



GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

ÉTUDE 77-25

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.

**SYSTÈME D'INFORMATION GÉOSCIENTIFIQUE
DE LA RÉGION NORD DE MONTRÉAL**

M. KUGLER-GAGNON



Energy, Mines and
Resources Canada

Énergie, Mines et
Ressources Canada

1978



**COMMISSION GÉOLOGIQUE
ÉTUDE 77-25**

SYSTÈME D'INFORMATION GÉOSCIENTIFIQUE DE LA RÉGION NORD DE MONTRÉAL

M. KUGLER-GAGNON

1978

© Minister of Supply and Services Canada 1978

available by mail from

Printing and Publishing
Supply and Services Canada,
Hull, Québec, Canada K1A 0S9,

and

The Geological Survey of Canada
601 Booth St., Ottawa, K1A 0E8

or

Through your bookseller.

Catalogue No. M44-77/25
ISBN -0-660-01525-0

Price: Canada: \$2.50
Other Countries: \$3.00

Price subject to change without notice

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Résumé	1
Introduction	1
Remerciements	1
L'étude géoscientifique	3
Le traitement des données	3
La cartographie intégrée	6
Conclusion	9
Bibliographie	15
Tableaux	
Tableau 1	2
Tableau 2	2
Illustrations	
Figure 1. Carte de localisation	1
Figure 2. Organigramme de l'étude géoscientifique de la région nord de Montréal	3
Figure 3. Dépôts de surface, région nord de Montréal	en pochette
Figure 4. Densité des forages de surface	4
Figure 5. Localisation des forages profonds	5
Figure 6. Structure de la banque de données du système d'information géoscientifique de la région nord de Montréal	6
Figure 7. Organigramme schématique du système d'information géoscientifique	6
Figure 8. Épaisseur des dépôts meubles	7
Figure 9. Topographie de la roche en place	8
Figure 10. Construction de la carte d'aptitude: superposition de facteurs	9
Figure 11. Construction de la carte d'aptitude: méthode taxonomique	10
Figure 12. L'aptitude au lotissement résidentiel, superposition des variables, feuillet de Ste-Scholastique	11
Figure 13. L'aptitude au lotissement résidentiel, méthode taxonomique, feuillet de Ste-Scholastique	12
Figure 14. L'aptitude au lotissement résidentiel, méthode taxonomique avec un drainage préalable, feuillet de Ste-Scholastique	13
Figure 15. L'aptitude au lotissement résidentiel, addition des variables comprenant le bruit, feuillet de Ste-Scholastique	14

Le critique

John Harrison

Adresse de l'auteur

*1440 Place des Quatre-Vents
Cap-Rouge, Québec*

*Manuscrit original reçu le 10 Janvier 1975.
Approbation de la version définitive
pour publication le 23 Novembre 1976.*

SYSTÈME D'INFORMATION GÉOSCIENTIFIQUE DE LA RÉGION NORD DE MONTRÉAL

Résumé

Le système d'information géoscientifique de la région nord de Montréal a été conçu pour fournir l'information de base pour l'élaboration du plan régional d'affectation des sols.

Il est constitué d'une banque de données géologiques, géotechniques et géomorphologiques, de programmes de tri, de cartographie (Symap V) et de combinaison. Le système produit des cartes de données brutes ou des cartes interprétées. Les cartes interprétées sont le résultat, soit de l'addition de cartes de variables pondérées, soit d'une méthode de combinaison qui fait intervenir une pondération entre les variables.

Abstract

The geoscientific information system for the North Montreal Region was created to provide basic data for the design of a regional land-use plan. It consists of a data bank of geological, geotechnical, and geomorphological information; testing programs; mapping programs (SYMAPPV); and combination programs. The system produces variable maps (raw data maps) or integrated maps. Integrated maps are produced by simple addition of several weighted variable maps or by the combination of variable maps with an intervariable weighting method.

INTRODUCTION

Les études d'aménagement en Amérique du Nord deviennent de plus en plus fréquentes et de plus en plus fouillées dans un souci évident d'éviter de répéter certaines erreurs et de pouvoir conserver le plus possible les qualités de l'environnement (Barteli et collaborateurs, 1966; Bélanger, 1972; Dumper, 1972; Kiefer, 1967; Pepper, 1972; Turner et Coffman, 1973). Le prix d'une étude exhaustive interdisciplinaire semble souvent trop élevé. On se contente alors d'études partielles, de compilation d'études antérieures, sans liens entre elles et parfois démodées. Pour éviter d'avoir à utiliser des données trop disparates et trop anciennes pour la région du nouvel aéroport international de Montréal à Mirabel, le ministère de l'Expansion économique régionale du Canada a subventionné une étude géoscientifique (St-Onge et Scott, 1972) qui a été effectuée par la Commission géologique du Canada et le ministère des Richesses naturelles du Québec. La région étudiée (fig. 1) couvre 1,290 km² (498 mi²). Elle est limitée au nord par le Bouclier précambrien, à l'ouest par la rivière du Nord, au sud par le lac des Deux Montagnes et la rivière des Milles Îles et à l'est par la limite des comtés. L'étude devrait mettre au point des méthodes de collecte, de présentation et de combinaison des données géologiques, géomorphologiques et géotechniques. Afin d'utiliser à leur pleine capacité les informations recueillies au cours de cette étude, un système d'information réunissant la banque de données, des programmes de tri, des programmes de combinaison de données, permet d'obtenir des cartes d'aptitude pour des utilisations spécifiques du terrain. C'est sans doute dans cette orientation que les études intégrées du milieu se dirigeront. Tous les éléments de ce système ne sont pas des innovations mais il présente un exemple pratique de ce genre d'étude pour un milieu géologique donné. Le but principal de cette étude était de servir de source d'information pour la conception du plan de zonage de la région (Charles, 1972). La mise en place du système d'information géoscientifique a duré deux ans (mai 1971-mai 1973). Les étés de 1971 et 1972 ont été des saisons d'échantillonnage de terrain et la grande majorité des analyses ont été faites dans un laboratoire de terrain, de façon continue pendant toute l'étude (Morin, 1973).

Le présent article traitera principalement du traitement de la présentation des informations. Il résume les grands traits d'une thèse de doctorat présentée à l'École des études supérieures de l'Université d'Ottawa (géographie). Les travaux de terrain et la thèse ont pu être menés à bien grâce à l'aide du Conseil national de recherches du Canada (bourse postgrade 1972-1973), de la Commission géologique du Canada et du ministère des Richesses naturelles du Québec.

