

CONTRIBUTIONS  
DU SERVICE DES INVENTAIRES ÉCOLOGIQUES  
NO. 2

L. BELANGER  
Département d'aménagement et sylviculture,  
Faculté de foresterie et de géodésie,  
Université Laval, Québec.

J.- P. DUCRUC  
Service des inventaires écologiques,  
Ministère de l'Environnement du Québec,  
Québec.

et

M. PINEAU  
Département d'aménagement et sylviculture  
Faculté de foresterie et de géodésie,  
Université Laval, Québec.

Novembre 1983

PROPOSITION D'UNE  
MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE ÉCOLOGIQUE  
ADAPTÉE AU TERRITOIRE FORESTIER PÉRIURBAIN

*CSIE - 02*

(Publié dans Le Naturaliste canadien Vol. 110 No. 4)

*CSIE - 02*

## RESUME

Une méthodologie d'inventaire écologique du territoire adaptée à la problématique du territoire forestier périurbain est proposée. Ayant reconnu que la démarche écosystématique convient bien à l'aménagement intégré du territoire, la méthodologie d'inventaire écologique du CCCET (Comité canadien de la classification écologique du territoire) est identifiée comme un cadre conceptuel particulièrement intéressant. Quatre niveaux de perception écologique de l'espace, impliquant trois unités de classification et trois unités cartographiques, ont été retenus: la région écologique, le sous-système écologique, le type écologique et la phase écologique. Du côté de la classification des sites, une redéfinition du type écologique et surtout de la phase écologique est proposée afin de mieux intégrer le facteur humain comme principale force écologique en milieu périurbain et de mieux convenir à certaines préoccupations d'aménagement. En ce qui a trait à la cartographie des sites, un nouveau niveau de perception écologique de l'espace, le sous-système écologique, a été élaboré. Inspiré de la notion de paysage, le sous-système écologique rend compte du facteur humain à l'aide du concept de territorialité. Le sous-système se traitant bien à l'échelle 1:25 000, constitue un niveau de perception écologique pratique en milieu périurbain.

## ABSTRACT

An ecological land survey method adapted to the needs of forest land management in an urban fringe context is proposed. Having recognized first of all that an ecosystematic approach is suitable for integrated land management, the ecological land survey method proposed by the CCELC (Canada Committee on Ecological Land Classification) is then identified as an interesting conceptual framework. Four levels of perception, consisting of three classification units and three mapping units, are adopted: the ecological region, the ecological sub-system, the ecological type and the ecological phase. In regard to site classification, redefinitions of the ecological type and especially of the ecological phase are proposed in order to integrate more satisfactorily the human factor as the principal ecological force in the urban fringe and to be more suitable for certain management problems. In as far as site mapping is concerned, a new level of perception, the ecological sub-system, has been developed. Based on the notion of landscape, the sub-system takes into account the human factor by introducing the concept of territorialité. The ecological sub-system, which works well on the scale of 1:25 000, is a practical level of perception in the fringe area.

## Introduction

Dans le cadre d'un développement du territoire urbain axé sur la recherche de la qualité de la vie, l'intégration de la dimension écologique se présente comme un moyen pratique d'optimiser les décisions d'aménagement (Bélanger & Pineau, 1983). Cette affirmation se justifie tout particulièrement pour les territoires périurbains, ces zones de transition entre le milieu urbain proprement dit et les milieux ruraux et naturels avoisinants (Russwurm, 1977), où des choix manifestes de type de développement existent encore.

La réalisation d'un tel cheminement, communément désigné par le vocable de planification écologique (Lang & Armour, 1980), se heurte toutefois à certains problèmes. Lors d'un colloque du Comité canadien de la classification écologique du territoire (CCCET) sur les régions urbaines, les participants soulignaient, entre autres, l'absence de données écologiques pertinentes pour la majorité des villes canadiennes (CCCET, 1977a). Ils recommandaient conséquemment de créer une base de données écologiques de référence et, pour y parvenir, de développer des méthodes d'inventaire écologique originales qui puissent répondre aux besoins particuliers des zones urbaines.

Dans cette optique, le présent travail propose d'adapter la méthodologie d'inventaire écologique du territoire proposée

par le CCET (Jurdant et al., 1975) aux problèmes particuliers d'un type de région périurbaine important au Québec: le territoire forestier périurbain. La forêt occupe, en effet, une place importante aux abords de plusieurs régions urbaines québécoises, situées, par exemple, dans les Laurentides et les Appalaches, ou encore dans certaines zones des basses-terres du Saint-Laurent peu propices à l'agriculture. Dans ces cas, le territoire périurbain se caractérise par la prédominance d'un milieu forestier entrecoupé d'étendues plus restreintes de type urbain, agricole, récréatif ou industriel.

Ce travail a été élaboré en deux étapes: d'abord la définition d'une démarche conceptuelle, puis l'adaptation d'une méthodologie. L'adaptation méthodologique s'est effectuée sur un territoire forestier pilote de 3000 ha (les contreforts de Beauport), situé à la périphérie de la Communauté urbaine de Québec (Bélanger, 1981), ce qui permet, par rétroaction, de valider et/ou d'améliorer les principes méthodologiques retenus. Il faut noter ici, que le milieu aquatique a été quelque peu négligé lors de l'adaptation, non pas parce que ce milieu n'apparaissait pas important aux auteurs, mais plutôt à cause de sa faible importance dans le territoire pilote étudié.

des sites présentant des risques des personnes et des biens, entre autres, les zones d'inondation et de glissement de terrain; 2) une identification des contraintes et des aptitudes du territoire quant à l'approvisionnement en eau potable; 3) une détermination de la productivité du sol, notamment son potentiel forestier; 4) une identification des contraintes et des aptitudes du territoire pour le développement résidentiel; 5) une évaluation du degré de fragilité des écosystèmes naturels; 6) une appréciation de l'attrait récréatif du territoire, notamment pour les activités de plein air et la villégiature; 7) une identification des sites d'intérêt spécial au plan éducatif, culturel, esthétique ou scientifique.

#### Sélection d'une démarche méthodologique

Pour concevoir un inventaire écologique il existe divers cheminements conceptuels qui ont des implications spécifiques sur la suite, tant sur le plan théorique, méthodologique qu'opérationnel. Ces divers cheminements peuvent être regroupés sous trois titres: la démarche sectorielle unidisciplinaire, la démarche sectorielle pluridisciplinaire et la démarche écosystématique ou intégrée interdisciplinaire. Ainsi la première étape dans l'élaboration d'une méthode d'inventaire écologique consiste à choisir la démarche qui convient le mieux à la problématique en présence.

## DEMARCHE SECTORIELLE UNIDISCIPLINAIRE

Chaque discipline scientifique a élaboré des méthodes adaptées aux particularités de son champ d'intérêt. La plupart des inventaires classiques répondent à cette préoccupation: inventaire dendrométrique, faunique, géomorphologique, phytosociologique. Cette démarche est appropriée lorsque le besoin de renseignements touche un problème unique et bien défini.

## DEMARCHE SECTORIELLE PLURIDISCIPLINAIRE

Dès qu'on aborde des problèmes plus globaux de planification, comme l'utilisation polyvalente du territoire, les besoins en données biophysiques sont plus détaillés et plus diversifiés. Dans l'approche pluridisciplinaire, des spécialistes de divers domaines étudient simultanément le même territoire, en utilisant les méthodes propres à leur discipline (Grandtner, 1968).

Lors de la synthèse des études sectorielles, le cadre biophysique est décrit par une superposition de facteurs cartographiés isolément (McHarg, 1969; Belzile, 1971). Dans un tel processus de travail, l'intégration des diverses variables écologiques ne se fait qu'au stade final du travail, d'où l'expression d'intégration a posteriori (Long, 1974).

La superposition des études sectorielles engendre, dès qu'on fait appel à un nombre important de facteurs, une mosaïque complexe difficilement déchiffrable dont plusieurs unités ont peu ou pas de signification (Thie et al., 1979) et amène à négliger les interactions entre les diverses variables (Long, 1974; Jurdant et al., 1977).

#### DEMARCHE ECOSYSTEMATIQUE OU DEMARCHE INTEGREE INTERDISCIPLINAIRE

Dans cette démarche, l'apport des différentes disciplines est intégré à chaque étape du processus d'inventaire, de cartographie et de classification. Cette intégration a priori est basée, la plupart du temps, sur le concept d'écosystème (Long, 1974). Plutôt que de traiter un à un les facteurs biophysiques, l'on aborde le milieu de façon globale, ce qui, cartographiquement, se traduit par la définition d'unités géographiques de complexité croissante, selon le niveau de perception écologique de l'espace retenu. Chacune de ces unités se compose d'une communauté biologique, en interdépendance avec les facteurs abiotiques du milieu (Jurdant et al., 1977). Unité spatiale visible, elle se délimite à partir de critères physiques et biologiques établis sur la base des objectifs poursuivis (Rowe, 1962).

Les avantages de la démarche écosystématique sont nombreux: 1) en intégrant dès le départ l'ensemble des facteurs biophysiques, elle obvie aux problèmes liés à la superposition des

études sectorielles; 2) elle permet de présenter beaucoup d'informations écologiques sous une forme concentrée; 3) les mêmes unités étant utilisées pour les différentes interprétations, les comparaisons entre divers choix d'aménagement sont grandement facilitées; 4) l'unité de référence étant une unité géographique utilisable par tous les intervenants, elle doit logiquement constituer l'unité d'aménagement de base; 5) en intégrant les efforts opérationnels, les coûts d'un tel inventaire sont moindres.

