

Université de Montréal

**Une proposition pour de nouveaux moyens pour simuler
les transformations d'un paysage urbain**
- le cas des devantures commerciales du Mile End -

par
Hicham Zakaria

Faculté de l'aménagement

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade
de Maître ès sciences appliquée (M.Sc.A)
en Aménagement
(option CMFAO)

Janvier 2006

@ Hicham Zakaria, 2006



NA

7000

US4

2006

V. 006

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Ce mémoire intitulé :

**Une proposition pour de nouveaux moyens pour simuler
les transformations d'un paysage urbain**

- le cas des devantures commerciales du Mile End -

présenté par :

Hicham Zakaria

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

[REDACTED]

président rapporteur

[REDACTED]

directeur de recherche

[REDACTED]

membre du jury

Abstract

Town's heritage is the physical trace of its citizens and the living memory of its history. In this way, it gives next generations a better knowledge of their origins, and a better visibility for the future of their shared space. For this reason, the new architectural projects should not break this historical progression, in which they are indeed a fleeting step.

In this view of things, the aim of this research is to establish a method that helps project's actors, when consulting each other, to explore an area of architectural propositions without drafting them. By virtually simulating these propositions, actors will be able to determine those that correspond to their criteria, and match to the architectural characteristics of the place they will be inserted in.

For this, we have combined action's programming technique and optimisation technique to develop a new method (evolutionary modelling) that brings possible solutions for this problem. Our study case is based on the renovation of commercial shop fronts of Saint-Lawrence boulevard in Montreal.

In this report, we put into action an information system prototype that implements this new architectural modelling method. The results of this use are discussed at the end of this report, and we draw some perspectives for next researches, that will follow this way.

Keywords

Expertise, architecture, heritage, evolutionary modelling, genetic algorithms, actions modelling, town management, consultation tools.

Sommaire

Le patrimoine architectural d'une ville constitue à la fois la trace physique de ses résidents et la mémoire vivante de son histoire. Il permet aux nouvelles générations de mieux connaître leurs origines et d'aborder avec clairvoyance le devenir de leur cadre de vie commun. Aujourd'hui, et plus que jamais, les acteurs urbains doivent inscrire leurs nouvelles interventions architecturales dans l'esprit d'un continuum architectural, dont ils ne constituent en réalité qu'une étape éphémère.

Dans cette perspective, l'enjeu de la présente recherche est d'établir une méthode permettant aux intervenants d'un projet d'explorer un espace de solutions architecturales sans avoir à les dessiner. En visualisant ces propositions, les intervenants peuvent alors déterminer les solutions qui répondent à leurs critères, tout en tenant compte des caractéristiques architecturales du lieu d'insertion. Pour cela, cette recherche a permis de rejoindre la programmation d'actions (modélisation procédurale) et la programmation d'optimisation (notamment par les algorithmes génétiques) dans une méthode de modélisation hybride (modélisation évolutive) qui constitue une réponse possible à notre enjeu. Comme cas d'étude, nous nous intéressons au renouvellement des devantures commerciales situées dans l'environnement patrimonial du boulevard Saint-Laurent, à Montréal.

Dans ce rapport de recherche, nous présentons l'exploitation d'un prototype de système informatique qui implémente cette nouvelle méthode de modélisation architecturale. Nous discutons ensuite les résultats auxquels cette exploitation nous a conduit ainsi que les perspectives de recherche qu'elle permet d'entrevoir.

Mots clés

Savoir-faire, architecture, patrimoine, modélisation évolutive, algorithmes génétiques, modèle procédurale, gestion urbaine, moyens de concertation.

Remerciements

A mes parents, à ma femme et à mes enfants.

Je tiens à remercier en premier lieu mon directeur de recherche, M. Temy Tidafi, qui lors de sa visite à l'École d'Architecture du Maroc, il y a quelques années, m'a fait découvrir le potentiel de la modélisation d'actions et celui de son application dans le domaine de l'aménagement. Je te remercie vivement Temy d'avoir inspiré ce sujet de mémoire, de ton soutien et de ton encadrement tout au long des étapes du travail de recherche.

Mes remerciements vont également à M. Mohammed El Malti, Directeur de l'Urbanisme du Maroc, ami et ancien professeur, pour m'avoir toujours encouragé et efficacement soutenu afin de mener à bien ces études de maîtrise.

Je tiens également à remercier Mme Susan Bronson, pour l'intérêt qu'elle a démontré pour mon sujet. Tu m'as éclairé de ton expertise sur le patrimoine architectural montréalais et de celui du boulevard Saint-Laurent, en particulier. À chacune des étapes de mon travail, tu as pris soin de commenter mes réflexions et de me suggérer judicieusement les ressources et les pistes d'investigation qu'il fallait entreprendre.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble du corps enseignant que j'ai fréquenté lors du programme de maîtrise. Merci pour votre disponibilité, vos valeureuses orientations et surtout pour m'avoir aidé à comprendre ma problématique de recherche sous divers angles, tout en gardant une vue d'ensemble. Mercie en particulier à Mme Manon Guité, à M. Collin Henry Davidson et à M. Peter Jacobs.

Pour leur inestimable soutien durant ce travail de recherche, je tiens à remercier mes amis et collègues au GRCAO, Nathalie Charbonneau, Ivanka Iordanova et Anis Semlali ; ainsi que Mme Marie-José Taillon coordinatrice des Amis du Boulevard Saint-Laurent et M. Ghislain Dufour directeur de la Société de Développement du Boulevard Saint-Laurent.

Table des matières

SOMMAIRE	I
REMERCIEMENTS	II
TABLE DES MATIÈRES	III
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS	VII
CHAPITRE 1 : CADRE DE RECHERCHE	1
PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE	1
QUESTIONNEMENT	3
HYPOTHÈSE GÉNÉRALE	5
OBJECTIFS DE RECHERCHE	6
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	7
CHAPITRE 2 : LA RÉGLEMENTATION DU PATRIMOINE	8
INTRODUCTION	8
GENÈSE DE L'APPROCHE RÉGLEMENTAIRE EN MATIÈRE DE PATRIMOINE	9
<i>Un intérêt contemporain au pays</i>	9
<i>Un processus en évolution</i>	10
<i>Vers une réelle démocratisation</i>	11
<i>La nouvelle génération de règlements municipaux</i>	12
PROCESSUS D'OCTROIS DU PERMIS DE CONSTRUCTION	13
<i>Instruction de la demande</i>	14
CONCLUSION	20
CHAPITRE 3 : LA DEVANTURE COMME OBJET ARCHITECTURAL	21
INTRODUCTION	21
LA DEVANTURE AU COURS DU TEMPS	21
<i>L'époque classique</i>	21
<i>Le Moyen âge</i>	23
<i>La renaissance</i>	24
<i>L'époque moderne</i>	25
FORMES, USAGES ET EXPRESSIONS	27
<i>La devanture comme entrepôt</i>	27

<i>La devanture théâtrale</i>	29
<i>La devanture dématérialisée</i>	30
ANATOMIE DU MARCHAND SILENCIEUX	31
L'ÉPREUVE DU CONTEXTE	33
<i>Le rapport au bâtiment</i>	34
<i>Le rapport au voisinage</i>	35
CONCLUSION	36
CHAPITRE 4 : LES ENJEUX DU MAÎTRE D'OUVRAGE	37
INTRODUCTION	37
CADRE CONCEPTUEL	38
OBJECTIF ET QUESTIONS	39
HYPOTHÈSES SPÉCIFIQUES	40
APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	40
<i>Choix de la méthode</i>	40
<i>Échantillonnage des sujets</i>	41
<i>Instrumentation et collecte des données</i>	42
ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES	43
<i>Analyse</i>	43
<i>Interprétation</i>	44
CONCLUSION	47
CHAPITRE 5 : L'APPROCHE ÉVOLUTIVE EN CONCEPTION	48
INTRODUCTION	48
LE MODÈLE D'OPTIMISATION	50
<i>La détermination des proportions optimales</i>	52
<i>La détermination de la forme optimale</i>	54
<i>L'interaction des espaces</i>	56
<i>L'adaptation des préalables</i>	58
SCÉNARIOS DE DÉVELOPPEMENT	61
<i>La décision en conception</i>	62
<i>Le contexte d'implantation du système</i>	67
CONCLUSION	69
CHAPITRE 6 : STRUCTURATION ET EXPÉRIMENTATION	70
INTRODUCTION	70

L'ÉCHANTILLONNAGE	70
LA STRUCTURE D'INFORMATIONS	75
L'ÉCHELLE THÉMATIQUE	80
<i>Le modèle hiérarchique de données spatiales</i>	81
<i>Expérimentation du système</i>	82
LE MODÈLE ÉVOLUTIF	86
<i>La génération assistée par l'utilisateur</i>	86
<i>La génération contrôlée par règlement</i>	90
CONCLUSION	96
CONCLUSION GÉNÉRALE	97
COMMUNICATION ET AIDE À LA DÉCISION	98
LES LIMITES DE LA PRÉSENTE RECHERCHE	100
LES AVENUES DE RECHERCHES FUTURES	101
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	102
ANNEXES	108
ANNEXE 1 : GRILLE DE QUESTIONS	VIII
ANNEXE 2 : GRILLE PRÉLIMINAIRE DES CATÉGORIES	X
ANNEXE 3 : GRILLE FINALE DES CATÉGORIES	XI
ANNEXE 4 : GRILLE DE CODAGE D'UN RÉPONDANT	XIII
ANNEXE 5 : MONTAGE PHOTO DU PAYSAGE URBAIN DU SITE	XIV
ANNEXE 6 : MODÈLES PROCÉDURAUX DES PILASTRES	XV
ANNEXE 7 : MODÈLE PROCÉDURAL D'UNE DEVANTURE	XVIII

Liste des figures

Figure 1: Ancien façade commerciale à Bombay 79.av J.C (Picken, 1927)	22
Figure 2: Premières formes de devanture (Picken, 1927)	23
Figure 3: Exemple de devanture permanente du moyen âge (Picken, 1927)	24
Figure 4: Galerie métallique du XXIème siècle à Milan (Kliment, 2004)	26
Figure 5: Étalage externe de produit de boucherie, Montréal 1894 (BNQ)	27
Figure 6: Étalage interne de produit de music, Montréal 1905 (Kliment, 2004)	28
Figure 7: Devanture en "show box", à Chicago (Picken, 1927)	29

Figure 8: Quelques devantures dématérialisées sur le boulevard Saint-Laurent	31
Figure 9: Proportions optimales de l'ordre toscan (Frazer et Graham, 1993)	53
Figure 10: Superficies optimales des quatre façades (Galdas et Norford, 1999)	55
Figure 11: Opérateurs constructifs du système AGENCY GP (Testa, O'Reilly et Greenwold, 2000)	56
Figure 12: Composition d'espaces générés par AGENCY GP (Testa, O'Reilly et Greenwold, 2001)	57
Figure 13: Représentation matricielle des espaces d'un plan (De Silva Garza et Maher, 2001)	59
Figure 14: Espaces imbriqués d'un plan établi par GENCAD (De Silva Garza et Maher, 2001)	60
Figure 15: Devanture en alignement (Picken, 1927)	72
Figure 16: Devanture en retrait (Picken, 1927)	73
Figure 17: Devanture à Patio (Picken, 1927)	73
Figure 18: Devanture en îlots (Picken, 1927)	74
Figure 19: Devanture en Arcades (Picken, 1927)	75
Figure 20: Exemple de codification génétique d'une devanture	77
Figure 21: Exemples de colonnes générées à partir de modèles procéduraux.	78
Figure 22: Interface utilisateur servant à l'expérimentation	82
Figure 23: Détermination des attributs relatifs à un bâtiment du site.	83
Figure 24: Identification des bâtiments partageant un même critère.	84
Figure 25: Modèle constructif d'une devanture sélectionnée par l'utilisateur.	85
Figure 26: Variation individuelle d'un gène	87
Figure 27: Exemple de devantures générées par l'utilisateur	88
Figure 28: Validation d'un phénotype de devanture.	89
Figure 29: Variation globale du génome	91
Figure 30: Résultat des tests à 1 itération.	92
Figure 31: Résultat des tests à 25 itérations.	93
Figure 32: Résultat des tests à 50 itérations.	93
Figure 33: Résultat des tests à 75 itérations.	94
Figure 34: Résultat des tests à 100 itérations.	94
Figure 35: Tendances globales recueillies durant les tests	95

Liste des sigles et abréviations

BNQ : Bibliothèque Nationale du Québec.

CCU : Comité Consultatif d'Urbanisme.

DAU : Division de l'Aménagement Urbain.

RIRE : Registre Informatisé des Rues et Emplacements.

SIG : Système d'Information Géographique.

Chapitre 1 : Cadre de recherche

"Lorsqu'un édifice ne répond plus à l'objet pour lequel il a été construit, sa conservation cesse d'être une nécessité pratique pour devenir une affaire purement culturelle à laquelle les générations suivantes attribueront plus ou moins d'importance ..."

UNESCO.

Problématique générale

Ce que le rapport de consultation publique de la Ville de Montréal, de novembre 2004, a qualifié d'erreur de gestion urbaine allait défrayer pour longtemps la chronique* du boulevard Saint-Laurent. En effet, l'installation d'une devanture Pharmaprix à la place de l'établissement Warshaw (un commerce roumain établis au 3863 du boulevard depuis plus d'un demi siècle) n'a pas été accepté à bras ouverts par la communauté du boulevard (Ville de Montréal, 2004). En plus de la dimension historique de ce bâtiment, ce commerce avait desservi tout au long de sa vie une des régions les plus densément peuplée du Canada, à savoir le Plateau Mont-Royal. En octobre 2005, la devanture du nouveau Pharmaprix est une nouvelle fois en chantier pour mieux s'intégrer à son environnement architectural particulier.

* Nous référons le lecteur aux articles de Fortier (2004) et à celui de Brunett (2004).

Selon Guiheux (2000) l'architecture n'est pas un miroir involontaire du social : non seulement elle nous donne à voir tels que nous sommes, mais elle nous démontre, teste notre capacité à agir et à changer dépendamment de nos besoins et nos ambitions. Cela s'applique particulièrement bien au cas des façades et des devantures commerciales du boulevard Saint-Laurent à Montréal, qui rappelons-le a été désigné en 1996 en tant qu'*Arrondissement Historique National* par la Commission des Lieux et Monuments Historiques du Canada (Fluton et Vernet, 1996).

Ce nouveau statut n'a curieusement pas modifié pour autant une tendance générale qui, depuis quelques années, altère régulièrement l'aspect d'époque de ce boulevard. Ce phénomène n'a pas caractère d'envergure ; il se manifeste plutôt par des interventions architecturales ponctuelles et opportunistes, notamment au niveau des constructions qui abritent des places d'affaire ou des espaces commerciaux (Prud'Homme, 2002).

En effet, suite à une relative saturation au sud du boulevard, plusieurs commerces vont chercher de meilleures opportunités en s'installant de plus en plus vers le nord de celui-ci et plus particulièrement aux environs du secteur Mile End. Actuellement, cette partie du boulevard constate une effervescence économique relativement accentuée, où parmi les quelques 305 bâtiments du secteur on peut recenser plusieurs nouveaux petits commerces spécialisés en soins de corps, en restauration, en artisanat, et d'autres, dont l'objectif semble aller au-delà de la communauté située dans le voisinage, pour cibler une clientèle à l'échelle du grand Montréal (Prud'Homme, 2002).

Au sein de ce tissu urbain en mutation, les devantures et les vitrines se trouvent être les objets architecturaux qui subissent présentement le plus grand nombre de transformations. Cela engendre dans l'aire de paysage Mile End, une situation à la fois paradoxale, du fait que cela se passe au sein d'un patrimoine national, et complexe, du fait qu'elle échappe généralement à l'arsenal réglementaire urbain en vigueur dans ce secteur, et qui traduit particulièrement bien l'image du nouveau Saint-Laurent, bon chic bon genre (Prud'Homme, 2002).

Soulignons toutefois que, depuis son origine, le secteur du Mile End est constitué majoritairement par des architectures vernaculaires (Benoît et Gratton, 1991). En effet, seuls quelques rares bâtiments modernes ont été conçus par des architectes. Cela lui confère un aspect d'œuvre ouverte par transposition du concept énoncé par Eco (1965) vers le champ de l'aménagement urbain. Eco s'interroge sur la difficulté de définir exactement l'ouverture à laquelle aspirent les concepteurs. Il propose un examen de la théorie de l'information afin de déterminer les rapports existants entre l'information et l'esthétique et dans quelles mesures il est possible de transposer les méthodes de l'une sur l'autre.

Dans le paysage urbain particulièrement varié du boulevard Saint-Laurent, il est aisé de lire un palimpseste produit par les vagues successives d'aménagements que ces lieux ont connu. De ce fait, l'intérêt premier que dégagent ses devantures réside dans le fait que presque chacune est unique dans son genre. Ceci lui confère à la fois une riche valeur architecturale et historique, et définit par la même occasion un rapport spécifique à son contexte urbain immédiat, et par voie de conséquence contribue à la valorisation patrimoniale de l'ensemble du secteur.

Certes, la devanture commerciale est un objet de design architectural. Mais elle joue d'abord le rôle d'interface entre le commerçant et le client potentiel. Elle est chargée de véhiculer un message au public permettant de l'orienter vers un produit ou un service. Ensuite, de part son contexte urbain, la conception de ce type d'objet architectural peut s'inscrire ou bien en continuité par rapport à son voisinage immédiat, ou encore par rupture à celui-ci, dépendamment des objectifs et des aspirations du concepteur.

Questionnement

L'insertion de nouvelles expressions architecturales de part et d'autre du boulevard Saint-Laurent n'est point faite au gré du hasard. Elle constitue le manifeste d'une logique implicite où se confrontent les intérêts de multiples acteurs institutionnels, publics et citoyens entre autres. Le caractère relativement déstructuré de ce paysage urbain nous amène à nous

interroger sur les rapports entre deux types d'acteurs en particulier : (i) les instances chargées de la gestion urbaine du territoire en question et (ii) les propriétaires ou locataires ayant effectués des transformations sur leurs devantures.

Comme pour la majorité des expressions architecturales vernaculaires, souvent un épais mur d'incompréhension mutuelle se dresse entre les objectifs de représentation, *conscients ou inconscients* des maîtres d'ouvrages et les impératifs d'aménagement et de sauvegarde du patrimoine établis par l'administration publique chargée de réglementation et la gestion du cadre urbain. La situation engendrée par cet écart incite la Ville de Montréal à élaborer certains outils de communication supposés communiquer ses orientations et ses directives au public le plus large possible.

Toutefois, si cela est réalisé depuis quelques années à travers des publications écrites (souvent des brochures que les arrondissements mettent à la disposition de leurs clients), nous constatons que la Ville réoriente de plus en plus sa stratégie vers un usage plus grand des moyens numériques, et notamment du web. Cela lui permet de véhiculer plus rapidement et plus largement sa vision sur l'aspect architectural du territoire urbain pour lequel elle est mandatée. Néanmoins, nous posons la question suivante :

Comment mettre à contribution des moyens numériques pour permettre aux nouveaux maîtres d'ouvrages de mieux intégrer -lors de la transformation d'une devanture- les concepts d'aménagement relatifs à la mise en valeur du patrimoine architectural du boulevard, recommandés par la Ville ?

Cette question de recherche initiale interpelle d'autres interrogations au fur et à mesure que la recherche avance, et qu'elle s'alimente des multiples visites et discussions exploratoires effectuées au sein du boulevard Saint-Laurent. Ces interrogations nous permettent surtout de baliser et d'articuler les différentes étapes de notre cheminement :

- Quels types de représentation se font les commerçants au sujet du boulevard sur lequel ils sont installés ?

- Quels sont les facteurs qui influencent leurs concepts architecturaux, et notamment ceux qui orientent leur prise de décision lors de la construction ou de la transformation de leurs devantures ?

- Jusqu'à quel point les stratégies de communication basée sur les outils numériques, déployés par la Ville, profite-t-elle à ces maîtres d'ouvrages ?

- Comment établir des moyens de communication plus performants et mieux appropriés aux besoins de ces utilisateurs ?

- Est-il possible d'établir un système intégré d'aide à la décision dédié aux acteurs du projet, qui leur permet d'identifier certains concepts de devanture qui rencontrent leurs objectifs tout en respectant le cadre patrimonial du site ?

Hypothèse générale

Depuis quelques années, l'exploitation des outils numériques s'impose à l'ensemble des structures administratives chargées de la gestion urbaine. La Ville de Montréal n'y échappe pas. Ces technologies sont impliquées à la fois dans l'organisation, le traitement, la diffusion et le partage de l'information entre les différents services de la Ville. La nature évolutive de ces outils ne manque cependant pas de modifier en profondeur les conditions de fonctionnement d'une institution aussi complexe (Boyer, 2002).

L'hypothèse générale qui oriente notre investigation se formule dans les termes suivants : **il est possible de renforcer la stratégie de sensibilisation au patrimoine, établie par la Ville, en utilisant des moyens numériques d'aide à la décision architecturale, dédiés aux acteurs du projet.** En outre, il serait utile d'orienter ces moyens vers les besoins concrets du maître d'ouvrage (en l'occurrence l'identification de modèles qui l'intéressent), en plus d'encadrer son action par des éléments implicites de réglementation urbaine.

Objectifs de recherche

La notion d'aide à décision en aménagement peut être un sujet très controversé en raison, principalement, des enjeux professionnels et socioéconomiques qu'elle peut induire. Dans ce cadre, **l'objectif poursuivi par la présente recherche est d'établir de nouveaux moyens de simulation pouvant faciliter la communication des concepts architecturaux entre les intervenants du projet de construction et contribuer plus efficacement dans le processus de prise de décision.** Sur un plan pratique, cela permettra, par exemple, de mettre à la disposition des services d'urbanisme de la Ville de Montréal (principaux usagés ciblés par cette étude) des moyens pour mieux orienter les concepts architecturaux des maîtres d'ouvrages, en situation de projet, dans le contexte du boulevard Saint-Laurent.

Le choix de l'objet patrimonial "devanture", pour la simulation, est ici motivé par la richesse de ses expressions architecturales. Il ne s'agit pas, cependant, de systématiser une vision particulière de ce patrimoine. D'ailleurs, des études de cas analogues peuvent porter sur bien d'autres objets architecturaux, du moment qu'ils présentent une diversité appréciable.

Pour arriver à l'objet principal de l'étude, trois sous objectifs sont nécessaires : (i) en premier lieu, il s'agit de déterminer la place et le rôle que jouent les outils numériques utilisés par les services d'urbanisme de la Ville, durant l'élaboration d'un projet construction et ou de transformation de devantures ; (ii) en deuxième lieu, il s'agit de circonscrire le contexte des transformations architecturales qui remodelent présentement les façades du boulevard Saint-Laurent, puis de déterminer à partir des représentations des commerçants, les éléments architecturaux qui préfigurent l'état que ce paysage urbain dans un moyen terme ; (iii) en troisième lieu, il s'agit de démontrer qu'il est possible de compléter le dispositif informatique de la Ville par un moyen informatique qui permette de générer et de visualiser pour chaque bâtiment une variété de devantures qui répondent à la réglementation sans avoir à les dessiner. Celles-ci sont figurées sous forme de modèles tridimensionnels que les acteurs de projets pourront visualiser et éventuellement modifier sans avoir à les dessiner.

Approche méthodologique

Afin d'atteindre notre objectif d'établir une méthode d'aide à la décision en matière d'insertion urbaine, compte tenu aussi de la complexité du contexte urbain dans lequel nous entamons cette recherche et de la pluralité des acteurs qui interviennent dans le projet de construction des devantures, il est utile de structurer notre démarche selon les étapes suivantes:

(i) la première étape nous permet de retracer l'évolution de l'approche réglementaire en ce qui concerne la gestion du patrimoine historique dans le pays. Cela permet ensuite de discuter du nouveau dispositif réglementaire appliqué par la Division de l'Aménagement Urbain de l'arrondissement Plateau Mont-Royal dans le cadre de l'instruction d'une demande de permis de transformation d'une devanture, fournie par un maître d'ouvrage du Mile End ;

(ii) En deuxième étape, nous nous intéressons à l'évolution de la fonction d'une devanture en tant qu'objet architectural dédié certes à l'étalage mais surtout à la communication de l'image du magasin et de l'identité du commerce. Cela nous permet d'identifier certains paradigmes majeurs liés à cette fonction architecturale et d'établir, par la même occasion, une description des éléments constitutifs de la devanture ;

(iii) En troisième lieu, une recherche exploratoire auprès d'un échantillonnage de commerçants du boulevard (ayant récemment changé de devanture), nous permet de dégager les représentations qu'ils se font par rapport au patrimoine architectural de leur site et de situer l'impact de leurs interventions sur le paysage patrimonial du boulevard ;

(iv) Les données colligées révèlent le besoin de compléter le système informatique de la Ville de Montréal selon une nouvelle orientation. Elles nous renseignent aussi sur le genre de moyens informatiques à utiliser dans l'objectif de sensibilisation des maîtres d'ouvrages et pour leur orientation vers des propositions plus harmonieuses lors de leurs interventions.

(v) En dernière étape, une expérimentation de la nouvelle méthode, dans le cadre d'un projet de rénovation de devantures, est réalisée à travers l'élaboration et l'exploitation d'un modèle informatique qui permet de réaliser l'objectif de la présente recherche.

Chapitre 2 : la réglementation du patrimoine

"... un arbre chargé de feuilles est un produit de la nature. Je suppose que chacune de ces parties me donne l'idée d'une certaine complexité. Je dis maintenant que l'ensemble de cet arbre est plus complexe que l'une quelconque de ses parties."

Valéry.

Introduction

Depuis les temps anciens, l'homme attache de l'importance à certaines architectures ou certains lieux reconnus tantôt pour leur beauté, parfois en raison de quelques événements qui s'y sont déroulés ou encore pour leur rapport à une croyance. Cet intérêt est souvent en association avec la culture de l'époque et les techniques de mise en œuvre. Ainsi, dans le moyen âge, la conservation des bâtiments est une pratique rare qui semble être plus motivée par la nécessité de sauvegarder des constructions vénérées, que par respect d'un passé.

C'est dans l'imprégnation mutuelle entre artistes et humanistes du 14^{ème} siècle que se révèle aux architectes la perspective historique du patrimoine gréco-romain. Déjà dans les années 1430, les humanistes de la cour pontificale appellent à la protection des vestiges romains. Plus tard, l'évocation du concept de monument historique apparaît pour la première fois dans le contexte révolutionnaire français des années 1790, au même titre que les instruments de sa gestion et de sa préservation. Il est alors question de musées, d'inventaire, de

classement et de réemploi. Les humanistes de la révolution se prétendant héritiers de l'époque classique. Ce n'est cependant que dans la seconde moitié du 19^{ème} siècle que la notion de monument historique fait partie du dictionnaire français. La première commission des monuments historiques créée en France vers 1837 désigne trois catégories de monuments : (i) les vestiges de l'antiquité ; (ii) les bâtiments religieux datant du moyen âge et (iii) quelques châteaux. Jusqu'aux années 1940, cette disposition demeure inchangée et s'intéresse particulièrement à l'histoire des architectures savantes et de l'archéologie (Choay, 1992).

Ce chapitre permet d'établir un panorama sur l'évolution de l'approche réglementaire en ce qui concerne la gestion du patrimoine architectural dans le pays. Il dresse ensuite l'état des lieux quant aux dispositions prises par la Ville pour (i) renseigner les citoyens lors d'une demande de construction ou de transformation de bâtiment, (ii) pour effectuer l'instruction de leur dossier et (iii) pour l'octroi de leur éventuel permis. Soulignons que la présente étude a été entamée lors de la phase d'adoption du nouveau Plan d'Urbanisme de la Ville de Montréal, ce qui permet d'avoir un certain recul par rapport aux pratiques établies.

Genèse de l'approche réglementaire en matière de patrimoine

Un intérêt contemporain au pays

Le Canada et par conséquent son histoire architecturale et urbaine sont relativement jeunes. Ainsi, l'intérêt porté sur le patrimoine historique ne remonte pas plus loin que les années vingt. En effet, sous le gouvernement libéral de Louis-Alexandre Taschereau, l'assemblée législative de la province de Québec fait adopter le 21 mars 1922 la *loi relative à la conservation des monuments historiques et des objets d'art ayant un intérêt historique ou artistique*. Cette loi permet alors à une commission agissant sous la Direction du Secrétaire de la Province de classer des biens meubles et immeubles (Simard, 1993). Le classement est un statut national attribué à un bien culturel.

A cette époque, l'objectif recherché est d'établir un instrument juridique permettant de

conserver certains objets témoins, pour lesquels la population québécoise partage certaines valeurs symboliques. Il s'agit par exemple du Château Ramezay, construit au cours du 18^{ème} siècle pour le compte du gouverneur de Montréal, Claude de Ramezay. En 1929, ce château fut parmi les premiers monuments classés en tant que bâtiment à caractère patrimonial et historique. Toutefois, la procédure de classement dépendait toujours du consentement explicite du propriétaire de l'objet patrimonial, ce qui constitue un obstacle pour l'application des dispositions réglementaires.

Un processus en évolution

Pour l'histoire du pays, le Québec est alors le premier territoire qui légifère en faveur de la conservation du patrimoine historique. Au fil des années cette loi subira diverses refontes permettant de l'adapter aux changements de la notion même d'*objet culturel*, à l'évolution des valeurs sociales accordées à cette richesse commune et, bien évidemment, aux politiques gouvernementales vis-à-vis du patrimoine. Notons que, le patrimoine est désormais un objet de convoitise aussi bien de la part du pouvoir provincial que de celui de l'administration fédérale.

Deux projets de refonte de la *loi relative à la conservation des monuments historiques et des objets d'art ayant un intérêt historique ou artistique* voient le jour successivement en 1925 puis en 1941 sans en modifier toutefois la procédure de mise en application adoptée depuis 1922 (Simard, 1993). Une décennie plus tard, et afin de donner un nouveau souffle de modernisation à la Commission des Monuments Historiques, le gouvernement du Québec promulgue le 23 janvier 1952 la loi relative à la conservation des monuments, sites et objets historiques ou artistiques.

Jusqu'aux années cinquante, une seule vision centralisée entre les mains du gouvernement provincial domine et oriente la question du patrimoine. Cette vision considère l'objet patrimonial comme un élément unique, souvent ponctuel tel un édifice par exemple. A partir des années soixante, la notion d'ensemble architectural introduit une nouvelle manière de voir et de comprendre le patrimoine. Ce changement d'échelle permet d'intégrer les divers

aspects d'un paysage urbain patrimonial, en particulier la trame qui unit ses bâtiments, leur réseau viaire, ainsi que le mobilier urbain présent sur le site. Dans cette perspective, le conseil de la Ville de Montréal adopte, le 16 août 1962, le règlement n° 2760 qui donne naissance à *la Commission Jacques-Viger*. Cette commission est chargée principalement de l'étude des possibilités de préservation de la physionomie du Vieux-Montréal.

Vers une réelle démocratisation

Le caractère centralisé qui teintait toujours la législation sur le patrimoine commence graduellement à se dissiper à partir du début des années soixante-dix. En effet, le 18 juillet 1972 l'Assemblée Nationale fait adopter la *loi sur les biens culturels* qui institue deux nouveaux concepts, celui de bien culturel et celui d'arrondissement naturel. En outre, cette loi instaure de nouvelles dispositions permettant de conclure des ententes avec des organismes tiers afin de sauvegarder ou de mettre en valeur un patrimoine collectif (Ministère des Affaires Culturelles, 1987). Ainsi, une commission des biens culturels est instituée comme organisme de consultation auprès du Ministère des Affaires Culturelles.

Vers la fin des années soixante-dix, le recensement, la sauvegarde et la mise en valeur du patrimoine à l'échelle de tout le territoire commencent à devenir des tâches lourdes pour les services centraux de l'État. Dans cette optique, la loi sur les biens culturels adoptée en 1978 des modifications permettant d'uniformiser les dispositions législatives applicables à l'intérieur des différents ensembles patrimoniaux (Simard, 1993). Entre temps, les collectivités locales démontrent une prise de conscience et un intérêt croissant vis-à-vis de leur patrimoine bâti. Ce qui en fait des partenaires privilégiés dans l'action patrimoniale. Ainsi, la *loi sur l'aménagement et l'urbanisme* instaurée en 1979, établit pour la première fois le rapprochement entre le monde du patrimoine et celui de l'aménagement, en faisant preuve d'une plus grande reconnaissance des bâtiments à caractère historique.

Par ailleurs, les pouvoirs de la Ville sont assurés d'abord par la *Loi sur les Cités et Villes* et par les *Chartes Municipales*. Ainsi, la *Charte de la Ville de Montréal* parue au chapitre 102 des lois du Québec de 1959-60, accorde aux services municipaux de nombreux

pouvoirs de réglementation en matière d'aménagement. La Ville a en outre la charge d'adopter ou de modifier son Plan d'Urbanisme, selon les articles 519.1 à 519.7 de la Charte (Ville de Montréal, 1978). Il faut toutefois attendre les modifications adoptées le 2 avril 1986 sur *la Loi sur les biens culturels* pour habiliter les municipalités à prendre des mesures légales pour sauvegarder ou mettre en valeur un patrimoine architectural (Ministère des Affaires Culturelles, 1987).

En vertu de l'article 70 de cette loi, le nouveau statut accorde à la municipalité le pouvoir de citer une partie ou la totalité d'un monument architectural situé sur son territoire, dont la préservation présente un intérêt public. La citation est un statut local attribué à un monument historique. Pour ce faire, la municipalité est tenue d'amener un Comité Consultatif d'Urbanisme (CCU) constitué selon les dispositions de l'article 146 de la *Loi sur l'Aménagement et l'Urbanisme*. Ce comité est chargé de donner un avis sur toute question relative à la protection d'un immeuble pouvant faire l'objet d'une citation, par la Ville.

