuelle Champagne

architecte et chargée d'enseignement à l'école d'architecture de l'université Laval

avant-propos

Un grand merci à François Dufaux, qui m'a accompagnée durant cet essai-projet. François, tu as été disponible, patient, et rassurant, tout au long de la session. Grâce à ton savoir et savoir-faire, j'ai pu avancer, me remettre en question, et surtout apprendre durant cet essai-projet.

Je tiens également à remercier Erick Rivard, pour son suivi, son dynamisme et la justesse de ses remarques durant les critiques.

table des matières

résumé	i
membre du jury	ii
avant-Propos	iii
table des matières	iv
liste des figures	v
introduction	1
chapitre 1 - le climat et la ville	3
1.1- les phénomènes physiques qui influencent le climat urbain	3
1.1.1 - les phénomènes à l'échelle du microclimat	6
1.1.2 - les phénomènes à l'échelle du climat urbain	7
bilan	7
1.2- les ilots de chaleur urbains	13
1.2.1 - naissance et évolution du phénomène	13
1.2.2 - localisation des ilots de chaleur urbains	14
1.2.3 - caractéristiques des ilots de chaleur urbains	14
1.3- choix du site d'intervention	16
1.3.1 - vulnérabilité de la population face au climat	16
1.3.2 - densité de population	16
bilan	17
chapitre 2 - contexte : analyse du quartier Saint-Sauveur	19
2.1 - le contexte historique et culturel	19
2.1.1 - environnement	19
2.1.2 - morphogénèse	19
2.1.3 - architecture	20
2.2 - le contexte économique et social	25
2.2.1 - population	25
2.2.2 - fonctions présentes dans le quartier	26
bilan	27

chapitre 3 - le projet	31
3.1 - présentation	31
3.1.1 - problème soulevé et mission	31
3.1.2 - enjeux, Objectifs, Sous-Objectifs	31
3.2 - cheminement	32
3.2.1 - recherches théoriques préliminaires	32
3.2.2 - choix de la parcelle et définition	32
3.2.3 - établissement de principes architecturaux et urbains	32
3.2.4 - nouvel îlot atypique	33
3.3 - le projet présenté à la critique finale	37
3.3.1 - le projet à l'échelle du quartier	37
3.3.2 - le projet à l'échelle des îlots	37
3.3.3 - le projet à l'échelle architecturale	38
3.3.4 - le projet à l'échelle de la matérialité	39
3.4 - l'évaluation critique du jury	49
conclusion	51
bibliographie	53
annexe A - la climatologie urbaine	
annexe B - les différents types d'îlots de chaleur urbains	
annexe C - le climat de la ville de Québec	
annexe D - les îlots de chaleur urbains à Québec	
annexe E - analyse de précédents	
annexe F - typologies de logements	
annexe G - aménagements urbains de référence	
annexe H - classification et évolution des typologies de Saint-Sauveur	
annexe I - étude des typologies de l'îlot de référence	
annexe J - choix du site	
annexe K - analyse du site	
annexe L - le projet en images	

liste des tableaux et des figures

figure 1	écoulement de l'air autour d'un ou de plusieurs bâtiment	8
figure 2	le phénomène d'évapotranspiration	8
figure 3	chaleur anthropique et rayonnement net	9
figure 4	écoulement du vent dans une rue, sur le plan horizontal	9
figure 5	espaces non ventilés, sur le plan horizontal	9
figure 6	tissus urbain caractérisé par l'orientation des rues	9
figure 7	comparaison de tissus urbains	10
figure 8	le piège radiatif des rues	11
figure 9	rayonnements en milieu urbain	11
figure 10	le facteur vue du ciel	11
figure 11	facteurs vue du ciel à Hong Kong	11
figure 12	variation de l'albédo dans un environnement urbain	12
figure 13	les différents facteurs de l'îlot de chaleur urbain	15
figure 14	représentation du phénomène d'îlot de chaleur urbain	15
figure 15	comparaison de morphologies urbaines à Québec	18
figure 16	carte d'analyse de la végétation et de l'eau	22
figure 17	carte postale de Saint-Sauveur au début du 20ème siècle	22
figure 18	issues ajoutées dans les cours arrières ou sur les façades	23
figure 19	la basse-ville de Québec après l'incendie de 1866	23
figure 20	grandes propriétés du milieu du 20e	24
figure 21	îlot typique de saint sauveur - dimensions.	24
figure 22	évoluion de la population en parallèle de celle d'un îlot	28
figure 23	carte de la répartition de l'indice de défavorisation	28
figure 24	répartition des personnes sans emplois et sans diplôme	29
figure 25	le district de saint Sauveur et son voisinage	29
figure 26	l'intersection après l'incendie	35
figure 27	l'intersection aujourd'hui	35
figure 28	coupes de la rue Saint-Germain, actuelle et projetée	41
figure 29	critères de design et forme batie	41
figure 30	plan masse de la portion de l'axe traitée et des deux îlots	42
figure 31	génération des typologies	43
figure 32	plan du nouvel îlot	44
figure 33	l'intérieur d'un jardin d'hiver, espace semi-extérieur	45
figure 34	les toits cultivables	45

figure 35	élévation des logements	45
figure 36	plans des logements	46
figure 37	vue d'ensemble du nouvel îlot	47
figure 38	les 22 nouveaux logements	47
figure 39	vue depuis la rue Saint-Vallier	48
figure 40	vue d'ensemble de l'îlot, de nuit	48
figure 41	représentation schématique de la couche limite urbaine	60
figure 42	limites des régions climatiques du Québec	60
figure 43	zones de climat locales dans la série ville	70
figure 44	fiche d'identification pour la zone des sols inondés	70
figure 45	explorations volumétriques	72
figure 46	acclimatation d'un îlot de centre ville à Rennes	73
figure 47	l'oasis urbain, 3 ^e arrondissement de Paris	73
figure 48	vue avant-après de l'intervention projetée	74
figure 49	les maisons passives	75
figure 50	typologie 1	77
figure 51	typologie 2	78
figure 52	typologie 3	79
figure 53	typologie 4	80
figure 54	typologie 5	81
figure 55	typologie 6	82
figure 56	aménagement des ruelles au Québec	83
figure 57	bandes de roulement en Suisse	84
figure 58	propositions d'aménagement de rues	85
figure 59	1943. 641, rue Saint-Bonnavature	89
figure 60	"l'exhaussement du paysage".	89
figure 61	la morphogénèse du quartier	90
figure 62	matériaux de Saint-Sauveur	90
figure 63	histoire des bâtiments de l'îlot ancien	91
figure 64	cartes de densité de population et de défavorisation	95
figure 65	les îlots de chaleurs urbains pour la ville de Québec	96
figure 66	le quartier choisi	96
figure 67	analyse de site	97
tableau 1	objectif I, rétablir certains mécanismes naturels	12
tableau 2	objectifs liés à l'analyse des précédents	76

À travers l'architecture, l'Homme tente de se protéger du climat par l'intermédiaire des bâtiments. Ainsi, des constructions vernaculaires formellement semblables se retrouvent dans des climats similaires éloignés. Par exemple, la maison de bois sur pilotis se retrouve dans des climats chauds et humides, aussi bien au Laos qu'en Amérique subtropicale.

Plus récemment, suite à l'urbanisation massive et exponentielle, il a été constaté qu'en plus d'être influencées par le climat, les villes créent des modifications ponctuelles de celui-ci, principalement en augmentant la température de certains quartiers, en comparaison à celle observée en milieu rural. En effet, les matériaux imperméables qui recouvrent les chaussées ainsi que la géométrie complexe de la ville modifient les phénomènes physiques qui génèrent le microclimat urbain. C'est ainsi qu'est né le concept d'îlot de chaleur urbain, qui désigne une différence de température entre le centre-ville et la campagne environnante. La modification du climat par la ville entraîne d'une part un dérèglement du système naturel qui en brise l'équilibre et influence d'autre part le confort intérieur et extérieur des habitants.

Le présent essai (projet) traite des relations entre la morphologie et les conditions climatiques urbaines au sein de la ville de Québec. Il s'intéresse à la zone résidentielle la plus touchée par le phénomène d'îlots de chaleur urbains : Saint-Sauveur. Qu'est-ce que la prise en compte de l'effet de nos constructions sur le climat urbain peut générer comme architecture, dans un site et dans un contexte social et économique donnés? Cette problématique soulève deux enjeux. Le premier concerne le confort des habitants, le deuxième fait référence à l'environnement naturel et à son équilibre.

Nous aborderons cette problématique en trois étapes. Dans un premier temps, la partie théorique nous permettra de présenter les connaissances scientifiques traitant de l'influence de la ville sur le climat urbain. Dans un deuxième temps, l'étude du site nous permettra de mettre ces connaissances dans la perspective historique et sociale du quartier de saint Sauveur. Finalement, le projet tentera de définir ce que la prise en compte de l'effet de nos constructions sur le climat urbain peut générer comme aménagement urbain et architectural, dans un lieu précis. Les annexes présenteront les autres éléments qui ont participé à la construction du projet.

La réponse proposée par le projet intervient sur plusieurs échelles. D'abord, une réflexion sur la hiérarchisation des voies et sur leur aménagement est proposée. Ensuite, une portion de l'axe vert créé est développée plus en détail autour de deux îlots adjacents à cette rue. Le premier, dans le tissu ancien, présente une parcelle vide. Cet îlot permet de comprendre la morphologie du quartier, d'étudier les différentes typologies qui le composent, et de mettre en place les gabarits des nouveaux logements. Le second îlot, en bordure de la rue Saint-Vallier, est aujourd'hui vacant. Il permet de tester les différents gabarits de logements sur un espace atypique et unique. Sa densification amène des commerces et des logements de plusieurs tailles, présentant une diversité d'espaces extérieurs privés, semi-privés, semi-publics et publics. Ce dernier îlot est davantage matérialisé et ses trois types de logements sont amenés jusqu'à une conception détaillée.

chapitre 1. le climat et la ville

1.1. les phénomènes physiques qui influencent le climat urbain

Le climat urbain, ainsi que la discipline qui étudie ses variations : la climatologie urbaine, sont introduits et définis en **annexe A**. Cette annexe montre que le climat dépend de multiples facteurs. Nous allons ici énumérer les principaux phénomènes qui résultent de l'interaction entre la ville et le climat.

1.1.1 - les phénomènes à l'échelle du microclimat

impacts sur l'écoulement de l'air.

D'après Morgane Colombert (2008)¹, un bâtiment, ou un ensemble de bâtiments, constitue un obstacle à l'écoulement des masses d'air. Plusieurs effets du cadre bâti sur la vitesse et la direction du vent ont été décrits. Les principaux phénomènes sont illustrés à la **figure 1**.

modifications de l'évapotranspiration.

Dans sa thèse de doctorat, Morgane Colombert explique que la modification de l'évapotranspiration est liée à la diminution de la présence de végétaux par rapport aux milieux ruraux, et à l'imperméabilisation du sol. En effet, l'imperméabilisation du sol entraîne une évacuation immédiate de l'eau de pluie vers le réseau de canalisation, ce qui diminue le phénomène d'évaporation, puisque le sol sèche beaucoup plus vite. Or, toute évaporation implique une absorption de chaleur. Celle-ci sera donc moins bien dissipée en milieu urbain que rural. Pour les végétaux, c'est le phénomène de transpiration qui, comme l'évaporation, absorbe de la chaleur. La diminution de l'évaporation et de la transpiration des plantes entraîne aussi une humidité relative inférieure en zone urbaine qu'en zone rurale (voir **figure 2**).

apports anthropiques de chaleur.

Les rejets de chaleur d'origine anthropique comme le chauffage des bâtiments, le transport et les activités industrielles sont très importants en milieu urbain du fait de la concentration des activités et des habitations. Selon Taha (1997)², ces rejets peuvent, selon la saison et l'heure de la journée, contribuer de façon conséquente au bilan énergétique de la ville et affecter l'environnement thermique urbain de 2-3 degrés Celsius. Pour le Québec, ces valeurs peuvent

1 Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement.

2 Taha, H. (1997) "Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat" *Energy and Buildings*. vol.25, n°2, p. 99-103.

être supérieures en hiver lorsque les bâtiments sont mal isolés, car la différence de température entre les espaces intérieurs et extérieurs est très élevée. Le flux de chaleur anthropique dépend également de la densité du bâti, de la population totale de la ville, du type d'énergie utilisée, du degré de développement économique et de l'activité industrielle de la ville. La **figure 3** permet de faire ressortir la plupart de ces facteurs et montre que dans certaines conditions climatiques (l'hiver), la chaleur anthropique peut être largement supérieure à la chaleur due aux rayonnements.

pollution de l'air.

À ce sujet, Simos Yannas (2001)¹ souligne un exemple assez marquant. Il s'agit de Londres dans les années 1950. L'utilisation du fioul et du charbon dans les maisons a fait monter la pollution de l'air, et le rayonnement solaire au sein de la ville était diminué de moitié par rapport à celui de la campagne. Dix ans après le Clean Air Act, cette valeur était redevenue presque normale. Aujourd'hui, la pollution recommence à augmenter, cette fois à cause des voitures et d'autres émissions. Selon l'auteur, le fait de savoir que les effets sont réversibles par le biais de certaines décisions clés est important.

géométrie de la ville

D'après Luc Adolphe (2000)², l'influence de la configuration des villes sur les conditions climatiques urbaines et sur l'énergie utilisée par les bâtiments est évidente. Par contre, la caractérisation exacte de ce lien est difficile à établir, notamment à cause de la grande hétérogénéité du tissu urbain. C'est pourquoi il tente, par un modèle simplifié, de définir et de classifier les principales caractéristiques de ce tissu urbain qui influent sur les conditions climatiques. Il considère la ville comme un médium poreux, avec un squelette rigide, et définit différents indicateurs morphologiques de sa performance environnementale (voir **figures 4, 5, 6 et 7**).

- La **rugosité** définit la résistance au vent : plus il y a d'obstacles face à l'écoulement de l'air, plus la rugosité est élevée, et plus le mouvement de l'air est lent. La rugosité relative correspond à la rugosité dans une direction, à partir d'un point central. La rose de rugosité permet de représenter les directions de haute rugosité, par des branches plus longues dans ces directions.

- La **porosité** correspond à la proportion d'aires ouvertes, soit de "pores", dans le tissu urbain.

- La **sinuosité** désigne l'angle entre la direction des pores (souvent les rues), et celle du vent. La rose de sinuosité désigne, par ses longues branches, les directions qui ont la plus haute sinuosité, le vent y sera donc ralenti davantage.

1 Yannas, S. (2001) "Toward more sustainable cities" *Solar Energy*, vol.70, n°3, p. 281-294.

2 Adolphe, L. (2001) "A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities", *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 28, pages 183-200.

- L'**occlusivité** correspond à la distribution des éléments bâtis dans la hauteur. Elle est caractéristique de l'ouverture des espaces urbains extérieurs vers le ciel. Ce facteur est en lien direct avec le facteur vue du ciel, décrit dans le paragraphe suivant sur les impacts radiatifs et thermiques.
- La **compacité** d'un bâtiment désigne le rapport entre son volume et l'aire de son enveloppe. Elle a des effets sur la transmission d'énergie vers l'extérieur, mais aussi sur l'éclairage naturel transmis vers l'intérieur. Plus la compacité est importante, et moins les pertes d'énergie vont l'être, mais moins les occupants vont bénéficier de lumière naturelle également.

impacts radiatifs et thermiques

D'après Oke (1978)¹, les rues et les hautes parois verticales forment des canyons urbains qui constituent de véritables pièges radiatifs. Les surfaces urbaines sont soumises à un rayonnement solaire direct la plupart du temps moindre qu'en milieu rural, à cause de l'ombre des bâtiments les uns sur les autres et sur la rue. Mais elles sont soumises à des rayonnements réfléchis et infrarouges plus importants (voir **figures 8 et 9**).

Plusieurs indicateurs peuvent être utilisés pour définir l'importance de ces perturbations.

- Le **facteur vue du ciel** (ou sky view factor) peut être calculé pour chaque surface. D'après Darren Robinson (2006)², il correspond à la portion de ciel observable à partir de la surface. Il est égal à 1 pour une surface plane sans obstacle. Il varie de 0 à 1 pour les autres. Il permet de caractériser la morphologie urbaine et les conséquences radiatives et thermiques qui en découlent. (voir **figures 10 et 11**).

- L'**albédo** des surfaces entre aussi en compte dans la captation du rayonnement solaire et sa redistribution dans le temps. D'après Morgane Colombert (2008)³, l'albédo est défini comme le rapport de l'énergie solaire incidente réfléchi par une surface sur cette même énergie incidente. Quand le rayonnement solaire arrive sur une surface opaque, une partie de l'énergie est réfléchi (cette fraction correspond à l'albédo) et le reste est absorbé par la surface (1 - albédo). Les surfaces ayant un faible albédo deviennent alors plus chaudes que celles avec un fort albédo. L'albédo peut être utilisé à plusieurs échelles, et peut désigner une surface uniforme ou un milieu plus hétérogène et complexe comme une zone urbaine. L'asphalte, largement utilisé dans les villes nord-Américaines, a un albédo très faible, et absorbe donc la chaleur (voir **figure 12**).

1 Oke, T.R. (1978) *Boundary Layer Climates*. London: Methuen & Co Ltd.

2 Robinson, D. (2006) "Urban morphology and indicators of radiation availability" *Solar Energy*, vol.80, p.1643-1648.

3 Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement.

- **L'émissivité** est la capacité d'une matière à émettre et à absorber du rayonnement. C'est en quelque sorte une notion parallèle à l'albédo : l'albédo concerne le rayonnement solaire tandis que l'émissivité concerne les autres radiations (émises par la terre). Un objet solide a une émissivité très proche de 1 tandis que le vide a une émissivité de 0, d'après le consortium Modèle Régional Canadien du Climat de l'UQAM¹. De l'émissivité dépend le rayonnement infrarouge (soit la chaleur) émis par les matériaux. D'après Morgane Colombert, (2008)², la plupart des matériaux de construction ont une émissivité d'environ 0,9, donc ils rayonnent 90% du maximum d'énergie à une température donnée.

- La **capacité thermique** d'un matériau est la quantité de chaleur mise en réserve lorsque sa température augmente de 1 degré Celsius. D'après Morgane Colombert (2008)³, elle permet de quantifier la possibilité qu'a un corps d'absorber ou de restituer de l'énergie par échange thermique au cours d'une transformation pendant laquelle sa température varie. Plus elle est grande, plus la quantité de chaleur à apporter à un matériau pour élever sa température est grande. D'une manière générale, la bonne conductivité de certains matériaux de construction (comme la brique et le béton) et leur importante capacité calorifique permettent de stocker durant la journée une grosse quantité de chaleur, qui sera restituée durant la nuit. Ce phénomène freine le refroidissement nocturne en ville.

1.1.2 - les phénomènes à l'échelle du climat urbain : sur l'ensemble de la ville

la localisation géographique de la ville (latitude, longitude).

La ville s'intègre dans un environnement naturel qui est plus ou moins propice à la mise en place d'un climat urbain spécifique. À ce sujet, Givoni (1998) affirme : "La localisation d'une ville au sein d'une région donnée peut avoir l'effet le plus permanent sur le climat urbain et le confort des habitants."⁴

la topographie.

D'après Landsberg (1981)⁵, la topographie modifie fortement les conditions climatiques en ville, à toutes les échelles. Par exemple, la chaleur s'accumule plus facilement dans le fond des vallées que dans des lieux situés en altitude et davantage balayés par les vents.

1 Modèle Régional Canadien du Climat, *Notions Utiles*, Université de Québec à Montréal, Montreal, http://www.mrcc.uqam.ca/effet_serre/serre/notions.html (26 avril 2012)

2 Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement.

3 Ibid.

4 Givoni, B. (1998) *Climate considerations in building an Urban Design*. John Wiley & Sons.

5 Landsberg, H.E. (1981) "The urban climate" *International Geophysics Series*, vol.28, Academic Press, New York.

les ressources naturelles à proximité : l'eau, la végétation, et le sous-sol.

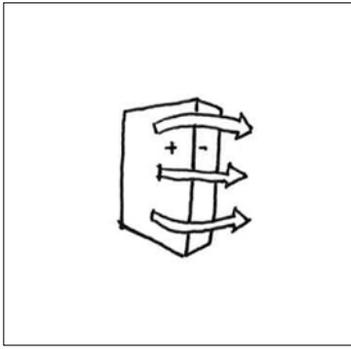
Selon Pierre Pagney (2000)¹, il est possible d'observer pour l'intérieur des terres, par rapport à la zone côtière (environ 40 kilomètres autour du bord de mer) : une diminution des minima de température, une augmentation des maxima en été, une augmentation du nombre de jours de gel, une augmentation des précipitations, ou encore une diminution de la vitesse du vent et un changement de direction. L'influence des lacs et des plans d'eau sera moins importante, mais de nature identique.

bilan

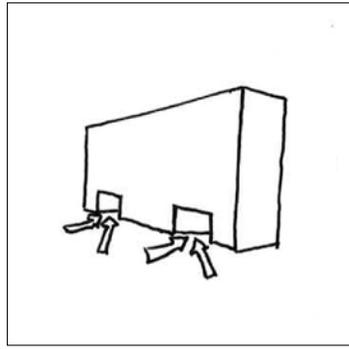
Nous avons vu qu'à l'échelle de la ville, la localisation et les grands écosystèmes prédominent dans la définition du climat urbain. Mais à l'échelle des quartiers, le microclimat est fortement influencé par l'intervention humaine. À ce niveau, l'imperméabilisation de la ville, à la fois au niveau du sol et de la géométrie non poreuse des ensembles bâtis, joue un rôle majeur dans les modifications climatiques locales. Les différents concepts physiques définis pour la géométrie de la ville ainsi que pour son comportement thermique (la rugosité, la porosité, l'occlusivité, la compacité, etc.) constituent des éléments d'analyse du site et des guides d'aménagement pour la mise en place le projet.

Suite à cette étude des phénomènes physiques qui influencent le climat urbain, nous pouvons déjà mettre en place un premier objectif : **I - Rétablir certains mécanismes naturels nécessaires au maintien du climat local**. Plusieurs sous-objectifs du projet peuvent être établis en fonction des différents concepts étudiés, à l'échelle qui nous intéresse, c'est-à-dire l'échelle locale, du microclimat urbain (voir **tableau 1**).

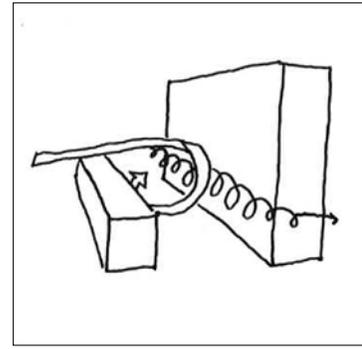
¹ Pagney Pierre (2000) *La climatologie*. 7e éd. Paris : Presse Universitaire de France, Que sais-je ?



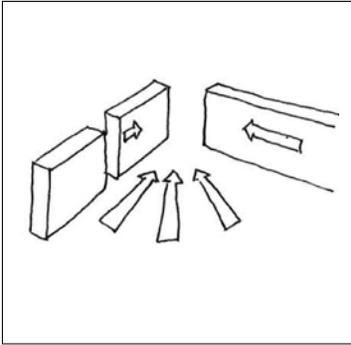
l'effet de coin amplifie la vitesse du vent à l'angle du bâtiment.



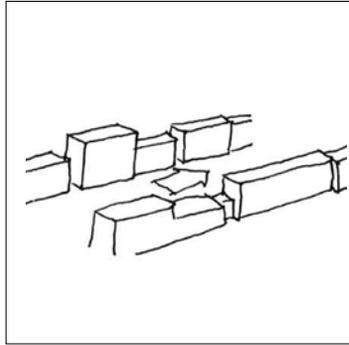
l'effet de trou correspond à une accélération localisée du vent entre deux façades.



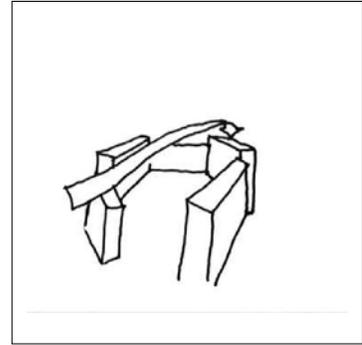
l'effet Wise est un rouleau tourbillonnaire qui se crée au pied du bâtiment sous le vent.



l'effet Venturi se forme dans un entonnoir et provoque une augmentation de la vitesse du vent.



l'effet de canalisation prolonge tout phénomène ayant eu lieu au début de la rue.



l'effet de maille est un effet de protection quand la disposition des bâtiments est en alvéole.

figure 1 : écoulement de l'air autour d'un ou de plusieurs bâtiment, principaux phénomènes observables. source : dessins d'après Chatelet, A., Fernandez, P. et Lavigne, P. (1998) *Architecture climatique*. Aix-en-Provence : Edisud, tome 2.

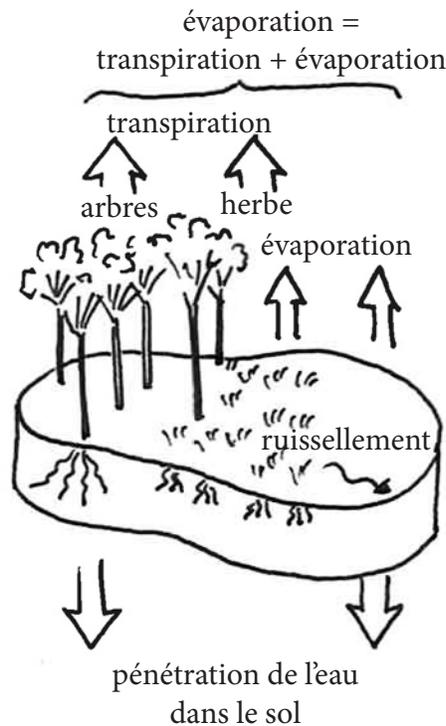


figure 2 : le phénomène d'évapotranspiration.

Zones urbaines	date	période	Population (*10 ⁶)	Densité (ha/km ²)	Consommation d'énergie (MJ * 10 ³)	Q _F (W/m ²)	Q* (W/m ²)
Manhattan (40°N)	1967	Année	1,7	28 810	128	117	93
		Eté				40	
		Hiver				198	
Montréal (45°N)	1961	Année	1,1	14 102	221	99	52
		Eté				57	92
		Hiver				153	13
Budapest (47°N)	1970	Année	1,3	11 500	118	43	46
		Eté				32	100
		Hiver				51	-8
Sheffield (53°N)	1952	Année	0,5	10 420	58	19	56
Berlin ouest (52°N)	1967	Année	2,3	9 830	67	21	57
Vancouver (49°N)	1970	Année	0,6	5 360	112	19	57
		Eté				15	107
		Hiver				23	6
Hong Kong (22°N)	1971	Année	3,9	3 730	34	4	≈110
Singapore (1°N)	1972	Année	2,1	3 700	25	3	≈110
Los Angeles (34°N)	1965 – 70	Année	7,0	2 000	331	21	108
Fairbanks (64°N)	1965 – 70	Année	0,03	800	740	19	18

figure 3 : chaleur anthropique (Q_F) et rayonnement net toutes longueurs d'onde comprises (Q*) dans plusieurs villes du Monde. source : Oke, T.R. *Boundary Layer Climates*. (1978) London: Methuen & Co Ltd.