Les plus grandes difficultés de cette démarche résident, d'une part, dans le fait à faire travailler des individus de formation différente à l'intérieur d'une même équipe (Mackintosh, 1979) et, d'autre part, dans la complexité de la formulation des résultats. Cette dernière difficulté est néanmoins minimisée lors de l'élaboration de documents interprétatifs (Jurdant et al., 1977). L'interprétation des inventaires écologiques constitue alors dans cette approche une étape essentielle du processus de planification écologique (Bélanger & Pineau, 1983), faisant le lien entre les données brutes des documents scientifiques et l'utilisation de ces données par les divers agents de développement.

La démarche écosystématique, malgré ses difficultés semble constituer le moyen le plus efficace de rassembler l'information utile. C'est d'ailleurs cette démarche qui est recommandée par Wiken (1979) pour les inventaires écologiques

en milieu urbain et qui est retenue dans le présent travail.

### Méthode du CCCET

Plusieurs méthodes d'inventaire écologique ont été élaborées à partir de la démarche écosystématique, tout particulièrement en Europe, en Australie et au Canada. Parmi les plus importantes, soulignons les travaux de Bertrand (1968, 1972a, 1972b), de Long (1974) en France, de Howard & Mitchell (1980) en Angleterre et ceux effectués au Baden-Württemberg (Spurr & Barnes, 1973); ceux de l'école australienne (Christian & Stewart, 1968); ceux de Hills (1961), de Lacate (1969) et de Jurdant et al. (1977) au Canada.

Au Canada, la méthode d'inventaire écologique proposée par le Comité canadien de la classification écologique du territoire (CCCET) est la méthode écosystématique la plus largement utilisée (CCCET, 1977b; 1979). Au Québec, le Comité d'écologie appliquée à l'aménagement du territoire, dans son souci d'uniformiser l'information écologique, la propose d'ailleurs comme cadre de référence méthodologique (Jurdant et al., 1976).

Dans la recherche d'une formule d'inventaire écologique adaptée à la problématique périurbaine en territoire canadien, la méthode du CCCET apparaissait donc comme un point de départ logique. Tout en respectant une certaine uniformité dans la démarche souhaitée par la plupart des écologues québécois,

cette méthodologie semblait assez flexible pour s'adapter aux particularités des zones étudiées.

## HISTORIQUE

La méthodologie du CCET est le résultat d'un programme national amorcé à la suite de l'Inventaire des Terres du Canada. En 1969, un comité établissait les premières lignes directrices (Lacate, 1969). C'est en 1976 qu'Environnement Canada présidait à la formation du Comité canadien de la classification écologique du territoire, dans le but d'encourager le développement et l'application de l'approche écosystématique (Ironsides, 1980).

Au Québec, trois inventaires écologiques majeurs ont contribué au développement des concepts méthodologiques défendus au sein du CCET: l'inventaire écologique du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Jurdant et al., 1972), l'inventaire du capital-nature du Territoire de la Baie-James (Jurdant & Ducruc, 1980; Ducruc & Bérubé, 1980; Gerardin, 1980), l'inventaire du capital-nature de la Moyenne et Basse-Côte Nord.

Actuellement, le Service de la recherche du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec essaie d'adapter les recommandations du Comité d'écologie appliquée à l'aménagement du territoire à l'unité de gestion des Appalaches. À Environnement Québec, la méthode est appliquée dans les réserves éco-

logiques. Une revue des projets entrepris au Québec selon la méthode du CCCET a été produite par Ducruc (1979).

## CONCEPTS DE BASE

Le but de l'inventaire écologique est de classer et de cartographier le territoire en unités identifiées, caractérisées et nommées par les composantes biophysiques les plus permanentes de l'environnement qui reflètent le mieux les perspectives d'utilisation du milieu naturel (Jurdant et al., 1977). L'inventaire écologique repose sur une intégration a priori des données climatiques, géologiques, géomorphologiques et végétales. Toutefois, les types géomorphologiques (landforms) constituent le cadre dans lequel sont décrites et classifiées les autres variables biophysiques, le principe étant qu'ils affectent plus les autres facteurs écologiques qu'ils ne sont affectés par eux (Rowe, 1962; 1971).

La méthode se caractérise également par l'utilisation d'un système hiérarchique de classification et de cartographie écologique. L'élaboration d'un tel système découle des différences d'échelle et de précision requise des inventaires, en vue de répondre aux divers besoins de la planification écologique (Jurdant et al., 1975). La méthode d'inventaire écologique du CCCET identifie cinq niveaux de perception écologique de l'espace, exprimés à des échelles correspondantes: la région écologique, le district écologique, le système écologique, le

type écologique et la phase écologique. Le choix d'un niveau donné dépend principalement de la nature de l'information requise, du niveau de précision recherché, de la superficie à inventorier, de la complexité du territoire et du temps alloué pour faire le travail.

On reconnaît maintenant que l'inventaire écologique comprend deux dimensions complémentaires: une dimension "classification" ou dimension taxonomique, issue de l'analyse de variables quantifiables échantillonnées, et une dimension "cartographique" issue principalement d'un exercice de photo-interprétation (Ducruc, 1982). Trois des niveaux de perception écologique sont, à la fois, d'ordre taxonomique et d'ordre cartographique: la phase écologique (l'unité de base), le type écologique et la région écologique; alors que les deux autres niveaux de perception sont uniquement d'ordre cartographique: le système écologique et le district écologique.

Même s'il existe une démarche commune à tous les inventaires écologiques se rapportant au CCCET, il n'y a pas, cependant, de procédé unique (Rowe, 1979). On retrouve plutôt une certaine diversité dans l'application de la méthode qui varie selon les objectifs poursuivis et les milieux étudiés.

Adaptation de la méthode du CCCET  
au territoire forestier périurbain

La méthodologie de classification et de cartographie écologique du CCCET a été initialement conçue pour effectuer des reconnaissances écologiques en milieu naturel, à moyenne ou petite échelle (Lacate, 1969). Les principaux objectifs étaient alors de déterminer les potentiels agricoles, forestiers, fauniques et récréatifs, tout comme l'Inventaire des Terres du Canada.

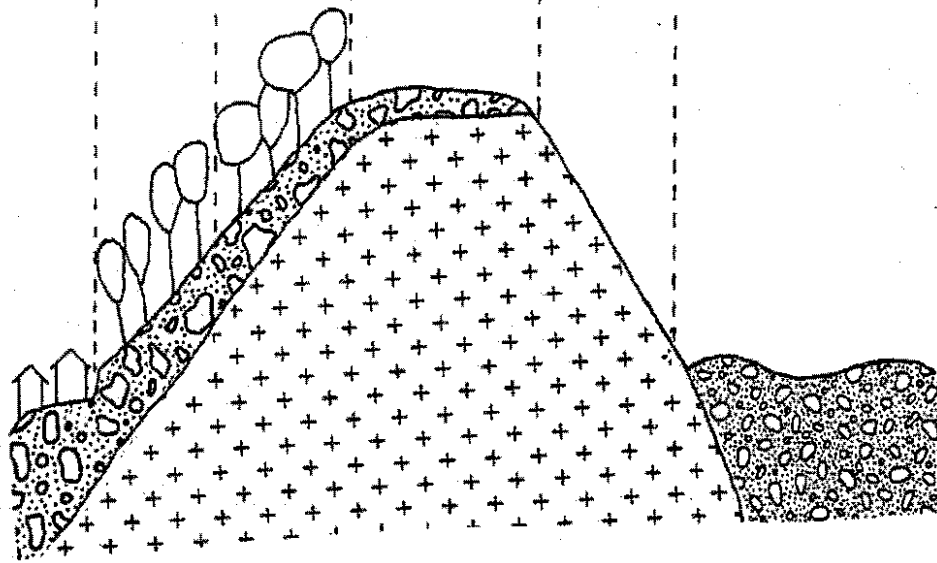
La spécificité du milieu périurbain et les problèmes particuliers d'aménagement qui s'y rencontrent, nous ont amenés à adapter cette méthodologie. En milieu périurbain et urbain, on doit considérer en premier lieu l'importance, l'abondance et la diversité des interactions entre l'homme et son milieu ambiant d'où la nécessité d'intégrer le facteur humain aux autres critères biophysiques. D'autre part, en raison des activités particulières au milieu périurbain, certaines variables, par exemple les facteurs géotechniques, prendront beaucoup plus d'importance. Enfin, l'intensité des interventions humaines dans une aire restreinte contraint à travailler à des échelles d'observation beaucoup plus grandes que celles normalement utilisées dans les milieux moins perturbés.

Par ailleurs, les objectifs du présent travail nous ont conduit à envisager les unités écologiques différemment des unités écologiques proposées originalement par le CCCET.

Nous avons recherché des unités naturelles à l'intérieur desquelles les facteurs écologiques posent des problèmes d'aménagement similaires plutôt que de rechercher des unités isoécologiques pures. Ceci signifie que les différences écologiques ne sont retenues que dans la mesure où elles impliquent des différences sensibles du point de vue de l'aménagement du territoire. L'accent passe de la connaissance écologique fondamentale à celui de l'utilisation pratique de cette information. Cette démarche n'est pas sans rappeler la notion de région homogène de Gagnon (1974).