Un demi-siècle après la première loi des années 20, le gouvernement du Québec n'est plus le seul à pouvoir attribuer un statut juridique à un bien immeuble, mais l'autorité municipale partage désormais cette responsabilité ou ce privilège. Nous pouvons dire qu'il s'agit ici du premier vrai souffle de démocratisation du patrimoine et sa reconnaissance en tant qu'un objet collectif fait par et pour la société.

La nouvelle génération de règlements municipaux

Selon la *loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (Section II: article 5) la municipalité régionale de comté a la charge de déterminer les lieux de son territoire qui présentent un intérêt d'ordre historique, culturel, esthétique ou écologique. Or le territoire du Plateau Mont-Royal où se situe le Mile End est caractérisé par une grande diversité architecturale. Ainsi, dans la perspective de l'élaboration du nouveau plan d'urbanisme de 2004, la Division de l'Aménagement Urbain (DAU) de l'arrondissement Plateau Mont-Royal a établi durant l'année 2003 une étude typomorphologique qui portait sur l'ensemble des bâtiments présents sur son territoire.

selon la forme urbaine des bâtiments et l'évolution historique de ses lieux. En ce sens, cette étude (i) identifie les périodes de développement ou phases d'édification des lieux présentant un caractère architectural homogène ; (ii) établit une caractérisation typomorphologique de ces lieux et (iii) identifie des grands enjeux urbains du territoire. En outre, cette étude subdivise le territoire du Plateau Mont-Royal en 5 aires regroupant 53 unités de paysage (Dubois, 2003).

Suite à cette étude un nouveau règlement est établi pour le Plateau Mont-Royal. La prise en considération de ces résultats a donné lieu au règlement 01-277-17 dont l'objet est de remplacer, modifier ou d'abroger certains articles du règlement de façon à favoriser des interventions de plus grande qualité sur le cadre bâti et une intégration plus harmonieuse des projets de construction dans l'Arrondissement Plateau Mont-Royal (2004). Les Plans d'Implantation et d'Intégration Architecturale (PIIA), prend effet depuis le 25 novembre 2004. Les services de la DAU se sont ainsi dotés de nouveaux dispositifs normatifs et qualitatifs fondés sur une connaissance à la fois historique, architecturale et identitaire de leur secteur.

En effet, les objectifs poursuivis par ce nouveau règlement visent essentiellement à préserver les caractéristiques architecturales du Plateau Mont-Royal. Il est ainsi exigé (i) pour les projets de construction de s'inspirer des caractéristiques typomorphologies du quartier dans lequel il se trouve et de contribuer à son évolution ; (ii) en cas de transformation sur la façade, de respecter l'expression et les composantes architecturales d'origine ; (iii) de protéger le caractère architectural, historique, paysager et naturel de l'arrondissement historique ; (iv) ainsi que de conserver l'intégrité des témoins architecturaux significatifs en favorisant des interventions qui sauvegardent les traits distinctifs de ces bâtiments (Dubois, 2003).

Processus d'octrois du permis de construction

Il est clair que la tendance actuelle qui défigure progressivement le caractère d'époque du boulevard peut être rectifiée en instaurant des mécanismes de sensibilisation au profit des demandeurs de permis de modification des bâtiments et en les orientant vers des modèles

demandeurs de permis de modification des bâtiments et en les orientant vers des modèles architecturaux qui reflètent les caractéristiques d'époque du paysage urbain en question.

Une recherche exploratoire portée au sein des structures de la DAU de l'arrondissement Plateau Mont-Royal, nous permet de déterminer la nature des services offerts à des fins de renseignement, d'instruction et d'octroi des permis de modifications des constructions. Cette étape nous permet :

- (i) de constater les activités réalisées par les agents de la DAU dans le cadre d'une instruction de demande de permis de construction ou de transformation ;
- (ii) de déterminer les profils professionnels des responsables de la DAU auxquels ces activités sont actuellement attribués ;
- (iii) de voir comment des documents analogiques et numériques sont manipulés au cours de ce processus ;
- (iv) d'identifier les systèmes informatiques, logiciels et structure de données, exploitées lors de ce processus.

Instruction de la demande

Dans la perspective d'une plus large démocratisation de la décision urbaine, la Ville a entamé depuis longtemps la décentralisation de ses services d'urbanisme, responsables de la gestion urbaine, et leur organisation par arrondissements. Malgré leur relative autonomie d'action et de budget, les arrondissements dépendent toujours du service central (situé dans l'arrondissement Ville-Marie) en matière d'expertise, pour les archives concernant les anciens permis et les ouvrages documentaires et surtout pour le serveur informatique de la Ville.

En effet, le serveur de la Ville comporte la base de données globale des permis de construction de Montréal. Cette base de donnée, intitulée Registre Informatisé des Rues et Emplacements (RIRE), est développée autour du système de gestion de bases de données

relationnelles Oracle et fonctionne actuellement en mode console (caractère ASCII). Chaque arrondissement peut accéder aux ressources partagées de cette base de donnée, pour y effectuer les mises à jours relatives aux nouvelles interventions sur son territoire.

Au niveau de l'arrondissement Plateau Mont-Royal, le dépôt d'une demande de permis donne lieu à un processus d'instruction qui se déroule en trois phases : (i) l'analyse réglementaire ; (ii) l'analyse patrimoniale ; (iii) le suivi et l'inspection. L'objectif est d'autoriser ou non l'intervention architecturale proposée par le requérant.

En ce qui a trait aux profils professionnels des personnes mises à contribution lors de ce processus, on constate que seule la phase de l'analyse patrimoniale des bâtiments exige les compétences d'un architecte, les deux autres phases, en amont et en aval, sont occupées soit par des préposés techniciens ou des administrateurs qui ont acquis au fil des années une expertise dans le domaine de la gestion urbaine.

Analyse réglementaire

Conformément à l'article 678 du règlement d'urbanisme, il est demandé au requérant de permis de fournir diverses informations relatives à son projet: (i) des plans d'aménagement du terrain qui illustrent l'implantation des constructions existantes et de celles projetées ; (ii) les élévations des constructions à ériger ou celles qui ont été préalablement modifiées ; (iii) des photographiques permettant d'établir le rapport des constructions projetées avec celles du voisinage ; (iv) des échantillons de matériaux de construction prévus pour la mise en œuvre ; (v) des informations ou études spécifiques permettant l'évaluation du projet selon les critères applicables par d'autres dispositions réglementaires (Ville de Montréal, 2004).

La demande de permis est déposée auprès d'un préposé à l'émission des permis. Souvent, celui-ci renseigne le requérant sur les dispositions réglementaires en vigueur dans le secteur urbain où se situe son projet, notamment en ce qui concerne le zonage, le taux d'implantation, les hauteurs autorisées et les marges à respecter (Ville de Montréal, 1996). Le préposé à l'émission des permis constitue le principal contact entre la DAU et le requérant

Ce préposé a la charge d'établir une fiche d'analyse réglementaire sur la demande en question. Ce document permet d'identifier la nature de l'intervention envisagée selon les aspects suivants : (i) les usages prescrits ; (ii) le cadre bâti, (iii) l'occupation et l'aménagement des espaces extérieurs ; (iv) et les unités de stationnement ou de chargement. Il lui revient aussi d'initialiser un fichier numérique (de la demande de permis) sur la base de donnée RIRE. Le fichier numérique ainsi créé permet d'effectuer le suivi de l'instruction du nouveau projet de construction ou de modification. Le même fichier est partagé en réseau par d'autres collègues, qui vont tour à tour intervenir dessus lors des phases ultérieures d'instruction de la demande du requérant.

Du fait que la DAU n'a pas de contrôle total sur la base de donnée RIRE (centralisée à la Ville comme nous l'avons vu), l'usage de l'outil informatique est parallèlement suivi d'un registre manuel. Ainsi, des fiches papier remplies par les préposés sont gardées tout au long de l'instruction de la demande de permis, et servent de référence précieuse dans les moments où le système n'est pas en marche, en raison d'une panne ou d'une mise à jour.

Lorsque tous les documents requis ont été fournis par le requérant, le préposé vérifie la conformité du projet par rapport aux dispositions du règlement d'urbanisme et des règlements annexes. Il utilise pour cela un système d'information géographique (SIG) basé sur le logiciel MapInfo. Soulignons que la Ville de Montréal a définitivement abandonné le système traditionnel de plans de zonage qui délimite les secteurs homogènes au niveau des usages, des hauteurs, de la densité et du taux d'implantation.

Les techniques du SIG permettent d'adopter une nouvelle approche qui identifie les secteurs de zonage sur la base des principaux thèmes d'aménagement : (i) les limites de hauteur, (ii) le taux d'implantation maximum et les densités maximales, (iii) les modes d'implantation, (iv) les alignements, (v) les secteurs et immeubles significatifs, (vi) et les usages prescrits (Ville de Montréal, 1998).

Une fois que le dossier est conforme à ces règlements, il est transmis à un préposé à la planification dont le rôle est d'examiner, de manière plus approfondie, les caractéristiques

la planification dont le rôle est d'examiner, de manière plus approfondie, les caractéristiques architecturales du projet, comme on le verra dans le prochain chapitre.

Analyse patrimoniale

En ce qui a trait à la gestion du patrimoine urbain, le nouveau Plan d'Urbanisme (2004) a déterminé quatre objectifs majeurs qui permettent d'établir les critères de l'analyse patrimoniale d'un projet de construction ou de transformation. Il s'agit de :

(i) Protéger les secteurs d'intérêt patrimonial ; (ii) de protéger les bâtiments d'intérêt patrimonial ;

(iii) de protéger et mettre en valeur le patrimoine archéologique ;

(iv) de maintenir et d'accentuer les efforts de sensibilisation et de mise en valeur du patrimoine.

L'article 679 du règlement d'urbanisme de l'arrondissement Plateau Mont-Royal, renforce ces critères en focalisant sur (i) la qualité d'intégration du projet sur le plan architectural et sur (ii) sa capacité à mettre en valeur, protéger et enrichir le patrimoine architectural présent sur le site d'implantation.

Ainsi, l'analyse patrimoniale sert à vérifier la pertinence de la proposition émise par le répondant par rapport aux caractéristiques de l'unité de paysage déterminées par le PIIA (Ville de Montréal, 2004). Il s'agit d'une démarche sensible et qualitative où l'architecte de la DAU se sert du SIG pour identifier les caractéristiques architecturales et historiques du secteur d'implantation du projet. Les 5 aires et les 53 unités de paysage du PIIA ont été préalablement numérisées sur le SIG. Une bibliothèque de photographies relatives à l'ensemble des bâtiments du Plateau Mont-Royal, est répertoriée sur le SIG.

Les données spatiales sont organisées sous forme de couches d'information vectorielle de polygones, de lignes et de points représentant les parcelles (ou îlots), le système de voirie et les repères significatifs dans un système de coordonnées cartésiennes bidimensionnel (Acosta, 2004). Dans le cas des PIIA, chaque couche d'informations

vectorielles est reliée à une table qui comporte les données alphanumériques relatives aux lieux ou aux bâtiments vectorisés et les données qui se rapportent à la réglementation urbaine applicable à ces objets vectorisés.

Contrairement au système de gestion des permis de construction RIRE, qui demeure centralisé à Ville-Marie, le SIG est un outil spécifique à l'arrondissement. À ce titre il est installé uniquement sur les machines propres à la DAU et il est exploité exclusivement au sein de ses locaux. Les deux systèmes demeurent toutefois incompatibles, ce qui donne souvent lieu à des redondances dans les informations. De plus, si les mises à jours ne sont pas systématiquement opérées sur les deux systèmes le suivi de l'instruction des dossiers des requérants peut devenir difficile à gérer par les différents membres de la DAU.

Comme nous l'avons mentionné, l'analyse patrimoniale sert à voir si les dispositions du nouveau projet sont compatibles aux caractéristiques de l'aire de paysage déterminé par le PIIA. Dans le cas des transformations de façades de bâtiments ou de devantures commerciales, une attention particulière doit être portée sur les aspects suivants:

(i) *Le revêtement de la façade*: à l'exception de certaines interventions isolées, le Plateau présente généralement une architecture de briques d'argile ou de pierre calcaire;

(ii) *Les saillies et avant-corps* : ils se dégagent des murs extérieurs dans une variété de forme et d'ornementation qui donnent aux bâtiments leurs caractères distinctifs ;

(iii) *Les couronnements*: ces derniers comprennent plusieurs parapets, des corniches, des fausses mansardes de styles victoriens. Plusieurs ont été remplacés ces dernières années par des clins métalliques ;

(iv) *Les ouvertures*: au-delà de leurs fonctions, les portes et les fenêtres favorisent l'équilibre de la composition de la façade, par leurs matériaux, leurs formes, leur rythme et leurs proportions.

Lorsque le projet arrive à conformité par rapport aux dispositions réglementaires et

aux éventuelles recommandations émises par l'architecte de la DAU, celle-ci peut alors accorder au requérant le permis de construction nécessaire au commencement des travaux. Si toutefois le requérant n'accepte pas d'effectuer ces recommandations la DAU émet son avis et une réunion est établie avec le *Comité Consultatif d'Urbanisme* afin d'établir son avis sur le projet conformément à la *Loi sur l'Aménagement et l'Urbanisme* préalablement cité. Souvent cet avis renforce celui de la DAU ou le complète par certains aspects que l'analyse patrimoniale a éventuellement omis de mentionner.

Suivi et inspection

La réalisation de travaux de construction sur le territoire de l'arrondissement est sujette à un suivi de la part de la DAU. La Ville dispose pour cela d'une équipe d'inspecteurs chargés d'effectuer des visites régulières sur le territoire de l'arrondissement et particulièrement sur les lieux en chantier, afin de s'assurer du respect des normes règlementaires municipales. La détermination d'éventuels contrevenants repose sur le suivi des permis délivrés. Elle peut aussi survenir suite à des plaintes de citoyens ou encore par le dépistage sur le terrain de travaux non autorisés.

Lorsque l'inspecteur constate que des travaux non autorisés ont été effectués sur le chantier, ou que ceux-ci ne sont pas conforme aux dispositions du projet autorisé, il peut négocier avec le maître d'ouvrage les correctifs à apporter au chantier afin d'assurer la conformité du projet. Dans la réponse du contrevenant est défavorable, il peut émettre un avis d'infraction dans lequel il fait constater la nature et l'ampleur des travaux contrevenants. En vertu de l'article 684 du règlement d'urbanisme, le contrevenant est alors passible de pénalité d'amende. Si le responsable du chantier ne répond pas à cette requête, la contravention prend la forme d'un contentieux à l'encontre de celui-ci, et l'affaire est portée devant un tribunal juridique.

Lors de l'étape du suivi et de l'inspection, le SIG est d'une grande importance. Le système de cartographie numérique permet de situer rapidement le bâtiment en chantier. Il sert aussi à extraire les articles de règlements relatifs au secteur concernant ce bâtiment. Le

répertoire de photos attaché à ce SIG permet aussi à l'inspecteur de constater l'ampleur des travaux effectués en se référant à l'état originel du bâtiment.

Conclusion

Dans la seconde section de ce chapitre, nous avons discuté des dispositions réglementaires et techniques prises par la Division de l'Aménagement Urbain, de l'arrondissement Plateau Mont-Royal, pour l'instruction d'une demande de permis de transformation de bâtiment, fournie par un maître d'ouvrage. Nous avons constaté l'implication des moyens numériques dans l'ensemble du processus d'instruction et par conséquent leur importance dans la gestion urbaine de cet arrondissement.

Toutefois, nous avons souligné que l'intégration de ces moyens numériques dans le processus d'instruction se fait par superposition de couches logicielles hétérogènes (RIRE, SIG) et que cette approche soulève des problèmes d'interopérabilité entre les logiciels exploités et notamment dans la mise à jours de leurs structures de données.

L'objectif de cette étude étant d'établir un système intégré d'aide à la décision, permettant aux acteurs du projet d'identifier des concepts architecturaux qui les intéressent, nous avons choisi de nous intéresser au cas des devantures commerciales. L'examen de cet élément architectural fait l'objet du chapitre qui suit.

Chapitre 3 : La devanture comme objet architectural

"Dis-moi, n'as-tu pas observé, en te promenant dans cette ville, que d'entre les édifices dont elle est peuplée, les uns sont muets ; les autres parlent; et d'autres enfin, qui sont les plus rares, chantent ?"

Valéry.

Introduction

L'étalage est sans aucun doute le plus ancien des modes de vente imaginés par l'homme depuis qu'il a commencé à échanger des biens et des produits. La devanture étant alors intimement liée à l'activité commerciale, nous allons dans ce chapitre retracer des éléments historiques importants qui ont marqué l'évolution de sa forme et sa fonction depuis les temps anciens jusqu'au tournant du 20^{ème} siècle, époque à laquelle le site du Mile End a été urbanisé. Nous nous intéressons particulièrement à deux formes d'organisation spatiale du commerce : le marché et le magasin. Ces deux espaces étant ceux où s'exprime le plus souvent la fonction architecturale de la devanture commerciale.

La devanture au cours du temps

L'époque classique

Selon Picken (1927), certains écrits anciens ainsi que des inscriptions découvertes

lors de fouilles archéologiques montrent que les égyptiens, les babyloniens et les indiens faisaient usage d'espaces spécifiques pour la distribution des marchandises (Figure 1). L'agora de Magnesia datant du V^{ème} siècle av. JC présente les plus anciens magasins connus qui, fait de brique et de pierre, remplacèrent certainement les chariots mobiles. Ces espaces d'une envergure presque carrée, font 12 à 16 pieds de façade par un maximum de 16 pieds de profondeur. Ils sont surtout marqués par une large ouverture sur la rue, et son parfois muni d'une chambre arrière, vraisemblablement réservée au stockage des marchandises (Aloi, 1959).

Figure 1: Ancien façade commerciale à Bombay 79.av J.C. (Picken, 1927)



Durant la période romaine, le commerce est identifié comme étant une activité sociale directement impliquée dans la structure urbaine de la ville (Gosling et Maitland, 1976). Vers l'an 179 av. JC les romains édifient à l'endroit d'un ancien marché de poisson, une construction à usage commercial qui sera connue sous le nom du *macellum*. Ce modèle s'est ensuite multiplié tant à Rome que dans les autres provinces. Il s'agit d'une construction de forme rectangulaire entourée d'un mur d'enceinte (très décoré dans le cas dans du marché de l'ancienne ville de Bombay). A l'intérieur ce mur est longé d'une galerie d'arcades sous lesquelles sont disposées les stalles des commerçants qui servent à l'étalage de leurs produits. Le centre de l'édifice est aménagé en patio ouvert ver le ciel et muni souvent d'une fontaine au milieu (Aloi, 1959).

C'est sans doute à cause de la structure éphémère de la devanture commerciale que l'histoire ancienne ne nous révèle pratiquement pas de trace physique de cet objet architectural, ou du moins, elle a contribué pendant longtemps à lui garder une expression élémentaire.

Le moyen âge

Certains chercheurs estiment que les premières formes connues de devantures remontent à la fin du XII^{ème} siècle de notre ère. Selon Packer et Waterman (1951) quelques menuisiers européens de l'époque construisirent des stalles, de quelques 2 ou 3 pieds de profondeur par 4 ou 5 pieds de haut, qui servaient comme support pour l'étalage des objets de menuiserie qu'ils fabriquaient. Ce genre d'ouvrage devait aussi permettre à l'artisan de se tenir derrière l'étalage pour vendre ses produits aux passants (Figure 2).

Figure 2: Premières formes de devanture. (Picken, 1927)



L'intégration du vitrage dans les bâtisses du moyen âge permet aux artisans d'insérer de petites fenêtres offrant un éclairage permanent de leurs produits (Figure 3). Ces fenêtres étaient réalisées en petits carreaux de verre foncé, généralement coulée en cul de bouteille

(Caboni, 1947). Ce procédé est associé aux techniques relativement primaires de fabrication rudimentaire du verre ainsi qu'aux modes de construction des bâtisses de l'époque. Le dimensionnement réduit de cet ouvrage pouvait constituer une réponse au manque de sûreté à l'époque et diminuer les dégâts en cas de malveillance. Certains commerces toutefois utilisaient encore des stalles comme présentoir et seuil de l'atelier. Ce qui garde les clients pratiquement dans la rue (Aloi, 1959). Au moyen âge l'organisation du marché s'inspire du concept de l'agora. C'est plutôt sous forme de foire que se réunissent les commerçants à des dates régulières. A cette époque, l'Europe ne connaîtra pas de marché couvert, ni même d'extension du marché romain.

Figure 3: Exemple de devanture permanente du moyen âge. (Picken, 1927)



La renaissance

Quelques siècles plus tard, le petit espace de vente jadis restreint à une simple stalle, s'est déployé pour englober une chambre entière de la maison de l'artisan, mais il demeure orienté vers la rue ou le chemin. Certains artisans érigèrent des enseignes au dessus de leurs commerces pour signaler le type d'objets vendus ou parfois le nom du commerçant. L'artisan

combine en un seul bâtiment son logement, son atelier et son magasin. Il se spécialise en un unique domaine dont il revend personnellement le produit à ses clients. Soulignons que sous l'ancien régime français, le statut d'artisan est régi par la corporation du métier. L'artisan n'a le droit de vendre que les produits qu'il fabrique (Marrey, 1979).

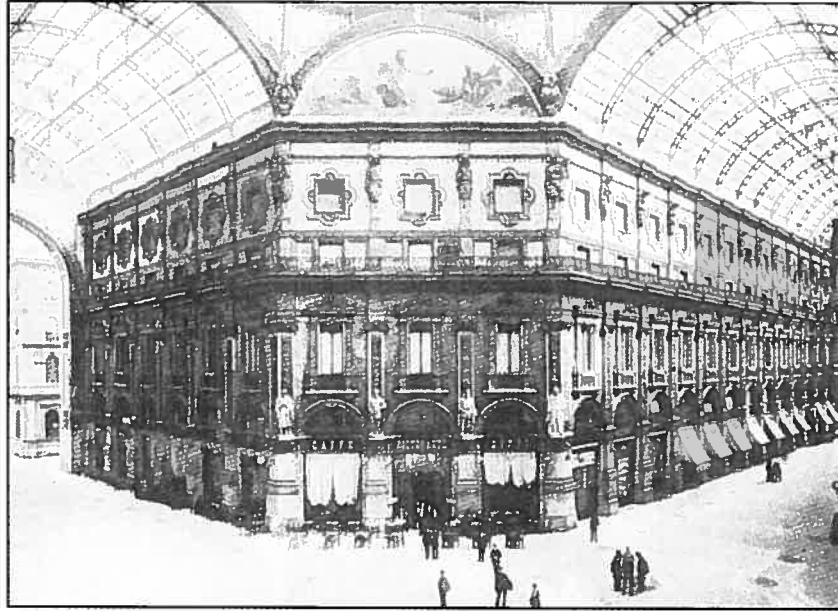
Souvent ce sont les membres de la famille qui s'occupent de la production des objets et de leur distribution. Dans ce genre d'entreprise rudimentaire il n'existe pas encore de grosserie, ni de publicité à grande échelle en vue d'amplifier les ventes, permettant de donner à la devanture ses titres de noblesse. Traditionnellement et fonctionnellement la boutique constitue encore une chambre dans la maison. Par conséquent les magasins gardent toujours à l'époque un caractère relativement résidentiel. Souvent, les ouvertures de présentation de marchandises sont à peine plus grandes que les fenêtres des autres espaces du logement (Ketchum, 1948).

L'époque moderne

Les changements socioéconomiques qui se produisirent durant le XVIII^{ème} siècle vont stimuler une transformation progressive du magasin vers la boutique moderne (Aloi, 1959). A mesure que le commerce florissait, l'espace qu'il occupe allait s'étendre à tout le rez-de-chaussée, voir même à toute la bâtisse. Cela permettait notamment d'ajouter des marchandises autres que celles produites par l'artisan lui-même (Packer et Waterman, 1951). Certaines maisons d'habitation allaient même devenir inappropriés pour une production à grande échelle. Cette industrie se déploiera alors dans des usines de manufacture spécialement conçues à cet égard.

Le XIX^{ème} siècle est une époque d'expansion des galeries commerciales. La concentration progressive de la population dans les villes (suite à l'industrialisation) allait amplifier la dynamique des échanges commerciaux. Une dynamique qui reposait désormais sur le commerce de détail pour l'ensemble des biens et des services. Il était nécessaire de construire de grands espaces commerciaux (Figure 4) et les nouvelles techniques de constructions (structures métalliques et béton armé) rendaient cela possible (Aloi, 1959).

Figure 4: Galerie métallique du XXI^{ème} siècle à Milan. (Kliment, 2004)



La concentration de plusieurs types de commerces autour d'un espace piéton couvert d'une galerie offrait au client un magasinage plus diversifié et plus convivial, et permettait aux devantures de présenter leurs produits à l'abri des aléas climatiques (chaleur, pluie, neige ou vent) durant toutes les saisons. La galerie commerciale peut-être considérée comme ancêtre du magasin général moderne, que connaîtra l'Europe puis l'Amérique. La galerie donnait aussi plus de liberté à la forme et à la décoration de la devanture. Mais, c'est à partir des années 1925-1930 que l'aspect externe du magasin, en tant qu'objet publicitaire, prend l'allure d'un phénomène de mode donnant lieu à des expressions architecturales qui changent d'année en année (Aloi, 1959).

Autant de facteurs qui favorisent l'expansion de l'usage de la devanture comme élément de présentation des produits mais aussi d'identification du commerce et objet d'attraction des clients potentiels. Comme nous allons le voir dans le chapitre suivant, ce processus une fois initié fera de la devanture commerciale l'objet architectural qui exprime probablement le plus le caractère d'époque dans l'architecture moderne.

Formes, usages et expressions

Il faut reconnaître que la généralisation des modèles standards d'étalage en vitrine, sous la forme que nous connaissons dans nos rues aujourd'hui, constitue une pratique relativement moderne dans l'histoire de notre paysage urbain. En effet, les grands magasins de Chicago réalisés entre 1880 et 1890 semblent être les premiers à initier ce mouvement d'architecture moderne dans le continent américain (Gosling et Maitland, 1976). Toutefois, Picken (1927) constate que jusqu'à 1895 plusieurs grands commerces d'Amérique du nord accordent pratiquement peu d'importance à leurs devantures. N'y voyant pas un intérêt très convaincant, certains de ces commerces renoncent même à construire des devantures extérieures pour la présentation de leurs produits.

La devanture comme entrepôt

Suscitant de plus en plus d'intérêt, la pratique en matière de présentation dans les devantures du tournant du 20^{ème} siècle consiste le plus souvent à multiplier les étalages pour y empiler le plus grand nombre possible de produits mis en vente (Figure 5). Il semble que ce soit les Britanniques qui furent les premiers à regrouper les marchandises en articles dans leurs vitrines (Caboni, 1947).

Figure 5: Étalage externe de produit de boucherie, Montréal 1894. (BNQ)



Dépendamment de la nature et du gabarit des produits, ceux-ci sont alors accrochés, mis en boîte ou tout simplement alignés sur des étagères. Ce type de vision est associé au paradigme d'abondance de l'ère industrielle qui sévit à cette époque (Figure 6). En effet, outre le fait de mettre les produits à la disposition du passant, en espérant qu'il regarde quelque chose qui l'intéresse (Hall, 1924), il semble que l'objectif recherché à cette époque est d'impressionner le passant par l'abondance des produits, cela étant supposé rehausser le statut du magasin en question. Nous constatons en tous cas que le sens publicitaire de la devanture en est encore à ses balbutiements. La devanture est totalement écrasée sous la masse des produits étalés.

Figure 6: Étalage interne de produit de music, Montréal 1905. (Kliment, 2004)



Depuis que l'on commence à étiqueter les produits, vers les 18^{ème} et 19^{ème} siècle selon Kliment (2004) la devanture est devenue en quelque sorte un marchand silencieux. En plus de la fonction de déballage, la devanture joue un rôle complémentaire au travail de merchandising qu'effectue le vendeur, de sorte qu'elle vient appuyer sur le plan matériel l'argumentation que ce dernier fournit au client, au cours de la présentation d'un produit, ou encore lors de la négociation de son prix de vente. A ce sujet, Clévéo (1922) souligne qu'une devanture possède une portée d'abord morale dont l'objet est d'inspirer confiance au client. C'est ainsi que sa forme imprègne dans l'imaginaire du client, de passage ou régulier, une

image de notoriété du commerce et du commerçant.

Appuyée plus tard par les progrès technologiques permettant d'avoir de plus grandes surfaces vitrées, de meilleure qualité, ainsi que de disposer d'un éclairage électrique autonome, le paradigme de la *devanture de déballage* va progressivement se transformer entre les deux guerres, pour voir naître une nouvelle conception de l'art de l'étalage, plus subtile et mieux réfléchi.

La devanture théâtrale

Dans les années 1930, la théorie des devantures entame un cheminement plus artistique. En lui donnant pour la première fois un sens théâtrale, ses concepteurs veulent que chaque vitrine présente une histoire bâtie autour d'une idée dont les acteurs sont sélectionnés parmi les objets vendus. L'objectif recherché est de concentrer l'attention du passant sur un thème particulier en réduisant le nombre de plans visuel qui se présentent à sa vue. Pour cela la devanture se dote d'un fond de présentation (*show box*) disposé en arrière des objets dont le rôle est de permettre aux objets de se détacher avec le plus de netteté possible (Figure 7). Jusqu'aux années 50 et 60 ce modèle fermé de devanture devient très familier pour les commerces (Caboni, 1947) (Ketchum, 1948).

Figure 7: Devanture en "show box", à Chicago. (Picken, 1927)



Indépendamment des matériaux décoratifs que peut comprendre le fond, on distingue deux classes qui affectent directement la perception de la forme de la devanture :

(i) *le modèle opaque* défini par un fond uni et foncé donne une impression de lourdeur à la devanture, alors qu'un ton de couleur dégradée allant du plus foncé pour le socle au plus clair dans le toit permet à la fois une meilleure répartition de la lumière et donne un aspect élancé à la devanture (Clévéo, 1922) ;

(ii) *le modèle réflecteur* combine divers plans de miroir dont l'avantage est de faire voir l'objet présenté sous divers angles, avant, arrière et de côté, ainsi que de donner une illusion de largeur et de profondeur à la devanture. Par contre, la réflexion des silhouettes des passants ou des véhicules présents à l'extérieur en fait un fond dynamique qui nuit à l'attention du passant et rompt la lisibilité du contenu de la devanture.

En précisant d'avantage l'objet d'une devanture, Caboni (1947) démontre que pour pouvoir attirer l'attention du passant, celle-ci doit être étudiée selon trois dimensions distinctes: (i) d'abord en fonction des articles que l'on souhaite exposer dans la devanture ; (ii) ensuite selon la nature des clients que l'on veut cibler ; (iii) et enfin en la mettant en relation avec les caractéristiques du quartier dans lequel se trouve le magasin.

La devanture dématérialisée

Ce que nous entendons par dématérialisation est une rupture progressive avec tout ce qui constituait jusque là le corps de la devanture. Ainsi, cette nouvelle tendance internationale (Kliment, 2004) est de plus en plus présente sur le boulevard. Son objet est d'évacuer tout obstacle visuel entre le passant et le fond de l'étalage afin de permettre au piéton de voir aussi profond que possible vers l'intérieur du magasin (Figure 8).

Cette vision exacerbée de la transparence repousse les performances du verre jusqu'à ses limites critiques. Le verre dans ce type d'expression architecturale, en plus d'être un matériau de cloisonnement, est aussi sollicité en tant que matériau de structure porteuse ou comme raidisseur au flambement des panneaux de verre principaux qui se dressent

verticalement sur toute la hauteur du commerce.

Figure 8: Quelques devantures dématérialisées sur le boulevard Saint-Laurent.



Anatomie du marchand silencieux

En étant située à la base du bâtiment, la devanture constitue l'élément le plus important dans le champ de vision du piéton. Souvent elle sert de repère à l'échelle du voisinage et le bâtiment au-dessus n'est considéré qu'en second plan. Compte tenu de la grande variété d'expression de devantures survenue durant le 20^{ème} siècle et qui s'allonge de nos jours encore, vouloir établir un modèle générique de conception de cet élément architectural est une entreprise relativement complexe.

Pour cela, notre analyse porte sur les éléments architecturaux récurrents dans la matérialité de ce champ de transition, permettant de passer de l'espace public du trottoir vers l'espace semi-public du commerçant. En effet, bien que le jeu de conception des devantures donne des expressions diversifiées, certains éléments sont jusqu'à un certain point essentiels, dont notamment : l'entablement, les pilastres, la base, la vitrine, l'imposte et bien entendu l'entrée du commerce (Langlois, 1987). Il peut exister toutefois d'autres éléments tel l'enseigne, l'auvent ou la banne que nous ne retenons pas dans la mesure où ils ne constituent

pas une solution architecturale, dans le sens stricte du terme ni même un élément de la structure de la devanture.

(i) L'entablement : De par sa position dominante, on s'en sert souvent pour installer l'enseigne du commerce. D'un point de vue architectural, l'entablement constitue l'élément intermédiaire entre la composition de la devanture et le haut du bâtiment. Par-là, son rôle est d'assurer soit une transition heureuse entre l'expression relativement riche de commerce et celle plus dépouillée des étages du dessus ; soit marquer une nette distinction entre ces deux niveaux lorsque l'harmonisation ne figure pas parmi les objectifs de la conception.

(ii) Les pilastres : Par leur expression verticale, les pilastres suggèrent un appui à l'entablement. Situés de part et d'autre de la devanture, ils servent à marquer les limites du commerce par rapport à son voisinage. Ils contribuent ainsi à renforcer l'image et l'identité du commerce. Pour les bâtiments de grande emprise sur la rue, les pilastres jouent un rôle porteur associé à la structure même du bâtiment, ce qui leur donne un effet récurrent sur la devanture. Cette fonction est d'autant plus marquée quant ils se présentent en reliefs par rapport à l'alignement de la façade. Ils ne manquent pas cependant de servir d'encadrement aux vitrines qui présentent les étalages de produits.

