

Université de Montréal

**L'informatique comme outil
d'aide à la décision en milieu urbain**

par

Carlos Acosta

Faculté de l'aménagement

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

Option : Conception, modélisation et fabrication assistées par ordinateur
(CMFAO)

Mars 2004

© Carlos Acosta 2004



NA

9000

U54

2004

V. 007

Direction des bibliothèques

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.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**L'informatique comme outil
d'aide à la décision en milieu urbain**

présenté par :

Carlos Acosta

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

M. Giovanni De Paoli
président-rapporteur

M. Temy Tidafi
directeur de recherche

M. Michel Guenet
membre du jury

Sommaire

Le présent projet de recherche a pour but de réaliser une réflexion sur le système d'information géographique (SIG) dans le contexte de la réglementation de la Ville de Montréal. À travers la recherche bibliographique effectuée par rapport au SIG, un point important est ressorti : l'utilisateur.

Dans cette perspective, nous avons continué notre réflexion pour observer l'utilisation que font les usagers des outils informatique à la Ville de Montréal. Cela nous a permis de constater que les outils informatiques dont la municipalité se sert normalement pour la localisation de l'information, notamment l'évaluation foncière, sont des outils en deux dimensions. Cependant, comme la ville se développe en trois dimensions, la construction d'un modèle tridimensionnel aiderait, d'après nous, à compléter l'information requise.

De plus, le modèle tridimensionnel pourrait permettre autant aux citoyens qu'aux décideurs de la municipalité de prendre des décisions plus éclairées.

| | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
| Mots-clés | Modèle tridimensionnel, Information alphanumérique, Représentation graphique |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|

Abstract

The goal of this research project is a reflection about the geographic information systems (GIS), in the context of the regulation of the City of Montreal. The user emerged as an important element from the bibliographic research made in the GIS.

In this perspective, after much thought, we have been observing the utilization that the users make of the computer tools in the City of Montreal. This study allowed us to observe that the computer tools that the City of Montreal uses normally for the localization of the information, among other things the valuation of the land, are bidimensional tools. However, as the city grows in three dimensions, the elaboration of a three-dimensional model would help, according to us, to complete the required information.

In addition, the three-dimensional model could allow the citizens as well as the decision-makers to make more enlightened decisions.

Key words. Three-dimensional model, alphanumerical information, graphic representation.

Table des matières

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| SOMMAIRE | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TABLE DES FIGURES | ix |
| REMERCIEMENTS..... | x |
| | |
| Chapitre 1 : INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE..... | 1 |
| 1.1 Hypothèse | 2 |
| 1.2 Objectif de la recherche | 3 |
| 1.3 Plan de travail | 4 |
| | |
| Chapitre 2 : LA RÉGLEMENTATION DE LA VILLE DE MONTRÉAL | 6 |
| 2.1 Introduction | 6 |
| 2.2 L'organisation municipale | 7 |
| 2.2.1 Les différentes étapes de l'organisation municipale | 7 |
| 2.3 Les règlements de la Ville de Montréal..... | 9 |
| 2.3.1 Le cadre bâti | 13 |
| 2.4 L'utilisateur..... | 14 |
| 2.4.1 L'emploi du système d'information géographique dans les | |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| municipalités..... | 15 |
| 2.5 Conclusion..... | 18 |
| | |
| Chapitre 3 : LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG)... | 20 |
| 3.1 Introduction | 20 |
| 3.2 Historique du SIG..... | 22 |
| 3.2.1 L'ère de la cartographie | 25 |
| 3.2.2 L'ère de la géomatique | 27 |
| 3.3 La carte géographique | 30 |
| 3.3.1 La carte numérique | 33 |
| 3.4 L'information géographique | 35 |
| 3.4.1 Le modèle vecteur | 37 |
| 3.4.2 Le modèle raster | 38 |
| 3.5 Les bases de données à référence spatiale | 39 |
| 3.5.1 La gestion des données à référence spatiale | 43 |
| 3.5.1.1 <i>Le traitement des données à référence spatiale</i> | 44 |
| 3.5.1.2 <i>L'aide à la prise de décision</i> | 46 |
| 3.6 Conclusion..... | 47 |
| | |
| Chapitre 4 : L'ÉTUDE DE CAS | 49 |
| 4.1 Introduction | 49 |
| 4.2 Les différentes familles d'affectation | 50 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1 La famille habitation | 51 |
| 4.2.2 La famille commerce | 52 |
| 4.2.3 La famille industrie | 53 |
| 4.2.4 La famille équipements collectifs et institutionnels | 53 |
| 4.3 Le certificat d'occupation | 54 |
| 4.3.1 La demande d'un certificat d'occupation | 55 |
| 4.3.2 La validité du certificat d'occupation | 56 |
| 4.4 Conclusion | 56 |
| | |
| Chapitre 5 : EXPÉRIMENTATION ET DISCUSSION..... | 58 |
| 5.1 Choix de l'outil informatique..... | 58 |
| 5.2 L'approche proposée | 59 |
| 5.3 Les familles d'affectation..... | 60 |
| 5.4 Le règlement à modéliser | 63 |
| 5.5 Le modèle adopté | 63 |
| 5.6 Discussion sur l'expérimentation..... | 66 |
| 5.7 Conclusion | 67 |
| | |
| CONCLUSION GÉNÉRALE..... | 69 |
| DÉFINITION DES PRINCIPAUX TERMES..... | 72 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 75 |

| | |
|---------------------------------------------------------|-------|
| ANNEXES | xi |
| ANNEXE I Différents articles du cadre bâti | xii |
| ANNEXE II Grille d'affectation | xxiii |
| ANNEXE III Code informatique | xlvi |

Table des figures

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Superposition des couches thématiques..... | 34 |
| Figure 2 : Modèle raster et modèle vecteur..... | 37 |
| Figure 3 : Plan de zonage, limites de hauteurs..... | 61 |
| Figure 4 : Première modification demandée au système..... | 64 |
| Figure 5 : Deuxième modification demandée au système..... | 65 |

Remerciements

Mes remerciements vont tout d'abord à mon directeur de recherche, M. Temy Tidafi, qui, en toute patience, m'a accompagné pas à pas dans ma démarche. Ses corrections toujours justes, en plus de me permettre de mener à terme mon travail, ont été pour moi un modèle de rigueur.

J'aimerais remercier Mme Marie Lessard de sa générosité dans le partage de ses connaissances et de la simplicité qui imprègne les rapports qu'elle entretient. De même, je tiens à remercier Mme Nicole Larivière, qui est toujours prête à rendre service aux étudiants qui cherchent leur chemin dans cet univers de la maîtrise. Merci à Nathalie Charbonneau pour m'avoir aidé dans les derniers milles, et ce, à travers une belle complicité en espagnol. Merci également à mes amis et collègues du programme de maîtrise pour le temps que nous avons passé ensemble dans le bonheur et aussi dans l'inquiétude face à la réalisation de notre objectif.

Je veux remercier Jean-Pierre Leroux, pour qui le français est une seconde peau, qui a su partager son amour de la langue afin d'améliorer la mienne. Merci aussi à Jean-Bernard Jobin pour le côté anglais de cette aventure. Et, d'une manière toute spéciale, je remercie ma famille qui, même si elle se trouve loin dans le Sud, partage avec moi la satisfaction du travail accompli.

Chapitre 1 : INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Notre travail de recherche porte sur l'utilisation du système d'information géographique (SIG) et sur l'application de la réglementation de la Ville de Montréal. Lorsque le SIG a fait son apparition, on s'est rendu compte que cet outil permettait de mieux organiser, gérer et analyser les informations sur le territoire, comme le zonage ou le cadastre.

Le traitement informatique des données relatives à la réglementation qui se fait à l'hôtel de ville a évolué avec les nouvelles technologies de façon à être exécuté plus efficacement. Cette évolution a pour effet de faire gagner du temps et de l'argent. Mais aussi, nous pouvons nous demander si elle aide les intervenants à prendre des décisions plus appropriées quant à la réglementation.

L'usage qui est fait des outils informatiques, comme nous venons de le souligner, a suscité une question qui, par la suite, a constitué le point de départ de cette recherche : comment peut-on repenser les outils informatiques d'aide à la décision?

En observant comment les outils informatiques sont utilisés à la Ville de Montréal, nous remarquons que le traitement de l'information s'effectue en deux dimensions, comme l'évaluation foncière. Ces outils informatiques ne permettent pas de visualiser la volumétrie des différentes entités.

Étant donné que la ville se construit dans l'espace, c'est-à-dire de façon tridimensionnelle, la composante 3D est importante si l'on veut être en mesure de refléter avec précision l'impact qu'aurait l'application d'une réglementation donnée.

En continuant notre réflexion concernant la réglementation et le SIG, un aspect essentiel ressort, à savoir les besoins de l'utilisateur. En effet, celui-ci doit avoir accès à l'information la plus complète possible s'il veut être en mesure de prendre des décisions éclairées. Pourtant, il nous semble qu'actuellement l'utilisateur n'ait accès qu'à une information fragmentée.

C'est ce qui nous motive dans le cadre de cette recherche à réfléchir à une nouvelle approche dans l'utilisation du système d'information géographique.

1.1 Hypothèse

Lorsque l'on sollicite auprès de l'hôtel de ville de Montréal un permis d'occupation ou un autre type de permis, la Ville nous demande plusieurs informations, en ce qui a trait notamment à l'emplacement du local et à sa superficie. Toutes ces informations sont communiquées à la banque de données informatisées de la municipalité. Dans celle-ci, on trouve toutes les données concernant l'affectation du sol, tant sur le plan de la répartition territoriale des occupations que sur celui des catégories d'usages et des classes d'occupation.

Par contre, si nous voulons visualiser un local commercial pour connaître, par exemple, sa configuration intérieure, c'est-à-dire en trois dimensions, on se rend compte que l'information que possède l'hôtel de ville en ce qui concerne les permis en général se trouve en deux dimensions seulement.

Nous posons l'hypothèse selon laquelle il serait possible d'ajouter des informations à la banque de données de la municipalité de Montréal de façon à générer des modèles 3D des différents unités visées par les permis. Par exemple, on pourrait visualiser d'un coup d'œil les différents étages d'un bâtiment ainsi que les diverses occupations de celui-ci. Il serait ainsi possible de visualiser rapidement les divers types d'occupation que l'on trouve à Montréal, ce qui faciliterait, croyons-nous, la prise de décision.

1.2 Objectif de la recherche

L'objectif de la recherche est d'établir une méthode structurée et cohérente permettant de générer un modèle tridimensionnel à partir d'une information alphanumérique pouvant avoir une représentation graphique.

Dans notre démarche, nous choisissons d'établir le lien entre la réglementation de la Ville de Montréal et le système d'information géographique à travers un exemple qui comprend le permis d'occupation.

De cette manière, nous tenterons de démontrer qu'il est possible d'améliorer l'outil informatique que possède la municipalité de Montréal.

1.3 Plan de travail

Le plan de travail comprend quatre parties.

Dans un premier temps, nous retracerons les différentes étapes de l'organisation municipale à Montréal pour comprendre son évolution. Par la suite, nous examinerons les différents articles du cadre bâti pour connaître les paramètres qu'il faut prendre en considération par rapport à l'organisation d'une ville.

Dans un deuxième temps, sur la base d'une recherche bibliographique, nous aborderons le SIG de même que les différents changements qu'il a connus avec les années. Cela permettra d'observer l'évolution du SIG et les incidences que d'autres domaines, tels que la géographie et la géomatique, ont eues sur le développement de ce système. Nous insisterons sur le point de vue de l'utilisateur pour comprendre sa position par rapport au SIG.

Dans un troisième temps, nous présenterons les différentes familles d'affectation avec le développement du permis d'occupation qui constitue notre étude de cas.

Dans un quatrième temps, nous traiterons la partie expérimentation et discussion à travers le modèle informatique qui permettra de réaliser l'objectif de la recherche.

Chapitre 2 : LA RÉGLEMENTATION DE LA VILLE DE MONTRÉAL

Dans ce chapitre, nous traiterons de l'organisation municipale à travers ses différentes époques pour connaître son évolution. Cela nous permettra d'examiner la réglementation à travers ses articles afin de comprendre les différents facteurs qui interviennent.

2.1 Introduction

On peut se faire différentes images de Montréal, d'après notre vécu ou d'après notre profession. Par exemple, l'écrivaine Monique Proulx (1996), dans son recueil de nouvelles *Les Aurores montréalaises*, nous fait découvrir la diversité de plusieurs arrondissements de Montréal, dont elle s'est inspirée pour créer ses personnages colorés. Par ailleurs, si l'on regarde la ville à travers les yeux d'un poète tel que Gérard Godin, on y trouvera les riches images de la langue d'ici, et si on la regarde à travers les yeux d'un photographe tel que Benoît Chalifour, on y découvrira toute la palette de couleurs que contiennent les différents quartiers de Montréal.

Cependant, une ville ne se construit pas seulement avec des poèmes et des photos; elle est aussi composée de l'ensemble de ses citoyens, qui l'animent et lui donnent son caractère propre. De même, la ville doit s'appuyer sur une organisation municipale, laquelle possède une structure et une histoire, comme nous l'observerons par la suite.

2.2 L'organisation municipale

Nous constatons que la notion d'organisation municipale n'est pas nouvelle. Le premier code municipal a été institué en 1870. Par la suite, la Loi sur les cités et les villes a été votée en 1908 et le ministère des Affaires municipales a été mis sur pied en 1918. Pour voir comment l'organisation municipale s'est développée à travers le temps, nous faisons une synthèse de ses faits les plus marquants.

2.2.1 Les différentes étapes de l'organisation municipale

Le territoire du Québec est divisé aux fins de l'administration municipale en municipalités locales, par exemple les villes et les villages, qui sont elles-mêmes regroupées dans des structures régionales telles que les communautés urbaines et les municipalités régionales de comté.

L'organisation municipale qu'on trouve actuellement remonte au Régime anglais. Elle a été constituée à la suite des recommandations de Lord Durham, qui avait critiqué dans son fameux rapport, en 1839, l'absence de ces institutions dans le Bas-Canada (Ministère des Affaires municipales et de la Métropole, 2002). À l'exception des villes de Québec et de Montréal, les premières municipalités locales ont été créées le 1^{er} juillet 1845. Le Bas-Canada comptait alors deux cités, une ville et neuf villages.

En ce qui concerne les villes de Québec et de Montréal, elles ont été incorporées en municipalités par une loi spéciale en 1832. Ces chartes ont toutefois été abrogées le 1^{er} mai 1836. Il faudra attendre jusqu'en 1840 pour que Québec et Montréal soient réincorporées en municipalités. En somme, la structure municipale actuelle à deux paliers nous montre que le droit municipal tire son origine du droit public anglais. Ainsi, l'organisation municipale a connu au cours des époques divers changements qui ont accompagné l'évolution de la société et tenté de répondre à ses différents besoins.

Pendant plusieurs années, on a débattu sur les changements à effectuer tant au point de vue des institutions qu'au point de vue des municipalités. Il y a quelques années, la ministre des Affaires municipales et de la Métropole, Mme Louise Harel, a présenté un plan d'action en cinq étapes. Le 25 avril 2000, la ministre a déposé un Livre blanc comprenant les grandes orientations du gouvernement vis-à-vis du renouvellement des institutions municipales au Québec.

Les différents objectifs de cette réforme comprennent le maintien d'une vision commune de l'avenir des collectivités, l'application des objectifs du gouvernement dans le domaine du développement durable et de l'aménagement ainsi que l'instauration d'un secteur municipal prévoyant un allègement fiscal pour les citoyens (Ministère des Affaires municipales et de la Métropole, 2002).

En décembre 2000, le gouvernement du Québec se munissait de deux outils supplémentaires, à savoir les projets de loi 150, sur la fiscalité municipale, et 170, sur l'organisation territoriale municipale, lesquels consacraient la réorganisation. Le 1^{er} janvier 2001, la réorganisation était mise en marche (Ministère des Affaires municipales et de la Métropole, 2002).

Au 1^{er} janvier 2002, le regroupement des 27 municipalités de la Communauté urbaine de Montréal formait la nouvelle ville de Montréal. Cette dernière constitue la plus grande ville et le plus important pôle économique du Québec de même que la première ville de langue française en Amérique du Nord et la deuxième au monde après Paris (Comité de transition, 2001).

Dans cette nouvelle ville, comme dans l'ancienne ville, la réglementation continue à préserver, entre autres, les places, les lieux ouverts, les immeubles et le patrimoine historique. Il s'agit de balises importantes que comporte la réglementation afin de pouvoir tenir compte des besoins des citoyens.

2.3 Les règlements de la Ville de Montréal

La Charte de la Ville de Montréal indique ceci :

« Sous réserve de l'article 454, un règlement adopté en vertu de la présente charte est valide dès qu'il est édicté par le conseil, signé par le maire ou par la personne autorisée en vertu de l'article 67, et par le greffier, revêtu du sceau de la ville et promulgué par un avis public. »

De son côté, le règlement d'urbanisme vise à assurer la réalisation des orientations municipales. Il présente la concrétisation des efforts de planification effectués par la Ville depuis 1987 à l'aide de la mise en place de mécanismes et d'instruments de contrôle à la fois précis, flexibles et cohérents au regard du développement du territoire montréalais.

Mais pour qu'une ville devienne organisée et homogène, il faut tenir compte de certaines normes. C'est ici qu'intervient la réglementation, laquelle est en relation avec un plan directeur qui établit des limites et qui contient les orientations de la Ville de Montréal :

- Consolider le cadre bâti en fonction des rues et des lieux publics (les règles d'insertion permettent une meilleure intégration au moyen des hauteurs, des alignements et des modes d'implantation).
- Renforcer la présence de la montagne et du fleuve (même si le concept de surhauteur autorise des constructions au-delà de la hauteur sur rue afin d'assurer la densité et la

vitalité du centre-ville, il faut examiner toute construction en surhauteur de manière à minimiser son impact visuel sur la montagne et le fleuve).

- Contrôler les impacts microclimatiques (pour les bâtiments de grande hauteur, on a établi des critères tenant compte de la durée minimale d'ensoleillement et de la vitesse maximale du vent).
- Mettre en valeur et protéger les bâtiments et les secteurs significatifs (le règlement protège les caractéristiques architecturales qui créent l'identité des quartiers et des immeubles et qui incitent les nouveaux bâtiments à s'intégrer à leurs voisins; il vise aussi à préserver l'apparence extérieure des constructions de toute la ville).

La nouvelle réglementation d'urbanisme, qui a été adoptée par le conseil municipal en août 1994, a apporté de nombreux changements à la réglementation montréalaise. Pour la mise à jour, on a dû annuler environ 80 règlements de zonage et règlements particuliers qui s'étaient accumulés depuis le début du XX^e siècle; on les a regroupés en un seul règlement de 200 pages.