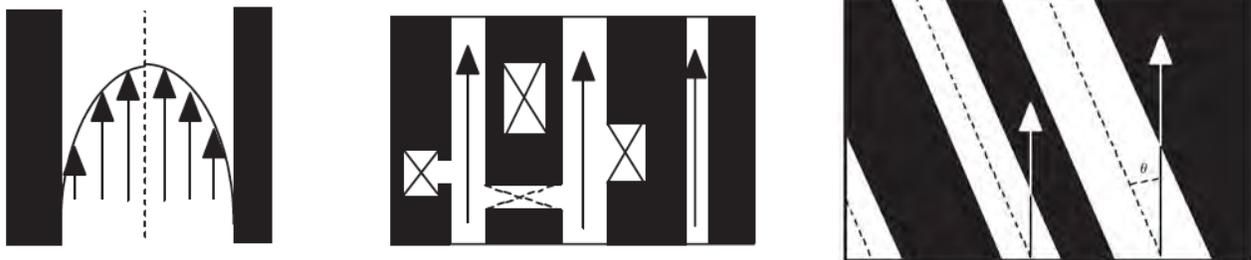


figure 4 : écoulement du vent dans une rue, sur le plan horizontal

figure 5 : espaces non ventilés, sur le plan horizontal

figure 6 : tissus urbain caractérisé par l'orientation des rues en fonction de celle du vent

source : Adolphe, L. (2001) "A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities", *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 28, pages 183-200.

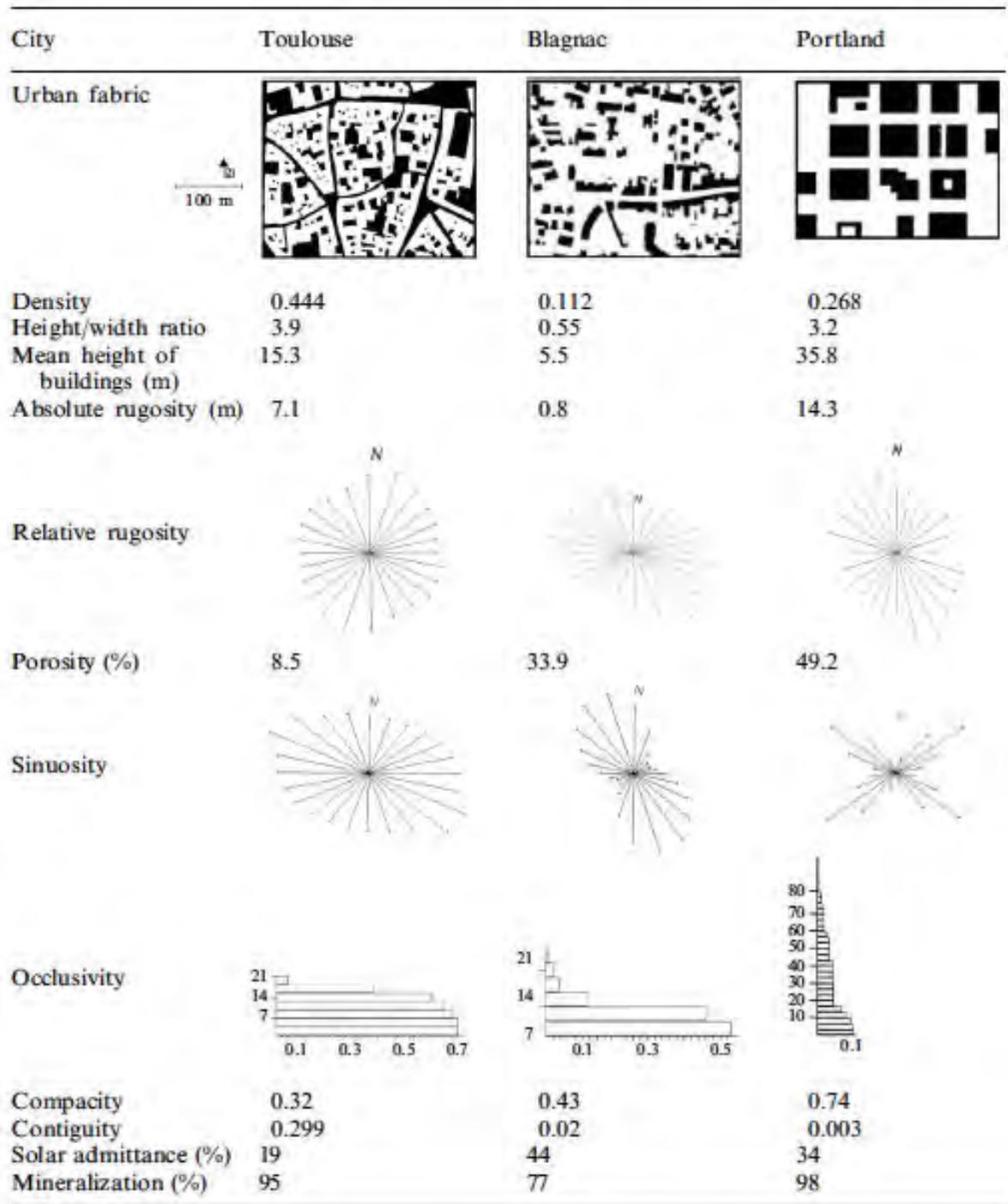


figure 7 : comparaison des tissus urbains de Toulouse (France), Blagnac (France) et Portland (USA)

source : Adolphe, L. (2001) "A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities", *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 28, pages 183-200.

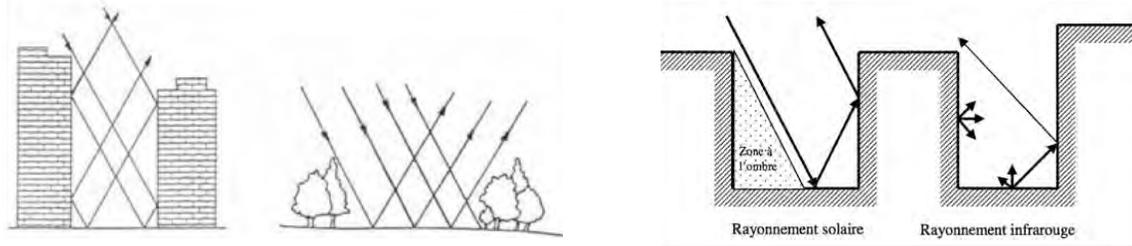
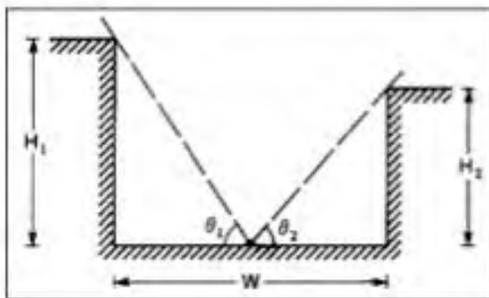


figure 8 : le piège radiatif des rues. source : Griffiths, J. F. (1976) *Climate and the Environment, The atmospheric impact on man*. London: Paul Elek.

Figure 9 : rayonnements en milieu urbain. source : Colombert, M. (2008)



Wah Fu I SVF = 0,24	Wah Fu II SVF = 0,19	Taikoo IV SVF = 0,11	Taikoo XI SVF = 0,26

figure 10 : le facteur vue du ciel. source : Oke, T. R. (1988) "Street design and urban canopy layer climate" *Energy and Buildings*, vol.11, n°1, p. 103-113.

figure 11 : facteurs vue du ciel à Hong Kong. source : Giridharan, R. et al. (2007) "Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high density environments of Hong Kong." *Building and Environment*, vol.42, p. 3669-3684.



Surface peinte noire : 0.10



Surface peinte blanche : 0.90

figure 12 : variation de l'albédo dans un environnement urbain. source : données de Goodman, (1999) *Heat Island, Urban Climatology and Air Quality*, NASA, http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/urban/urban_heat_island.html (23 avril 2012)

phénomène microclimatique	élément d'architecture (ou de la ville) concernés	sous-objectif
écoulement de l'air évapo-transpiration	géométrie des bâtiments végétation sol	1-favoriser la ventilation naturelle en permettant la circulation de l'air entre les bâtiments. 2-favoriser l'évapotranspiration en implantant un maximum de végétation et en assurant la porosité des sols.
apports anthropiques de chaleur et pollution de l'air	mécanique du bâtiment véhicules à moteur	3-limiter les apports anthropiques de chaleur en utilisant des principes bioclimatiques pour assurer le confort des bâtiments et en évitant l'utilisation de la voiture.
impacts radiatifs et thermiques	géométrie des bâtiments et des rues matériaux urbains et architecturaux	4-gérer les apports du rayonnement solaire afin d'utiliser cette énergie pour les bâtiments ou de la réfléchir et non de la stocker dans l'espace urbain extérieur à travers des "pièges radiatifs".

tableau 1 : objectif I, rétablir certains mécanismes naturels

1.2. les îlots de chaleur urbains

Le phénomène le plus largement observé dans les études des microclimats urbains est l'augmentation des températures au sein de la ville. Le concept d' "îlot de chaleur urbain" fait référence à ce phénomène. D'après Marie Aubé (2011)¹, il se définit par l'excès des températures dans les zones urbaines en comparaison avec les zones rurales qui les entourent (voir **figure 14**).

1.2.1 - naissance et évolution du phénomène

Selon Arnfield (2003)², le terme d'îlots de chaleur urbains est apparu dans les années 1970, bien après la description du phénomène en lui-même, dans les années 1860, avec les mesures de Luke Howard, chimiste anglais et amateur de météorologie. D'après Givoni (1998), les premiers travaux étaient orientés vers des études globales, sur toute l'agglomération. Les climatologues se sont ensuite progressivement intéressés à des échelles inférieures mettant ainsi en exergue l'importance de la géométrie urbaine et des matériaux de construction.

« D'une recherche fondée sur l'observation des différences climatiques entre le milieu urbain et le milieu rural environnant peu encline à distinguer la variété constructive des villes et leurs effets sur le climat urbain, nous sommes passés à des études interrogeant la relation entre la forme urbaine et différents paramètres climatiques du climat urbain. »³

D'après Morgane Colombert (2008), la lecture du phénomène s'est encore affinée depuis l'apparition du terme "îlot de chaleur", qui réfère à un phénomène homogène et donc en fait peu représentatif de la réalité.

« Le climat urbain, et particulièrement l'îlot de chaleur urbain, s'apparente beaucoup plus à un archipel avec différents quartiers chauds qu'à une couche uniforme, ce qui par ailleurs est plus en accord avec la complexité et la diversité des environnements urbains. Chaque ensemble de rues et de bâtiments forme ainsi un microclimat qui ne sera a priori pas identique à celui formé par un quartier voisin. Aussi, la généralisation de mesures d'un site urbain à l'ensemble de la ville doit être faite avec précaution. »⁴

1 Aubé M. (2011) *Changements climatiques, vulnérabilité et adaptation des immeubles*, Rapport de recherche. Québec : Corporation d'hébergement du Québec, Répertoire des guides de planification immobilière.

2 Arnfield, A.J. (2003) "Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island" *International Journal of Climatology* 23: 1-26.

3 Givoni, B. (1998) *Climate considerations in building an Urban Design*. John Wiley & Sons.

4 Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement, p. 38.

1.2.2 - localisation des îlots de chaleur urbains

La différence de température ne s'observe pas forcément entre le centre-ville et la périphérie. D'après Philippe Anquez et Alicia Harlem (2011), le phénomène d'îlot de chaleur urbain peut aussi bien se retrouver en banlieue.

« La présence industrielle, la multiplication des centres d'achats et des immenses stationnements de surface a augmenté la température de plusieurs municipalités de banlieue. »¹

1.2.3 - caractéristiques des îlots de chaleur urbains

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain résulte de la combinaison de plusieurs facteurs naturels : géographie, météo ; et humains : matériaux urbains, formes urbaines (voir **figure 13**). Ces différents facteurs ont été décrits dans la partie 1.1 sur les phénomènes physiques qui influencent le climat urbain.

Il existe différents types d'îlots de chaleur urbains, qui correspondent à différentes échelles d'étude des phénomènes climatiques. Ces types sont détaillés en **annexe B**.

L'**annexe D** décrit quant à elle le phénomène d'îlots de chaleur urbains pour la ville de Québec.

¹ Anquez, P. et Harlem, A. (2011) *Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions*, Rapport de recherche. Québec : chaire de responsabilité et de développement durable de l'Université de Québec à Montréal (UQAM).

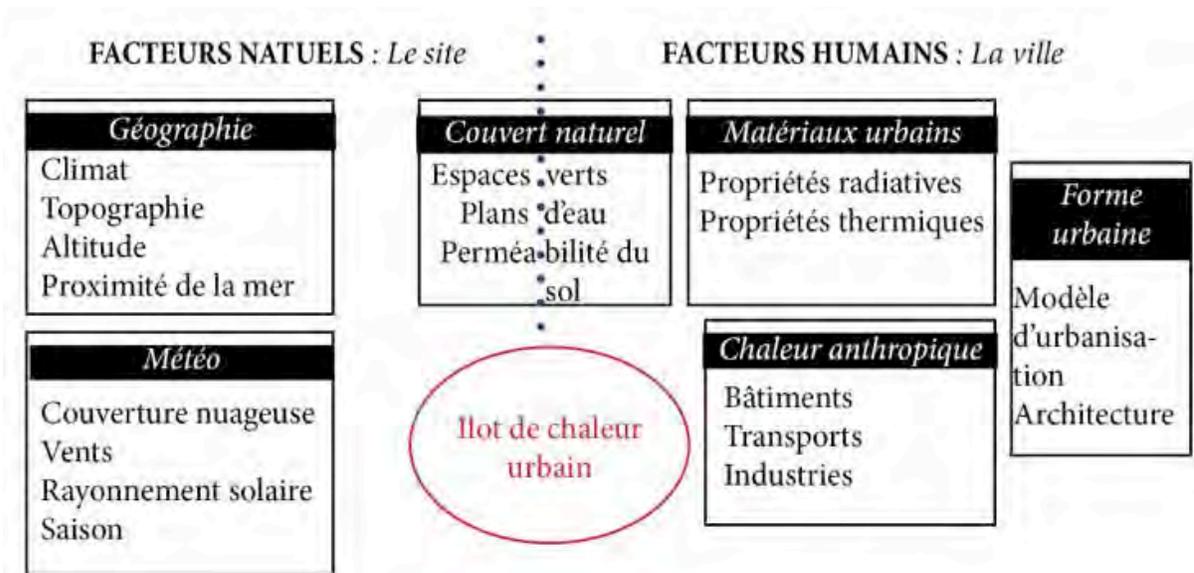


figure 13 : les différents facteurs qui entrent en compte dans le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

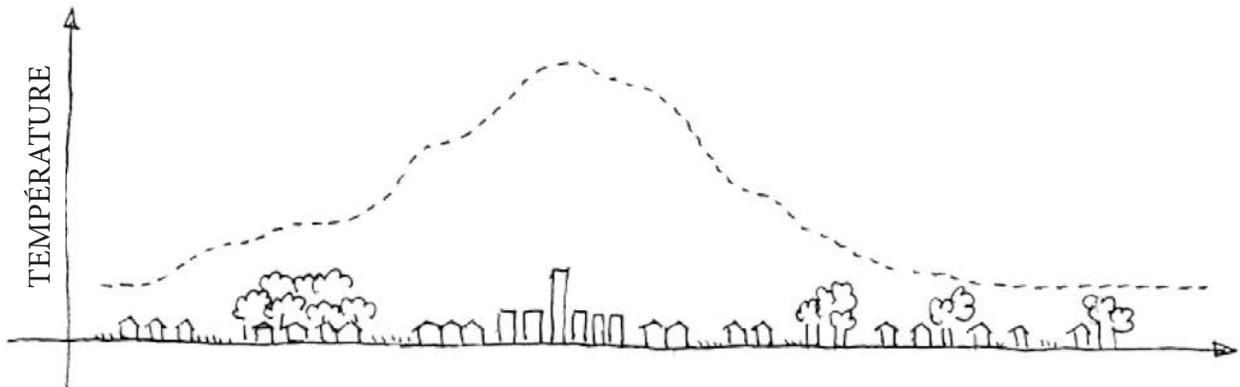


Figure 14 : représentation du phénomène d'îlot de chaleur urbain.

1.3. choix du site d'intervention

Les ilots de chaleur touchent différents types de milieux urbains : aussi bien des industries, des centres commerciaux, que des espaces résidentiels. Comme nous l'avons vu, cet essai-projet s'intéresse au confort des habitants, c'est pourquoi le site choisi est un quartier résidentiel.

1.3.1 - vulnérabilité de la population face au climat

Le concept de vulnérabilité est un deuxième facteur qui a été pris en compte dans le choix du site, après les ilots de chaleur. La vulnérabilité désigne le degré de fragilité, de précarité. Une population vulnérable est plus sensible à certains événements, comme la modification des conditions climatiques urbaines. Il est donc intéressant de choisir un site habité par ce type de population, puisque son confort peut être plus facilement touché.

D'après Lisa Schipper (2007)¹, les raisons pour lesquelles les personnes sont vulnérables sont souvent liées à leurs conditions sociales. En effet, une population défavorisée va avoir plus de mal à s'adapter à une modification des conditions climatiques, qu'une population à l'aise financièrement, et disposant de davantage de ressources.

Suite à cette réflexion, une carte présentant la répartition de la défavorisation de la population pour la ville de Québec a été utilisée lors du choix du site.

1.3.2 - densité de population

La densité est le troisième facteur pris en compte pour le choix du site, au sein de la ville de Québec. Comme le souligne F. Dugeny (2010)², gérer la densité de population est un des défis à relever face au problème des ilots de chaleur urbains. Dans cette optique, plus la population est importante, plus ce défi est de taille, puisque plus la composition géométrique et l'organisation des bâtiments doivent être réfléchies.

La carte des ilots de chaleurs réalisée par l'Institut national de santé publique du Québec (2012)³ pour la ville de Québec a été superposée à celle de la densité de population et celle de l'indice de défavorisation de la population. Au regard de ces trois critères, le quartier qui paraît le plus pertinent à s'intéresser est celui de Saint-Sauveur (voir **annexe J**).

1 Schipper, L. (2007), *Climate change adaptation and development : exploring the linkages*. Rapport de recherche. Royaume-Uni : Tyndall Centre for Climate Change Research.

2 Dugeny, F. (2010) *Les ilots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissances*. Rapport de recherche. Paris : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France

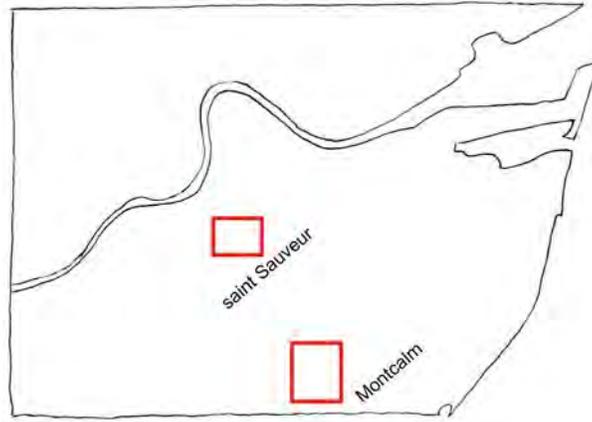
3 Institut national de santé publique du Québec (2012) *Cartographie des ilots de chaleur urbains au Québec*, Québec : santé et services sociaux, http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/inspq_icu/ (le 12 avril 2012).

bilan

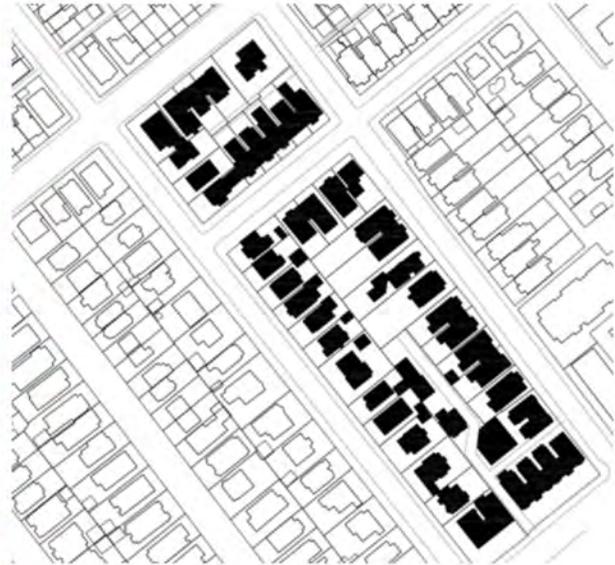
L'étude des différents phénomènes qui définissent le climat urbain nous a permis de comprendre pourquoi les îlots de chaleur urbains résultent de la modification d'un ensemble de facteurs climatiques au sein de la ville et non simplement d'un seul élément, comme la nature des matériaux de constructions par exemple. La remise en cause actuelle du terme d'"îlot" par les chercheurs prend alors tout son sens : le centre-ville n'est pas forcément le quartier le plus chaud. Chaque quartier possède des conditions naturelles et urbaines qui lui sont propres, et qui sont plus ou moins propices à la déformation des conditions climatiques d'origine.

Suite au choix du site, une comparaison entre deux tissus urbains de deux quartiers différents de la ville de Québec a été réalisée (voir **figure 15**). Montcalm, dont les îlots sont grands, les rues larges, et la végétation abondante, n'est pas touché par le phénomène des îlots de chaleur urbains. À l'inverse, le quartier de Saint-Sauveur possède, à la même échelle, des îlots beaucoup plus petits, un parcellaire plus étroits, des rues moins larges, et très peu de végétation. Il est quant à lui l'un des secteurs de la ville dont la température est la plus élevée. Cette analyse montre le lien entre la répartition du phénomène d'îlots de chaleur urbain et la morphologie des quartiers. Les concepts décrits dans le chapitre 1 : porosité, densité, compacité, occlusivité sont donc ici illustrés.

Une analyse de site (végétation, fonctions, voirie, système bâti) a ensuite été réalisée. Cette analyse est présentée en **annexe K**. Elle permet de comprendre plus en profondeur le lien entre les phénomènes expliqués dans le présent chapitre et le site étudié.



ILOTS MONTCALM Bâti = 33 % - Vide 66 % rues : 15 m



ILOTS DE SAINT SAUVEUR
Bâti = 50 % - Vide = 50%

rue à sens unique : 6,5 à 8,5 m
rue à double sens : 11m



figure 15. comparaison de morphologies urbaines à Québec
note : les plans sont à la même échelle

chapitre 2. contexte : analyse du quartier Saint-Sauveur

2.1. le contexte historique et culturel

L'architecture située se développe dans un contexte environnemental, culturel et historique. Avant de générer un projet, il est donc nécessaire de se pencher sur l'Histoire, afin de comprendre l'essence du site, et d'en faire participer le nouveau projet. Comme le dit Tomas Randall (2007)¹, "Design is about future, but to be human is to be poised between the past and the future. This very moment and any human activity are made possible by memory and anticipation." Selon l'architecte néerlandais Rudy Uytenhaak (2008)², "In order to design new cities with similar qualities, we have to conduct observations, typological explorations and fundamental research in historic cities".

2.1.1 - environnement : un ancien milieu humide, adossé à la rivière

Saint-Sauveur est un quartier situé en basse-ville de Québec, à une altitude inférieure à 25 mètres par rapport au niveau de la mer, d'après Hélène Côté (1999)³. Saint-Sauveur, à l'origine, est composé de milieux humides et de ruisseaux. Aussi, peu d'arbres sont initialement présents sur le site, et peu d'arbres sont plantés durant le développement de ce quartier ouvrier "tricoté serré" (voir **figure 16**).

Les vieux arbres présents aujourd'hui dans le quartier sont d'ailleurs des essences caractéristiques de sols marécageux, d'après l'ouvrage de la spécialiste Suzanne Hardy (2009)⁴.

2.1.2. - morphogénèse : une trame serrée, très régulière, pour loger des ouvriers

Saint-Sauveur est développé plus tardivement que son voisin Saint-Roch et que le Vieux-Québec. Le quartier est occupé par un couvent à partir de 1620, mais il ne devient réellement une ville qu'à partir de 1850. Jusque-là, l'occupation y est rare et consiste en quelques fermes isolées le long de la rue Saint-Vallier, comme l'explique Hélène Côté (1999)⁵.

1 Randall, T. (2007) *The environments of architecture : environmental design in context*. New York : Taylor & Francis.

2 Uytenhaak, R. (2008) *Cities full of space : qualities of density*. Rotterdam : 010 publishers.

3 Côté, H. (1999) *Patrimoine du quartier saint Sauveur, Études sectorielles, archéologie préhistorique, archéologie historique*, Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

4 Hardy, S. (2009) *Nos champions : les arbres remarquables de la capitale*. Québec : commission de la capitale nationale et Berger.

5 Côté, H. (1999) *Patrimoine du quartier saint Sauveur, Études sectorielles, archéologie préhistorique, archéologie historique*, Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

Pour l'anecdote, Samuel de Champlain a choisi en 1618 les terres de Saint-Sauveur pour le futur emplacement de *Ludivica*, capitale de la Nouvelle-France, comme nous le relate l'ouvrage de la ville de Québec sur le quartier Saint-Sauveur (1987)¹. Mais vers 1640, c'est en fait le Cap-aux-Diamants, surélevé, qui est choisi. Propriété de l'Hôtel-Dieu, le territoire de Saint-Sauveur revient alors à Jean le Sueur, ancien curé de Saint-Sauveur-de-Thury-Harcourt en Normandie, qui amène son futur nom au quartier.