(iii) La base : D'un commerce à l'autre, la hauteur de la base est très variable. Lorsqu'elle est particulièrement marquée, cet élément exprime souvent un caractère horizontal que le concepteur veut donner à la devanture. Pour certains commerces, on s'en sert aussi pour afficher ou graver les signes normalement contenus dans l'enseigne. Cependant, la situation de cet élément en ras du trottoir en fait un objet particulièrement sensible aux dommages que peuvent engendrer les passants (chocs, altérations, détritrus) ainsi qu'aux fluides dont on se sert pour nettoyer la vitrine.

(iv) La vitrine : Élément capital de la devanture, la vitrine exprime en premier lieu la fonction commerciale du local. Son rôle architectural est d'assurer la visibilité des produits

étalés ainsi que d'éclairer le local durant la journée. Ses proportions dépendent en grande partie de la nature et des dimensions des objets qu'elle permet d'afficher. Bien qu'elle soit en général fixe, certains commerces préfèrent des vitrines amovibles afin d'accentuer le caractère de transparence ou pour raison de commodité, ce qui est particulièrement le cas des lieux de restauration. Cette possibilité d'ouvrir la vitrine n'est bien entendue exploitée que pendant les saisons tempérées.

(v) L'imposte : Il s'agit de la partie surélevée située entre la vitrine et juste au dessous de l'entablement. Dans les anciennes expressions de devanture, l'imposte se définit comme prolongement vertical de la vitrine. Les raisons d'éclairage et d'aération, rendent nécessaire cette disposition lorsque la hauteur sous plafond est grande ou que l'on dispose d'une mezzanine. Lorsque le plafond est rabaisé pour exploiter un niveau intermédiaire en comble ou pour créer une ambiance plus intime à l'intérieur du commerce, elle est généralement obturée et sert à prolonger l'entablement, pour supporter l'enseigne ou encore un auvent.

(vi) L'entrée : Principal point de transit entre le magasin et l'extérieur, l'entrée peut présenter un passage brusque vers le commerce lorsqu'elle est située en alignement avec la façade ou un passage graduel quant elle est située en recul par rapport à cet alignement. L'entrée comporte un seuil d'une ou plusieurs marches dépendamment de l'existence ou non d'un sous-sol au sein du bâtiment. Sur le plan architectural, la situation de l'entrée renforce le rythme général de la façade. Située au centre par exemple, elle met en valeur l'axe de symétrie de la façade lorsque les ouvertures aux étages sont situées de part et d'autre de cet axe.

Dépendamment de l'expression esthétique recherchée lors de la conception d'une devanture, les dimensions ainsi que les proportions de ces six éléments architecturaux seront plus ou moins prononcées et constituent donc des variables essentielles pour la modélisation des devantures.

L'épreuve du contexte

Il va sans dire que le commerce est par nature moderne et de ce fait va le plus souvent

vers le renouveau. Cela demeure valable quelle que soit la nature du produit ou du bien vendu, et quel qu'en soit l'âge du commerce, ancien ou nouveau. Ainsi, du point de vue de l'activité marchande en tant que telle, il est difficile de trouver des arguments favorables à l'adoption de concepts dépassés dans la conception des nouvelles devantures. En effet, l'aspect de la devanture donne la première image du magasin qui peut attirer ou repousser le client. De plus, il existe un aspect ludique dans l'expression d'une devanture dans le sens qu'il est plus gratifiant pour le passant de s'arrêter devant une devanture moderne plutôt que se tenir devant une vieille vitrine. Cette dernière est facilement associée à un commerce de vieilleries.

Soulignons que la majorité des commerçants du boulevard Saint-Laurent sont locataires du rez-de-chaussée seulement, et qu'ils sont là pour faire affaire et générer le plus de richesse possible dans les meilleurs délais. Il en va de la survie de leur activité dans un environnement hautement concurrentiel. Dans ces circonstances, ils ne sont pas nécessairement préparés à effectuer des interventions architecturales pour la simple raison d'embellir l'aspect de leur boulevard.

Envisager le contraire, cependant, revient à mettre en avant le fait qu'une intervention architecturale positive, par son caractère public, non seulement rehausse l'aspect général du bâtiment en question mais elle contribue à la valorisation globale du secteur. Ce qui devra permettre en bout de ligne d'attirer une plus grande clientèle, et par conséquent améliorer à la fois le rendement commercial des contributeurs à ces interventions, mais également celui de leurs voisins.

Le rapport au bâtiment

Pour réussir la conception d'une devanture, il est nécessaire de prendre en compte le bâtiment dans sa globalité (Langlois, 1987). Dans ce contexte, la notion de globalité est à considérer non seulement d'un point de vue physique mais également historique. Si il est nécessaire de considérer l'état actuel de l'édifice, il est tout aussi important d'élucider son aspect originel (Michell, 1986). En effet, ceci est nécessaire pour identifier notamment la structure du bâtiment, de distinguer les matériaux d'origine par rapport aux ajouts et

possiblement de ressortir les artefacts (qui ont présidé à l'identité première de la bâtisse) que l'on peut sauvegarder tel quel ou éventuellement rénover.

N'est-il pas souvent utile de rénover les éléments de la devanture originelle à chaque fois que cela est possible ? De toute évidence, cela ne peut qu'appuyer l'image de notoriété que les commerçants cherchent généralement à transmettre. À partir de cet intervalle (état actuel – état originel) il devient possible de comprendre les divers changements qui ont remodelé la construction au fil du temps, pour aboutir à l'aspect architectural contemporain. Une analyse critique de ces diverses interventions permet d'en évaluer les qualités et d'identifier celles que l'on peut retenir et de celles qui ne coïncident pas avec le caractère du bâtiment, et qu'il est possible d'évacuer.

Le rapport au voisinage

D'un autre point de vue, nous reconnaissons le fait que la devanture soit un message destiné au public. Cependant, si chaque commerçant se met à *crier* plus fort que les autres, le public finit par ne rien *entendre* du tout. D'où l'intérêt d'une relative harmonie de l'ensemble des expressions architecturales les plus significatives du site. En effet, il faut reconnaître que le bâtiment n'est pas un objet isolé. Il s'édifie, interagit et communique dans un contexte urbain, économique et social bien spécifique.

De ce fait, une vision globale du boulevard en tant qu'ensemble cohérent est d'une importance primordiale. Il s'agit ici de comprendre le caractère architectural propre au site de l'intervention, puis d'évaluer les effets produits par l'insertion de la nouvelle devanture sur le reste du paysage urbain. A cette fin, les matériaux, les couleurs et les textures judicieusement choisis constituent les ingrédients pertinents d'une harmonie d'ensemble.

D'un autre côté, l'intégration d'une devanture par rapport à son voisinage gagne aussi en utilisant des éléments de contraste. Une expression sobre et minimaliste a plus de chance d'être aperçue lorsqu'elle se trouve dans un contexte architectural chargé de couleurs, de détails de moulure et de ferronnerie par exemple. La situation devient opposée lorsqu'il s'agit

d'une artère commerciale, dont la caractéristique en générale est la sobriété, la devanture doit alors user d'un design plus riche au niveau des matériaux afin d'attirer l'attention (Kliment, 2004).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons souligné que l'évolution historique de la forme de la devanture commerciale est liée aux paradigmes que les usages fonctionnels et les techniques de construction ont attribués, au cours du temps, à cet objet architectural. Nous avons aussi constaté que l'intégration d'un concept de devanture dans son environnement peut s'effectuer selon un rapport vertical, c'est-à-dire vis-à-vis du bâtiment dans lequel il s'insert, ou encore selon un rapport horizontal, c'est-à-dire vis-à-vis des expressions architecturales présentes dans le voisinage.

En tant qu'objet architectural, le concept d'une devanture est nécessairement chargé des représentations que lui donnent ses usagers et en particulier des maîtres d'ouvrages. La lecture des représentations et des enjeux de ces maîtres d'ouvrages est abordée au cours du prochain chapitre.

Chapitre 4 : Les enjeux du maître d'ouvrage

" Mais d'où peut donc, ô Socrate, venir ce goût de l'éternel qui se remarque parfois chez les vivants? Tu poursuivais la connaissance. Les plus grossiers essaient de préserver désespérément jusqu'aux cadavres des morts. D'autres bâtissent des temples et des tombes qu'ils s'efforcent de rendre indestructibles. Les plus sages et les mieux inspirés des hommes veulent donner à leur pensées une harmonie et une cadence qui les défendent des altérations comme de l'oubli"

Valéry.

Introduction

Le paysage architectural qu'offre aujourd'hui le boulevard Saint-Laurent est largement empreint de la présence de ces devantures commerciales offertes au regard du passant. Nous pouvons imaginer l'harmonie d'ensemble que pouvait leur procurer autrefois l'emploi du bois ouvragé, les vitrages de diverses tailles et les cadres proportionnés des vitrines, au moment de l'implantation des bâtiments de ce secteur urbanisé au tournant du XX^{ème} siècle. Si par chance, quelques rares constructions nous parviennent aujourd'hui dans un état relativement bon, les qualités de ces artefacts d'arts passent souvent inaperçu au regard du public, du fait de l'attention excessive que notre société de consommation porte à la nature

et au prix des produits étalés.

Les devantures d'origine encore présentes sur le boulevard sont de plus en plus sujettes à des transformations irréversibles qui dénaturent le paysage urbain du secteur. Si certaines transformations sont radicales et procèdent par *tabula rasa*, les plus heureuses restent partielles et n'affectent que certains de leurs éléments constructifs. Cela est attribuable à divers facteurs dont la vague de rénovation qui s'est accentuée durant les années 80, et qui s'est poursuivi jusqu'à nos jours. Pour certains cas, cela n'enlaidie pas nécessairement le paysage urbain. Toutefois, la disparition de ces devantures signifie la perte d'un des éléments architecturaux et décoratifs les plus significatifs du boulevard.

Nous devons reconnaître aussi que, dans la plupart des cas, ce patrimoine n'est pas dans un excellent état de conservation. En effet, bien que les vitrages soient généralement bien soignés (commerce exige), la structure des devantures présente souvent un manque d'entretien qui engendre à long terme la détérioration des matériaux employés. La nature fluctuante de l'activité commerciale sur le boulevard et le changement fréquent des locataires laisse penser à un probable désintérêt, de la part de ces occupants temporaires, à la mise en valeur des structures des façades et sans doute à un manque de ressources financières dédiées à cela.

Il était alors intéressant, lors de cette recherche exploratoire, de nous mettre à l'écoute d'un groupe de maîtres d'ouvrages (commerçants, locataires ou propriétaires), acteurs de ces diverses formes d'harmonie et de cacophonie qu'expriment actuellement les devantures du boulevard Saint-Laurent.

Cadre conceptuel

Compte tenu de sa position frontale, la devanture commerciale peut répondre à divers objectifs visés par le commerçant. L'image que reflète une devanture sert à informer le piéton ou éventuellement l'automobiliste sur la nature du commerce et des produits mis en vente. Certes, tous les passants d'une rue ne sont pas là dans l'objectif de faire des achats immédiats. Il est alors souhaitable que la devanture puisse attirer l'attention du passant, l'impressionner et

la maintenir, puis l'influencer à acheter, en créant chez ce client potentiel une impression de besoin du produit mis en vente. L'aménagement de la devanture doit inciter le client à s'acheminer vers l'intérieur du magasin, où se déroulera la négociation puis la vente.

Kliment (2004) souligne quatre paramètres pouvant conditionner la proposition d'une nouvelle devanture commerciale : (i) la nature du commerce ; (ii) le contexte architectural et urbain dans lequel cette activité s'insère ; (iii) la réglementation urbaine en vigueur ; (iv) et les styles qui gouvernent la mode des devantures au moment du projet. Évidemment, l'idéal pour le maître d'ouvrage serait que ces quatre facteurs convergent d'eux même vers une solution architecturale unique. L'expérience montre cependant que rien n'est moins probable.

Nous avons procédé à une série d'entretiens auprès d'un groupe de maître d'ouvrage. Nous nous sommes intéressés (i) aux raisons qui ont poussé chaque répondant à changer de devanture ; (ii) aux intentions et aux objectifs qu'il s'est fixé dans le cadre de son projet de transformation de devanture ; (iii) aux moyens et aux compétences mis en œuvre dans cette réalisation ; (iv) ainsi qu'à la relation entre la devanture et le boulevard dans son ensemble, avec le voisinage immédiat ou encore avec bâtiment dans lequel il se situe.

Objectif et questions

L'objectif de cette démarche était d'arriver à une meilleure compréhension du contexte et des circonstances qui entourent les changements actuels des devantures du boulevard. Nos questions de recherche étaient les suivantes : (i) comment les transformations actuelles des devantures commerciales influent-elles sur le cadre architectural et patrimonial du boulevard ? (ii) peut-on distinguer dans ces transformations une nouvelle typologie de devantures émergentes, ou ne serait-ce qu'une recomposition des devantures existantes ? (iii) ces transformations sont-elles généralisées ou bien affectent-elles des catégories particulières de commerce, de communautés, ou de construction ?

Hypothèses spécifiques

Partant d'un constat préliminaire sur la situation actuelle du secteur Mile End, nous pouvons émettre les trois hypothèses suivantes : (i) Lors d'une opération de transformation ou de construction d'une devanture, la motivation première du commerçant relève du succès commercial que la nouvelle vitrine peut lui rapporter ; (ii) dans ces conditions, on prend peu ou pas en compte les caractéristiques patrimoniales du lieu de l'intervention, qui viendront probablement en filigrane derrière d'autres considérations telles les impératifs d'une stratégie de séduction et les limitations budgétaires liées au projet (Portas, 2000) ; (iii) en captant ces nouveaux concepts de devantures, il est possible de les modéliser sur un système informatique de modélisation géométrique, afin de pouvoir les figurer et les communiquer aux autres intervenants du projet.

Approche méthodologique

Choix de la méthode

Compte tenu du caractère exploratoire de notre approche, de la nature de notre problème et de nos questions de recherche, nous adoptons une démarche inductive, durant laquelle nous sommes amenés à interroger des commerçants ayant effectués récemment des modifications sur leurs devantures. La méthode doit nous permettre de franchir deux obstacles à la communication avec les répondants : (i) le projet de changement de devanture commerciale suscite, le plus souvent, des conflits d'intérêt qui opposent le maître d'ouvrage à la Ville. De ce fait, ce dernier n'est pas disposé à en parler publiquement. (ii) d'un autre côté, la nature de travail du commerçant exige de lui une disponibilité permanente envers ses clients ou ses collaborateurs. Ainsi, la technique de sondage par téléphone est totalement inappropriée pour notre investigation. La technique de sondage par courrier (écrit en français) offre certainement plus de temps au répondant pour réfléchir aux questions et pour y répondre. Mais, du moment que nous sommes dans un site multiculturel (où les gens ont diverses langues maternelles), cette approche ne donne aucune assurance sur le pourcentage de gens

qui vont réellement répondre à notre questionnaire.

Nous choisissons alors de nous rapprocher le plus possible du milieu habituel de nos répondants, en les abordant au sein même de leurs magasins. En effet, isoler un commerçant de son milieu crée un climat artificiel et tendu pour celui-ci (qui peut lui induire non seulement une perte de temps mais surtout d'argent) susceptible de biaiser la situation observée et aboutir à des informations inconsistantes.

Soulignons aussi que le but de cette recherche exploratoire n'est pas d'établir un modèle statistique du phénomène de changement de devantures, mais plutôt d'obtenir le maximum d'informations, les plus pertinentes au sujet du processus de ces transformations. Cela nécessite des réponses relativement élaborées et spécifiques au vécu et à l'expérience de chaque répondant. En bout de ligne, nous aboutissons à des données non métriques que l'on ne peut capter ou mesurer selon une démarche quantitative classique (Van der Maren, 1996). Une analyse de contenu, portant sur des récits de sujets ayant déjà effectués des transformations de devantures, s'avère être la technique la mieux appropriée pour cette recherche.

Échantillonnage des sujets

Afin de recueillir nos données, nous avons établi un échantillonnage *intentionnel* regroupant vingt *cas typiques* (Deslauriers, 1991) de commerces présents sur le boulevard, dont les devantures ont été transformées au cours des six dernières années. Deux dates significatives nous permettent de choisir cette période en particulier : (i) la première date remonte au mois d'octobre 2001, date à laquelle la Ville a décentralisé son service des permis de construction vers les divers arrondissements de la métropole ; (ii) la deuxième est liée à la période moyenne d'essai d'un nouveau commerce au sein du boulevard. En effet, nous constatons que la majorité des commerces qui ne réussissent pas à s'établir correctement et à trouver une clientèle qui leur permette de survivre, quittent le boulevard au terme de la deuxième année d'existence.

Compte tenu de la diversité des fonctions commerciales présentes sur le boulevard, il

était intéressant d'opter pour un échantillonnage représentatif en appliquant le principe du modèle réduit. Les principales fonctions commerciales représentées sont le meuble, la restauration, l'habillement, les soins de corps, et les galeries d'artistes. Par ailleurs, plusieurs projets de devantures sont actuellement en chantier sur le boulevard. Certains portent sur tous les étages de l'immeuble concerné, d'autres concernent uniquement le rez-de-chaussée commercial. Nous ne pouvons toutefois retenir ces projets parmi notre échantillonnage pour deux raisons : (i) il est prématuré pour le répondant d'établir une vision concrète de sa devanture et d'évaluer son impact sur le public et sur le contexte architectural, avant que celle-ci ne soit totalement réalisée ; (ii) de plus, un chantier étant toujours sujet à modification, rien n'assure que le résultat final sera compatible avec les dispositions préliminaires du projet.

Instrumentation et collecte des données

Une grille de questions structurée nous a servi de canevas pour nos entrevues (Annexe 1). Celles-ci avaient une durée moyenne de 25 minutes. Afin de ne pas biaiser les informations recueillies auprès des répondants, la formulation des questions ne devait pas orienter ces derniers vers un type particulier de réponses. La grille de questions portait sur quatre thèmes : (i) le rapport au projet de transformation de la devanture, (ii) les compétences professionnelles et les savoirs mis en œuvre, (iii) le rapport au patrimoine architectural du boulevard en général, et à celui de l'immeuble où a eu lieu l'intervention en particulier (iv) le rapport à la réglementation urbaine en vigueur.

D'un autre côté, les questions posées aux répondants étaient souvent complétées par des sous questions improvisées, de manière à relancer et/ou entretenir la communication avec le sujet lorsque celle-ci était interrompue par un élément externe (client, appel téléphonique, collaborateur), comme ça a souvent été le cas.

Tout d'abord nous avons effectué un test préliminaire auprès d'un artiste peintre nouvellement installé sur le boulevard. Cela nous a permis de vérifier la pertinence de nos questions, leur clarté et leur efficacité à extraire des informations utiles pour nos questions de recherche. Ensuite, nous avons procédé à notre série d'entrevues. Lors de celles-ci, les récits

des sujets interrogés étaient enregistrés sur magnétophone afin de constituer la partie phonique de notre corpus de données.

Analyse et interprétation des données

Analyse

Une fois que toutes les entrevues ont été effectuées et que les enregistrements sonores ont été complétés, nous procédons à l'étape d'analyse de nos données. Pour cela, nous adaptons la méthode d'analyse de contenu décrite par L'Écuyer (1987). Le but de cette analyse est de catégoriser chaque récit en identifiant ses unités de sens (ou catégories). Évidemment, notre intérêt porte exclusivement sur les idées en relation avec le projet de devanture ; les digressions sont systématiquement évacuées. Lors de l'analyse nous procédons en deux étapes:

(i) la première étape consiste à transcrire notre corpus d'enregistrements sonores. Nous utilisons pour cela les logiciels CoolEdit (spécialisé dans la gestion et l'édition des enregistrements sonores) et le tableur Excel (qui nous permet d'organiser notre verbatim sous une forme matricielle) ;

(ii) la seconde étape sert à la catégorisation des données. Lors de cette phase nous utilisons un *modèle mixte* de catégorisation des unités de sens (L'Écuyer, 1987). Cela consiste à analyser le corpus de données selon une grille préliminaire de catégories, que nous avons définis de manière provisoire (Annexe 2). Au cours de l'analyse, de nouvelles catégories sont ajoutées à cette grille, alors que d'autres sont remplacées ou même évacuées lorsqu'elle ne correspondent à aucune unité de sens disponible dans les récits (Annexe 3). A chaque catégorie (colonne 1) est attribué un code succinct (colonne 2) qui sert à identifier l'unité de sens correspondante dans le récit du répondant.

Pour chaque verbatim, nous utilisons un tableau à deux colonnes (Annexe 4) : l'une, représente la durée de l'entrevue subdivisée par périodes de 5 secondes ; l'autre, comporte les codes identifiant les unités de sens. L'analyse des catégories s'intéresse à identifier les

enchaînements qui lient les catégories au cours du récit plutôt qu'à leur récurrence. La raison de cela est qu'il arrive que le répondant s'autocensure et qu'un thème soit prégnant dans son récit sans être littéralement évoqué à plusieurs reprises (Le Gall, 1987).

Interprétation

Le rapport au projet de transformation

Contrairement à ce que nous pensions au départ, les changements actuels apportés aux devantures commerciales ne sont pas seulement l'œuvre de nouveaux arrivants sur le boulevard. En effet, près de la moitié des répondants représentent des commerces qui existent depuis plus de 4 ans. Il nous semblait aussi au départ que ces changements seraient l'œuvre des propriétaires en quête de valorisation de leurs locaux. En fait, les nouvelles transformations sont d'avantage initiées par les locataires et non par les propriétaires. D'ailleurs, outre deux locataires ayant su partager la facture avec leurs propriétaires, tous les répondants ont assumé la totalité des coûts des modifications apportées à leurs devantures.

Le besoin de rénover une devanture ancienne est certes plus pressant dans le cas d'un nouveau commerce, cela lui permet d'établir son identité sur le boulevard. Cependant, une fois que les nouveaux commerces ont établi leurs jeunes images, les plus anciens sont forcés à rénover à leur tour leurs devantures. Cela crée ce que l'on peut considérer comme un cycle de rénovation sur le boulevard. Ainsi, le changement de devanture est plus animé par des raisons publicitaires, que par un souci fonctionnel. A titre d'exemple, pour les commerces de vêtements et ceux de soin de corps (dont la clientèle est généralement ciblée selon l'âge) au bout d'une période allant de 5 à 10 ans (selon nos répondants) la clientèle s'est presque régénérée en de nouveaux profils de consommateurs, porteur d'une culture différente de la précédente. Il devient alors nécessaire de changer d'image afin de répondre aux attentes de la nouvelle génération.

Le rapport aux compétences mises en oeuvre

Les récits recueillis permettent de constater que plusieurs propositions de devantures ne sont pas l'œuvre de concepteurs professionnels. En effet, seulement un commerçant sur trois a eu réellement recours aux compétences d'un architecte ou d'un designer. Souvent, l'architecte ou le designer ne sont sollicités que pour établir les documents graphiques d'un concept déjà établis ou choisis par le répondant. De plus, ce dessin d'architecte ou de designer est davantage considéré comme une formalité pour satisfaire la Ville.

Dans une logique économique cela est bien compréhensible : Pourquoi engager de nouveaux frais pour l'élaboration de plans que l'on peut faire faire par le fabricant de devantures lui-même ou par l'entrepreneur qui va la réaliser ? En fait, aucun de nos répondants n'est novice dans son métier. La moyenne d'âge des répondants dépasse les 35 ans, dont plusieurs années d'expériences professionnelles qui en font des experts dans leurs domaines. Cette expérience professionnelle n'est pas sans véhiculer des modes d'étalage et une certaine image du commerce. Dès lors, le maître d'ouvrage se satisfait généralement des compétences d'un fabricant de devantures pour établir son projet.

Le rapport au patrimoine

La majorité des répondants ont manifesté une certaine sensibilité vis-à-vis du patrimoine architectural présent sur leur boulevard. Les répondants tiennent compte non seulement de la vétusté du bâtiment, mais également de la nature des matériaux utilisés dans sa construction et des éléments d'ornementation présents sur la façade.

S'agissant par contre des concepts des projets de modification de devantures que nos répondants ont réalisés au sein du boulevard, les récits nous permettent de ressortir deux visions : (i) une vision introvertie, où les maîtres d'ouvrages vont chercher leurs éléments de composition à partir des devantures commerciales existantes sur le boulevard Saint-Laurent. Si certains vont s'intéresser de façon aléatoire à tous les types de devanture, certains par contre sont plus sélectifs et s'intéressent uniquement aux commerces de même nature ; (ii) une vision extravertie, dans laquelle le territoire de recherche est élargie, en ce sens que les commerçants

vont adapter des concepts recueillis à partir d'autres boulevards de la ville, voire même à l'extérieur de pays (en particulier au États-Unis, en Europe, ou en Asie). Ce dernier cas s'applique particulièrement pour les communautés ethniques et les personnes ayant eu des expériences professionnelles à l'étranger.

Le rapport à la réglementation

Si la réglementation urbaine actuelle est relativement respectée par la majorité des répondants, ceux-ci pensent qu'il est nécessaire de l'orienter sur des aspects hygiéniques et sécuritaires et d'interférer le moins possible avec leurs concepts commerciaux. En effet, les principaux problèmes soulevés par les répondants au sujet des devantures sont le vol et le vandalisme (notamment par les graffitis). Comparées aux anciennes devantures de bois ouvragé, les nouvelles générations de vitrines à cadres d'aluminium ou celles sans cadres semblent être plus simple à nettoyer. De plus, ces devantures modernes sont le plus souvent équipées de systèmes d'alarmes disposés à l'entrée et sur les vitrines.

D'un autre côté, si la réglementation urbaine exige l'établissement d'un rapport esthétique axé sur la verticalité, c'est-à-dire entre la devanture proposée et les autres étages du bâtiment, la majorité des répondants ont déclaré vouloir s'intégrer plutôt dans le sens horizontal, c'est à dire par rapport au *voisinage*. En effet, nous constatons que la notion de voisinage chez le commerçant est de nature extensive, c'est-à-dire que quand il cherche à identifier des modèles de devantures à partir desquels il va s'inspirer pour son propre projet, il se concentre en priorité sur les commerces avoisinants qui sont dans le même domaine d'activité. Cela explique en partie certaines similitudes architecturales que nous retrouvons dans des commerces de même groupe d'activité : telles les grandes baies vitrées pour les commerces de meubles ou les vitrines terrasses, à baies coulissantes pour les lieux de restauration. Ces deux typologies de devantures sont aussi les plus récurrentes ces dernières années.

Conclusion

Lors de la dernière section de ce chapitre, nous avons souligné le fait que les maîtres d'ouvrages tendent davantage vers le rapport d'intégration horizontal (vis-à-vis du voisinage) lors des transformations de leurs devantures. Cette posture est souvent contradictoire à celle prévue par le règlement urbain qui, rappelons-le, favorise un rapport vertical (vis-à-vis du bâtiment) afin d'assurer la cohérence de chaque édifice.

Il devient alors opportun d'établir une méthode d'aide à la décision en architecture, qui tient compte simultanément du rapport vertical défini par la réglementation et du rapport horizontal sur lequel insistent les commerçants. Une fois implémentée sur un outil informatique, cette méthode devra permettre de générer des propositions de devantures qui s'inspirent des éléments architecturaux choisis par l'utilisateur, tout en répondant à des caractéristiques architecturales du bâtiment dans lequel ces propositions devront s'insérer. L'élaboration de cette méthode est discutée au cours du chapitre suivant.

Chapitre 5 : L'approche évolutive en conception

"Nous avons dit, -ou à peu près dit, - que toutes les choses visibles procèdent de trois modes de génération. Les unes font principalement paraître le hasard. Les autres font concevoir un accroissement simultané, sûr et aveugle, dans une durée où ils semblent contenus en puissance. Il y a, enfin, les oeuvres de l'homme, qui traversent, en quelque sorte, cette nature et ce hasard; les utilisant, mais les violant."

Valéry.

Introduction

Depuis que l'informatique s'est intéressé au domaine de l'architecture, la génération des formes architecturales est demeurée toujours un sujet à controverse. L'usage des techniques de génération reste limité lors des premières phases de conception, dans lesquelles tous les paramètres des solutions envisageables n'ont pas été définies (Huot, 2005).

L'appropriation de l'outil numérique dans le domaine de la conception architecturale passe nécessairement par l'analyse du mode d'interface Homme-Machine par lequel l'utilisateur est amené à communiquer avec le système qu'il utilise. Depuis l'avènement de la CAO nous pouvons distinguer trois époques majeures :

(i) l'époque des stations de travail – qui correspond aux années 1970- où les éditeurs de logiciels proposaient des trousseaux de programmes spécifiques qui concernaient le domaine de l'architecture et ses domaines connexes, notamment l'ingénierie. Le paradigme dominant mettait de l'avant des modèles algorithmiques robustes pour le traitement des données spatiales. L'interface utilisateur était considérée en second plan et sans aucun doute cela contribuait au fait que rares étaient les architectes qui pouvaient interagir avec de tels systèmes et les maîtriser parfaitement ;

(ii) Suite à cela, l'époque des ordinateurs personnels des années 1980 marque un début de démocratisation de l'outil informatique. Les éditeurs offrent alors des solutions plus génériques pour gagner la plus grande part de marché avec des prix amplement plus abordables. C'est aussi durant cette époque que les compétences en informatique s'introduisent de manière officielle et à plus grande échelle, dans les cursus de formation des écoles et centres de formation en architecture. L'intérêt de ces formations est centré sur les performances graphiques que peut apporter l'outil numérique à un processus de mise en forme du projet de design ;

(iii) L'époque des systèmes à base de connaissance –années 1990- où l'on commence à s'intéresser à la modélisation d'objets dits intelligents, capables de se redéfinir selon des paramètres modifiables va encore plus simplifier l'interfaçage entre l'Homme et la Machine. Entre temps, les systèmes d'exploitation aussi ont largement évolué et le mode console est passé aux oubliettes pour le grand public.

La présente recherche se réfère aux méthodes de modélisation architecturale permettant d'opérer des actions en se basant sur des connaissances modélisées sur un système informatique. Par connaissance, nous signifions les éléments de savoir-faire issus d'expertises professionnelles dans le domaine de l'architecture. Les savoir-faire qui nous intéressent peuvent être de deux type : (i) des savoirs constructifs portant sur des techniques de fabrication ou de composition d'éléments architecturaux ; (ii) des savoirs normatifs émanant de règlements qui balisent un champs de concepts souhaitables, ou encore qui rejettent des concepts inappropriés à un certain contexte d'intervention.

La raison pour laquelle nous nous référons aux méthodes de modélisation à base de connaissances est que l'espace architectural du boulevard Saint-Laurent (que nous cherchons à modéliser lors de cette étude) revêt un caractère patrimonial spécifique. Ce dernier nécessite que les nouvelles interventions architecturales s'y opérant – transformation, reconstruction, etc. - puissent s'harmoniser par rapport aux bâtiments existants, en répondant notamment à des règles spécifiques d'aménagement urbain, tel que nous l'avons vu dans le chapitre traitant de la réglementation.

Parmi les diverses approches de modélisation, la méthode d'optimisation compte parmi les plus récentes dans le domaine de la conception architecturale. Dans ce chapitre nous effectuons une analyse comparative de quatre expériences récentes d'application de ce modèle dans le domaine de la conception architecturale. Mais avant cela, nous entamons par un bref aperçu sur la programmation d'optimisation afin d'éclairer ses concepts de bases, son mode de fonctionnement et ses contextes d'exploitation.

Le modèle d'optimisation

Comme son nom l'indique, la démarche d'optimisation s'intéresse principalement au genre de problèmes relativement complexe dont il n'existe pas jusqu'à présent une démarche algorithmique exhaustive, efficace et relativement rapide, pouvant être exploitée sur les équipements informatiques standards. Pour tenter de résoudre ce type de problèmes, on utilise souvent des modèles d'approximation qui approchent le plus possible une solution théorique reconnue comme étant idéale. Les *algorithmes génétiques* font partie de cette famille de stratégies d'optimisation qui fut inspirée, depuis les années 1950, par la théorie de l'évolution des espèces vivantes, conçue par Charles Darwin.

Toutefois, ce n'est qu'à partir des années 1970 que cette approche prend réellement son allure avec les travaux de John Holland à l'Université du Michigan. Dans ses travaux, Holland cherche à transposer la métaphore qui régit l'évolution naturelle et surtout les mécanismes d'adaptation vers un système informatique, puis de les rendre exploitables au

moyen de la programmation (Zbigniew, 1992).

Cette nouvelle approche informatique trouve son intérêt dans les situations où le problème ne peut être résolu de manière linéaire, ou encore dans les cas où le traitement algorithmique demande des calculs fastidieux et exige, par voie de conséquence, un temps excessivement long. Ceci est particulièrement le cas dans le domaine de recherche des solutions optimales, et dans celui de l'apprentissage automatisé. Dans ce dernier cas, le processus d'apprentissage est considéré sous forme de compétition parmi une population d'individus qui acquiert une connaissance lors de leur adaptation à des situations contraignantes continuellement renouvelées (Luger et Stubblefield, 1993).

Dans la pratique, un algorithme génétique fait reproduire une population d'individus (candidats), susceptibles d'apporter des solutions plus ou moins satisfaisantes à un problème donné. L'approche adoptée pour cela utilise une technique de traitement parallèle qui entretient chaque individu, en mettant à jours les données qui le décrivent et en vérifiant sa pertinence par rapport au problème. Les données descriptives d'un individu sont codifiées et représentées sous une forme *génétique*, généralement composée de 0 et de 1.