Dans cette nouvelle réglementation, on sent le besoin de recourir le moins souvent possible à des exceptions telles que les programmes de développement, les permissions spéciales ou les dérogations mineures.

Pour mieux comprendre Montréal, il est utile d'examiner les différents systèmes qui composent la ville. Montréal comprend plusieurs quartiers qui lui confèrent son caractère et sa personnalité. Par la suite, on trouve les îlots, qui sont entourés par les voies publiques. Quant à celles-ci, elles sont classées dans la réglementation selon une hiérarchie déterminant les dimensions ainsi que le gabarit de hauteur sur rue à respecter.

Puis, pour ce qui est des lots, leurs dimensions et leur emplacement dans une région significative ou non commandent les différentes formes de bâtiments.

En ce qui concerne les dispositions des règlements d'urbanisme, elles sont structurées autour des six thèmes suivants :

- 1) le cadre bâti;
- 2) les usages;
- 3) l'occupation et l'aménagement des espaces extérieurs;
- 4) les enseignes et les enseignes publicitaires;
- 5) le stationnement et le chargement/déchargement des marchandises;
- 6) les usages et les constructions dérogatoires.

2.3.1 Le cadre bâti

Nous nous intéressons particulièrement au cadre bâti parce qu'il regroupe l'ensemble des paramètres relatifs à la forme urbaine. La ville est une succession de formes régies par un règlement qui vise à conserver toute sa cohérence par rapport au cadre bâti. La différence entre une ville et une autre tient principalement à ce que la planification urbaine se fait en tenant compte de réglementations différentes, lesquelles comportent des contraintes et des règles à respecter.

Lorsque l'on parle du cadre bâti, les éléments considérés sont les suivants :

- les alignements des constructions et les marges;
- les taux et les modes d'implantation;
- les densités d'occupation;
- l'encadrement des hauteurs de construction et des surhauteurs;
- l'apparence extérieure des bâtiments;
- les secteurs et immeubles significatifs;
- les dispositions applicables aux zones inondables, aux rives des cours d'eau et aux zones de forte pente.

L'annexe I présente plus en détail ces différents articles qui constituent l'ensemble de la réglementation.

Dans la suite de notre réflexion sur la réglementation dans le contexte de la nouvelle ville de Montréal, nous imaginons facilement le travail qui reste à faire pour que le fonctionnement de cette dernière soit plus efficace. Il est important que la Ville se dote de nouvelles technologies. Celles-ci permettront entre autres choses de gagner du temps et de l'argent par rapport à la prise de décision. Toutefois, il faut aussi compter sur le personnel devant être en mesure de faire fonctionner le système d'information géographique à mettre en place. C'est à ce moment qu'il devient important de bien connaître l'utilisateur et ses besoins face aux outils informatiques.

2.4 L'utilisateur

À propos de l'utilisateur, *Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française précise qu'il s'agit de « toute personne faisant appel aux sources de l'informatique pour mener à bien toutes ou une partie de ses activités ». Dans cette définition, on trouve le mot « informatique » ainsi que le mot « personne » qui fait référence dans ce cas à l'utilisateur. L'informatique renvoie à l'informaticien, qui est le « spécialiste du traitement automatique de l'information »; on emploie généralement ce terme pour faire référence aux programmeurs, aux analystes et aux concepteurs de logiciels, qui connaissent le niveau d'implantation logique de la base de données et qui sont en mesure d'utiliser, entre autres choses, différents langages (voir « Outils visuels pour SIG »).

Quant à l'utilisateur, nous pouvons dire qu'il a une bonne connaissance du domaine d'application envisagé, mais qu'il ne possède pas nécessairement une expertise poussée en informatique (« Outil visuels pour SIG »). C'est là un point crucial dans notre réflexion à propos de l'utilisateur, point que nous considérerons ci-après.

2.4.1 L'emploi du système d'information géographique dans les municipalités

Dans l'analyse du système d'information géographique (SIG) et de ses différentes composantes, que nous développerons en profondeur dans la troisième partie du mémoire, il est nécessaire de mentionner que l'emploi du SIG est une manière de saisir, de traiter et de visualiser l'information géographique; bref, il constitue l'organisation des entités spatiales qui composent l'espace urbain. Il importe aussi de revenir sur une définition qui contient la réflexion que font de nombreux auteurs par rapport au SIG. Selon Dickinson et Calkins (1988), le SIG requiert trois composantes, soit la technologie, l'information et l'infrastructure. Toutefois, nous considérons qu'il ne faut pas oublier une autre composante essentielle, à savoir l'utilisateur et ses finalités. Cependant, Obermeyer et Pinto (1994) estiment que les utilisateurs des systèmes d'information géographique ne connaissent pas suffisamment les concepts géographiques et cartographiques se rapportant à l'analyse spatiale et au traitement graphique des données, ce qui a pour effet de réduire leurs fonctionnalités.

Cette complexité des connaissances géographiques et cartographiques constitue un problème de taille sur lequel il serait nécessaire de se pencher afin de rendre les SIG plus accessibles aux utilisateurs, peu important les domaines dont ils sont issus. Ces utilisateurs peuvent être rattachés à différentes professions, chaque profession ayant son domaine d'étude particulier, sa manière de voir le monde, avec ses contraintes et ses solutions. De même, parmi les utilisateurs de systèmes d'information géographique, on rencontre différents organismes gouvernementaux et non gouvernementaux, diverses institutions publiques et privées. On trouve également des municipalités, lesquelles ont des besoins qui ne sont pas forcément toujours les mêmes. Chaque ville a ses propres particularités qui dépendent de différents facteurs, comme sa taille, le nombre de personnes qui donnent des services, les types de services, les moyens économiques qui constituent un problème majeur dans l'implantation du système, les orientations urbaines, politiques, et ainsi de suite.

Par ailleurs, une autre considération dont il faudrait tenir compte a trait aux services de la municipalité dans lesquels le système d'information géographique doit servir d'aide, que ce soit le service du cadastre, le service d'urbanisme ou le service d'architecture ou, si l'on a besoin de permis de construction, le service de planification des équipements, le suivi administratif des dossiers municipaux, etc. On constate que l'éventail des besoins peut être large. De même, on se rend compte du fait que les besoins sont particuliers à chaque service et à chaque municipalité.

Prenons, par exemple, la Ville de Genève, en Suisse, où les services industriels gèrent les réseaux d'électricité, de gaz, d'eau, de fibre optique et de distribution de chaleur. Grâce à un calcul exécuté au moment de l'élaboration du schéma directeur du système d'information, on a pu relever une centaine de domaines d'activité. Les trois quarts de ces domaines font l'objet de l'information géographique. La réalisation de la numérisation de ces réseaux a permis, au fil des années, à ces différents services de compléter leur système. Ces efforts permettent à présent de localiser un problème (comme une coupure en un certain endroit) et de le résoudre rapidement. Une meilleure planification, de même que la recherche efficace et rapide de solutions optimales, devient alors possible (Semichon, 2001).

Pour faire suite à notre réflexion, une question se pose, à savoir : comment le SIG peut-il combler ces besoins? D'abord, le SIG permet d'examiner et de gérer tout un éventail de phénomènes (Roche *et al.*, 1996). Cela touche, par exemple, aux ressources naturelles (études d'impact environnemental, gestion des produits dangereux, modélisation), aux réseaux urbains (localisation à l'aide des adresses civiques, planification des transports, mise au point de plans d'évacuation, etc.), à l'administration municipale (gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, etc.) ainsi qu'à la protection de l'environnement (étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, etc.).

Au Québec, le SIG est employé de plus en plus couramment dans les municipalités parce qu'il permet de traiter tout ce qui se rapporte au territoire, comme le zonage ou le

cadastre. Il peut aussi devenir l'outil historique d'un territoire, c'est-à-dire qu'il est possible d'obtenir n'importe quelle information sur les propriétés ou sur les bâtiments, et ce, à n'importe quel moment.

L'innovation associée au SIG réside dans l'implantation de moyens techniques favorisant la gestion de quantités considérables d'informations géographiques. Sa particularité tient au fait qu'il possède des fonctions de gestion de bases de données prenant en considération leur localisation (Bédard et Van Chestein, 1995). Par exemple, la municipalité régionale du comté de Deux-Montagnes a mis au point un SIG pour faire le suivi des décisions de la Commission de protection du territoire agricole, afin de gérer les sites du patrimoine, les biens culturels et les attractions touristiques, d'informatiser les rôles d'évaluation et de planifier le transport en commun (Loiselle et Chailloux, 1995).

Comme nous le constatons, il est possible de combler différents besoins dans les municipalités au moyen d'un SIG, mais toujours en prenant en considération un but précis.

2.5 Conclusion

En ce qui concerne le système d'information géographique, nous avons observé une composante importante que les différents auteurs ne mentionnent pas : l'utilisateur. À la lumière de la recherche bibliographique consultée, nous constatons que l'utilisateur doit

se convertir en expert pour pouvoir manipuler le système d'information géographique. Il doit connaître les différents domaines, comme la cartographie et la géographie, pour arriver à travailler avec le système. Nous croyons que ce devrait être le contraire, c'est-à-dire que le SIG devrait être au service de l'utilisateur, qu'il devrait faciliter son travail pour que l'utilisateur puisse tirer le meilleur parti de ses connaissances et de son savoir-faire sans avoir à se soucier outre mesure de l'aspect informatique.

Aussi, pour que l'outil informatique puisse évoluer, il est nécessaire que l'utilisateur apporte ses connaissances et son expertise, car il est la personne qui, dans son travail quotidien, voit quelles améliorations pourraient être apportées suivant ses besoins.

Chapitre 3 : LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE (SIG)

Dans cette troisième partie du mémoire, nous examinerons le système d'information géographique (SIG), et ses différentes composantes de même que l'influence qu'il exerce sur d'autres domaines.

3.1 Introduction

L'acronyme SIG, qui signifie « système d'information géographique », est la traduction de l'acronyme anglais GIS, qui veut dire aussi bien *geographic information systems* que *geographic information science*, cette dernière expression étant toutefois beaucoup moins utilisée en géomatique.

On trouve différentes définitions du SIG :

- « Un ensemble de procédures utilisées pour conserver et traiter de l'information à référence géographique » (Aronoff, 1989).
- « Un type particulier de système d'information dont la base de données contient des informations reliées à des entités physiques, des activités ou des événements localisés et assimilables aux formes géométriques de points, de lignes et de zones. Un SIG gère les informations spécifiques à ces points, lignes et zones pour extraire les

gère les informations spécifiques à ces points, lignes et zones pour extraire les données requises afin de réaliser des recherches et des analyses spécialisées » (Dueker, 1979).

- « Modèle conceptuel d'organisation de données géographiques associé à un système informatique » (George, 1993). La dimension organisationnelle se rapporte, premièrement, à l'organisation des données, qui vise à mieux exploiter l'information, et, deuxièmement, à l'aspect humain, qui fournit une signification à l'information.
- « Les SIG comportent trois types de composantes : technologiques (matériel et logiciel), informatives (bases de données géographiques et associées) et infrastructurelles (personnel, installations, services de support) » (Dickinson et Calkins, 1988). Ces auteurs montrent l'importance de la relation entre ces différentes composantes nécessaires pour que le système fonctionne.

L'énumération qui précède constitue seulement un aperçu de toutes les définitions que les différents auteurs ont apportées au système d'information géographique. Dans la définition, Aronoff (1989) fait référence aux données localisées, c'est-à-dire qu'il montre un aspect concret de l'espace qui est reporté graphiquement sur la carte. Par contre, la définition de Dueker (1979) renvoie aux données spatialisées qui servent à donner des informations sur un objet dans l'espace, comme l'adresse du propriétaire.

Par ailleurs, l'aspect humain est signalé par George (1993) ainsi que par Dickinson et Calkins (1988). Le premier auteur considère la composante humaine comme la personne qui fournit une signification à l'information, tandis que les autres auteurs y voient une composante infrastructurelle, correspondant au personnel servant à supporter le système. Toutefois, aucun de ces auteurs ne fait référence à la composante qui est d'après nous essentielle, à savoir l'utilisateur.

Pour connaître davantage le système d'information géographique, nous avons examiné les différentes étapes de son évolution à travers le temps.

3.2 Historique du SIG

Dans ce parcours synthétique que nous faisons à travers l'histoire du SIG, il y a des points importants à souligner. Il existe une quantité importante d'informations qu'une ville doit gérer par le biais, entre autres, de ses banques de données pour pouvoir se maintenir à jour dans les nouvelles technologies, lesquelles servent à gagner du temps et de l'argent de même qu'à prendre des décisions plus éclairées. Ces banques de données représentent le cœur du système de gestion de la Ville, parce que celle-ci traite toute l'information dont elle a besoin.

Au cours des années 1970, de nouvelles méthodes ont laissé une plus grande place à l'usage de cartes par rapport à la gestion des ressources naturelles. Lorsqu'on s'est rendu

compte de la relation existant entre les divers phénomènes qui se produisent à la surface de la terre, on a compris qu'il était important de mettre au point de nouveaux instruments de gestion plus polyvalents. Durant ces années, pour comparer des informations provenant de cartes différentes, il fallait tracer des calques, ce qui permettait de reconnaître les zones les plus appropriées, sans perdre de vue les informations de base. De même, il faut signaler la méthode de McHarg (1969), qui consiste à superposer des couches thématiques.

On a alors transposé cette technique dans le système informatique naissant. Pour ce faire, on a reporté des cartes statistiques simplifiées sur des feuilles blanches quadrillées, et l'on a utilisé les valeurs obtenues par superpositions de caractères afin de produire une nuance de gris correspondant aux valeurs statistiques de chaque cellule. Toutefois, les cartographes n'ont jamais adopté cette méthode étant donné que les représentations cartographiques qu'elle engendrait manquaient de précision. À cette époque-là, on cherchait à automatiser la production cartographique, qu'on appelait la cartographie assistée par ordinateur (FAO, 1998).

À la fin des années 1970, la cartographie assistée par ordinateur avait fait de grands progrès, se traduisant par la mise sur le marché de plus d'une centaine de systèmes. Pendant ce temps, on élaborait de nouvelles méthodes dans des domaines connexes tels que l'hydrographie, la topographie, la photogrammétrie et la télédétection. Le développement rapide de ces nouvelles méthodes et la jeunesse de ce secteur ont entraîné

certains problèmes, comme l'absence de coordination dans les efforts déployés dans les disciplines connexes (FAO, 1998).

Dans les années 1980, où l'informatique devenait à la fois plus complexe et plus conviviale, les SIG ont bénéficié du développement des plateformes informatiques. Et au cours des années 1990, ce domaine a connu une croissance de plus de 20 % par année dans tous les secteurs liés aux espaces et aux territoires, pour la gestion de l'urbanisme, de l'environnement et des transports (CASSINI-SIGMA).

De nos jours, les SIG, qui sont moins coûteux et plus polyvalents, peuvent être utilisés sur des systèmes plus compacts, comme les PC, les Mac et les stations de travail. On les trouve dans tous les secteurs de l'aménagement du territoire, au sein d'administrations publiques, de laboratoires de recherche, d'établissements scolaires et d'industries privées (FAO, 1998). Les municipalités, au Québec, se servent souvent des SIG en relation avec l'aménagement. Cependant, les municipalités qui disposent de tels systèmes sont moins nombreuses que celles qui n'en possèdent pas, même si l'intérêt pour la géomatique connaît une progression constante, entre autres à cause de la numérisation de la cartographie du territoire (AGMQ, 1996).

Les SIG procurent aux professionnels qui œuvrent dans le domaine du territoire (arpenteurs, géomètres, urbanistes, etc.) des moyens techniques performants de gérer et de traiter de grandes quantités de données descriptives de l'espace géographique.

À la suite de ce survol historique, nous verrons plus en détail les différents aspects que comporte un SIG et son évolution dans le temps. Commençons par la cartographie.

3.2.1 L'ère de la cartographie

D'après *Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française, la cartographie est « l'ensemble des techniques et des arts graphiques ayant pour objet la conception, la préparation, la rédaction et la réalisation de tous les types de plans et de cartes ». Il s'agit d'une science qui permet de produire des cartes de tous types. Pour bien saisir l'état actuel de la cartographie, nous ferons un survol de son évolution.

Les humains utilisent des cartes depuis des millénaires. Certains dessins sur les murs de grottes préhistoriques s'apparentent à des croquis de territoires. La carte est alors un objet à la fois utilitaire (description de lieux) et conceptuel (représentation du monde).

Les Grecs de l'Antiquité ont établi les fondements de la cartographie. Pour Thalès de Milet, la Terre était un disque plat flottant sur l'eau. Par la suite, Hécatee a réalisé la première carte du monde. Au Moyen Âge, l'Église catholique a rejeté les bases scientifiques posées par les Grecs. À la même époque, la carte dressée par Al-Idrisi résumait les connaissances géographiques de son temps. Puis, l'invention d'instruments comme le chronomètre et le baromètre a permis de mesurer avec plus d'exactitude les latitudes, les longitudes et les altitudes.

La cartographie a ensuite pris son essor au profit d'États qui voulaient mener des guerres. De 1750 à 1793, Cassini et son fils ont réalisé la cartographie de la France. Au XIX^e siècle, la cartographie à grande échelle s'est développée en Europe. Puis, au XX^e siècle, elle s'est servie de la photographie aérienne, de la télédétection par satellite de même que du traitement informatique des données géographiques. Le langage cartographique s'est normalisé, ce qui a cependant fait disparaître l'originalité des cartographies nationales (Histoire de la cartographie).

Quand l'informatique a fait son apparition dans le champ de la géographie, c'était en vue d'améliorer l'automatisation des méthodes de confection et de production cartographiques. Toutefois, on n'avait pas prévu que ces différentes techniques prendraient tellement d'ampleur qu'elles surpasseraient rapidement le domaine de la cartographie pour entrer dans celui de la gestion et du traitement de l'information géographique (Joly, 1994). En ce qui concerne la production cartographique en milieu urbain, elle comprend les étapes suivantes : le dessin des éléments composant le paysage urbain, qui donne la carte topographique, le traitement de diverses données géographiques, qui donne la carte thématique, et l'analyse de la carte thématique, qui donne la carte schématique (le schéma d'aménagement). Par ailleurs, il existe d'autres types de cartes, telles que la carte politique et administrative, la carte hydrique, la carte spéciale et la carte de synthèse.

Nous continuons notre description des différents aspects du SIG avec la géomatique.