REMERCIEMENTS

Nous remercions notre directeur de thèse, D.A. St-Onge, pour son aide et ses remarques ainsi que J.S. Scott de la Commission géologique du Canada, J.Y. Chagnon et R. Maranda du ministère des Richesses naturelles du Québec pour les saisons d'été passées au sein de ces organismes et les nombreux conseils qui nous ont été donnés. Nous voudrions aussi remercier J.E. Harrison de la Commission géologique du Canada pour la lecture critique de ce texte. Le travail d'équipe a été la base du projet et nous tenons à remercier tous ceux qui en ont fait partie, ne fût-ce que pour quelques mois, et plus spécialement Fernand Morin qui a mené le laboratoire de main de maître.

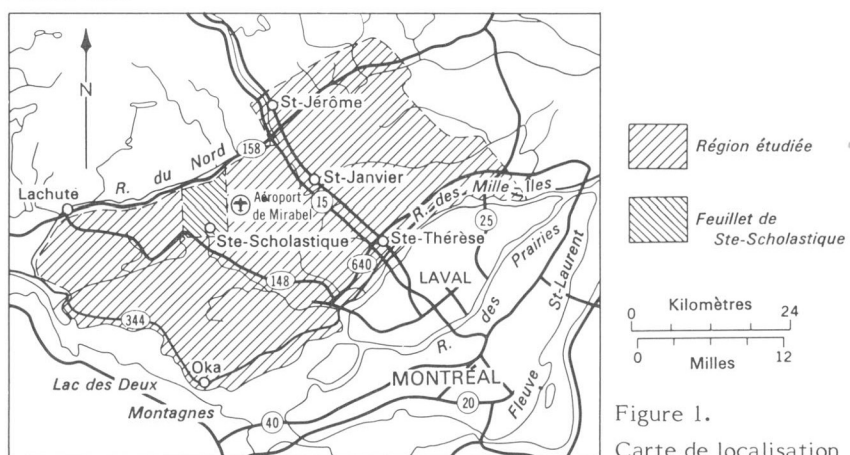


Figure 1.
Carte de localisation

Tableau 1
Exemple d'évaluation des critères utilisés dans la cartographie
intégrée avec les données de bases

CRITÈRE	CARACTÉRISTIQUE	DONNÉES UTILISÉES
stabilité du matériel	<p>pentess nature du matériel</p> <p>position relative des différents matériaux</p> <p>drainage</p>	<p>pentess granulométrie limites d'Atterberg</p> <p>stratigraphie</p> <p>profondeur minimale de la nappe phréatique (niveaux piezométriques)</p>
potentiel de déformation	tassement	<p>stratigraphie</p> <p>teneur en eau</p> <p>poids spécifique des solides</p> <p>poids spécifique apparent humide</p> <p>granulométrie limites d'Atterberg</p> <p>granulométrie limites d'Atterberg</p> <p>porosité</p> <p>teneur en eau</p>
travaux d'excavation	nature du matériel	granulométrie épaisseur des dépôts meubles

Tableau 2
Tableau récapitulatif des cartes de variable utilisées pour la construction des cartes d'aptitude

APTITUDE	PENTES				TEXTURE DES MATÉRIAUX DE SURFACE			ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES (pi)				DRAINAGE (profondeur minimum de la nappe phréatique en pi)				ÉPAISSEUR DU SABLE (pi)			ÉPAISSEUR DE L'ARGILE (pi)				ARGILE (%)		
	0-3%	3-8%	8-15%	+15%	A	B	C	0-3,5	3,5-7	7-10,5	10,5-14	+14	0-3	3-7,5	+7,5	0-3	3-6	+6	-12	12-21	21-30	+30	-10	10-40	+40
résidentiel	x	x	1/0	?	x	0	?	?	0	4/	x	x	?	3/	x	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
industriel	x	0	1/	?	x	4/0	?	?	0	2/	x	0	0	5/	x	?	?	?	x	3/0	?	?	?	?	?
fosses septiques	x	x	4/	?	---	---	---	?	0	5/	x	x	?	2/0	x	?	1/0	x	?	?	?	?	?	?	?
dépotoirs	?	x	4/	?	---	---	---	?	0	3/0	x	x	?	2/	x	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
glissements	?	?	2/	x	---	---	---	---	---	---	---	---	x	3/0	?	?	?	?	0	4/0	x	?	?	?	?

1/ ordre d'entrée dans la construction de la carte taxonomique (pondération intervariable)

pondération 9: bon; x
pondération 5: indifférent; 0
pondération 1: défavorable; -

sol A: moins de 50% de particules fines
sol B: plus de 50% de particules fines, limite de liquidité inférieure à 50
sol C: plus de 50% de particules fines, limite de liquidité supérieure à 50

L'ÉTUDE GÉOSCIENTIFIQUE

La méthodologie de l'étude géoscientifique de la région nord de Montréal a déjà fait l'objet d'articles sous la plume de D.A. St-Onge et J.S. Scott (1972). Les différentes étapes de ce travail sont résumées par la figure 2. Les dépôts de surface ont été cartographiés (fig. 3) et 800 échantillons de 734 sondages (fig. 4) ont été analysés.

Les forages profonds au nombre de 211 (fig. 5) ont fourni à peu près le même nombre d'échantillons et ont permis d'améliorer la connaissance de la roche en place dans la région. Les analyses de laboratoire ont déterminé la granulométrie, le pH, les limites d'Atterberg, la teneur en eau et le poids spécifique des particules solides. D'autres informations de nature lithologique et stratigraphique ont été retirées des comptes rendus de forages du ministère des Transports (CAIM -Construction de l'aéroport international de Montréal). Les données concernant les bruits et les pentes viennent de EZAİM - Écologie de la zone de l'aéroport international de Montréal (Dansereau, 1971), celles ayant trait à l'hydrologie viennent du ministère des Richesses naturelles du Québec et de BANAIM - Bureau d'aménagement de l'aéroport international de Montréal.