Pierre Gauthier (1997)² nous relate qu'en 1840, le territoire encore très peu construit se sépare en quatre grands lots : l'ancien fief des Ricollets, le domaine du Bas-Bijou, les religieuses de l'Hôtel-Dieu, et les Ursulines (voir **figure 20**). En revanche, à Saint-Roch, la classe ouvrière est déjà implantée dans les faubourgs de la basse ville. C'est en lotissant progressivement leurs terres aux ouvriers que les quatre grands propriétaires vont bâtir le quartier. La trame utilisée est très régulière, et très serrée, car destinée à lotir des ouvriers. Pour le domaine de l'Hôtel-Dieu, qui couvre une grande partie du quartier, l'unité choisie est une parcelle de 60 pieds par 40 pieds (19,75m x 13m). L'unité de mesure est le pied québécois, qui a été longtemps cru identique au pied de Paris de 1789, mais qui en fait lui est très légèrement supérieur.³ (voir **figure 21**)

2.1.3 - architecture : le bois et le feu, influences du “patchwork” architectural

Comme nous le rappelle Tomas Randall (2007)⁴, l'architecture vernaculaire est souvent influencée par les matériaux disponibles sur place et les savoirs faire développés par la population locale. Ainsi, l'architecture de Saint-Sauveur est fortement marquée par l'histoire du bois et de son industrie, avec le développement du quartier Saint-Malo, qui emmène sa population ouvrière dans le secteur⁵. Lorsqu'ils s'installent dans le quartier, les ouvriers construisent le plus souvent les maisons eux-mêmes avec les techniques apprises sur les chantiers navals. Le pièce-sur-pièce de bois est le plus souvent adopté.

1 Ville de Québec (1987) *Saint Sauveur : à l'image du début du siècle*. Québec : division du Vieux-Québec et du patrimoine.

2 Gauthier, P. (1997) *Morphogénèse et syntaxe spatiale des tissus résidentiels du quartier Saint-Sauveur de Québec*. Thèse de maîtrise. Québec : Université Laval, École d'architecture.

3 Morisset, L. K. (2000) *Patrimoine du quartier saint Sauveur, Histoire de la forme urbaine*. Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

4 Randall, T. (2007) *The environments of architecture : environmental design in context*. New York : Taylor & Francis.

5 Côté, H. (1999) *Patrimoine du quartier saint Sauveur, Études sectorielles, archéologie préhistorique, archéologie historique*, Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

Marqué donc par le bois, le quartier est aussi façonné par l'une des caractéristiques de ce matériau : sa faible résistance au feu. En effet, ce sont les incendies qui poussent les habitants de Saint-Roch à venir s'installer dans Saint-Sauveur. Suite à celui, dévastateur, de 1845, la ville de Québec impose un règlement sur les bâtiments. La ville de Saint-Sauveur n'étant pas encore rattachée à la ville de Québec, ce règlement ne s'y impose pas. Les habitants viennent donc s'établir librement dans ce secteur encore marécageux et sauvage. L'afflux de population a entraîné le lotissement des terres des grands propriétaires et a façonné le visage du quartier. Il devient résidentiel et ouvrier, mis à part quelques industries le long de la rivière Saint Charles. Par ailleurs, la rue de l'Aqueduc, qui crée une rupture dans la trame orthogonale de Saint-Sauveur, est construite en 1853 à la suite d'un important incendie, pour alimenter la ville de Québec en eau.

Les incendies, nombreux, emmènent chaque fois la possibilité d'innover pour économiser et se protéger contre de nouvelles flammes. Ainsi, la variété des typologies du quartier est en partie due à cette régénérescence régulière. En 1889, la ville de Saint-Sauveur s'annexe finalement à Québec, suite à un incendie si important que Saint-Sauveur ne peut en supporter le poids toute seule. Cette annexion se réalise sous trois conditions : la création d'un réseau de distribution d'eau pour lutter contre les incendies, le pavage et l'éclairage des rues, encore en terre battue jusque-là, et la création d'un parc public : le parc Victoria.

Aujourd'hui encore, les incendies créent des occasions nouvelles de repenser les typologies architecturales. La réglementation contre le feu façonne toujours l'image du quartier, de par les issues, trop nombreuses pour de si petits bâtiments selon Hélène Côté (1999) (voir **figure 18**). Les typologies architecturales de Saint-Sauveur et leurs évolutions sont présentées en **annexes H et I** de cet essai-projet.

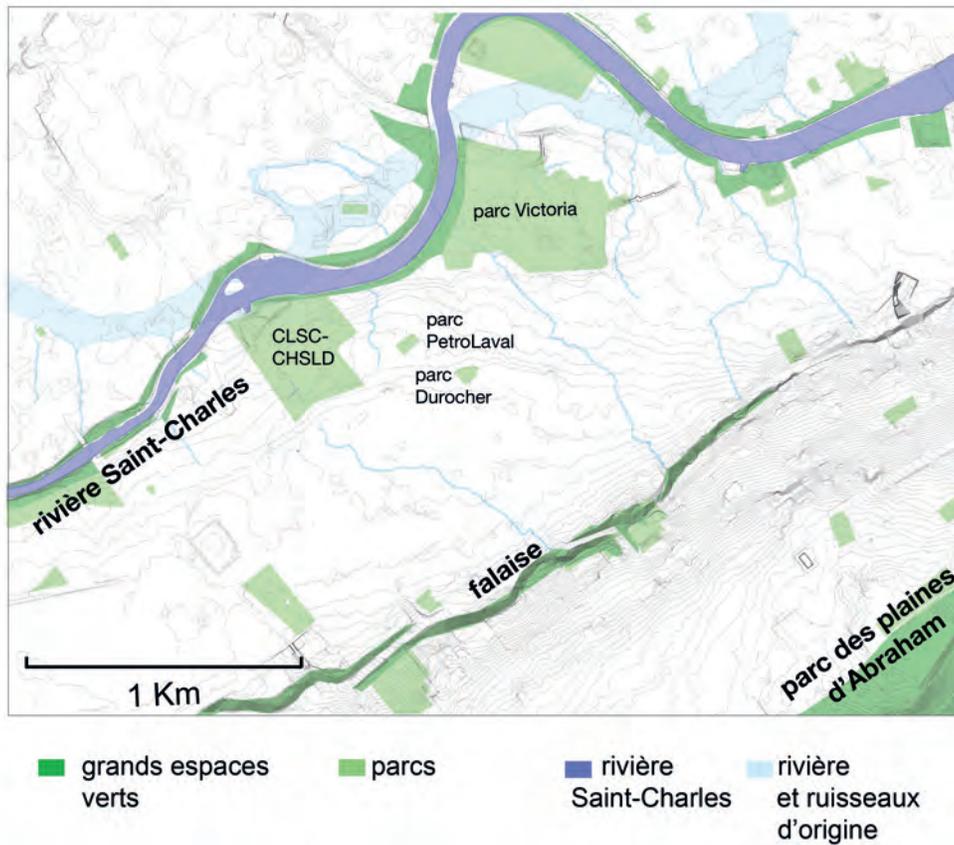


figure 16 : carte d'analyse de la végétation et de l'eau pour le quartier Saint-Sauveur, qui présente les cours d'eau d'origine surposés à la carte actuelle. source : dessin d'après la carte historique "The Environments of Québec, Fortification survey" de 1865-1866, consultée au musée de l'Amérique française.



figure 17 : carte postale de Saint-Sauveur au début du 20ème siècle. source : archives de Québec Urbain : <http://www.quebecurbain.qc.ca/archives/001008.html#ajoutComm>



figure 18 : Issues ajoutées dans les cours arrières, ou sur les façades latérales



figure 19 : La basse-ville de Québec après l'incendie de 1866
Source : Archives de la Ville de Québec, N010788

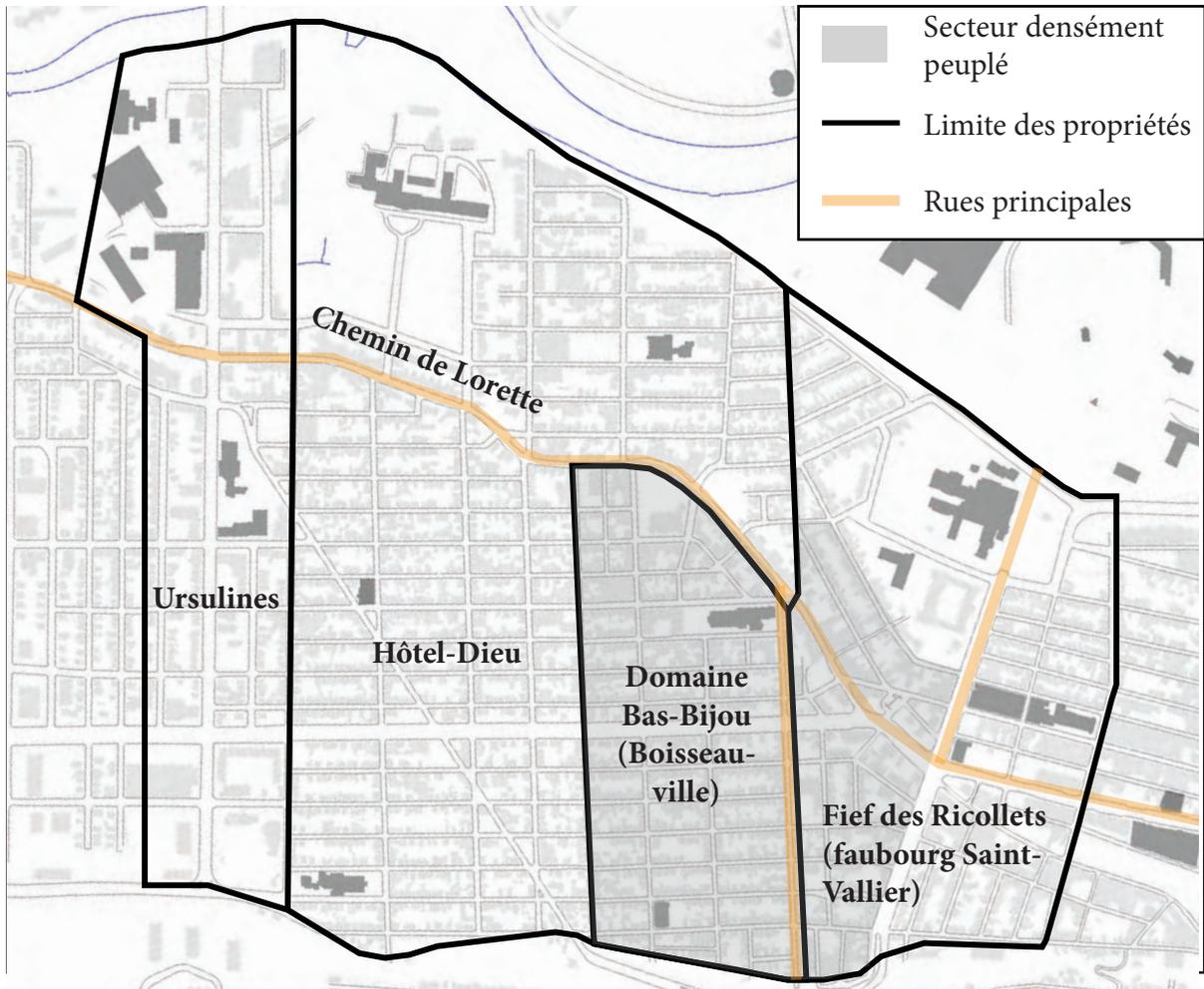


figure 20 : Grandes propriétés du milieu du 20e siècle reportées sur le parcellaire actuel.
 Source : dessin d'après Gauthier, P. (1997) *Morphogénèse et synthaxe spatiale des tissus résidentiels du quartier Saint-Sauveur de Québec*. Thèse de maîtrise. Québec.

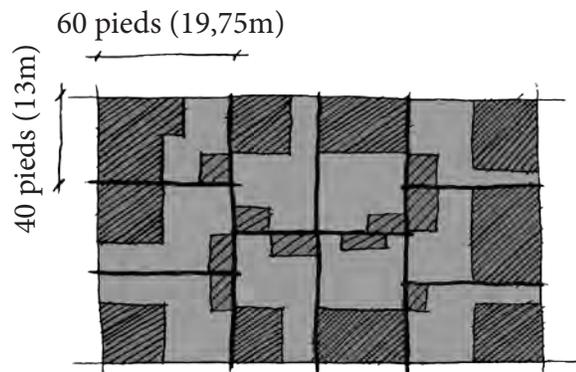


figure 21 : Ilot typique de saint sauveur - dimensions.

2.2. le contexte économique et social

2.2.1 - population

À partir de l'incendie qui touche Saint-Roch en 1845 et pousse les nouveaux habitants vers Saint-Sauveur, la population du quartier ne cesse de monter jusqu'en 1940. Comme nous l'avons vu, les habitants sont en très grande majorité des ouvriers.

Au début du 20^e siècle, le nombre de parcelles disponibles ne suffit plus à loger les familles ouvrières. Des divisions commencent à apparaître dans les lots jusque-là réguliers. Comme le dit Pierre Gauthier (1997), "on a pu dégager deux modes prégnants de densification : le surhaussement et la "plurifamiliarisation" des bâtiments existants, ou alors la "bifamiliarisation" de la parcelle par subdivision du lot".¹ Selon lui, la population atteint son point le plus haut en 1949. Elle s'élève alors à 49 849 habitants, pour ensuite diminuer de moitié dans les années 1990. Malgré cette diminution, le parcellaire a très peu changé depuis cette époque. Le percement du boulevard Charest en 1960 supprime tout de même une partie des ilots sur sa lignée, et dévoile des arrières-cours comme façade de rue. Le fait que le nombre de logements ne diminue pas au prorata de population est dû à la diminution du nombre de personnes par ménages, et à l'augmentation générale des superficies des logements. Ces deux points sont développés dans l'étude sur la "juste" densité et la taille des logements de Uytenhaak, présentée en **annexe E**. Aujourd'hui, la population de Saint-Sauveur connaît une légère croissance depuis 2001.

Un portrait de la population actuelle de Saint-Sauveur a été dressé par la Corporation de développement économique communautaire de Québec (CÉDEC). Dans ce portrait, Geneviève Duhaime (2008)² présente les principaux aspects de comparaison suivants, par rapport aux autres secteurs de la Capitale-Nationale :

"La proportion de personnes occupant un emploi est la plus faible des secteurs comparés ; la proportion de personnes n'ayant pas de diplôme de niveau secondaire est beaucoup plus élevée que celle des milieux comparés ; le revenu moyen par personne est d'environ 8,000\$ de moins que celui des autres milieux ; il y a plus de personnes vivant seules qu'au sein de la Capitale-Nationale, mais moins qu'au sein de l'arrondissement de La Cité-Limoilou ; la proportion de personnes séparées, divorcées ou veuves est la plus importante de l'ensemble

1 Gauthier, P. (1997) *Morphogénèse et syntaxe spatiale des tissus résidentiels du quartier Saint-Sauveur de Québec*. Thèse de maîtrise. Québec : Université Laval, École d'architecture.

2 Duhaime, G. (2008) *Portrait du quartier Saint-Sauveur en matière de pauvreté et d'exclusion sociale*. Rapport de recherche : Approche territoriale intégrée (ATI), Québec : Corporation de développement économique communautaire (CDÉQ).

des secteurs analysés ; la proportion de familles monoparentales est la plus élevée de tous les milieux ; plus de gens que dans les autres secteurs consacrent 30% et plus de leur revenu pour se loger, autant chez les propriétaires que chez les locataires.”

La défavorisation sociale est matérielle touche donc ce quartier de façon généralisée (voir **figures 23 et 24**).

Par ailleurs, ce qui ressort de cette étude c'est aussi que Saint-Sauveur est doté d'un sentiment d'appartenance fort. Beaucoup de personnes nées dans le secteur désirent y rester. La vie de quartier présente un aspect populaire et familial qui semble très apprécié de ses résidents. La proximité des gens, due à la petite taille des parcelles, est perçue comme une force. “Les gens se connaissent, se parlent, se voisent et s'entraident dans Saint-Sauveur.”¹ La proximité crée aussi un sentiment de sécurité, par le fait que tous les espaces publics ou partagés sont surveillés de manière indirecte par les habitants qui se trouvent autour.

Au niveau de l'âge des habitants, Saint-Sauveur accueille peu d'enfants (14% en 2006)², à l'image des quartiers centraux de la ville de Québec. Les familles préfèrent souvent s'installer en banlieue. Ce chiffre est cependant supérieur à celui de l'arrondissement de La Cité-Limoilou (11% de moins de 19 ans pour la même année).

2.2.2 - fonctions présentes dans le quartier

Le district de Saint-Sauveur tel qu'il est défini par la ville de Québec comprend le parc industriel Saint-Malo (voir **figure 25**). Ce parc accueille des entreprises de services publics, des industries, et des entrepôts. Il se poursuit par le parc industriel Jean-Talon, appartenant à l'arrondissement Des Rivières. Le parc Jean-Talon accueille des industries ainsi que des commerces et des commerces de gros. Il est plus important en taille et génère davantage d'emplois que le parc Saint-Malo.

À l'exception du parc Saint-Malo, le quartier Saint-Sauveur est presque exclusivement un quartier résidentiel. La rue Saint-Vallier, parcours mère, est la seule artère réellement commerciale. La carte de l'analyse des fonctions est présentée en **annexe K**.

1 Duhaime, G. (2008) *Portrait du quartier Saint-Sauveur en matière de pauvreté et d'exclusion sociale*, Rapport de recherche : Approche territoriale intégrée (ATI), Québec : Corporation de développement économique communautaire (CDÉQ).

2 Ibid.

bilan

L'étude du contexte environnemental, historique, culturel, économique et social de Saint-Sauveur nous a permis de comprendre l'origine de son emplacement et de sa forme urbaine, qui conditionnent son climat urbain. Ce chapitre 2 nous a aussi appris que malgré son aspect hétérogène et désorganisé, Saint-Sauveur possède une trame orthogonale très régulière et organisée. De ce fait, les constructions vernaculaires du quartier ont souvent des plans intérieurs, et des proportions en façade identiques, malgré leur apparente diversité. Cette régularité morphologique explique aussi le sentiment d'appartenance fort développé par les habitants. Vivre à Saint-Sauveur, c'est vivre dans l'un de ces logements peu profonds, c'est connaître tous les voisins de son îlot, c'est aimer la proximité des gens et la vie de quartier. Il paraît donc important de garder certaines de ces spécificités, afin que Saint-Sauveur conserve son essence : le gabarit des logements ainsi que les entrées individuelles pour chaque bâtiment (correspondant à chaque parcelle), sont des éléments à développer dans le projet.

Suite à ce chapitre, nous pouvons donc mettre en place un nouvel objectif : **II - créer une nouvelle typologie à Saint-Sauveur, qui répond à la problématique du climat urbain tout en respectant certains principes liés à la trame urbaine du quartier.**

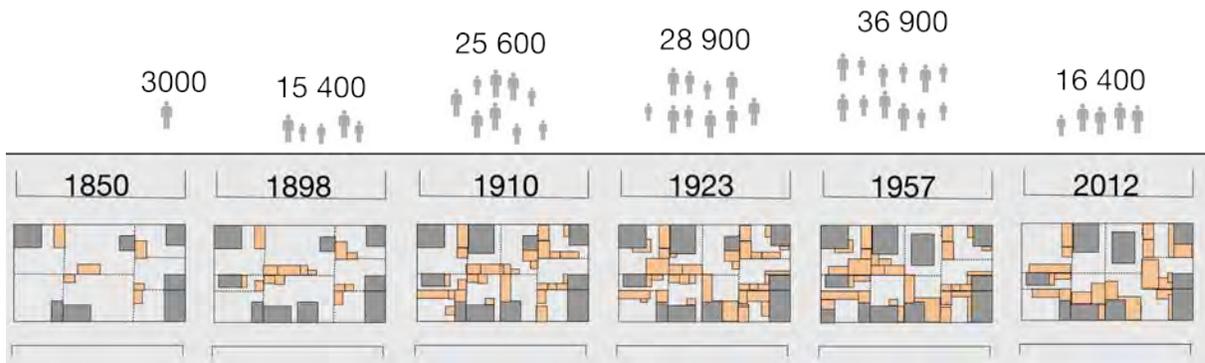


figure 22 : évolution de la population de Saint-Sauveur en parallèle de celle d'un îlot
 Source : dessin d'après les cartes d'assurance incendie de la ville de Québec

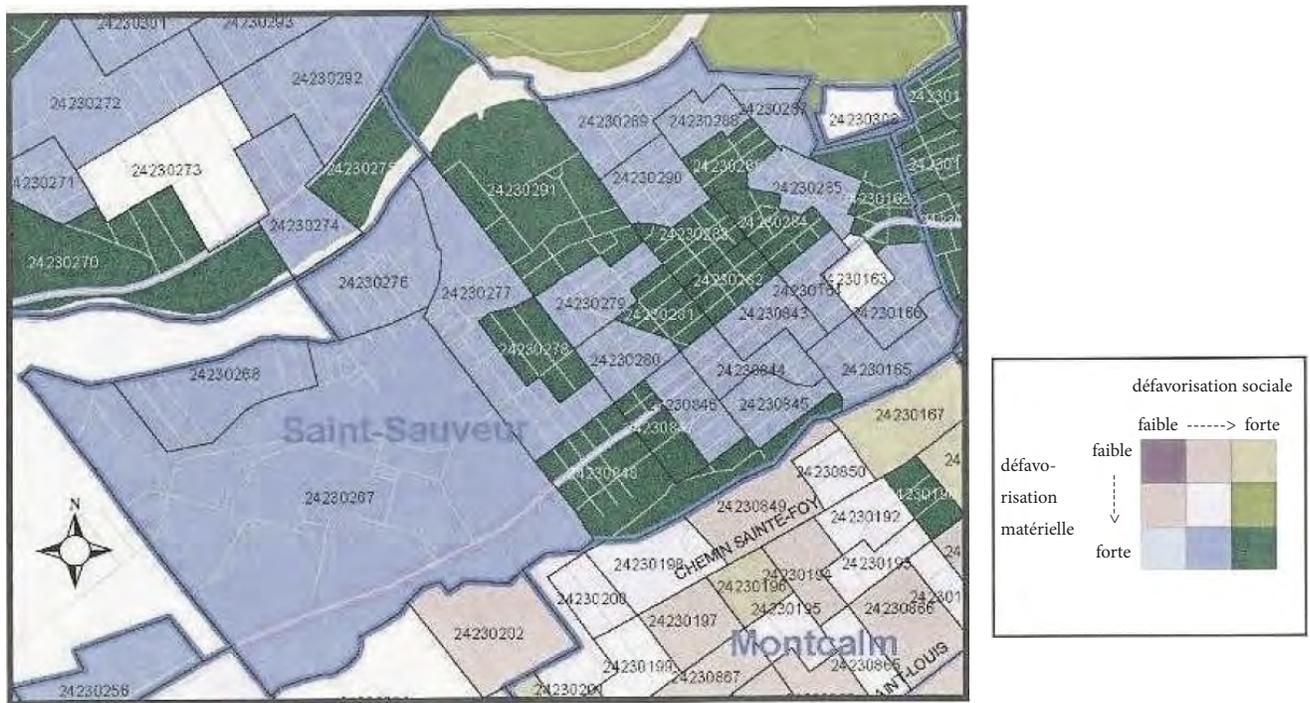


figure 23 : carte de la répartition de l'indice de défavorisation matérielle et sociale à Saint-Sauveur

Source : Duhaime, G. (2008) *Portrait du quartier Saint-Sauveur en matière de pauvreté et d'exclusion sociale*,.Rapport de recherche : Approche territoriale intégrée (ATI), Québec : Corporation de développement économique communautaire (CDÉQ).

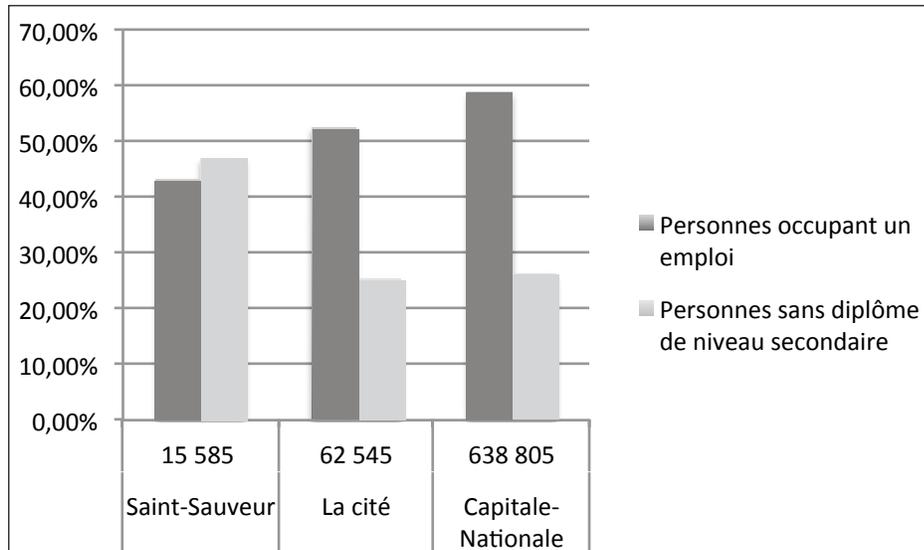


figure 24 : répartition des personnes sans emplois et sans diplôme

Source : graphique d'après Duhaime, G. (2008) *Portrait (...) exclusion sociale*. Québec.

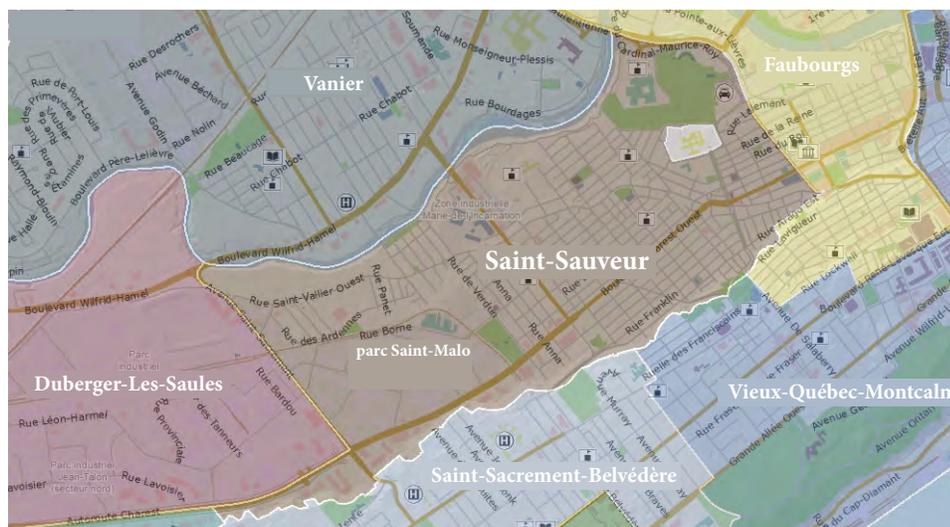


figure 25 : le district de saint Sauveur et son voisinage

Source : carte interactive de la ville de Québec, http://www.ville.quebec.qc.ca/carte_interactive/index.aspx (le 12/04/12)

chapitre 3. le projet

3.1. présentation

3.1.1 -problème soulevé et mission

La problématique du projet est la suivante : qu'est-ce que la prise en compte de l'effet de nos constructions sur le climat urbain peut générer comme architecture, dans un site et dans un contexte social et économique donnés ?