3.2.2 L'ère de la géomatique

On associe de plus en plus souvent les termes « SIG » et « géomatique ». Cela s'explique bien quand on sait qu'au Québec le terme « géomatique » est un néologisme qui vient « de la concaténation et de la contraction de l'expression géographie informatique » (Pornon, 1992). De la même façon, d'après *Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française, « le terme géomatique est formé à partir du préfixe géo et du mot informatique ».

Selon la théorie de la géomatique, le SIG vise à soutenir trois fonctions importantes dans l'organisation, soit la gestion de données à référence spatiale, le traitement de ces données en vue d'engendrer de nouvelles informations et, enfin, l'aide à la prise de décision sur le territoire (Mullon et Boursier, 1992).

La géomatique est fortement liée au développement d'appareils informatiques de gestion de données géographiques et à leur cartographie. Elle vise essentiellement l'uniformisation et la normalisation des fichiers de données à référence spatiale ainsi que leur mise à jour régulière, ce qui favorise la possibilité d'échanges et une meilleure exploitation.

Cependant, nous nous rendons compte que ces différentes opérations soulèvent des problèmes, lesquels se produisent lors de l'échange de données informatisées provenant

de diverses sources ou quand les liens logiques sont établis différemment. La géomatique cherche à intégrer les diverses étapes d'un processus de gestion de l'information, selon la définition de Marcel Bergeron (1993) dans le *Vocabulaire de la géomatique* : « discipline ayant pour objet la gestion des données à référence spatiale et qui fait appel aux sciences et aux technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion ».

À titre d'illustration, prenons l'exemple de la Ville de Québec, qui a commencé à avoir recours à la géomatique en 1989 en s'appuyant sur des objectifs précis. Ces objectifs devaient s'accomplir en deux étapes. À la première étape, de 1989 à 1995, il s'agissait d'implanter le dessin assisté par ordinateur et la cartographie numérique; on avait alors l'intention de développer un système d'information urbaine à référence spatiale (S.I.U.R.S.). Avant que cette première étape ne soit achevée en 1993, la Ville a entrepris la deuxième étape, de 1993 à 1997, consistant à implanter le S.I.U.R.S. qui avait été conçu préalablement, en se servant de la base de 1989 ainsi que de l'implantation de la conception assistée par ordinateur.

L'implantation de la géomatique s'est poursuivie depuis 1998, en tenant compte de trois objectifs : premièrement, établir un intranet qui puisse donner accès aux informations géomatiques dont les personnes ont besoin; deuxièmement, mettre en place des outils d'analyse spatiale comme aide à la décision; troisièmement, continuer l'intégration des nouvelles applications au SIG de la Ville.

Actuellement, presque tous les services municipaux de Québec utilisent les applications géomatiques. Aussi, en 2000, on a mis sur pied un projet-pilote d'extranet visant à permettre l'accès aux informations géomatiques à un organisme client de la division des permis et des programmes (Projet de la Ville de Québec).

De même, il existe d'autres expériences de SIG bien documentées, comme celles des Villes de La Baie (Beaulieu et Bergeron, 1993), de Sherbrooke (Archambault et Labbé, 1992; Bédard, Larrivée et Labbé, 1991).

Certaines municipalités régionales de comté ont également mis à l'essai la géomatique. Ainsi, la MRC de Bellechasse fournit une aide technique à ses municipalités locales dans les champs de la cartographie, de l'évaluation foncière et des services municipaux (Gélinas, 1994).

La géomatique joue donc un rôle très important dans la nouvelle ville, que ce soit Québec ou Montréal, parce que chaque municipalité apporte son bagage de données et de savoir-faire en vue de la prise des meilleures décisions possible. Nous observons aussi le risque que comporte le fait de mettre toutes ces données ensemble dans la gestion de ces mégavilles ou de ces nouveaux territoires urbains, comme la gestion des volumes. Parce que si ces données ne sont pas organisées d'une manière logique, cohérente et avec une hiérarchisation, la communication de ces données entre elles ne sera pas possible.

Nous nous rendons compte que la recherche dans le domaine de la géomatique s'est surtout concentrée sur le développement technique d'un aspect particulier, soit le SIG. On a recours aux SIG surtout pour les opérations techniques habituelles, comme la cartographie du territoire municipal (la topographie, l'hydrographie, etc.), le contrôle de la réglementation portant sur l'aménagement (l'émission de permis, les droits acquis, etc.) de même que la gestion des infrastructures (les routes, les réseaux d'égout et d'aqueduc, etc.). Mais nous observons que toutes ces données géométriques sont en 2D, ce qui constitue un problème parce que, comme nous le savons, la ville se développe en 3D.

Par ailleurs, il faut considérer que la géomatique nécessite des investissements très importants pour l'achat des équipements et, plus encore, pour l'acquisition de l'information, la numérisation de la cartographie municipale et la structuration géométrique qui est requise pour rattacher la base de données à référence spatiale à la carte géographique (Obermeyer et Pinto, 1994). Cela rend compte dans une certaine mesure de la méfiance que manifestent de nombreux élus municipaux à l'égard des SIG, sachant que ces élus doivent justifier de tels coûts auprès des citoyens.

3.3 La carte géographique

La carte géographique est une représentation graphique du territoire, ainsi que des différents objets qu'on peut trouver dans l'espace. Selon Joly (1994), la carte est « une représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle, de tout ou partie de la

surface terrestre, dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle l'échelle ». La préparation d'une carte n'est pas le fruit du hasard; elle s'appuie sur plusieurs règles scientifiques, techniques et artistiques. Il existe donc trois dimensions dans la cartographie : elle est scientifique en ce qui concerne ses fondements; elle est technique en raison de ses procédés de production; elle est artistique quant à sa conception (Merlin et Choay, 1996). Ces trois dimensions exercent une influence sur la préparation et la production de la carte géographique, de même que sur la communication aux usagers des informations qu'elle contient.

La carte est une construction géométrique étant donné qu'elle maintient les rapports spatiaux qu'on trouve entre les éléments qui y sont représentés. Ces rapports constituent l'échelle de la carte. Le choix de l'échelle dépend des objectifs que poursuit la carte; ce choix doit se justifier sachant que l'information recueillie y est reliée (Boudreau, 1994). L'aspect géométrique de la carte est basé sur le recours à un système de référence spatiale, qui permet de localiser précisément chacun des points de l'espace au moyen de coordonnées sphériques (longitude, latitude, altitude) ou tridimensionnelles (X, Y et Z). Les coordonnées X et Y constituent la paire de coordonnées permettant la localisation des objets géométriques que l'on trouve dans l'espace géographique (contenant). Le Z constitue la coordonnée qui permet d'illustrer le contenu que l'on trouve dans l'espace géographique (contenu). Aussi la coordonnée Z est utilisée pour illustrer l'élévation dans l'espace d'un objet géométrique et géographique.

La carte n'a pas pour objectif de reproduire entièrement le territoire sur une feuille de papier ou dans une mémoire d'ordinateur, mais de sélectionner, discriminer et simplifier la réalité géographique en vue de faciliter sa perception et sa compréhension (Boudreau, 1994). Elle constitue une représentation conventionnelle parce qu'elle est établie selon des signes et des symboles graphiques reconnus, dont la signification se trouve dans la légende (Joly, 1994). Ces derniers composent le langage cartographique, fondé notamment sur les règles de la sémiologie graphique élaborées par Bertin (1973, 1977). Les règles en question déterminent la construction visuelle de la carte, ce qui permet de la rendre compréhensible pour l'utilisateur (Boudreau, 1994). Ces différentes caractéristiques de la carte forment ce que l'on désigne maintenant par le terme « métadonnées », à savoir les données grâce auxquelles on peut évaluer son contenu et surtout la qualité de l'information qui s'y trouve (Côté *et al.*, 1993). À l'aide de sa connaissance des métadonnées, l'utilisateur peut mettre au point un cadre d'interprétation de l'information cartographique et, de cette façon, en fixer les limites d'utilisation. Celles-ci nous conduisent à la question de la diversité des cartes, lesquelles sont susceptibles d'illustrer l'espace de plusieurs manières. Il est ainsi possible de dresser différentes cartes, selon qu'elles représentent le territoire ou décrivent des phénomènes que l'on peut situer dans l'espace (Brunet, 1987).

La cartographie revêt donc une grande importance dans le développement et le contrôle du territoire. Pour cette raison, l'État tient à conserver le contrôle de la production des cartes, car il peut ainsi déterminer le contenu des informations qu'il désire faire connaître

(Boudreau, 1994). Dans une étude portant sur la cartographie au Québec, Boudreau (1994) propose une typologie des fonctions de la carte, selon qu'elle vise à situer et à synthétiser le territoire, à délimiter celui-ci, à le défendre, à l'administrer et, enfin, à le légitimer. De cette manière, le message cartographique se distingue d'une carte à l'autre suivant les usages qu'on lui a assignés.

3.3.1 La carte numérique

La carte constitue un support de choix pour la conservation, l'utilisation et la transmission des renseignements géographiques. Grâce à la carte numérique et à la flexibilité qu'elle permet, on peut travailler plus facilement, sans compter qu'elle ne met pas en cause une façon de travailler. C'est ce qui explique sa grande diffusion.

Par ailleurs, la carte numérique découle de la carte papier; elle est enregistrée dans une mémoire d'ordinateur et non sur un support papier. Cette manière de faire permet, entre autres, d'enregistrer plus de données à référence spatiale, de traiter et de diffuser plus facilement l'information. En outre, il est possible de la reproduire sous diverses formes et de la mettre à jour de manière régulière, étant donné qu'elle n'a pas le côté statique et définitif de la carte papier. Il s'agit, par conséquent, d'une vision plus dynamique et interactive de la cartographie.

Nous pouvons ajouter à cela que la carte numérique a évolué en ce qui a trait à la rapidité et au traitement des données, mais pas en ce qui concerne son contenu, parce qu'on garde toujours le souvenir du papier comme référence principale.

La carte numérique est facile d'utilisation parce qu'elle permet la superposition de différentes couches thématiques pour traiter des thèmes tels que le cadastre, les bâtiments ou l'hydrographie (figure 1). Le croisement de couches thématiques, provenant de différentes cartes, constitue l'une des fonctionnalités importantes d'un SIG (FAO, 1998).

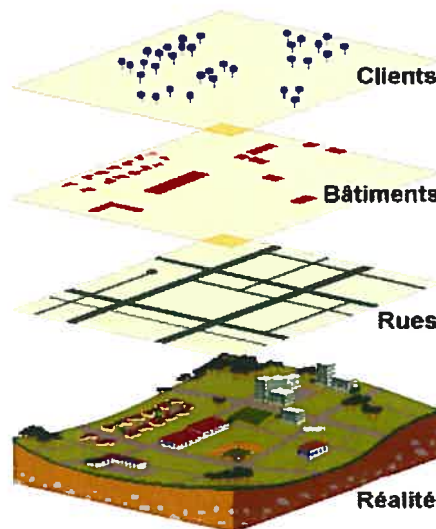


Figure 1 : Superposition des couches thématiques
Source: Image ESRI.

Cette superposition mais préétablie ou en une combinaison finie de couches thématiques permet en même temps d'avoir une vision plus globale d'un problème. L'importance de l'informatisation de la cartographie a entraîné l'accentuation de l'aspect géométrique de

la carte, parce que chaque donnée qu'on y trouve y est située précisément. Autrement, la superposition de couches cartographiques ne sera nullement efficace s'il n'existe pas entre elles une concordance topométrique. En conséquence, la carte numérique va au-delà de l'image territoriale pour constituer un modèle géométrique 2D de l'espace.

Cette manière de faire favorisera par la suite le développement du SIG, parce que la carte représente, comme on vient de le voir, le support des différentes opérations d'enregistrement, de traitement et de tri des données à référence spatiale.

3.4 L'information géographique

L'information géographique est le deuxième élément du SIG. Pour Mullon et Boursier (1992), elle se caractérise sur le plan conceptuel par son symbolisme, sa variété, sa rareté et son imprécision. Elle est symbolique, car elle constitue une schématisation de la réalité spatiale, dans laquelle la signification et la pertinence géographiques l'emportent sur la précision géométrique. Elle est variée, car elle provient de différentes sources, à diverses échelles et époques. Elle est rare, car sa collecte coûte cher et sa durée de vie est plus ou moins longue. Finalement, elle est imprécise, car elle peut contenir différentes erreurs qui réduisent sa valeur géographique et géométrique.

Toutefois, dans le contexte des SIG, la caractéristique la plus importante de l'information géographique est la référence spatiale qu'elle permet, référence qui montre sa localisation sur la carte et donne lieu à son enregistrement dans une mémoire d'ordinateur.

L'information géographique comprend deux éléments, soit la donnée localisée et la donnée spatialisée, ou respectivement *georeferencing* et *geocoding* suivant la terminologie de Huxhold et Levinsohn (1995). En effet, la donnée localisée indique un aspect concret de l'espace et est reportée graphiquement sur la carte, comme le contour d'un bâtiment ou d'un lot. Pour sa part, la donnée spatialisée n'a pas de représentation géographique, mais elle sert à donner des informations sur un objet dans l'espace tel que le nom du propriétaire d'un lot. Les municipalités l'utilisent souvent pour trouver notamment des informations cadastrales. Ce genre particulier de données permet de gérer de l'information dans l'espace. La donnée localisée fournit une représentation concrète de la forme et de la position de l'objet géographique, alors que la donnée spatialisée décrit cet objet sans pour autant avoir une existence spatiale réelle.

L'information géométrique traduit de façon opérationnelle et technique l'information géographique en vue de son informatisation. Cependant, lorsqu'elle prend une forme techniquement compatible avec l'information et l'utilisation de bases de données localisées, elle s'appauvrit grandement au point de vue conceptuel. Le SIG fait généralement appel à deux modes de représentation géographique, soit le modèle vecteur et le modèle raster, comme l'indique la figure 2 (Chartier, 1996).

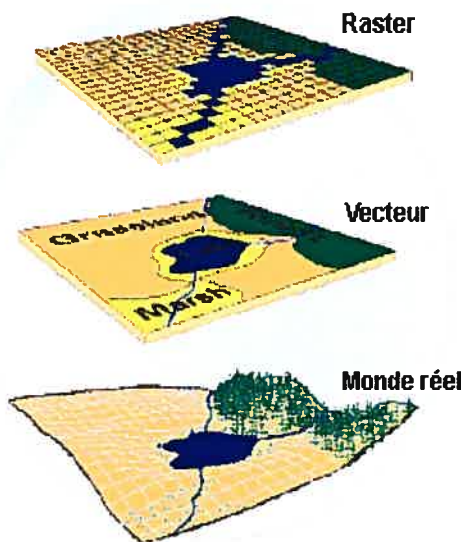


Figure 2 : Modèle raster et modèle vecteur
Source : Image ESRI.

3.4.1 Le modèle vecteur

Le mode vecteur fait appel aux concepts géométriques de point, de ligne et de polygone afin de décrire les objets spatiaux (tels qu'une route, un cours d'eau ou la limite d'une municipalité) au moyen d'un système de coordonnées (X, Y). Cette représentation conserve implicitement la notion d'objet dont elle montre les contours et les caractéristiques thématiques.

Comme l'indique la figure 2, l'ensemble des objets sont rendus par des points, des lignes ou des surfaces représentés par des coordonnées. Chacune des lignes correspond à une succession de points, soit les vecteurs, et chacune des surfaces correspond aux arcs qui établissent ses limites.

Au moyen de ce système, on peut notamment prendre des mesures et superposer diverses entités. Il est possible de représenter les phénomènes géographiques à l'aide d'entités géométriques définies par des points, des segments de droite et des polygones (Chartier, 1996). Parmi les avantages de ce modèle, on a besoin de beaucoup moins de mémoire et on a la possibilité de représenter de multiples attributs. Par contre, on constate certains désavantages, dont la complexité nettement plus grande de l'analyse des fonctions spatiales et l'impossibilité de représenter certaines données de variables continues sans qu'un traitement soit effectué préalablement (FAO, 1998).

3.4.2 Le modèle raster

Le mode raster répartit l'espace étudié suivant une grille régulière de cellules – qu'on appelle « mailles » ou « pixels » – de façon à composer une image, ou une matrice, formée de lignes et de colonnes. Chaque cellule possède une valeur unique pouvant être un code typologique. Dans le modèle raster, l'objet n'existe pas en tant que tel, seule la cellule étant traitée. Les objets ponctuels ne contiennent pas d'informations ou de données, mais ils permettent d'effectuer des localisations précises à l'écran. Dans la figure 2, l'ensemble des objets est rendu par une succession régulière de cellules, selon un maillage déterminé. Chaque cellule comporte une valeur propre.

Les images raster, qui s'apparentent à un tableau protégé par une vitrine invisible, sont mieux connues sous des appellations de formats telles que bitmap, jpg ou tif. Ces objets ponctuels permettent de repérer des zones semblables et d'engendrer des cartes vecteur.

Les images raster peuvent désormais être éditées par de nombreux SIG (voir « Enjeux de la gestion de base de données par un SIG »).

Parmi les avantages du modèle raster, il garantit une meilleure compatibilité avec les données maillées comme les images satellitaires numériques. Ce modèle comporte également des désavantages. Ainsi, il nécessite beaucoup de mémoire dans les bases de données comportant de nombreux attributs (FAO, 1998).

3.5 Les bases de données à référence spatiale

Les bases de données à référence spatiale présentent différentes informations géographiques qui sont reliées à la carte et qui montrent les divers objets. Leur usage permet d'accumuler de nombreuses données en tout genre, qui décrivent différents aspects du territoire. La constitution des bases de données exige par conséquent que l'on définisse des catégories d'information et que l'on uniformise leur format. Pour y arriver, il faut avant tout faire l'inventaire des données dont on dispose mais aussi préciser quelles requêtes nous voulons effectuer, bâtir un cadre théorique où sont exposés les liens logiques entre les catégories de données et produire un dictionnaire dans lequel ces données sont définies (Bédard, Larrivée et Labbé, 1991). De cette manière, on est en

mesure d'arranger de grandes quantités d'informations géographiques afin de faciliter la gestion et le traitement de celles-ci.

Dans le contexte du développement des SIG, le concept d'information géographique correspond à une donnée qui est localisée précisément sur le territoire. Ainsi, la base de données localisées ne permet pas de décrire complètement les différentes représentations de l'espace; elle se borne essentiellement à l'illustration du territoire et des phénomènes humains exposés de manière statistique.

Il importe toutefois d'établir clairement la distinction entre les termes « donnée » et « information ». Ainsi, le terme « donnée » est défini par *Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française comme étant une « représentation d'une information, codée dans un format permettant son traitement par ordinateur ».