Comme c'est le cas pour les êtres vivants, de génération en génération les individus s'échangent des caractéristiques par croisement, ou bien ils se font de nouvelles caractéristiques selon des mutations aléatoires. Après chaque croisement de N individus, seuls les N individus les plus *performants* peuvent être retenus par le processus de sélection (Kalay, 2004). Ensuite, le processus est réitéré pour permettre aux individus retenus de transmettre certaines de leurs caractéristiques aux générations futures. L'objectif poursuivi par cette démarche est d'arriver à une amélioration progressive de la population au fur et à mesure que le processus se réitère.

Le choix d'exploiter les algorithmes génétiques à notre approche de génération de concepts architecturaux réside essentiellement dans sa démarche qui permet de maintenir non seulement une solution unique mais plusieurs variantes à la fois. En effet, la puissance des algorithmes génétiques réside dans la nature de leur technique de recherche parallèle qui

entretient simultanément un groupe de solutions, élimine les solutions incertaines et croise les solutions retenues (Luger et Strubblefield, 1993).

Toutefois, jusqu'à date les applications des algorithmes génétiques dans les domaines de l'aménagement et de l'architecture demeurent très timides. Nous étudions dans ce qui suit quatre exemples d'exploitation des algorithmes génétiques qui ont essayé d'ouvrir le pas dans cette nouvelle direction. Cela nous permet à la fois de constater l'état de maturité de cette démarche en architecture, ainsi que les possibilités de son application dans le contexte de notre étude.

La détermination des proportions optimales

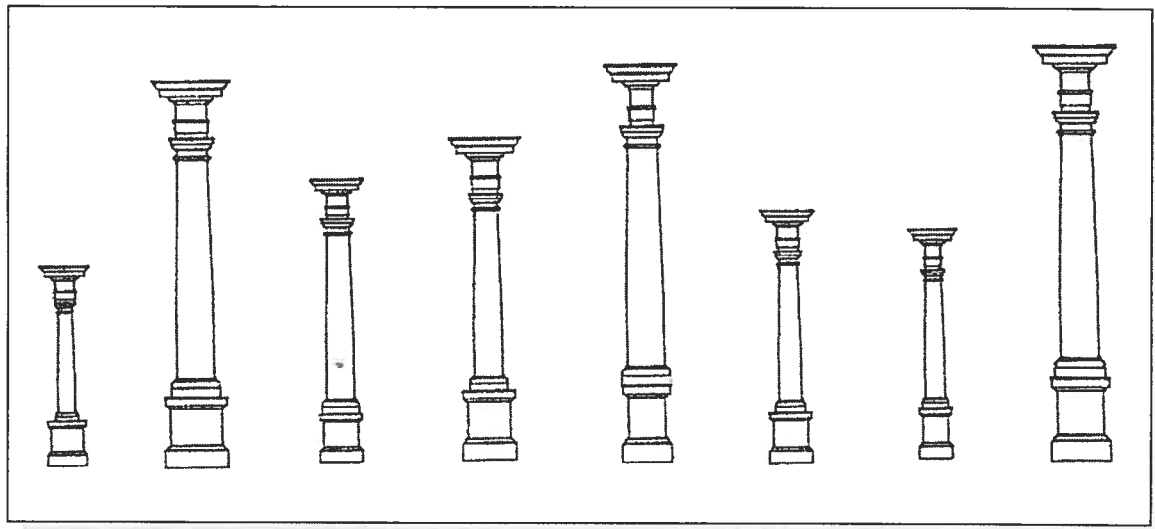
La recherche entamée par Frazer et Graham en 1993, à l'université d'Ulster, sur la proportion optimale d'un élément architectural constitue l'une des premières études à avoir appliqué le modèle d'optimisation dans le domaine de la conception architecturale. L'objectif de cette recherche était d'établir un modèle informatique permettant de générer aléatoirement des colonnes de l'ordre toscan (de différentes tailles), qui répondent le plus possible aux proportions géométriques établies par James Gibbs, un architecte anglais du 18^{ème} siècle qui avait établi les différentes proportions qui relient les éléments de l'ordre toscan (Frazer, 1995).

Pour cela, Frazer et Graham ont établi leur démarche en deux phases : d'une part, il s'agissait de programmer la structure géométrique de l'ordre toscan ainsi que les relations de proportion (énoncées par Gibbs) entre ses divers éléments. À partir de ce modèle géométrique de l'ordre de toscan, le système devait être capable de générer des vues de face des colonnes, en mode vectoriel bidimensionnel ; d'autre part, il s'agissait de définir une structure génétique qui codifie chacune des proportions de la colonne dans un gène spécifique.

En ce qui a trait à l'exploitation du modèle d'optimisation, Frazer et Graham déterminent deux modes de sélection des colonnes générées par le système informatique : (i) une sélection naturelle permettant de faire converger progressivement les proportions générées aléatoirement par le système vers celles définies par Gibbs. (ii) une sélection artificielle,

permettant de choisir certaines propositions et de permuter leurs proportions pour développer de nouveaux types de proportions.

Figure 9: Proportions optimales de l'ordre toscan. (Frazer et Graham, 1993)



En somme, cette expérience fait la démonstration d'une méthode permettant de paramétrer l'aspect physique d'un objet architectural, en l'occurrence l'ordre toscan, en exploitant les mécanismes d'adaptation d'un algorithme génétique (Figure 9). Toutefois, nous ne pouvons pas dire qu'il s'agit d'une évolution de la forme de l'objet, dans la mesure où la structure de l'objet reste inchangée et qu'il s'agit uniquement de juxtaposer à chaque fois les mêmes composantes, selon des proportions différentes. Il s'agit en quelque sorte d'un modèle fermé dont les composantes sont prédéfinies. L'évolution d'un concept architectural durant la phase de design doit permettre à l'utilisateur de changer la nature même de ces composantes, voire même à les redéfinir en de nouvelles formes.

Autant de facteurs qui semblent être au désavantage de l'application à grande échelle du modèle d'optimisation dans le domaine de l'architecture. En effet, cette approche semble s'être éclipsée dans les publications pendant plusieurs années qui suivirent cette recherche. Ce n'est qu'en 1999 qu'une nouvelle recherche redonnera de l'intérêt à l'usage des algorithmes génétiques en design.

La détermination de la forme optimale

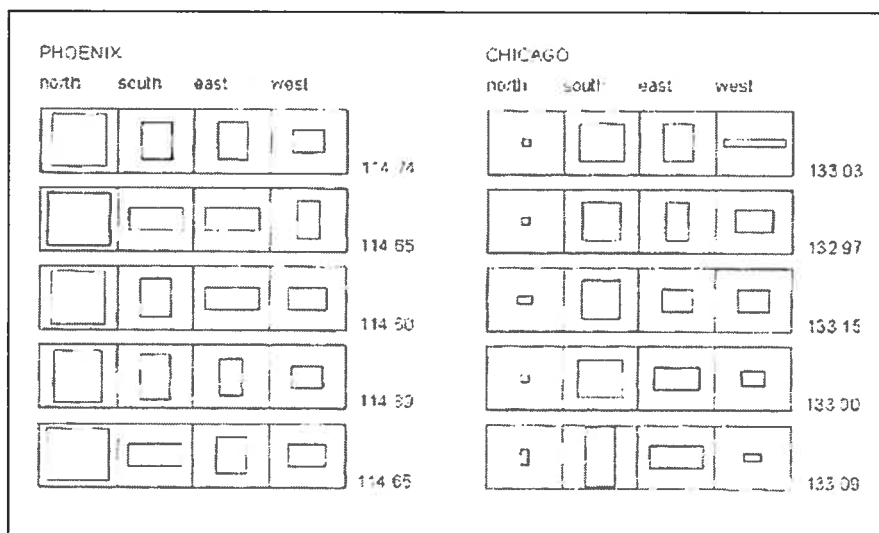
La problématique soulevée par Galdas et Norford (1999), du Massachusetts Institute of Technology (MIT), porte sur l'identification des tailles optimales des fenêtres d'un bâtiment de manière à favoriser un éclairage adéquat des espaces qu'elles desservent. La technique d'optimisation est retenue ici dans la mesure où plusieurs paramètres entrent en jeu dans le simple fait d'éclairer un espace. On cite notamment, le climat, l'orientation et l'affectation de l'espace.

Parmi ces aspects, certains peuvent cependant présenter des caractères conflictuels, faisant en sorte que la résolution ne soit pas si aisée pour le concepteur. A titre d'exemple, opter pour une grande fenêtre lorsque la façade est orientée nord peut, certes, favoriser un éclairage meilleur. Toutefois, cette grande baie accentue les déperditions thermiques entre l'intérieur et l'extérieur au cours des saisons froides. A l'inverse, le fait de réduire cette surface pose non seulement le problème de l'éclairage, mais en crée aussi d'autres tel le développement des moisissures lorsqu'on se trouve dans un climat humide.

L'hypothèse proposée par Galdas et Norford suggère qu'il est possible d'utiliser un algorithme génétique pour identifier la surface optimale des baies qui permet de rejoindre un niveau optimal d'éclairage naturel, tout en minimisant la consommation d'énergie électrique utilisée pour l'éclairage artificiel. Comme étude de cas d'étude, deux bâtiments fictifs sont envisagés. L'un est supposé être situé à Phoenix, en Arizona, donc dans un climat relativement froid, alors que l'autre est supposé être situé à Chicago, en Illinois, donc dans un climat relativement chaud. Tous les deux sont de forme carrée identique.

La fonction d'optimisation utilisée repose sur le modèle mathématique d'ensoleillement d'un logiciel de simulation thermique. L'algorithme génétique doit ainsi appeler ce logiciel à chaque fois qu'il effectue l'évaluation d'une surface d'éclairage. Les résultats proposent des surfaces optimales qui minimisent théoriquement la consommation électrique annuelle, nécessaire à l'éclairage des espaces, selon le seuil d'éclairage défini par l'utilisateur (Figure10).

Figure 10: Superficies optimales des quatre façades. (Galdas et Norford, 1999)



En proposant un espace fictif d'expérimentation, Galdas et Norford ont certainement cherché à évacuer toutes les variables externes au phénomène mesuré. Toutefois, certaines de ces variables d'environnement ont un impact direct sur l'éclairage. Nous pensons particulièrement au relief, aux courants d'eau et aux bâtiments avoisinants qui non seulement ajoutent un effet de radiosité et de réflexion mais aussi peuvent présenter des obstacles à l'éclairage durant certaines heures de la journée et rendre, par conséquent, les calculs du système peuvent être biaisés dans cette mesure.

D'un autre côté, nous constatons que l'usage d'un logiciel tiers, pour évaluer les propositions générées par l'algorithme génétique, ne peut que confiner l'exploitation du système dans une optique particulière, sans parler des bugs que peut contenir ledit logiciel. Lors d'un travail de conception architectural, il est nécessaire que la fonction d'évaluation demeure ouverte, en proposant à l'utilisateur divers modes d'évaluation, voire même que ce dernier puisse développer sa propre fonction d'évaluation, au fur et à mesure que sa compréhension de son objet de recherche évolue.

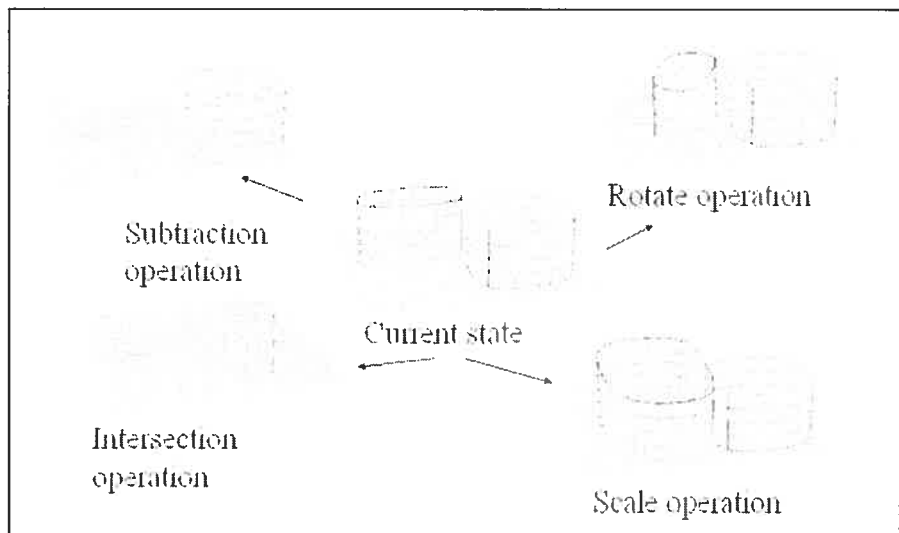
D'un autre côté, si l'utilisation d'un modèle mathématique de simulation d'éclairage se prête bien pour mesurer un éclairage, ou tout autre phénomène naturel (notamment

l'acoustique, l'humidité, le poids) il est relativement rare de trouver un modèle aussi rigoureux dans des situations réelles de conception architecturale. Les deux prochaines expériences ont entrepris des pistes plus intéressantes dans cette voie.

L'interaction des espaces

Dans le cadre de leurs travaux de recherche opérationnelle au MIT, Testa, O'Reilly et Greenwold (2000) observent que sous l'effet d'une demande croissante de productivité, les bureaux de services sont amenés à explorer une variété de modes d'organisation spatiale, sans que cela n'aboutisse à un modèle d'architecture adaptatif que l'on peut facilement reproduire dans diverses situations. L'équipe poursuit alors l'objectif de développer un nouveau logiciel de conception (AGENCY GP) permettant de modéliser l'interaction complexe entre les espaces physiques et les systèmes de communication utilisés par ce type d'organisations.

Figure 11: Opérateurs constructifs du système AGENCY GP. (Testa, O'Reilly et Greenwold, 2000)

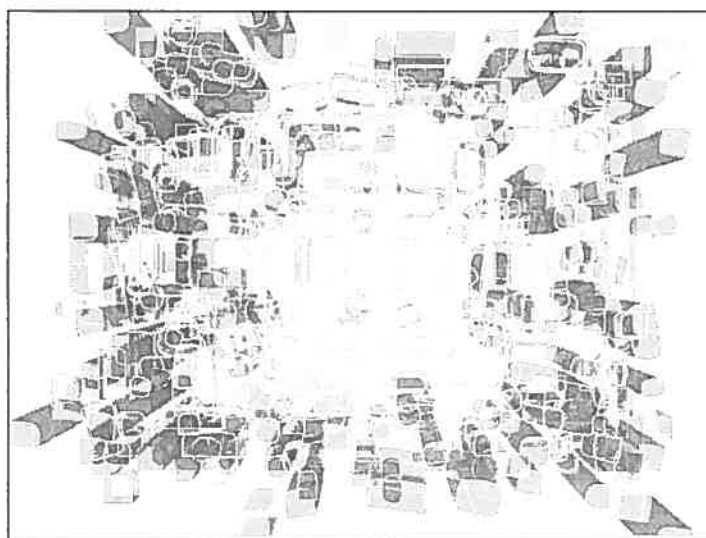


Testa, O'Reilly et Greenwold proposent une structure d'information contenant des données géométriques composées de courbes NURBS auxquelles sont appliquées les opérations géométriques fondamentales (Figure 11) – extrusion, transformation (translation, rotation, homothétie) et construction booléenne (union, soustraction, intersection). Ces

opérations sont codifiées sous une forme génétique. Le logiciel Maya a été choisi comme plateforme pour élaborer et mettre en oeuvre cette structure d'information.

Ainsi, le système commence par extruder les courbes Nurbs pour former des surfaces. Il les fait ensuite interagir de façon aléatoire, en utilisant les opérateurs de transformation et des opérations booléennes, pour former de nouvelles surfaces susceptibles de remplacer les anciennes surfaces. A chaque nouvelle surface est attribuée alors une fonction du programme architectural (Figure 12).

Figure 12: Composition d'espaces générés par AGENCY GP. (Testa, O'Reilly et Greenwold, 2001)



Certes, le choix de ce sujet d'intérêt relativement nouveau constitue une force pour le travail de Testa, O'Reilly et Greenwold. Son résultat demeure toutefois d'un caractère relativement abstrait. Contrairement à l'étude précédente, elle manque d'exemple d'application opérationnelle permettant de se faire une idée assez précise de son potentiel d'exploitation et de faire avancer concrètement la connaissance sur l'usage de la démarche d'optimisation en conception.

Par ailleurs, les critères qui ont mené les auteurs au choix du logiciel Maya parmi tous ce que présente le marché, ainsi que les surfaces Nurbs parmi toutes les primitives

géométriques n'a pas été clarifié. Cela ne peut qu'aider les prochains travaux à mieux sélectionner leurs plateformes d'exploitation.

Quant à l'utilisation des algorithmes génétiques, nous constatons que la codification des opérations de transformation réduit beaucoup le champ d'exploitation de ce système. En effet, les possibilités de combinaison des opérations géométriques fondamentales sont relativement restreintes. Au lieu de cela, nous proposons d'utiliser un modèle de savoir-faire architectural, qui non seulement offre des possibilités de combinaisons plus larges mais confirme le fait que l'espace architectural n'est pas uniquement géométrique, il est aussi technique, fonctionnel et représentatif (Boudon, 2003). Cela nous amène à la troisième expérience portant sur l'appropriation de cas architecturaux préalables.

L'adaptation des préalables

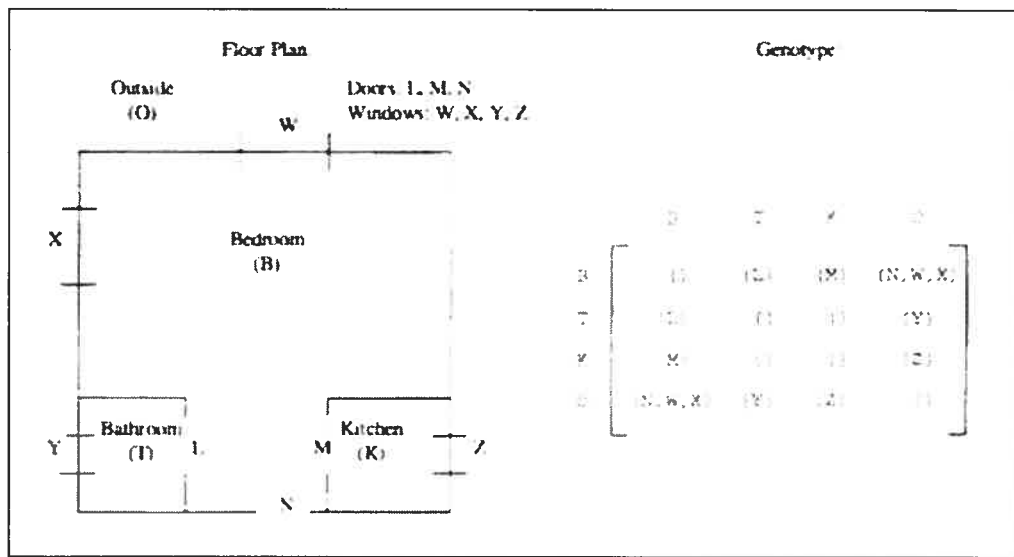
En cherchant à réutiliser des précédents architecturaux en situation de conception de nouveaux projets De Silva Garza et Maher (2001) soulèvent la difficulté liée à la masse d'informations spécialisées nécessaires pour la sélection d'un aspect particulier du précédent architectural que l'on veut choisir. Ils proposent alors d'utiliser un algorithme génétique pour sélectionner les cas antécédents les plus appropriés.

D'un point de vue méthodologique, il est proposé d'utiliser, comme antécédents architecturaux, un ensemble de plans de résidences conçues par Frank Lloyd Wright. A partir du contenu de ces plans, le système informatique GENCAD développé par les auteurs est à même de générer aléatoirement différentes nouvelles propositions en adaptant les concepts de Wright suivant un système de contraintes. Pour évaluer ces propositions, les auteurs proposent d'utiliser un ensemble de contraintes inspiré du *Feng shui* – une composition de règles traditionnelles chinoises d'aménagement des espaces de vie.

Étant donné que le *Feng shui* s'intéresse aux positions relatives des espaces définis dans le programme architectural, De Silva Garza et Maher (2001) suggèrent d'utiliser une matrice carrée comme structure permettant d'arranger ces espaces. Ainsi, pour générer une

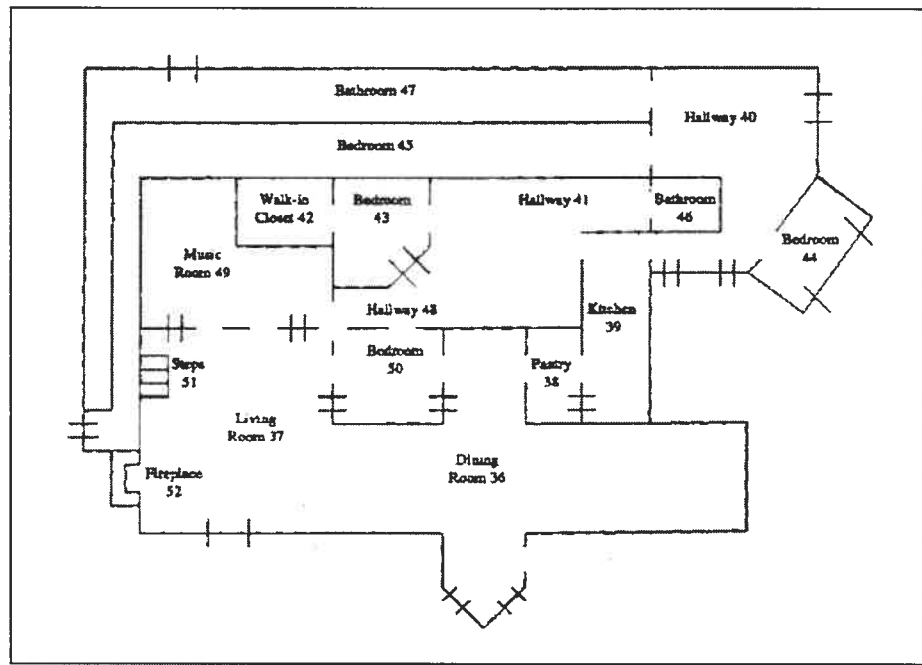
proposition, GENCAD remplit aléatoirement les cases de la matrice par des valeurs numériques correspondant aux espaces du programme architectural (Figure 13). Par la suite un test est effectué par le système pour vérifier l'adjacence des espaces ainsi formés. Une démarche similaire est utilisée plus tard par Charbonneau (2002) qui propose l'exploitation de la programmation fonctionnelle pour la génération de solutions architecturales partielles sous une forme matricielle.

Figure 13: Représentation matricielle des espaces d'un plan. (De Silva Garza et Maher, 2001)



De plus, l'utilisation d'un modèle matriciel, pour structurer les espaces, tient compte uniquement des relations d'adjacence orientées Nord-Sud et Est-Ouest. L'inconvénient majeur de ce modèle est qu'il évacue tout un ensemble de solutions qui peuvent avoir des adjacences en biais (nord-est -> sud-ouest, sud-est -> nord-ouest). Dans les projets où l'on doit disposer un grand nombre d'espaces il devient difficile de trouver des solutions intéressantes à partir de ce modèle matriciel. En l'absence de relations d'adjacence en biais, on se retrouve facilement avec des espaces inclus les uns dans les autres qui, en plus de présenter des aberrations fonctionnelles et architecturales, peut compromettre leur éclairage et leur aération (Figure 14).

Figure 14: Espaces imbriqués d'un plan établi par GENCAD. (De Silva Garza et Maher, 2001)



Comparé au système AGENCY GP qui initialise ses propositions par des valeurs totalement aléatoires, l'utilisation de précédents architecturaux contribue certes à un enrichissement substantiel des fonctionnalités du système GENCAD et rehausse potentiellement la qualité des propositions auxquelles il permet d'aboutir. Toutefois, ce système met l'accent sur la manière d'évaluer les propositions qu'il suggère, en évacuant la manière dont ces propositions sont générées. Cela peut aboutir à des propositions qui sont difficilement exploitables (Figure 14), et qui nécessitent un travail supplémentaire de conception et d'ajustement. Nous constatons encore une fois la nécessité d'exploiter un savoir-faire architectural pour la figuration des propositions générées par l'algorithme génétique.

Tenant compte des enseignements retenus de ces expériences, nous aurons l'occasion, lors de la prochaine étape, de décrire un nouveau processus d'aide à la conception et à la décision en architecture. Dans ce cadre, nous prenons le cas des devantures commerciales comme sujet de modélisation architecturale sur lequel nous appliquons la méthode de modélisation évolutive.

Scénarios de développement

Comme il a été annoncé, l'objectif de notre recherche est d'établir une méthode d'aide à la décision en matière d'insertion urbaine, qui permette une meilleure communication entre les intervenants du projet de transformation d'une devanture. Dans les chapitres précédents, nous avons eu l'occasion de décrire à la fois le processus d'instruction des demandes de construction ou de transformation des devantures, ainsi que les représentations que les maîtres d'ouvrages de ces projets se font dans le cadre de leurs interventions. Nous avons ainsi pu mettre en évidence les éléments de contradictions opposant les objectifs de la Ville à ceux des maîtres d'ouvrages.

Il devient alors intéressant de compléter la stratégie de communication établie par la Ville, en matière de revalorisation du patrimoine bâti, par un moyen d'aide à la décision sur les concepts architecturaux susceptibles de revaloriser le patrimoine architectural en question. Notre proposition met en avant deux approches complémentaires :

(i) la première approche est rétrospective et propose de documenter les objets architecturaux (présents sur le site) qui présentent un caractère d'époque, afin d'établir un meilleur support d'inspiration aux maîtres d'ouvrages. Pour cela nous démontrons qu'une structure d'information hiérarchique permet de mieux rendre compte de la complexité d'un objet architectural de nature patrimonial, où se croisent des aspects multiples notamment géométriques, physiques, historiques, voir culturels ;

(ii) la seconde approche est prospective et relève d'une démarche de sensibilisation dynamique que peut apporter le service d'urbanisme à ses clients. En cela, nous utilisons la modélisation d'actions et la programmation d'optimisation afin de générer pour chaque bâtiment une variété de propositions de devantures. Nous démontrons qu'avec cette méthode il est possible de générer des propositions, qui tout en répondant aux besoins du maître d'ouvrage peuvent être conformes à un dispositif réglementaire d'urbanisme.

Ces deux aspects nous permettent de spécifier des fonctionnalités essentielles du

système informatique à mettre en place. Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- offrir une intégration complète des données géométriques et alphanumériques relatives aux objets architecturaux

- permettre d'interroger le système via le réseau Internet afin de faire bénéficier l'ensemble des citoyens de l'arrondissement

- offrir des possibilités de généralisation du système aux autres arrondissements de la Ville de Montréal

La décision en conception

À son origine, la théorie sur la décision a été élaborée pour les domaines de la gestion et du marketing. Dans ceux-ci, les enjeux économiques et financiers, souvent coûteux, ont justifié l'établissement d'un processus lucide et rigoureux permettant d'effectuer des choix pertinents quant à l'investissement ou à l'opportunité d'entreprise.

Par extension, si l'on considère l'activité de design comme étant un va-et-vient perpétuel entre un imaginaire fertile (qui propose des alternatives) et une sensibilité raisonnée (qui permet d'y effectuer des choix pertinents), cette activité peut être considérée comme un processus de prise de décision permettant d'aboutir à l'objet architectural recherché. Ce processus décisionnel et sensible constitue un point de différence substantiel entre la méthode scientifique et le processus de design (Gregory, 1966).

Les déterminants

Avant d'aller plus loin, certains concepts clés permettant de modéliser un processus d'aide à la décision méritent d'être définis ici en précisant leurs contenus :

- (i) *Le modèle* : celui-ci constitue une représentation abstraite d'une classe de phénomènes ou de processus plus ou moins dégagés de leur contexte réel. Cela permet d'analyser leurs comportements par rapport à des variables sur lequel nous pouvons agir. Une

fois validé, le modèle sert de vecteur de communication par lequel nous véhiculons notre compréhension de l'objet modélisé.

(ii) *L'action* : Elle constitue un événement qui oriente un processus. Elle est supposée contribuer à son avancement dans la perspective des objectifs souhaités. Une action peut être simple, composée, ou complexe. Elle peut en effet renfermer plusieurs sous actions dont elle constitue la résultante visible, sur le modèle, à partir d'une échelle déterminée. Elle peut être affectée à plusieurs points d'application dans le processus de décision. Elle peut aussi se renouveler dans le temps en interagissant notamment avec d'autres actions, en donnant lieu par exemple à des phases cycliques dans le processus.

Le processus

Arthur et Passini (1992) considèrent que la théorie de la décision permet de décrire un processus de décision selon deux modèles distincts : (i) le modèle d'optimisation et (ii) le modèle de satisfaction. Chacun de ces deux modèles a pour mandat d'aboutir à une solution du problème en cours de résolution, en moyennant une série de choix entre des alternatives faisables.

Dans le premier modèle dit d'optimisation, les alternatives sont considérées par rapport à des critères de performance souvent émis de manière subjective par le sujet. Ces critères permettent de baliser les décisions prises au cours du processus pour générer en bout de ligne sur une solution optimale qui les satisfasse.

Le deuxième modèle, dit de satisfaction, convient mieux dans les situations où la résolution est de nature complexe. Dans pareil cas, l'optimum n'est pas de mise ; il est plutôt opportun de déterminer une solution jugée acceptable parmi les alternatives qui se présentent au fur et à mesure que le processus décisionnel avance.

Pour obtenir la solution recherchée, il est possible d'adopter une ou plusieurs stratégie(s) permettant d'accélérer le processus décisionnel, notamment (i) l'élimination des alternatives présentant des aspects réfutables ; (ii) ou à l'inverse, retenir celles qui présentent le

maximum de caractéristiques souhaitables ; (iii) ou bien encore en effectuant une comparaison exhaustive des caractéristiques des alternatives jusqu'à ce qu'une alternative se démarque du groupe.

Toutefois, la transposition de cette théorie d'un domaine régi par des règles quantitatives telle la gestion vers un domaine régi par des considérations plutôt sensibles telle l'architecture nécessite quelques adaptations. En effet, dans divers domaines où interviennent la perception et la sensibilité humaine, il est souvent difficile de déterminer rigoureusement des intervalles fixes permettant de mesurer les variations d'un phénomène observé ou vécu : à partir de quel âge peut-on affirmer qu'une maison est ancienne ? Selon quelle base peut-on dire qu'une série de fenêtre est bien ou mal proportionnée ? A partir de quel degré Celsius (ou Fahrenheit) peut-on dire que la température d'un espace est suffisamment basse pour mettre en marche le système de chauffage ? Comment arrêter la gamme des bleus qui existent dans un spectre de couleurs allant du vert au violet ?

Voici une série d'exemples de certaines situations que nous rencontrons presque quotidiennement. Leurs réponses sont aussi nombreuses que les personnes que l'on peut interroger sur ces sujets. En effet, divers facteurs peuvent influencer la réponse, notamment la culture, le contexte physique (éclairage, humidité, etc.), l'humeur du moment, pour ne citer que ceux là.

L'évaluation

Par ailleurs, il est admis que la spécification d'une solution s'enrichit et se complexifie au fur et à mesure que le processus de décision avance. Dans ce processus, une nouvelle décision doit non seulement répondre à ses propres critères mais elle ne doit pas compromettre les décisions qui l'ont précédé (Watts, 1966) si l'on souhaite garder une cohérence dans la démarche. Ainsi, considérons $E(m)$ l'ensemble des alternatives possibles envisagées par l'état du processus de décision à un moment donné M , et $E(n)$ l'ensemble des alternatives possibles envisagées par une nouvelle décision N , trois situations peuvent se présenter :

(i) si $E(m)$ et $E(n)$ sont distincts, il est nécessaire de reconsidérer la nouvelle décision. Faute de solutions, le processus ne peut plus avancer ;

(ii) si $E(m)$ et $E(n)$ ne sont pas totalement distincts ni inclus l'un dans l'autre, les éléments appartenant à l'intersection des deux ensembles constituent des solutions à retenir par le processus alors que les autres peuvent être rejetées ;

(iii) si toutefois $E(m)$ et $E(n)$ sont inclus l'un dans l'autre, seuls les éléments du sous-ensemble sont à retenir dans la mesure où ils répondent simultanément aux critères des deux.

Si cela nous aide à esquisser une idée sur le déroulement du processus, il ne nous apprend rien sur la manière de modéliser les préférences des intervenants dans ce processus. La problématique qui interpelle à ce niveau de notre réflexion est : *Comment appréhender l'imprécision dans un acte de décision ?*

Dans une situation analogue, Zadeh (1973) suggère d'étendre les notions booléennes classiques pour concevoir une théorie plus large qu'il baptise les *ensembles flous*. Cette théorie repose sur le concept fondamental de *degré d'appartenance* d'un élément à un groupe. Dans celle-ci, la notion d'appartenance n'est plus caractérisée selon les deux constantes *Vrai* ou *Faux* mais plutôt en tant que valeur numérique décimale comprise entre 0 à 1. Zadeh propose la convention selon laquelle plus cette valeur tend vers 1, plus le degré d'appartenance de l'élément est élevé jusqu'à atteindre l'état limite *d'appartenance totale*. Inversement, plus la valeur tend vers 0, plus son degré d'appartenance régresse jusqu'à atteindre l'état limite *de non-appartenance*.

De cet axiome découlent trois règles fondamentales spécifiques à cette logique (Novak, Perfilieva, Mockor, 1999) :

(i) le degré de *non-appartenance* d'un élément X par rapport à un ensemble E équivaut au degré d'appartenance de X par rapport au complément de E. Sa valeur équivaut au degré d'appartenance à E retranché de 1.

(ii) Le degré d'appartenance d'un élément X simultanément à un ensemble $E1$ et à un autre ensemble $E2$ est égal au minimum des degrés d'appartenance à $E1$ et à $E2$.

(iii) le degré de non appartenance d'un élément simultanément à un ensemble $E1$ et à un autre ensemble $E2$ est égal au maximum des degrés d'appartenance à $E1$ et à $E2$.