La mission du projet consiste à requalifier le secteur résidentiel de Saint-Sauveur à travers la génération de formes urbaines pensées par leurs interactions avec les phénomènes climatiques.

3.1.2 - enjeux, objectifs, sous-objectifs

Les deux enjeux qui ont encadré la démarche de cet essai-projet sont d'une part le confort des habitants, et d'autre part l'équilibre naturel de l'environnement urbain.

Les trois objectifs soulevés par cet essai-projet sont les suivants. Ils sont associés à des sous-objectifs.

I - rétablir certains mécanismes naturels nécessaires au maintien du climat local.

1-favoriser la ventilation naturelle en permettant la circulation de l'air entre les bâtiments

2-favoriser l'évapotranspiration en implantant un maximum de végétation et en assurant la porosité des sols

3-limiter les apports anthropiques de chaleur en utilisant des principes bioclimatiques pour assurer le confort des bâtiments et en limitant l'utilisation de la voiture

4-gérer les apports du rayonnement solaire afin d'utiliser cette énergie pour les bâtiments ou de la réfléchir et non de la stocker dans l'espace urbain extérieur à travers des "pièges radiatifs"

II - créer une nouvelle typologie à Saint-Sauveur, qui répond à la problématique du climat urbain tout en respectant certains principes liés à la trame urbaine du quartier.

1- conserver les gabarits développés dans les parcelles régulières du quartier

2- préserver une identité des unités de logements en conservant des entrées autonomes

3- considérer les toits comme des espaces extérieurs accessibles et fonctionnels

III - assurer des principes d'urbanisation durables

1- conserver la haute densité de logements du quartier (de 100 à 120 logements/ ha)

2 - créer une mixité de logements et fonctions, adaptée à l'intensité de chaque lieu.

3.2. cheminement

Afin de mieux comprendre le projet, nous allons présenter son évolution au fur et à mesure de l'année, car différents problèmes ont été soulevés les uns après les autres.

3.2.1 - recherches théoriques préliminaires

Des lectures sur les phénomènes physiques du climat urbain puis sur le quartier Saint-Sauveur ont d'abord été réalisées. Elles ont permis d'organiser les chapitres 1 et 2 de cet essai-projet.

3.2.2 - choix de la parcelle et définition de la nature des interventions

Dans un deuxième temps, le choix du site s'est affiné. Le secteur situé à proximité du parc Durocher a d'abord été ciblé, parce qu'il correspond à une zone touchée particulièrement par la défavorisation de ses habitants, (voir **figure 23**) et aussi parce qu'il correspond au centre du quartier, et qu'il concentre à son périmètre la plupart des services (commerces, bars, restaurants, centre communautaire) de Saint-Sauveur.

Les parcours de site ont permis de localiser des zones d'intervention à proximité de ce pôle central. Sur la rue Saint-Germain, une parcelle vide a été repérée. Un feu a touché l'ancien bâtiment, qui a par la suite été détruit en attendant qu'un nouveau propriétaire s'intéresse à racheter le lot. Le problème, c'est que ce terrain a été revendu à plusieurs reprises à d'importantes compagnies immobilières, en augmentant sa valeur. Ces compagnies proposent des projets qui n'aboutissent pas, car ils sont démesurés par rapport à l'échelle du quartier. D'autre part, elles n'arrivent pas à revendre le terrain à un propriétaire indépendant, car il est maintenant surévalué. Ce problème touche plusieurs autres terrains "en attente" dans le quartier, trop petits pour accueillir des projets rentables pour les entrepreneurs, et trop chers pour les familles modestes du quartier.

Lors de la première présentation, le 20 janvier, le site choisi correspondait à l'ensemble de l'îlot sur lequel se trouve la parcelle "en attente". Il était alors envisagé de créer un nouveau bâtiment sur cette parcelle, et de requalifier le reste de l'îlot. Des interventions à l'échelle de la rue étaient également prévues, mais non définies. Le jury a apprécié le choix du thème et de la problématique, et n'a pas remis en cause les objectifs établis.

3.2.3 - établissement de principes architecturaux et urbains :

gabarits de logements et de rues

Entre la première présentation et la critique préliminaire, des recherches sur les bâtiments existants de l'îlot ont été réalisées afin de comprendre leur naissance et leur évolution.

Ces recherches sont présentées aux **annexes H et I**. En parallèle, des recherches et explorations sur les typologies de logements ont été réalisées. Les principaux précédents qui ont inspiré les espaces conçus pour le projet sont présentés aux **annexes E et F**.

À partir de ces deux sources d'inspiration : les logements de Saint-Sauveur et des précédents contemporains, des gabarits de logements ont été établis en fonction des objectifs de design et du parcellaire existant.

En parallèle des recherches à l'échelle des logements neufs et existants, des orientations urbaines ont été établies. L'analyse cartographique du quartier (présentée en **annexe K**) a démontré le potentiel de l'axe de la rue Saint-Germain comme axe connecteur entre deux des trois grands espaces verts linéaires de la ville de Québec : la rivière Saint-Charles, et la falaise. Des principes de ruelles ont aussi été élaborés afin de générer des doubles ilots. Les précédents qui ont servi de référence à l'échelle urbaine pour les coupes de rues, les revêtements de sol, et l'aménagement des voies publiques sont présentés en **annexe G**.

Lors de la critique intermédiaire, la présentation exposait donc les principes architecturaux et urbains établis pour le projet : les gabarits des logements de la nouvelle parcelle, qui pouvaient être aussi ceux d'autres parcelles dans l'ilot ou même dans le quartier ; et les principes d'aménagement urbains choisis pour l'axe Saint-Germain et pour certaines rues transformées en ruelles. Lors de cette critique, le jury a soulevé l'importance de l'adaptation du projet au site. Autrement dit, les typologies de logements établies étaient encore trop génériques pour que le projet soit réellement un projet d'architecture situé. L'intérieur, le plan de logement et l'extérieur, la volumétrie et la rue, avaient été pensés indépendamment et devaient s'unir a posteriori pour générer le projet.

3.2.4 - nouvel ilot atypique : projet situé et unique

Par la suite, l'une des familles de l'ilot choisi a été rencontrée. Après réflexion, l'idée de requalifier les logements existants a été mise de côté, car elle nécessitait, pour être réaliste, l'implication des habitants. Cela n'était pas envisageable dans le temps établi pour réaliser le projet et n'était pas en lien avec la mission établie.

De nouvelles visites de site ont permis de localiser sur l'axe de la rue Saint-Germain un ilot très peu dense, à l'angle du parcours mère de Saint-Sauveur, aujourd'hui axe commercial : la rue Saint-Vallier. De par la forme sinueuse de la rue, cet ilot n'est pas orthogonal. Il accueille une

station-service ainsi qu'une petite maison unifamiliale. L'idée d'investir cet ilot est alors envisagée. En appliquant les principes établis sur l'ilot régulier et orthogonal existant à un ilot atypique, et en y ajoutant la mixité rendue possible grâce à la proximité de l'axe commercial de la rue Saint-Vallier, la densification de l'ilot a commencé à se mettre en place et un projet d'architecture situé et unique a été développé jusqu'à une échelle détaillée.



figure 26 : l'intersection des rues Saint-Germain et Raoul Jobin après l'incendie
Source : Québec Urbain : <http://www.quebecurbain.qc.ca/2007/07/04/ici-et-la-dans-saint-sauveur/> photo de Jean Cazes



figure 27 : l'intersection des rues Saint-Germain et Raoul Jobin aujourd'hui

3.3. le projet présenté à la critique finale

Le Projet présenté intervient à plusieurs échelles et sous différents types d'interventions. À l'échelle du quartier, une nouvelle hiérarchisation des rues est formulée. À l'échelle de l'ilot, une réflexion sur la composition spatiale d'un ilot déjà dense et d'un ilot vacant est établie. À l'échelle architecturale, la proposition de l'ilot vacant est détaillée. À l'échelle du détail, la matérialité des logements est développée.

3.3.1 - le projet à l'échelle du quartier : *hiérarchie des voies de circulation*

l'axe connecteur

Un axe végétalisé connectant deux des trois grands espaces verts de la ville de Québec est créé. Cette intervention permettra de requalifier certaines parcelles adjacentes en amenant de nouveaux logements de différentes tailles. Des commerces sont également générés à l'intersection avec Saint-Vallier et des espaces de travail reliés aux logements sont mis en place le long de l'axe. La **figure 28** présente une coupe de cette rue requalifiée.

les ruelles

Les ilots de Saint-Sauveur sont très petits. Ils sont desservis par de nombreuses rues, ceci multipliant les surfaces imperméables dans le quartier. Certaines rues perpendiculaires à l'axe connecteur sont donc transformées en ruelles à sens unique non asphaltées, créant ainsi des « doubles ilots ». Du stationnement sur rue est prévu pour les résidents afin de libérer les cours encombrées et de favoriser leur appropriation.

3.3.2 - le projet à l'échelle des ilots : *réflexion de composition*

L'implantation urbaine des nouveaux logements s'est développée autour de deux ilots. Le premier est régulier et ancien. Il a permis de comprendre la morphologie architecturale du quartier et de mettre en place une nouvelle typologie qui répond aux critères de design fixés par la problématique. Le second est irrégulier et libre. Il est le support d'un projet plus détaillé, qui développe les typologies dans un contexte unique. Il génère un projet situé, qui respecte les objectifs de design, et qui présente une diversité d'espaces intérieurs, extérieurs et semi-intérieurs.

- **Densité.** Le projet conserve la densité déjà forte du quartier de Saint-Sauveur : de 100 à 120 logements /ha.

- **Végétation.** Une cour intérieure est libérée au coeur des ilots. Composée des jardins privés dans l'ilot ancien, elle est commune dans l'ilot créé.

- **Soleil et vent.** La disposition des logements est pensée en fonction de leur orientation. Du côté sud, les logements sont espacés pour faire pénétrer la lumière et l'air dans la cour intérieure.

- **Mixité d'usages** Au rez-de-chaussée, des commerces assurent la continuité du bâti sur Saint-Vallier. Des ateliers intégrés aux logements sont aussi imaginés.

3.3.3 - le projet à l'échelle architecturale : un nouvel îlot à Saint-Sauveur

Le nouvel îlot contient 22 nouveaux logements de tailles différentes. Les dimensions des nouveaux logements sont générées à partir de la trame régulière de Saint-Sauveur. Au niveau de l'implantation au sol, deux types sont créés à la base. L'un s'insère dans la parcelle d'origine. Peu profond (seulement 6,5 m), il offre une cour généreuse et il est très lumineux. Le second fait référence aux parcelles qui ont été subdivisées. Il est plus étroit et plus long. Il reprend en fait la trame de 3,25 m x 4,33 m du premier type, mais il est composé de 4 carrés au lieu de 6 (voir **figure 31**). L'identité de chaque lot est conservée, de même que l'échelle du quartier : les bâtiments ont des dimensions semblables à leurs voisins, et possèdent chacun une entrée individuelle.

La conception des logements est basée sur les relations intérieur-extérieur. Chaque habitant bénéficie d'espaces extérieur et semi-extérieur privés, et d'espaces partagés, au sein d'un appartement traversant. Les supports de cette proposition sont les jardins d'hiver (ou solariums), déjà présents dans le quartier, et réinterprétés, les toits végétaux, et les coursives extérieures, qui servent d'accès à la cour centrale. Les espaces de vie, reliés aux solariums et aux terrasses, se situent du côté sud, tandis que les chambres sont situées au nord.

Tous les logements créés par ces typologies reprennent le carré de 3,25m x 4,33m pour organiser les différentes pièces. Un carré correspond à 14m², ce qui donne une grande chambre. Deux carrés peuvent aussi être rassemblés pour former deux chambres plus petites ainsi qu'une salle de bain au milieu. Ces deux carrés génèrent un espace de 28 m², ce qui correspond également à un espace de vie confortable.

Les logements sont placés au-dessus d'un rez-de-chaussée qui propose d'autres fonctions. Sur la rue Saint-Vallier, des commerces s'installent. Ces commerces viennent assurer la continuité avec la rue. D'une superficie de 100 à 150 m², ils peuvent accueillir un ou deux commerces. Ils bénéficient d'un accès arrière à l'extérieur qui peut servir de terrasse ou d'extension du commerce en été. Sur la ruelle arrière, prolongée par un passage public dans l'îlot, des stationnements sont offerts aux résidents. Sur la nouvelle rue Verte et sur le passage public, des ateliers intégrés directement aux logements s'ouvrent sur la rue. Ils constituent des espaces de vie et de travail pour les personnes qui travaillent depuis chez eux, seuls ou à plusieurs. Des panneaux ajourés permettent à plusieurs endroits des liens visuels entre les différents types d'espaces extérieurs, tout en respectant leur distance.

L'intégration des nouveaux logements dans le quartier se fait par la composition des façades. Plus simples du côté nord, à l'image des façades voisines, leur matérialité se complexifie du côté sud, avec l'apparition des solariums. Ainsi, les façades donnant sur la rue Saint-Vallier sont plus animées.

Trois bâtiments sont créés : le bâtiment nord, le bâtiment sud, et le bâtiment est-ouest, générant chacun plusieurs logements différents.

le bâtiment sud-est constitué d'un seul logement familial de 110 m². Situé au-dessus d'un commerce, il possède 3 chambres, un espace de vie qui donne sur une terrasse de 50 m² ainsi qu'une zone cultivable de la même superficie sur son toit. Un escalier extérieur lui permet d'accéder à la cour centrale.

le bâtiment est-ouest, de par son orientation, est plus haut et possède 5 niveaux, dont un semi-encasté dans le sol. Sa trame est composée de 6 carrés de 3,25m x 4,33m et sa superficie par étage est donc de 80 m² environ, contrairement à 50m² pour le bâtiment sud. Il est constitué de 4 logements. Le premier logement de 95m² est annexé à un atelier de 25m², sur deux niveaux. Il possède trois chambres au demi-sous-sol et un espace de vie au premier niveau, donnant sur une terrasse et sur la cour intérieure. Les trois autres logements ont une superficie de 80 m² ainsi qu'une terrasse extérieure annexée au solarium. Cette terrasse donne accès à la cour centrale, par des coursives menant à un escalier extérieur commun. Deux chambres sont disposées du côté nord-est tandis que les espaces de vie donnent sur le côté sud-ouest de même que le solarium. Une zone cultivable partagée de 65 m² est située sur le toit.

le bâtiment nord accueille des stationnements au rez-de-chaussée, pouvant loger deux voitures et près d'une dizaine de vélos. Ces stationnements sont communs à l'ensemble des habitants de l'îlot, qui pourraient même partager l'usage des voitures. Le premier logement est un appartement pour une personne seule ou pour un jeune couple. D'une superficie de 50 m², il dispose également d'une grande terrasse de 20m², toujours annexée au solarium, et donnant accès à la cour centrale par un escalier extérieur commun. Le deuxième est un logement familial d'une superficie de 90 m², sur deux étages. Composé de trois chambres, il a la particularité d'offrir une zone cultivable de 15 m² donnant directement sur les espaces de vie.

3.3.4 - le projet à l'échelle de la matérialité

Les logements sont conçus pour offrir des espaces intérieurs et extérieurs confortables. Leur structure est mixte : posés sur une base de maçonnerie, des murs à ossature de bois créent une

enveloppe étanche. Certains murs sont massifs, en béton, et viennent jouer le rôle de masse thermique, en captant la chaleur du rayonnement solaire. À d'autres endroits, les murs de béton séparent les différents logements et servent alors de barrière incendie et acoustique. Dans ce cas, la masse thermique est assurée par une enveloppe extérieure de bois foncé torréfié plus épaisse. Le parement extérieur en bois revêt donc différentes couleurs, soit foncée dans le cas où le mur sert de masse thermique afin de transmettre la chaleur vers l'intérieur, soit claire dans le cas où l'enveloppe réfléchit le rayonnement solaire et sert d'enveloppe étanche. À l'image du patchwork des matériaux de Saint-Sauveur, qui oppose des façades sur rues et des façades latérales et arrière aux revêtements différents, les nouveaux logements proposent des matériaux qui changent en fonction de l'orientation des façades.

Les fenêtres ne sont pas très nombreuses sur les façades nord, mais elles ont des dimensions généreuses afin de permettre à la lumière naturelle de pénétrer dans les logements. Elles mesurent 1m x 1m80 de hauteur dans le cas des chambres, et 1m x 2m10 dans le cas des espaces de vie. Le choix de ces fenêtres s'est tourné vers des dimensions standards afin de diminuer le coût des logements et de permettre à la population actuelle du quartier de les investir.

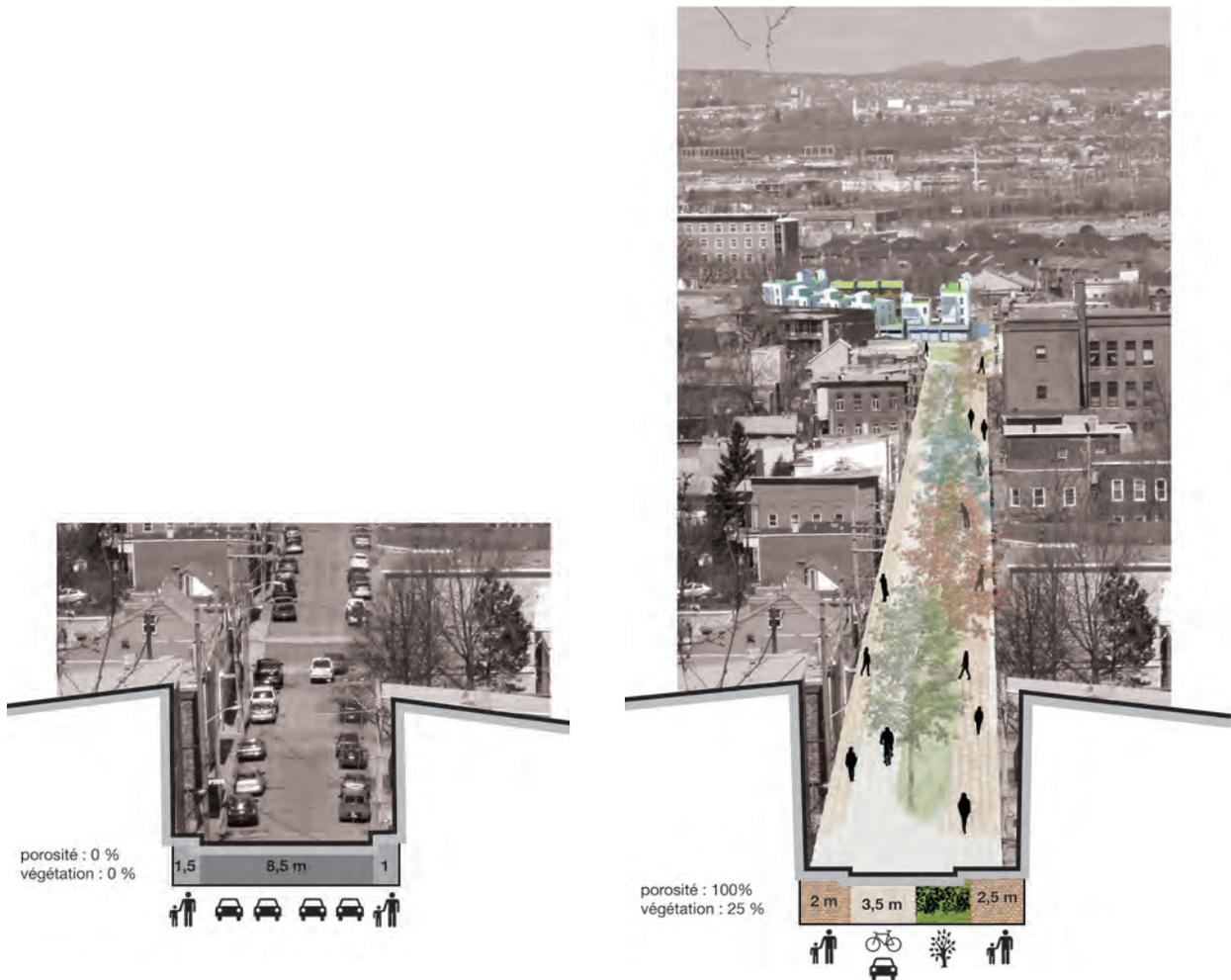


figure 28 : coupes de la rue Saint-Germain, actuelle (à gauche) et projetée (à droite)

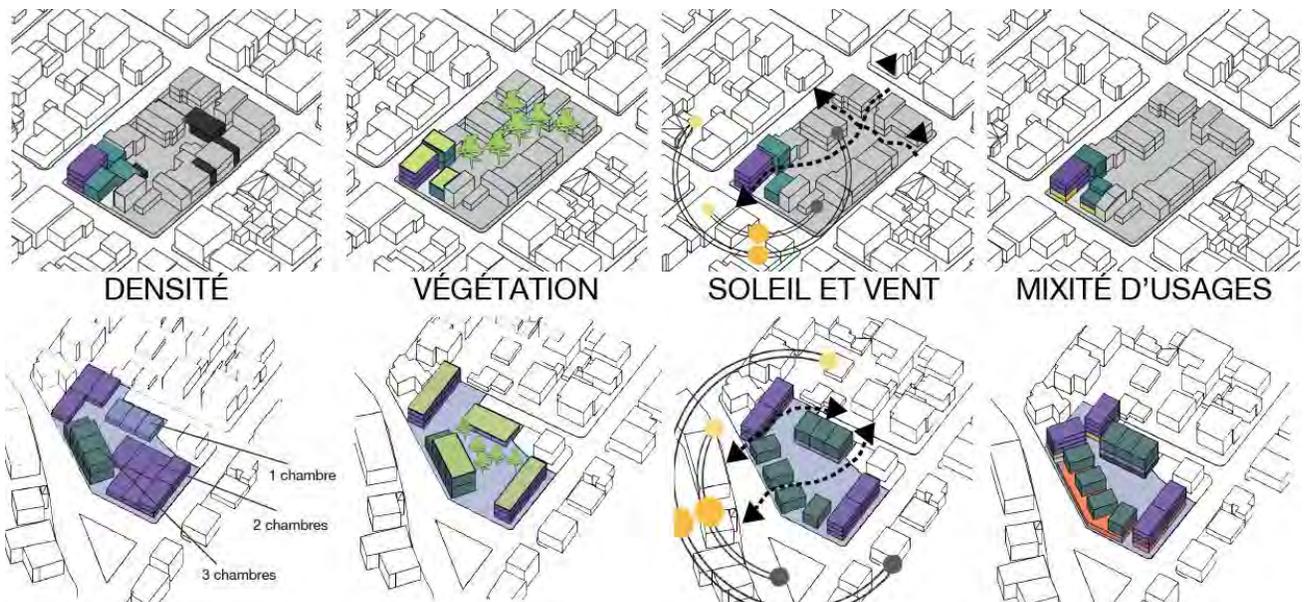
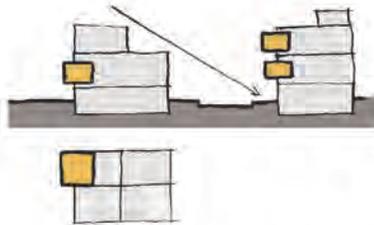
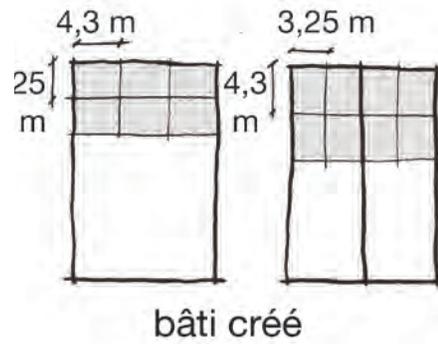
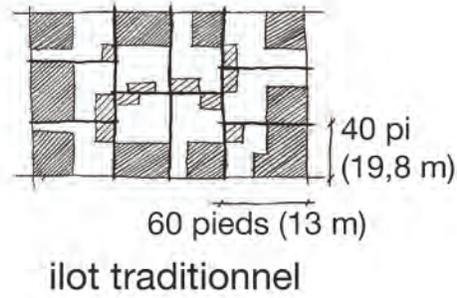


figure 29 : critères de design et forme batie pour l'ilot ancien et dense (en haut) et l'ilot à densifier (en bas)