Supposons que le système d'information géographique soit un moteur; on constate alors que le carburant constitue le principal élément permettant de le faire fonctionner. Le carburant dont on parle est représenté par les données. Les données géographiques et les données tabulaires qui y sont liées peuvent être recueillies par les entreprises ou encore elles peuvent être obtenues auprès de producteurs de données (ESRI France). Cependant, d'un producteur de données à l'autre, nous nous rendons compte que les données sont loin d'être toujours exhaustives et compatibles entre elles.

Nous observons, toutefois, que ces données ne sont pas gratuites. Autrement dit, il est possible d'établir tout un système d'organisation de données pour les faire connaître à travers la planète, mais ce système n'est pas à la portée de tout le monde parce que ces données coûtent cher. Cela constitue un problème en particulier pour les petites communautés ou les villages qui auraient besoin de ces données mais qui ne peuvent les acheter et qui ne disposent pas, non plus, du personnel spécialisé pour traiter ces données.

Le deuxième terme que nous voulons préciser, soit le mot « information », est défini par *Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française comme étant un « élément de connaissance concernant un phénomène et qui, pris dans un contexte déterminé, a une signification particulière ». Ainsi, un fait, un processus ou une idée constituent des phénomènes susceptibles d'engendrer une information.

Le terme « information » prend ici un sens usuel, qui renvoie à sa forme (parole, écriture, image, objet) et au support sur lequel son contenu est inscrit, qu'il s'agisse d'un document, d'une base de données, de bandes audio et vidéo, d'un dessin ou d'une carte géographique (Buckland, 1991).

L'information ne possède pas de forme définitive; elle évolue continuellement, notamment au cours de la communication. À l'opposé de la matière, l'information doit être utilisée pour pouvoir avoir une existence. De plus, elle constitue une représentation

symbolique du réel. Elle doit prendre des formes concrètes pour se maintenir et se régénérer.

Le SIG a ceci de novateur qu'il permet la mise en place de moyens techniques facilitant la gestion d'énormes quantités d'informations géographiques. Il présente en outre des fonctions de gestion de bases de données qui tiennent compte de leur localisation. C'est pourquoi certains auteurs préfèrent à l'acronyme SIG le terme « système de gestion de données localisées » ou SGDL (Bédard et Van Chestein, 1995).

Les bases de données permettent aussi de préparer l'information afin de pouvoir mieux la traiter et la gérer (Chesnais, 1995). En outre, la transmission d'informations entre divers organismes est favorisée par la constitution de bases de données structurées et uniformes, ce qui remplit un des objectifs de la géomatique (Côté *et al.*, 1993). De cette manière, les informations s'échangent plus facilement et servent à un plus grand nombre d'utilisateurs, ce qui enrichit le contenu de celles-ci.

On trouve un exemple de base de données dans le plan de géomatique du gouvernement du Québec que nous avons mentionné auparavant. Ce plan vise à rendre compatibles toutes les bases de données à référence spatiale dont se servent le gouvernement et ses ministères, et ce, afin de contrôler l'information, d'éviter les dédoublements et de coupler des données dont on tirera de nouvelles informations (Projet de la Ville de Québec).

Toutefois, comme nous l'avons observé auparavant, ces données ne sont pas gratuites; elles sont disponibles par abonnement. Cela implique qu'elles ne sont pas à la portée de tout le monde. Comme les données ne sont pas encore toutes uniformisées lorsqu'elles proviennent de sources différentes, cela crée un problème supplémentaire.

3.5.1 La gestion des données à référence spatiale

Comme nous l'avons vu, une des caractéristiques du SIG est qu'il permet de chercher des informations spécifiques dans une base de données à partir d'une carte géographique. Cette carte sert d'interface entre l'utilisateur du SIG et la base de données. En même temps, elle remplit le double rôle d'un outil de renseignement et d'un outil de consultation en utilisant son illustration sur une carte géographique.

Le SIG est employé couramment dans les municipalités parce qu'il peut traiter tout ce qui se rapporte au territoire, comme le zonage. Il peut aussi devenir l'outil historique d'un territoire, c'est-à-dire qu'il est possible d'obtenir n'importe quelle information sur les propriétés ou sur les bâtiments, par exemple. Mais nous avons observé que les différents permis, comme le permis d'occupation, sont présentés en deux dimensions seulement, ce qui constitue une limite étant donné que les trois dimensions permettraient de mieux comprendre les différentes contraintes de la ville.

Par ailleurs, on trouve, d'une part, l'information géographique, dite « spatiale », dans des cartes géographiques et, d'autre part, l'information « non spatiale » liée à la description du territoire, comme les règlements municipaux d'urbanisme.

La gestion documentaire crée des problèmes propres à l'information géographique, tels que la concordance spatiale entre données de différentes époques quand on a modifié l'information de base ou l'information originale qui a été enregistrée (Zeitouni et Yeh, 1999). Pour éviter ce problème de concordance, il est important de décrire les sources originales au moyen de métadonnées, « qui renseignent sur la nature de certaines autres données et qui permettent ainsi leur utilisation pertinente » (Hudon, Lachance et Perrotte, 1995). Ainsi, les métadonnées permettent de répondre à des questions telles que : comment trouve-t-on l'information nécessaire, d'où proviennent ces données, de quelle manière ont-elles été agrégées et de quel historique dispose-t-on (Goglin, 1998)?

Comme on le constate, il est important d'établir des paramètres précis pour donner des repères à l'utilisateur afin qu'il puisse bien gérer l'information, comme la date du document, la finalité, et ainsi de suite.

3.5.1.1 Le traitement des données à référence spatiale

Face au problème de l'agrégation de l'information géographique, le SIG permet avant tout de travailler avec des méthodes d'analyse spatiale comme l'interpolation, l'extrapolation

et la topologie (Laurini et Milleret-Raffort, 1993). Grâce à ces méthodes, il est possible de traiter de manière quantitative les différents objets ou phénomènes pour connaître leur localisation et leur extension avec l'objectif de définir leurs relations dans l'espace. Ainsi, on peut déterminer divers aspects des relations spatiales de l'être humain avec son milieu.

Dans le domaine scientifique, l'emploi du SIG pour l'analyse et le traitement de données a connu beaucoup de succès, parce qu'il répond à des questions de recherche dans le cadre de méthodes précises, comme l'utilisation du SIG pour l'analyse d'un bassin versant (Caron, 1995).

Dans les faits, le SIG n'a pas permis d'affiner les méthodes de traitement de données à référence spatiale. Il a cependant permis d'améliorer l'application technique des méthodes déjà en place et d'accélérer le calcul. Cela signifie non pas que le SIG ne modifie pas les façons de faire de la géographie, mais que l'utilisation de ces outils n'est pas au point et n'a pas comblé toutes les attentes de la géomatique (Marble et Peuquet, 1993). Pour leur part, Côté *et al.* (1993) indiquent que l'établissement de bases de données uniformisées et structurées est de nature à faciliter l'échange de l'information entre divers organismes; cela représente un des buts que poursuit la géomatique. De cette manière, l'information se déplace davantage et sert à un plus grand nombre d'utilisateurs, ce qui a pour effet d'actualiser et d'enrichir son contenu.

3.5.1.2 *L'aide à la prise de décision*

Nous entendons souvent dire que le fait de posséder une meilleure information permet de prendre de meilleures décisions (ESRI France). Mais, en même temps, nous pouvons dire que l'excès, comme l'absence d'information, risque de compliquer la prise de décision. Ainsi, dans le cas de la carte géographique, une bonne information permet à l'utilisateur de prendre des décisions appropriées en ce qui touche aux objets ou aux phénomènes qui agissent dans l'espace.

Toutefois, d'après Jamous et Grémion (1978), la recherche de la décision efficace et de la rationalité décisionnelle au moyen des ordinateurs n'a pas fourni de résultats satisfaisants. En effet, les attentes que l'informatique a suscitées au long de son évolution dans divers domaines ont déçu, ce qui a donné lieu à une prise de conscience sur le rôle limité de l'ordinateur quant à la prise de décision. En même temps, on s'est rendu compte que la prise de décision à travers l'emploi des nouvelles technologies est devenue une obsession pour les décideurs dans les municipalités.

Roy (1999) aborde le concept d'aide à la décision suivant deux points de vue. Le premier point de vue est celui des systèmes d'information organisationnelle, où l'on tente de programmer le traitement de l'information et de prévoir les différents types de décision en fonction des tâches et des niveaux hiérarchiques afin de veiller au bon fonctionnement de l'organisation. Le second point de vue consiste dans l'analyse des politiques de

planification du territoire et d'intervention sur celui-ci; on vise alors à préparer la décision et à effectuer son suivi afin de réaliser l'objectif relatif à la décision.

On constate donc que le rôle du SIG en relation avec la prise de décision n'est pas d'encadrer les activités de l'organisation dans laquelle il est mis en œuvre en procédant à des contrôles administratifs, mais plutôt de favoriser la définition et l'illustration des rapports réguliers préparés par une entreprise avec son territoire. Les possibilités techniques du SIG peuvent s'avérer utiles à la modélisation cartographique du territoire et à la visualisation graphique des résultats des diverses actions. Dans ce contexte, le SIG constitue un outil prévisionnel pour l'aménagement du territoire. Toutefois, l'application de cette fonction d'aide à la décision et le recours au SIG comme instrument d'analyse des politiques spatiales restent encore des objectifs à réaliser.

3.6 Conclusion

Dans notre réflexion à propos du SIG, il y a un aspect important qui consiste dans l'achat des données. Comme nous l'avons mentionné auparavant, pour que les données soient traitées dans un SIG, elles doivent être saisies et organisées suivant un format numérique qui s'accorde avec le traitement informatique. Étant donné la diversité des données disponibles, il existe de nombreuses méthodes de saisie.

La saisie des données représente une source d'engorgement pour le SIG. Elle représente souvent les trois quarts de l'ensemble des coûts des projets. Cette longue opération constitue un travail fastidieux qui est susceptible d'engendrer de nombreuses erreurs. Dans bien de cas, la collecte des données exige trop de temps comparativement à celui qui devrait être consacré à l'analyse. En outre, les données deviennent parfois périmées avant même d'être utilisées. C'est pourquoi il s'avère nécessaire de découvrir des façons de réduire les coûts de la saisie des données en augmentant sa précision et en rendant plus faciles les mises à jour.

Chapitre 4 : L'ÉTUDE DE CAS

Dans cette partie du mémoire, nous ferons une mise en contexte de notre étude de cas. Celle-ci correspond au permis d'occupation qui s'inscrit dans les familles d'affectation. Puis, dans le prochain chapitre, nous procéderons à l'expérimentation et à la discussion de l'étude de cas.

4.1 Introduction

L'étude de cas provient de l'observation des outils informatiques que la Ville de Montréal emploie normalement. Nous constatons que pour les différents permis, comme le permis d'occupation, l'information que possède la municipalité pourrait être améliorée. Cela nous amène à réfléchir sur le fait que le modèle tridimensionnel aidera à compléter l'information pour le bénéfice des citoyens et des décideurs de la municipalité.

Le Règlement d'urbanisme de la Ville de Montréal comporte six grands thèmes; parmi ceux-ci, on trouve les usages. La section concernant les usages comprend les dispositions relatives à la gestion des affectations.

4.2 Les différentes familles d'affectation

À première vue, les usages semblent être un article sans grand intérêt, dont on croit pouvoir se passer. Cependant, cet article est important parce qu'il peut procurer aux citoyens une meilleure qualité de vie et assurer une coexistence harmonieuse entre les différentes activités urbaines. La qualité de vie se trouve protégée par cet article parce que celui-ci propose les limites physiques de partage de l'espace entre les mêmes familles d'occupation et entre les familles qui sont compatibles les unes avec les autres.

Dans une ville comme Montréal, la multiplicité des fonctions et la mixité à l'intérieur d'un même bâtiment sont très courantes. Plusieurs catégories d'usages appartenant à la même famille d'affectation ou à plusieurs familles peuvent être autorisées dans un même secteur de zonage.

Les artères commerçantes de la ville de Montréal sont généralement caractérisées par une forte présence de commerces au rez-de-chaussée, ainsi que de bureaux et de services, d'industries légères ou d'habitations aux étages supérieurs.

Le Règlement d'urbanisme (R.R.V.M., c.U-1) divise la ville en un grand nombre de secteurs et précise les activités qui sont permises dans chacun d'eux. Ces activités concernant les usages suggèrent un nouveau système, plus souple que le zonage

traditionnel et mieux adapté aux particularités des différents quartiers de Montréal. Ce nouveau système se caractérise de la manière que nous verrons maintenant.

La nouvelle hiérarchie des affectations comprend quatre familles : l'habitation (H), le commerce (C), l'industrie (I) ainsi que les équipements collectifs et institutionnels (E). Chaque famille compte sept catégories d'usages. Les usages sont rassemblés dans chacune des catégories suivant leur nature, leur intensité et leur compatibilité. On peut accoler à ces catégories la classe d'occupation A, B ou C, qui définit certains paramètres associés à l'implantation d'un usage.

Nous verrons maintenant les quatre grandes familles d'affectation en commençant par la famille habitation.

4.2.1 La famille habitation

Les catégories de la famille habitation (H) sont déterminées par le nombre de logements par bâtiment, ce qui permet de repérer les aires d'habitation dont la densité est faible, moyenne ou forte. Trois types d'usages complémentaires à l'habitation sont permis :

- la location de chambres dans un immeuble;
- l'établissement d'usages commerciaux d'appoint dans les immeubles résidentiels ayant une forte densité (37 logements ou plus);

- l'aménagement à domicile de bureaux, d'ateliers d'artistes ou d'artisans ou d'établissements de soins personnels (www.ville.montreal.qc.ca).

4.2.2 La famille commerce

Les catégories de la famille commerce (C) portent sur les activités et les conditions d'implantation exigées afin d'harmoniser l'intensité des activités commerciales avec les différents types de milieux urbains.

Ces catégories augmentent avec l'intensité des usages. Par exemple, la catégorie commerces et services d'appoint (C.1) permet de constituer des secteurs de desserte locale ne provoquant pas de nuisances dans un milieu résidentiel. À l'inverse, les catégories commerces lourds (C.6) et commerces de gros et entreposage (C.7) regroupent des activités comme la réparation de véhicules et l'entreposage qui ne s'intègrent pas facilement aux rues commerciales de quartier et qui risquent d'engendrer des nuisances dans un secteur résidentiel.

La catégorie commerce et services en secteur désigné (C.3) a pour but d'appuyer la vocation spéciale de différents secteurs, comme le Vieux-Montréal, le Quartier latin, la rue Saint-Denis ou les marchés publics.

En plus des catégories d'usages, il y a les classes d'occupation A, B ou C qui régissent l'occupation commerciale. Cela permet de moduler les activités commerciales en fonction de la vocation du secteur en question et de préserver les logements dans les secteurs mixtes (www.ville.montreal.qc.ca).

4.2.3 La famille industrie

Les catégories de la famille industrie (I) s'appuient essentiellement sur le niveau de nuisances des usages qui s'y trouvent. Ce mode de gestion souple permet une intégration appropriée des secteurs industriels dans le milieu urbain, car il prévoit un éventail d'usages qui aident à prendre en considération la nature du milieu immédiat.

Reflet de la catégorie commerciale (C.3), une catégorie industrie en secteur désigné (I.3) a été créée pour rendre compte des particularités de secteurs ayant une vocation spéciale, comme le Technoparc.

4.2.4 La famille équipements collectifs et institutionnels

Outre les trois familles d'affectation que sont l'habitation, le commerce et l'industrie, le Règlement d'urbanisme a prévu une autre famille de manière à renforcer le statut d'institutions et d'équipements dont l'établissement était jusqu'à aujourd'hui régi par des règlements spéciaux.

Par ailleurs, on a créé la catégorie E.3 en vue de faciliter le développement de centres importants d'équipements, comme le Parc des Îles, le Vieux-Port, le Jardin botanique ainsi que le Parc olympique.

À la lumière de l'information qui précède, nous avons réalisé une grille, qui se trouve dans l'annexe II, avec ces différentes familles dont nous venons de montrer les diverses composantes de chacune. Nous examinerons maintenant le certificat d'occupation au moyen des informations utilisées à la Ville de Montréal.

4.3 Le certificat d'occupation

Tous les établissements ayant un usage autre que l'habitation – que ce soit une épicerie, une salle de spectacle, un bureau à domicile ou une école – nécessitent un certificat d'occupation, lequel doit être affiché dans l'établissement en question.

Le certificat d'occupation contient les renseignements suivants :

- 1) le nom de l'exploitant;
- 2) l'adresse du local;
- 3) les activités qui y sont autorisées à la date de délivrance;
- 4) dans certains cas, les conditions liées aux activités mentionnées.

4.3.1 La demande d'un certificat d'occupation

Lorsque l'on veut faire une demande de certificat d'occupation au Service du développement économique et urbain, on doit fournir différents renseignements, dont ceux-ci :

- l'adresse exacte du local (le numéro de l'immeuble, la rue, les rues transversales, l'étage, le numéro du local ou du bureau et le code postal);
- la superficie du local;
- la nature de l'activité;
- l'occupation actuelle ou antérieure du local;
- la date prévue du début des activités.

Toutes ces informations sont communiquées à la banque de données informatisées permanente de la municipalité, qui est à la source de la démarche entière d'affectation du sol, tant sur le plan de la répartition territoriale des occupations que sur celui du contenu des catégories d'usages et des classes d'occupation.

Dans notre étude de cas, nous voulons visualiser les types d'occupation de différents locaux commerciaux qui se trouvent dans une même bâtisse. Si l'on se sert du modèle tridimensionnel, on saura d'un simple coup d'œil où ces locaux sont placés dans la ville, et l'on pourra aussi observer si le type de bâtiment correspond à nos besoins. Autrement

dit, on pourra obtenir en même temps les informations et le modèle tridimensionnel correspondant, ce qui est impossible en ce moment.

4.3.2 La validité du certificat d'occupation

Le certificat d'occupation est valide tant que l'occupant reste le même et que celui-ci exerce les activités qui sont indiquées dans le document affiché, aux mêmes conditions, dans le local pour lequel ce certificat a été délivré. Un nouveau certificat s'avère nécessaire lorsque l'exploitant change, que les activités sont redéfinies, que la superficie du local est modifiée ou que des travaux de transformation dans l'établissement sont exécutés.

4.4 Conclusion

Notre réflexion porte sur la division de la ville de Montréal en secteurs et les activités qu'il est permis de réaliser dans ces endroits. La division de la ville en secteurs nous montre tout le travail que la réglementation a nécessité pour qu'on en arrive à un équilibre harmonieux entre les différentes catégories de familles d'usages. Les informations correspondant à ces catégories sont enregistrées dans la banque de données de la municipalité.