Quatre niveaux de perception écologique de l'espace, impliquant trois unités de classification et trois unités cartographiques, ont été retenus (figure 1). Chaque unité, en plus de correspondre à une échelle différente, exprime une information écologique particulière. Cinq d'entre elles correspondent à des unités taxonomiques ou cartographiques, analogues à celles identifiées dans la méthodologie du CCCET (Ducruc, 1982): la région écologique taxonomique, le type écologique taxonomique et cartographique, ainsi que la phase écologique taxonomique et cartographique. La sixième unité, le sous-système écologique, est une nouvelle unité cartographique développée pour répondre à un besoin de synthèse au niveau local. La conception de ces unités, ainsi que le choix des critères écologiques, sont largement inspirés des travaux de Lacate (1969), Jurdant et al. (1977), Gimbarzevsky (1975, 1977), Allard et al. (1978) et Dansereau & Paré (1977).

RÉGION ÉCOLOGIQUE		
Contreforts des Laurentides de Québec		
SOUS-SYSTÈMES ÉCOLOGIQUES		
Colline du rang Saint-Ignace		Plateau du Lac des Roches
TYPES ÉCOLOGIQUES		
$\frac{1a,3,4^*}{Es Bj}$	$\frac{1a,2,2^*}{Es Bj Hg}$	$\frac{R,1,5^*}{Epr Sb}$
PHASES ÉCOLOGIQUES		
U4v*	Cp,g*	Er Bp* hp



Till granitique



Épandage fluvio-glaciaire



Roc cristallin



Voir tableau I

Figure 1

TABLEAU I  
Signification des symboles utilisés  
dans les exemples présentés

ORIGINE ET NATURE DES DEPOTS	
1a	Till non différencié
1a(R)	Till mince (0,3 à 1 m)
2a	Epandage fluvio-glaciaire
2b	Dépôt fluvio-glaciaire de contact
4c1	Dépôt lacustre sub-actuel à texture limo- neuse
7b	Tourbière minérotrophe
8a	Talus d'éboulis
R	Roc cristallin

CLASSES DE DRAINAGE		CLASSES DE PENTE	
1	Excessif	1	Terrain plat (0-2%)
2	Bon	2	Pente faible (2-10%)
3	Modérément bon	3	Pente modérée (10-15%)
4	Imparfait	4	Pente forte (15-30%)
5	Mauvais	5	Pente très forte (30-50%)
6	Très mauvais	6	Pente abrupte (> 50%)
*	Eau tellurique qui circule		

ESPECES DOMINANTES DES GROUPEMENTS FORESTIERS			
Bg	Bouleau gris	Es	Erable à sucre
Bj	Bouleau jaune	Hg	Hêtre à grandes feuilles
Bp	Bouleau à papier	Oa	Orme d'Amérique
Cp	Cerisier de Pennsylvanie	Pt	Peuplier faux-tremble
Epr	Epinette rouge	Sb	Sapin baumier
Er	Erable rouge	To	Thuya occidental

TABLEAU I (SUITE)

STADES DE DEVELOPPEMENT	
f	Fourré (dhp*: < 1 cm)
g	Gaulis (dhp: 1 à 9 cm)
bp	Bas perchis (dhp: 10 à 19 cm)
hp	Haut perchis (dhp: 20 à 29 cm)
jf	Jeune futaie (dhp: 30 à 39 cm)
*dhp	Diamètre à hauteur de poitrine

PERTURBATIONS	
cp	Coupe partielle
DEGRE DE TRANSFORMATION DU MILIEU	
U	Urbain
I	Industriel
TYPE D'OCCUPATION DU TERRITOIRE	
V	Villégiature
S	Sablière

## UNITES DE CLASSIFICATION

Les trois niveaux taxonomiques, ou unités de classification, définis par le CCET furent retenus pour l'inventaire écologique du territoire forestier périurbain. Dans un cas, soit pour la région écologique, la définition initiale de ce niveau fut adoptée sans modifications. Cependant, pour les deux autres niveaux de classification, et notamment dans le cas de la phase écologique, les concepts originaux furent adaptés pour mieux correspondre aux particularités du territoire forestier périurbain et aux objectifs poursuivis.

### Région écologique

Une région écologique se définit par un climat régional distinctif, appréhendé par un ensemble particulier de caractéristiques du couvert végétal: physionomie, structure, distribution d'espèces et chronoséquences (Ducruc, 1982; Gerardin & Ducruc, sous-presse). C'est une unité écoclimatique où des sites semblables supportent les mêmes chronoséquences végétales; une chronoséquence végétale correspond à l'ensemble des communautés végétales qui se succèdent sur un site donné, après perturbation, et s'identifie par le stade végétal final de la succession.

Une démarche permettant de définir les régions écologiques est décrite par Ducruc et al. (1976) et par Gerardin & Ducruc (sous-

presse). Damman (1979) décrit également certains critères permettant de reconnaître les différences climatiques à partir de différences dans la végétation. L'essentiel, pour définir une région écologique, consiste à comparer la distribution de la végétation sur des sites semblables quant à la roche-mère pédologique, à la position topographique, au drainage du sol et au stade de la chronoséquence.

La région écologique offre un cadre bioclimatique dans lequel il est possible de généraliser des observations sur le comportement de la végétation d'un site donné à tous les sites similaires. Ainsi, les prévisions quant à la réaction de la végétation à divers types d'intervention (coupes forestières, ouvrages de génie, récréation) peuvent se faire avec une plus grande assurance.

### Type écologique

Le type écologique taxonomique est défini par la combinaison d'une chronoséquence végétale (série de végétation) et d'une série de sol (Ducruc, 1982). Cependant, Jurdant et al. (1977), devant la nature différente des activités en territoire agricole et non agricole, distinguent deux méthodes pour classifier les types écologiques en se basant respectivement sur les critères biophysiques les plus importants pour l'agriculture et la foresterie.

De façon similaire, la notion de type écologique a été adaptée pour tenir compte des particularités du milieu forestier périurbain et des objectifs visés. L'accent a été mis sur les caractères physiques pour classer le sol, plutôt que sur les critères proprement pédogénétiques. Deux raisons justifient cette modification: (1) Les critères pédogénétiques se limitent à la partie altérée du dépôt meuble, avec une profondeur diagnostique qui ne dépasse pas 1 à 1,5 mètre. Or, pour de nombreuses interprétations portant sur les contraintes et les aptitudes du sol pour certaines activités urbaines, il est nécessaire de connaître les caractéristiques physiques du site sur une plus grande profondeur (Miller, 1978). Way (1973) suggère, conséquemment, l'emploi de la notion de sol utilisée par les ingénieurs civils, c'est-à-dire tout le dépôt meuble recouvrant l'assise rocheuse. (2) D'autre part, de nombreux caractères pédogénétiques ne correspondent pas non plus à des seuils écologiques significatifs (Dubé & Raymond, 1966; Doyon, 1975). Par contre, Major (1951) indique qu'il est plus profitable d'étudier la végétation en fonction de la roche-mère pédologique (matériau parental), plutôt qu'en fonction du sol, la précédente étant indépendante des autres facteurs de l'environnement. La roche-mère pédologique est exprimée dans la pratique comme une subdivision ou un regroupement des matériaux géologiques de surface (type géomorphologique) nécessaire pour l'obtention d'unités pédologiquement homogènes, notamment quant à la pierrosité, la texture, l'épaisseur du dépôt meuble et la superposition de matériaux d'origines diverses (S.I.E., 1981).

Pour caractériser le sol (au sens large du terme), nous avons donc adopté une démarche basée sur la caractérisation géotechnique et édaphique du type géomorphologique (landform). Plus spécifiquement, nous avons identifié les types écologiques à partir des cinq variables suivantes: 1) l'origine du type géomorphologique ou matériau géologique de surface; 2) la nature du type géomorphologique (texture, épaisseur, pierrosité); 3) la classe de drainage; 4) la classe de pente; 5) la chronoséquence végétale telle qu'identifiée par le groupement forestier terminal. Ces variables ont été retenues à partir de deux types de critères: des critères géotechniques et des critères édaphiques.

Un inventaire écologique en milieu périurbain devrait permettre, en premier lieu, d'identifier des unités dans lesquelles les contraintes géotechniques pour le développement urbain sont relativement uniformes. Poursuivant un objectif identique, Way (1973) propose une classification basée sur l'identification de l'origine et de la nature des types géomorphologiques. Des méthodes similaires sont utilisées par l'Institut d'aménagement forestier du Service canadien des forêts (Gimbarzevsky, 1977) et le laboratoire de géomorphologie de l'Université Laval (Allard et al., 1978). Les premiers utilisent des land types définis par l'origine géomorphologique du dépôt meuble, la topographie locale, l'humidité, la texture et l'épaisseur du sol; alors que les seconds définissent le type géomorphologique, un pendant du type écologique, caractérisé uniquement à partir

de variables physiques comme le type de dépôt, la texture, l'épaisseur du sol et la classe de drainage. Les variables utilisées par ces deux groupes sont à peu près les mêmes que celles utilisées par le Service de la géotechnique du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (Maranda, 1977; Lebuis, 1979): le type de dépôt, l'épaisseur, le comportement de la nappe phréatique, la pente du terrain et les propriétés mécaniques du sol.

Dans le contexte forestier périurbain, il est également important de prendre en considération les caractéristiques édaphiques qui influencent la composition, la dynamique et la productivité de la végétation. Dans une région écologique donnée, on devrait retrouver une seule chronoséquence végétale par type écologique. Dans la région écologique des contreforts des Laurentides (région où se situe l'inventaire écologique que nous avons entrepris à l'aide de la méthode proposée), les études de Jurdant (1968, de Lalumière (1979), de Thibault (1979) et de Gagnon & Marcotte (1980) s'accordent sur les caractéristiques physiques de la roche-mère pédologique les plus discriminantes pour la végétation: la nature et l'origine du type géomorphologique, la texture du sol, l'épaisseur du dépôt, le drainage et la situation topographique. Ce sont donc les mêmes variables que celles retenues précédemment. Il faut cependant s'assurer que les classes adoptées pour chacune d'elles correspondent

bien à des seuils écologiques significatifs pour la végétation.