LE TRAITEMENT DES DONNÉES

La structure de la banque de données est simple et permet d'ajouter aux données existantes d'autres informations, soit du milieu physique (micro-climat, gel dans le sol, etc.), soit biologiques (végétation, zones à préserver, etc.), soit humaines (contraintes politiques, zonage existant, monuments et lieux historiques, etc.). Toutes les données furent enregistrées sur bande magnétique pour le traitement informatique (fig. 6). Les informations ont été enregistrées en format fixe. Le format diffère d'un groupe d'information au suivant. Le format fixe a été préféré au format variable pour la facilité de la programmation. Le fichier final contenait environ 40,000 lignes. La banque de données peut contenir des blocs d'informations associés à des points (forages) ou à des surfaces (cartes des pentes, des bruits...) ou des données graphiques (routes...). Les données pouvaient être traitées de deux façons, soit classifiées sous forme de tableaux donnant les caractéristiques physiques des sols dans une région définie (en surface ou en profondeur), soit sous forme de cartes (fig. 7). C'est sur ce second mode de présentation, la cartographie, que nous avons insisté le plus. Il est beaucoup plus aisé de saisir les qualités d'un milieu par une carte synthétique ou par une série de cartes élémentaires que par

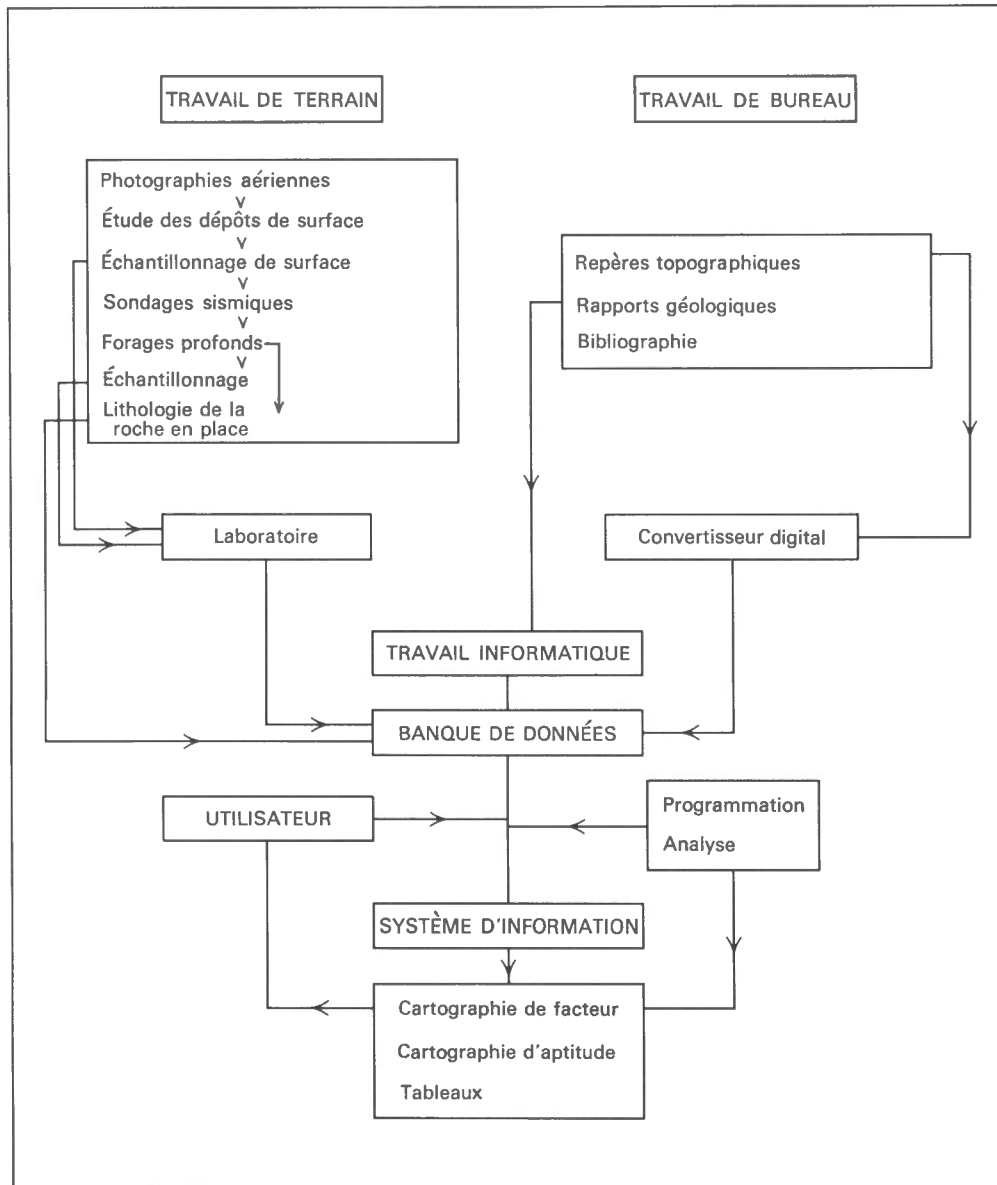


Figure 2. Organigramme de l'étude géoscientifique de la région nord de Montréal.