Le certificat d'occupation contient des informations comme nous venons de le voir, mais il manque toutefois une composante importante, d'après nous, qui aidera à mieux comprendre ces informations, soit le modèle tridimensionnel. Celui-ci permettra de visualiser, à partir d'un ordinateur, les différents locaux à louer ou à acheter, sans qu'on ait besoin de les visiter.

Si nous poursuivons notre réflexion sur les avantages qu'il y a à compléter l'information existante par le modèle tridimensionnel, la municipalité pourrait, par exemple, offrir un nouveau service aux citoyens consistant en une banque de données en 3D sur les locaux commerciaux de Montréal. Le personnel de la municipalité pourrait ainsi donner des conseils sur les différents locaux disponibles dans la ville, leurs caractéristiques, leurs coûts et d'autres renseignements, par exemple d'ordre statistique.

Chapitre 5 : EXPÉRIMENTATION ET DISCUSSION

L'étude de cas ayant été mise en contexte dans le chapitre précédent, nous présenterons maintenant l'expérimentation. Selon notre hypothèse de recherche, il est possible d'ajouter des informations à la banque de données de la municipalité de Montréal de façon à générer des modèles 3D concernant les différentes unités visées par les permis. Pour vérifier cette hypothèse, nous allons considérer une étude de cas relative au permis d'occupation.

5.1 Choix de l'outil informatique

L'objectif de notre recherche est d'établir une méthode structurée et cohérente permettant de générer un modèle tridimensionnel à partir d'une information alphanumérique pouvant avoir une représentation graphique.

La première question que nous nous sommes posée a été de savoir de quelle manière nous pouvons répondre à l'objectif établi et vérifier l'hypothèse. Cela nous a amené à faire une recherche sur les différents outils informatiques qui pourront nous aider dans la construction du modèle informatique.

La construction du modèle informatique recherché sous-tend l'existence à la fois d'un langage symbolique permettant de transmettre à l'ordinateur un savoir et d'un système

La construction du modèle informatique recherché sous-tend l'existence à la fois d'un langage symbolique permettant de transmettre à l'ordinateur un savoir et d'un système géométrique permettant de formaliser visuellement ce savoir (Tidafi, 1996, p. 271-272). Un langage symbolique correspond, dans le domaine de l'informatique, à un langage de programmation. Le choix d'un langage de programmation dépend de la modélisation en question, car ce modèle, qui devra comprendre certaines connaissances, ne peut être exécuté avec les outils courants.

Les langages informatiques existants se subdivisent en trois familles, soit les langages impératifs, les langages orientés objets et les langages fonctionnels. Les langages fonctionnels (tels que LISP) conviennent mieux à la description des processus et des règles de construction et de design, et dans les cas où les conséquences de certains phénomènes ne sont pas prévisibles au moment où on les décrit (Tidafi, 1996, p. 272). L'étude de cas que nous allons présenter sera réalisée avec un modéleur géométrique.

5.2 L'approche proposée

Dans l'approche proposée à travers l'expérimentation, nous allons, dans un premier temps, établir les différentes familles d'affectation. Nous attribuerons une lettre à chacune de ces familles pour les distinguer entre elles et leur assignerons des couleurs de manière à faciliter la compréhension.

Nous allons, dans un deuxième temps, modéliser un règlement municipal de façon que l'outil informatique soit utilisé, d'une part, pour renseigner l'utilisateur et, d'autre part, pour l'aider à prendre une meilleure décision en visualisant des locaux. Notre étude de cas portera sur un règlement fictif relatif aux types d'occupation autorisés dans un secteur donné.

Pour valider notre approche, nous allons, dans un troisième temps, nous baser sur un îlot fictif formé de 11 bâtiments, eux-mêmes formés de différents locaux. À chacun de ces locaux, nous assignerons une catégorie. Les occupations permises dans le secteur que nous développons sont l'habitation de catégories 1 et 2, le commerce de catégories 1 et 2 ainsi que l'industrie et l'entreposage.

5.3 Les familles d'affectation

Nous avons vu au chapitre 2 que la Ville de Montréal est composée d'arrondissements, lesquels comportent des caractéristiques qui lui donnent sa diversité et sa richesse. En vue de mieux appréhender la complexité de la ville, la municipalité a laissé de côté les plans de zonage traditionnels qui circonscrivent des zones homogènes où sont définis les usages autorisés, la hauteur, la densité, le taux d'implantation, et ainsi de suite. En effet, elle a adopté une nouvelle approche permettant de délimiter les secteurs de zonage à partir de certains thèmes. La Ville a ainsi regroupé dans un même secteur les ensembles qui ont des caractéristiques semblables.

Comme on le voit à la figure 3, il est possible d'établir les hauteurs maximales des bâtiments sans tenir compte des autres paramètres tels que les usages ou les taux d'implantation qui sont susceptibles d'exiger une délimitation différente. Cette approche, qui s'appuie sur une base géomatique, facilite le traitement et l'interprétation des paramètres réglementaires portant sur l'ensemble du territoire municipal (Ville de Montréal).

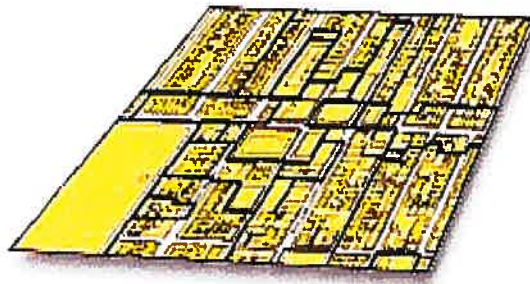


Figure 3 : Plan de zonage, limites de hauteurs
Source : Ville de Montréal.

Comme cela est signalé dans le chapitre précédent et dans l'annexe II, les familles d'affectation sont les suivantes :

- Habitation (H) : dans cette famille, il y a sept catégories. Ces catégories comprennent des bâtiments de 1 logement jusqu'à 37 logements et plus dans la catégorie H.7.
- Commerce (C) : la famille commerce commence avec la catégorie C.1, commerce et service d'appoint aux résidants et aux entreprises, se poursuit avec la catégorie C.2, commerce et services en secteur de faible intensité

commerciale, et se termine avec la catégorie C.7, commerce de gros et entreposage.

- Industrie (I) : dans la famille industrie, il y a aussi sept catégories, qui vont de l'industrie légère compatible avec d'autres activités urbaines à l'industrie du tri et de la récupération, en passant par l'industrie lourde.
- Équipements collectifs et institutionnels (E) : il y a également sept catégories, qui vont de E.1, espaces et lieux publics, à E.7, équipements de transport, de communication et d'infrastructures, en passant par E.4, équipements éducatifs et culturels.

Pour distinguer les différentes catégories d'affectation et faciliter la visualisation des locaux proposée, nous utiliserons le code de couleurs suivant, lesquelles ont été sélectionnées de manière aléatoire.

Habitation (H) catégorie 1 : rouge



Habitation (H) catégorie 2 : vert



Commerce (C) catégorie 1 : bleu foncé



Commerce (C) catégorie 2 : jaune



Commerce (C) catégorie 7: bleu pâle



Industriel (I) catégorie 5 : mauve



5.4 Le règlement à modéliser

Le règlement que nous modéliserons stipule qu'il est interdit de juxtaposer soit l'habitation de catégorie 1 [red] et l'industrie de catégorie [purple], soit l'habitation de catégorie 2 [green] et le commerce de catégorie 7 [blue] à l'intérieur d'un même bâtiment.

5.5 Le modèle adopté

Les procédures que nous présenterons ci-dessous nous ont permis de programmer le modèle que l'utilisateur peut interroger. Si, par exemple, l'utilisateur désire changer la vocation d'un local donné, il peut en quelque sorte demander au système : « Puis-je modifier la vocation du local 5-1-3 qui est actuellement commercial de catégorie 2 [yellow] pour en faire une habitation de catégorie 1 [red] ? »

Le système apporte la modification demandée et vérifie la conformité de ce changement avec la réglementation en vigueur. Si le changement est conforme, il permet à l'utilisateur :

- de visualiser la volumétrie de l'îlot et les différents types d'occupation des locaux, selon le code de couleurs;
- d'identifier la position du local qui l'intéresse;

- de se renseigner sur la nature des locaux avoisinants en ce qui a trait à l'occupation et au rapport volumétrique.

Par contre, si le changement n'est pas conforme à la réglementation, le système informe l'utilisateur du fait qu'il n'est pas possible de réaliser le changement.

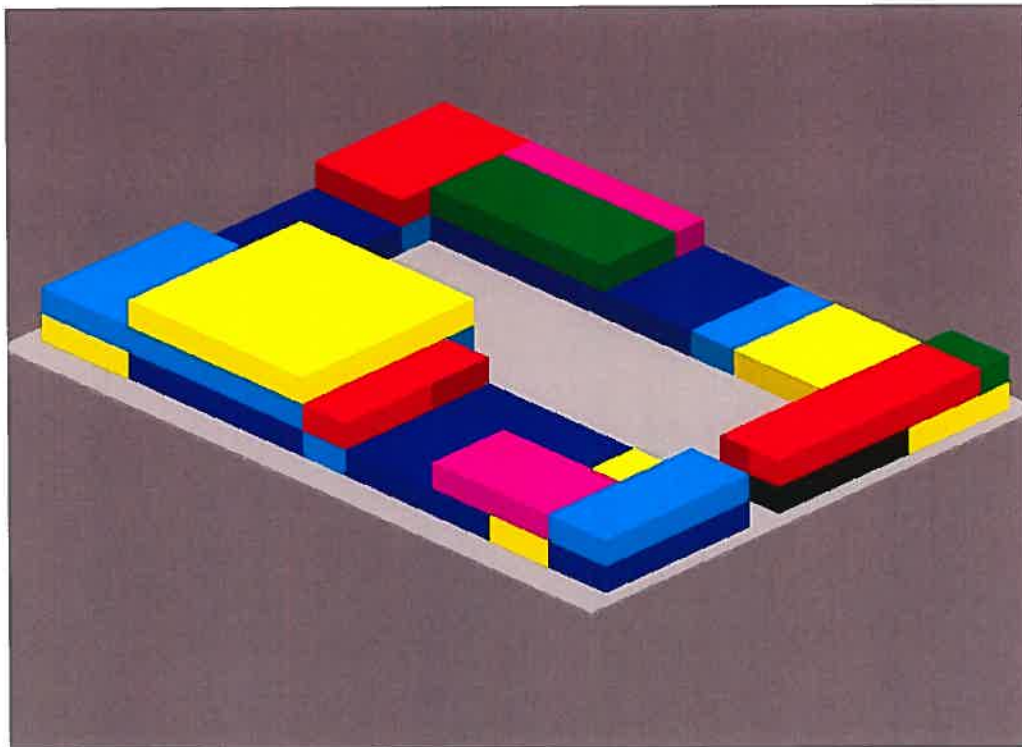


Figure 4 : Première modification demandée au système

La figure 4 présentée ci-dessus répond à la question « Puis-je modifier la vocation du local 5-1-3 qui est actuellement commercial de 2 pour en faire une habitation de catégorie 1 ? » Le résultat est OUI et l'utilisateur se rend

compte qu'il aura, sur le même plancher, un voisin de catégorie commerciale 2 d'une superficie légèrement inférieure à celle de son local et un voisin de type habitation 1 de superficie légèrement supérieure, à l'étage. Ces renseignements pourront éventuellement l'orienter dans sa décision.

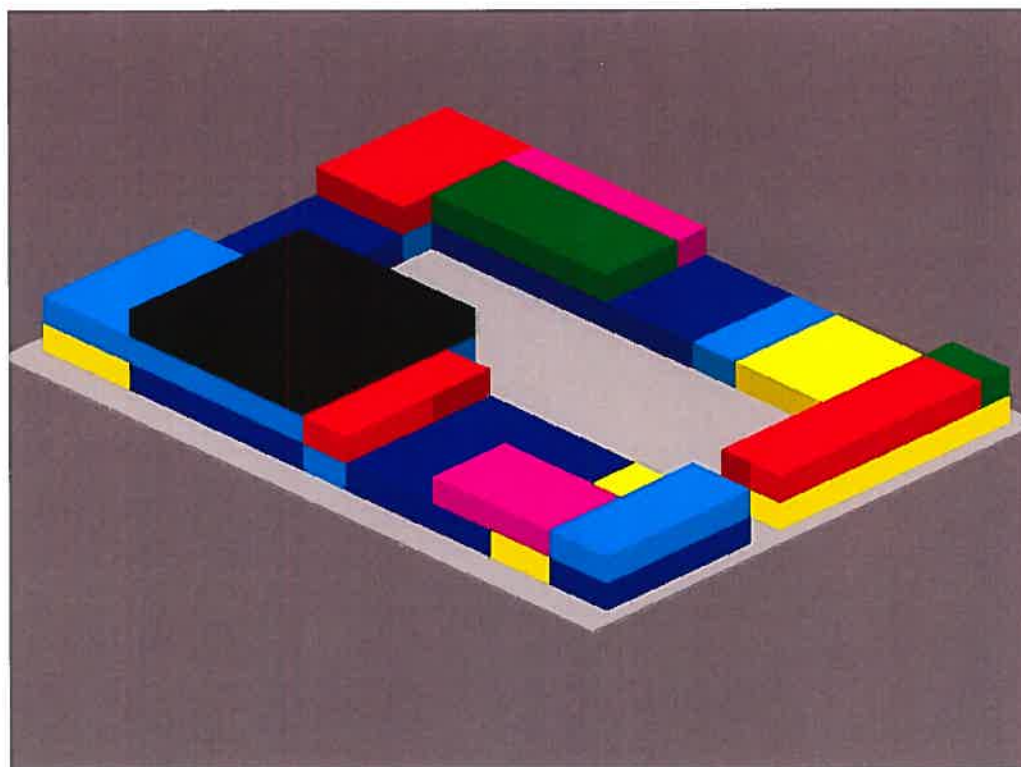


Figure 5 : Deuxième modification demandée au système

La figure 5 présentée ci-dessus répond à la question « Puis-je modifier la vocation du local 9-3-1 qui est actuellement commercial de catégorie 2 pour en faire une industrie ? » Le résultat est OUI, et l'utilisateur est placé devant le

fait qu'il aura des voisins de catégorie entrepôt et commercial catégorie 1 de même superficie que celle de son local.

Une autre possibilité consiste à demander au système « Puis-je modifier la vocation du local 8-1-2 qui est actuellement commerce de gros entreposage pour en faire une industrie? » Le résultat est NON et l'utilisateur devra soit sélectionner un autre type d'occupation, soit chercher un autre local. Dans l'annexe III, nous trouvons le code informatique que nous avons utilisé pour produire le modèle tridimensionnel requis.

5.6 Discussion sur l'expérimentation

Dans le modèle comme celui que nous venons de visualiser, il y a différents aspects à considérer. D'abord, il doit exister un objectif précis pour établir la direction de notre modèle. Le modèle doit être produit pour chaque interrogation. C'est pour cette raison qu'il faut formuler correctement la question afin d'obtenir une réponse accordée avec l'objectif et l'hypothèse.

Ensuite, on doit tenir compte du langage de programmation, qui devrait être léger pour faciliter la transmission du modèle dans le Web.

Si, à la lumière du modèle expérimenté, nous poursuivons cette discussion sur les avantages liés au fait de compléter l'information par le modèle tridimensionnel, nous

observons que les possibilités sont nombreuses. La municipalité pourrait, par exemple, offrir un nouveau service aux citoyens consistant en une banque de données en 3D sur les locaux commerciaux de Montréal à louer ou à vendre. Le personnel de la municipalité pourrait ainsi donner des conseils sur les différents locaux disponibles dans la ville, sur leurs caractéristiques, sur leurs coûts et sur d'autres renseignements, par exemple d'ordre statistique.

Aussi, en nous servant du modèle, nous pouvons obtenir plus d'information notamment sur les différentes visualisations d'un local sans avoir à nous déplacer.

5.7 Conclusion

Il nous apparaît que, dans un contexte de réglementation urbaine, il serait possible d'utiliser l'ordinateur comme outil d'aide à la décision. Pour ce faire, il est primordial de ne pas se restreindre à l'utilisation d'une base de données pour l'extraction de données alphanumériques et à l'utilisation de modèles 3D à des fins de visualisation.

Notre étude de cas démontre qu'en traduisant des règlements sous forme de code informatique, il est possible d'élaborer des modèles que l'utilisateur peut interroger.

Bien que nous n'ayons travaillé qu'avec un seul règlement (les types d'occupation), il est clair qu'il serait possible de modéliser un système mettant en relation différents types de

règlements (occupation, superficies, normes de sécurité, etc.). L'utilisateur aurait ainsi accès à une information plus complète, intégrant tous les aspects de la question qu'il soumet au système.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Pour conclure ce mémoire, nous voulons signaler certains points. Tout d'abord, nous avons mentionné dans cette recherche que le point le plus important dans le système d'information géographique réside dans l'utilisateur. Nous avons constaté que l'utilisateur doit se perfectionner constamment pour mettre à jour son savoir-faire en matière de nouvelles technologies. En conséquence, dans son travail rien n'est acquis d'avance, car il peut toujours améliorer l'outil informatique. Cette amélioration dépend de ses connaissances, de ses observations et de l'analyse qu'il fait de ses propres problèmes comme usager.

L'utilisateur devient une partie intégrante d'un SIG dans la mesure où il doit non seulement enfoncer un bouton, mais aussi détenir des compétences pour analyser les données. De plus, il doit être capable d'intégrer des rapports, des photographies et de multiples éléments multimédias pour pouvoir prendre des décisions appropriées et résoudre des problèmes de divers ordres. Cela devient un métier où il doit acquérir toujours plus de connaissances pour pouvoir manipuler des informations toujours plus complexes.

Par ailleurs, l'utilisateur recherche idéalement la manière la plus simple et efficace de travailler. Pour atteindre cet objectif, sa préoccupation essentielle doit être la

résolution des problèmes auxquels il fait face, sans avoir à se soucier outre mesure de l'aspect technologique ou d'autres aspects – cartographique, géographique, etc. Il est nécessaire que l'utilisateur ait une vision d'ensemble de son problème pour pouvoir prendre la bonne décision.