Le type écologique, étant ainsi homogène sur les plans géotechnique et édaphique, pourra être utilisé pour entreprendre plusieurs interprétations liées à l'urbanisation, à l'aménagement forestier et à la récréation (Bélanger, 1981) et identifiées lors de la définition des objectifs.

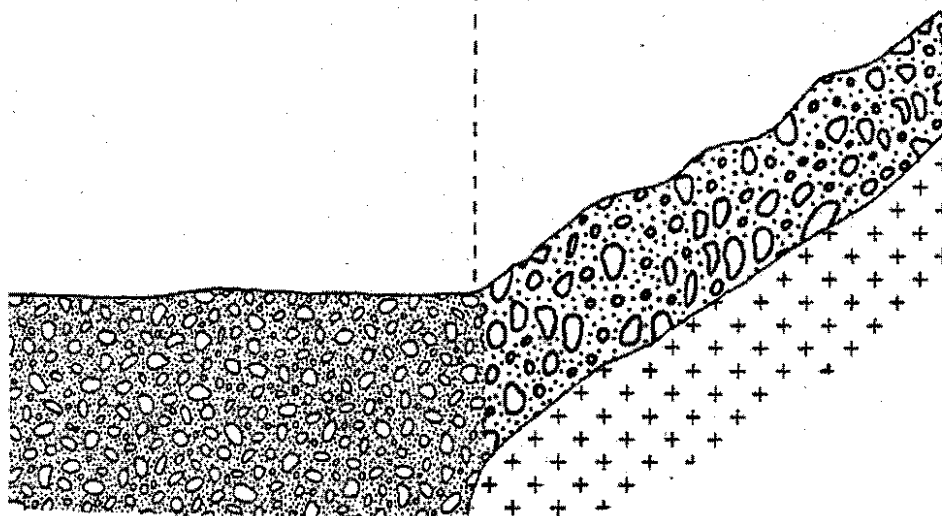
Suite à cette adaptation, le type écologique taxonomique se redéfinit comme une unité caractérisée par des propriétés géotechniques et édaphiques relativement uniformes et une chronoséquence végétale particulière (figure 2).

### Phase écologique

La phase écologique taxonomique est l'unité écologique correspondant au niveau de perception écologique de l'espace le plus détaillé de la méthodologie proposée par le CCET. On peut la considérer comme une subdivision du type écologique, liée à ce qui existe présentement sur le site.

Ducruc (1982) définit la phase écologique comme la combinaison d'un type de végétation et d'une série de sol. Bien que satisfaisante dans les régions naturelles, cette définition pose cependant des problèmes lorsqu'on veut l'appliquer aux régions urbaines et périurbaines où se retrouvent beaucoup

Épandage fluvio-glaciaire très épais; bien drainé; pente de 2 à 10%; sapinière à épinette rouge et érable rouge.	Till granitique mince; modérément bien drainé; pente de 15 à 30%; érablière à bouleau jaune.
$\frac{2a, 2, 2^*}{Sb\ Epr\ Er}$	$\frac{1a(R), 3, 4^*}{Es\ Bj}$






- |                                                                                     |                 |                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Till granitique |  | Épandage fluvio-glaciaire |
|  | Roc cristallin  | *                                                                                   | Voir tableau I            |

Figure 2

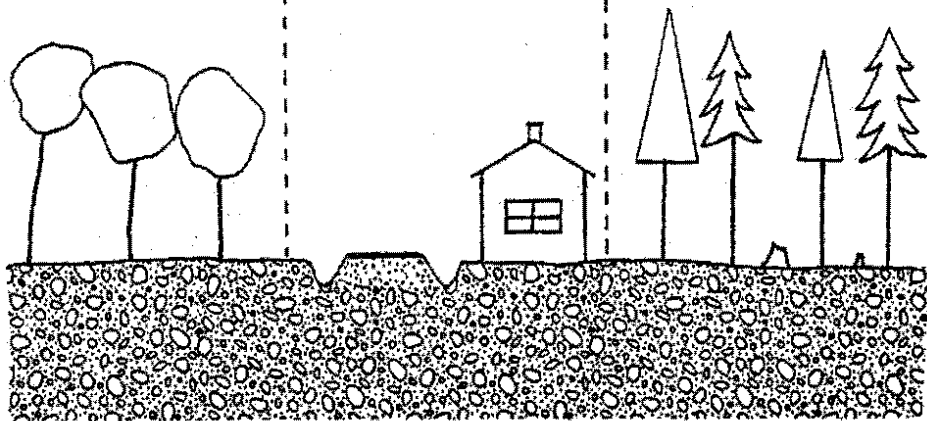
de surfaces modifiées par l'homme (centres commerciaux, zones résidentielles, carrières, etc.). Comment caractériser la phase écologique en l'absence d'un couvert végétal naturel?

Il est donc essentiel, dans le contexte d'un inventaire écologique du territoire forestier périurbain, d'élargir la base conceptuelle du niveau de perception propre à la phase écologique, de manière à intégrer de façon appropriée l'activité humaine. Dansereau (Dansereau, 1976; Dansereau & Paré, 1977) propose, à partir d'un modèle élargi de la notion traditionnelle de l'écosystème dans lequel sont incorporés des éléments anthropiques (tels que le cadre économique et socio-culturel), une méthode de classification de l'occupation des terres qui associe la classification de l'utilisation du territoire et la classification des écosystèmes naturels.

En s'inspirant de ces travaux, la phase écologique taxonomique est redéfinie ici comme une unité caractérisée par des propriétés géotechniques et édaphiques relativement uniformes et par un type particulier d'occupation actuelle du sol (figure 3). Les phases écologiques peuvent alors se regrouper en deux catégories: les phases écologiques naturelles et les phases écologiques anthropiques.

La classification des phases écologiques naturelles se fait à partir de la variabilité de la végétation au sein du même type écologique. Jurdant et al. (1977) proposent le

Épandage fluvio-glaciaire, sablo-graveleux, très épais; bien drainé; pente 2 à 10 %		
Tremblai à bouleau gris; stade gaulis.	Zone urbaine; résidentielle; villégiature.	Sapinière à épinette rouge; stade perchis.
$\frac{P1 Bg, g}{2a, 2, 2}^*$	$\frac{U, 4, v}{2a, 2, 2}^*$	$\frac{Sb Epr, bp}{2a, 2, 2}^*$



 Épandage fluvio-glaciaire

\* Voir tableau I

Figure 3

type de végétation, qu'ils définissent comme le taxon phytosociologique du rang le plus bas qu'il est possible de décrire selon les seuls critères floristiques. Dans le contexte qui nous préoccupe ici, nous préférons le concept de groupement forestier proposé par Lafond & Ladouceur (1968): une unité phytosociologique significative du point de vue de l'inventaire et de l'aménagement forestier qui peut être identifiée, dans la majorité des cas, sur une photographie aérienne (1:15 000?). L'accent est mis sur la strate arborescente à cause de son importance pour la production de la matière ligneuse, de son influence prédominante sur l'esthétique du site, et sur sa "photointerprétabilité".

Les phases écologiques anthropiques sont identifiées à partir de critères semblables à ceux de Dansereau & Paré (1977), mais de façon simplifiée. Les classes d'utilisation sont basées sur trois critères: le degré d'impact de l'homme sur le milieu (occupation rurale, industrielle et urbaine), le genre d'intervention ou d'exploitation et le type précis d'occupation du territoire.

Les interprétations, quant aux potentiels, aptitudes et contraintes du territoire, qui nécessitent une information sur l'état actuel du site, peuvent se faire à l'aide de la phase écologique. Nous pensons notamment aux interprétations liées à l'évaluation des priorités d'intervention sylvicole, à l'évaluation esthétique d'un site, à l'identification des

sites d'intérêt spécial, à l'évaluation de la tolérance d'un boisé à la récréation, etc.

## UNITES CARTOGRAPHIQUES

Nous avons retenu trois niveaux de perception écologique de l'espace auxquels correspondent trois unités écologiques cartographiques pour cartographier le milieu forestier périurbain. Partant du particulier au général, ces unités sont la phase écologique cartographique, le type écologique cartographique et le sous-système écologique.

Les deux premiers niveaux, soit la phase écologique cartographique et le type écologique cartographique, ont déjà été identifiés dans la méthodologie du CCCET (Ducruc, 1982). Par contre, la troisième unité cartographique adoptée, le sous-système écologique, se rapporte à un nouveau niveau de perception écologique développé ici pour répondre à certains besoins propres au contexte périurbain.

Il est bon de noter ici que la cartographie d'un niveau donné de perception écologique de l'espace, ne nécessite pas la délimitation des unités cartographiques de niveau inférieur.

## Phase écologique cartographique

La phase écologique cartographique correspond à une portion du territoire dont les propriétés géotechniques et édaphiques et le type d'occupation actuelle du sol sont relativement uniformes.

La cartographie des phases écologiques fait appel à de très grandes échelles (1:5 000 et plus grand), dans un milieu aussi perturbé et complexe que le territoire forestier périurbain. Les éléments cartographiques sont identifiés ou interprétés sur photographies aériennes, en subdivisant les types écologiques sur la base des divers états de l'occupation actuelle du sol, soit selon les groupements forestiers pour les zones naturelles, soit selon l'utilisation anthropique du sol pour les zones altérées par l'homme; ces deux groupes de subdivisions étant photointerprétables.