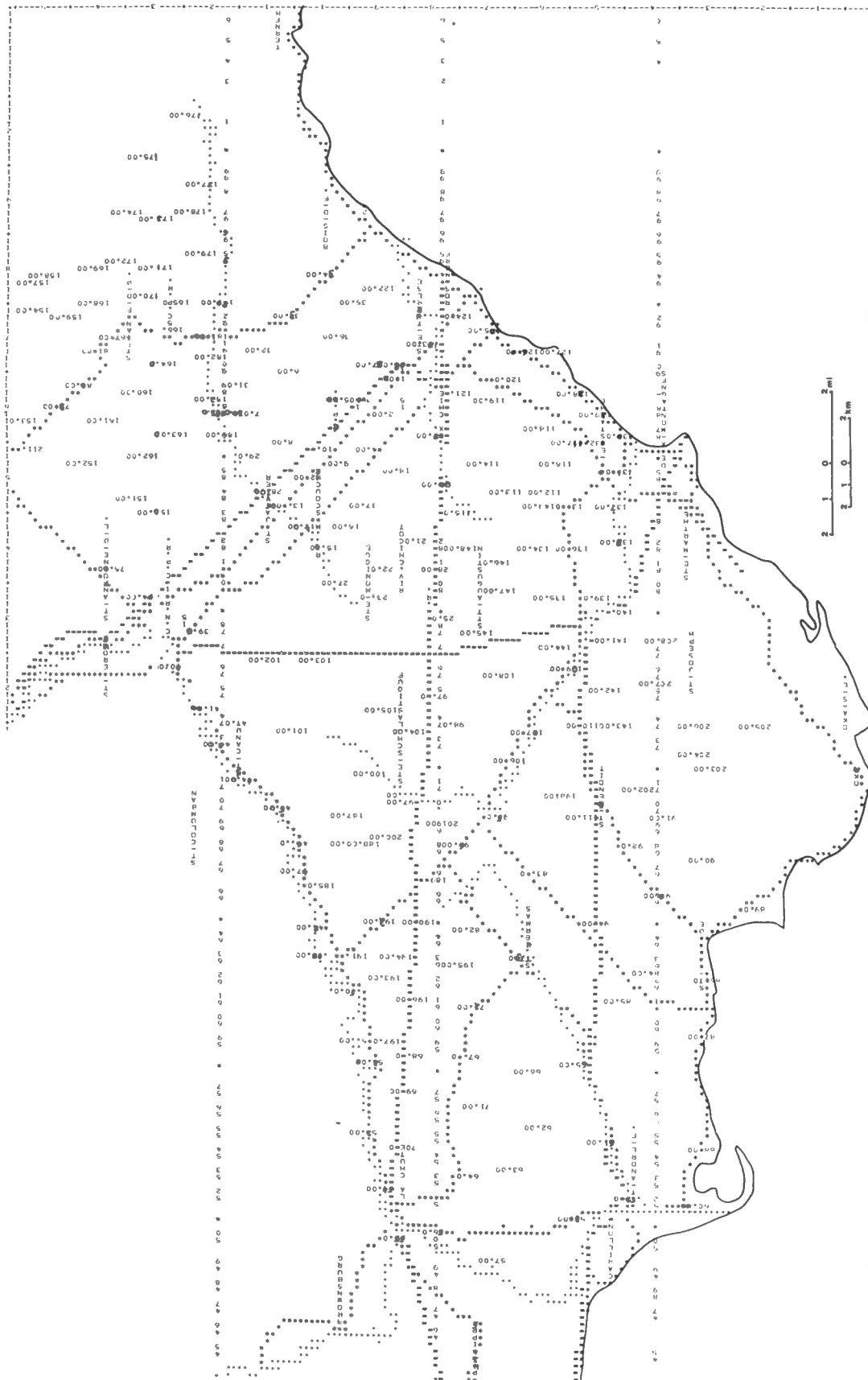


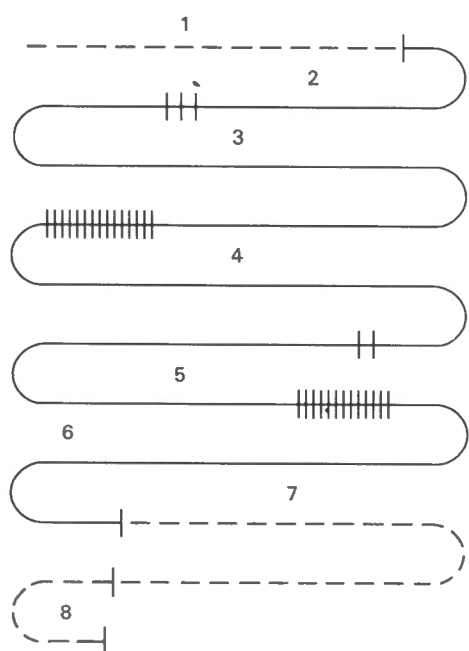
Figure 5. Localisation des forages profonds (voir légende de la fig. 4).

des tableaux. Les tableaux ne serviront que d'annexe documentaire aux cartes. Les cartes ont été produites en utilisant le programme de cartographie SYMAP V, (Douglas et Fleming, 1969), fig. 8 et 9. Les cartes élémentaires ou cartes de variables qui ont été utilisées sont les pentes, la lithologie, le bruit de fond (dû à l'activité future de l'aéroport), les zones non échantillonnées (till, gravier, et roche en place) ainsi qu'une carte par propriété testée à la profondeur désirée par l'opérateur du système (granulométrie: sable, limon, argile; limites d'Atterberg: plasticité, liquidité; poids spécifique apparent humide; teneur en eau; poids spécifique des particules solides; porosité). Le programme SYMAP V n'est pas un programme de cartographie suffisamment précis pour traiter des données géoscientifiques. Il faudrait faire appel à des programmes dont les algorithmes d'interpolation tiennent compte de la non-continuité et de la variation intrinsèque des variables cartographiées. Le programme SYMAP V a un algorithme d'interpolation basé sur l'interpolation linéaire pondérée par la distance entre le point à calculer et les différents points de contrôle (mesures) et par l'influence d'un cône d'ombre développé en arrière de chaque point de contrôle. Cependant, en connaissant bien le terrain et en

travaillant avec un réseau serré de points de contrôle, le programme SYMAP V donne des résultats satisfaisants pour des cartes d'orientation. Cependant, il ne faudrait jamais substituer ces cartes à une étude de site.

LA CARTOGRAPHIE INTÉGRÉE

Il a rapidement été indispensable pour se faire comprendre des planificateurs, de produire des informations mieux adaptées à leurs besoins en combinant différentes variables du milieu en fonction de l'aptitude à un usage déterminé (Dubois, 1974). Il a été difficile, au moment de l'étude, d'identifier tous les utilisateurs possibles et de définir leurs besoins. Le tableau 1 donne trois exemples d'évaluation de critères d'utilisation du sol en utilisant les informations récoltées sur le terrain et au laboratoire. A titre d'exemple, des cartes intégrées d'aptitude ont été construites pour quatre types d'utilisation du sol (tabl. 2: lotissement résidentiel à faible densité, parc d'industries légères, fosses septiques, dépotoirs) et pour la susceptibilité aux glissements de terrain.



Index: ligne de chiffres 9	1
Fichier de données graphiques	2
Fichier objet	3
Limites de la région et des feuillets	4
Forages de surface	5
Forages profonds	6
Sondages sismiques	7
Hydrogéologie	8
Sondages et forages de C.A.I.M. (Construction l'Aéroport International de Montréal)	9
Repères cartographiques	10
Les pentes	11

Figure 6. Structure de la banque de données du système d'information géoscientifique de la région nord de Montréal.