D'autre part, nous avons constaté, au cours de notre recherche, que, pour pouvoir fonctionner, un SIG doit contenir des données. Il est important que l'utilisateur du SIG définisse adéquatement ses besoins et fixe ses objectifs clairement, d'autant plus que, comme nous l'avons déjà indiqué, l'acquisition des données constitue la phase la plus coûteuse dans la mise en œuvre d'un projet SIG. Nous voyons donc qu'un des désavantages du SIG consiste dans le fait que ses données sont payantes. Par exemple, un individu peut posséder l'équipement adéquat, mais s'il n'a pas les moyens de se procurer les données géographiques et les données tabulaires nécessaires pour opérer sur le terrain, il ne pourra pas travailler. C'est pourquoi il serait important de partager les données gratuitement avec la communauté internationale dans le contexte actuel de la mondialisation. D'après nous, les données devraient servir à résoudre des problèmes, comme dans le cas de la démarcation des limites entre deux territoires. Mais pour que cela se produise, ces données devraient être accessibles à tout le monde.

Par ailleurs, cette recherche pourrait servir de point de départ pour l'établissement d'une base de données en 3D ayant trait à l'environnement urbain. Cela permettrait entre autres aux décideurs de la municipalité et aux citoyens de Montréal de « voir » la ville sous une

optique différente. Étant donné que la ville se développe en trois dimensions, l'application de la réglementation de la Ville permettrait aux décideurs de visualiser l'impact que la réglementation pourrait avoir sur l'environnement. Par exemple, dans le contexte actuel de la pénurie de logements à louer, on pourrait offrir aux citoyens différents services, comme la visite virtuelle de logements au moyen d'Internet. D'autres services pourraient viser les commerces et l'industrie. Ainsi, le personnel de la municipalité pourrait donner des conseils sur les différents locaux disponibles dans la ville, leurs caractéristiques, leurs coûts et d'autres renseignements, notamment statistiques et architecturaux.

Soulignons, en terminant, qu'une autre piste de recherche réside dans les différents articles de la réglementation qui pourraient être modélisés en 3D, comme les hauteurs, l'alignement et l'ensoleillement.

DÉFINITION DES PRINCIPAUX TERMES

Les définitions suivantes visent à faciliter la compréhension des divers termes qui sont employés dans ce mémoire.

- Affectation du sol : Fixation de la destination et de l'emploi du sol dans un but déterminé. (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- Alphanumérique : Se dit d'une expression, d'un code ou d'une donnée qui se compose de lettres, de chiffres et parfois d'autres caractères spéciaux (signes de ponctuation, symboles, etc.) (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- Carte numérique : Représentation numérique d'une grandeur caractéristique de l'ionosphère en fonction des coordonnées géographiques du temps (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- Cartographie : Ensemble des techniques et des arts graphiques ayant pour objet la conception, la préparation, la rédaction et la réalisation de tous les types de plans ou de cartes (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).

- Géomatique : Discipline ayant pour objet la gestion des données géographiques, et qui fait appel aux sciences et aux technologies reliées à leur acquisition, leur stockage, leur traitement et leur diffusion. (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- Modèle tridimensionnel : Modèle créé dans un système à trois coordonnées, dans lequel il est possible de représenter l'objet suivant plusieurs vues (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- Règlement : Acte d'une autorité publique autre que le Parlement établissant des prescriptions ayant valeur de loi; décision administrative qui pose une règle générale (*Le Petit Robert*).
- Représentation graphique : Image ou dessin produit sur un dispositif graphique et qui illustre un objet ou une scène (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).
- SIGB : Système matériel et logiciel dont la fonction est d'assurer la gestion automatique d'une base de données et de permettre la création, la modification, l'utilisation et la protection des données. (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).

- Utilisation du sol : Ensemble des dispositions ayant pour objet de définir l'implantation des constructions, leur nature, leur volume, leur aspect, leur environnement, établies en fonction de la destination de ces constructions et de considérations impératives d'intérêt général. (*Le Grand Dictionnaire terminologique* de l'Office de la langue française).

BIBLIOGRAPHIE

AGMQ (Association de géomatique municipale du Québec) (1996). *Rapport sur la situation de la géomatique municipale au Québec en 1995, sur son évolution depuis 1992 et sur les perspectives 1996-1998*, Montréal, AGMQ, xvi + 107 p. + annexes.

Archambault, Michel et Guy Labbé (1992). « Ville de Sherbrooke : Service de la planification et des travaux publics », dans Corporation professionnelle des urbanistes du Québec, *Géomatique*, Session de formation continue, Montréal.

Aronoff, Stan (1989). *Geographic Information Systems : A Management Perspective*, Ottawa, WDL Publications.

Atlas du Canada (L'). <http://www.atlas.gc.ca>

Beaulieu, Berthier et François Bergeron (1993). *La géomatique à la Ville de la Baie*, Sainte-Foy, Université Laval, Département des sciences géodésiques et de télédétection et Département des systèmes d'information organisationnels.

Bédard, Yvan, Suzie Larrivée et Guy Labbé (1991). « Réalisation de l'inventaire des données cartographiques de la Ville de Sherbrooke », dans ACSGC, *Un présent en ébullition*, Actes du colloque Géomatique III, Montréal, pp. 13-31.

Bédard, Yvan et Yves Van Chestein (1995). « La gestion du temps avec les systèmes de gestion des données localisées : état actuel et avenues futures », dans ACSGC, *La route de l'innovation*, Actes du colloque Géomatique V, Montréal, 9-10 novembre, pp. 21-33.

Bergeron, Marcel (1993). *Vocabulaire de la géomatique*, Québec, Les Publications du Québec, Cahiers de l'Office de la langue française.

Bertin, Jacques (1973). *Sémiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*, 2^e édition, Paris, Mouton, 431 p.

Bertin, Jacques (1997). *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion, 277 p.

Boudreau, Claude (1994). *La cartographie au Québec : 1760-1840*, Sainte-Foy, Les Presses de l'Université Laval, coll. « Géographie historique ».

Brunet, Roger (1987). *La carte, mode d'emploi*, Paris, Fayard/Reclus, 270 p.

Buckland, Michael (1991). *Information and Information Systems*, Westport, Connecticut, Greenwood Press, New Directions in Information Management, n° 25.

Burrough, Paul A. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, Oxford, Clarendon Press.

Caron, Claude (1996). *Cadre descriptif des projets d'implantation de technologies géomatiques dans les organisations*, thèse de doctorat, Québec, Faculté des études supérieures, Université Laval.

Caron, Michel-L. (1995). « Contribution de la cartographie écologique et d'un SIURS à l'analyse d'un bassin versant », *Arpenteur-Géomètre*, vol. 22, n° 2, pp. 9-10.

CASSINI-SIGMA. *Systèmes d'information géographique – méthodologies et applications*, Groupe de recherche 2340 du CNRS. <http://www.cassini.univ-lr.fr/index.html>

Chamussy, Henry (2002). « La connaissance essentielle », <http://www.georama.net>

Chartier, Jean (1996). *Application d'une approche par système d'information géographique de localisation de corridors routiers : comparaison avec l'approche utilisée dans les études d'impact du ministère des Transports du Québec*, mémoire de maîtrise, Montréal, Université de Montréal.

Chesnais, Michel (1995). *S.I.G. – gérer l'information géographique*, Caen, Paradigme, coll. « Terre et Sociétés », n° 21.

Collectivités locales, Témoignages utilisateurs, www.esrifrance.fr

Comité de transition de Montréal (2001). *La ville*, www.transitionmontreal.org/fr

Côté, René, Christian Jolivet, Georges A. Lebel et Berthier Beaulieu (1993). *La géomatique : ses enjeux juridiques*, Québec, Les Publications du Québec.

Dickinson, H. J. et H. W. Calkins (1988). « The economic evaluation of implementing a GIS », *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 2, n° 4, pp. 307-327.

Dueker, K. J. (1979). « Land resource information systems : A review of fifteen years' experience », *Geoprocessing*, vol. 1, n° 2, pp. 105-128.

« Enjeux de la gestion de base de données par un SIG ». www.perso.respublica.fr

ESRI France. « Les SIG en quelques mots », www.esrifrance.fr

FAO (1998). « Utilisation des systèmes d'information géographique dans le développement durable », www.fao.org

Gélinas, Daniel (1994). « La MRC de Bellechasse », *Arpenteur-Géomètre*, vol. 20, n° 5, pp. 26-27.

George, P. (dir.) (1993). *Dictionnaire de la géographie*, 5^e éd., Paris, Presses Universitaires de France.

Goglin, Jean-François (1998). *La construction du datawarehouse : du datamart au dataweb*, Paris, Éditions Hermès.

Grand Dictionnaire terminologique (Le) de l'Office de la langue française.
www.granddictionnaire.com

Histoire de la cartographie : l'origine des cartes. www.vialupo.jcldb.com

Hudon, Yves-Luc, Bernard Lachance et Roland Perrotte (1995). « Les métadonnées : le déclencheur de la diffusion des données? », dans ACSGC, *La route de l'innovation*, Actes du colloque Géomatique V, Montréal, 9-10 novembre.

Huxhold, William E. et Allan G. Levinsohn (1995). *Managing Geographic Information Systems Project*, New York, Oxford University Press.

Jamous, Haroun et Pierre Grémion (1978). *L'ordinateur au pouvoir : essai sur les projets de rationalisation du gouvernement des hommes*, Paris, Éditions du Seuil.

Joly, Fernand (1994). *La cartographie*, 2^e éd., Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Que sais-je? », n° 937.

Laurini, Robert et Françoise Milleret-Raffort (1993). *Les bases de données en géomatique*, Paris, Éditions Hermès, coll. « Traité des nouvelles technologies », série « Géomatique ».

Loiselle, Nicole et Jean-Jacques Chailloux (1995). « L'expérience de la géomatique à la MRC de Deux-Montagnes », *Arpenteur-Géomètre*, vol. 22, n° 3, pp. 19-21.

« L'urbanisme à Montréal », « Les usages », www.ville.montreal.qc.ca

Marble, Duane F. et Donna J. Peuquet (1993). « The computer and geography : Ten years later », *The Professional Geographer*, vol. 45, n° 4, pp. 446-448.

Marsan, Jean-Claude (1979). *Montréal, une esquisse du futur*, Montréal, Institut québécois de recherche sur la culture (IQRC).

McHarg, Ian L. (1969). *Design with Nature*, Garden City, N.Y., Natural History Press, viii + 197 p.

Merlin, Pierre et Françoise Choay (1996). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, 2^e édition revue et augmentée, Paris, Presses universitaires de France, xxii + 863 p.

Ministère des Affaires municipales et de la Métropole (2002). *Organisation municipale*, www.mamm.gouv.qc.ca/organisation

Mullon, Christian et Patrice Boursier (1992). « Éléments pour une analyse critique des systèmes d'information », *Revue SIGAS*.

Obermeyer, Nancy J. et Jeffrey K. Pinto (1994). *Managing Geographic Information Systems*, New York, The Guilford Press.

« Outils visuels pour SIG ». <http://lisisun1.insa-lyon.fr>

Pornon, Henry (1992). *Les SIG : mise en œuvre et application*, Paris, Éditions Hermès, série « Géographie assistée par ordinateur ».

Projet de la Ville de Québec. www.agmq-quebec.com

Proulx, Monique (1996). *Les Aurores montréalaises*, Montréal, Éditions du Boréal, 241 p.

Roche, Yann *et al.* (1996). *Systèmes d'information géographique*, notes de cours, vol. 1, Sainte-Foy, Université Laval, Département de géographie.

Roy, Francis (1999). *Les effets des systèmes d'information géographique sur la gestion de l'information en aménagement du territoire*, Montréal, Université de Montréal.

Semichon, Stéphane (2001). « Genève pousse à l'innovation », *urb.AO*, n° 7, novembre, pp. 31-32.

Tidafi, Temy (1996). *Moyens pour la communication en architecture – Proposition de modélisation d'actions pour la figuration architecturale*, thèse de doctorat, Montréal, Université de Montréal.

Ville de Montréal (1998). *Le Règlement d'urbanisme de Montréal*, Service d'urbanisme.

Zeitouni, Karine et Laurent Yeh (1999). « Le Data Mining Spatial et les bases de données spatiales », *Revue internationale de géomatique*, vol. 9 n° 4, pp. 389-423.

ANNEXE I

Différents articles du cadre bâti

Dans cette annexe, nous examinerons en profondeur les différents articles se rapportant au cadre bâti.

L'alignement de construction et les marges

On peut définir l'alignement de construction comme une ligne établie sur la propriété privée qui détermine l'implantation d'une façade.

Il y a quatre catégories d'alignement qu'on peut appliquer à l'îlot :

- 1) 0 mètre;
- 2) autre que 0 mètre;
- 3) sujet à révision;
- 4) aucun alignement (espaces verts).

L'alignement de construction a une relation logique d'abord avec l'îlot parce que c'est le point de départ pour l'insertion des différents lots, par exemple des lots en travers ou des lots semi-ouverts.

Par ailleurs, on peut prendre comme point de référence la voie publique lorsque aucun alignement n'est prescrit sur les plans.

Le dégagement requis peut être minimal, maximal, minimal et maximal exigés. De même, au moins 60 % de la superficie d'une façade doit être construit suivant l'alignement de construction.

Il existe aussi une possibilité selon laquelle au plus 40 % de la superficie d'une façade peut être implanté :

- 1) en retrait de l'alignement de construction;
- 2) devant l'alignement de construction, cet avant-corps ne devant pas faire saillie de plus de 1,5 mètre.

Le concept clé de l'alignement est « façade », parce que, d'une certaine manière, c'est la façade qui nous conditionne à établir le plan principal du bâtiment par rapport à une voie publique, laquelle suit, comme nous l'avons vu, un ordre de priorité.

Les marges latérales

Il s'agit d'un espace compris entre une limite latérale d'un terrain et une ligne parallèle à celle-ci située à l'intérieur du terrain entre les marges avant et arrière.

Un mur latéral d'un bâtiment non érigé sur la limite latérale d'un terrain doit être implanté à une distance égale ou supérieure à la marge latérale minimale suivante, qui varie en fonction des hauteurs en mètres maximales prescrites :

| Hauteur maximale | Marge latérale minimale |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Jusqu'à 12,5 m | 1,5 m |
| Plus de 12,5 m et jusqu'à 20 m | 2,5 m |
| Plus de 20 m et jusqu'à 30 m | 3,0 m |
| Plus de 30 m | 4,0 m |

Une marge latérale d'un terrain adjacent à une ruelle peut être calculée à partir de l'axe de cette ruelle.

La relation logique se trouve dans la hauteur, comme nous venons de l'observer, ainsi que dans le secteur régi par des règles d'insertion qu'un bâtiment doit respecter :

- 1) Lorsque, sur le même côté de l'îlot, le terrain adjacent est occupé par un bâtiment principal construit jusqu'à la limite latérale du terrain sur une profondeur minimale de 4 mètres à partir de la façade, le bâtiment doit être implanté, de ce côté, jusqu'à la limite latérale sur une profondeur minimale de 4 mètres depuis sa façade.
- 2) Lorsque, sur le même côté de l'îlot, un terrain adjacent est occupé par un bâtiment principal qui n'est pas construit jusqu'à la limite latérale du terrain, le bâtiment doit respecter de ce côté un dégagement conforme aux dispositions sur les marges latérales.

Nous pouvons donc constater qu'il existe une relation entre les règlements qui portent sur l'alignement de construction et ceux qui portent sur les marges latérales.

Les marges arrière

Les marges arrière consistent en l'espace compris entre la limite arrière d'un terrain et une ligne parallèle à celle-ci située à l'intérieur du terrain. Le mur arrière d'un bâtiment doit être implanté à une distance égale ou supérieure à la marge arrière minimale suivante, qui varie en fonction des hauteurs en mètres maximales prescrites :

| Hauteur maximale | Marge arrière minimale |
|-------------------------|-------------------------------|
| Jusqu'à 20 m | 3,0 m |
| Plus de 20 m | 4,0 m |

Lorsqu'une voie publique ou une ruelle est adjacente à l'arrière du terrain, la profondeur peut être mesurée à partir de la ligne médiane imaginaire de la voie publique ou de la ruelle. On trouve alors une relation entre la marge arrière et la hauteur du terrain.

Il faut toutefois tenir compte d'un autre élément, à savoir la rue, laquelle entraîne une série de contraintes liées au traitement de cas particuliers, ce qui, en même temps, rend la réglementation plus vivante.

Les taux d'implantation maximaux

Les taux d'implantation maximaux concernent le rapport existant entre l'implantation d'un bâtiment et la superficie du terrain sur lequel ce bâtiment est construit. Le taux d'implantation d'un terrain doit être égal ou inférieur au taux d'implantation maximal prescrit par secteur dans les plans.

Sur le terrain de coin, le taux d'implantation maximal peut être multiplié par 1,2. L'implantation d'un bâtiment correspond à la superficie de la projection horizontale du bâtiment sur le sol, à l'exception d'une partie du bâtiment qui est entièrement sous terre, d'un balcon, d'un perron, d'une terrasse, d'une marche, d'une corniche, d'un escalier extérieur, d'une rampe extérieure et d'une plate-forme de chargement à ciel ouvert.

La relation se situe entre le terrain et le bâtiment; cependant, il faut tenir compte d'un autre paramètre, soit la densité.

Les densités d'occupation

La densité s'exprime par l'indice de superficie de plancher (ISP), qui se calcule par le rapport entre la superficie totale de plancher d'un bâtiment et la superficie du terrain sur lequel ce bâtiment est construit.

La superficie de plancher d'un bâtiment est égale à la somme de la superficie de chacun des planchers d'un bâtiment, incluant une mezzanine et un plancher en sous-sol. La superficie de plancher d'un bâtiment est mesurée à partir de la face externe des murs extérieurs.

La relation se trouve entre le terrain et la superficie totale du bâtiment.

Les modes d'implantation

L'implantation d'un bâtiment doit être conforme aux modes d'implantation prescrits par secteur. Ces modes peuvent être isolé, jumelé ou contigu.

Dans un secteur où la contiguïté est obligatoire, un bâtiment doit occuper la pleine largeur du terrain sur une profondeur minimale de 4 mètres. Les modes d'implantation sont alors en relation avec les règles d'insertion.

L'encadrement des hauteurs des constructions et des surhauteurs

La hauteur des constructions peut être établie, selon les zones ou selon les secteurs, de différentes façons, c'est-à-dire en mètres, en étages ou en pieds. Dans le règlement touchant aux hauteurs, il faut respecter une hauteur maximale et une hauteur minimale. Comme dans un secteur où la hauteur est en mètres et en étages, la hauteur d'un bâtiment doit :

- 1) être en tous points égale ou inférieure à la hauteur en mètres et en étages maximale prescrite;
- 2) être en tous points égale ou supérieure à la hauteur en étages minimale prescrite, sur une profondeur d'au moins 4 mètres à partir de la façade.