La carte des phases écologiques n'est pas, cependant, une carte permanente du milieu et doit être constamment mise à jour, contrairement à la carte des types écologiques. Sa réalisation doit donc correspondre à des besoins d'aménagement précis et à court terme.

### Type écologique cartographique

Le type écologique cartographique est défini ici comme une portion du territoire dont les propriétés géotechniques et édaphiques sont relativement uniformes. Le découpage géographique est réalisé en identifiant ou en interprétant sur des photographies aériennes à grande échelle (1:20 000 au 1:10 000), des discontinuités parmi les paramètres suivants: les formes de terrain, la nature des dépôts de surface, la position topographique, la forme de la pente, la longueur de la pente, la force de la pente, le réseau de drainage superficiel, les variations dans la physionomie, la structure et la composition du couvert végétal.

Chaque élément cartographique est identifié à l'aide de symboles cartographiques pour l'origine et la nature du type géomorphologique, la classe de drainage et la classe de pente. Par ailleurs, pour exprimer la relation sol/végétation, nous avons utilisé un moyen similaire à celui de Gagnon & Marcotte (1980), identifiant, pour chaque type écologique, le groupement forestier final de la chronoséquence végétale.

La carte des types écologiques constitue une carte biophysique durable, qui n'a pas à être périodiquement mise à jour comme une carte de la végétation ou de l'utilisation du sol, puisqu'elle est basée sur des caractéristiques stables et permanentes du milieu.

### Sous-système écologique

Il s'avère souvent nécessaire, pour des fins d'aménagement du territoire périurbain, d'avoir une perception globale et synthétique de tout l'espace étudié. Toutefois, la cartographie au niveau du type écologique et, a fortiori, au niveau de la phase écologique, se révèle souvent trop détaillée, pouvant fréquemment produire un nombre impressionnant d'unités cartographiques dans un territoire donné; dans ces cas, la nécessité d'un niveau de perception cartographique plus général est manifeste. Le niveau recherché devra cependant continuer d'être significatif pour la planification écologique, notamment, pour contribuer au macrozonage du territoire (la délimitation de zones préférentielles d'affectation), étape préalable à la détermination d'unités d'aménagement en harmonie avec les caractéristiques écologiques du milieu (Ordres des agronomes et des ingénieurs forestiers du Québec, 1975) et l'un des buts visés dans ce travail.

Il devrait également être un outil de vulgarisation écologique à la portée de la population et des administrateurs municipaux, du moins de façon intuitive et donc refléter la réalité vécue et ressentie par la population.

Dans la méthode d'inventaire écologique du CCET, c'est le système écologique qui constitue, dans la hiérarchie de perception écologique de l'espace, la première unité cartogra-

phique dont l'échelle est plus petite que le type écologique. Il se définit comme une portion du territoire caractérisée par un pattern propre du relief, des matériaux géologiques de surface, des sols, des chronoséquences végétales et des plans d'eau (Jurdant et al., 1977). Le système écologique correspond à une unité complexe du paysage géographique visible (Ducruc & Bérubé, 1980; Ducruc, sous-presse). C'est une entité naturelle perceptible sur le terrain et les photographies aériennes.

L'objectif premier du système écologique est de servir d'unité cartographique pour des reconnaissances écologiques à moyenne échelle (1:125 000 ou plus petit). Or, en milieu urbain, il est reconnu qu'une échelle plus petite que le 1:25 000 n'a pas beaucoup d'utilité (Dorney, 1977; Dansereau & Paré, 1977). De plus, le système écologique, tel que défini ne considère pas directement les facteurs humains tels que l'histoire de l'utilisation du territoire ou le degré d'artificialisation du milieu. Ainsi, dans le contexte urbain et périurbain, le système écologique apparaît comme une unité cartographique peu pratique.

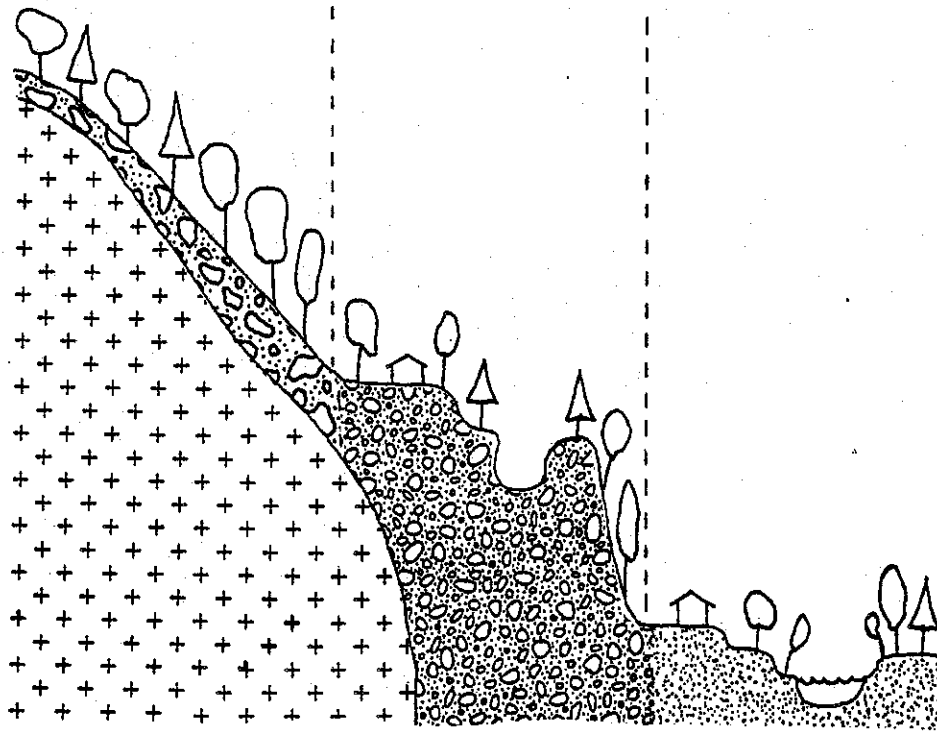
Il nous est alors apparu nécessaire de proposer un nouveau niveau de perception écologique, le sous-système écologique, qui tout en assimilant les grands principes élaborés pour le système écologique, les adapte au milieu urbain. Nous avons retenu, plus particulièrement, le principe de découpage géographique du paysage en recherchant les discontinuités majeures

parmi les éléments constitutifs du "squelette" géographique: la géologie, le relief, les dépôts de surface, les plans d'eau, etc. (Ducruc & Bérubé, 1980). Cependant, en adoptant une échelle cartographique variant du 1:20 000 au 1:50 000, il est possible de cartographier des unités de paysage simples, au sens large de Lacate (1969), constituées de types géomorphologiques d'origine similaire, en opposition aux systèmes écologiques, unités plus complexes du paysage, formées le plus souvent (du à l'échelle) de plusieurs types géomorphologiques contigus. Cette démarche n'est pas sans affinités avec les landscape units, définis par le Centre de recherche forestière du Pacifique pour évaluer l'aptitude d'un territoire à l'urbanisation (Eis & Oswald, 1975; Hirvonen, 1977).

Par ailleurs, nous avons également cherché à intégrer l'élément humain dans la définition du sous-système. Le concept de territorialité, concept qui se rapproche quelque peu de celui de terroir (Bertrand, 1975) et défini comme étant la découverte progressive des potentialités d'un lieu et leur mise à contribution (Bresso & Raffestin, 1979; Gaudreau, 1980), nous est apparu particulièrement intéressant.

A partir de ces considérations, le sous-système est défini comme une portion du territoire caractérisée par une unité de paysage simple, relativement homogène quant à ses caractéristiques géologiques, topographiques et géomorphologiques, et par un certain développement territorial perçu par l'histoire de

COLLINE DU RANG SAINT-ANDRÉ	TERRASSES DU MOULIN-VALLIÈRE	PLAINE ALLUVIALE DES ISLETS
--------------------------------	---------------------------------	--------------------------------



- |  |                 |  |                           |
|--|-----------------|--|---------------------------|
|  | Till granitique |  | Épandage fluvio-glaciaire |
|  | Roc cristallin  |  | Alluvions                 |

Figure 4

l'utilisation du territoire ou par l'identification du territoire par la population locale (figure 4).

Le nombre restreint d'éléments cartographiques qui résulte d'une cartographie des sous-systèmes écologiques, à l'échelle locale d'une municipalité, permet par ailleurs de les identifier par une appellation individuelle à consonance géographique et morphologique. Plus souvent qu'autrement, ces appellations ont une signification plus palpable pour les non-spécialistes qu'une symbolisation alpha-numérique plus complexe, permettant notamment aux habitants de s'identifier plus facilement au sous-système qu'ils occupent.

#### Illustrations des unités cartographiques

Pour illustrer les différentes unités cartographiques proposées, deux sous-systèmes écologiques décrits lors de l'étude des contreforts de Beauport (Bélanger, 1981) sont présentés: le sous-système du haut-plateau du lac des Chicots (PC) et le sous-système de la colline du lac des Chicots (CH). Ces deux unités comptent parmi les 39 sous-systèmes écologiques cartographiés dans la municipalité de Beauport (figure 5).