Figure 30 : plan masse de la portion de l'axe traitée et des deux ilots



espaces semi-extérieurs au
sud : «jardins d'hiver»

figure 31 : génération des typologies



Figure 32 : plan du nouvel ilot



figure 33 : l'intérieur d'un jardin d'hiver, espace semi-extérieur
 figure 34 : les toits cultivables



figure 35 : élévation des logements

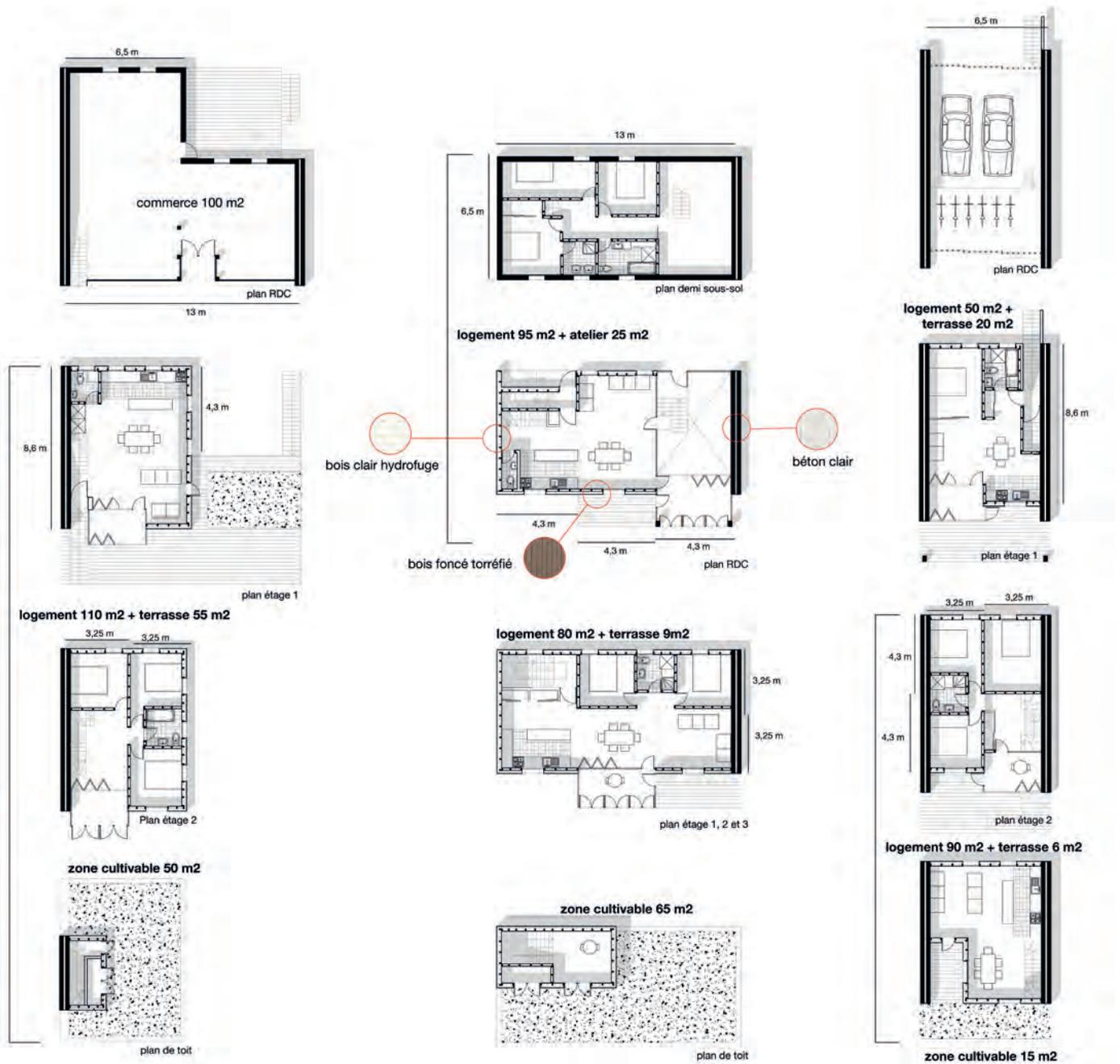


figure 36 : plans des logements



figure 37 : vue d'ensemble du nouvel îlot

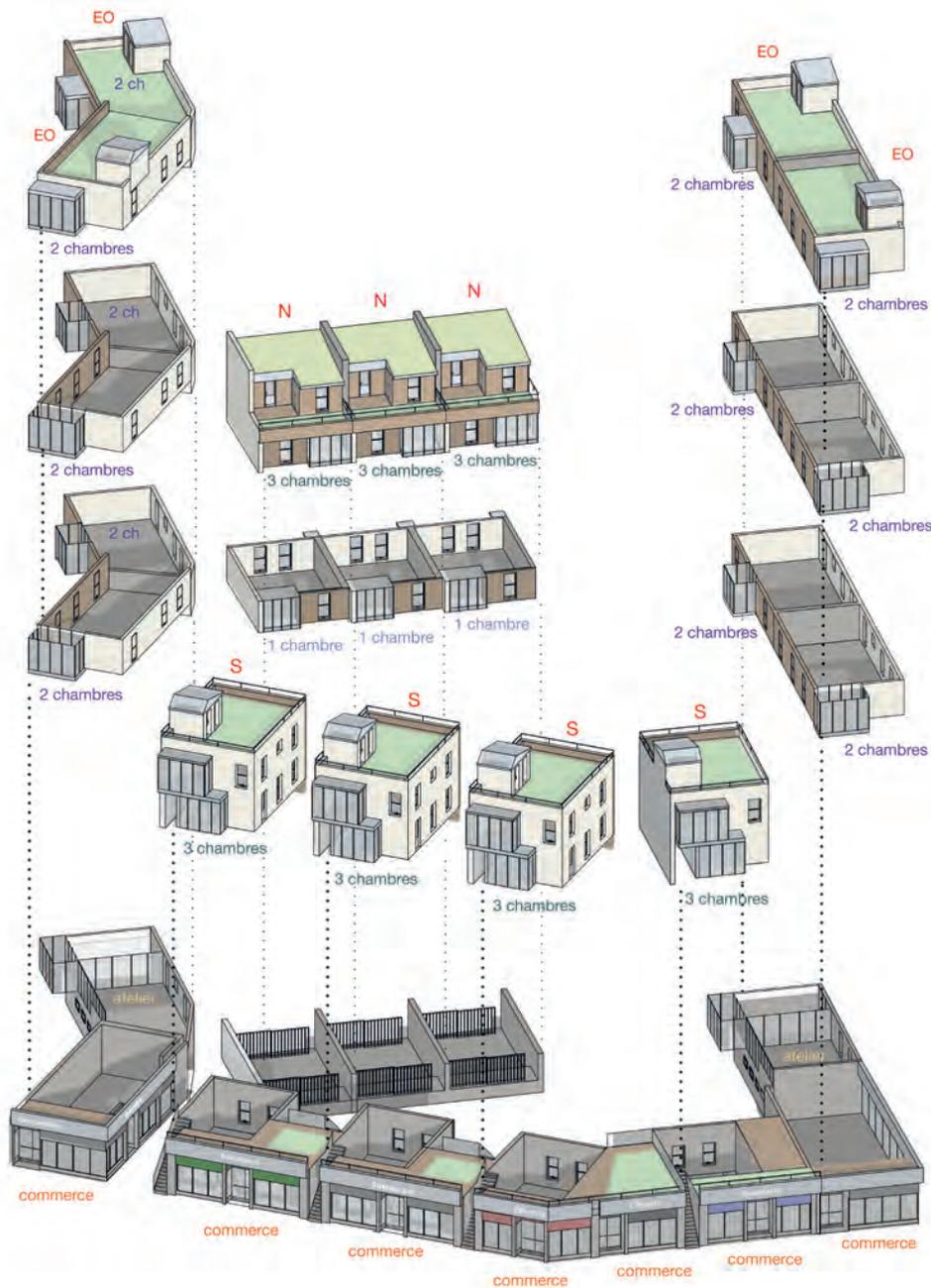


figure 38 : les 22 nouveaux logements



figure 39 : vue depuis la rue Saint-Vallier



figure 40 : vue d'ensemble de l'ilot, de nuit

3.4. l'évaluation critique du jury

De façon générale, le projet a bien été accueilli par les critiques. Le jury a aimé l'aspect recherche et exploratoire de la démarche. Les allers-retours entre la théorie et les solutions proposées ont été appréciés, de même que la réflexion sur plusieurs échelles et l'intégration au quartier existant. La richesse du projet et la clarté de la présentation écrite et orale ont été soulignées.

Le jury a également mentionné que le projet pourrait être poursuivi afin de développer certains aspects de l'architecture des logements. Le choix de matériaux et de formes proposé a été jugé intéressant et en accord avec la problématique. Cependant, une étape supplémentaire permettrait de travailler davantage sur la qualité de certains éléments d'architecture, comme les ouvertures par exemple. Après discussion au sujet de l'abordabilité des logements et explication des choix de fenêtres, le jury a accepté les décisions prises, mais a soutenu que la recherche formelle au niveau des ouvertures serait à poursuivre, afin de générer davantage de richesse en façade et dans les espaces intérieurs. Cette recherche permettrait également de créer une identité pour chaque logement en le rendant unique.

La qualité des espaces intérieurs a été soulignée, ainsi que celle des représentations choisies pour présenter ces espaces : plans et axonomie. Le choix des matériaux, le bois et le béton, qui composent différents murs en fonction de leur orientation, n'a pas été remis en cause. Il a été apprécié que les stratégies bioclimatiques soient incluses dans une réflexion d'intégration au quartier et non seulement ajoutées séparément au projet. Cependant, une recherche formelle et esthétique plus poussée au niveau de la volumétrie aurait pu permettre de rendre le projet davantage audacieux et de donner une plus-value aux espaces intérieurs et extérieurs.

À propos de l'extérieur, la variété des espaces offerts (publics, privés, semi-privés et privés semi-extérieurs) a été appréciée. Par contre, il a été précisé que le traitement de la cour intérieure, matérialisé dans le plan d'implantation, aurait pu être davantage développé dans les perspectives afin de suggérer des modes d'appropriation de ce lieu : événements, activités et jeux pour les enfants.

Finalement, un décalage entre les constats objectifs (voir scientifiques) et les moyens architecturaux utilisés dans le projet a été souligné. En plus des recherches de précédents déjà effectuées, une recension de projets clés s'intéressant spécifiquement à l'habitation sensible au climat en milieu urbain pourrait permettre de faire ce lien.

En résumé, la problématique choisie, la démarche exploratoire, et le projet qui en résulte ont été jugés ordonnés, cohérents et pertinents. Le cheminement au cours de la session à travers l'étude de plusieurs échelles et de plusieurs sites a permis de nourrir le projet, et cela a été apprécié. Une richesse architecturale reste maintenant à ajouter : un jeu sur les détails esthétiques qui fait la différence et encre résolument le projet dans l'architecture contemporaine.

conclusion

Le choix du sujet initial – les îlots de chaleur urbains – était novateur dans le domaine de l'architecture puisque la plupart des écrits sur le sujet sont en climatologie urbaine ou en aménagement du territoire. L'essai a permis de filtrer, à travers ces écrits, les principaux phénomènes climatologiques, et d'établir les critères architecturaux qui en découlent. Le projet d'architecture, en venant s'implanter dans Saint-Sauveur, a aussi soulevé d'autres enjeux reliés au contexte historique et social du quartier, nourrissant la conception des logements à travers des idées sur la composition des façades, les circulations, et l'organisation intérieure des pièces.

La problématique de l'influence de la forme architecturale sur le climat réfère d'abord à une échelle urbaine. Le défi du projet était donc d'intégrer cette problématique à une échelle architecturale, tout en ayant une réflexion sur l'ensemble du quartier. Dans cette optique, le projet s'est intéressé successivement à différents sites dans le quartier de saint Sauveur : d'abord un îlot typique déjà construit, ensuite une rue qui traverse le quartier, enfin un îlot atypique et vide qui sert de laboratoire pour les principes d'architecture développés.

Le lien entre la typologie et la spécificité des logements a aussi été l'un des points centraux du projet : les parcelles vides de l'îlot existant ont permis de développer des principes architecturaux pour la mise en place de logements. Puis, l'îlot atypique par sa position et sa forme a permis de tester ces principes dans un lieu unique, générant un projet situé, qui respecte les objectifs, mais qui présente des espaces intérieurs, extérieurs, et semi-extérieurs uniques.

De cette démarche sur plusieurs échelles, il résulte un projet d'architecture intégré à une réflexion sur l'ensemble du quartier qui a su, du moins en grande partie, répondre aux objectifs fixés au début dans l'essai.

Le présent essai-projet, original dans la manière dont il aborde la relation entre l'architecture et le climat, pourra peut-être aider d'autres étudiants à établir certains critères de conception architecturaux et urbains. Ils pourraient alors y confronter leurs propres décisions architecturales, ainsi que le contexte historique de leur site.

bibliographie

Adolphe, L. (2001) "A simplified model of urban morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities", *Environment and Planning*, volume 28, pages 183-200.

Anquez, P. et Harlem, A. (2011) *Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal : causes, impacts et solutions*, Rapport de recherche. Québec : chaire de responsabilité et de développement durable de l'Université de Québec à Montréal (UQAM).

Arnfield, A.J. (2003) "Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island" *International Journal of Climatology* 23: 1-26.

Aubé M. (2011) *Changements climatiques, vulnérabilité et adaptation des immeubles*, Rapport de recherche. Québec : Corporation d'hébergement du Québec, Répertoire des guides de planification immobilière.

Chatelet, A., Fernandez, P. et Lavigne, P. (1998) *Architecture climatique*. Aix-en-Provence : Edisud, tome 2.

Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement.

Côté, H. (1999) *Patrimoine du quartier saint Sauveur, Études sectorielles, archéologie préhistorique, archéologie historique*, Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

Dugeny, F. (2010) *Les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissances*. Rapport de recherche. Paris : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France

Duhaime, G. (2008) *Portrait du quartier Saint-Sauveur en matière de pauvreté et d'exclusion sociale*, Rapport de recherche : Approche territoriale intégrée (ATI), Québec : Corporation de développement économique communautaire (CDÉQ).

Gauthier, P. (1997) *Morphogénèse et syntaxe spatiale des tissus résidentiels du quartier Saint-Sauveur de Québec*. Thèse de maîtrise. Québec : Université Laval, École d'architecture.

Givoni, B. (1998) *Climate considerations in building an Urban Design*. John Wiley & Sons.

Giridharan, R. et al. (2007) "Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high density environments of Hong Kong." *Building and Environment*, vol.42, p. 3669-3684.

Goodman, (1999) *Heat Island, Urban Climatology and Air Quality*, NASA, http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/urban/urban_heat_island.html (23 avril 2012)

Griffiths, J. F. (1976) *Climate and the Environment, The atmospheric impact on man*. London: Paul Elek.

Hardy, S. (2009) Nos champions : les arbres remarquables de la capitale. Québec : commission de la capitale nationale et Berger.

Institut national de santé publique du Québec (2012) Cartographie des ilots de chaleur urbains au Québec, Québec : santé et services sociaux, http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/inspq_icu/ (le 12 avril 2012).

Landsberg, H.E. (1981) "The urban climate" International Geophysics Series, vol.28, Academic Press, New York

Modèle Régional Canadien du Climat, Notions Utiles, Université de Québec à Montréal, Montréal, http://www.mrcc.uqam.ca/effet_serre/serre/notions.html (26 avril 2012)

Morisset, L. K. (2000) Patrimoine du quartier saint Sauveur, Histoire de la forme urbaine. Québec : Ville de Québec, Division design et patrimoine.

Oke, T.R. (1978) Boundary Layer Climates. London: Methuen & Co Ltd.

Oke, T. R. (1988) "Street design and urban canopy layer climate" Energy and Buildings, vol.11, n°1, p. 103-113.

Pagney Pierre (2000) La climatologie. 7e éd. Paris : Presse Universitaire de France, Que sais-je ?

Randall, T. (2007) The environments of architecture : environmental design in context. New York : Taylor & Francis.

Robinson, D. (2006) "Urban morphology and indicators of radiation availability" Solar Energy, vol.80, p.1643-1648.

Schipper, L. (2007), Climate change adaptation and development : exploring the linkages. Rapport de recherche. Royaume-Uni : Tyndall Centre for Climate Change Research.

Taha, H. (1997) "Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat" Energy and Buildings. vol.25, n°2, p. 99-103.

Ville de Québec (1987) Saint Sauveur : à l'image du début du siècle. Québec : division du Vieux-Québec et du patrimoine.

Yannas, S. (2001) "Toward more sustainable cities" Solar Energy, vol.70, n°3, p. 281-294.

Utyenhaak, R. (2008) Cities full of space : qualities of density. Rotterdam : 010 publishers.

annexes A, B, C et D : le climat et la ville

annexe A. la climatologie urbaine

Les connaissances actuelles concernant les phénomènes physiques qui influencent le climat urbain, résumées au chapitre 1, sont réunies dans la discipline de “climatologie urbaine”.

La climatologie urbaine est une branche de la climatologie qui vise à observer, analyser, comprendre et prédire les phénomènes climatiques au sein des villes. Elle se concentre principalement autour de l'étude et de la caractérisation du phénomène d'îlot de chaleur urbain. Morgane Colombert (2008)¹ nous explique qu'elle a été initiée par des physiciens à la fin du 18e siècle, mais qu'elle intéresse par la suite les géographes et plus récemment les architectes et les urbanistes désireux de comprendre les phénomènes météorologiques qui interagissent avec les éléments bâtis. Focalisés initialement sur la question du confort intérieur et sur les besoins énergétiques pour le maintenir, les architectes se sont ouverts progressivement aux conditions extérieures du bâtiment, soulevant l'importance de la qualité de ces espaces, mais aussi les impacts des conditions extérieures sur le confort intérieur².

A.1 - mise en contexte : l'évolution des connaissances

Masatoshi Yoshino (1990)³ a compilé toutes les études en climatologie urbaine ayant été réalisées jusque dans les années 1980. Selon lui, les premières études sur le climat urbain datent d'avant Jésus-Christ. Vitruve, par exemple, a décrit entre 75 et 26 avant Jésus-Christ certaines relations entre l'aménagement des villes et les conditions climatiques. Mais, c'est à partir de la fin du XVIIIe siècle, avec l'arrivée progressive des mesures instrumentales, que naît vraiment la climatologie urbaine. Pourtant, c'est seulement en 1937 qu'Albert Kratzer publie le premier ouvrage sur la climatologie urbaine intitulé “the climate of cities”. L'évolution des connaissances va se faire à travers des mesures sur sites, mais aussi par des simulations en soufflerie ou en tunnel aérodynamique et plus récemment par des simulations numériques.

A.2 - définition du climat

“Dérivé du latin climatis qui provient du grec klima, qui désigne l'inclinaison de la Terre par rapport au Soleil, le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période donnée.”⁴

1 Colombert, M. (2008) *Contribution à l'analyse de la prise en compte du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville*. Thèse de Doctorat. Paris : Université Paris-Est, École doctorale Ville et Environnement.

2 Ibid.

3 Yoshino, M. (1990) “Development of Urban Climatology and Problems Today” *Energy and Buildings*, 15- 16 : 1 - 10.

4 Dictionnaire Maxisciences, <http://www.maxisciences.com/climat/> (15 avril 2012)

“A l'échelle de la planète, le climat représente une machinerie complexe qui est le produit, dans l'espace et dans le temps, de toute une série d'interactions entre les éléments qui composent les différents compartiments : l'atmosphère ; la lithosphère (la croûte terrestre) ; l'hydrosphère (l'ensemble des mers, des océans, des lacs et des cours d'eau de la planète) ; la cryosphère (les glaces du monde entier) ; la biosphère (l'ensemble des êtres vivants, en particulier la végétation).”¹

Le climat désigne donc un ensemble de phénomènes complexes qui résultent de l'interaction de plusieurs facteurs à différents niveaux. La définition des échelles, systématiquement reprise par les chercheurs, montre la diversité des phénomènes qui génèrent le “climat urbain”. En effet, à chaque échelle sont associées un certain nombre de conditions spécifiques et l'ensemble de ces conditions définit le climat urbain.

A.3 - les échelles d'analyse en climatologie urbaine

D'après Oke (2004)², trois échelles principales sont utilisées sur le plan horizontal de la ville. La microéchelle permet de distinguer le microclimat à l'échelle d'une rue, d'une place, d'un jardin. L'échelle locale correspond à l'échelle des mesures météorologiques : les caractéristiques de la zone étudiée, comme la topographie par exemple, sont prises en compte, mais pas les effets micro. La mésoéchelle correspond par exemple à la zone influencée par la présence d'une agglomération. Une seule station de mesure ne peut pas représenter à elle seule cette échelle.

D'après Arnfield (2003)³, trois échelles se distinguent également sur le plan vertical. L'échelle de surface permet d'analyser la température de surface d'un matériau. L'échelle de la canopée urbaine correspond à la couche d'air située entre le sol et le point le plus haut des éléments de la rugosité urbaine (cime des arbres ou toit des bâtiments). L'échelle de la couche limite urbaine correspond à l'air situé au-dessus de la canopée urbaine (voir **figure 41**).

Pour simplifier la compréhension des échelles dans la présente étude, les visions verticale et horizontale ont été confondues. Le terme climat fait référence aux grandes régions climatiques, beaucoup plus globales que les échelles de la climatologie urbaine citées plus haut. Pour la ville de Québec, le climat correspond à la région sud du Québec définie par le consortium Ouranos

1 Dictionnaire actu-environnement http://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/climat.php4 (18 avril 2012)

2 Oke, T.R. (2004) “Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites” *World Meteorological Organization*, Report n°81.

3 Arnfield, A. J. (2003) “Two decades of urban climate research : a review of turbulence, exchanges of energy and water and the urban heat island” *International journal of climatology*, 23: 1–26.

(2010)¹ (voir **figure 42**). Le climat urbain fait référence à l'ensemble des phénomènes physiques intervenant au sein de la ville. Le microclimat fait référence aux conditions spécifiques d'un ilot, d'une rue ou d'un jardin. Il correspond à l'aire d'influence du projet d'architecture sur son environnement immédiat.

1 Ouranos (2010), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Rapport de recherche. Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

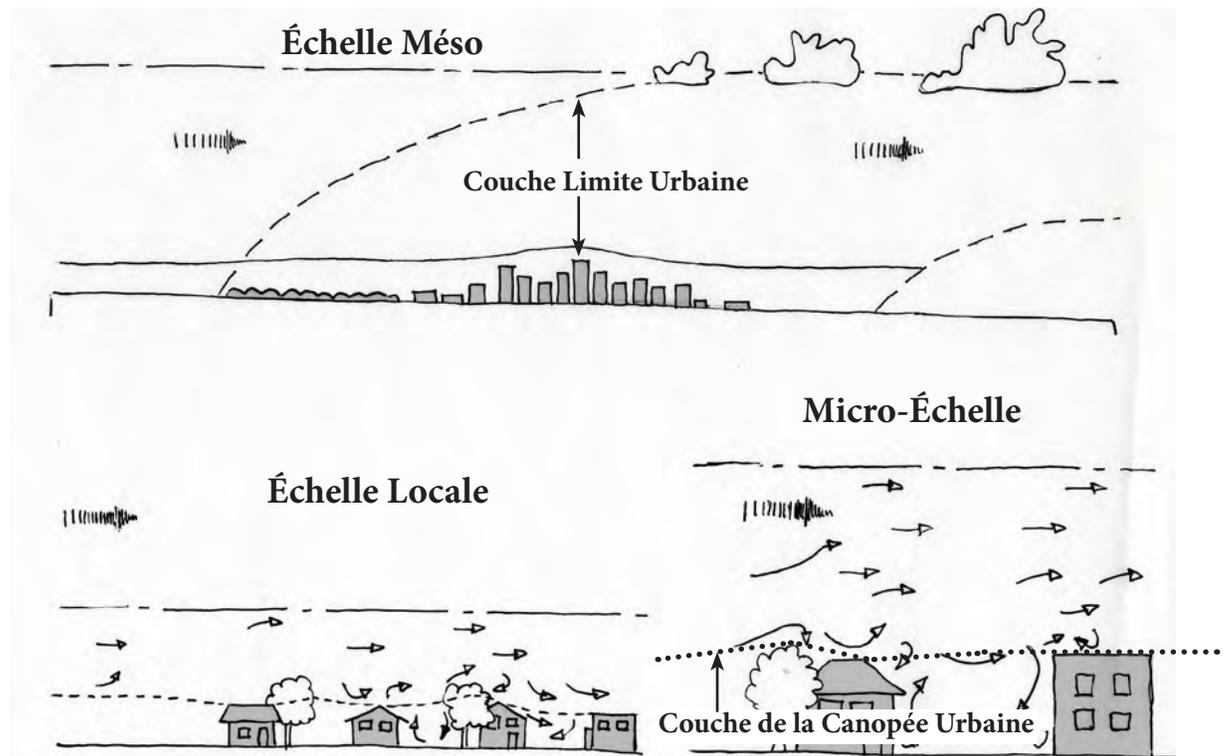


Figure 41 : Représentation schématique de la couche limite urbaine à la méso-échelle, à l'échelle locale et à micro-échelle. Source : d'après Oke, T.R. (1987) *Boundary Layer Climates*. 2e éd. London: Routledge.

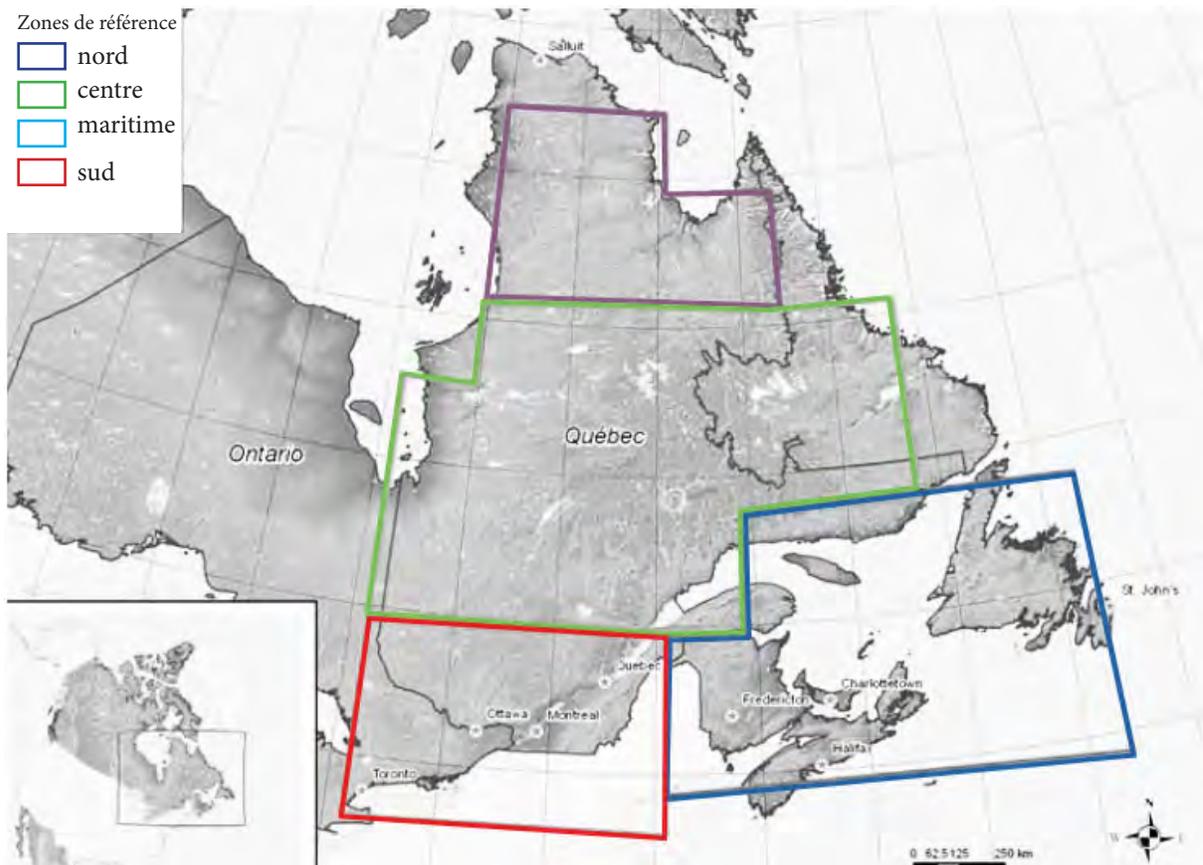


Figure 42 : Limites des régions climatiques du Québec

Source : Ouranos (2010), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Rapport de recherche. Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

annexe B. les différents types d'îlots de chaleur urbains

D'après Mélissa Giguère (2009)¹, il existe différents types d'îlots de chaleur urbains, liés aux différentes échelles de la climatologie urbaine précédemment décrites en **annexe A**. Ceux situés à la surface du sol correspondent à des mesures de températures de surface. Ceux de la canopée urbaine correspondent aux mesures de la température de l'air situé entre le sol et la cime des arbres ou la toiture des bâtiments. Ceux de la couche limite urbaine correspondent aux mesures de température de l'air situé au-dessus de la couche de la canopée.