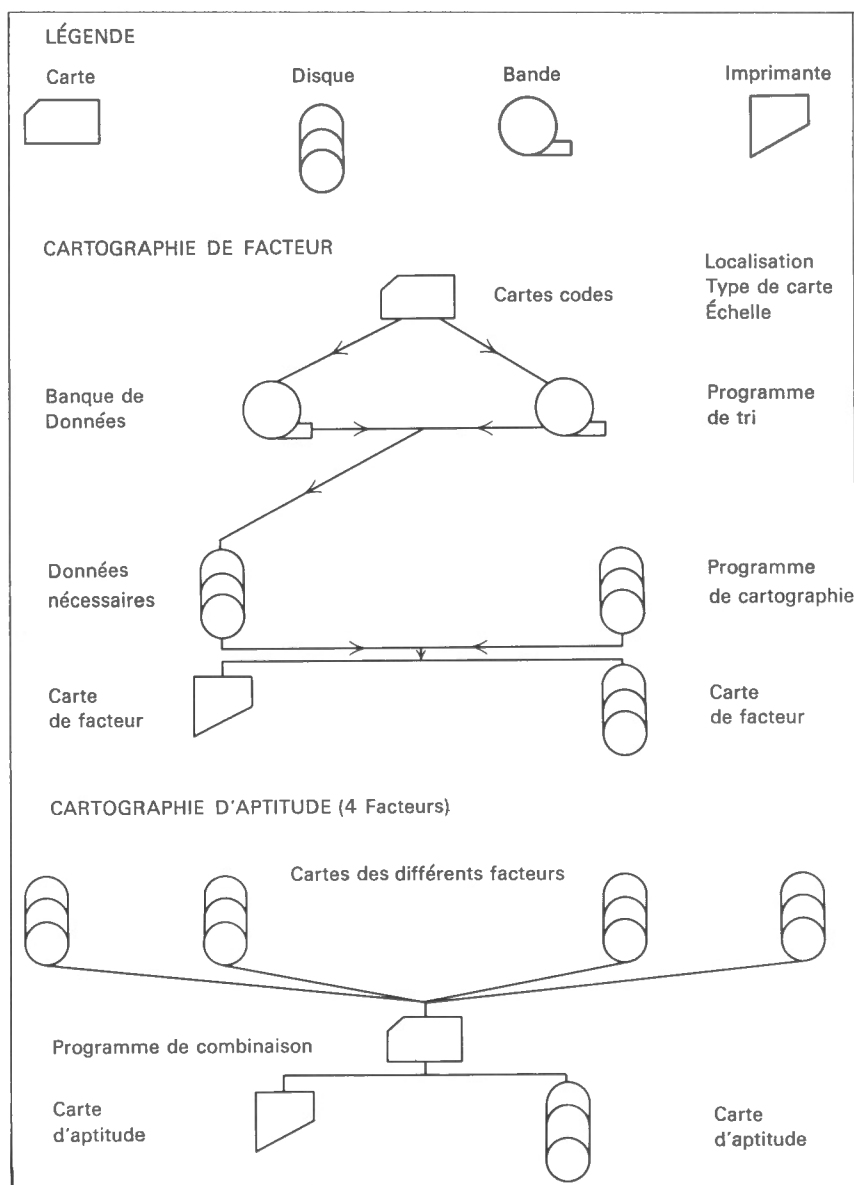
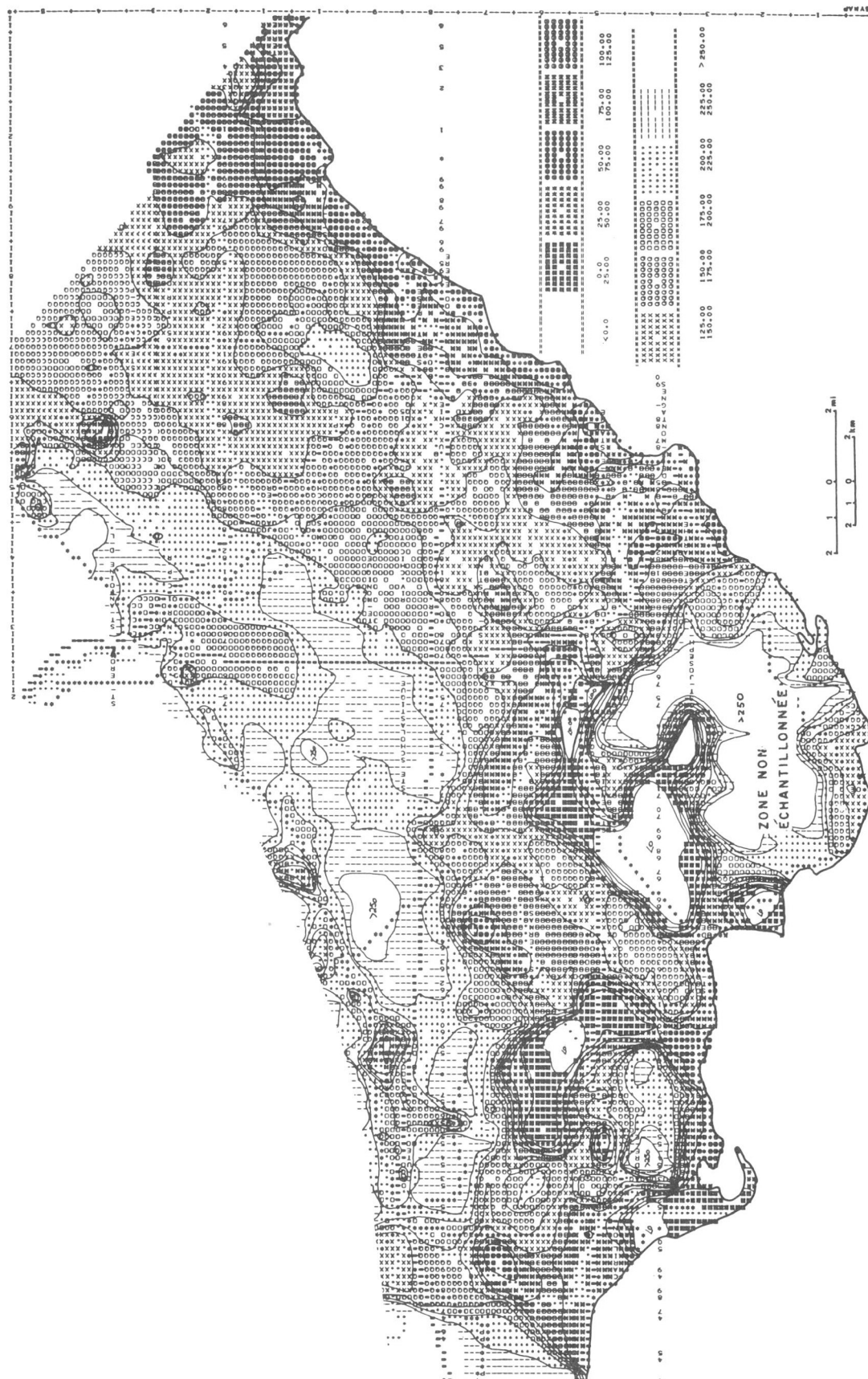


Figure 7. Organigramme schématique du système d'information géoscientifique.