Le sous-système écologique du haut-plateau du lac des Chicots, d'une superficie de 110 ha, se caractérise par un relief ondulé, par des dépôts très épais d'origine fluvio-glaciaire, par la présence d'un petit lac et de quelques marais

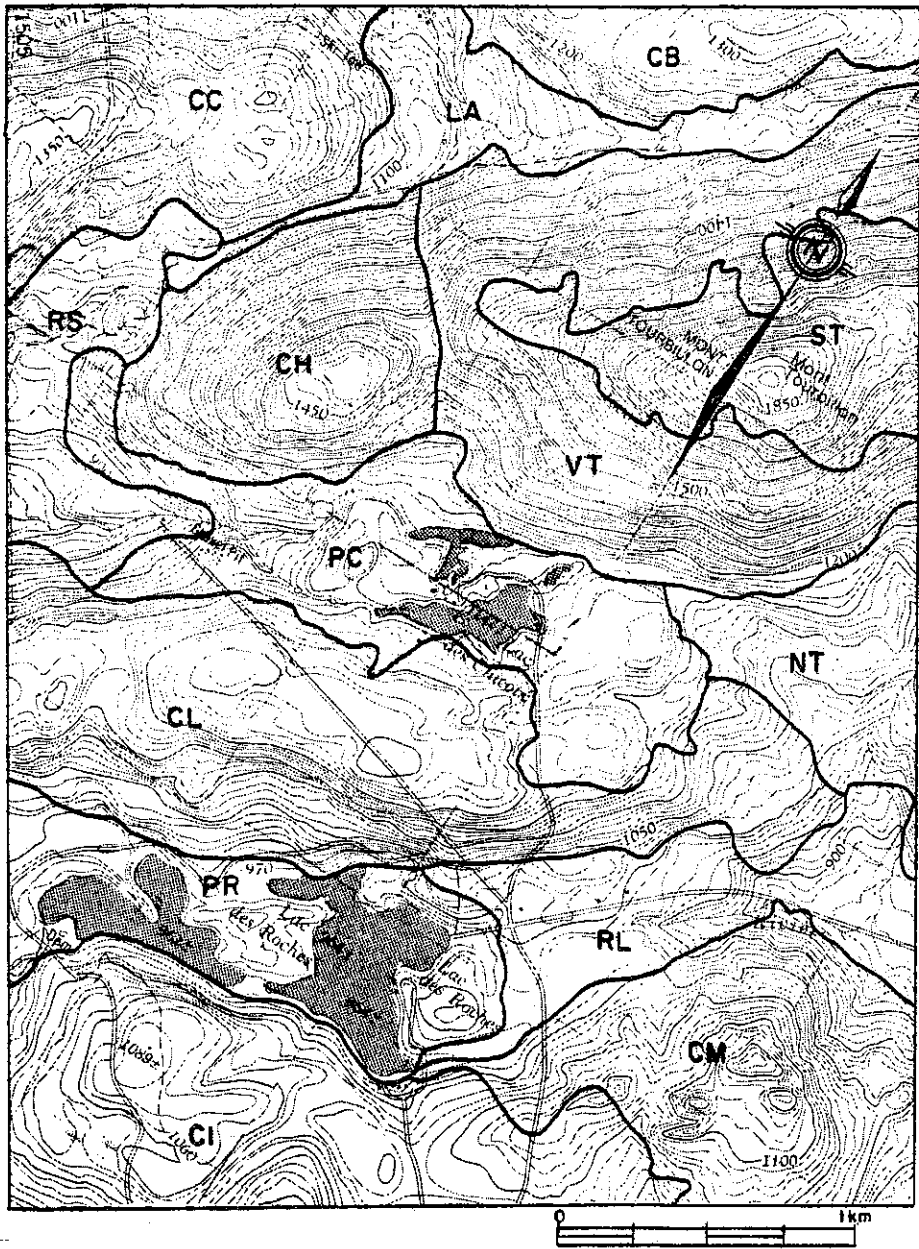


Figure 5

et par l'existence de zones de villégiature entrecoupant un couvert forestier relativement perturbé par l'action de l'homme.

La carte des types écologiques et celle des phases écologiques sont présentées dans la figure 6. On y trouve sept types écologiques se différenciant par l'origine du dépôt, le drainage et la pente. La carte des phases écologiques de ce sous-système est relativement complexe. Elle reflète une utilisation assez importante par l'homme au plan récréatif et forestier. La plupart des types écologiques se trouvent ainsi subdivisés en plusieurs phases écologiques, tant naturelles qu'anthropiques.

Le sous-système écologique de la colline du lac des Chicots borde au nord le sous-système précédent. D'une superficie de 70 ha, c'est l'un des plus petits sous-systèmes cartographiés à Beauport. Il se caractérise par un relief montagneux, une prédominance de till laurentidien mince et par un couvert forestier continu. Sans être occupé par des infrastructures humaines, la forêt a par contre été exploitée anciennement pour le bois de chauffage. Ce sous-système compte 4 types écologiques se différenciant surtout par leur pente (figure 7). Due à une certaine inaccessibilité liée aux fortes pentes, la forêt est beaucoup moins perturbée que le sous-système précédent, ce qui se traduit par une carte des phases écologiques plus simple. Ainsi, dans plusieurs cas, les limites de la phase