Pour favoriser une meilleure incorporation des nouveaux bâtiments dans le cadre bâti et pour nous permettre de travailler avec une plus grande liberté avec la forme et les hauteurs, on peut recourir à des règles d'insertion. Ces règles d'insertion nous aident à trouver un équilibre entre deux bâtiments où la relation des hauteurs est disproportionnée. De cette manière, on peut faire l'insertion d'un bâtiment avec une meilleure efficacité tout en respectant l'ensemble du cadre bâti.

Pour calculer la hauteur en mètres d'un bâtiment, on doit le mesurer à la verticale à partir du niveau du sol ou du trottoir au commencement de la voie publique jusqu'en son point le plus élevé.

Dans une ville comme Montréal, le gabarit de construction est appliqué à différentes rues, par exemple la rue Sainte-Catherine. Ainsi, la hauteur des bâtiments, y compris les constructions hors-toit, est limitée par un gabarit de construction formé par un plan vertical de 50 pieds (15,25 mètres) de hauteur, élevé à l'alignement de construction, rabattu ensuite, depuis ce niveau, vers l'intérieur du quadrilatère, de façon à former un angle d'au plus 40 degrés avec le plan horizontal.

Si l'on se trouve dans un secteur où est autorisée une hauteur égale ou supérieure à 23 mètres, un projet de construction dépassant de la moitié la hauteur moyenne en mètres des bâtiments situés dans un rayon de 50 mètres de la construction projetée doit tenir compte de l'impact que peuvent avoir les turbulences de vent ou les ombres.

Il y a aussi les secteurs de surhauteurs, surtout dans le centre-ville, où les bâtiments plus élevés sont autorisés.

Dans le cas d'une surhauteur, il doit y avoir un retrait entre la partie inférieure et la partie supérieure de manière à respecter la hauteur caractéristique des bâtiments de la rue, à réduire l'impact visuel et à atténuer les effets du vent sur les piétons.

La réglementation tient également compte d'un corridor visuel entre le mont Royal et le fleuve et de l'insertion des futurs bâtiments dans la silhouette du centre-ville. De la même façon, on doit assurer une plage d'ensoleillement minimale des rues et considérer les impacts éoliens.

En somme, il existe une relation entre la voie publique, l'alignement de construction et le terrain.

L'apparence extérieure des bâtiments

La façade concerne les murs adjacents à une cour avant ou ceux qui sont implantés à la limite de la voie publique. Lorsque l'on décide de convertir un bâtiment résidentiel à d'autres fins, l'apparence extérieure de ce bâtiment doit être sauvegardée.

Selon ce règlement, une façade doit généralement être revêtue de maçonnerie sur au moins 80 % de la surface; si l'on utilise de la pierre, celle-ci ne doit pas être peinte. Les escaliers extérieurs en saillie doivent répondre à différents critères, par exemple ne pas dépasser le deuxième plancher.

De même, certaines dispositions visent à empêcher la construction de murs aveugles à côté des voies publiques de façon à rendre ces dernières plus vivantes.

Il existe donc une relation entre l'apparence extérieure d'un bâtiment et la façade.

Les secteurs et immeubles significatifs

Certains secteurs sont soumis à des normes tandis que d'autres sont soumis à des critères. Dans ce règlement, les secteurs soumis à des normes sont désignés par les lettres A, B, C, D, E, F et G pour tenir compte du parement et du couronnement ainsi que des ouvertures, qui peuvent varier de 20 % à 40 % de la superficie de façade.

Dans les secteurs soumis à des critères, comme le Vieux-Montréal et le canal de Lachine, les lettres AA, BB, CC, DD, EE, FF, GG, HH et II sont utilisées.

Quand on doit faire des travaux de construction ou d'agrandissement dans ces secteurs, on doit respecter l'architecture du bâtiment, l'environnement immédiat et l'emplacement du bâtiment dans l'îlot.

Les dispositions applicables aux zones inondables, aux rives des cours d'eau et aux zones de forte pente

En ce qui trait aux zones inondables, aux rives des cours d'eau et aux zones de forte pente, la Ville de Montréal a été la seule municipalité de l'île à n'avoir pas intégré dans sa réglementation les zones inondables. La gestion de ces zones était alors assurée par la Communauté urbaine de Montréal. Maintenant, ces dispositions sont incluses dans le Règlement d'urbanisme.

ANNEXE II

Grille d'affectation

Cette grille d'affectation présente les différentes catégories des familles d'affectations, ce qui permet de comprendre les relations existant entre elles.

Grille d'affectation

| Famille d'affectation habitation | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Catégorie | Catégorie H.2 | Catégorie H.3 | Catégorie H.4 | Catégorie H.5 | Catégorie H.6 | Catégorie H.7 |
| H.1 | | | | | | |
| Bâtiments de 1 logement | Bâtiments de 2 logements | Bâtiments de 3 logements | Bâtiments de 4 à 7 logements Maisons de chambres | Bâtiments de 8 à 12 logements Maisons de chambres | Bâtiments de 13 à 36 logements Maisons de chambres | Bâtiments de 37 logements et plus Maisons de chambres Hôtel-appartement |

Famille d'affectation commerce

| C.1 | C.2 Commerce et services en secteur de faible intensité commerciale | C.3 Commerce et services en secteur désigné | C.4 Commerce et services en secteur de moyenne intensité commerciale | C.5 Commerces et services en secteur de forte intensité commerciale | C.6 Commerces lourds | C.7 Com-merces de gros et entre-posage |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Commerce et services d'appoint aux résidents et aux entreprises | | | | | | |
| C.1(1) 1. Blan-chisserie, sauf à base de | 1. Blanchisserie sauf à base de matière explosive 2. Buanderie | Cette catégorie s'applique à des secteurs à vocation particulière ou spécialisée. La liste | 1. Blanchisserie, sauf à base de matière explosive 2. Buanderie | 1. Blanchisse-rie, sauf à base de matière explosive | C.6(1) 1. Carburant (vente) 2. Centre de rénovation 3. École de | 1. Entrepôt 2. Marchan-dise en gros 3. Transport |

| matière | automatique | des usages | automatique | Buanderie | conduite | et distri- bution |
|------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| explo- sive | 3. Comptoir postal | autorisés est adaptée aux | 3. Comptoir postal | automatique | (avec garage) | |
| 2. Buande- rie | 4. Cordonnerie | caractéristiques | 4. Cordonnerie | postal | 4. Lave-auto | |
| automate | 5. Enregistre- ment vidéo et audio | spécifiques de chacun des secteurs désignés. La | 5. Enregistrement vidéo et audio (location et vente) | 4. Cordonnerie | automatique | |
| 3. Comp- toir | (location et vente) | catégorie se subdivise en 10 | 6. Épicerie | 5. Enregistre- ment vidéo et audio | 5. Monuments de pierre | |
| postal | 6. Épicerie | sous-catégories qui | 7. Fleuriste | (location et vente) | 6. Pièces, accessoires | |
| 4. Cordon- nerie | 7. Fleuriste | correspondent aux | 8. Guichet | 6. Épicerie | d'automoto- biles | |
| 5. Enregis- trement | 8. Guichet | secteurs désignés | bancaire | 7. Fleuriste | 7. Piscines et équipements | |
| vidéo et | bancaire | suyvants : | automatique | 8. Guichet | d'aménage- ment | |
| audio | automatique | C.3(1) Vieux- Montréal | 9. Journaux | bancaire | extérieur | |
| (loca- tion et | 9. Journaux | C.3(2) Quartier du musée | 10. Pharmacie | automatique | 8. Salon funéraire | |
| | 10. Pharmacie | | 11. Salon | 9. Journaux | | |
| | 11. Salon | | d'esthétique | 10. Pharmacie | | |
| | d'esthétique | C.3(3) Quartier | 12. Tailleur | 11. Salon | | |

| vente) | 12. Tailleur | latin | 13. Accessoires et | d'esthétique | 9. Serre |
|--------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| 6. Épicerie | 13. Accessoires | C.3(4) Quartier | appareils | 12. Tailleur | commerciale |
| 7. Fleuris- | et appareils | chinois | électroniques | 13. Accessoires | ou pépinière |
| te | électroniques | C.3(5) Boulevard | et | et appareils | 10. Véhicules de |
| 8. Guichet | et informati- | Saint-Laurent | informatiques | électroni- | promenade |
| bancaire | ques | C.3(6) Rues | 14. Accessoires | ques et | (location, |
| automa- | 14. Accessoires | Prince- Arthur et | personnels | informati- | vente) |
| tique | personnels | Duluth | 15. Animaux | ques | 11. Véhicules de |
| 9. Jour- | 15. Animaux | C.3(7) Rue Saint- | domestiques | 14. Accessoires | promenade |
| naux | domestiques | Denis | 16. Antiquités, | personnels | (réparation) |
| 10. Pharma- | 16. Antiquités, | C.3(8) Marchés | objets d'art et | 15. Animaux | 12. Véhicules |
| cie | objets d'art et | publics | brocante | domestiques | récréatifs et |
| 11. Salon | brocante | C.3(9) Pôle de | 17. Articles de | 16. Antiquités, | équipements |
| d'esthé- | 17. Articles de | bureaux : Décarie, | sport et de | objets d'art | similaires |
| tique | sport et de | Autoroute | loisirs | et brocante | C.6(2) |
| 12. Tailleur | loisirs | métropolitaine, | 18. Carburant | 17. Articles de | 1. Animaux |
| | 18. Carburant | Vendôme et | (vente) | sport et de | domestiques |
| | (vente) | Sherbrooke Est | 19. Débit de | loisirs | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>C.1(2)</p> <p>1. Blan- chisse- rie, sauf à base de matière explosi- ve</p> <p>2. Carbu- rant (vente)</p> <p>3. Comp- toir postal</p> <p>4. Épicerie</p> <p>5. Guichet</p> | <p>19. Débit de boissons alcooliques (**)</p> <p>20. Librairie, papeterie, articles de bureau</p> <p>21. Magasin à rayons</p> <p>22. Matériel scientifique et professionnel</p> <p>23. Meubles, accessoires et domestiques</p> | <p>C.3(10) Quartier italien – Rue Jean- Talon</p> | <p>boissons alcooliques (**)</p> <p>20. Librairie, papeterie, articles de bureau</p> <p>21. Magasin à rayons</p> <p>22. Matériel scientifique et professionnel</p> <p>23. Meubles, accessoires et appareils domestiques</p> <p>24. Pièces, accessoires</p> | <p>18. Carburant (vente)</p> <p>19. Débit de boissons alcooliques (**)</p> <p>20. Librairie, papeterie, articles de bureau</p> <p>21. Magasin à rayons</p> <p>22. Matériel scientifique et profession- nel</p> <p>23. Meubles, accessoires</p> | <p>(garde et dressage)</p> <p>2. Buanderie industrielle, atelier de nettoyage</p> <p>3. Carburant (vente)</p> <p>4. Centre de rénovation</p> <p>5. Lave-auto automatique</p> <p>6. Outillage et machinerie</p> <p>7. Matériaux de construction</p> <p>8. Salle de tir</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | 24. Pièces, accessoires | | d'automobiles | accessoires | 9. Véhicules |
|-------------|-------------------------|--|---------------------|-------------------|---------------|
| bancaire | accessoires | | (vente) | et appareils | motorisés |
| automa- | d'automobi- | | 25. Poissonnerie | domestiques | (location, |
| tique | les (vente) | | 26. Quincaillerie | 24. Pièces, | vente) |
| 6. Institu- | 25. Poissonnerie | | 27. Restaurant, | accessoires | 10. Véhicules |
| tion | 26. Quincaillerie | | traiteur(**) | d'automobi- | motorisés |
| finan- | 27. Restaurant, | | 28. Salon funéraire | les (vente) | (réparation) |
| cière | traiteur(**) | | 29. Vêtements, | 25. Poissonnerie | |
| 7. Papete- | 28. Salon | | chaussures | 26. Quincaillerie | |
| rie, | funéraire | | 30. Vins, | 27. Restaurant, | |
| articles | 29. Vêtements, | | spiritueux | traiteur(**) | |
| de | chaussures | | 31. Atelier | 28. Salon | |
| bureau | 30. Vins, | | d'artiste et | funéraire | |
| 8. Restau- | spiritueux | | d'artisan (*) | 29. Vêtements, | |
| rant, | 31. Atelier | | 32. Bureau (*) | chaussures | |
| traiteur | d'artiste et | | 33. Centre | 30. Vins, | |
| 9. Salon | d'artisan (*) | | d'activités | spiritueux | |
| d'esthé- | 32. Bureau (*) | | physiques (*) | 31. Atelier | |
| tique | | | | | |

| | | | | |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
| 10. Bureau (*) | 33. Centre d'activités physiques (*) | 34. Clinique médicale (*) | d'artiste et d'artisan (*) | |
| 11. Clinique médicale (*) | 34. Clinique médicale (*) | 35. École d'enseignement spécialisé (*) | 32. Bureau (*) | |
| 12. Centre d'activités physiques (*) | 35. École d'enseignement spécialisé (*) | 36. Galerie d'art (*) | 33. Centre d'activités physiques (*) | |
| 13. École d'enseignement spécialisé (*) | 36. Galerie d'art (*) | 37. Hôtel (*) | 34. Clinique médicale (*) | |
| 14. Laboratoire, sauf si dangereux ou | 37. Hôtel (*) | 38. Institution financière (*) | 35. École d'enseignement spécialisé (*) | |
| | 38. Institution financière (*) | 39. Laboratoire, sauf si dangereux ou nocif (*) | 36. Galerie d'art (*) | |
| | 39. Laboratoire, sauf si dangereux ou nocif (*) | 40. Salle de billard (*) | 37. Hôtel (*) | |
| | 40. Salle de billard (*) | 41. Services | 38. Institution | |

| | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| dange- reux ou nocif (*) | nocif (*) 40. Salle de billard (*) 41. Services personnels et domestiques (*) 42. Studio de production (*) | | personnels et domesti- ques (*) 42. Studio de production (*) 43. Salle de quilles (*) 44. Salle de réunion (*) 45. Salle de spectacles (*) 46. Salle d'exposi- tion (*) | financière (*) 39. Laboratoire, sauf si dangereux ou nocif (*) 40. Salle de billard (*) 41. Services personnels et domestiques (*) 42. Studio de production (*) 43. Salle de quilles (*) 44. Salle de | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

| | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|
| | | | | | réunion (*) 45. Salle de spectacles (*) 46. Salle d'exposition (*) | |
| Usages conditionnels | | | | | | |
| C.1(1) 1. Certains usages de la famille commerce : • Atelier d'artiste et | 1. Certains usages de la famille commerce : • Salle de spectacles (*) • Véhicules de promenade (vente, et | 1. Certains usages de la famille équipements collectifs et institutionnels : • Centre | 1. Certains usages de la famille commerce : • Salle de danse (*) • Salle de réception (*) | 1. Certains usages de la famille commerce : • Véhicules de promenade (vente, location); | 1. Certains usages de la famille équipe-ments collectifs et institutionnels : | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| d'arti- san | location) 2. Certains usages | communau- taire | Véhicules de promenade | 2. Certains usages de la famille | Aréna |
| • Clinique médica- le | de la famille équipements collectifs et institutionnels : | • Centre de loisirs et de sport | (vente, location) 2. Certains usages de la famille | équipements collectifs et institution- nels : | • Poste de police • Poste de pompiers |
| • École d'ensei- gnement spéciali- sé | • Aréna • Centre communau- taire | • Centre socioculturel • Collège d'enseigne- ment général et professionnel | équipements collectifs et institution- nels : | • Aréna • Centre communau- taire | 2. Les usages : • Poste d'ambulance • Poste de taxi • Stationne- ment |
| • Restau- rant, traiteur | • Centre d'accueil et d'héberge- ment | • Établissement culturel, tels lieu de culte et couvent | • Aréna • Centre communau- taire | • Centre d'accueil et d'héberge- ment | • Poste de extérieur et intérieur |
| 2. Certains usages de la famille | • Centre de loisirs et de sport | • Maison de la culture | • Centre d'accueil et d'héberge- ment | • Centre de loisirs et de | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • Centre de réadaptation • Centre hospitalier • Centre socioculturel • École primaire et préscolaire • École secondaire • Établissement culturel, tels lieu de culte et couvent • Maison de la | <ul style="list-style-type: none"> • Musée 2. Les usages : <ul style="list-style-type: none"> • Poste de taxi • Stationnement extérieur et intérieur | <ul style="list-style-type: none"> • Centre de réadaptation • Centre hospitalier • Centre socioculturel • École primaire et préscolaire • École secondaire • Établissement culturel, tels lieu de culte et couvent • Maison de la | <ul style="list-style-type: none"> • Centre de loisirs et de sport • Centre de réadaptation • Centre de socioculturel hospitalier • Centre de socioculturel • Collège d'enseignement général • Collège d'enseignement professionnel • Cour de justice • École primaire et préscolaire | <ul style="list-style-type: none"> • Centre de réadaptation • Centre hospitalier • Centre socioculturel • Collège d'enseignement général • Collège d'enseignement professionnel • Cour de justice • École primaire et | <ul style="list-style-type: none"> • Centre de réadaptation • Centre hospitalier • Centre socioculturel • Collège d'enseignement général • Collège d'enseignement professionnel • Cour de justice • École primaire et |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| loisirs et de sport | culture | | | École secondaire | préscolaire | |
| • Centre de réadaptation | • Maison de retraite et de convalescence | | | • Établissement culturel, tels lieu de culte et couvent | • École secondaire | |
| • École primaire et préscolaire | • Musée • Piscine • Poste de police • Poste de pompiers | | | • Maison de la culture • Maison de retraite et de convalescence | • Établissement culturel, tels lieu de culte et couvent • Maison de la culture • Maison de retraite et de convalescence | |
| • École secondaire | 3. Les usages : • Poste d'ambulance | | | • Musée • Piscine • Poste de police | • Poste de retraite et de convalescence | |
| • Établissement culturel, | • Poste de taxi • Salle d'amusement | | | • Poste de pompiers • Université | • Musée • Piscine • Poste de | |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| tels lieu de culte et couvent | familiale • Stationnement extérieur et intérieur | 3. Les usages : • Poste d'ambulance • Poste de taxi • Stationnement extérieur et intérieur | police • Poste de pompiers • Université 3. Les usages : • Poste d'ambulance • Poste de taxi • Stationnement extérieur et intérieur | | |
| • Maison de la culture | | | | | |
| • Maison de retraite et de convalescence | | | | | |
| • Musée | | | | | |
| 3. L'usage : | | | | | |
| • Poste de | | | | | |