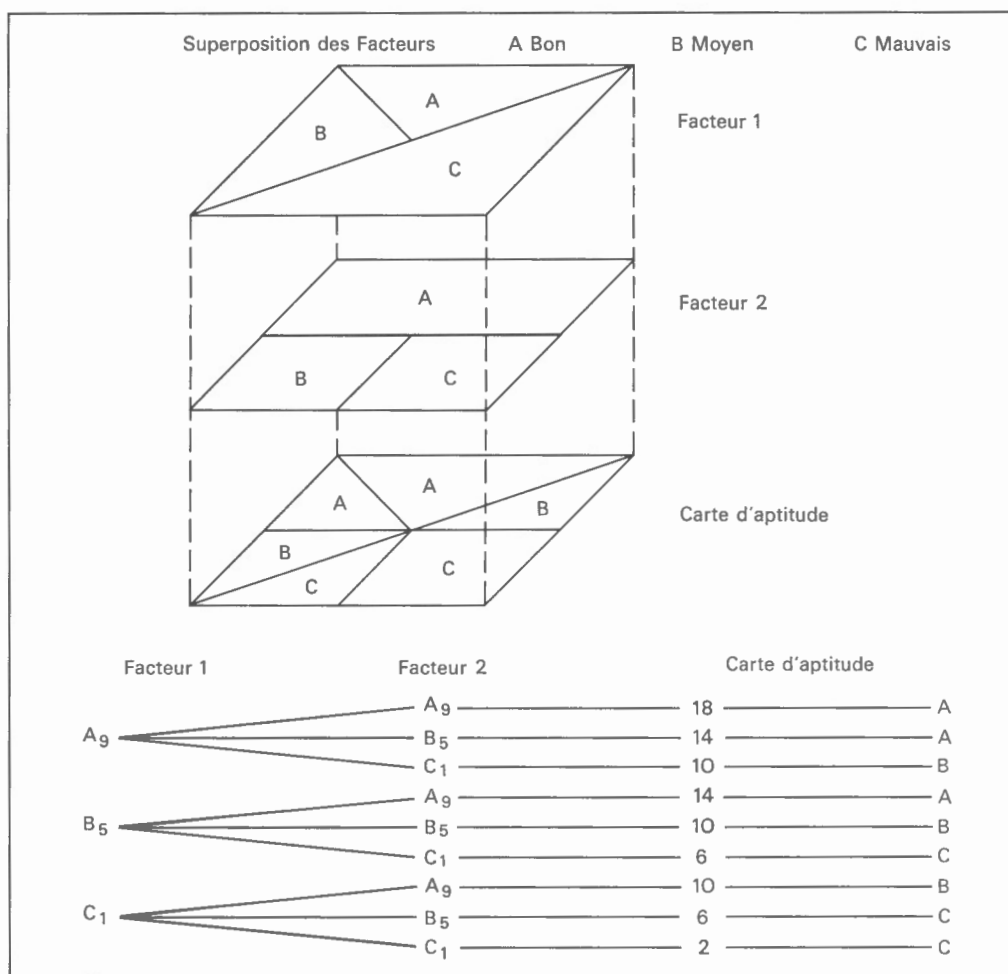


Figure 10. Construction de la carte d'aptitude: superposition de facteurs.

Pour pouvoir combiner les différentes variables, celles-ci ont été pondérées à la fois au sein de la variable elle-même et entre les variables. La pondération des variables a été faite sur une échelle de trois valeurs: favorable à l'utilisation souhaitée, indifférent ou défavorable (tabl. 2). La combinaison des variables pour la production d'une carte intégrée a été faite de deux façons. La première est une simple somme des poids des différentes variables pour un point donné (fig. 10). La seconde méthode de combinaison, dite taxonomique, fait intervenir une pondération entre les variables (fig. 11). Dans cette méthode, l'ordre d'intervention des variables dans la combinaison joue le rôle de pondération inter-variable. Si la deuxième variable entrant dans la combinaison est défavorable pour l'utilisation suggérée, le programme de combinaison ne tiendra plus compte de la valeur des autres variables sur cet espace, quelles qu'elles soient. Dans le cas de la carte d'aptitude au lotissement résidentiel de faible densité, nous avons combiné la carte des pentes, celle de la nature des matériaux de surface, de l'épaisseur de ces matériaux, de la profondeur de la nappe phréatique, et des dépôts non-échantillonnés. Les cartes obtenues par superposition (fig. 12) et par la méthode taxonomique (fig. 13) sont très différentes. Effectivement, la pente et le drainage (les facteurs 1 et 3) jouent un rôle prépondérant et une grande zone est jugée impropre à la construction sur la carte taxonomique. Si on améliore le drainage de ces surfaces argileuses (fig. 14), les pentes fortes

restent alors le seul facteur limitant. La production de ces trois cartes met en évidence les problèmes des différents sites et montre au planificateur la souplesse du système. En ajoutant, à la carte obtenue par addition des poids des variables, les données hypothétiques du niveau sonore (fig. 15) montrent les zones résidentielles à l'abri des bruits de l'activité de l'aéroport. Comme cette zone n'est pas dans le prolongement des pistes, les bruits dans ce cas-ci sont dus à la proximité d'une route d'accès à l'aéroport.