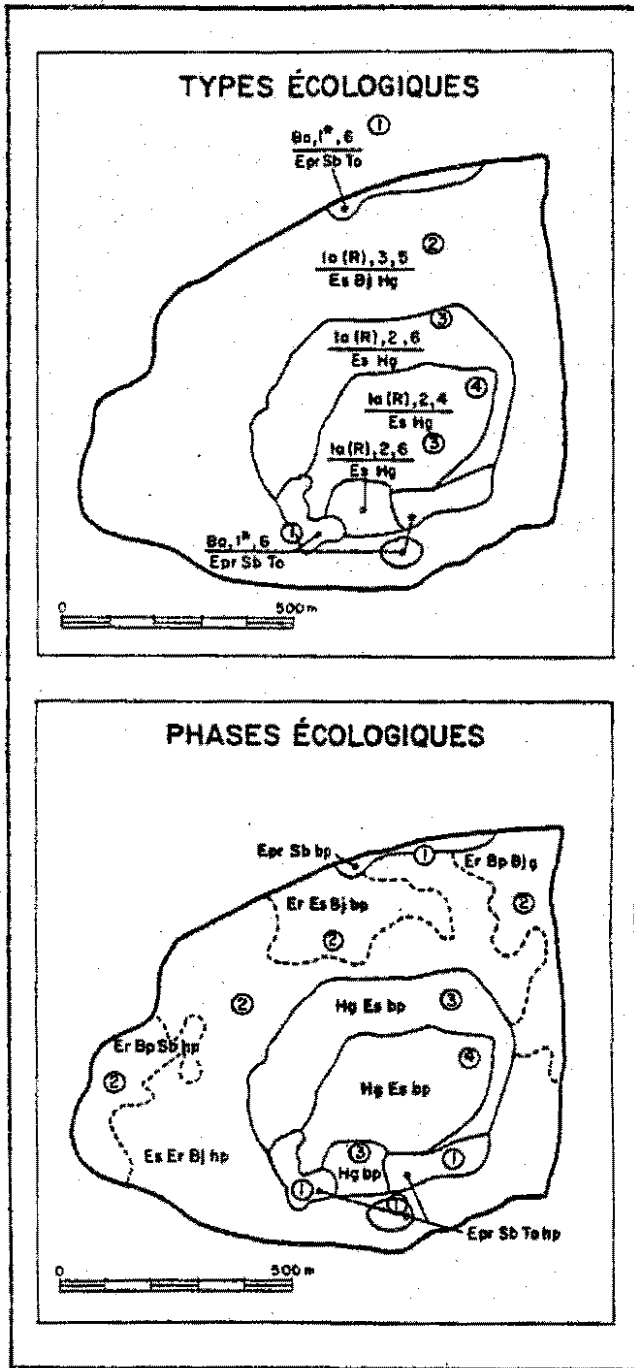


Figure 6

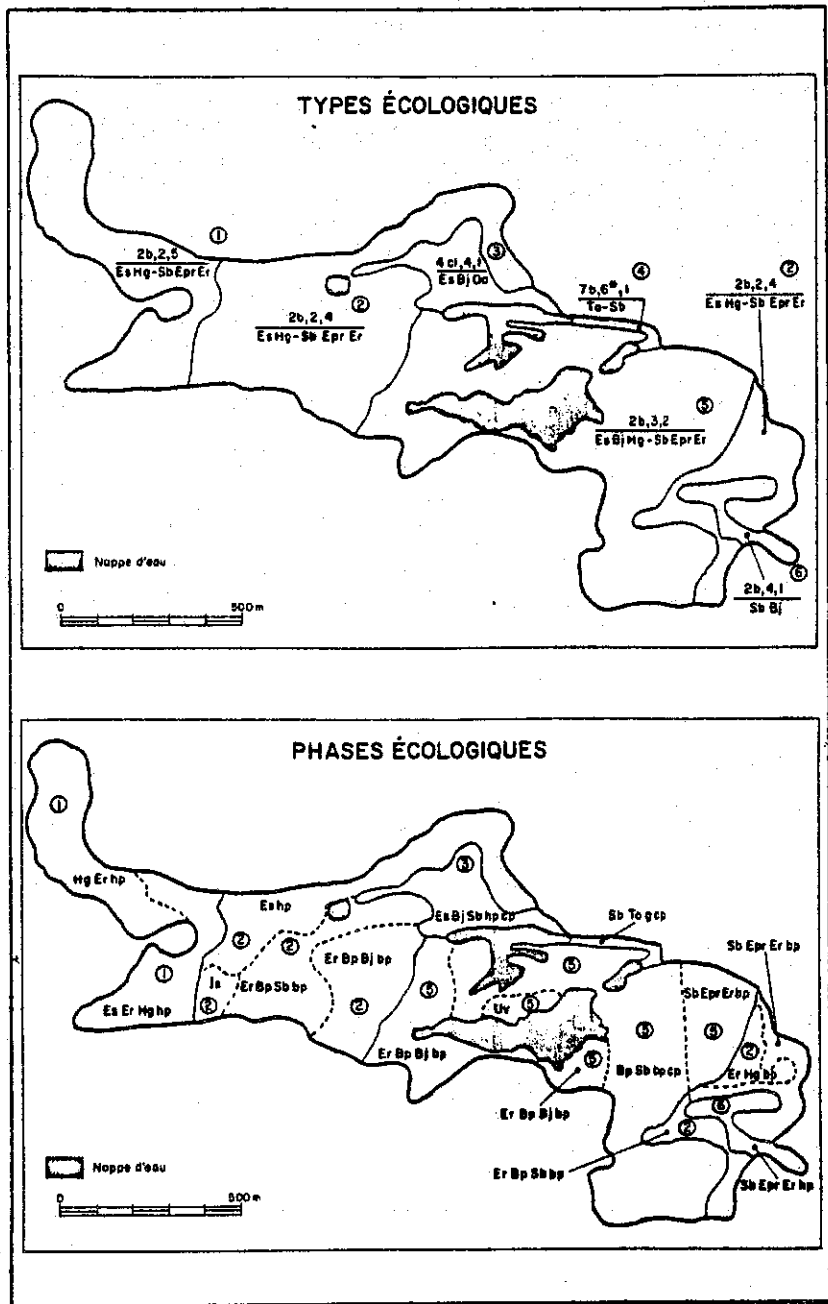


Figure 7

écologique correspondent à celles des types écologiques.

A partir de ces cartes écologiques et avec l'aide de clés d'interprétation, on peut tirer différentes évaluations du territoire. Par exemple, les interprétations des tableaux II et III, construits grâce à des clés élaborées par Bélanger (1981), illustrent certaines possibilités d'utilisation de l'information tirée à même les types écologiques. Ainsi, on voit notamment que la colline du lac des Chicots pose de très sévères contraintes à plusieurs activités liées à l'urbanisation, alors que ces contraintes sont faibles à modérées pour la majeure partie du haut-plateau du lac des Chicots.

TABLEAU II

Interprétations pour l'aménagement du territoire:  
le sous-système écologique du haut-plateau du lac des Chicots (PC)

	TYPES ECOLOGIQUES						Synthèse pour l'ensemble du sous-système
	<u>2b, 2, 5</u> EsHg- SbEprEr	<u>2b, 2, 4</u> EsHg- SbEprEr	<u>4cl, 4, 1</u> EsBj0a	<u>7b, 6*, 1</u> ToSb	<u>2b, 3, 2</u> EsBjHg- SbEprEr	<u>2b, 4, 1</u> SbBj	
Numéro d'identification du type	1	2	3	4	5	6	
Superficie relative	15%	35%	5%	2%	40%	3%	
INTERPRETATIONS							
Contraintes à la construction de d'habitations (a)	4	2	2	4	1	2	1 <sup>4</sup> 2 <sup>4</sup> 4 <sup>2</sup> (d)
Contraintes à la construction de routes (a)	3	2	2	4	1	1	1 <sup>4</sup> 2 <sup>4</sup> 3 <sup>2</sup>
Contraintes à l'excavation (a)	3	2	1	4	1	1	1 <sup>4</sup> 2 <sup>4</sup> 3 <sup>2</sup>
Aptitude des sols pour les installa- tions septiques (b)	3	1	3	3	2	3	2 <sup>4</sup> 1 <sup>4</sup> 3 <sup>2</sup>
Risques d'érosion (a)	4	2	2	1	1	1	1 <sup>4</sup> 2 <sup>4</sup> 4 <sup>2</sup>
Potentiel des sols pour la production de matière ligneuse (c)	4	4	3	5	3	4	4 <sup>6</sup> 3 <sup>4</sup>
Contraintes pour les activités de randonnée (a)	4	2	3	4	2	3	2 <sup>7</sup> 4 <sup>2</sup> 3 <sup>1</sup>

(a) 1. faibles à nulles, 2. modérées, 3. sévères, 4. très sévères;

(b) 1. élément épurateur classique, 2. filtre à sable hors-sol, 3. site inapte pour les installations septiques;

(c) 3. bon, 4. moyen, 5. faible, 6. très faible, 7. nul;

(d) Les exposants indiquent la proportion d'une classe dans le sous-système écologique.

TABLEAU III

Interprétations pour l'aménagement du territoire:  
le sous-système écologique de la colline du lac des Chicots (CH)

	TYPES ECOLOGIQUES				Synthèse pour l'ensemble du sous-système
	$\frac{8a, 1^*, 6}{EprSbTo}$	$\frac{1a(R), 3, 5}{EsBjHg}$	$\frac{1a(R), 2, 6}{EsHg}$	$\frac{1a(R), 2, 4}{EsHg}$	
Numéro d'identification	1	2	3	4	
Superficie relative	5%	65%	15%	15%	
-----					
INTERPRETATIONS					
-----					
Contraintes à la construction d'habitations (a)	4	4	4	3	<sup>9</sup> 4 <sup>1</sup> 3 (d)
Contraintes à la construction de routes (a)	4	4	4	4	4
Contraintes à l'excavation (a)	4	4	4	4	4
Aptitude des sols pour les installations septiques (b)	3	3	3	3	3
Risques d'érosion (a)	4	4	4	4	4
Potentiel des sols pour la production de matière ligneuse (c)	6	4	5	5	<sup>6</sup> 4 <sup>4</sup> 5
Contraintes pour les activités de randonnée (a)	4	4	4	4	4

(a) 1. faibles à nulles, 2. modérées, 3. sévères, 4. très sévères;

(b) 1. élément épurateur classique, 2. filtre à sable hors-sol, 3. site inapte pour les installations septiques;

(c) 3. bon, 4. moyen, 5. faible, 6. très faible, 7. nul;

(d) Les exposants indiquent la proportion d'une classe dans le sous-système écologique.

## Conclusion

Cette proposition d'inventaire écologique vient apporter une solution aux problèmes de description écologique des sites forestiers périurbains, en donnant principalement plus d'importance au facteur humain. Appliquée jusqu'ici aux contre-forts de Beauport dans la Communauté urbaine de Québec, la méthode a répondu de façon satisfaisante aux objectifs fixés. Il y a lieu de penser, toutefois, que des applications subséquentes pourront être l'occasion de polir certains éléments de description pour en faire un outil de planification écologique encore plus efficace. Une telle méthode qui permet de circonscrire les aptitudes et contraintes des terres habitées pourrait faciliter de façon notable une bonne affectation du territoire périurbain.

## Remerciements

Nous remercions René Gagné, Marcel Gros-Louis, Jacinthe Marceau et Jean-Claude Ruel qui ont participé à la préparation de ce manuscrit. Nos remerciements s'adressent également à la faculté de Foresterie et de Géodésie et à Environnement Canada pour l'aide financière accordée.

## REFERENCES

- ALLARD, M., A. BOUDREAU, J.P. CHARTIER, C. FOURNIER & D. GAMACHE, 1978. Parc national de la Mauricie: Etude géomorphologique (rapport final). - Laboratoire de géomorphologie, Département de géographie, Université Laval, 155 p.
- BELANGER, L., 1981. Inventaire écologique des contreforts de Beauport: adaptation et application d'une méthode. - Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec, 185 p. (thèse non publiée).
- BELANGER, L. & M. PINEAU, 1983. La planification écologique et l'aménagement du territoire urbain québécois: une problématique. - Cahiers de géographie du Québec, 27(70): 5-21.
- BELZILE, M., 1971. La méthodologie du zonage des terres selon leurs potentiels. Office de planification et de développement du Québec. - Document no 2, Inventaire des Terres du Canada, 93 p.
- BERTRAND, G., 1968. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique (1). - Revue géographique des pyrénées et du sud-ouest, 39:249-272.
- BERTRAND, G., 1972a. Ecologie d'un espace géographique: les géosystèmes du Valle de Prioro (Espagne du Nord-Ouest). - L'espace géographique, 2:113-128.
- BERTRAND, G., 1972b. Les structures naturelles de l'espace géographique: l'exemple des Montagnes Cantabriques centrales (nord-ouest de l'Espagne). - Revue géographique des pyrénées et du sud-ouest, 43:175-206.
- BERTRAND, G., 1975. Pour une histoire écologique de la France rurale. - Pages 34-113 in Histoire de la France rurale. Tome 1, La Formation des campagnes françaises des origines à 1340. Editions du Seuil, Paris, 634 p.
- BRESSO, M. & C. RAFFESTIN, 1979. Travail, espace, pouvoir. L'Age d'homme, Lausanne, 168 p.
- COMITE CANADIEN DE LA CLASSIFICATION ECOLOGIQUE DU TERRITOIRE (CCCET), 1977a. Classification écologique (biophysique) du territoire dans les régions urbaines: Compte rendu d'un atelier, les 23 et 24 novembre 1976, Toronto, Ontario. - Edité par E.B. Wiken et G. Ironside, Série de la classification écologique du territoire, no 3, Direction générale des terres, Environnement Canada, 167 p.