Suite à cela, il est facile de démontrer que les règles algébriques de commutativité, d'associativité et de distributivité communes à la théorie des ensembles sont directement applicables dans la logique des ensembles flous, tant au niveau de l'intersection qu'à celui de l'union. Cela permet de modéliser alors des situations plus complexes. Pour illustrer cela considérons, à titre d'exemple, trois ensembles distincts $E1$, $E2$ et $E3$ et un élément X quelconque :

(i) *s'agissant de la commutativité* : le degré d'appartenance de X par rapport à l'ensemble composé de l'union de $E1$ et de $E2$ équivaut son degré d'appartenance pour l'union de $E2$ et de $E1$;

(ii) *s'agissant de l'associativité* : le degré d'appartenance de X par rapport à l'ensemble composé de l'union entre $E1$ et l'union de $E2$ et $E3$ équivaut son degré d'appartenance pour l'union de $E3$ et l'union de $E1$ et $E2$;

(iii) *s'agissant de la distributivité* : le degré d'appartenance de X par rapport à l'ensemble composé de l'intersection entre $E1$ et l'union de $E2$ et $E3$ équivaut son degré d'appartenance pour l'union des intersections respectives de $E1$, $E2$ et de $E1$ et $E3$;

(iv) *finalement la loi de Morgan* permet de démontrer que le degré de non appartenance de X par rapport à l'ensemble composé de l'union entre $E1$ et $E2$ équivaut son degré d'appartenance à l'union des compléments respectifs de $E1$ et de $E2$.

Notons ici que les quatre règles mentionnées ci-dessus, restent valables en intervertissant les opérateurs d'union par ceux d'intersection et vice versa. Ces démonstrations mathématiques nous permettent de voir comment on peut combiner différentes décisions en

processus menant à des solutions.

Par ailleurs, l'élaboration d'une décision pertinente, pour un concept architectural, suggère la présence d'une expertise professionnelle qui détermine les règles techniques de mise en œuvre de ce concept, oriente le processus décisionnel qui le sous-tend et saisit clairement la portée esthétique et technique des solutions architecturales auxquelles ce processus aboutit. Ceci est particulièrement important dans le cas d'un site à caractère patrimonial tel le boulevard Saint-Laurent. Dans cette optique, il s'avère opportun d'implanter le système d'aide à la décision au sein de la plateforme informatique utilisée par l'Arrondissement Plateau Mont-Royal, préalablement décrite.

En effet, cela permettra d'une part aux architectes de la Ville de renseigner ce système par les informations relatives à leur métier et par les règlements d'urbanisme applicables dans leur secteur. D'autre part, cela permettra de diffuser les fonctionnalités du système à partir du réseau informatique de la Ville vers les autres arrondissements et vers un public citoyen plus large, comme c'est déjà le cas du site web de la Ville.

Le contexte d'implantation du système

En raison des problèmes d'interopérabilité entre le système RIRE de la DAU, chargé de la gestion des dossiers d'instruction, et le SIG, permettant de référencer les bâtiments existants, il n'est pas pertinent de développer une nouvelle solution sur aucun des deux systèmes. De plus, aucun de ces derniers ne propose de plate-forme appropriée pour une utilisation sur le web.

En effet, si le système RIRE ne prévoit aucune exploitation en dehors du réseau privé constitué par la Ville et ses arrondissements, la société MapInfo propose une solution client-serveur qui permet d'effectuer des requêtes sur les couches du SIG. Ces requêtes sont traitées par le serveur puis transmises sous forme d'image bitmap qui s'affiche alors sur le navigateur du client. Cette approche pose néanmoins une limite d'exploitation très subtile. En effet, lorsque plusieurs requêtes sont simultanément soumises au serveur, celui-ci arrive rapidement

à saturation et le temps de réponse s'en trouve alors affecté. En projetant cette situation à l'échelle du territoire du Mile-End, qui comprend potentiellement plusieurs milliers de requérants, la solution proposée par MapInfo devient inappropriée.

Pour pallier à ce problème, nous proposons que la charge du système soit répartie entre le serveur et les clients. Ainsi, lorsque qu'un citoyen accède au serveur Internet de la DAU, une application java (applet) est systématiquement téléchargée sur son poste et affichée sur son navigateur. Celle-ci est accompagnée d'une copie des données vectorielles (2D/3D) et alphanumériques du secteur auquel il s'intéresse. L'application en question lui permet alors de naviguer sur le territoire qu'il visualise et d'effectuer des requêtes au sein même de son ordinateur, sans recourir au serveur. Ce dernier est alors à nouveau disponible pour répondre à d'autres requérants.

Par ailleurs, quatre raisons nous ont amené à retenir, parmi les outils de CAO qui nous étaient disponibles, le logiciel Sinan comme modéleur géométrique tridimensionnel pour la simulation architecturale :

(i) L'encombrement : Il s'agit d'abord d'un modéleur géométrique interactif qui permet de représenter des objets solides sous forme d'équations implicites. Cela favorise un allègement substantiel de la structure des données manipulées, comparativement aux modéleurs surfaciques conventionnels utilisant des vertex, des segments et des polygones. Rappelons que ces données sont appelées à transiter via le réseau Internet. En outre, cet allègement permet, entre autres, d'étudier simultanément plusieurs variantes d'un même projet de conception sans alourdir, pour autant, la charge d'exploitation du processeur et les ressources graphiques de l'ordinateur hôte ;

(ii) Le processus : A partir d'une primitive unique, Sinan permet à l'utilisateur de composer des œuvres relativement complexes par le biais des opérations booléennes d'union, d'intersection et de soustraction ainsi que des opérateurs de transformation géométrique de translation, de rotation, d'homothétie et de symétrie. Les compositions ainsi élaborées en mémoire sont rendues sur le moniteur via un module de *lancé-de-rayons* ;

(iii) L'extensibilité : Compte tenu de sa structure ouverte, le logiciel Sinan permet à l'utilisateur d'exploiter toutes les fonctionnalités de modélisation ou d'automatiser certaines tâches répétitives à travers une interface de programmation qui utilise le langage interprété : Python. Cette forme d'extension permet ainsi d'adapter et d'enrichir continuellement le système par de nouvelles possibilités non disponibles initialement sur le noyau Sinan. De plus, en étant orienté objet le langage Python permet de modéliser plus naturellement les classes d'objet et favorise par la même occasion une gestion modulaire des fichiers sources où sont décrits les modèles architecturaux. Chaque classe est alors définie dans un fichier au format "*.py" ;

(iv) L'interopérabilité : Les modèles réalisés sur Sinan peuvent être exportés sous un format bitmap. Leurs données géométriques sont enregistrées dans des fichiers en format texte, ce qui rend leur interprétation possible par un logiciel de modélisation géométrique (tel AutoCAD), sur un tableur ou tout simplement de les manipuler sur un éditeur de texte. Il est aussi aisé de transférer ces fichiers via le web et notamment de les exploiter sur les trois systèmes d'exploitation qui supportent Sinan, à savoir : Windows, Unix et MacOS.

Conclusion

Lors de ce chapitre, nous avons examiné quatre expériences d'exploitation du modèle d'optimisation dans le domaine de l'architecture. Sur cette base, nous avons envisagé deux scénarios de développement, dont les approches sont complémentaires, pour la mise en œuvre d'un système d'aide à la décision et à la concertation en architecture : (i) une approche rétrospective permettant aux maîtres d'ouvrage de se documenter sur les objets architecturaux existants sur leur site, et (ii) une approche prospective permettant à la Ville d'identifier pour chaque bâtiment une variété de propositions de devantures.

Le prochain chapitre consiste en une expérimentation de cette nouvelle méthode dans le cadre d'un projet de rénovation de devantures. Cette expérimentation est réalisée à travers l'élaboration et l'exploitation d'un modèle informatique qui permet de réaliser l'objectif de la présente recherche.

Chapitre 6 : Structuration et expérimentation

" ... Quelle merveille que ses discours aux ouvriers! Il n'y demeurait nulle trace de ces difficiles méditations de la nuit. Il ne leur donnait que des ordres et des nombres ... Je ne sépare plus l'idée d'un temple de celle de son édification. En voyant un, je vois une action admirable, ... "

Valéry.

Introduction

L'objectif de notre recherche est d'établir un système informatisé d'aide à la décision, pouvant être mis à contribution lors de l'élaboration d'une devanture commerciale, dans le contexte patrimonial du boulevard Saint-Laurent. Dans ce chapitre nous élaborons une structure de données relatives aux bâtiments patrimoniaux présents sur le boulevard. Ensuite, nous allons expérimenter un prototype de système informatique permettant de concrétiser les deux scénarios de développement élaborés précédemment.

L'échantillonnage

Le paysage urbain du boulevard Saint-Laurent est caractérisé par la diversité de ses devantures. Lors de cette étude, notre intérêt porte particulièrement sur les expressions architecturales de devantures qui étaient d'usage au début du XX^{ème}, époque à laquelle le Mile End a connu son urbanisation originelle. Nous cherchons par là à déterminer un

échantillonnage de devantures représentatif des savoir-faire de l'époque, qui puissent servir de source d'inspiration pour la génération de nouveaux concepts de devantures. Trois possibilités nous étaient offertes :

(i) la première option consiste à sélectionner parmi les bâtiments d'époque, présents sur notre site, ceux qui ont été réalisés par des concepteurs professionnels. Il s'est avéré plus tard que le site fut construit à l'origine selon des procédés très vernaculaires, à l'exception de quelques rares bâtiments officiels. Ceci nous oblige à évacuer cette première option ;

(ii) la deuxième option consiste à établir un échantillonnage parmi les quelques devantures originelles encore présentes. Malgré leur faible nombre, cette possibilité est envisageable, cependant elle comporte une grande part de subjectivité quant à la datation et à la forme originale des devantures d'époque. Pour la plupart des bâtiments de notre site, la Ville ne dispose pas de plans originaux, qui semble-t-il ont été détruits lors du sinistre survenu à l'Hôtel de Ville dans la nuit du 3 au 4 mars 1921.

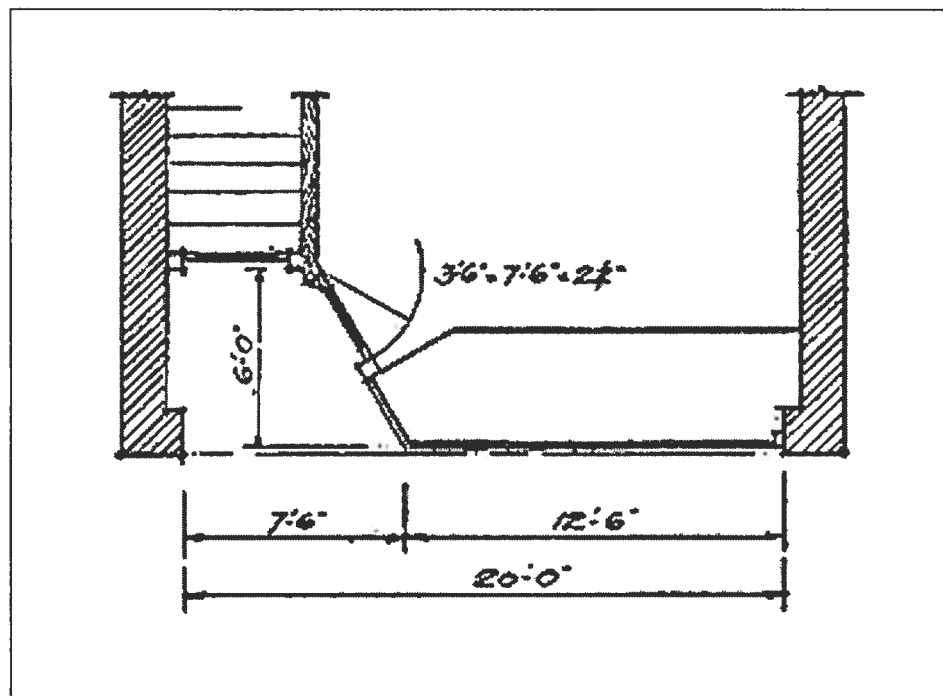
(iii) la troisième option, qui est retenue, permet d'établir notre échantillonnage sur une sélection de devantures établie par James Hamilton Picken en 1927, un consultant en commerce et membre de l'École de Commerce de la Northwestern University à Chicago. Celui-ci a établi une sélection des devantures les plus représentatives de leurs courants pendant les années vingt, dans les grandes villes de l'Amérique du nord.

Le choix de cette sélection est motivé par trois facteurs : (i) d'abord, nous avons vu précédemment que la conception de devanture suit de très près le phénomène de mode. Par conséquent, nous avons cherché un échantillonnage représentatif de la même époque que celle de l'urbanisation de notre site ; (ii) de plus, ce choix est réconforté par le fait que la majorité des anciennes devantures existantes sur notre site se réfèrent directement à l'un ou l'autre des modèles recensés par Picken ; (iii) enfin, les modèles de Picken sont relativement hétérogènes et permettent alors de croiser leurs composantes architecturales et organisationnelles afin de générer de nouvelles formes.

Au début du XX^{ème}, Picken identifie cinq principaux modèles de devantures en vogue

en Amérique du nord. Bien que leurs formes puissent varier, leurs principes d'arrangement sont relativement récurrents :

Figure 15: Devanture en alignement. (Picken, 1927)



(i) La devanture en alignement : son appellation vient du fait qu'elle est ne présente pas de retrait par rapport à l'alignement de la façade du bâtiment dans lequel elle s'insère. C'est évidemment de la forme de devanture la plus simple et la plus élémentaire. (Figure 15) ;

(ii) La devanture en recul : se retrouve généralement dans des commerces de petite taille. Le recul qui la distingue de la devanture en alignement peut concerner l'ensemble de la devanture, comme il peut concerner uniquement l'entrée donnant accès au commerce. Son avantage principal est qu'elle offre un abri pour le passant. Cette disposition est fortement appréciée lors des saisons grises (Figure 16);

Figure 16: Devanture en retrait. (Picken, 1927)

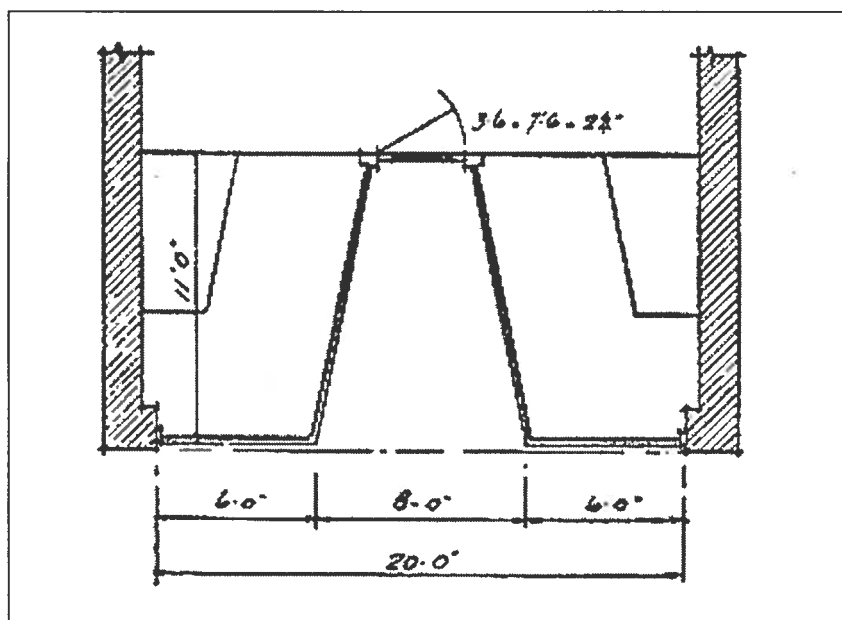
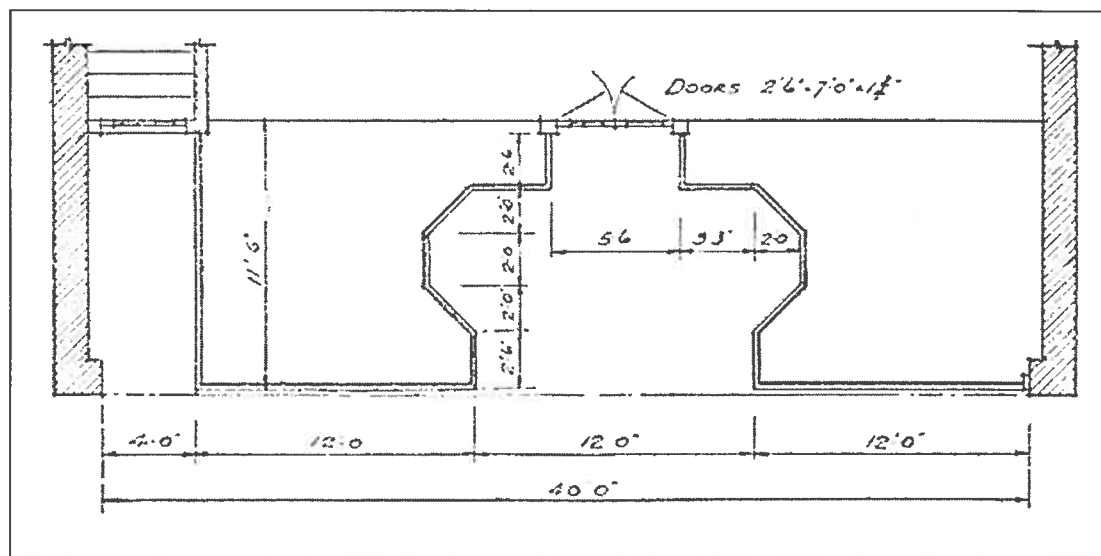
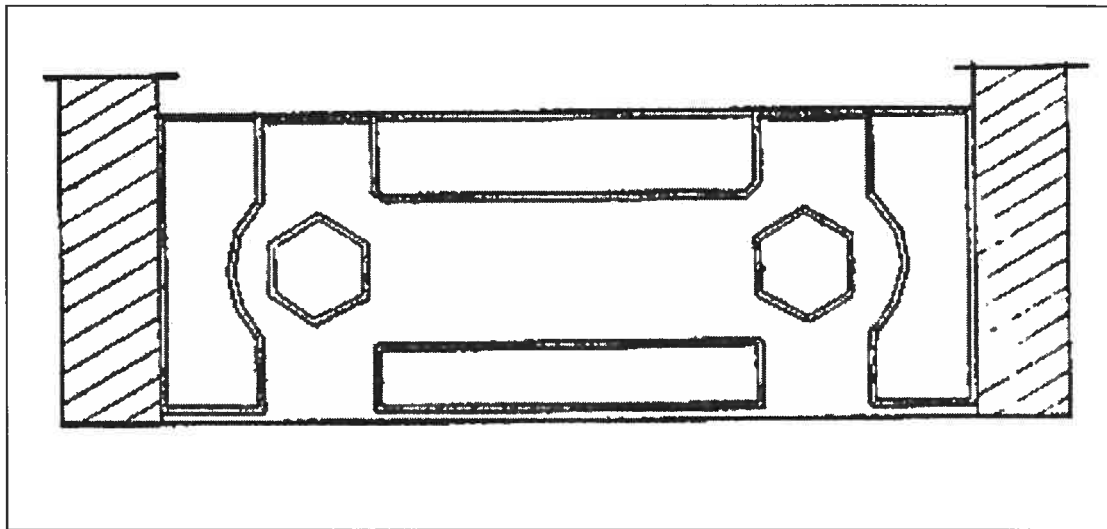


Figure 17: Devanture à Patio. (Picken, 1927)



(iii) La devanture à patio : ou le *Courtyard window* est du point de vue esthétique un modèle qui se veut accueillant (Figure 17). En fait, il dispose en son centre d'un patio de circulation de forme quasi elliptique. D'un point de vue fonctionnel, l'avantage de cette

Figure 19: Devanture en Arcades. (Picken, 1927)



La structure d'informations

Les aspects constructifs, historiques et sociaux d'un bâtiment patrimonial confèrent souvent à celui-ci un caractère relativement complexe, qui gagne à être décrit selon une structure hiérarchique. Une telle démarche est aussi au cœur de la réflexion de Dieu-Hanh Pho (1997), celle-ci adopte une représentation fonctionnelle et systémique de l'évolution des divers éléments d'un bâtiment au cours du temps. A l'échelle de l'agglomération urbaine, le principe hiérarchique demeure toujours valide. Tidafi (2000) décrit une structure d'information arborescente relatives aux données géométriques permettant de modéliser un tissu urbain.

Actuellement, du fait de la mutation rapide du paysage urbain du boulevard, nous établissons dès le commencement de notre recherche un répertoire photo comprenant l'ensemble des bâtiments présents sur notre secteur, pris en vue de face. A partir de ces photos nous réalisons des montages panoramiques permettant d'avoir des vues d'ensemble comprises entre chaque carrefour (Annexe 5). Pour caractériser ces ensembles et les constructions qui y sont édifiés, nous adoptons une structure d'information en arborescence qui, contrairement à la structure en couches qu'utilise le système d'information géographique utilisé par la D.A.U,

permet de mieux rendre compte des relations qui existent entre les diverses composantes architecturales (association, imbrication, dépendance, etc.). Il est nécessaire de décrire ces composantes à la fois sur le plan géométrique (situation, forme et dimensions) et sur le plan sémantique (typologie, style et datation). De cette façon, le système peut alors, d'une part, géo-référencer une composante architecturale dans l'espace ; d'autre part, il peut déterminer son affectation au sein de la structure globale du bâtiment. Autrement dit, les composantes ne sont alors plus anonymes (classées en couches) et le système peut ainsi les manipuler de manière relativement intelligente (identification, sélection, classification, etc.).

La modélisation d'actions établie par Tidafi (1996) est un moyen intéressant pour consigner le savoir-faire nécessaire à la figuration d'un objet architectural. Le processus d'élaboration de l'objet peut alors être décrit sous forme d'un modèle procédural (Bogdan et De Paoli, 2000), c'est à dire une structure de fonctions génératrices de formes volumiques. Cette approche rend possible la figuration d'un objet selon les divers paramètres qui ont été retenus pour sa modélisation. Si nous considérons N devantures totalement différentes A, B, C, D ... N. Il est alors possible d'établir au moins un modèle procédural pour générer chacune d'entre elles. Cependant, si les N devantures ne partagent pas les mêmes paramètres, il devient difficile d'établir un modèle procédural unifié pouvant générer, tour à tour, les maquettes virtuelles de l'ensemble de ces devantures. Cela revient à cumuler les paramètres des N devantures rendant ainsi la conception et l'exploitation d'un tel modèle très onéreuse.

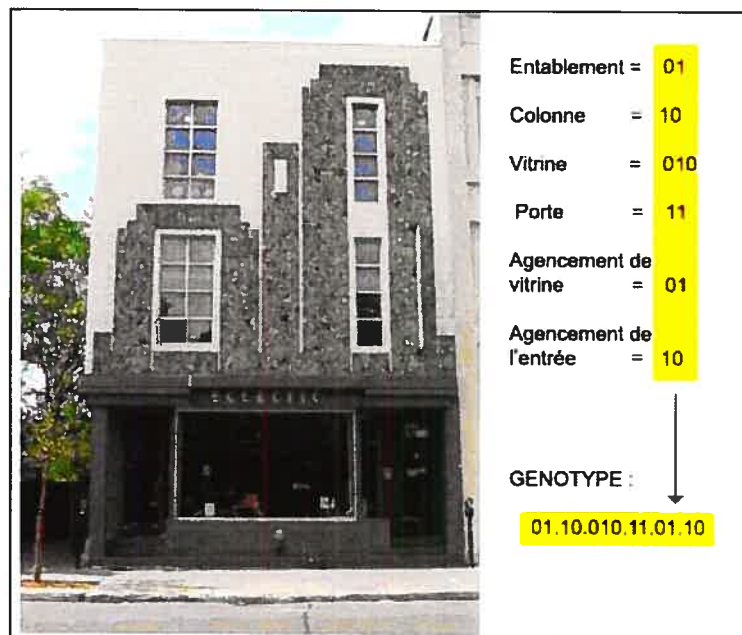
Afin de palier à cette limitation, il est opportun de dégager d'abord une représentation conceptuelle et abstraite de l'objet étudié loin de toute considération physique ou géométrique. Mitchell (1977:) propose par exemple une représentation topologique pour répartir M espaces dans une enveloppe rectangulaire. Pour notre étude, nous proposons d'effectuer une abstraction relative aux éléments constitutifs de la devanture. Nous procédons ainsi à l'encodage des caractéristiques d'une devanture selon une représentation génétique. En cela, deux types de caractéristiques sont pris en considération : (i) les éléments architecturaux qui composent la devanture ; (ii) et les types d'agencements possibles entre ces éléments.

Pour cette étude, nous retenons six éléments architecturaux constitutifs de la

devanture : (i) l'entablement ; (ii) les pilastres ; (iii) la vitrine ; (iv) la position de l'entrée principale ; (v) le type de porte du commerce ; (vi) et son arrangement. Ces variables nous permettent de constituer six gènes qui définissent le génome du modèle de la devanture (Figure 20).

Chacun de ces gènes peut prendre différentes instances ou allèles que l'on peut codifier dans un langage génétique, en l'occurrence nous utilisons un format de bits 0 et 1. Le système binaire (en base 2) est choisi uniquement pour accélérer le traitement numérique, il peut tout à fait bien être remplacé par des chaînes de caractères alphabétiques.

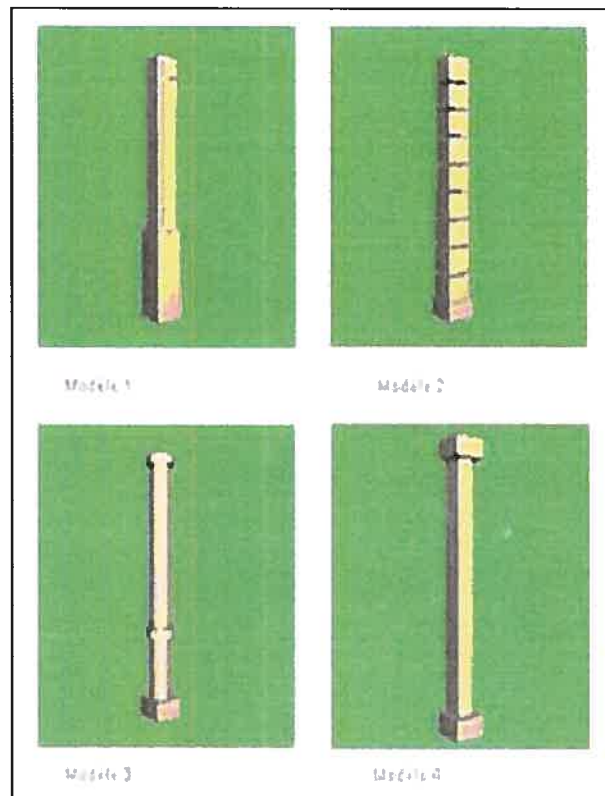
Figure 20: Exemple de codification génétique d'une devanture.



Pour illustrer cela nous représentons l'entrée en alignement avec l'allèle (00), l'entrée en recule avec l'allèle (01), alors que l'entrée en chicane correspond à l'allèle (10) et l'entrée en chicane droite par l'allèle (11). Il en est de même pour le type d'agencement des éléments de construction. A titre d'exemple, le positionnement d'une porte à droite correspond à l'allèle (01), le positionnement à gauche correspond à l'allèle (10), le positionnement au centre correspond à l'allèle (11), l'absence de porte correspond à l'allèle (00), etc.

Ainsi, pour chacun des six éléments architecturaux, nous modélisons quatre variantes sauf pour l'élément "vitrine" pour lequel nous modélisons huit variantes, compte tenu de son importance. Le nombre de combinaisons possibles entre ces caractéristiques est alors de 8192 ($4 \times 4 \times 8 \times 4 \times 4 \times 4$) variantes de devantures différentes. Chaque allèle, ainsi codifié, correspond à un phénotype particulier représentant un élément architectural de la devanture. Pour chaque élément architectural, nous établissons un modèle procédural qui organise les fonctions géométriques nécessaires pour figurer cet élément architectural et le visualiser à travers un modèleur géométrique. Cette approche nous permet de constituer une grammaire architecturale au sens de Chase (1999). En faisant appel à cette grammaire, le système peut générer par la suite une instance de cet élément, quand l'utilisateur demande de visualiser le modèle en cours d'étude (Figure 21). L'ensemble des modèles procéduraux est organisé dans une bibliothèque de sources (Annexe 6) prévue à cet effet.

Figure 21: Exemples de colonnes générées à partir de modèles procéduraux.



Par ailleurs, pour implémenter une structure d'information nécessaire à notre système, le principal critère était l'interopérabilité. Dès lors, nous avons choisi d'exploiter un fichier de description en format texte dans lequel sont rassemblés des enregistrements sur l'ensemble des caractéristiques liées aux modèles de devantures auxquels ont s'intéresse. Ces données sont réparties en deux groupes (i) les informations relatives au bâtiment et notamment aux étages supérieurs et (ii) les informations relatives à la devanture du rez-de-chaussée. Notons ici que l'intérêt d'une structure d'information hiérarchique est de ne pas figer l'organisation des données selon un ordre préalable, tel que c'est le cas pour les systèmes de bases de données, mais plutôt de fournir une source d'information numérique que l'utilisateur peut structurer en fonction de ses besoins et des objectifs poursuivis dans le cadre de sa recherche. Dans le tableau suivant, nous illustrons un exemple de structuration possible des informations relatives à un bâtiment.

Adresse	1	0	Identifiants du bâtiment
N° civique	2	1	Premier numéro civique de l'immeuble
N° voisin droit	3	1	Numéro civique de l'immeuble à droite
N° voisin gauche	4	1	Numéro civique de l'immeuble à gauche
Expression architecturale	5	0	Expression architecturale du bâtiment
Volumétrie	6	0	Caractéristiques concernant la volumétrie
Gabarit	7	6	En coin, immeuble jumelé, en recule
Emprise au sol	8	6	Largeur de l'immeuble
Hauteur d'étage	9	6	Nombre d'étages
Éléments architecturaux	10	0	Composantes architecturales
Rythme	11	10	Rythme plein-vide
Couronnement	12	10	Type de couronnement
Fenêtres	13	10	Désignations des fenêtres
matériau	14	13	Matériaux servant à l'encadrement
géométrie	15	13	Géométrie de la fenêtre
proportions	16	13	Rapport hauteur / largeur
Accès aux étages	17	10	Caractéristiques de l'entrée secondaire
Porte	18	17	Type de la porte secondaire
Situation	19	17	Situation de la porte secondaire
Devanture	20	10	Caractéristiques de la devanture
Entablement	21	20	Identifiant de gène allant de 0 à 3 (4 allèles)
Pilastres	22	20	Identifiant de gène allant de 0 à 3 (4 allèles)
Vitrine	23	20	Identifiant de gène allant de 0 à 7 (8 allèles)

Porte	24	20	Identifiant de gène allant de 0 à 3 (4 allèles)
Entrée	25	20	Identifiant de gène allant de 0 à 3 (4 allèles)
Arrangement	26	20	Identifiant de gène allant de 0 à 3 (4 allèles)
Activités	27	0	Types d'affectations de l'immeuble
Usage des étages	28	27	Activités dans les étages
Usage du RDC	29	27	Activités dans le rez-de-chaussée
Matériaux dominants	30	0	Types de matériaux utilisés
Matériau à l'étage	31	30	Principal matériau dans la façade
Matériau au RDC	32	30	Principal matériau dans le rez-de-chaussée

Soulignons que les colonnes "code" et "code-parent" du tableau ci-dessus permettent au système d'établir la hiérarchie arborescente qui relie les enregistrements de la structure de données. Le champ "code" croît de façon linéaire, alors que le champ "code-parent" d'un thème donné représente le code du thème dont ce dernier dépend. Par exemple, le thème "Fenêtre" admet un "code-parent" égal à "10" qui est en fait le "code" du thème "Éléments architecturaux".

Chaque thème permet à l'utilisateur d'attribuer diverses valeurs alphabétiques ou numériques. Par exemple, le thème "Emprise au sol" (relatif à la largeur de la façade) peut prendre l'une des valeurs suivantes : [0 à 25 pieds], [26 à 50 pieds], [51 à 75 pieds] ainsi de suite (cela rappelle que les parcelles du Mile End qui donnent sur le boulevard ont été morcelés à l'origine selon une largeur de 25 pieds. Ainsi toutes les constructions ont une largeur multiple de 25 pieds). Le thème "Devanture" donne lieu à six sous-thèmes ("code" = 21 à 26 du tableau), auxquels nous attribuons des valeurs numériques allant de 0 à N-1 variantes. Ces valeurs servent ainsi directement à la codification génétique des caractéristiques de la devanture.

L'échelle thématique

Dans un contexte de conception assistée par ordinateur, Iordanova et Tidafi (2000) suggèrent entre autres trois principes fondamentaux pour l'élaboration d'un assistant à la conception en architecture :

(i) il est nécessaire d'abord que le système puisse présenter le modèle architectural et décrire son organisation ;

(ii) la connaissance sémantique et conceptuelle qui relève du modèle doit être incorporée dans les objets référencés afin de permettre d'effectuer des analogies par la suite ;

(iii) il est aussi souhaitable que l'assistant permette une navigation dynamique parmi les classes d'objets-type.

D'autre part, il est aussi intéressant que le système exploite une structure de données intégrée et homogène. En ce qui concerne la structuration des informations spatiales, deux notions clés nous permettent d'établir notre modèle de données : (i) la hiérarchisation des objets architecturaux en classes et sous-classes ; (ii) la détermination des relations (association, dépendance et parenté) qui relient ces différents objets spatiaux.