CONCLUSION

Cet exemple de cartographie intégrée nous permet de mieux montrer les qualités et les défauts du système d'information géoscientifique de la région nord de Montréal. La principale qualité du système est, sans doute, d'avoir été monté en un temps relativement court et d'avoir été opérationnel dans toutes les phases de son développement. Il a ainsi pu être utile aux organismes chargés de l'aménagement de la région. Le système d'information géoscientifique, tel que présenté ici, peut être une solution aux problèmes d'information d'aménagement particulièrement dans les régions péri-urbaines où il existe souvent une bonne information de base malheureusement dispersée dans de nombreux organismes privés ou publics distincts. La constitution d'une banque de données sur le milieu physique a le grand avantage de garder toujours disponibles les informations. Les plus élémentaires et de pouvoir les mettre à jour continuellement. Les documents cartographiques sont produits à

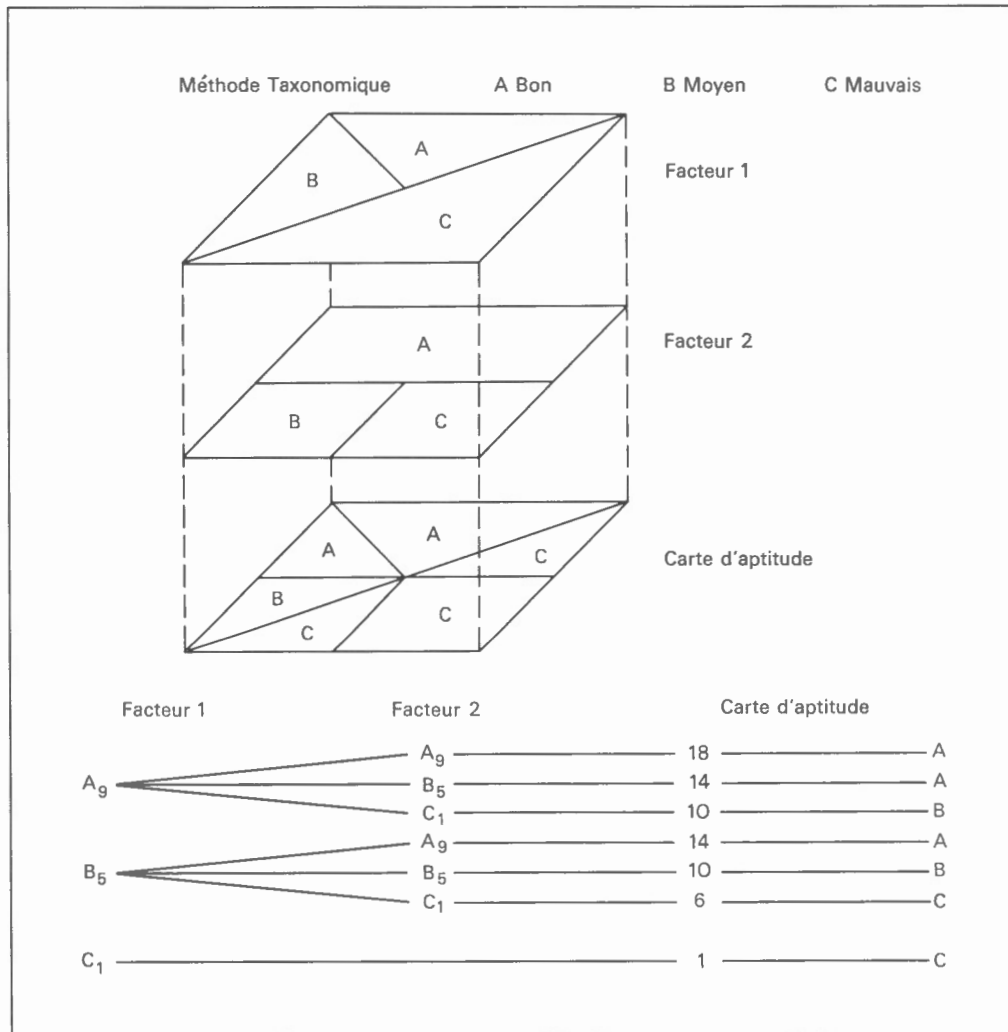


Figure 11. Construction de la carte d'aptitude: méthode taxonomique.

l'échelle souhaitée par l'utilisateur. De même, celui-ci et l'opérateur du système peuvent produire des cartes de synthèse qui répondent exactement aux besoins du moment; c'est au fond, de la cartographie sur mesure. Les cartes de synthèse d'un tel système vu qu'elles peuvent être remaniées en fonction de l'utilisateur sont beaucoup plus utiles que des cartes de synthèse traditionnelles souvent trop compliquées pour un non-spécialiste. Le coût d'opération du système est avantageux comparé au coût des méthodes de cartographie traditionnelles. Les défauts du système sont souvent le revers de ces qualités. Le programme de cartographie n'est pas complètement adéquat et dans des systèmes de ce genre il faudrait s'orienter vers des programmes plus spécifiquement aptes à traiter des données géoscientifiques. Le choix des variables qui deviendront les éléments des différentes

combinaisons devrait résulter d'une étude complète et multidisciplinaire et ne peut que difficilement résulter d'une étude bibliographique comme ce fut le cas pour ce travail. La pondération des différentes variables pour les cartes d'aptitude devrait, par des recherches futures, devenir de plus en plus élaborée de manière à pouvoir tenir compte des effets positifs et négatifs des variables l'une par rapport à l'autre. Des améliorations sont en cours pour rendre la programmation du système plus généralement applicable (quelle que soit la stratigraphie locale), pour changer le programme de cartographie et les programmes de choix et de pondération de variables, de même que pour mettre au point un système interactif ce qui accélérerait encore la présentation des résultats.