D'après l'US Environmental Protection Agency (2008)², les îlots de chaleur de surface sont présents le jour et la nuit, mais souvent plus importants le jour : leur intensité varie avec celle du rayonnement solaire, mais le couvert végétal et le temps entrent aussi en compte. Ils sont généralement représentés par une cartographie thermique de la ville, prise depuis un avion. Les îlots de chaleur urbains de la canopée urbaine sont les plus souvent observés et étudiés. Ils sont moins présents le matin et durant la journée et deviennent prononcés après le coucher du soleil à cause du délai de rejet de chaleur emmagasiné par les infrastructures urbaines. Ils sont généralement représentés par une carte avec isothermes (courbes de température), mise en place à partir de mesures statiques ou mobiles en de multiples points. Enfin, les îlots de chaleur de la couche limite urbaine sont rarement étudiés. L'îlot de chaleur urbain atmosphérique varie beaucoup moins en intensité que celui de surface.

1 Giguère, M. (2009) *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Rapport de recherche. Québec : Institut national de santé publique du Québec.

2 US Environmental Protection Agency (EPA) (2008) *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Rapport de recherche. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs.

annexe C. le climat de la ville de Québec

A.1- le climat actuel du Québec et ses changements

Pour comprendre dans quel contexte évolue le climat urbain de la ville de Québec, il est intéressant de présenter les caractéristiques actuelles de la grande région climatique qui l'englobe, ainsi que les changements climatiques qui sont prévus.

le climat actuel du Québec.

Le Québec est caractérisé par l'immensité de son territoire. En raison même de cette étendue, il regroupe plusieurs zones climatiques et écosystèmes très différenciés. Le consortium Ouranos (2010)¹, qui a travaillé sur la définition du climat actuel et à venir au Québec, a divisé cette région en 4 parties distinctes (voir **figure 42**).

La ville de Québec se situe dans la région sud du Québec, dans laquelle la forêt boréale domine, couvrant près de la moitié du territoire québécois et abritant une faune importante et une grande variété d'oiseaux. Le climat québécois est marqué par d'importants contrastes entre les saisons, typiques d'un climat continental avec un écart des températures moyennes de près de 30 °C entre l'hiver et l'été.

les changements déjà observés.

Au cours des dernières décennies, le climat du Québec a évolué de façon significative, d'après l'étude du consortium Ouranos (2010)². Les températures journalières moyennes dans le sud du Québec ont augmenté de 0,2 à 0,4 degré Celsius par décennie, le réchauffement étant plus important pour les températures minimales que maximales. La hausse des températures se manifeste aussi par le raccourcissement de la saison de gel, l'augmentation du nombre de degrés-jours de croissance et la diminution du nombre de degrés-jours de chauffage. Du côté des précipitations, on remarque une augmentation du nombre de jours avec précipitations de faible intensité ainsi que des changements dans les précipitations de neige, qui ont diminué dans le sud du Québec et augmenté dans le nord.

les changements prévus.

Toujours selon l'étude d'Ouranos, il est prévu que le climat se réchauffe sur l'ensemble du territoire québécois, et de façon plus marquée en hiver qu'en été, ainsi que dans le nord. Ainsi, en hiver à l'horizon 2050, les températures augmenteraient de 2,5 °C à 3,8 °C dans le sud du

1 Ouranos (2010), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Rapport de recherche. Québec.

2 Ouranos (2010), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Rapport de recherche. Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

Québec et de 4,5 °C à 6,5 °C dans le Nord. En été, les hausses de température se situeraient entre 1,9 °C et 3,0 °C au Sud et entre 1,6 °C et 2,8 °C au Nord. Pour les précipitations, elles connaîtront une augmentation de 8,6 % à 18,1 % au Sud en saison hivernale à l'horizon 2050. Cependant, une diminution de l'accumulation de neige au sol est projetée, en raison de la hausse des températures et du raccourcissement de la saison froide. En saison estivale, aucun changement significatif des précipitations n'est attendu dans le Sud, mais les événements de pluies devraient être moins fréquents et plus intenses.

A.2 - impacts sur la ville et sur l'architecture

“Les changements climatiques affecteront directement les infrastructures de toutes les régions du Québec. (...) Dans le Sud, l'augmentation de la fréquence, de l'intensité ou de la durée des événements climatiques extrêmes tels que les précipitations représente des risques accrus pour les infrastructures vieillissantes. Le renouvellement ou la réhabilitation de ces infrastructures offrent une occasion unique de s'adapter dès aujourd'hui aux conditions climatiques de demain.”¹

A.3 - la ville de Québec et son climat

D'après le gouvernement du Québec (2012)², la ville de Québec se situe dans la zone climatique continentale humide de la province et elle appartient par conséquent au domaine davantage tempéré. Les étés sont chauds et humides, avec des maximums pouvant atteindre 35 °C et les hivers très froids, avec des minimums pouvant atteindre -35 °C et d'abondantes chutes de neige. Les météorologues décrivent souvent les températures ressenties à Québec en tenant compte des indices de refroidissement éolien et humidex, qui jouent beaucoup sur le confort extérieur.

D'autre par, la ville de Québec est fortement marquée par sa topographie. La limite haute-ville / basse-ville, marque physiquement la ville et influe sur l'environnement climatique, physique et perçu de ses différents quartiers. Implantée initialement le long du fleuve, la ville contient trois grands espaces verts principaux séparés et parallèles à ce fleuve : le parc des plaines, la falaise ainsi que le parc linéaire de la rivière saint Charles.

1 Ouranos (2010), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, Rapport de recherche. Québec : Bibliothèque nationale du Québec.

2 Gouvernement du Québec (2012) *Fiche climatique*, <http://www.gouv.qc.ca/portail/quebec/pgs/common/portrait/geographie/climat/?lang=fr> (26 avril 2012)

annexe D. les ilots de chaleur urbains à Québec

D'après l'US Environmental Protection Agency (2008)¹, même les petites villes vont être amenées à produire des ilots de chaleur urbains suffisamment importants pour devenir problématiques. En effet, l'étalement urbain et l'expansion des villes en sont les principales causes, qui caractérisent aujourd'hui la plupart des villes nord-américaines. La ville de Québec, malgré ses hivers marqués, n'y échappe pas.

À propos de l'hiver, l'US Environmental Protection Agency mentionne que certaines régions peuvent profiter de l'effet d'îlot de chaleur urbain en hiver, car il peut réduire l'énergie nécessaire au chauffage et aider à faire fondre la neige et la glace dans les rues - comme c'est le cas au Québec. Heureusement, les mesures contre les ilots de chaleur en été sont généralement positives toute l'année (arbres, végétation toits verts) et les mesures contradictoires amènent des inconvénients en hiver inférieurs aux bénéfices en été (toits réfléchissants).

Des études en climatologie concernant le phénomène d'îlot de chaleur urbain pour la ville de Québec existent depuis plus de trente ans. Déjà en 1980, le service de météorologie de Québec avait mis en place des mesures pour localiser le phénomène des îlots de chaleurs en été et en hiver, comme le montre l'étude de Leduc et al. (1980)². Cette étude, en deux phases sur les deux saisons, révèle un aspect important à prendre en compte : l'hiver : « Ainsi, lors de l'expérience, un citoyen pouvait être soumis à l'intérieur du territoire urbain à des variations climatiques qui sont du même ordre que celles survenant, en moyenne, entre le jour et la nuit en février. »³ Ces deux études révèlent que le phénomène est aussi fort durant les deux saisons.

Plus récemment, suite à une initiative de l'Institut National de la Santé Publique du Québec (2012)⁴, les villes de Montréal, Trois-Rivière et Québec ont établi des cartographies thermiques pour mesurer ce phénomène. Un guide de mesures d'adaptation aux ilots de chaleur urbains

1 US Environmental Protection Agency (EPA) (2008) *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Rapport de recherche. Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs.

2 Leduc, R. et al. (1980) *Ilots de chaleur urbains à Québec : cas d'hiver*. Québec : service de la météorologie. et Leduc, R. et al. (1980) *Ilots de chaleur urbains à Québec : cas d'été*. Québec : service de la météorologie.

3 Leduc, R. et al. (1980) *Ilots de chaleur urbains à Québec : cas d'hiver*. Québec : service de la météorologie.

4 Institut national de santé publique du Québec (2012) *Cartographie des ilots de chaleur urbains au Québec*, Québec : santé et services sociaux, http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/inspq_icu/ (le 12 avril 2012).

pour le Québec a également été réalisé par Mélissa Giguère (2009)¹. Selon elle, la ville de Québec est sujette à la « tropicalisation » de ses périodes estivales. Actuellement, les températures moyennes estivales sont plus basses que celles de Montréal (1 à 2 degrés Celsius), mais l'humidité y est plus élevée et les vents plus faibles.

Les principales mesures identifiées par Mélissa Giguère dans son guide sont les suivantes :

- végétalisation.

L'auteur souligne à ce sujet la pertinence du choix d'espèces indigènes tolérantes aux variations climatiques du Québec et à la pollution urbaine. Elle peut avoir lieu le long des axes de transport, sur les terrains publics et sur les cours et terrains privés (stationnements, pourtour des bâtiments, murs végétaux, toits verts extensifs ou intensifs).

- infrastructures urbaines.

Les bâtiments doivent avoir des ouvertures avec des protections solaires et intégrer des principes de ventilation « bioclimatiques » (effet de cheminée : ouverture dans le bas du mur Nord pour faire entrer l'air frais, et sortie d'air en haut du bâtiment, particulièrement efficace pour les bâtiments hauts). Ils doivent être bien isolés et étanches, ce qui est également bénéfique pour la conservation des gains thermiques internes en hiver. Les matériaux avec une forte inertie doivent être présents et bien placés (exposés directement au soleil).

- gestion des eaux pluviales et perméabilité des sols.

Des bassins de rétention peuvent être aménagés pour augmenter la percolation des eaux dans le sol.

- réduction de la chaleur anthropique.

La réduction de l'utilisation de l'automobile et l'utilisation optimale de la lumière naturelle peuvent limiter la consommation d'énergie ainsi que les émissions de chaleurs qui y sont liées.

¹ Giguère, M. (2009) *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Rapport de recherche. Québec : Institut national de santé publique du Québec.

annexes E, F et G : projets de référence

annexe E. analyse de précédents

B.1- projet à l'échelle urbaine : *climat et planification*

Les deux premiers projets présentés sont des **modèles théoriques**. Ils ont pour objectif : d'étudier des corrélations entre certains paramètres et le climat urbain, dans le cas du premier ; de classer les zones microclimatiques, dans le cas du second. Ces modèles ne sont pas des projets de design, mais ils soulèvent des enjeux spécifiques, pouvant générer des objectifs architecturaux et urbains. Le troisième projet est une **exploration volumétrique** de la "densité idéale". Les deux derniers projets du collectif "Et alors" sont des **projets urbains utopiques**.

végétation et ilots de chaleur : modèle théorique

Cynthia Rosenzweig (2006)¹ s'est intéressée aux stratégies de diminution de l'îlot de chaleur urbain de New York. Ces stratégies comprennent les forêts urbaines, les toits verts, et les surfaces claires. Six quartiers d'études représentatifs des différentes typologies existantes à New York ont été choisis et décrits en fonction de leur pourcentage de pelouse d'arbres, et de surfaces imperméables, ainsi que la part de rue pouvant accueillir des arbres, ce qui permet d'estimer le potentiel de chaque quartier pour intégrer des moyens de diminuer l'îlot de chaleur urbain. Un modèle informatique a ensuite été utilisé pour tester les effets de ces différents moyens.

Les modélisations montrent que la végétation atténue le phénomène d'îlot de chaleur urbain de façon plus significative que l'augmentation de l'albédo. La mesure d'atténuation la plus efficace par unité de surface réaménagée est la plantation sur les trottoirs. Cependant, la réduction la plus importante de température de manière absolue d'effectue avec l'intervention sur la couleur des surfaces. En effet, 64% des surfaces de la ville pourraient être changées de foncées à claires. Les toits verts ont un plus grand effet par unité de surface que les toits clairs, mais un effet moindre que les plantations sur trottoirs.

les zones climatiques urbaines : modèle théorique

L'étude publiée par Oke en 2008² veut souligner les avantages de l'utilisation de « zones de climat locales » à la place de la traditionnelle comparaison ville/campagne. Le paysage est divisé et hiérarchisé en fonction des matériaux de surface, de la structure géométrique, et des activités

1 Rosenzweig (2006), *mitigating new york city's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces*, New York.

2 Oke et Stewart (2006), *newly developed "thermal climate zones" for defining and measuring urban heat island magnitude in the canopy layer*, Rapport de recherche, Vancouver.

anthropiques. Chaque zone représente une région «climatiquement homogène». 19 zones de climat locales sont décrites dans 4 séries de paysages différentes : série ville, série mixte, série agriculture et série naturelle. Chacune des zones possède une fiche descriptive standardisée : définition de la zone, fonctions probables, localisation probable, vue en coupe, en axonométrie, photos, facteur vue du ciel, % bâti, hauteur des éléments de rugosité (arbres et bâtiments), albédo, émissivité des surfaces, flux anthropique. Chaque zone a un « cercle d'influence » qui va de plusieurs mètres à plusieurs kilomètres, en fonction de la hauteur des instruments de mesure, des conditions climatiques et de la géométrie des surfaces. Aussi, les dimensions des zones de climat locales dépendent des conditions imposées par le site et des conditions dans lesquelles ont été réalisées les mesures. Les paramètres les plus importants à prendre en compte sont : le facteur vue du ciel, la forme du bâti et l'humidité du sol. Comme toutes les classifications, le système des zones de climat locales est une simplification de la réalité. Cette étude présente la meilleure représentation possible et non une représentation exacte des zones de climat locales.

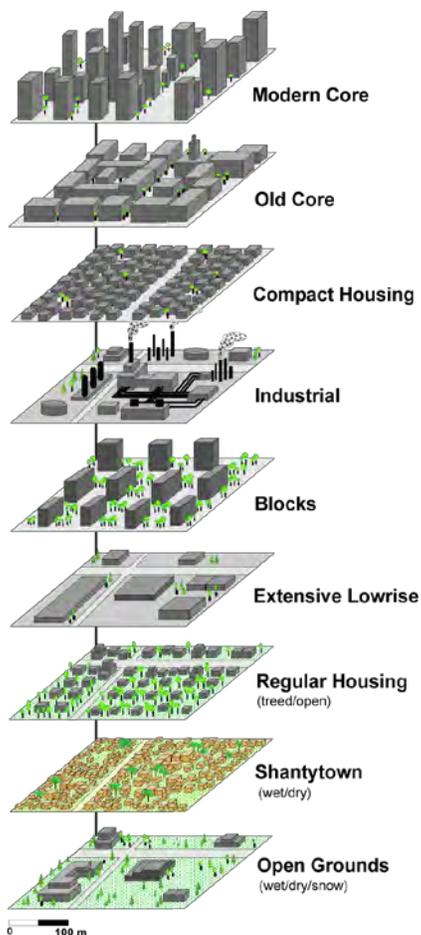


figure 43 : zones de climat locales dans la série ville. source : Oke (2006)

SERIES:		ZONE:		CODE:	
Agricultural		Flooded Fields		TCZ-12	
DEFINITION: Open, interlocking fields of paddy rice or flooded farmland. Plants and soils submerged in shallow water, generally covering more than 50 percent of the zone. Fields demarcated by well-developed infrastructure of dikes, ditches, waterways, roads. Open sky view; few dwellings, trees. Light traffic flow.					
PROBABLE FUNCTION: Wet-cultivation (i.e., flooding, ponding) of rice and other semi-aquatic crops (e.g., watercress, cranberries); flooded cropland.					
ANTICIPATED LOCATION: Universal.					
COMPUTER SKETCH					
Side View			Oblique View		
PHOTOGRAPHS					
Eye Level			High Angle		
ZONE PROPERTIES					
SVF	% imp	DRC	albedo	μ	Q_f
> 0.95	< 10	4	0.08 – 0.12	2000 – 2500	0
NOTE: Paddy fields are flooded seasonally (rain-fed or irrigated). TCZ-13 is for flooded fields only; cropped or bare fields use TCZ-14, TCZ-15.					

figure 44 : fiche d'identification pour la zone des sols inondés. source : Oke (2006)

la « juste » densité : *Exploration volumétrique*

Rudy Uytengaak a écrit un livre en 2008¹ qui fait état de sa réflexion sur les qualités de la densité. Il aborde la question de la « juste » densité ainsi que celle de la taille des logements, qui augmente au fil de l'Histoire. Son analyse sur la ville d'Amsterdam aborde ces questions à travers l'étude de l'évolution de la ville dans le temps. « Density create a loss of natural qualities. Urban design and architecture can and must contribute to the neutralization of such losses by eliminating oppressive spatial effects and compensating them with allure. Putting together intelligent puzzles can produce high-quality interior and exterior domains. »²

Selon l'auteur, son analyse de la densité ne conduit pas uniquement vers l'objectif de maximiser cette densité : elle a pour but d'optimiser et de guider la mise en place des « ingrédients » qui génèrent la ville. En effet, les projets qui proposent le plus de logements par hectares ne sont pas forcément les plus intéressants. Plus la densité proposée est haute, plus le risque de diminuer les qualités « naturelles » comme la pénétration de la lumière ou l'intimité des occupants, est élevé ; mais plus les possibilités de générer des espaces urbains intenses sont présentes. L'architecture, pour compenser ce manque « naturel », doit générer des espaces de qualité. La proximité, paradoxe des espaces denses, est le secret de la ville prospère La proximité génère l'intensité, mais elle doit être juste et spatialement réfléchi. « In our Homes, we yearn not for a minimalist existence but for a diversity of atmospheres. »³

Dans le même ouvrage de Rudy Uytengaak, « Cities Full of spaces, qualities of density », l'auteur aborde la question de la taille des logements. Selon ses calculs, la population d'Amsterdam, deux fois moins nombreuse par unité d'habitation, vit dans des logements trois fois plus grands qu'il y a un siècle. De plus, ces maisons sont en moyenne situées sur des espaces deux fois plus grands. Au total, cela fait un ratio de $2 \times 3 \times 2 = 12$ fois plus d'espace utilisé par personne.

Selon lui, les politiciens continuent de sous-estimer l'effet de ces facteurs. En général, l'état se focalise uniquement sur un seul facteur, oubliant que de nombreux facteurs affectent la croissance des villes de manière cumulative. La conséquence de cette inattention politique est que l'utilisation du territoire n'est pas consciencieusement anticipée. Ils proclament par exemple que la population des Pays-Bas n'augmente pas, ou de manière très faible, mais ils oublient de mentionner que le nombre d'habitants par logement diminue fortement. De ce fait, la superficie par habitant devient plus élevée et la ville continue de s'étendre.

1 Uytengaak (2008), *cities full of spaces, qualities of density*, 010 Publishers, Rotterdam

2 *ibid.*

3 *ibid.*

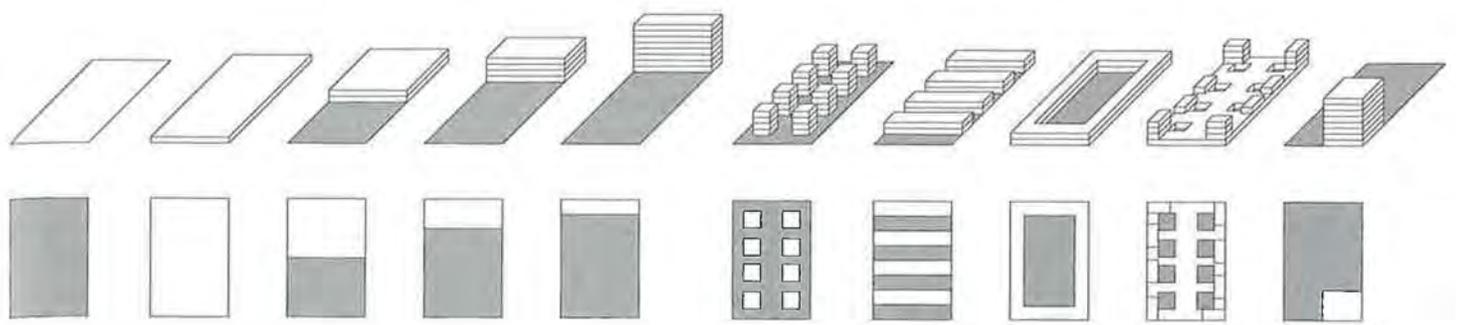
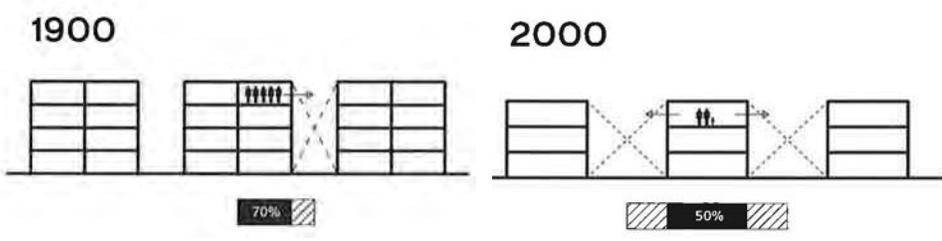
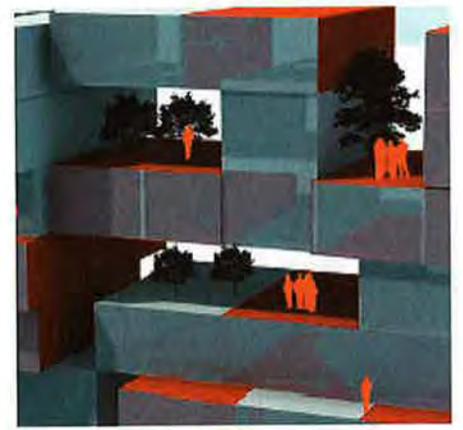
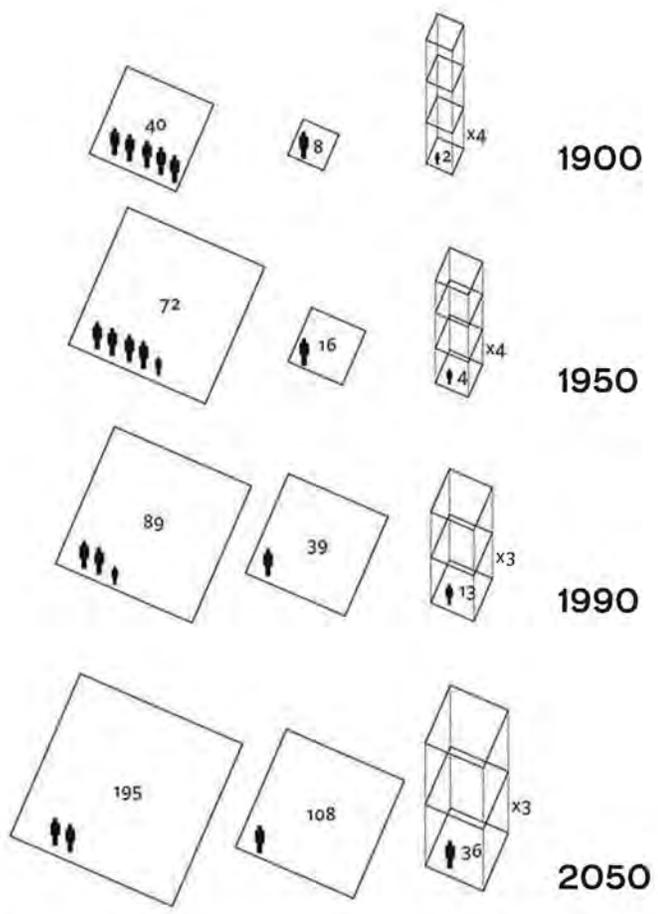


figure 45 : explorations volumétriques
 source : Uytengaak (2008), *cities full of spaces, qualities of density*, 010 Publishers, Rotterdam

Et alors? : projets urbains utopiques

Le collectif d'architectes "Et Alors" s'intéresse au changement climatique dans l'architecture. Son objectif est avant tout la sensibilisation de la population, à travers des événements, des visites, des présentations sur le sujet.

Rennes +6C

"Le projet expérimental *Rennes +6C* consiste à observer les conséquences d'une application d'un climat fiction de +6C sur un échantillon représentatif du territoire. Trois pistes de recherche y sont explorées : se protéger, rafraichir les espaces et gérer l'eau."¹

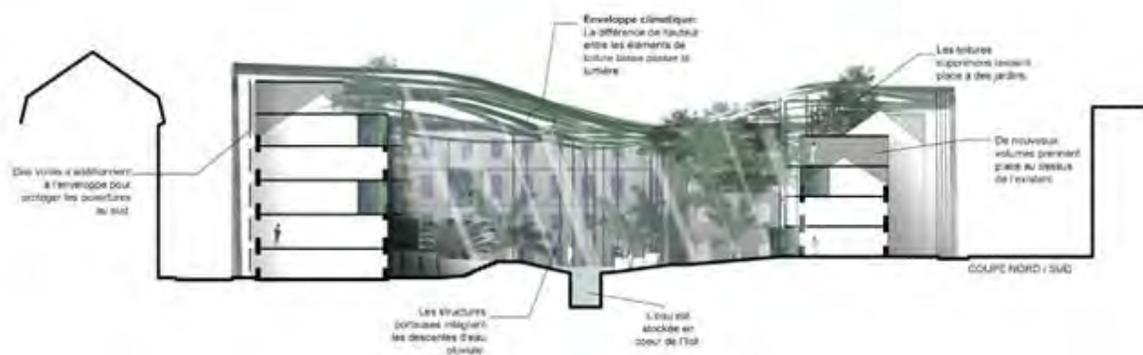


Figure 46 : acclimatation d'un îlot de centre ville à Rennes. source : <http://www.etalors.eu/>

Paris +2C

"Le projet d'anticipation *+2C Paris s'invente* propose 20 cartes postales de Paris plongé dans un climat fiction de +2C"²



figure 47 : l'oasis urbain, 3e arrondissement de Paris. source : <http://www.etalors.eu/>

1 Site du collectif : <http://www.etalors.eu/>, (10 avril 2012)

2 Site du collectif : <http://www.etalors.eu/>, (10 avril 2012)

B.2- projet d'architecture : *climat et logements*

Les projets choisis se situent tous dans des pays nordiques ayant une grande amplitude climatique entre l'été et l'hiver. Ils portent également une réflexion sur notre impact à long terme sur l'environnement urbain.

projets de Kjellgren Kaminsky architects

quartier vert à Gothenburg (Suède), 2009

t hiver : -4 C t été : 16 C

agence : KjellgrenKaminsky architects

type : proposition de réaménagement (Utopique encore)

envergure : logements pour 10 000 personnes

Ce projet a été mis en place à partir d'une thèse de Daniel Andersson sur ce quartier et sur le thème du design paramétrique, à l'université Jönköping. La proposition a été enrichie suite à des entretiens avec des habitants de Gothenburg. Elle a pour but de proposer une densification durable du quartier, et d'intégrer la nature comme un élément du centre-ville urbain. Le projet propose de nouveaux logements dont le toit est accessible et public (60m de haut).