Le modèle hiérarchique de données spatiales

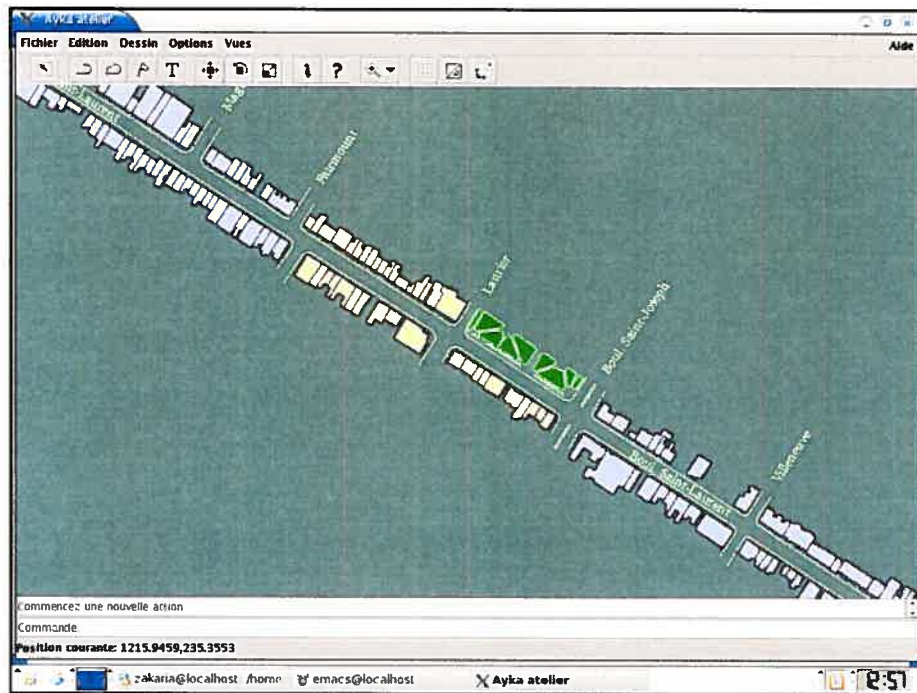
Le système informatique proposé dans cette étude repose sur un modèle informatique qui allie une description géométrique des objets architecturaux et une description sémantique sous forme d'attributs arborescents. Nous utilisons la méthode orientée objet pour élaborer ce modèle informatique. Le propre de cette méthode est d'organiser le modèle informatique sous forme de classes (ou familles) d'objets et de liens hiérarchiques qui les unissent.

Dans notre cas, trois classes géométriques permettent de décrire les objets architecturaux et urbains présents sur le boulevard. Il s'agit de la classe "Repère" relative à un élément ponctuel ; de la classe "Chemin" relative à un élément linéaire et de la classe "Zone" relative à une étendu, îlot ou parcellaire. Il est possible de regrouper plusieurs de ces objets sous un objet parent ou un thème pour pouvoir les traiter ensemble comme étant une seule entité. Toutefois, chaque objet garde sa propre structure de donnée définie par un arbre de propriétés (ou attributs) auquel s'ajoute simplement un lien de parenté avec le thème dont il fait partie.

Du moment que chaque objet d'un même thème dispose de sa propre copie de l'arbre d'attributs (qui caractérise les membres dudit thème), il devient facile de déterminer parmi les membres du thème ceux qui partagent une même valeur d'un attribut donné. C'est ce que nous appelons l'exploitation d'une échelle thématique. Tout comme l'échelle géométrique permet de focaliser -par paliers- sur les niveaux de détails relatifs à un objet ou un paysage, l'échelle thématique permet de focaliser de manière sélective sur des objets partageant des aspects communs. Nous illustrons dans ce qui suit, une des possibilités d'exploitation d'un tel système appliqué au cas des devantures.

Expérimentation du système

Figure 22: Interface utilisateur servant à l'expérimentation.

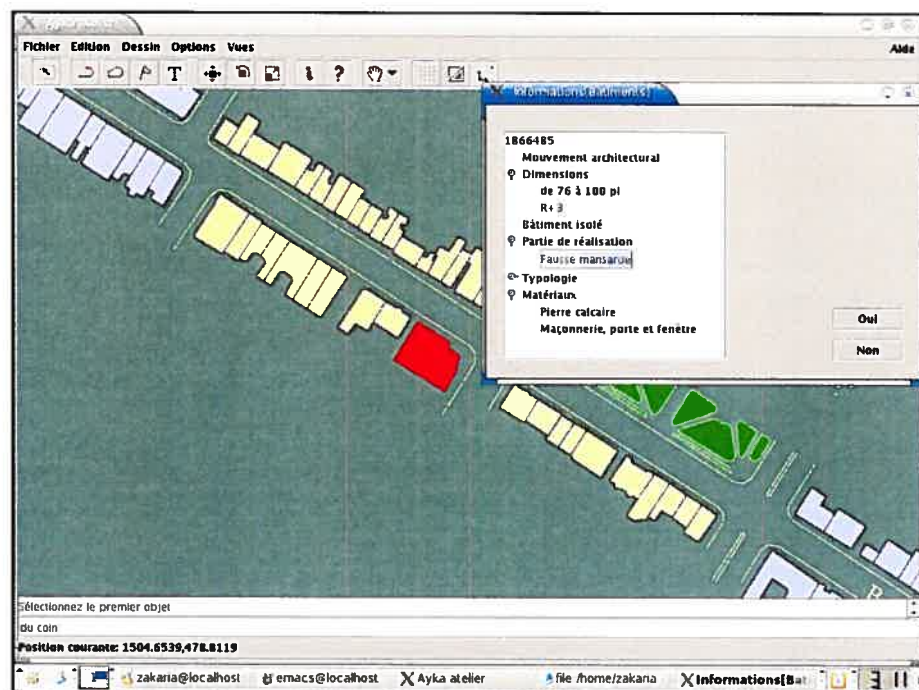


D'un point de vue ergonomique, l'interface du système s'inspire des standards de visualisation de cartographie urbaine (Figure 22). Cette interface propose ce qui suit: (i) un plan du site affiché au centre de l'écran ; (ii) ce plan est bordé au-dessus par une barre d'outils

permettant de naviguer sur ce plan, changer de point de vue ou de changer d'altitude (zoom) ;
(iii) une aide contextuelle permet d'identifier la raison de chaque outil et de déterminer son mode d'utilisation.

L'utilisateur peut d'abord demander au système de lui afficher les photos de toutes les vitrines existantes dans son secteur juste en sélectionnant le thème "devanture". Lorsqu'un utilisateur pointe une construction particulière, le système lui propose une fiche signalétique (Figure 23) qui identifie les caractéristiques propres du bâtiment en question (expression architecturale, dimensions, matériaux et typologie).

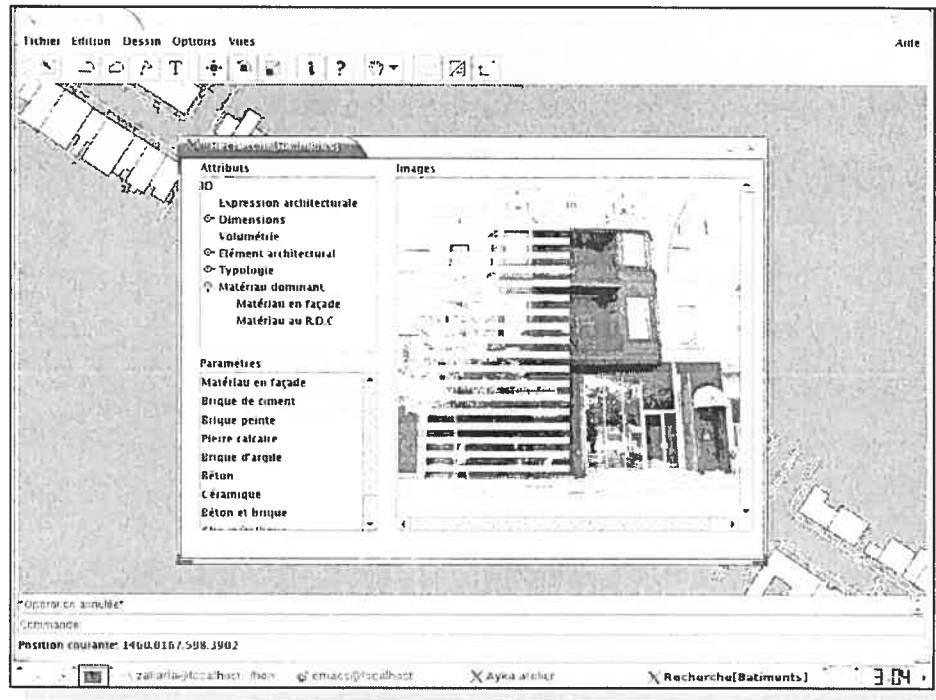
Figure 23: Détermination des attributs relatifs à un bâtiment du site.



Supposons que l'utilisateur veut s'inspirer des vitrines construites dans les années 30. Il peut alors spécifier ce critère dans la zone des "Paramètres" de recherche relative à l'attribut "Expression architecturale". Le système affiche alors toutes les photos de devantures dont l'expression architecturale remonte à cette période. Les bâtiments correspondants à cette sélection sont systématiquement indiqués en surbrillance sur le plan du site, afin de

déterminer leurs situations sur le boulevard (Figure 24).

Figure 24: Identification des bâtiments partageant un même critère.

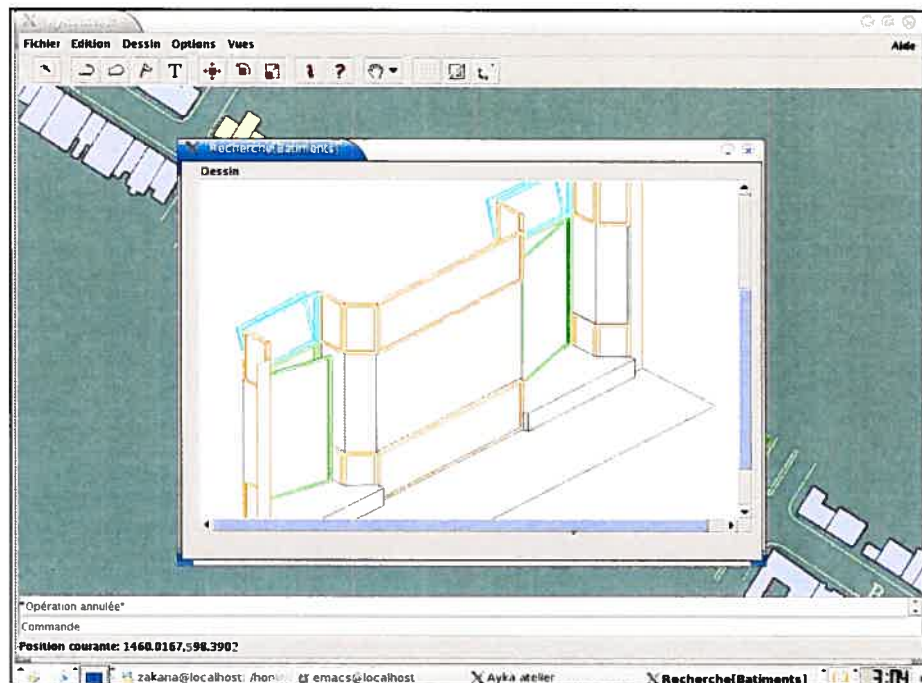


D'un point de vue algorithmique, lorsque l'utilisateur sélectionne par exemple la valeur "Années 30" dans le thème "Expression architecturale" par exemple, le système définit une liste de sélection vide, puis il génère une requête qui va consulter récursivement l'arbre des attributs de chaque objet spatial "devanture". Chaque devanture dont l'attribut "Expression architecturale" correspond à la valeur "Années 30" est alors systématiquement ajouté à la liste de sélection. Une fois que le système a parcouru l'ensemble des objets spatiaux de la famille "devanture", il affiche à l'utilisateur la liste des photos des bâtiments contenus dans la liste de sélection, sinon il l'informe qu'aucun résultat n'est disponible pour ce critère et l'invite à en choisir un autre parmi les catégories disponibles pour cette famille d'objets.

Quand l'utilisateur identifie une devanture qui l'intéresse, il peut demander au système de générer le modèle constructif qui lui correspond. Pour cela, le système fait appel au serveur de la Ville pour récupérer le modèle procédural permettant de générer cette devanture, et le

codage génétique identifiant les éléments constructifs qui la compose. Il affiche ensuite, dans une fenêtre web réalisée en Java, un modèle 3D permettant de visualiser la devanture dans un environnement virtuel en trois dimensions, et qui décrit le mode d'assemblage de ses pièces (Figure 25). Rappelons que le modeleur Sinan utilisé pour la génération des modèles 3D est un modeleur solide qui utilise des équations implicites pour représenter les surfaces et exploite un mécanisme de lancer de rayon (Ray tracing) pour visualiser les volumes. Il est donc nécessaire de traduire à la volée ces surfaces vers le format polyédrique si l'on veut manipuler en temps réel le modèle 3D dans une fenêtre Java

Figure 25: Modèle constructif d'une devanture sélectionnée par l'utilisateur.



En raison de la richesse architecturale du boulevard Saint-Laurent, la lecture de divers modèles de devantures existant sur le site peut constituer une source d'inspiration enrichissante pour l'utilisateur qui veut transformer sa propre devanture. En utilisant la notion d'échelle thématique, il peut alors facilement identifier les concepts qui l'intéressent et qui répondent à son type de commerce, à la nature ou la taille des produits qu'il veut présenter.

Le modèle évolutif

Le deuxième aspect que nous avons identifié lors de l'élaboration du scénario de développement est un moyen de simulation des transformations futures du patrimoine architectural présent sur le site. Il s'agit pour cela de combiner des caractéristiques de plusieurs devantures afin de générer une ou plusieurs propositions de devantures, puis de constater l'impact de chaque proposition sur l'ensemble architectural dans lequel elle s'insère. Cela nous permet de proposer un nouvel assistant à la conception architecturale, basé d'une part sur un algorithme génétique pour diversifier les concepts et sur la modélisation d'actions pour générer leurs modèles 3D. Par opposition à la méthode d'optimisation de Frazer et Graham (Frazer, 1995) qui permet de modifier les proportions des composantes d'un objet architectural, la méthode évolutive que nous présentons dans ce chapitre permet (en combinant un modèle procédural et un modèle d'optimisation) de faire évoluer les composantes même du modèle architectural pour élaborer des formes nouvelles, voire inattendues.

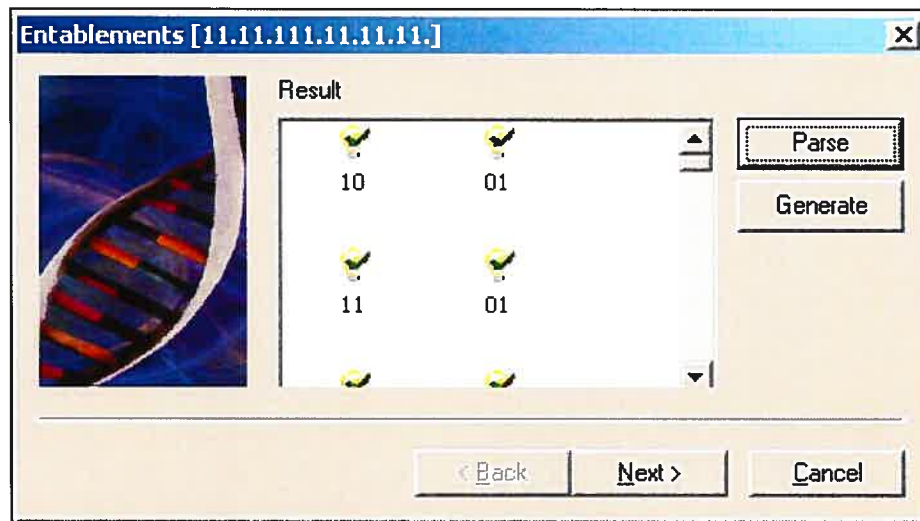
Nous implémentons ce mécanisme sous forme d'un assistant informatique offrant à l'utilisateur deux modes d'appropriation qui diffèrent selon les rôles joués par l'utilisateur et la machine : (i) un mode assisté par l'utilisateur, celui-ci effectue un contrôle sur toutes les étapes de génération du modèle et (ii) un mode contrôlé par un règlement d'urbanisme, où le système détermine l'ensemble des caractéristiques du modèle de devanture, selon un système de critères (règlements) établis à l'avance par l'utilisateur. Évidemment, il revient à l'utilisateur d'évaluer ensuite les solutions proposées et d'effectuer son choix sur les variantes qui l'intéressent.

La génération assistée par l'utilisateur

La description de ce mode est illustrée par un exemple d'utilisation. Une fois que l'utilisateur fait appel à la fonction "*Assistant contrôlé*", depuis le menu ou la barre d'outil du logiciel Sinan, une boîte de dialogue l'invite à spécifier le fichier (.py) où est défini la classe relative à l'objet en conception (modèle procédural), en l'occurrence le fichier "devanture.py" que nous avons préalablement écrit (Annexe 7). Le système lit alors le génome de référence de la classe et établit un assistant comportant autant de pages que de gènes contenus dans ce

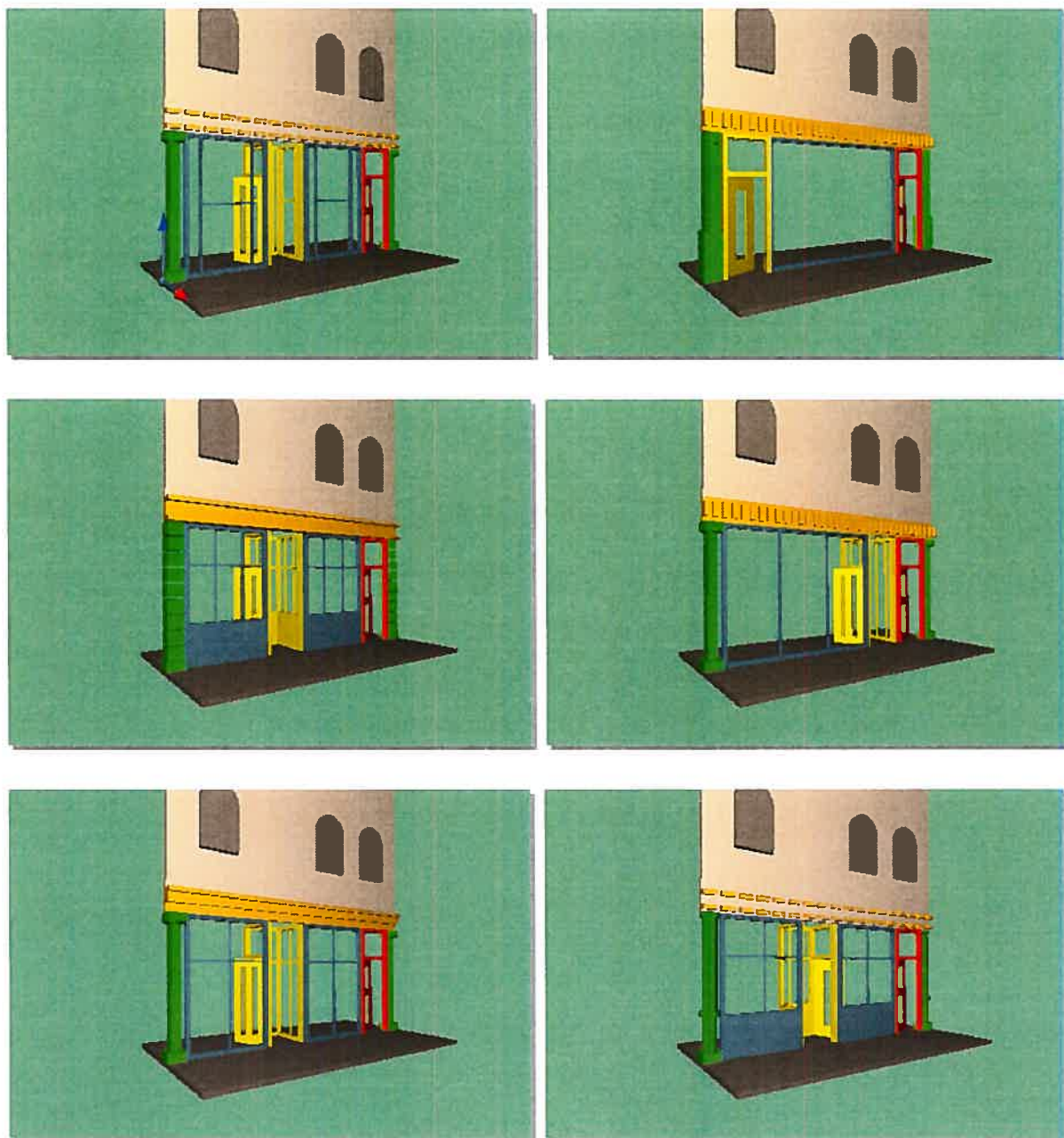
génomique. La première page affichée correspond au premier gène dans la liste (Figure 26).

Figure 26: Variation individuelle d'un gène.



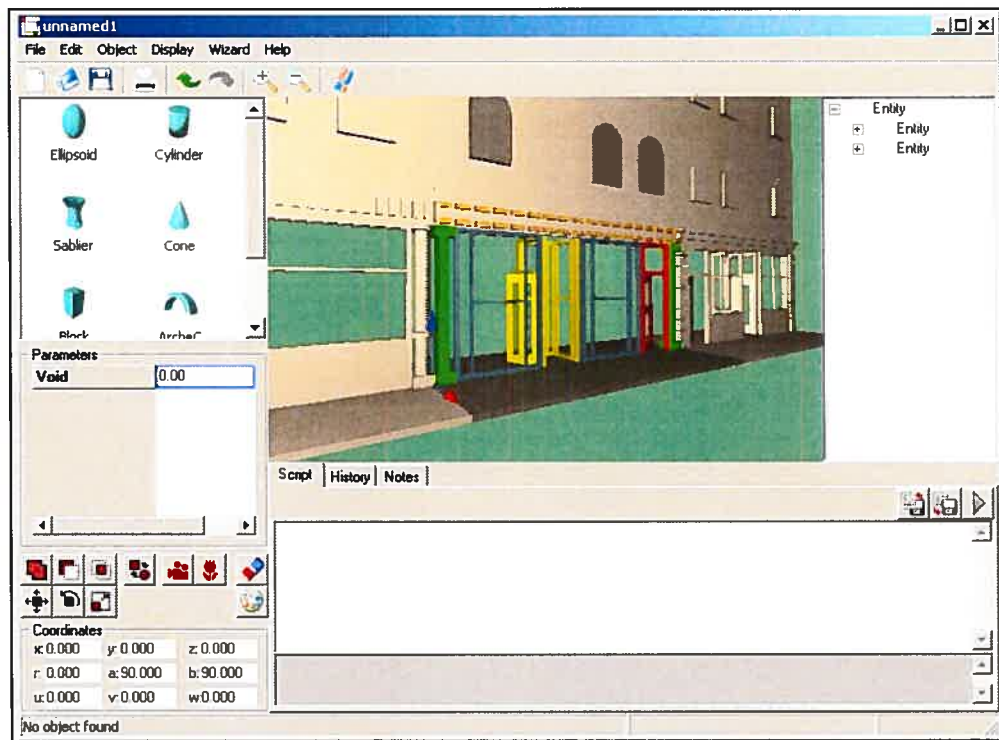
A côté de la barre de titre (qui affiche en tout temps l'état du génome de l'objet en conception) la fenêtre de l'assistant comporte trois zones : (i) dans la zone de génération deux fonctions permettent d'invoquer respectivement la fonction "Generate" pour générer des occurrences aléatoires du gène courant et la fonction "Parse" pour figurer le modèle 3D correspondant au génome courant et l'insérer dans son voisinage architectural ; (ii) une zone de consultation qui permet de visualiser les occurrences du génome établis par la fonction "Generate" et de choisir le génome que l'utilisateur veut visualiser ; (iii) enfin, la zone de navigation comporte les fonctions "Back", "Next" et "Cancel" qui permettent de parcourir les six le étapes de conception de la devanture. L'utilisateur peut s'arrêter sur le gène qui l'intéresse, modifier son allèle, visualiser le résultat en temps réel (Figure 27), puis aller vers un autre gène.

Figure 27: Exemple de devantures générées par l'utilisateur.



Une fois que l'utilisateur passe à travers toutes les étapes qui l'intéressent et valide un choix final pour la devanture, les informations relatives au génome de cette devanture sont systématiquement enregistrées dans le fichier texte décrivant la structure d'information du système, préalablement décrite dans le chapitre relatif à la structure d'information. De cette manière, lorsqu'un nouvel utilisateur exploite ce système, il visualise un paysage urbain qui représente fidèlement les interventions de ces prédécesseurs (Figure 28).

Figure 28: Validation d'une phénotype de devanture.



Ainsi, ce premier mode d'utilisation procure à l'utilisateur un cheminement à travers les différentes phases de conception. Dans chacune d'elles, l'utilisateur est amené à réfléchir sur un élément architectural ou un mode d'arrangement et à effectuer des choix parmi les propositions générées par le système.

La génération contrôlée par règlement

À l'inverse du premier mode d'utilisation que nous venons d'illustrer, nous considérons dans ce chapitre un mode d'utilisation dans lequel la génération des concepts architecturaux est entièrement prise en charge par le système, sous le contrôle d'un règlement d'urbanisme préalablement défini par l'utilisateur (idéalement pour un agent de la DAU). Pour cela, nous modélisons un règlement qui stipule que :

(i) le rythme des baies vitrées au rez-de-chaussée doit correspondre au rythme des pleins/vides dans la fenestration des étages ;

(ii) il est interdit d'accéder au commerce autrement que par une entrée autonome donnant directement sur la rue ;

(iii) la porte principale qui permet d'accéder au commerce doit être d'un type différent que la porte secondaire qui mène aux étages supérieurs ;

Rappelons ici que la notion d'algorithme génétique trouve son origine dans le processus de sélection naturelle des espèces, il est alors intéressant de définir au sein même de la classe "Devanture.py" (modèle procédural) une fonction de sélection à base de critères permettant d'établir une hiérarchie parmi les propositions générées aléatoirement par le système. Évidemment, dans le domaine de l'architecture il ne saurait être question de bonne ou de mauvaise proposition, cependant nous pouvons distinguer trois catégories de propositions :

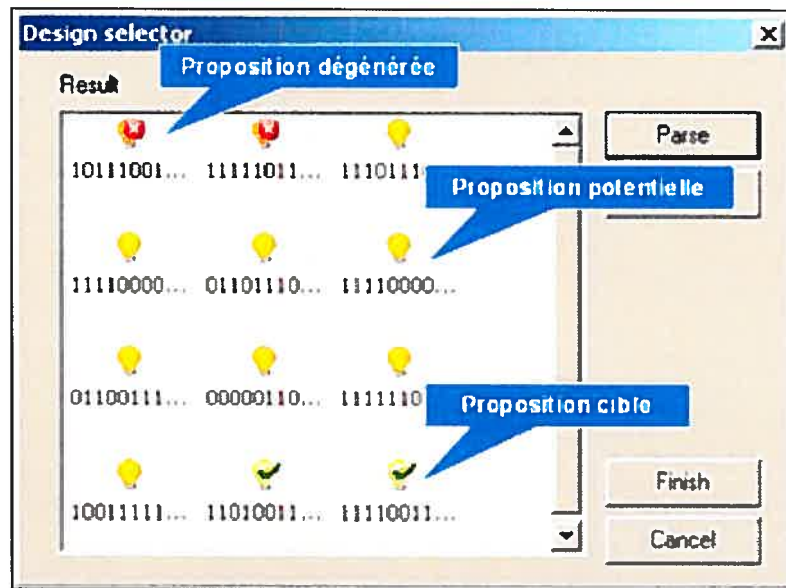
(i) la catégorie des "propositions cibles" regroupant les propositions qui répondent exactement aux articles du règlement modélisé. Dans notre cas, il peut s'agir par exemple des propositions qui respectent le même rythme (plein-vide) que la façade des étages indépendamment des types d'éléments architecturaux qu'ils utilisent ;

(ii) par ailleurs, sachant que les modèles sont générés aléatoirement, cela peut donner lieu à des propositions qui présentent des dysfonctionnements sur le plan fonctionnel ou constructif, c'est une catégorie de "propositions dégénérées". Il peut s'agir par exemple d'une entrée de commerce qui ouvre sur la porte secondaire menant à l'étage au lieu d'ouvrir sur

l'intérieur du commerce ;

(iii) enfin, entre les deux catégories précédentes, il existe une catégorie de "propositions potentielles", qui n'appartiennent à aucune des deux (Figure 29).

Figure 29: Variation globale du génome.



Pour identifier à quelle catégorie appartient une proposition de devanture, nous utilisons la logique des ensembles flous, de Zadeh, préalablement décrite. Ainsi, tous les génomes d'une population nouvellement générée sont initialisés à (0.5). C'est la valeur intermédiaire entre les limites (1.0) d'appartenance total et la limite (0.0) de non appartenance.

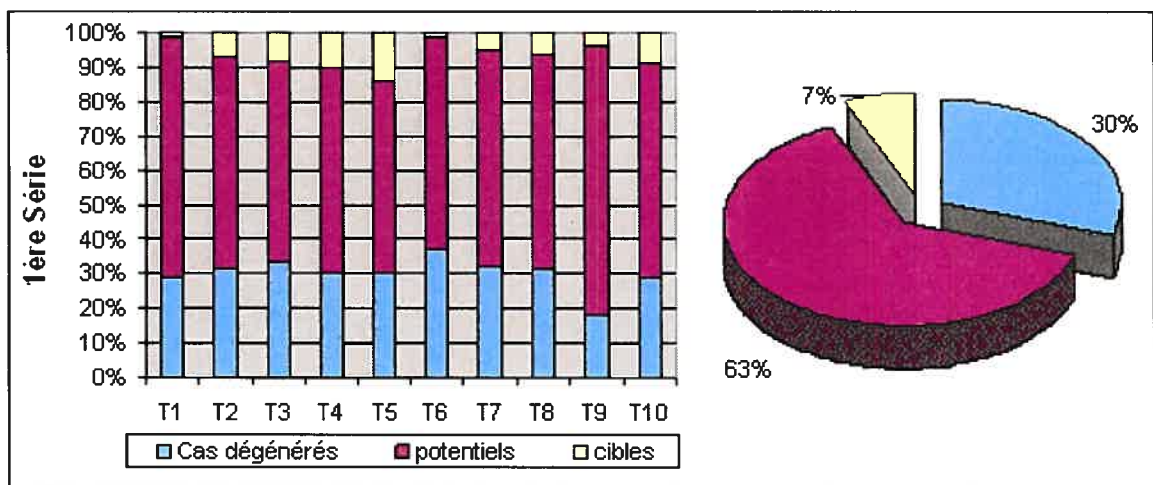
Chaque génome de proposition est ensuite confronté aux articles du règlement modélisé. Si le génome satisfait une première fois à un article du règlement, le système lui attribue une valeur de 1.0 au lieu de 0.5. Ensuite, le système parcourt tous les articles et à chaque fois que le génome est satisfaisant la valeur courante est multipliée par 1.0. Ce qui fait qu'à la fin, le génome se trouve être dans la catégorie des propositions cibles. Si au contraire, un génome correspond à un arrangement de devantures qui présente des dysfonctionnements sur le plan fonctionnel ou constructif, la valeur courante est multipliée par 0.0. Ce qui fait qu'à

la fin le génome appartient à la catégorie des propositions dégénérées.

Afin de mettre le système à l'épreuve nous effectuons 5 séries de 10 tests, sur une population de 100 propositions - un échantillonnage aussi grand nous permet d'assurer la représentativité de chacune des trois catégories (cible, potentielle et dégénérée). Pour la première série, le test est réitéré une seule fois, ce qui permet d'obtenir des propositions totalement aléatoires (qui n'ont subi aucune sélection). Pour la seconde série, le test est réitéré 25 fois, puis 50 fois pour la troisième, 75 fois pour la quatrième et 100 fois pour la cinquième. Cela nous permet d'augmenter progressivement le nombre de cycle de génération/sélection effectué sur la population de propositions. Dans chacun des tests, nous observons la variation des pourcentages des propositions "cibles", "potentielles" et "dégénérées". À la fin de chaque série de tests, nous calculons une moyenne pour chacune des catégories afin d'effectuer une comparaison entre elles.

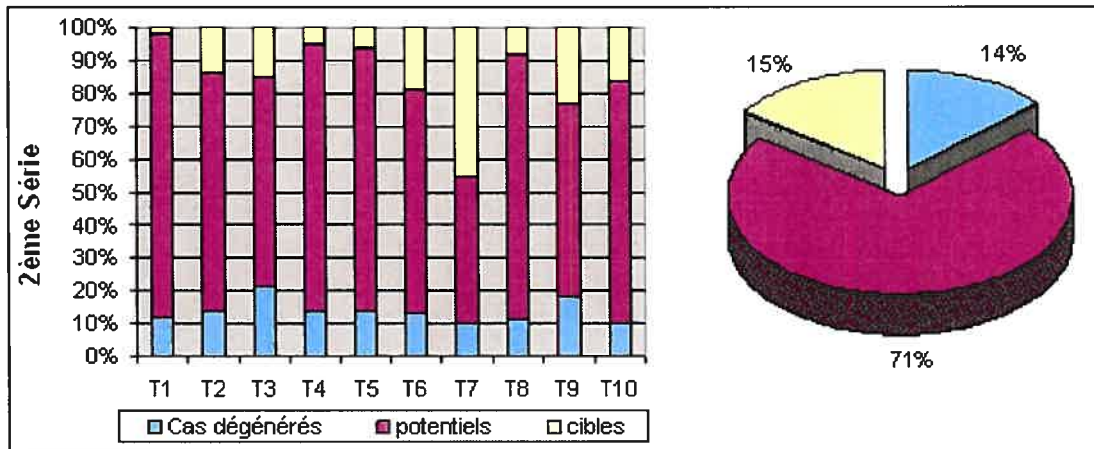
En ce qui a trait à de la première série de tests (Figure 30), nous constatons que le nombre de propositions cibles varie entre 1 et 14 alors que celui des propositions dégénérées varie entre 18 et 37. La moyenne globale des 10 tests révèle 7% de propositions cibles et 30% de propositions dégénérées.