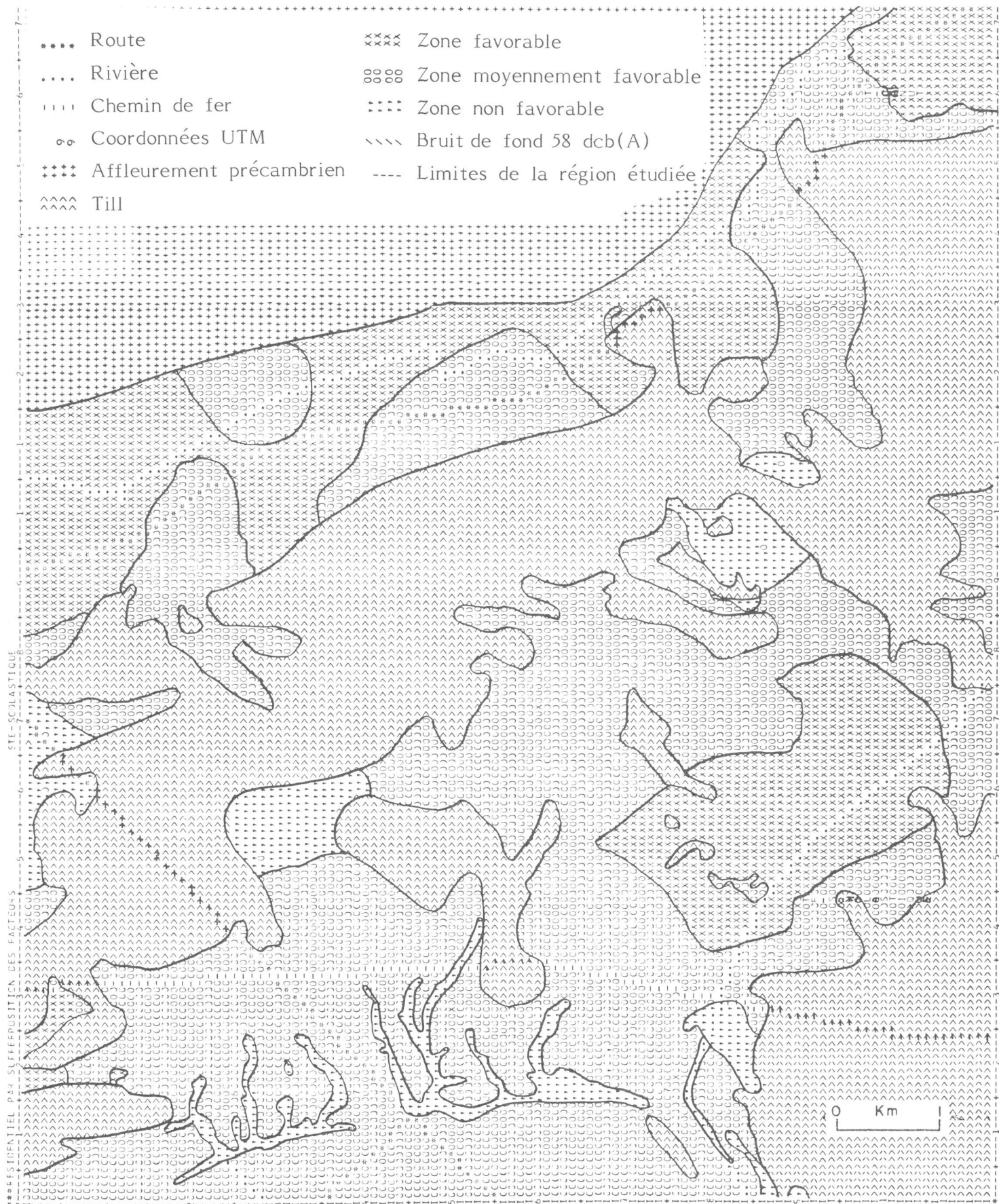


Figure 12. L'aptitude au lotissement résidentiel, superposition des variables, feuillet de Ste-Scholastique.



Figure 13. L'aptitude au lotissement résidentiel, méthode taxonomique, feuillet de Ste-Scholastique (voir légende de la fig. 12).



Figure 14. L'aptitude au lotissement résidentiel, méthode taxonomique avec un drainage préalable, feuillet de Ste-Scholastique (voir légende de la fig. 12).



Figure 15. L'aptitude au lotissement résidentiel, addition des variables comprenant le bruit, feuillet de Ste-Scholastique (voir légende de la fig. 12).

BIBLIOGRAPHIE

BANAİM (Bureau d'aménagement de l'aéroport international de Montréal)

- 1972: Normes d'utilisation de sol liées à l'agression sonore; Office de planification et de développement du Québec, Société d'aménagement du territoire de la région aéroportuaire, 22 p., 6 cartes.

Barteli, L.J., Klingebiel, A.A., Baird, J.V., et Heddleson, M.R.

- 1966: Soil surveys and land-use planning; Soil Sci. Soc. Am., Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

Bélanger, J.R.

- 1972: Un exemple d'informatique appliqué à la géocartographie de la région d'Ottawa; thèse M.A., inéd., Département de géographie, Univ. d'Ottawa, Ottawa, 146 p.

Charles, R.

- 1972: Les coûts d'aménagement des zones urbanisées: cas de Ville de Laval; Les presses de l'Université de Montréal, Montréal, 120 p.

Chiles, J.P., et Chauvet, P.

- 1973: Application du krigeage universel à la cartographie des fonds marins; École nationale supérieure des mines de Paris, Centre de morphologie mathématique, Publ. 354, Fontainebleau, 15 p.

Dansereau, P.

- 1971: Écologie de la zone de l'aéroport international de Montréal, une aventure inter-disciplinaire; Rev. Géogr. Montréal., v. XXV, n° 3, p. 301-305.

Delfiner, P., et Delhomme, J.P.

- 1973: Optimum interpolation by kriging; École nationale supérieure des mines de Paris, Centre de morphologie mathématique, Publ. 343, Fontainebleau, 26 p.

Douglas, D., et Fleming, L.

- 1969: Reference manual for Synagraphic computer mapping: "S.Y.M.A.P.", as adapted to the University of Ottawa I.B.M. 360/65 computer; Univ. of Ottawa, Computer Centre, Ottawa, 77 p.

Dubois, J.-M.

- 1974: La cartographie normalisée, une technique rapide d'évaluation des surfaces sur les cartes d'interprétation; Rev. Géogr. Montréal, v. XXVIII, n° 2, p. 143-156.

Dumper, T.

- 1972: A computer generated model for land-use decisions; unpubl. Ph.D. dissert., Polytechnical Institute and State University, Ann Arbor, Michigan, 176 p.

Kiefer, R.W.

- 1967: Terrain analysis for metropolitan fringe area planning; Am. Assoc. Civ. Eng., J. Urban Plan. Dev. Div., v. 93, n° U.P. 4, p. 119-139.

Kugler-Gagnon, M.

- 1974: Information géoscientifique et aménagement; thèse de doctorat, inéd., Département de géographie et d'aménagement régional, Univ. d'Ottawa, Ottawa, 320 p.

Laffitte, P. (sous la direction de)

- 1972: Traité d'informatique géologique; Masson et Cie, Paris, 624 p.

Morin, F.

- 1973: Quelques analyses physiques des sols, méthodes de terrain; Comm. géol. Can., Dossier public 172, 81 p.

Pepper, J.E.

- 1972: An approach to environmental impact evaluation of land-use planning and policies: the Tahoe Basin planning information system; unpubl. M.A. thesis, Dep. Landscape Architecture, Univ. of California, Berkeley.

St-Onge, D.A., et Scott, J.S.

- 1972: Geoscience and Ste-Scholastique; Can. Geogr. J., v. 75, n° 1, p. 232-237.

Turner, A.K., et Coffman, D.M.

- 1973: Geology for planning: a review of environmental geology; Quart. Colorado School Mines, v. 68, n° 3, 127 p.