« With a unique identity of sustainable densification the new town block Heden creates a vision of a garden block that connects green space, healthy lifestyle and pleasant surroundings to a modern living atmosphere. »



figure 48 : vue avant-après de l'intervention projetée. source : inhabitat <http://inhabitat.com/new-heden-by-kjellgren-kaminsky-architects/> (10 avril 2012)

maisons passives à Malmo, Suède, 2011

t hiver : -1 C t été : 16 C

agence : KjellgrenKaminsky architects

type : Concours gagné, Construit

envergure : 4 logements pour familles sur une parcelle de 400 m²

Le concours pour lequel ce projet a été gagné concerne des maisons passives. Ces maisons sont donc équipées de panneaux solaires, elles possèdent des stores extérieurs, des toits verts et leur enveloppe utilise des matériaux certifiés.

Chaque maison possède un revêtement extérieur différent pour avoir sa propre identité.

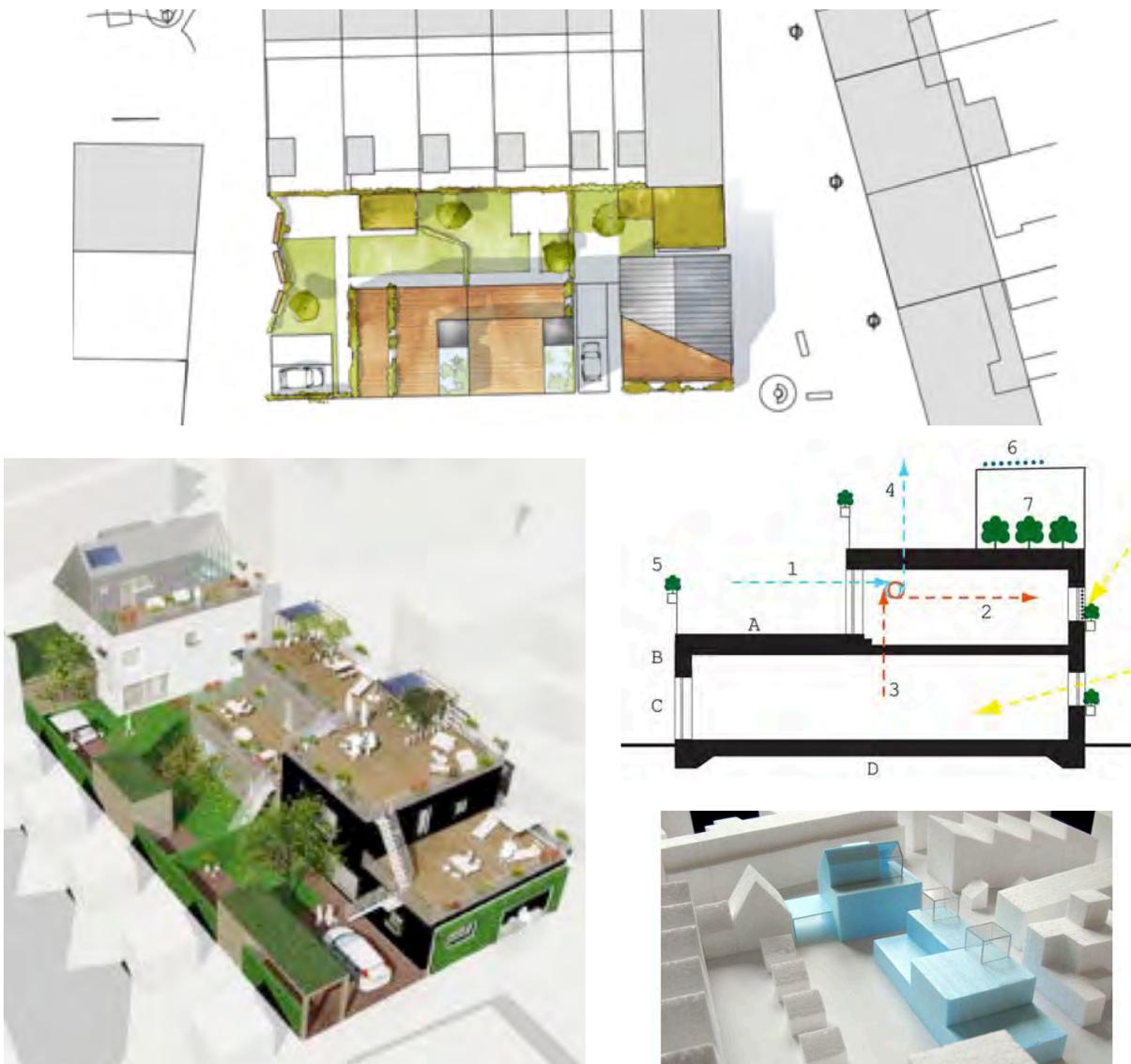


figure 49 : les maisons passives. source : archdaily <http://www.archdaily.com/46655/passive-houses-kjellgren-kaminsky/> (12 avril 2012)

L'étude de ces précédents a soulevé un certain nombre de principes urbains et architecturaux, associés à des objectifs

précédent	principe urbain ou architectural	objectif
végétation et ilots de chaleur urbains	- végétalisation - albédo des matériaux de construction	I - Rétablir certains mécanismes naturels nécessaires au maintien du climat local
les zones climatiques urbaines	- facteur vue du ciel - forme du bâti - humidité du sol	I - Rétablir certains mécanismes naturels nécessaires au maintien du climat local
la "juste" densité	- densité - fonctions du bâti	III - Assurer des principes d'urbanisation durables. 1- Générer une haute densité de logements (près de 100 / ha) 2 - Créer une mixité de logements et fonctions, adaptée à l'intensité de chaque lieu.
Et alors?	- utopie et exagération des concepts pour sensibiliser	I - Rétablir certains mécanismes naturels nécessaires au maintien du climat local
Kjellgren Kaminsky architects	- toiture accessible - identité des logements	II - Créer une nouvelle typologie à Saint-Sauveur 1- Considérer les toits comme des espaces extérieurs accessibles et fonctionnels. 2- Préserver une identité des unités de logements et/ou des logements.

tableau 2 : objectifs liés à l'analyse des précédents

annexe F. typologies de logements

projet 1

architectes: Arkkitehdit Hannunkari & Mäkipaja Architects

lieu: Helsinki, Finlande

équipe : Kristiina Hannunkari architect, Veikko Mäkipaja, Kirsi Rantanen

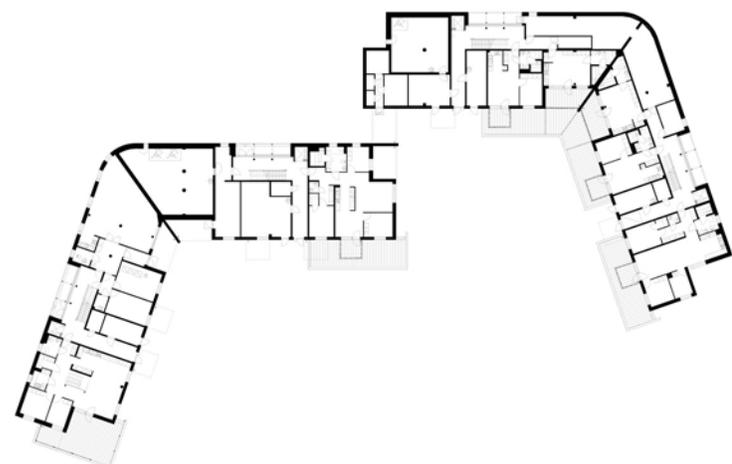
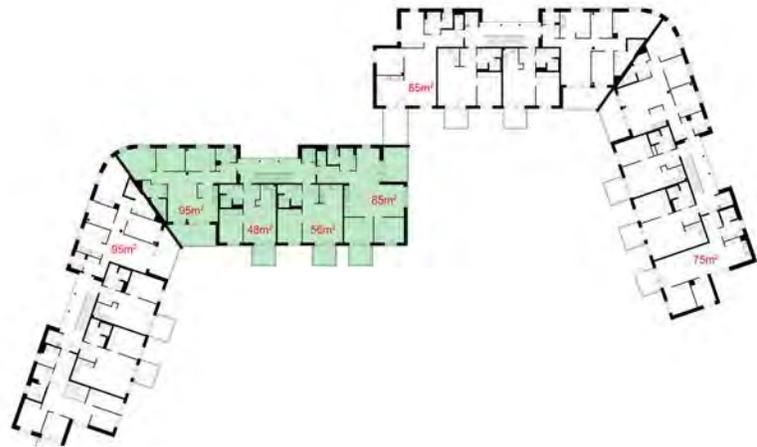
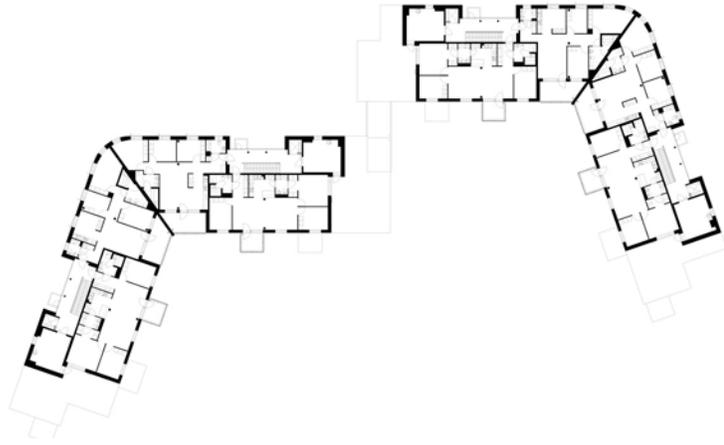
terrain : 9,772 sqm

date : 2007 – 2010

photos: Mikael Linden

figure 50 : typologie 1

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/113043/ruotutorppa-social-housing-arkkitehdit-hannunkari-makipaja-architects/>



projet 2

architectes: Zon-e / Nacho Ruiz Allén, José Antonio Ruiz Esquiroz

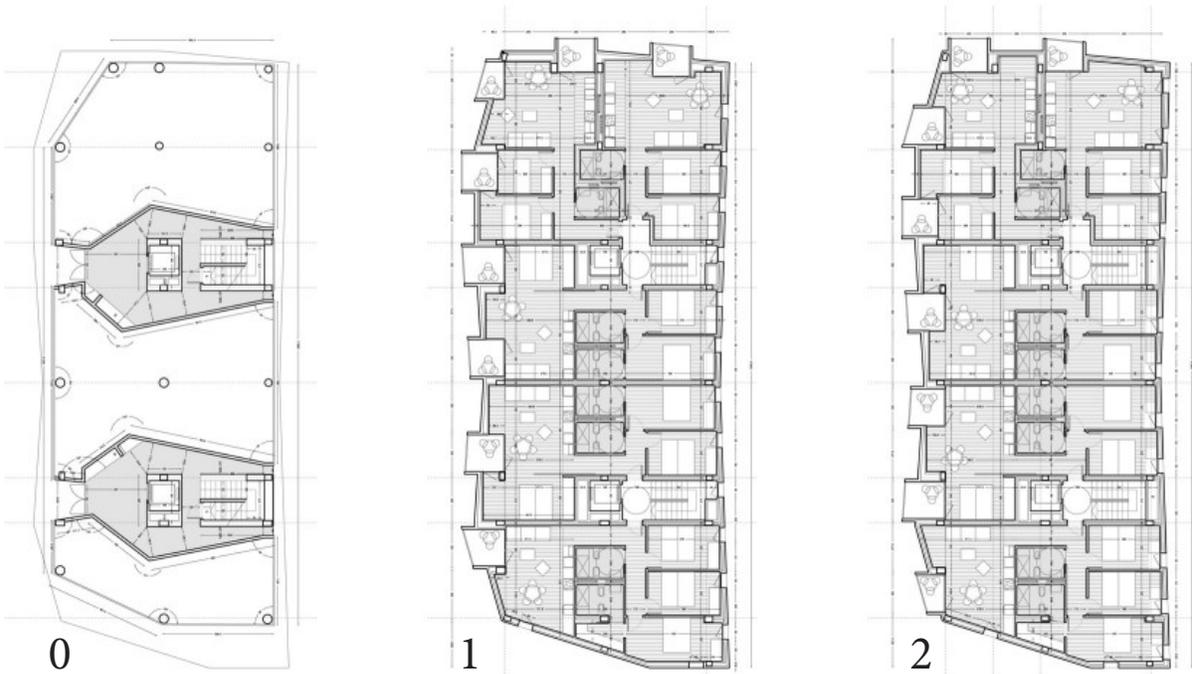
lieu : Asturias, Espagne

terrain : 2,385 sqm

photos : Ignacio Martinez and Jose Antonio Ruiz

figure 51 : typologie 2

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/153189/social-housing-for-mine-workers-zon-e-arquitectos/>



projet 3

architectes : Synthesis

lieu : Bucharest, Roumanie

designer : Panteli Mourgka

collaborateur : Elena Balan

structure : Contrust Group

terrain : 282 sqm

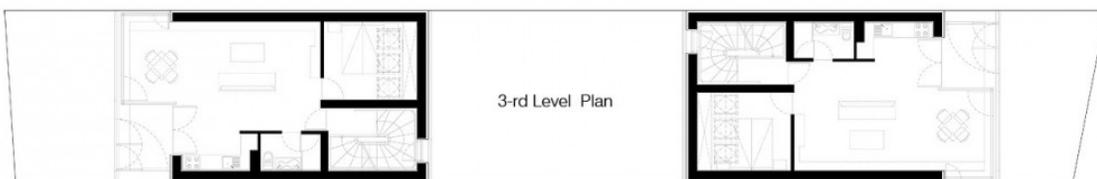
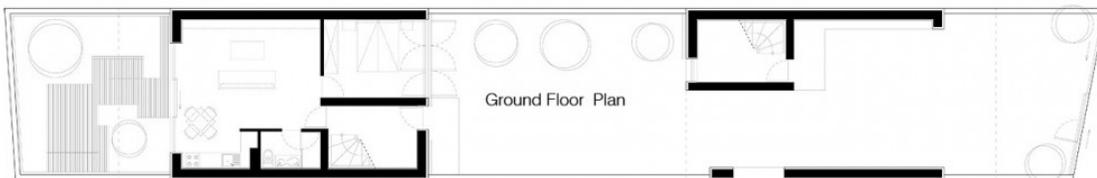
Surface construite : 560 sqm

date : 2011

photo : Cosmin Dragomir

figure 52 : typologie 3

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/212507/residential-building-in-bucharest-synthesis-architecture/#more-212507>



projet 4

architectes : C+C04STUDIO &
Francesco Atzeri Engineer

lieu : Cagliari, Italy

collaborateurs : Andrea Massa,
Simona Dall'argine, Giampaolo
Meloni, Gabriele Antonino Coco,
Stefano Pusceddu

budget : € 3.000.000

date : 2009

photo : Pierluigi Dessì

figure 53 : typologie 4

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/50067/condominio-p-cc04studio/>



projet 5

architectes : Kavellaris Urban Design

lieu : Melbourne, Australie

terrain : 8,600 sqm

date : 2009 – 2010

photos : Courtesy of Kavellaris Urban Design

figure 54 : typologie 5

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/142159/jewell-kavellaris-urban-design/>



projet 6
voir annexe B.2

figure 55 : typologie 6

source : archdaily : <http://www.archdaily.com/142159/jewell-kavellaris-urban-design/>



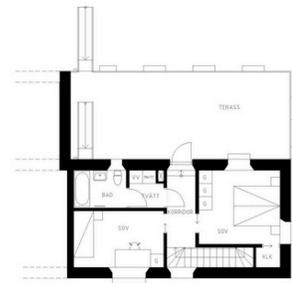
PLAN 1



PLAN 2



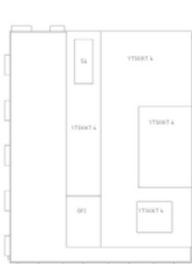
PLAN 1



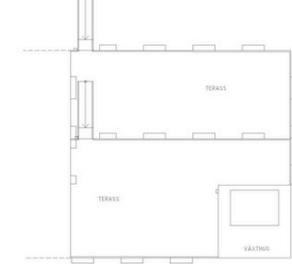
PLAN 2



PLAN 3



TAKPLAN



TAKPLAN

annexe G. aménagements urbains de référence

référence 1

groupe Rousseu Lefebvre (2006), *guide d'aménagement environnemental des ruelles au Québec*, Rapport de recherche, ville de Québec.



figure 56 : aménagement des ruelles au Québec. source : groupe Rousseu Lebevre (2006)

référence 2

Werner (2005), *construction de chemins avec bandes de roulement en béton dans les Alpes suisses*,
Uptade : l'actualité des routes en béton, no 1, Suisse



Chemin d'accès au lotissement de maisons de vacances
Lenzerheide, 1999

figure 57 : bandes de roulement en Suisse. source : Werner (2005)



Chemins avec bandes de roulement à Schamsberg
vue sur Fardün (au premier plan) et sur Zillis GR

référence 3

Soares, Vandroux et Magalon (2010), *référenciel de conception et de gestion des espaces publics*, communauté urbaine du Grand Lyon.

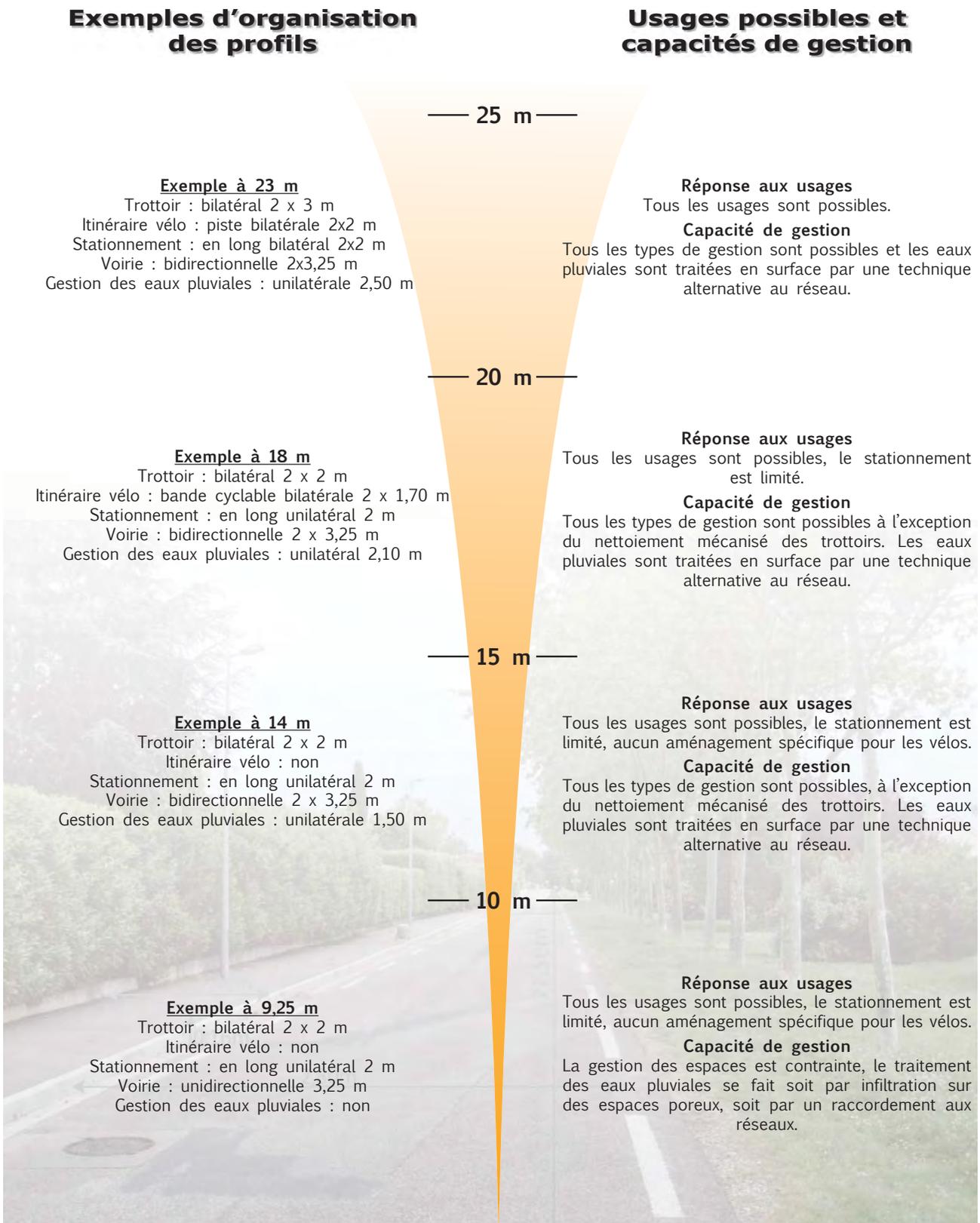


figure 58 : proposition d'aménagement de rues en fonction des dimensions. source : Soares et al. (2010)

annexes H et I : Saint-Sauveur

annexe H. classification et évolution des typologies de Saint-Sauveur

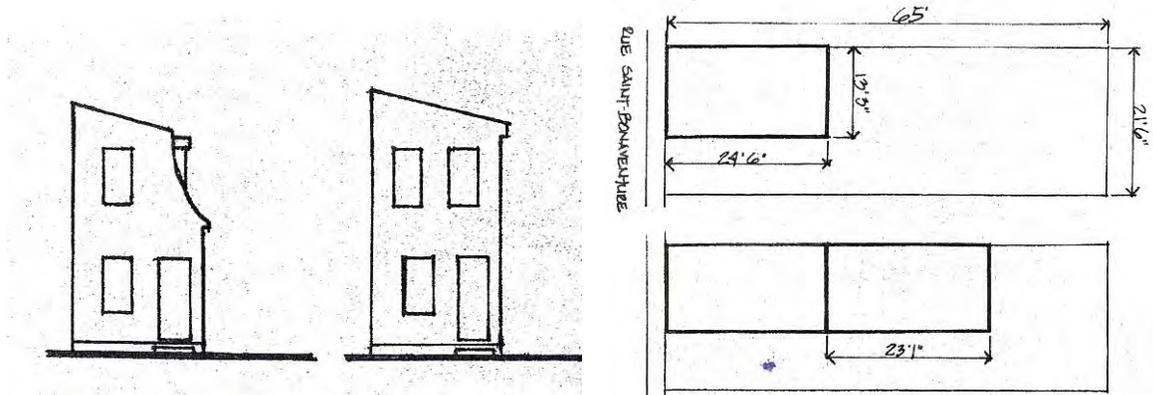


figure 59. 1943. 641, rue Saint-Bonaventure. Petite maison à toit brisé et placée transversalement, érigée dans les années 1890, exhaussée à deux étages dans les années 1910 et étirée en profondeur en 1943. source : P. Gauthier (2000) ; dessin : Josée Vaillancourt

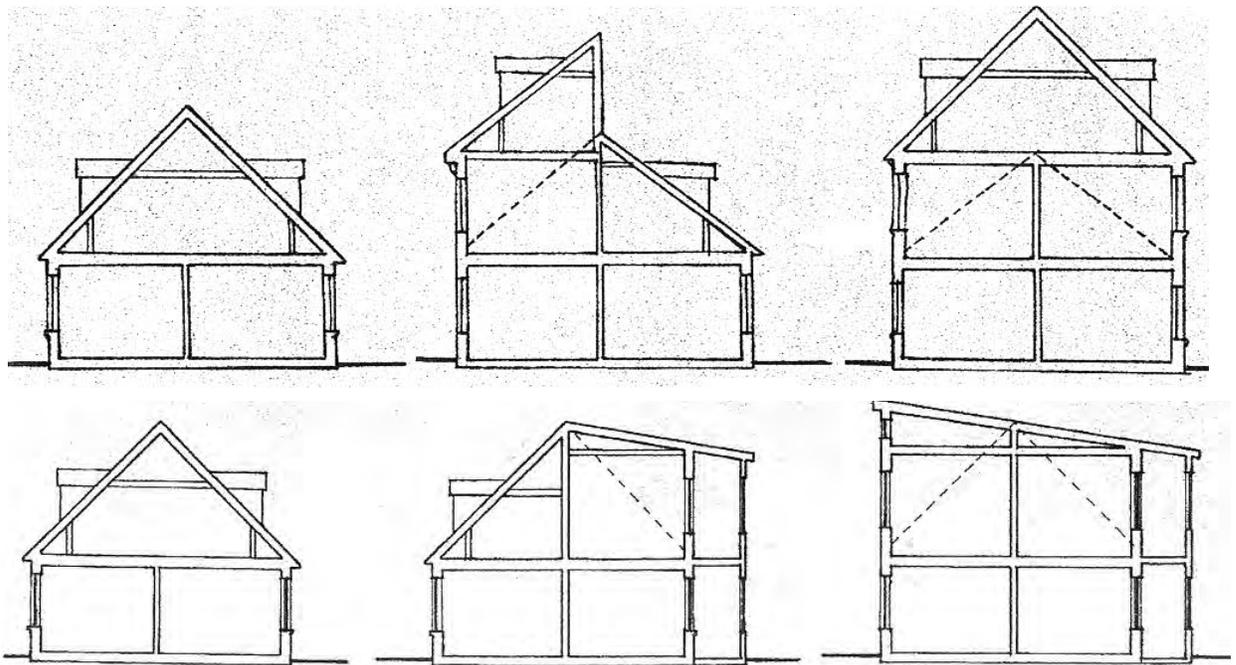


figure 60. "L'exhaussement du paysage". Les bâtiments sont d'abord exhaussés vers l'arrière, procédé d'économie qui permet de sauvegarder l'image de la maison vers la rue. source : P. Gauthier (2000) ; dessin : Josée Vaillancourt

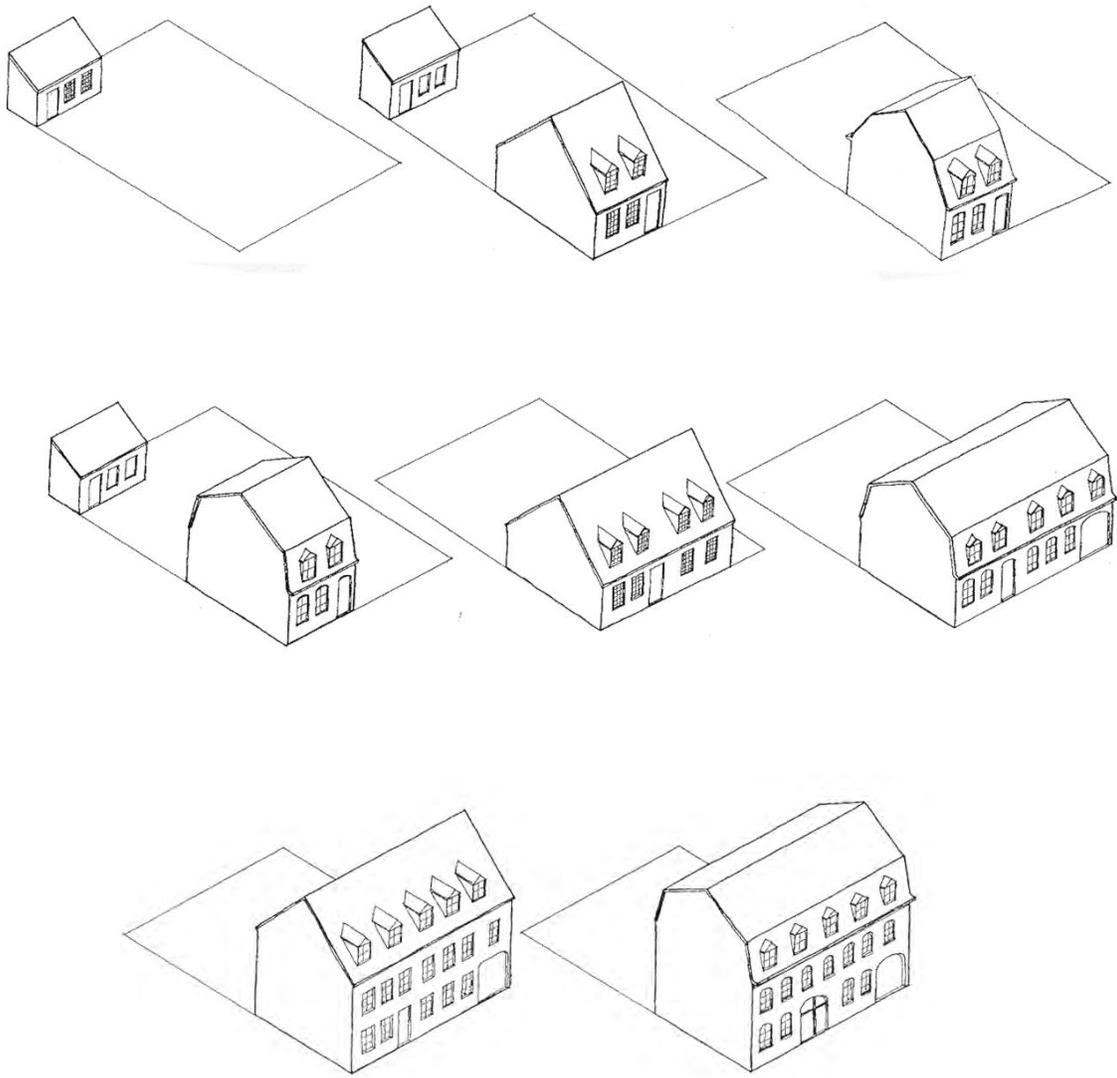


figure 61. **La morphogénèse du quartier.** source : P. Gauthier (2000) ; dessin : Martin Dubois



figure 62. matériaux de Saint-Sauveur

annexe I. étude des typologies de l'ilot de référence



1919. maison à toit plat : style tardif avec corniches et balcons. typologie de 1900 à 1920

1900. ancien hangar reconverti

1955. bloc appartement non mitoyen (éloignement pour les incendies)

1910. maison de deux étages. typologie à partir de 1845. un seul logement à l'origine, agrandi en deux logements par la suite.