Figure 30: Résultat des tests à 1 itération.



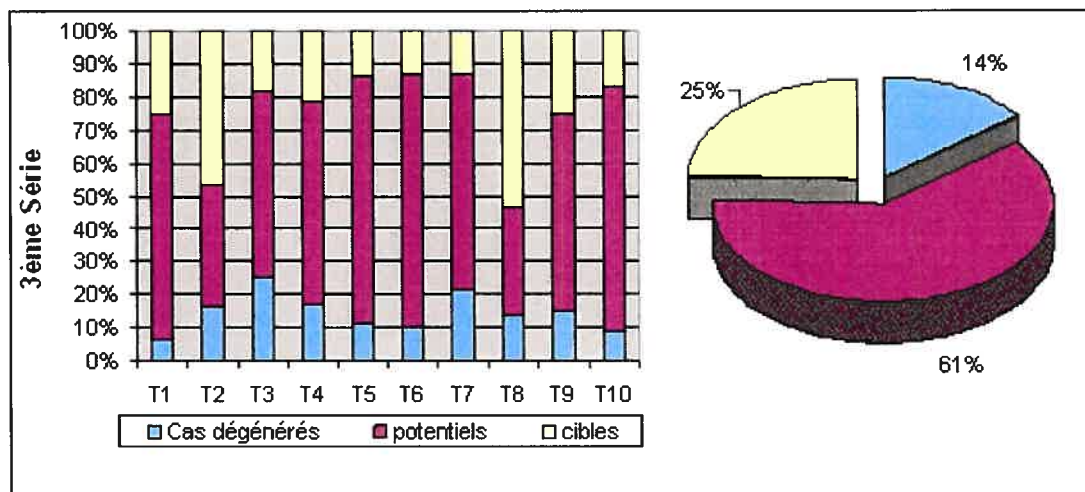
Dans la deuxième série (Figure 31), on peut voir que le nombre de propositions cibles varie entre 2 et 45, alors que celui des propositions dégénérées varie entre 10 et 21, totalisant une moyenne de 15% de propositions cibles par rapport 14% de propositions dégénérées.

Figure 31: Résultat des tests à 25 itérations.



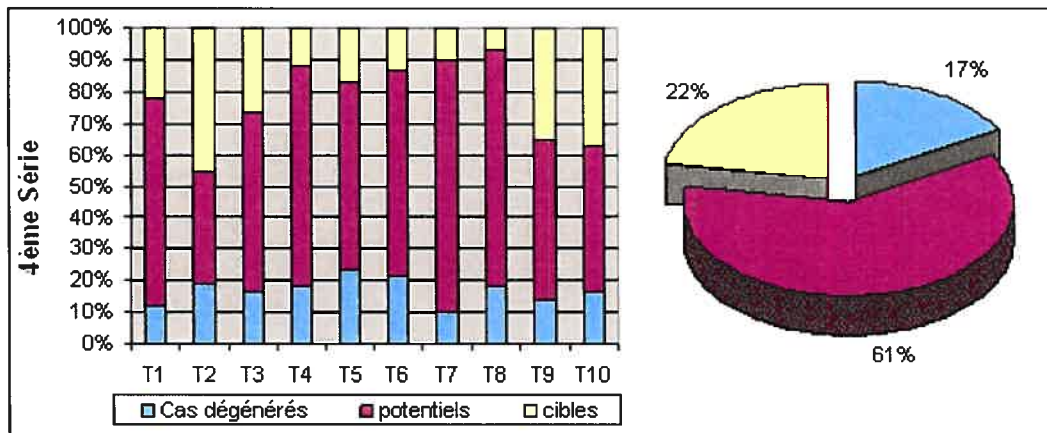
Le diagramme de la série 3 (Figure 32), révèle un taux de propositions cibles variant entre 13 et 53 alors que celui des propositions dégénérées varie entre 6 et 25. La moyenne globale des 10 tests se situe à 25% de propositions cibles et 14% de propositions dégénérées.

Figure 32: Résultat des tests à 50 itérations.



En ce qui concerne la série 4 (Figure 33), le nombre de propositions cibles oscille entre 7 et 45 alors que celui des propositions dégénérées varie entre 12 et 23. La moyenne globale des 10 tests se situe à 22% de propositions cibles et 17% de propositions dégénérés

Figure 33: Résultat des tests à 75 itérations.



Finalement dans la série 5 (Figure 34), on observe un taux de propositions cibles variant entre 6 et 72 alors que celui des propositions dégénérées varie entre 7 et 22. La moyenne globale des 10 tests de 31% de propositions cibles et 14% de propositions dégénérées.

Figure 34: Résultat des tests à 100 itérations.

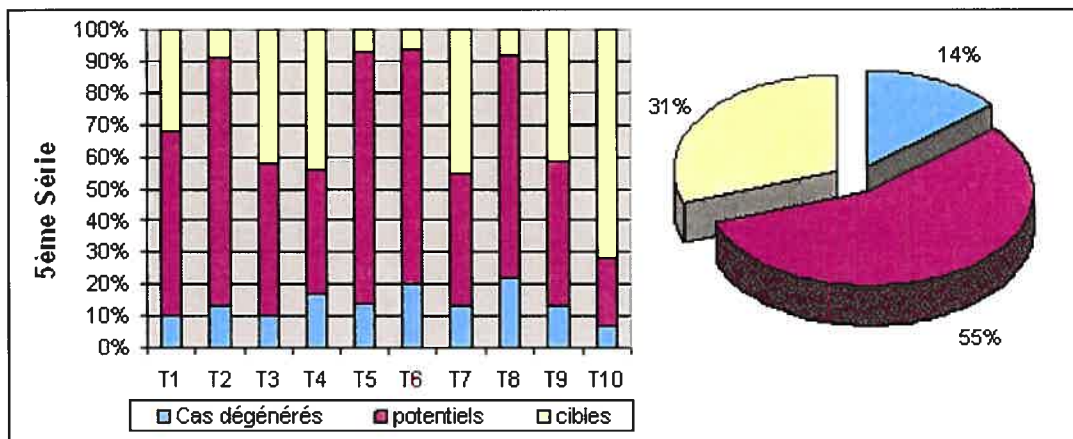
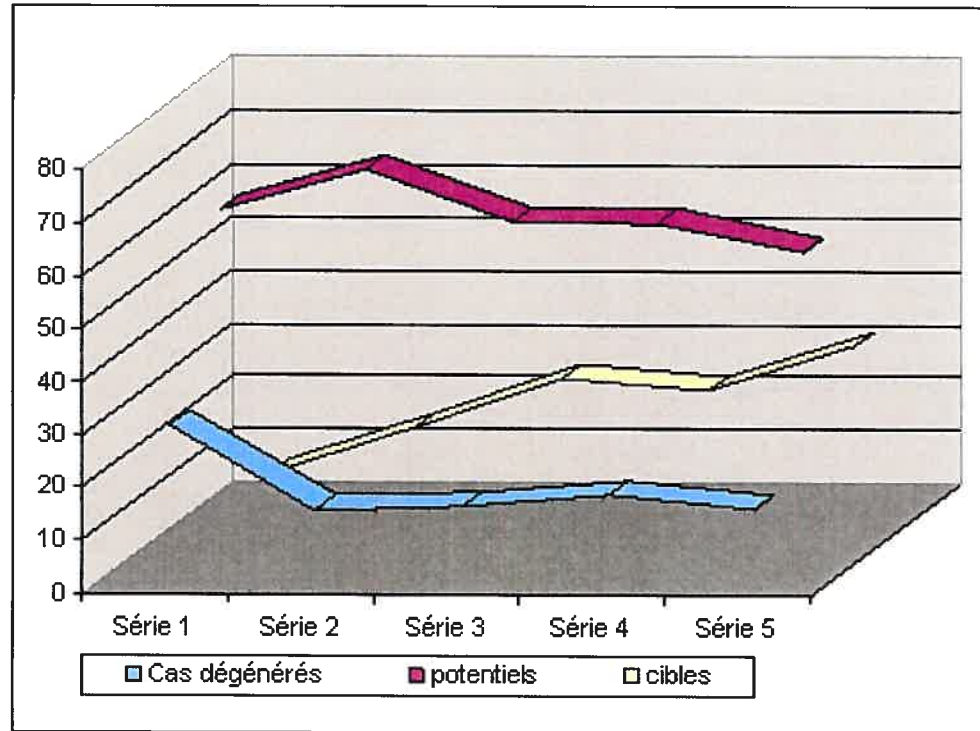


Figure 35: Tendances globales recueillies durant les tests.



A l'issue des cinq séries de tests, nous effectuons une synthèse de l'ensemble de ces données statistiques (Figure 35) pour constater les variations moyennes des catégories de propositions en fonction du nombre d'itérations du processus de génération/sélection. Il en ressort alors que :

(i) plus le nombre d'itérations augmente, plus les variations des propositions cibles d'une même série manifeste des écarts importants. Ces écarts sont d'autant plus marqués dans la série 5. Cela n'affecte pas la proportion des individus dégénérés ;

(ii) s'agissant de la proportion des propositions dégénérées, cette valeur décroît rapidement entre la première et la deuxième série de test pour se stabiliser relativement à une valeur asymptotique qui avoisine les 15% ;

(iii) la proportion des propositions cibles, par contre, est caractérisée par une augmentation quasi linéaire entre la première et la cinquième série de tests. Entre ces deux

propositions en fonction du nombre d'itérations du processus de génération/sélection. Il en ressort alors que :

(i) plus le nombre d'itérations augmente, plus les variations des propositions cibles d'une même série manifeste des écarts importants. Ces écarts sont d'autant plus marqués dans la série 5. Cela n'affecte pas la proportion des individus dégénérés ;

(ii) s'agissant de la proportion des propositions dégénérées, cette valeur décroît rapidement entre la première et la deuxième série de test pour se stabiliser relativement à une valeur asymptotique qui avoisine les 15% ;

(iii) la proportion des propositions cibles, par contre, est caractérisée par une augmentation quasi linéaire entre la première et la cinquième série de tests. Entre ces deux séries, la valeur s'est vue multipliée par 4.

(iv) Comme la proportion des solutions dégénérées se stabilise à 15%, l'accroissement de la proportion des solutions cibles se fait au dépend de la catégorie des propositions potentielles.

Conclusion

Lors de ce chapitre, nous avons défini deux concepts : (i) l'échelle thématique qui représente un procédé de lecture des expressions architecturales, présentes dans un paysage urbain, qui permet de ressortir parmi ces expressions celles qui partagent une ou plusieurs caractéristiques demandées par l'utilisateur ; (ii) le modèle évolutif combine un modèle procédural (relatif à une composition architecturale) et un modèle d'optimisation (relatif aux objectifs de l'utilisateur ou à une réglementation) pour faire évoluer les composantes d'un objet architectural et générer de nouvelles propositions pour le projet.

Les tests de validation opérés sur le système ont exploité un modèle de réglementation urbaine. Nous avons alors constaté que le système converge, de génération en génération, vers des propositions cibles qui répondent le mieux par rapport aux critères établis par ce règlement. Par conséquent, cela confirme le fait que l'exploitation de la méthode évolutive permet d'établir un processus de modélisation plus proche des besoins de l'activité de conception et notamment pour l'identification de propositions qui répondent aux besoins de l'utilisateur.

Conclusion générale

"... Celui-ci est le fleuve du temps. Il ne rejette que les âmes sur cette rive ; mais tout le reste, il l'entraîne sans effort. Ce grand flux, cependant, est fait de toutes choses que tu as connues, ou que tu aurai pu connaître. Nous sommes comme le rêveur, au sein duquel, les figures et les pensées bizarrement altérées par leur fuite, les êtres se composent avec leurs changements."

Valéry.

Dans l'histoire urbaine, il est rare qu'une ville soit construite d'un seul jet. Elle s'établit progressivement, elle s'étend là où elle le peut et il arrive souvent qu'elle se reconstruise sur elle-même en fonction des besoins de ses citoyens et des enjeux économiques, sociaux et culturels qui les animent. En tant que produit de la société, la ville accumule durant son parcours des repères historiques du vécu, des événements et de la culture des communautés qui la composent. Le boulevard Saint-Laurent constitue un parfait exemple dans ce sens, qui lui a valu l'octroi d'un statut patrimonial. Or parmi les éléments de ce paysage urbain, l'architecture des places d'affaires (comme partout ailleurs) constitue depuis plusieurs décennies le témoin principal de l'évolution et de la modernisation. Cette architecture s'inscrit cependant dans une perspective antinomique par rapport aux caractéristiques patrimoniales du boulevard.

L'avenir incertain du patrimoine architectural du boulevard Saint-Laurent nécessite d'organiser dans le moyen terme un processus de revalorisation des images sociales du quartier. A ce propos, Jacobs (1991) souligne que *"les administrations municipales doivent*

s'engager dans une médiation entre les secteurs formel et informel, elles doivent aussi avoir un degré élevé de flexibilité et de contrôle si elles veulent mettre en place les stratégies et les technologies nouvelles s'appliquant aux problèmes et aux occasions qui sont de leur ressort".

Établir un cadre réglementaire pour les interventions architecturales des maîtres d'ouvrages (lors d'un projet de construction ou de transformation de devanture) est sans doute important, mais reste limité par les capacités de contrôle que la Ville peut effectuer sur ces interventions. De plus, ce cadre réglementaire ne donne aucune garantie sur la qualité esthétique d'une proposition, ni sur son harmonisation avec le paysage architectural du boulevard. Il est alors intéressant de reconsidérer la notion de sensibilisation au patrimoine, pratiquée par la Ville actuellement.

Bien que le terme patrimoine se réfère toujours à l'héritage transmis d'une génération à l'autre, son usage touche de multiples contextes différents : certains l'utilisent pour décrire les biens transmis au sein d'une famille, d'autres parlent des arts authentiques d'une certaine époque, dans le vocabulaire de la biotechnologie il décrit les gènes que chaque être reçoit de ses parents et qui prédéterminent sa physionomie. C'est justement de là que nous est venue l'idée d'emprunter la métaphore de l'évolution des espèces, pour l'appliquer dans le cadre de cette recherche de maîtrise en aménagement.

Communication et aide à la décision

Notre étude a établi une nouvelle méthode d'aide à la décision en architecture (la modélisation évolutive) afin d'assister les acteurs d'un projet pour identifier des concepts qui satisfassent leurs besoins, sans nuire au paysage du boulevard (en répondant à un ensemble de critères formalisés par l'utilisateur ou l'expert). Cette méthode a adopté deux démarches :

(i) une démarche rétrospective permettant de documenter les objets architecturaux (du boulevard) qui présentent un caractère d'époque et d'établir à partir de là une structure d'information hiérarchique pouvant renseigner les maîtres d'ouvrages, lors d'un projet de construction ou de transformation de leurs devantures ;

(ii) une démarche prospective permettant au préposé (architecte) de la Ville de générer plusieurs variantes de devantures sans avoir à les dessiner. Pour cela, nous utilisons un système informatique permettant de codifier les caractéristiques des devantures (du boulevard) sous une forme génétique, puis de combiner ces caractéristiques en croisant leurs génomes au cours de plusieurs générations virtuelles.

Cette recherche démontre ainsi qu'il est possible d'établir un système informatique d'aide à la décision permettant à son usager de générer un grand nombre de concepts de devantures qui satisfont à un modèle de règlement d'urbanisme (élaboré sous forme de critères). En mettant à contribution les capacités incommensurables d'essai et d'erreur dont dispose l'ordinateur, nous pouvons arriver, comme il a été démontré, à des propositions diversifiées dont plusieurs n'auraient probablement jamais été envisagées en utilisant les procédés de dessin manuel, ni même ceux du dessin assisté par ordinateur, au sens classique.

Par l'introduction de ce moyen, de nouvelles pratiques peuvent s'établir entre la Ville et ses clients et plus particulièrement entre le préposé (architecte) et le maître d'ouvrage. En ce sens, le processus de concertation sur le projet ne se réfère plus seulement à la figuration de l'objet architectural (sur papier ou sur calque) mais il devient possible d'examiner interactivement plusieurs variantes du projet, toutes simulées en 3D. Cette opération peut bien entendu s'effectuer dans les locaux de la Ville ou au sein d'un bureau de l'arrondissement, par exemple. Un usage plus intensif de l'outil numérique peut permettre au préposé et à son client d'examiner les solutions en ligne, en se transmettant les fichiers correspondants à ses propositions via le réseau Internet. Ce qui devra réduire les délais de communication entre ces partenaires du projet.

De plus, diffusé à partir d'un site web, ce moyen d'aide à la décision peut être mis à la disposition des architectes d'arrondissements, des maîtres d'ouvrages, des membres du Comité Consultatif d'Urbanisme ou de tout chercheur qui s'intéresse au patrimoine bâti du boulevard mythique de Montréal.

Les limites de la présente recherche

Dans ce qui a précédé, nous avons eu l'occasion de nous référer à trois domaines à savoir : (i) le patrimoine architectural, (ii) la communication entre acteurs du projet et (iii) les procédés d'instruction des demandes de construction au sein de la Ville. Toutefois, il est important de rappeler que notre objet de recherche était de déterminer une méthode permettant de simuler des propositions architecturales sans avoir à les dessiner.

Dans cette perspective, la présente recherche n'a aucune prétention de dicter des recettes en matière de gestion, de rénovation ou de réhabilitation du patrimoine bâti. Ces questions relèvent d'ailleurs d'autres champs d'expertise en aménagement. Dans le cadre de cette recherche, le patrimoine bâti du boulevard Saint-Laurent a permis surtout d'identifier une typologie de formes et d'expressions architecturales pouvant servir d'objets de modélisation et être visualisées par des moyens informatiques.

De plus, cette étude ne se veut pas une recherche exhaustive traitant des différents types des projets architecturaux réalisés actuellement sur le boulevard, ni une recherche portant sur les multiples modes d'intervention de la Ville en matière de patrimoine urbain. Notre intérêt porte particulièrement sur les transformations de devantures qui affectent la partie du boulevard Saint-laurent croisant l'ancien village du Mile End.

Les projets de transformation de devantures ont été analysés simultanément selon les points de vue des maîtres d'ouvrages –commerçants, propriétaires, locataires- qui l'ont réalisé, et selon ceux des services de la DAU qui ont effectué l'instruction des demandes de permis de construction ou de transformation de ces projets.

D'un point de vue méthodologique, le nombre restreint de répondants interrogés lors de cette recherche exploratoire ne permet pas de généraliser les résultats au-delà de notre site et il est intéressant que d'autres recherches puissent approfondir les résultats auxquels nous sommes parvenus. De plus, compte tenu de leur faible représentativité, certaines catégories de commerces n'ont pas fait l'objet de cette étude comme par exemple les quincailleries, les

entrepôts et les magasins d'appareils mécaniques.

D'un point de vue technique, nous soulignons que le système d'aide à la décision que nous proposons n'a aucune prétention de remplacer les compétences d'un professionnel. En effet, malgré que ce système permette de figurer une grande palette de modèles tridimensionnels de devantures sans avoir à les dessiner, il ne s'agit que de propositions partielles qui nécessitent grandement l'expertise et la sensibilité d'un concepteur professionnel afin de les adapter au contexte architectural, technique et budgétaire du projet.

Les avenues de recherches futures

Cette étude constitue, en quelque sorte, une recherche empirique sur la méthode de modélisation évolutive appliquée au cas des devantures commerciales. A partir de cette étude, plusieurs autres avenues de recherches peuvent être identifiées. En effet, le potentiel d'exploitation de la méthode évolutive ne s'arrête pas aux devantures. Elle peut être étendue à d'autres types d'objets architecturaux dont notamment ceux qui sont les plus menacés dans les sites patrimoniaux de Montréal tels les portes, les fenêtres, les éléments de ferronnerie ainsi que les couronnements de façades, pour ne citer que ceux-là.

Pour cela, il est nécessaire de faire l'inventaire des composantes de chaque objet architectural ainsi que son mode d'assemblage, d'établir les modèles procéduraux qui permettent de générer ses composantes et de définir une codification génétique appropriée à cet objet.

De plus, il est à noter que pour déterminer la pertinence d'une proposition de devanture générée par l'algorithme génétique et l'acheminer vers l'une des catégories (cibles, potentielles, dégénérées), le système examine sa validité par rapport aux articles du règlement d'urbanisme que nous avons modélisé. Dans le cadre de cette étude, nous avons donné à tous les articles le même niveau de priorité. Toutefois, dans la réalité les critères de jugement en architecture ne sont pas toujours d'importances égales. Une recherche à venir s'impose pour modéliser la hiérarchie des critères dans un règlement.

Références bibliographiques

ACOSTA, Carlos (2004). L'informatique comme outil d'aide à la décision en milieu urbain. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal.

ALOI, Roberto (1959). Mercati e negozi. Milan : Ulrico Hoepli.

ARTHUR, P., PASSINI, R. (1992). Wayfinding : people, signs, and architecture. New York : McGraw-Hill.

Arrondissement Plateau Mont-Royal (2004). Second projet du règlement modifiant le règlement d'urbanisme de l'arrondissement Plateau Mont-Royal, numéro 01-277, (<http://applicatif.ville.montreal.qc.ca/fr/afavi17f.asp?id=1179>, consulté le 15-10-2004).

BENOIT, M., GRATON, R. (1991). Pignon sur rue : les quartier de Montréal. Montréal : Guérin.

BOGDAN, Marius, DE PAOLI, Giovanni (2000). De la modélisation du processus de construction à la construction du processus de modélisation. In Giovanni De Paoli et Temy Tidafi (Eds.). *Modélisation architecturale et outils informatiques entre cultures de la représentation et du savoir-faire*. Montréal : (pp.67-76). Association canadienne-française pour l'avancement des sciences.

BOUDON, Philippe (2003). Sur l'espace Architectural. Marseille : Éditions Parenthèses.

BOYER, Sébastien (2002). Étude des méthodes de saisie informatique relatives au forage de données appliquées à la prise de décision en urbanisme. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal.

BRUNETT, Richard (2004). Pharmaprix sign causes controversy : Plateau vs. Pharmaprix. Montréal, 10 juin 2004. (<http://www.hour.ca/news/news.aspx?iIDArticle=3317>, consulté le 20-9-2004).

CABONI, Marc (1947). *L'art et la technique de l'étalage*. Bruxelles : Éditions Caboni.

CHARBONNEAU, Nathalie (2002). Méthode proposant l'utilisation de la programmation fonctionnelle pour la génération de solutions architecturales partielles sous forme matricielle. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal.

CHASE, S. C. (1999), Grammar based design : issues for user interaction models. In O. Ataman et J. Bermudez (Eds.). *Media and design process, proceedings of ACADIA '99*. Salt Lake, Octobre 29-31, 1999 (pp. 198-210): Association for computer-aided design in architecture.

CHOAY, Françoise (1992). L'allégorie du patrimoine. Paris : Seuil.

CLÉVÉO, H. (1922). Vitrines et étalages modernes. Paris : Dépositaires généraux.

DE SILVA GARZA, A. G., MAHER, M.L. (2001). Using evolutionary methods for design case adaptation. In J. Wassim (Eds.). *Reinventing the discourse, proceedings of ACADIA 2001*. New York, Octobre 11-14, 2001 (pp. 180-191) : Association for computer-aided design in architecture.

DESLAURIERS, Jean-Pierre (1991). Recherche qualitative : guide pratique. Montréal : McGraw-Hill.

DIEUX-HANN PHO, Alice (1997), Description informatique de l'évolution historique d'un bâtiment : une modélisation de la transformation. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.

DUBOIS, Martin (2003). Étude typomorphologique de l'arrondissement du Plateau Mont-Royal : rapport final. Montréal : Ville de Montréal.

ECO, Umberto (1965). L'œuvre ouverte. Paris : Éditions du Seuil.

FLUTON, G., VERNETTE, L. (1996). L'arrondissement historique du boulevard Saint-Laurent. Montréal : Commission des Lieux et Monuments Historiques du Canada.

(www.boulevardsaintlaurent.com/pdf/arrondissement.pdf, consulté le 17 septembre 2004)

FORTIER, Vincent (2004). Les échos du conseil d'arrondissement du 5 juillet. Montréal, 7 juillet 2004. (<http://www.arrondissement.com/plateaumontroyal/article.asp?id=3139&sort=4>, consulté le 23-10-2004)

FRAZER, John H. (1995). An evolutionary architecture. London : Architectural association

GALDAS, Louisa G., NORFORD, Leslie K. (1999). A genetic algorithm tool for design optimization. In O. Ataman et J. Bermudez (Eds.). *Media and design process, proceedings of ACADIA '99*. Salt Lake, Octobre 29-31, 1999 (pp. 260-271): Association for computer-aided design in architecture.

GOSLING, David, MAITLAND, Barry (1976). Design and planning of retail systems. London : The architectural Press.

GUIHEUX, Alain (2000). Architecture instantanée : nouvelles acquisitions, Paris : Centre Pompidou.

GREGORY, S. A. (1966). Design and the design method. In S. A. Gregory (Éds.). *The design method*. London : (pp. 3-10), Butterworths.

HALL, Samuel R. (1924). Retail advertising and selling. New York : McGraw-Hill.

HUOT, Stéphane (2005). Une nouvelle approche pour la conception créative : de l'interprétation du dessin à main levée au prototypage d'interactions non-standard. Thèse de doctorat. Université de Nantes.

IORLANOVA, Ivanka, TIDAFI, Temy (2000). Functional modelling of object-types in architecture. In *Digital creativity symposium : proceeding of Greenwich 2000*. London, janvier 13-15, 2000 (pp. 43-52) : Université de Greenwich.

JACOBS, Peter (1991). Le développement urbain viable. 3^{ème} sommet des grandes villes du monde. Montréal.

- KALAY, Yehuda E. (2004). Architecture's new media : principles, theories and methods of computer-aided design. London : MIT Press.
- KETCHUM, Morris (1948). Shops & stores. New York : Reinhold
- KLIMENT, Stephen A. (2004). Building type basics for retail and mixed-use facilities. New York : Wiley.
- L'ÉCUYER, René (1987). L'analyse de contenu : notion et étapes. In Jean-Pierre Deslauriers (Eds.). *Les méthodes de la recherche qualitative*. Québec : (pp. 49-65), Presses de l'Université de Québec.
- LANGLOI, R.(1987). Façades et devantures : guide de rénovation des bâtiments commerciaux. Québec : Les publications du Québec.
- LE GALL, Didier (1987). Les récits de la vie : approcher le social par le pratique. In Jean-Pierre Deslauriers (Eds.). *Les méthodes de la recherche qualitative*. Québec : (pp. 35-48), Presses de l'Université de Québec.
- LUGER, George. F., Stubblefield, William. A. (1993). Artificial intelligence : structures and strategies for complex problem solving. Redwood : Benjamin/Cummings.
- MARREY, Bernard (1979). Les grands magasins : des origines à 1939. Paris : Éditions Picard.
- MICHELL, Gordon (1986). Design in the high street. London : The architectural press.
- Ministère des Affaires Culturelles (1987). La Loi sur les biens cultures et son application. Québec : Gouvernement du Québec.
- NOVAK, Vilem, PERFILIEVA, Irina, MOCKOR, Jiri (1999). Mathematical principles of fuzzy logic. Norwell : Kluwer.
- PACKER, Harry Q., WATERMAN, Marguerite E. (1951). Basic retailing. New York : Prentice-Hall.

PICKEN, James Hamilton (1927). Principles of window display. Chicago : A.W. Shaw.

PORTAS, Mary (2000). Vitrines : stratégies de la séduction. Paris : Thames & Hudson.

PRUD'HOMME, Chantal (2002), Boulevard Saint-Laurent : analyse du paysage, rapport de recherche réalisé pour Parc Canada. Montréal : Parc Canada.

SIMARD, Patrice (1993). La protection du patrimoine culturel par les municipalités du Québec. Laval: Revue juridique des étudiants et étudiantes de l'université de Laval. Novembre 1993.

TESTA, Peter, O'REILLY, Una-May, GREENWOLD, Simon (2000). Agency GP : Genetic programming for architectural design. In *Eternity, infinity and virtuality in architecture, proceedings of ACADIA '2000*. Washington DC, Octobre 19-22, 2000 (pp. 227- 231) : Association for computer-aided design in architecture.

TIDAFI, Temy (1996). Moyens pour la communication en architecture – Propositions de la modélisation d'actions pour la figuration architecturale. Thèse de doctorat. Université de Montréal.

TIDAFI, Temy (2000). Modelling an urban environment for the decision-making process : a new perspective. In *Greenwich 2000 : digital creativity symposium*. London, Janvier, 2000 (pp. 179-187) : Université de Greenwich.

VALÉRY, Paul (1944). Eupalinos ou l'architecte. Paris, Gallimard.

VAN DER MAREN, Jean-Marie (1996). Méthodes de recherche pour l'éducation. Paris : DeBoeck.

Ville de Montréal (1978). Charte de la ville de Montréal. Montréal : service des finances.

Ville de Montréal (1996). Règlement d'urbanisme : guide explicatif illustré sur le cadre bâti. Montréal.

Ville de Montréal (1998). Le règlement d'urbanisme de Montréal : Guide d'information. Montréal.

Ville de Montréal (2004). Rapport de consultation publique : commission de l'aménagement urbain et du développement durable. Montréal.

Ville de Montréal (2004). Règlement sur les plans d'implantation et d'intégration architecturale, Annexe C. Montréal.

Ville de Montréal (2004). Plan d'Urbanisme de Montréal : Synthèse des orientations et des objectifs. Montréal. (http://www2.ville.montreal.qc.ca/plan-urbanisme/pdf/plan_extrait/orientations.pdf, consulté le 17-10-2004).

WATTS, Ronald D. (1966). The elements of design. In S. A. Gregory (Éds.). *The design method*. London : (pp. 85-95), Butterworths.

ZADEH, Lotfi (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. In H.-J.

ZIMMERMAN (Éds.). *Fuzzy sets and systems*. Volume 1 (pp. 3-28). Glasgow: North-Holland Publishing.

ZBIGNIEW, Michalewicz (1992). Genetic algorithms + data structures = evolution programs. Berlin : Springer-Verlag.