| Dispositions normatives | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Superficie de plancher maximale : 200 m², sauf exceptions • 100 m² en C.1(1) et 200m² en C.1(2), sauf exceptions | <ul style="list-style-type: none"> • Les exigences relatives à la superficie de plancher maximale et à l'occupation des étages des bâtiments varient en fonction du contexte de chaque secteur désigné. | <ul style="list-style-type: none"> • Aucune restriction quant à la superficie de plancher • Continuité commerciale obligatoire au rez-de-chaussée • Classe A : usages autorisés au rez-de-chaussée et au | <ul style="list-style-type: none"> • Aucune restriction quant à la superficie de plancher • Classe A : entreposage intérieur • Classe B : entreposage extérieur | <ul style="list-style-type: none"> • Aucune restriction quant à la superficie de plancher • Classe A : entreposage intérieur • Classe B : entreposage extérieur | <ul style="list-style-type: none"> • Aucune restriction quant à la superficie de plancher • Classe A : entreposage intérieur • Classe B : entreposage extérieur |

| | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Classe A : usages autorsés au rez-de-chaussée et au sous-sol. • Classes B et C : les usages marqués d'un astéris- | <p>peuvent occuper un niveau supérieur au rez-de-chaussée.</p> | | <ul style="list-style-type: none"> • Classes B et C : les usages marqués d'un astérisque peuvent occuper un niveau supérieur au rez-de-chaussée. | <p>au sous-sol</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classes B et C : tous les usages peuvent occuper un niveau supérieur au rez-de-chaussée. | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--|
| que peuvent occuper un niveau supé- rieur au rez-de- chaus- sée. | | | | | | | |
| Famille d'affectation industrie | | | | | | | |
| I.1 Industrie légère compati- ble avec | I.2 Industrie légère | I.3 Industrie en secteur désigné | I.4 Industrie | I.5 Industrie lourde | I.6 Industrie d'insertion difficile | I.7 Industrie du tri et de la récupéra- tion | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| d'autres activités urbaines | | | | | | | |
| 1- Les usages suivants : | 1- Les usages de la catégorie I.1 : | Cette catégorie s'applique à des secteurs à vocation particulière ou spécialisée. La liste des usages autorisés est adaptée aux caractéristiques spécifiques de chacun des secteurs désignés. La catégorie se subdivise en 4 | | | | | |
| 1. Atelier d'artiste et d'artisan | 2- Les usages suivants : | | | | | | |
| 2. Bijouterie, joaillerie, orfèvrerie, horlogerie | 14. Accessoires pour vêtement | | | | | | |
| 3.Électriques et électroniques, petits | 15. Auvents | | | | | | |
| | 16. Balais, brosses et vadrouilles | | | | | | |
| | 17. Électriques et électroniques | | | | | | |

| appareils | (assemblage et réparation d'appareils et de produits) | sous-catégories qui correspondent aux secteurs désignés suivants : | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| 4. Imprimerie | 18. Enseignes et étaalages | I.3(1) Centre-ville | | | | |
| 5. Instruments de musique | 19. Fils métalliques (fabrication de produits) | I.3(2) Technoparc et Cité scientifique | | | | |
| 6. Instruments scientifiques et professionnels (assemblage, ajustement, réparation) | 20. Informatique, audio et vidéo (fabrication de supports d'enregistrement) | I.3(3) Cité des ondes | | | | |
| 7. Miroirs (fabrication avec | 21. Instruments scientifiques et | I.3(4) Pointe-Papineau | | | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| produits finis) | professionnels | | | | |
| 8. Petits objets et articles (fabrication avec produits finis tels que papier, bois, carton, caoutchouc, plastique, verre) | 22. Jouets et jeux 23. Laboratoire, sauf si dangereux ou nocif 24. Machinerie légère (assemblage et montage) 25. Meubles et articles d'ameublement 26. Papier peint 27. Parapluies 28. Produits alimentaires pour consommation humaine | | | | |
| 9. Rembourrage | | | | | |
| 10. Studio | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| de | 29. Produits pharmaceutiques | | | | |
| production | | | | | |
| 11. Textile, cuir sans vernissage, fourrure | (fabrication à froid en laboratoire) | | | | |
| (fabrication de produits et vêtements | 30. Produits de toilette | | | | |
| 12. Traiteur | 31. Sacs (assemblage avec tissu, papier ou matières plastiques) | | | | |
| 13. Vidéo et audio | 32. Solutions photographies | | | | |
| (enregistrement, montage et duplication) | (fabrication par mélange à froid sans émanation nuisible) | | | | |

| | | | | | | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| | <p>33. Soudure, sans travail de trempe, de recuit ou de forgeage de grosses pièces</p> <p>34. Tubes cathodiques (fabrication et recyclage)</p> <p>35. Verre (pliage)</p> | | | | | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|

ANNEXE III

Code informatique

Nous présentons ci-dessous les différentes procédures qui nous ont permis d'élaborer le système.

```

*****
;ÉTUDE DE CAS PORTANT SUR LA MODÉLISATION D'UN RÈGLEMENT
*****
;

```

```

; Ensemble de procédures permettant de :
;1- visualiser la volumétrie d'un îlot fictif et les différents
; types d'occupation des locaux, selon un code de couleurs
;2- apporter des modifications aux types d'occupations des
; différentes unités
;3- vérifier la conformité de ces changements avec la
; réglementation en vigueur.

```

```

*****
;

```

```

;-----
;Paramètres de visualisation
;-----

```

```

(define Pibase
  (lambda ()
    (begin
      (PIreset)
      (PIsobs '#(40 30 40 0))
      (PIstarget (vector 20.5 0 15.5 1))
      (PIsangle 0)
      (PIsrotat 0)
      (PIsbox (vector 50 10))
      (PIswin '#(640 480))
      (PIswincol '#(250 250 250 255))
      (PIalight (vector (vector 5 10 5 0) 1))
      ;(PIalight (vector (vector -5 10 -5 0) 0.5))
      (PIalight (vector (vector 5 0 5 0) 0.3))
      (PIsmmxMode #t)
      (PIslightsMode #t)
      (PIscannerMode #f))))

```

```

;-----
;Ensemble de procédures permettant la génération des volumes
;-----

```

```

(define largeur ;en x
  (lambda (a b)
    (GDparseg (vector a 0 0 1) (vector b 0 0 1))))

```

```
(define hauteur ;en y
  (lambda (a b)
    (GDparseg (vector 0 a 0 1) (vector 0 b 0 1))))
```

```
(define profondeur ;en z
  (lambda (a b)
    (GDparseg (vector 0 0 a 1) (vector 0 0 b 1))))
```

```
(define bloc
  (lambda (x1 x2 z1 z2 y1 y2)
    (DLint (largeur x1 x2)
           (hauteur y1 y2)
           (profondeur z1 z2))))
```

```
;définition des axes du quadrilatère
  ;double lettres en largeur
```

```
(define AA 0)
(define BB 1)
(define CC 4)
(define DD 7)
(define EE 19)
(define FF 22)
(define GG 25)
(define HH 28)
(define II 32)
(define JJ 36)
(define KK 38)
(define LL 40)
(define MM 41)
```

```
;triple lettres en profondeur
```

```
(define AAA 0)
(define BBB 1)
(define CCC 3)
(define DDD 8)
(define EEE 10)
(define FFF 17)
(define GGG 19)
(define HHH 24)
(define III 29)
(define JJJ 31)
```

```
;définition des hauteurs
(define eta-1 1.5)
```

(define eta-2 3)
 (define eta-3 4.5)

```

;-----
;Définition du volume des unités
;-----
;premier chiffre -> batiment
;deuxieme chiffre -> etage
;troisieme chiffre -> unite

```

(define 1-1-1 (bloc BB DD BBB CCC 0 eta-1))
 (define 1-1-2 (bloc BB DD CCC EEE 0 eta-1))
 (define 1-2-1 (bloc BB DD BBB EEE eta-1 eta-2))

(define 2-1-1 (bloc DD EE BBB DDD 0 eta-1))
 (define 2-2-1 (bloc DD EE BBB CCC eta-1 eta-2))
 (define 2-2-2 (bloc DD EE CCC DDD eta-1 eta-2))

(define 3-1-1 (bloc EE GG BBB DDD 0 eta-1))
 (define 3-1-2 (bloc GG HH BBB DDD 0 eta-1))

(define 4-1-1 (bloc HH JJ BBB DDD 0 eta-1))

(define 5-1-1 (bloc JJ LL BBB DDD 0 eta-1))
 (define 5-1-2 (bloc JJ LL BBB DDD 0 eta-1))
 (define 5-1-3 (bloc JJ LL DDD FFF 0 eta-1))
 (define 5-2-1 (bloc JJ LL BBB CCC eta-1 eta-2))
 (define 5-2-2 (bloc JJ LL CCC FFF eta-1 eta-2))

(define 6-1-1 (bloc JJ LL GGG III 0 eta-1))
 (define 6-2-1 (bloc JJ LL GGG III eta-1 eta-2))

(define 7-1-1 (bloc JJ II GGG III 0 eta-1))
 (define 7-1-2 (bloc II HH GGG III 0 eta-1))
 (define 7-2-1 (bloc JJ HH HHH III eta-1 eta-2))

(define 8-1-1 (bloc HH FF GGG III 0 eta-1))
 (define 8-1-2 (bloc FF EE GGG III 0 eta-1))
 (define 8-2-1 (bloc FF EE GGG III eta-1 eta-2))

(define 9-1-1 (bloc EE DD FFF III 0 eta-1))
 (define 9-2-1 (bloc EE DD FFF III eta-1 eta-2))
 (define 9-3-1 (bloc EE DD FFF III eta-2 eta-3))

```
(define 10-1-1 (bloc DD BB GGG III 0 eta-1))
(define 10-1-2 (bloc DD BB GGG FFF 0 eta-1))
(define 10-2-1 (bloc DD BB GGG III eta-1 eta-2))
```

```
(define 11-1-1 (bloc DD BB FFF EEE 0 eta-1))
```

```
;-----
;Définition du volume du sol et du trottoir
```

```
;-----
(define base (DLatt
  (SDcolrgb (vector 100 100 100 255))
  (bloc -40 80 -40 80 -0.2 -0.4)))
```

```
(define trottoir (DLatt
  (SDcolrgb (vector 150 150 150 255))
  (bloc AA MM AAA JJJ 0 -0.2)))
```

```
;-----
;Définition des occupations permises
```

```
;-----
(define ls-occ-permises
  (list 'habit-1 ;habitation type1
        'habit-2 ;habitation type2
        'comm-1 ;commercial type1
        'comm-2 ;commercial type2
        'indus ;industriel
        'entr ;entreposage
  ))
```

```
;-----
;Définition des listes d'unités par bâtiment
;et assignation d'une occupation
```

```
;-----
(define B-1
  (list (cons '1-1-1 'comm-2)
        (cons '1-1-2 'entr)
        (cons '1-2-1 'habit-1)))
```

```
(define B-2
  (list (cons '2-1-1 'comm-1)
        (cons '2-2-1 'indus )
        (cons '2-2-2 'habit-2)))
```

```
(define B-3
```

```
(list (cons '3-1-1 'comm-1 )  
      (cons '3-1-2 'entr)))
```

```
(define B-4  
  (list (cons '4-1-1 'comm-2)))
```

```
(define B-5  
  (list (cons '5-1-1 'comm-2)  
        (cons '5-1-2 'comm-1)  
        (cons '5-1-3 'comm-2)  
        (cons '5-2-1 'habit-2)  
        (cons '5-2-2 'habit-1)))
```

```
(define B-6  
  (list (cons '6-1-1 'comm-1)  
        (cons '6-2-1 'entr)))
```

```
(define B-7  
  (list (cons '7-1-1 'comm-2)  
        (cons '7-1-2 'comm-1)  
        (cons '7-2-1 'indus)))
```

```
(define B-8  
  (list (cons '8-1-1 'comm-1)  
        (cons '8-1-2 'entr)  
        (cons '8-2-1 'habit-1)))
```

```
(define B-9  
  (list (cons '9-1-1 'comm-1)  
        (cons '9-2-1 'entr)  
        (cons '9-3-1 'comm-2)))
```

```
(define B-10  
  (list (cons '10-1-1 'comm-2)  
        (cons '10-1-2 'indus)  
        (cons '10-2-1 'entr)))
```

```
(define B-11  
  (list (cons '11-1-1 'comm-1)))
```

```
-----  
;Définition du groupe de bâtiments se trouvant sur l'ilot  
-----  
(define ilot
```

```
(lambda ()
  (list B-1 B-2 B-3 B-4 B-5 B-6 B-7 B-8 B-9 B-10 B-11)))
```

```
;-----
```

```
;Définition des couleurs
```

```
;-----
```

```
(define col-rouge
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 250 1 1 255)) objet)))
```

```
(define col-vert
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 1 250 1 255)) objet)))
```

```
(define col-bleu
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 1 1 250 255)) objet)))
```

```
(define col-jaune
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 250 250 1 255)) objet)))
```

```
(define col-mauve
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 250 1 250 255)) objet)))
```

```
(define col-aqua
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 1 250 250 255)) objet)))
```

```
(define col-noir
  (lambda (objet)
    (DLatt (SDcolrgb (vector 1 1 1 255)) objet)))
```

```
;-----
```

```
;Assignment du code de couleurs pour chacun des types
;d'occupations
```

```
;-----
```

```
(define visu-unite
  (lambda (paire)
    (let
      ((occ (cdr paire)))
      (cond
        ((equal? 'habit-1 occ) (col-rouge (eval (car paire))))))
```



```

(equal? 'habit-2 occ) (col-vert (eval (car paire))))
(equal? 'comm-1 occ) (col-bleu (eval (car paire))))
(equal? 'comm-2 occ) (col-jaune (eval (car paire))))
(equal? 'indus occ) (col-mauve (eval (car paire))))
(equal? 'entr occ) (col-aqua (eval (car paire))))))

```

```

;-----
;Procédure permettant de visualiser le bâtiment
;-----

```

```

(define visu-bat
  (lambda (liste) ;liste des unites d'un batiment
    (letrec
      ((proc
        (lambda (ls)
          (if (null? ls) '()
              (cons (visu-unite (car ls)) (proc (cdr ls)))))))
      (apply DLuni (proc liste))))

```

```

;-----
;Procédure permettant de visualiser l'îlot
;-----

```

```

(define visu-ilot
  (lambda (liste) ;liste des batiments
    (letrec
      ((proc
        (lambda (ls)
          (if (null? ls) '()
              (cons (visu-bat (car ls)) (proc (cdr ls)))))))
      (apply DLuni (proc liste))))

```

```

;-----
;Procédure servant à déterminer si l'élément est membre de la liste
;-----

```

```

(define member?
  (lambda (elem ls)
    (if (null? ls) #f
        (or (equal? elem (car ls)) (member? elem (cdr ls))))))

```

```

;-----
;Procédures traduisant le règlement suivant :
;il est impossible d'avoir les occupations
;habitation-1 et industriel ou

```

```

;habitation-2 et entrepôt dans le même bâtiment
;-----
;procedure effecturant la verification pour un bâtiment

```

```

(define verifi-bat
  (lambda (liste) ;liste des unites d'un batiment
    (letrec
      ((proc1 ;fait la liste des occupations dans le batiment
        (lambda (ls)
          (if (null? ls) '()
              (cons (cdr (car ls)) (proc1 (cdr ls))))))
        (proc2 ;verifie l'incompatibilite de fonctions
                ;donne vrai si incompatible
                (lambda (ls) ;liste des types d'occupation
                  (or (and (member? 'habit-1 ls) (member? 'indus ls))
                      (and (member? 'habit-2 ls) (member? 'entr ls))))))
      (proc2 (proc1 liste))))))

```

```

;procedure effecturant la verification pour l'ensemble des bâtiments
;donne vrai si contraire au reglement

```

```

(define verifi-ilot
  (lambda (liste) ;liste des batiments de l'ilot
    (if (null? liste) #f
        (or (verifi-bat (car liste)) (verifi-ilot (cdr liste))))))

```

```

;-----
;AFFICHAGE:
;Si les occupations sont conformes au règlement, on visualise
;le sol, le trottoir, l'ensemble des bâtiments selon le code de
;couleurs ainsi que l'unité que l'on vient de modifier, identifié
;par la couleur noire.
;Si les occupations ne sont pas conformes, le système nous en
;informe en ne présentant à l'écran que le sol et le trottoir.

```

```

;-----
(define affichage
  (lambda (unite)
    (if (not (verifi-ilot (ilot)))
        (PIdraw (DLuni base trottoir
                  (col-noir unite)
                  (visu-ilot (ilot))))
        (PIdraw (DLuni base trottoir))))))

```

```

;-----
;Procédures pour le type d'occupation d'une unité donnée
;-----
(define remplace
  (lambda (ls nom-unite nouv-elem) ;liste des unites d'un batiment
                                   ;nom de l'unite qu'on veut changer
                                   ;nouvelle occupation

    (cond
      ((null? ls) '())
      ((equal? (car (car ls)) nom-unite)
       (cons (cons (car (car ls)) nouv-elem)
             (remplace (cdr ls) nom-unite nouv-elem)))
      (else (cons (car ls)
                  (remplace (cdr ls) nom-unite nouv-elem))))))

;-----
(define change-occ
  (lambda (batiment unite nouv-occ) ;chacun des trois avec quote
    (cond
      ((equal? 'B-1 batiment)
       (begin
        (set! B-1 (remplace B-1 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-2 batiment)
       (begin
        (set! B-2 (remplace B-2 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-3 batiment)
       (begin
        (set! B-3 (remplace B-3 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-4 batiment)
       (begin
        (set! B-4 (remplace B-4 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-5 batiment)
       (begin
        (set! B-5 (remplace B-5 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-6 batiment)
       (begin
        (set! B-6 (remplace B-6 unite nouv-occ))))

      ((equal? 'B-7 batiment)

```

```
(begin
(set! B-7 (remplace B-7 unite nouv-occ))))
```

```
((equal? 'B-8 batiment)
(begin
(set! B-8 (remplace B-8 unite nouv-occ))))
```

```
((equal? 'B-9 batiment)
(begin
(set! B-9 (remplace B-9 unite nouv-occ))))
```

```
((equal? 'B-10 batiment)
(begin
(set! B-10 (remplace B-10 unite nouv-occ))))
```

```
((equal? 'B-11 batiment)
(begin
(set! B-11 (remplace B-11 unite nouv-occ))))))
```

```
;------
(define modification
(lambda (batiment unite occupation)
(begin
(change-occ batiment unite occupation)
(PIbase)
(affichage (eval unite)))))
```

```
;------
;Dans cette dernière ligne de code, l'utilisateur indique
;le nom du bâtiment et de l'unité qu'il désire modifier ainsi
;que le nom du nouveau type d'occupation
;------
```

```
(modification 'B-9 '9-3-1 'indus)
```