1905. maison de trois étages, ou maison de deux étages réhaussée

1880. maison de deux étages à toit versant droit. version moderne aux combles non habitables. toit aplani par la suite.

1900. maison de deux étages agrandie par la suite.

1900. maison au toit brisé. agrandie par en arrière.

figure 63 histoire des bâtiments de l'ilot ancien

annexes J et K : le site

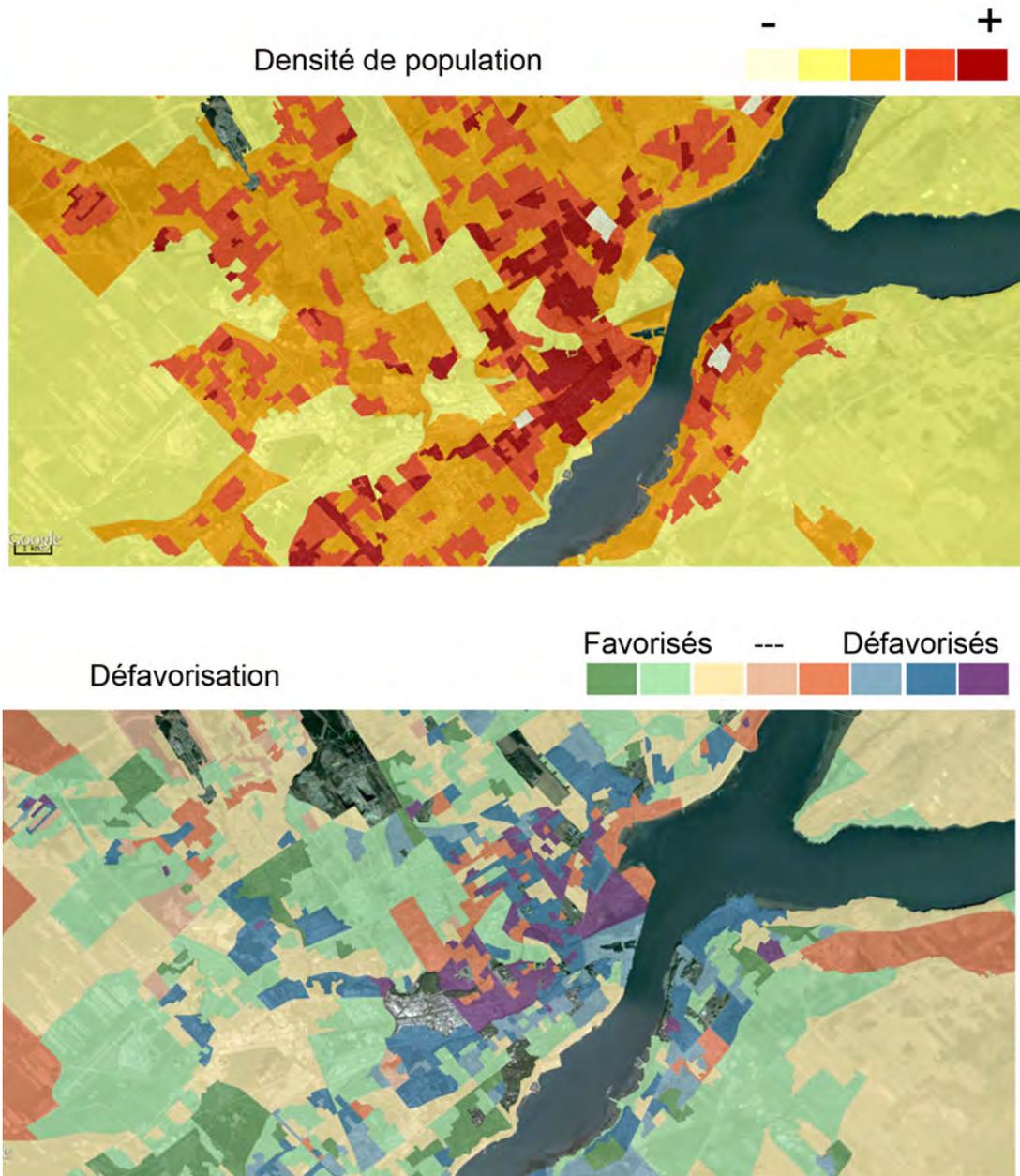


figure 64. cartes de densité de population et de défavorisation pour la ville de Québec
source INSPQ : http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/inspq_icu/ (30 janvier 2012)



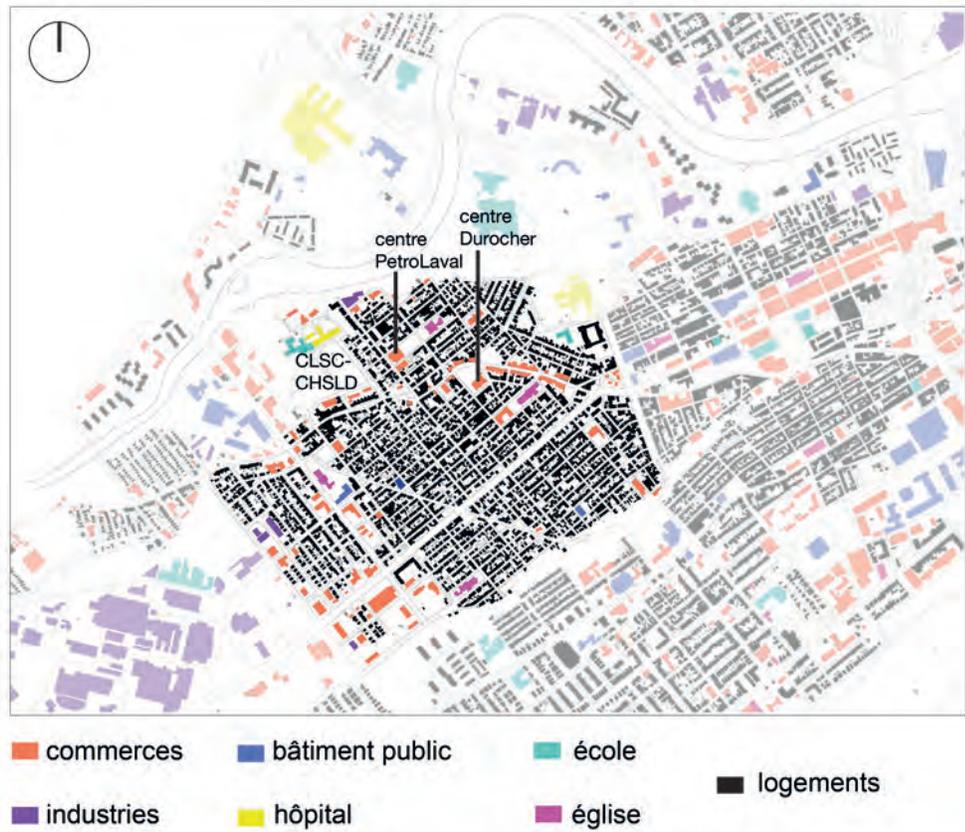
figure 65. les îlots de chaleurs urbains pour la ville de Québec
 source INSPQ : http://geoegl.msp.gov.qc.ca/inspq_icu/ (30 janvier 2012)



figure 66. le quartier choisi
 source carte interactive de la ville de Québec http://www.ville.quebec.qc.ca/carte_interactive/index.aspx (le 12/04/12)

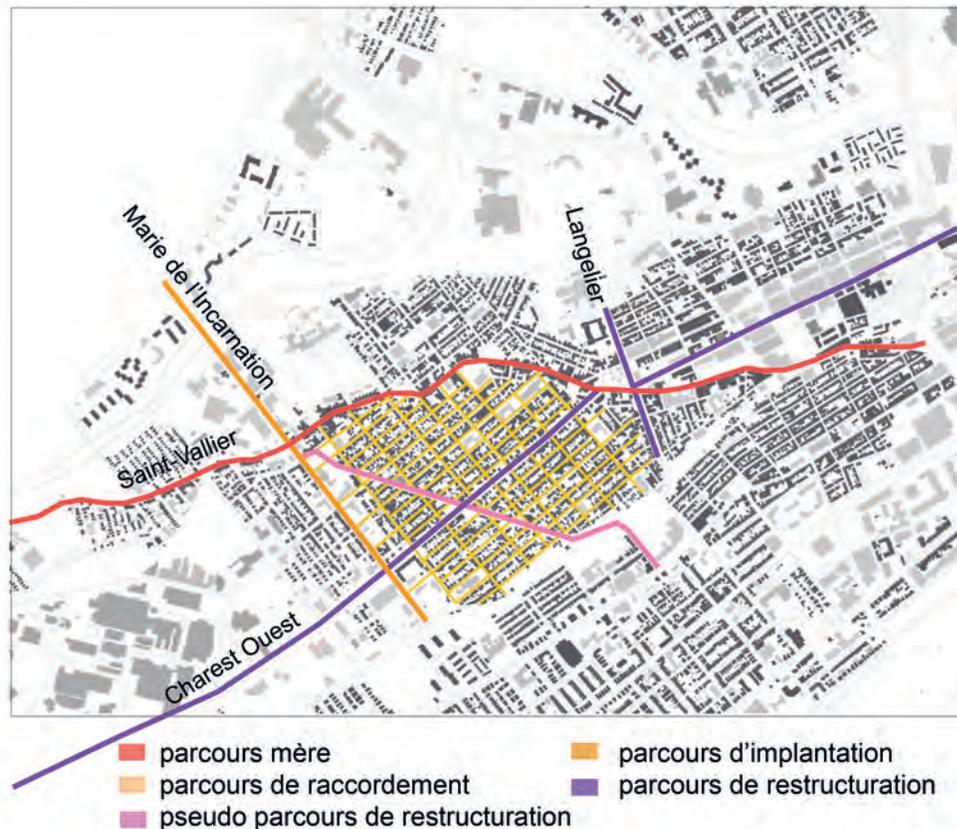
- végétation et eau : voir figure 16

- fonctions du bâti



- voirie

figure 67. analyse de site



Annexes L : Le Projet en images

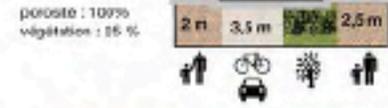
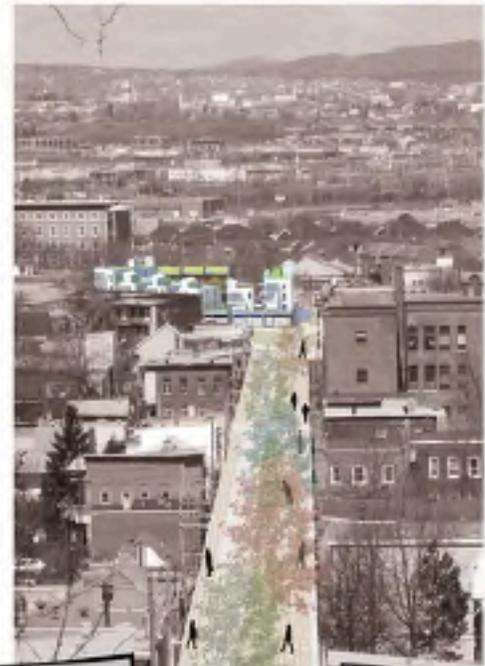
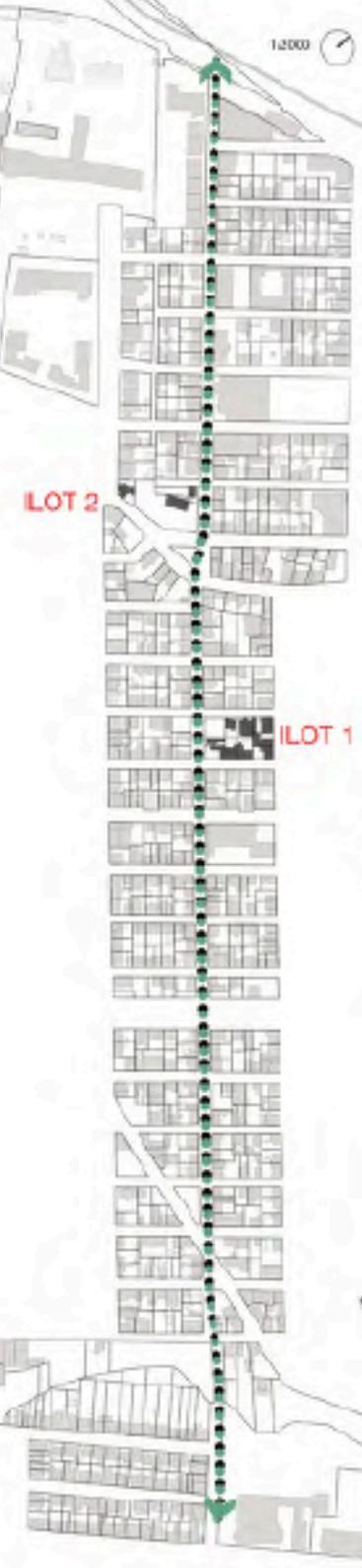
RÉGÉNÉRESCENCE urbaine à Saint-Sauveur

ville, climat urbain et nouvelle génération architecturale

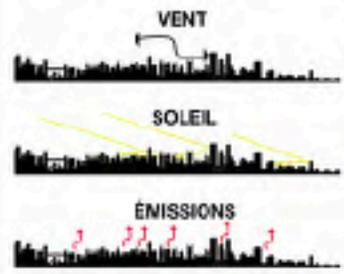


Qu'est-ce que la prise en compte de l'effet de nos constructions sur le climat urbain peut générer comme architecture, dans un site et dans un contexte social et économique donnés?

Cette problématique soulève deux enjeux.
Le premier enjeu, global, concerne l'environnement naturel et son équilibre : l'implantation urbaine se développe à travers l'objectif de rétablir certains mécanismes nécessaires au maintien du climat local.
Le second enjeu concerne l'habitat et son confort : l'architecture des logements a pour objectif de générer des espaces extérieurs, semi-externes et intérieurs confortables.



le climat et la ville



LE THÈME



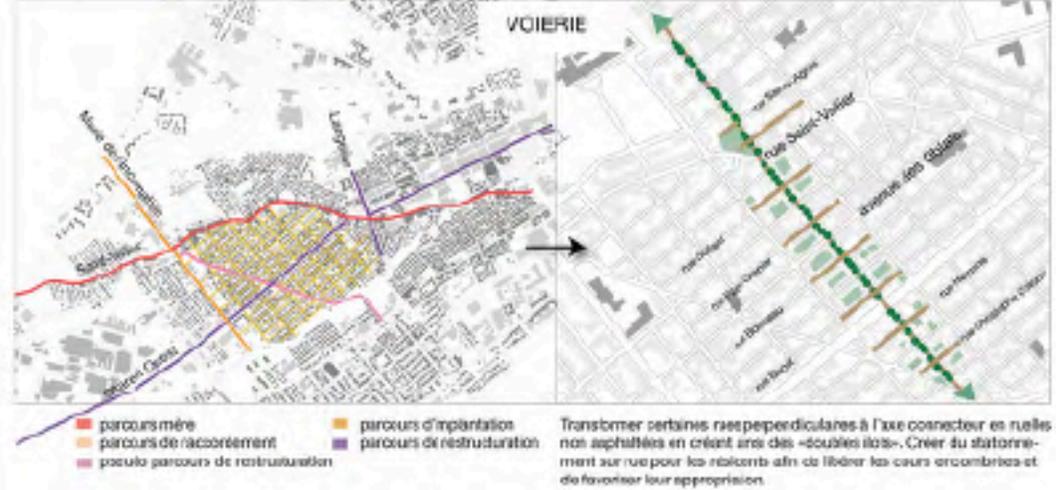
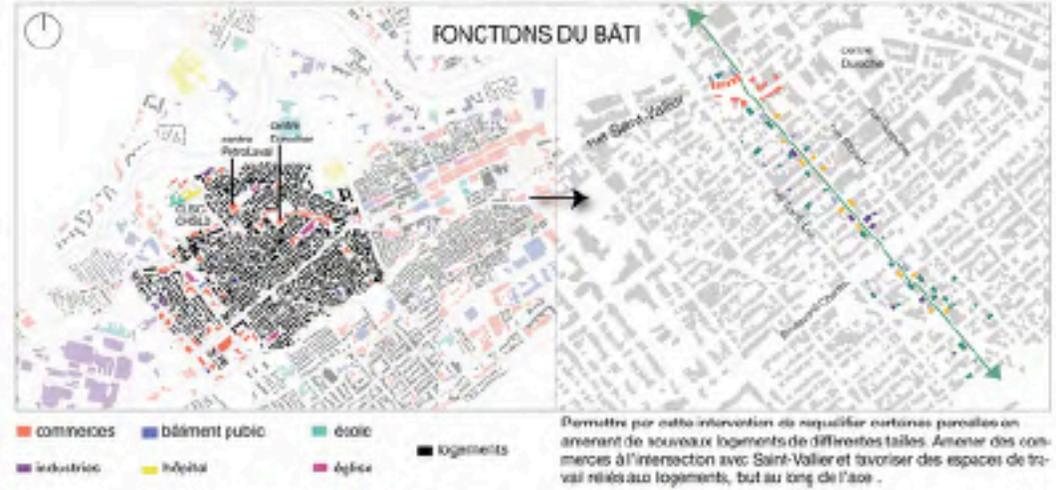
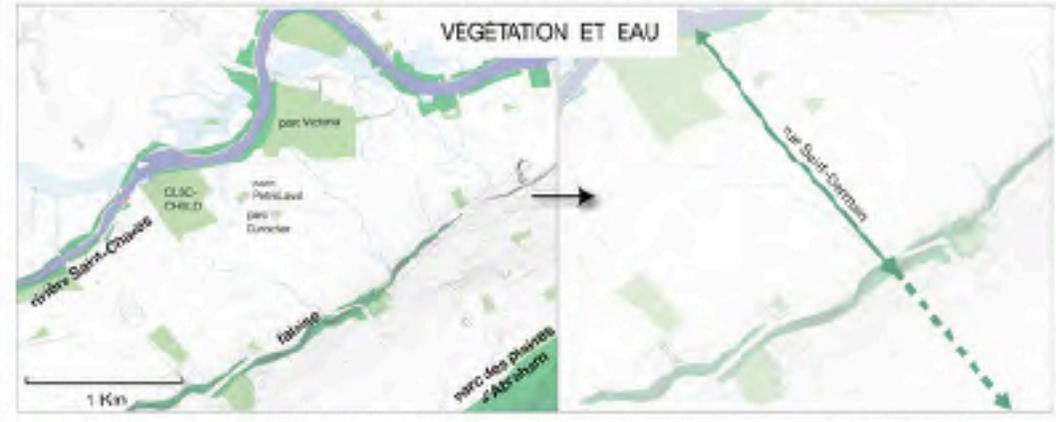
Montreal
bâti : 33%
vide : 66%
rés : 15%

Saint-Sauveur
bâti : 54%
vide : 51%
rés : 14%

LE QUARTIER

analyse

intensions



L'implantation urbaine des nouveaux logements s'est développée autour de deux îlots.

Le premier est **régulier et ancien**. Il a permis de comprendre la morphologie architecturale du quartier et de mettre en place une **nouvelle typologie** qui reprend aux critères de design fixés par la problématique.

Le second est **irrégulier et libre**. Il est le support d'un projet plus détaillé, qui développe les typologies dans un **contexte unique**. Il génère un projet situé, qui présente des **espaces intérieurs, extérieurs et semi-extérieurs uniques**.

Le quartier surier de Saint-Sauveur est divisé en parcelles toutes identiques de 40 (ancien) pieds par 60, ce qui correspond à 13 m par 19,75 m.

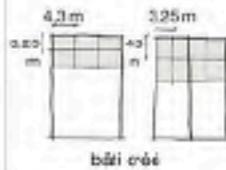
Les dimensions des nouveaux logements ont été générées à partir de cette barre régulière.

Au niveau de l'implantation au sol, deux types ont été générés à la base. L'un s'insère dans la parcelle d'origine. Peu profond (seulement 4,5 m), il offre une cour généreuse et il est très lumineux. Le second fait référence aux parcelles qui ont été subdivisées. Il est plus étroit et plus long. Il reprend en fait la barre de 3,25 m x 4,33 m du premier type, mais il est composé de 4 carrés au lieu de 6.



espaces semi-extérieurs au sud : -jardins d'hiver-

génération de typologies



ILOT 1



vue 1



vue 2

LES ILOTS critères de design et forme bâtie

ILOT 1 îlot ancien typique

ILOT 2 îlot à densifier atypique

LOCALISATION



DENSITÉ

Le projet conserve la densité déjà forte de quartier de Saint-Sauveur. L'objectif est donc d'avoir des îlots d'une densité de 100 à 120 logements par hectare.

VÉGÉTATION

Une cour intérieure est libérée au cœur de l'îlot. Composée des jardins privés dans l'îlot ancien, elle est continuée avec l'îlot créé.



SOLEIL ET VENT

La disposition des logements est posée en fonction de leur orientation. Du côté sud, les logements sont séparés pour faire pénétrer la lumière dans le jour intérieur.



MIXITÉ D'USAGES

Au rez-de-chaussée, des commerces assurent la continuité du bâti sur Saint-Valler. Des ateliers intégrés aux logements sont également créés.

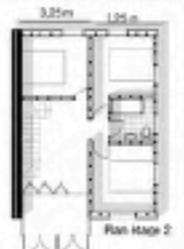


■ 1 chambre
■ 2 chambres
■ 3 chambres

S bâtiment sud



logement 110 m² + terrasse 55 m²



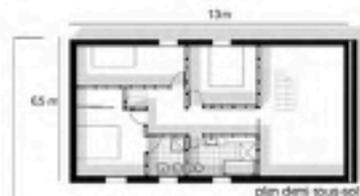
zone cultivable 50 m²



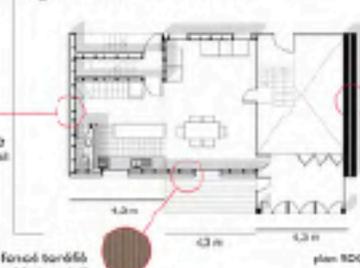
EO bâtiment est-ouest



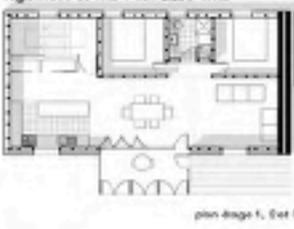
1/100



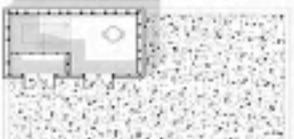
logement 95 m² + atelier 25 m²



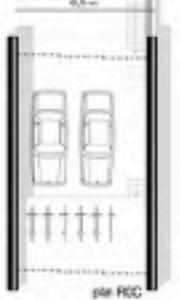
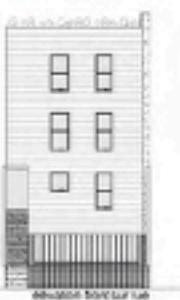
logement 89 m² + terrasse 9 m²



zone cultivable 65 m²



N bâtiment nord



logement 50 m² + terrasse 20 m²



logement 30 m² + terrasse 6 m²



zone cultivable 15 m²



Les logements sont conçus pour offrir des espaces intérieurs et extérieurs confortables.

Leur structure est mixte : posés sur une dalle de rajout-marie, des murs à ossature en bois créent une enveloppe économe. Certains murs de béton viennent jouer le rôle de masse thermique, en captant la chaleur du rayonnement solaire.

Les pièces sont réparties en fonction de leur orientation et de leur relation aux espaces extérieurs.

Les logements offrent tous des jardins d'hiver (serres semi-extérieures), des terrasses, des zones cultivables, ainsi qu'un accès extérieur à la cour commune.