Annexes

Annexe 1 : Grille de questions

Correspondant :

Adresse :

Téléphone :

Profession :

Age : Genre : F. M



RAPPORTS		QUESTION
<i>De l'intervention</i>	<i>a</i>	<i>Depuis combien de temps êtes vous installé dans ces locaux ? <input type="checkbox"/> moins de 1 an, <input type="checkbox"/> entre 1 et 2 ans, <input type="checkbox"/> entre 2 et 4 ans, <input type="checkbox"/> 4 ou plus (avant la création de la nouvelle ville de Montréal en 2001).</i>
	A	Je trouve que votre vitrine est intéressante, qu'est ce qui vous a mené à la faire ainsi ?
	<i>b</i>	<i>Cela fait combien de temps que vous avez refait votre devanture ? <input type="checkbox"/> moins de 1 an, <input type="checkbox"/> entre 1 et 2 ans, <input type="checkbox"/> entre 2 et 4 ans, <input type="checkbox"/> plus de 4 ans</i>
	<i>c</i>	<i>Êtes-vous propriétaire ou locataire du local ? <input type="checkbox"/> propriétaire, <input type="checkbox"/> locataire, <input type="checkbox"/> colocataire, <input type="checkbox"/> autre :</i>
	<i>d</i>	<i>Sinon, qui a payé pour le design et la construction de la nouvelle devanture ? <input type="checkbox"/> vous, <input type="checkbox"/> le propriétaire, <input type="checkbox"/> le coût a été partagé</i>
	<i>e</i>	<i>Quelles ont été les raisons ? <input type="checkbox"/> publicitaire (marketing, identité), <input type="checkbox"/> fonctionnelle (mise au normes, nouveaux besoins), <input type="checkbox"/> rénovation (condition ou design inacceptable de l'ancienne devanture), <input type="checkbox"/> inspiration d'autres devantures renouvelées dans le voisinage, <input type="checkbox"/> autres :</i>
	B	Dans le cas de votre projet de transformation, qu'est ce qui a le plus inspiré votre proposition de devanture (un modèle existant, un architecte, un autre professionnel, ...) ?
	<i>f</i>	<i>Quelles sont les personnes qui ont contribué au design de la nouvelle devanture ? <input type="checkbox"/> propriétaire, <input type="checkbox"/> locataire, <input type="checkbox"/> collaborateurs, <input type="checkbox"/> clients, <input type="checkbox"/> l'arrondissement, <input type="checkbox"/> designer, <input type="checkbox"/> architecte, <input type="checkbox"/> entrepreneur ou fabricant, <input type="checkbox"/> constructeur, <input type="checkbox"/> autres :</i>

	C	Je ne sais pas si dans votre métier on doit garder sa vitrine dans son état originel ou il faut la changer plus souvent, qu'est ce que vous en pensez ?
<i>Du patrimoine</i>	D	Moi je passe souvent par là et ça me frappe de voir ces vitrines en changement, ça ne vous touche pas ?
	E	Pensez-vous que les habitants du quartier veulent garder l'aspect authentique du boulevard, ou bien y a t il d'autres considérations (commerces, location, ..)?
	<i>g</i>	<i>Selon vous, quel est le niveau de l'intérêt patrimonial de la façade de votre bâtiment ? <input type="checkbox"/> exceptionnel, <input type="checkbox"/> supérieur, <input type="checkbox"/> moyen, <input type="checkbox"/> modéré, <input type="checkbox"/> peu, <input type="checkbox"/> aucun.</i>
	<i>h</i>	<i>Si oui, pourquoi ? <input type="checkbox"/> ornementation, <input type="checkbox"/> matériaux, <input type="checkbox"/> harmonisation avec son contexte, <input type="checkbox"/> ancienneté, <input type="checkbox"/> autres:.....</i>
	F	Pensez-vous que la vitrine a plus de rapport avec le bâtiment de dessus ou plutôt avec les vitrines avoisinantes ?
	<i>i</i>	<i>Au moment où vous avez entrepris votre projet de rénovation de devanture, jusqu'à quel point était-il important de prendre en compte le rapport entre la nouvelle devanture et la façade de votre bâtiment ? <input type="checkbox"/> très important <input type="checkbox"/> important <input type="checkbox"/> pas important</i>
<i>De la réglementation</i>	G	Dans ces anciennes constructions, vous avez certainement eu des contraintes techniques pour la réaliser, n'est-ce pas vrai ?
	H	Pensez-vous qu'il est important de réglementer les interventions architecturales dans l'objectif de préserver l'état actuel du boulevard (patrimoine) ou bien laisser aux citoyens la liberté d'agir sur leurs constructions ?
	<i>j</i>	<i>D'après votre expérience, quelle impression avez-vous sur la réglementation urbaine actuellement en vigueur : <input type="checkbox"/> fondamentale, <input type="checkbox"/> nécessaire, <input type="checkbox"/> contraignante, <input type="checkbox"/> agaçante</i>
	<i>k</i>	<i>Pensez-vous qu'il soit intéressant que la Ville publie des exemples de devantures qu'elle juge intéressantes et à partir desquels les gens peuvent s'inspirer, au lieu de les confronter à la réglementation ? <input type="checkbox"/> oui, <input type="checkbox"/> probablement, <input type="checkbox"/> non.</i>

Annexe 2 : Grille préliminaire des catégories

CATÉGORIE	DESCRIPTION	CODE
<i>Impératifs et stratégies</i>	Respecter l'intégrité physique du bâtiment	Res-Int-Phy
	Sauvegarder l'harmonie d'ensemble du bâtiment	Sauv-Harm
	Préserver les éléments fonctionnels	Pres-fonc
	Préserver les éléments décoratifs	Pres-Dec
	Demander un permis de construction ou de transformation	Dem-Perm
<i>Compétences mises en oeuvre</i>	Solliciter l'intervention d'un architecte	Comp-Arch
	Demander l'étude d'un designer	Comp-Design
	Se faire réaliser un dessin d'entrepreneur	Comp-Entr
	Réaliser soi-même les plans de transformation	Comp-Pers
<i>Préparation de l'intervention</i>	Évaluer l'état général de l'existant	Eval-État
	Déterminer si des travaux plus poussés s'imposent	Trav-Pous
	Documenter l'état des lieux avant de commencer	Doc-État
	Stabiliser les ouvrages existants	Stab-Ouv
	Protéger les ouvrages contre les intempéries	Prot-Ouv
	Protéger les éléments contre les incendies ou le vandalisme	Prot-inc
<i>Exécution des travaux</i>	Rénover systématiquement l'ensemble de la devanture	Ren-Ens
	Entretenir les matériaux d'origine	Entr-mat
	Remplacer à l'identique les parties détériorées	Remp-Id
	Procéder à des renforcements structurels des ouvrages	Renf-Struct

Annexe 3 : Grille finale des catégories

CATEGORIES	CODE	DESCRIPTION
Incitations au changement	inct-inconv-boul	l'état de la devanture ne convient pas au renouveau actuel du boulevard
	inct-inconv-cmrc	l'état de la devanture ne convient pas au commerce
	inct-rcl-trtr	recul par rapport au trottoir
	inct-obscr-esp	obscurité des espaces
	inct-dtrrt-mat	matériaux détériorés
	inct-act-vdism	actes de vandalisme
	inct-vdism-graph	vandalisme par graffiti
Longévité d'un devanture	inct-vdism-vol	vol de produits
	long-dix-ans	changer au bout de dix ans
	long-cinq-ans	changer au bout de cinq ans
Intentions lors de la modification de devanture	long-dep-budg	dépend du budget
	intt-img-ntrt	afficher une image de notoriété
	intt-tdns-metie	s'inscrire dans une tendance relative au métier
	intt-tdns-blvr	s'inscrire dans la tendance du boulevard
	intt-exprm-lux	exprimer le luxe
	intt-done-chrm	donner du charme
	intt-fair-mdrn	faire quelque chose de moderne
	intt-fair-orig	faire quelque chose d'original
	intt-epur frm	épurer les formes
	intt-fair-prpr	faire plus propre
	intt-fair-fonct	faire plus fonctionnel
	itt-voir-intr	permettre de voir à l'intérieur du magasin
	intt-renf-secu	renforcer la sécurité des produits
	intt-appr-pass	approcher le passant
	intt-attr-pass	attirer attention du passant
	intt-eclr-esp	permettre plus d'éclairage
	intt-norm-activ	répondre aux normes de l'activité commerciales
intt-affich-variet	afficher un grand choix d'objets	
Mode d'intégration au contexte	intg-harm-bat	s'harmoniser par rapport au bâtiment
	intg-ctrst-bat	se distinguer par rapport au bâtiment
	intg-harm-voisin	s'harmoniser par rapport au voisinage
	intg-ctrst-voisin	se distinguer par rapport au voisinage
Représentation par rapport au métier	rep-met-cons	domaine conservateur
	rep-met-inv	domaine rénovateur
Représentation par rapport à la devanture	dev-smb1-regen	Symbole de régénération
	dev-smb1-prenit	Symbole de pérennité
Compétences des intervenants	comp-archi	faire appel à un architecte
	comp-dessin	faire appel à un dessinateur
	comp-desgn	faire appel à un designer
	comp-fabric	faire appel à un fabricant de devantures
	comp-constr	faire appel à un constructeur
	comp-loct	déterminer le concept uniquement par le locataire
	comp-prop	Intervention du propriétaire
Caractéristiques des modèles	carc-mdl-couls	Modèle coulissant
	carc-mdl-transp	Modèle transparent
Source du concept architecturale	cpt-unq-voisin	une référence provenant du voisinage
	cpt-unq-autre	une référence provenant d'un autre site de la ville
	cpt-unq-etrq	une référence provenant d'un pays étranger
	cpt-mul-voisin	plusieurs références provenant du voisinage
	cpt-mul-autre	plusieurs références provenant d'un autre site
	cpt-mul-mixte	plusieurs références provenant de plusieurs sites
	cpt-pho-mgzn	tirée d'un magazine

Raison du choix d'un modèle	rais-mm-taille	la source admet la même taille que la devanture cible
	rais-look-intrs	la source présente un look intéressant
	rais-ctrnt-simlr	la source répond aux mêmes contraintes internes
Réalisation du concept	real-renf-stru-idtc	renforcement des structures existantes avec les mêmes matériaux
	real-renf-stru-nouv	renforcement des structures existantes par de nouveaux matériaux
	real-chg-stru-nouv	changement des structures existantes par de nouvelles structures
	real-nouv-mat-fini	Introduction de nouveaux matériaux de finition
	real-revl-mat-fini	revalorisation des matériaux de finition existants
	real-sdpt-fm	s'adapter à la forme de l'édifice
	real.sdpt-stru	s'adapter à la structure de l'édifice
	real-alleg-stru	alléger la structure
	real-chg-anci-nouv	enlever ancien et mettre le nouveau à la place
	real-incrpr-nouv-anci	incorporer le nouveau dans l'ancien
Adaptation du concept	adpt-ref-coul	la référence a été adaptée sur le plan des couleurs
	adpt-ref-mat	la référence a été adaptée au niveau des matériaux
	adpt-ref-ens	adaptation de l'enseigne
	adpt-ref-comp	les références sont composées
Utilisation des matériaux	mat-bois	utilisation du bois
	mat-verre	usage verre
	mat-stnles	usage stainless
	mat-alu	de l'aluminium
	mat-briq	usage de la brique
	mat-pierr	usage de la pierre
	mat-cimen	usage du ciment
	mat-acier	usage de l'acier
Elements architecturaux	elem-vtrn	vitrine
	elem-crnc	corniche
	elem-fntre	fenêtre
Sujets de réglementation	regl-stab	réglementation pour la stabilité des structures
	regl-secu	contre les risques d'incendie
	regl-néon	réglementation sur les néons
	regl-hygi	réglementation sur l'hygiène
	regl-patr	règlement patrimonial
	regl-mat	règlement sur les matériaux
Statut de la réglementation	stt-fond	statut obligatoire
	stt-necsr	statut nécessaire
	stt-ctr	statut contraignant
	stt-incompl	incomplète
Activité commerciale	comrc-mebl	meuble
	comrc-resto	restauration
	comrc-linge	vêtements
	comrc-soins	soins de corps
	comrc-galri	galerie d'artiste

Annexe 4 : Grille de codage d'un répondant

DURÉE	CODES	DURÉE	CODES
00:00:00		00:10:50	
00:00:05	comrc-mebl	00:13:50	intg-harm-bat
00:00:25	real-sdpt frm	00:14:10	intg-harm-voisin
00:00:50	intg-harm-bat	00:14:40	adpt-ref-coul
00:00:55	mat-cimen	00:14:45	adpt-ref-ens
00:01:20	mat-verre		
00:01:25	mat-alu	00:14:50	
00:01:40	ints-exprm-lux	00:16:00	
00:01:45	mat-stnles		
00:01:50	cpt-unq-etrq	00:16:05	
		00:16:25	stt-necsr
00:02:05		00:16:30	regl-néon
00:02:10	cpt-unq-voisin	00:16:50	stt-ctr
00:02:25	rais-mm-taille		
00:02:30	rais-ctrnt-simlr		
00:02:40	cpt-unq-voisin		
00:02:45	adpt-ref-coul		
00:03:05			
00:03:30	rep-met-cons		
00:03:40	ints-img-ntrt		
00:03:45	dev-smbi-prenit		
00:04:00	ints-fair-prpr		
00:05:30	long-dix-ans		
00:06:30	inct-inconv-cmrc		
00:06:50	inct-rcl-trtr		
00:07:55			
00:08:05	stt-ctr		
00:08:15	regl-patr		
00:08:35	comp-prop		
00:08:40	comp-loct		
00:08:45	regl-patr		
00:08:50	intt-norm-activ		
00:09:00	comrc-mebl		
00:09:05	intt-epur frm		
00:09:10	intt-fair-prpr		
00:09:15	mat-verre		
00:09:20	carc-mdl-transp		
00:09:25	real-alleg-stru		
00:09:50	comrc-mebl		
00:09:55	carc-mdl-transp		
00:10:00	comrc-resto		
00:10:05	carc-mdl-couls		
00:10:10	intt-attr-pass		
00:10:40	intt-tdns-metie		

Annexe 5 : Montage photo du paysage urbain du site



La section comprise entre le boulevard Saint-Joseph et l'avenue Laurier est l'une des plus représentatives du Palimpseste architecturale du boulevard Saint-Laurent durant le XX^{ème} siècle. (*Le reste des vues panoramiques sont présentes sur le CD-Rom d'accompagnement*)

Annexe 6 : Modèles procéduraux des pilastres

```
#####
## File name      : Victorian.py
## Description    : Classes for modeling columns
## Started       : 10-01-05
## Updated       : 23-06-05
## Author        : Hicham ZAKARIA
#####

from scripts.core import *

# make a VColumn0
class VColumn0(Entity):
    def __init__(self):
        self.reset(0.4, 0.4, 3.0, 0.2, 0.03, 8)

    def reset(self, dx, dy, dz, sp, jo, jn):
        # dx : frame lenght
        # dy : frame width
        # dz : frame height
        # sp : seuil height
        # jo : joint
        # jn : joint number
        # make a new composer
        transform = Composer()
        # initialize variables
        bx = dx - (2 * jo)
        by = dy - (2 * jo)
        bz = ((dz - sp) - (jn * jo)) / (jn + 1)
        # loop blocks
        result = Block(bx, by, bz)
        for i in range(1, jn+1):
            obji = Block(by, by, bz)
            obji.move(0.0, 0.0, (bz+jo)*i)
            result = transform.getAssociation(result, obji)
        result.move(jo, jo, sp)
        seuil = Block(dx, dy, sp)
        result = transform.getAssociation(result, seuil)

        # set the result
        self.setEntity(result)

# make a VColumn1
class VColumn1(Entity):
    def __init__(self):
        self.reset(0.4, 0.4, 3.0, 1.0, 0.05)

    def reset(self, dx, dy, dz, bs, jo):
        # dx : frame lenght
        # dy : frame width
```



```

# dz : frame height
# bs : base
# jo : joint
# make a new composer
transform = Composer()
# initialize variables
bx = dx - (2 * jo)
by = dy - (2 * jo)
bz = dz - bs
result = Block(bx, by, bz)
cl = bx-(2*jo)
deco1 = Block(jo, cl, cl)
deco1.move(bx, jo, jo)

deco2 = Block(jo, cl, bz-(4*jo)-(2*cl))
deco2.move(bx, jo, cl+(2*jo))

deco3 = Block(jo, cl, cl)
deco3.move(bx, jo, bz-jo-cl)

deco = transform.getAssociation(deco1, deco2)
deco = transform.getAssociation(deco, deco3)

# deco.setColor(255,0,0)

#obj2 = Block(cl, jo, cl)
#obj3 = Block(bx-(2*jo), jo, bx-(2*jo))
result = transform.getAssociation(result, deco)
result.move(jo, jo, bs)
seuil = Block(dx, dy, bs)
result = transform.getAssociation(result, seuil)

# set the result
self.setEntity(result)

# make an VColumn2
class VColumn2(Entity):
    def __init__(self):
        self.reset(0.4, 0.4, 3.0, 0.2, 1.0, 0.03)

    def reset(self, dx, dy, dz, sp, bs, jo):
        # dx : frame lenght
        # dy : frame width
        # dz : frame height
        # sp : seuil height
        # bs : base
        # jo : joint
        transform = Composer()
        # initialize variables
        bx = dx - (4 * jo)
        by = dy - (4 * jo)
        bz = dz
        result = Cylinder(bx, by, bz)
        result.move(0.0, 0.0, bz/2.0)
        deco1 = Cylinder(dx, dy, sp/2.0)
        deco1.move(0.0, 0.0, bs-sp/4.0)
        deco2 = Cylinder(dx, dy, sp/2.0)

```

```

deco2.move(0.0, 0.0, dz-sp/4.0)
deco = transform.getAssociation(deco1, deco2)

result = transform.getAssociation(result, deco)
result.move(dx/2.0, dy/2.0, 0.0)

seuil = Block(dx, dy, sp)
result = transform.getAssociation(result, seuil)

# set the result
self.setEntity(result)

# make a VColumn3
class VColumn3(Entity):
    def __init__(self):
        self.reset(0.4, 0.4, 3.0, 0.2, 0.1)

    def reset(self, dx, dy, dz, bs, jo):
        # dx : frame lenght
        # dy : frame width
        # dz : frame height
        # bs : base
        # jo : joint
        # make a new composer
        transform = Composer()
        # initialize variables
        base = Block(dx, dy, bs)
        deco = Block(dx, dy, bs)
        deco.move(0.0, 0.0, dz-bs)
        col = Block(dx-jo, dy-2*jo, dz-bs-bs)
        col.move(0.0, jo, bs)
        result = transform.getAssociation(base, col)
        result = transform.getAssociation(result, deco)

        # set the result
        self.setEntity(result)

```

Annexe 7 : Modèle procédural d'une devanture

```
#####
## File name      : Shopfront.py
## Description    : Class for modeling a shopfront
## Started       : 07-02-05
## Updated       : 15-11-05
## Author        : Hicham ZAKARIA
#####

from scripts.core import *
from scripts.columns.victorian import *
from scripts.headers.victorian import *
from scripts.doors.simple import *
from scripts.genetic.gene import *
from scripts.genetic.Neighbour import *

# declare constants
columnWidth = 0.4
doorHeight  = 2.1
stairsEntranceLength = 1.1
storeEntranceLength = 1.1
headerHeight = 0.5
doorRotation = 25.0

address = 2060

# make a Shopfront
class Shopfront(Entity):
    genome = None

    leftNeighbour = None
    rightNeighbour = None
    buildingWidth = None
    stairsArrangement = None
    stairsNumber = None
    windowGeometry = None
    windowWidth = None
    windowHeight = None
    entrancePosition = None
    entranceDoor = None
    # genome section
    storeHeader = None
    storeColumns = None
    storePanel = None
    storeDoor = None
    storeArrangement = None
    storeEntrance = None

    transform = None
    shopfrontLength = None
    shopfrontHeight = 3.0

    def __init__(self):
```

```

self.transform = Composer()
self.init()
# set the entity shape
self.reset()

def init(self):
    # set the store header gene ..... (index = 0)
    headerGene = gene()
    headerGene.setAllele(3)
    headerGene.setName("Entablements")
    # set the column gene ..... (index = 1)
    columnGene = gene()
    columnGene.setAllele(3)
    columnGene.setName("Colonnes")
    # staires entrance gene .....(index = 2)
    panelGene = gene()
    panelGene.setAllele(7)
    panelGene.setName("Vitrines")
    # set the door gene .....(index = 3)
    doorGene = gene()
    doorGene.setAllele(3)
    doorGene.setName("Portes")
    # store arrangement .....(index = 4)
    storeArrangementGene = gene()
    storeArrangementGene.setAllele(3)
    storeArrangementGene.setName("Agencement de la vitrine")
    # store entrance gene .....(index = 5)
    storeEntranceGene = gene()
    storeEntranceGene.setAllele(3)
    storeEntranceGene.setName("Agencement de l'entree")
    # set the genome
    self.genome = ([headerGene, columnGene, panelGene, doorGene,
storeArrangementGene, storeEntranceGene])

# load building data from file
f=open('data.txt', 'r')
data = f.readlines()
f.close()
# seek for the target building
for i in range(0, len(data)) :
    if data[i].strip() == str(address) :
        self.leftNeighbour = eval(data[i+2].replace('.', ''))
        self.rightNeighbour = eval(data[i+4].replace('.', ''))
        self.buildingWidth = eval(data[i+6])
        self.stairsArrangement = eval(data[i+8])
        self.stairsNumber = eval(data[i+10])
        self.windowGeometry = eval(data[i+12])
        self.windowWidth = eval(data[i+14])
        self.windowHeight = eval(data[i+16])
        self.entrancePosition = eval(data[i+18])
        self.entranceDoor = eval(data[i+20])
        # read the genome section
        self.storeHeader = eval(data[i+22])
        self.storeColumns = eval(data[i+24])
        self.storePanel = eval(data[i+26])
        self.storeDoor = eval(data[i+28])
        self.storeArrangement = eval(data[i+30])
        self.storeEntrance = eval(data[i+32])

```

```

def getGeneCount(self):
    return len(self.genome)

def getGeneName(self, index):
    return self.genome[index].getName()

def getGeneAllele(self, index):
    return self.genome[index].getAllele()

def setGeneAllele(self, index, val):
    self.genome[index].setAllele(val)

# make the front shape
def reset(self):
    # make components
    stairs = self.makeStairs()
    stairs.move(0.0, 0.0, self.shopfrontHeight+headerHeight)
    header = self.makeStoreHeader()
    header.move(0.0, 0.0, self.shopfrontHeight)
    result = self.transform.getAssociation(stairs, header)
    columns = self.makeColumns()
    columns.move(-0.2, 0.0, 0.0)
    columns.setColor(0, 255, 0)
    result = self.transform.getAssociation(result, columns)
    ground = Block(4.0, self.buildingWidth, 0.1)
    ground.move(-2.0, 0.0, -0.1)
    ground.setColor(150, 150, 150)
    result = self.transform.getAssociation(result, ground)

    store = self.makeStore()
    store.move(0.0, columnWidth, 0.0)
    # associate the components
    result = self.transform.getAssociation(result, store)

    # set the left and right neighbours
    leftNeighbour = Neighbour(self.leftNeighbour)
    leftNeighbour.setColor(255, 255, 255)
    leftNeighbour.move(0.0, -leftNeighbour.buildingWidth, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(result, leftNeighbour)
    rightNeighbour = Neighbour(self.rightNeighbour)
    rightNeighbour.setColor(255, 255, 255)
    rightNeighbour.move(0.0, rightNeighbour.buildingWidth, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(result, rightNeighbour)

    # set the result
    self.setEntity(result)

def makeWindow(self):
    if self.windowGeometry == 0: # rectangle
        return Block(self.windowWidth, self.windowHeight, 0.2)
    elif self.windowGeometry == 1: # circle
        return APanel(self.windowWidth, self.windowHeight, 0.2)
    else: # triangle
        return IPanel(self.windowWidth, self.windowHeight, 0.2)

```

```

# make window array
def makeWindowArray(self):
    # select windows arrangement according to stairs arrangement
    if self.stairsArrangement == 0: # symetric odd
        wnd1 = self.makeWindow()
        wnd2 = self.makeWindow()
        wnd3 = self.makeWindow()
        wnd4 = self.makeWindow()
        step = (self.buildingWidth - (4*self.windowWidth)) / 5
        wnd1.move(step, 0.0, 0.0)
        wnd2.move(step+self.windowWidth+step, 0.0, 0.0)
        wnd3.move(step+self.windowWidth+step+self.windowWidth+step, 0.0, 0.0)

wnd4.move(step+self.windowWidth+step+self.windowWidth+step+self.windowWidth+step,
0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(wnd1, wnd2)
        result = self.transform.getAssociation(result, wnd3)
        result = self.transform.getAssociation(result, wnd4)
        result.setColor(150, 150, 150)
    elif self.stairsArrangement == 1: # symetric even
        wnd1 = self.makeWindow()
        wnd2 = self.makeWindow()
        wnd3 = self.makeWindow()
        step = (self.buildingWidth - (3*self.windowWidth)) / 4
        wnd1.move(step, 0.0, 0.0)
        wnd2.move(step+self.windowWidth+step, 0.0, 0.0)
        wnd3.move(step+self.windowWidth+step+self.windowWidth+step, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(wnd1, wnd2)
        result = self.transform.getAssociation(result, wnd3)
        result.setColor(150, 150, 150)
    elif self.stairsArrangement == 2: # right weight
        wnd1 = self.makeWindow()
        wnd2 = self.makeWindow()
        wnd3 = self.makeWindow()
        step = (self.buildingWidth - (4*self.windowWidth)) / 5
        wnd1.move(step, 0.0, 0.0)
        wnd2.move(self.buildingWidth-2*(step+self.windowWidth), 0.0, 0.0)
        wnd3.move(self.buildingWidth-(step+self.windowWidth), 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(wnd1, wnd2)
        result = self.transform.getAssociation(result, wnd3)
        result.setColor(150, 150, 150)
    else: # left weight
        wnd1 = self.makeWindow()
        wnd2 = self.makeWindow()
        wnd3 = self.makeWindow()
        step = (self.buildingWidth - (4*self.windowWidth)) / 5
        wnd1.move(step, 0.0, 0.0)
        wnd2.move(step+self.windowWidth+step, 0.0, 0.0)
        wnd3.move(self.buildingWidth-(step+self.windowWidth), 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(wnd1, wnd2)
        result = self.transform.getAssociation(result, wnd3)
        result.setColor(150, 150, 150)

    return result

# make the stairs

```

```

def makeStairs(self):
    result = self.makeWindowArray()
    result.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
    result.move(0.0, 0.0, 0.9)
    for i in range(1, self.stairsNumber):
        obji = self.makeWindowArray()
        obji.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        obji.move(0.0, 0.0, 0.9+i*self.shopfrontHeight)
        result = self.transform.getAssociation(result, obji)
    panel = Block(0.1, self.buildingWidth, self.shopfrontHeight*self.stairsNumber)
    panel.setColor(255, 255, 255)
    result = self.transform.getAssociation(result, panel)
    return result

# make the store header component
def makeStoreHeader(self):
    # select cols according to column gene (index = 1)
    if self.genome[0].getAllele() == 0:
        result = VHeader0()
    elif self.genome[0].getAllele() == 1:
        result = VHeader1()
    elif self.genome[0].getAllele() == 2:
        result = VHeader2()
    elif self.genome[0].getAllele() == 3:
        result = VHeader3()
    else:
        # default handling
        result = VHeader0()
    # compose shopfront
    result.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
    return result

# make the columns component
def makeColumns(self):
    # select cols according to column gene (index = 1)
    if self.genome[1].getAllele() == 0:
        col1 = VColumn0()
        col2 = VColumn0()
    elif self.genome[1].getAllele() == 1:
        col1 = VColumn1()
        col2 = VColumn1()
    elif self.genome[1].getAllele() == 2:
        col1 = VColumn2()
        col2 = VColumn2()
    elif self.genome[1].getAllele() == 3:
        col1 = VColumn3()
        col2 = VColumn3()
    else:
        # default handling
        col1 = VColumn0()
        col2 = VColumn0()
    # compose shopfront
    col2.move(0.0, self.buildingWidth-columnWidth, 0.0)
    return self.transform.getAssociation(col1, col2)

```

```

# make the store component
def makeStore(self):
    # select colums according to arrangement gene (index = 0)
    if self.entrancePosition == 0: #null
        self.shopfrontLength = self.buildingWidth - (columnWidth * 2)
        result = self.makeShopfront()
        result.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
    elif self.entrancePosition == 1: #right
        self.shopfrontLength = self.buildingWidth - (columnWidth * 2) -
stairsEntranceLength
        entrance = self.makeStairsEntrance()
        entrance.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        entrance.move(0.0, self.shopfrontLength, 0.0)
        panel = self.makeShopfront()
        panel.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        result = self.transform.getAssociation(entrance, panel)
    elif self.entrancePosition == 2: #left
        self.shopfrontLength = self.buildingWidth - (columnWidth * 2) -
stairsEntranceLength
        entrance = self.makeStairsEntrance()
        entrance.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        panel = self.makeShopfront()
        panel.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        panel.move(0.0, stairsEntranceLength, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(entrance, panel)
    else: #center:
        self.shopfrontLength = (self.buildingWidth - (columnWidth * 2) -
stairsEntranceLength)/2.0
        entrance = self.makeStairsEntrance()
        entrance.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        entrance.move(0.0, self.shopfrontLength, 0.0)
        panell = self.makeShopfront()
        panell.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        panel2 = self.makeShopfront()
        panel2.rotate(90.0, 0.0, 90.0)
        panel2.move(0.0, stairsEntranceLength + self.shopfrontLength, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(entrance, panell)
        result = self.transform.getAssociation(result, panel2)

# return the panels
return result

# make the store entrance
def makeStairsEntrance(self):
    frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1, 0.1,
doorHeight, 0.1)
    # the door
    if (self.entranceDoor == 0) :
        door = ExternalDoor0()
    elif (self.entranceDoor == 1) :
        door = ExternalDoor1()
    elif (self.entranceDoor == 2) :
        door = ExternalDoor2()
    elif (self.entranceDoor == 3) :
        door = ExternalDoor3()
    else :
        door = ExternalDoor0()

```



```

door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
door.move(0.1, 0.0, 0.0)

result = self.transform.getAssociation(frame, door)
result.setColor(255, 0, 0)
return result

# make the shopfront
def makeShopfront(self):
    # position store entrance according to store arrangement gene (index = 4)
    if self.genome[4].getAllele() == 0: #null
        result = self.makeStorePanel(self.shopfrontLength)
    elif self.genome[4].getAllele() == 1: #right
        entrance = self.makeStoreEntrance()
        entrance.move(self.shopfrontLength-stairsEntranceLength, 0.0, 0.0)
        panel = self.makeStorePanel(self.shopfrontLength-stairsEntranceLength)
        result = self.transform.getAssociation(entrance, panel)
    elif self.genome[4].getAllele() == 2: #left
        entrance = self.makeStoreEntrance()
        panel = self.makeStorePanel(self.shopfrontLength-stairsEntranceLength)
        panel.move(stairsEntranceLength, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(entrance, panel)
    else: # default
        leftPanel = self.makeStorePanel((self.shopfrontLength-
stairsEntranceLength)/2.0)
        entrance = self.makeStoreEntrance()
        entrance.move((self.shopfrontLength-stairsEntranceLength)/2, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(leftPanel, entrance)
        rightPanel = self.makeStorePanel((self.shopfrontLength-
stairsEntranceLength)/2.0)
        rightPanel.move(stairsEntranceLength+(self.shopfrontLength-
stairsEntranceLength)/2, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(result, rightPanel)
    return result

# make the store panel
def makeStorePanel(self, length):
    # make the store pannel according to store panel gene (index = 2)
    if self.genome[2].getAllele() == 0: # traditional 1
        result = OFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.9, 0.1)
    elif self.genome[2].getAllele() == 1: # traditional 2
        result = BFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, doorHeight,
0.1, 0.9)
    elif self.genome[2].getAllele() == 2: # traditional 3
        panel = BFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, doorHeight,
0.1, 0.9)
        barre = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)
        barre.move(length/2, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(panel, barre)
    elif self.genome[2].getAllele() == 3: # traditional 4
        panel = BFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, doorHeight,
0.1, 0.9)
        barrel = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)
        barrel.move(length/3, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(panel, barrel)
        barre2 = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)

```

```

    barre2.move(length*2/3, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(result, barre2)
elif self.genome[2].getAllele() == 4: # modern 1
    result = OFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1)
elif self.genome[2].getAllele() == 5: # modern 2
    panel = OFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1)
    barrel = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)
    barrel.move(length/3, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(panel, barrel)
    barre2 = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)
    barre2.move(length*2/3, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(result, barre2)
elif self.genome[2].getAllele() == 6: # modern 3
    panel = OFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1)
    barrel = Block(0.05, self.shopfrontHeight, 0.05)
    barrel.move(length/2, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(panel, barrel)
    barre2 = Block(length, 0.05, 0.05)
    barre2.move(0.0, self.shopfrontHeight*2/3, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(result, barre2)
elif self.genome[2].getAllele() == 7: # modern 4
    panel = OFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1)
    barre = HFrame(length*2/3, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.05, 0.05, 0.05)
    barre.move(length/6, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(panel, barre)
else: # default
    result = BFrame(length, self.shopfrontHeight, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, doorHeight,
0.1, 0.3)
    return result

# make the store entrance
def makeStoreEntrance(self):
    if self.genome[5].getAllele() == 0: # front door
        frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1,
0.1, doorHeight, 0.1)
        door = self.makeStoreDoor()
        door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
        door.move(0.1, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(frame, door)
    elif self.genome[5].getAllele() == 1: # entree en recule
        frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1,
0.1, doorHeight, 0.1)
        door = self.makeStoreDoor()
        door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
        door.move(0.1, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(frame, door)
        result.move(0.0, 0.0, -stairsEntranceLength)
        leftPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
        leftPanel.rotate(0.0, 90, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(leftPanel, result)
        rightPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
        rightPanel.rotate(0.0, 90, 0.0)
        rightPanel.move(stairsEntranceLength, 0.0, 0.0)
        result = self.transform.getAssociation(rightPanel, result)
    elif self.genome[5].getAllele() == 2: # right chicane
        frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1,
0.1, doorHeight, 0.1)
        door = self.makeStoreDoor()

```

```

door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
door.move(0.1, 0.0, 0.0)
result = self.transform.getAssociation(frame, door)
result.rotate(0.0, -90.0, 0.0)
result.move(stairsEntranceLength, 0.0, -stairsEntranceLength)
leftPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
leftPanel.rotate(0.0, 90, 0.0)
result = self.transform.getAssociation(leftPanel, result)
deepPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
deepPanel.move(0.0, 0.0, -stairsEntranceLength)
result = self.transform.getAssociation(deepPanel, result)
elif self.genome[5].getAllele() == 3: # left chicane
    frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1,
0.1, doorHeight, 0.1)
    door = self.makeStoreDoor()
    door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
    door.move(0.1, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(frame, door)
    result.rotate(0.0, 90.0, 0.0)
    rightPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
    rightPanel.rotate(0.0, -90, 0.0)
    rightPanel.move(stairsEntranceLength, 0.0, -stairsEntranceLength)
    result = self.transform.getAssociation(rightPanel, result)
    deepPanel = self.makeStorePanel(stairsEntranceLength)
    deepPanel.move(0.0, 0.0, -stairsEntranceLength)
    result = self.transform.getAssociation(deepPanel, result)
else:
    frame = AFrame(stairsEntranceLength, self.shopfrontHeight, 0.15, 0.1, 0.1,
0.1, doorHeight, 0.1)
    door = self.makeStoreDoor()
    door.rotate(0.0, doorRotation, 0.0)
    door.move(0.1, 0.0, 0.0)
    result = self.transform.getAssociation(frame, door)

result.setColor(255, 255, 0)
return result

# make the columns component
def makeStoreDoor(self):
    # select door according to door gene (index = 3)
    if self.genome[3].getAllele() == 0:
        result = ExternalDoor0()
    elif self.genome[3].getAllele() == 1:
        result = ExternalDoor1()
    elif self.genome[3].getAllele() == 2:
        result = ExternalDoor2()
    elif self.genome[3].getAllele() == 3:
        result = ExternalDoor3()
    else: # default handling
        result = ExternalDoor0()

    return result

# return the objective
def geneObjective(self, index, value):
    return 1.0

```

```

# return the global objective 0, 2, 4
def genomeObjective(self):
    result = 0.5
    # check target cases
    # .. case1 : odd or even symetry && stair entrance write && store entrance left
    if (self.stairsArrangement == 0 or self.stairsArrangement == 1) and
(self.entrancePosition == 1) and (self.genome[4].getAllele() == 2) :
        result = 1.0
    # .. case2 : weight left
    elif (self.stairsArrangement == 2) and (self.entrancePosition == 1) and
(self.genome[4].getAllele() == 1) :
        result = 1.0

    # check degenerate cases
    # .. case1 : store entrance right && chicane droite
    if (self.genome[4].getAllele() == 1) and (self.genome[5].getAllele() == 2) :
        result = 0.0
    elif (self.genome[3].getAllele() == self.entranceDoor) :
        result = 0.0

    # return the result
    return result

```

Genetic algorithm for...