- COMITE CANADIEN DE LA CLASSIFICATION ECOLOGIQUE DU TERRITOIRE (CCCET), 1977b. Classification écologique (biophysique) du territoire au Canada: Compte rendu de la première réunion du CCCET, du 25 au 28 mai 1976, Petawawa, Ontario. - Edité par J. Thie et G. Ironside, Série de la classification écologique du territoire, no 1, Direction générale des terres, Environnement Canada, 269 p.
- COMITE CANADIEN DE LA CLASSIFICATION ECOLOGIQUE DU TERRITOIRE (CCCET), 1979. Application de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada: Compte rendu de la deuxième réunion du CCCET, du 4 au 7 avril 1978, Victoria, Colombie-Britannique. - Edité par C.D.A. Rubec, Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, 396 p.
- CHRISTIAN, C.S. & G.A. STEWART, 1968. Methodology of integrated surveys. Aerial surveys and integrated studies. - Proc. Toulouse Conf., Unesco 1964, p. 233-280.
- DAMMAN, A.W.H., 1979. The role of vegetation analysis in land classification. - Forestry chronicle, 55:175-182.
- DANSEREAU, P., 1976. EZAIM: Ecologie de la Zone de l'Aéroport International de Montréal: le cadre d'une recherche écologique interdisciplinaire. - Presses de l'Université de Montréal, 343 p.
- DANSEREAU, P. & G. PARE, 1977. Ecological grading and classification of land-occupation and land-use mosaics. - Geographical Papers, no. 58, Direction générale des terres, Environnement Canada, 63 p.
- DORNEY, R.S., 1977. Biophysical and cultural-historic land classification and mapping for Canadian urban and urbanizing la - Pages 51-71 in Classification écologique (biophysique) du territoire dans les régions urbaines. Série de la classification écologique du territoire, no 3, Direction générale des terres, Environnement Canada, 167 p.
- DOYON, D., 1975. Etude éco-dynamique de la végétation du comté de Lévis. - Mémoire no 1, Service de la défense des cultures, ministère de l'Agriculture, Québec, 428 p.
- DUBE, A. & R. RAYMOND, 1966. La connaissance des sols du Québec. - Agriculture, Corporation des Agronomes de la province de Québec, 23:13-18.
- DUCRUC, J.P., 1979. Principales utilisations de l'inventaire et de la classification écologiques du territoire au Québec. In: Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada, Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, pp. 201-208.

- DUCRUC, J.P., 1982 (sous presse). Le système écologique: une dimension écologique du paysage. Comptes rendus du Colloque Paysage et Système tenu à Ottawa du 8 au 10 juin 1982.
- DUCRUC, J.P. (sous presse). L'inventaire du capital-nature appliqué au nord québécois: exemples des territoires de la Baie-James et de la Côte-Nord. - Nordicana.
- DUCRUC, J.P. & D. BERUBE, 1980. Le système écologique, unité de base de la cartographie écologique: L'inventaire du capital-nature du territoire de la Baie-James. Série de la classification écologique du territoire, no 8, Service des études écologiques régionales, Environnement Canada, Québec, 49 p.
- DUCRUC, J.P., R. ZARNOVICAN, V. GERARDIN & M. JURDANT, 1976. Les régions écologiques du territoire de la baie de James: caractéristiques dominantes de leur couvert forestier. - Cahiers de géographie de Québec, 20:365-392.
- EIS, S. & E.T. OSWALD, 1975. The highland landscape: an ecological evaluation of land suitability for urban development in the southern portion of the highland district, Capital region of British Columbia. - Report BC-X-119, Canadian Forestry Service, Pacific Forest Research Centre, Victoria, Environnement Canada, 36 p.
- GAGNON, H., 1974. La photo aérienne, son interprétation dans les études de l'environnement et de l'aménagement du territoire. - Les Editions HRW, Montréal, 278 p.
- GAGNON, G. & G. MARCOTTE, 1980. Description des types écologiques et de leur productivité dans la section forestière laurentienne de Rowe (L-4a). - Mémoire no 61, Service de la recherche forestière, ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 456 p.
- GAUDREAU, D., 1980. Le développement de Saint-Raymond, 1842-1980: application au concept de territorialité. - Département de géographie, Université Laval, Québec, 82 p.
- GERARDIN, V., 1980. L'inventaire du capital-nature du territoire de la Baie-James: les régions écologiques et la végétation des sols minéraux. - Environnement Canada et Société de développement de la Baie-James, 390 p.
- GERARDIN, V. & J.P. DUCRUC, (sous presse). The bioclimatical regions: a framework necessary for the study of the dynamics of boreal forest ecosystems. The Association of Canadian Universities for Northern Studies.

- GIMBARZEVSKY, P., 1975. Biophysical survey of Kejimikujik National Park. - Information Report FMR-X-81, Forest Management Institute, Environnement Canada, 136 p.
- GIMBARZEVSKY, P., 1977. Integrated survey of biophysical resources in national parks. - Pages 257-269 in Classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 1, Direction générale des terres, Environnement Canada, 269 p.
- GRANDTNER, M.M., 1968. Essai d'une méthodologie de recherches écologiques en vue de la planification du développement régional. - Naturaliste canadien, 95:577:597.
- HILLS, G.A., 1961. The ecological basis for land use planning. - Research Report no. 46, Ontario Department of Lands and Forests, Ontario, 204 p.
- HIRVONEN, H.E., 1977. The role of urban forestry in regional landscape design. - Forestry Chronicle, 53:275-277.
- HOWARD, J.A. & C.W. MITCHELL, 1980. Phyto-geomorphic classification of the landscape. - Geoforum, 11:85:106.
- IRONSIDE, G.R., 1980. Le comité canadien de classification écologique du territoire: son historique, ses objectifs, son organisation et ses activités. Pages 7-9 in Intégration terre/faune. Série de la classification écologique du territoire, no 11, Direction générale des terres, Environnement Canada, 160 p.
- JURDANT, M., 1968. Ecological classification of forest lands, and integration vegetation-soil-landform approach. - Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca. N.Y., 414 p.
- JURDANT, M. & J.P. DUCRUC, 1980. Carte écologique du territoire de la Baie-James: districts écologiques et géomorphologie. Série de la classification écologique du territoire, no 10, Direction générale des terres, Environnement Canada, 26 p.
- JURDANT, M., J.L. BELAIR & V. GERARDIN, 1976. Concepts méthodologiques pour la classification et l'inventaire écologique du territoire québécois (première approximation). Rapport no 5, Conseil de la recherche et du développement forestier, ministère des Terres et Forêts, Québec, 79 p.
- JURDANT, M., J.L. BELAIR, V. GERARDIN & J.P. DUCRUC, 1977. L'inventaire du Capital-Nature. Méthode de classification et de cartographie écologique du territoire (troisième approximation). Série de la classification écologique du territoire, no. 2, Service des études écologiques régionales, Environnement Canada, Québec, 202 p.

- JURDANT, M., D.S. LACATE, S.C. ZOLTAI, G.G. RUNKA & R. WELLS, 1975. Biophysical Land Classification in Canada. In: Proceedings 4th North American Forest Soils Conference, Presses de l'Université Laval, Québec, pp. 485-495.
- JURDANT, M., J. BEAUBIEN, J.L. BELAIR, J.C. DIONNE & V. GERARDIN, 1972. Carte écologique de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Notice explicative. Vol. 1, L'environnement et ses ressources; identification, analyse et évaluation. Rapport d'Information Q-F-X-31, Centre de recherches forestières des Laurentides, Environnement Canada, Québec, 93 p.
- LACATE, D.S., 1969. Guidelines for bio-physical land classification. - Publication no. 1264, Can. Forestry Service, Canada Department of Fisheries and Forestry, 61 p.
- LAFOND, A. & G. LADOUCEUR, 1968. Les groupements forestiers de la province de Québec. Rapport interne no 24, Service de la recherche, ministère des Terres et Forêts, Québec, 726 p.
- LALUMIERE, R., 1979. Contribution à l'étude phytosociologique des forêts du parc national de la Mauricie, Québec. - Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec (thèse non publiée), 304 p.
- LANG, R., 1979. Environmental information in a planning/management context. In: Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, pp. 285-294.
- LANG, R. & A. ARMOUR, 1980. Livre-ressource de la planification de l'environnement. - Direction générale des terres, Environnement Canada, Multisciences Publication Limitée, Montréal, 387 p.
- LEBUISSON, J., 1979. La cartographie géotechnique. - Ressources Québec, ministère des Richesses naturelles, Québec, 3:13-15.
- LONG, G., 1974. Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. Tome premier, Principes généraux et méthodes. - Masson et Cie Ed., Paris, 252 p.
- MACKINTOSH, E.E., 1979. A methodology for environmental impact analysis in pre-design and planning studies. - Pages 319-324 in Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada.

- MAJOR, J., 1951. A functional factorial approach to plant ecology. - Ecology, 32:392-412.
- MARANDA, R., 1977. Etablissement des cartes géotechniques au ministère des Richesses naturelles. - Rapport DPV-488, Service de la géotechnique, ministère des Richesses naturelles, 19 p.
- MCHARG, I., 1969. Design with nature. - Doubleday/Natural History Press, Garden City, N.Y., 197 p.
- MILLER, F.P., 1978. Soil survey under pressure: the Maryland experience. - Journal of Soil and Water Conservation, 33:104-111.
- ORDRE DES AGRONOMES DU QUEBEC & ORDRE DES INGENIEURS FORESTIERS DU QUEBEC, 1975. Le zonage intégré du territoire québécois: une urgence. - Rapport du comité conjoint d'étude sur le zonage du territoire, 64 p.
- ROWE, J.S., 1962. Soil, site and Land Classification. Forestry Chronicle, 28(4):420-432.
- ROWE, J.S., 1971. Why Classify Forest Land? Forestry Chronicle, 47(3):144-148.
- ROWE, J.S., 1979. Document de travail révisé sur la méthodologie/philosophie de la classification écologique du territoire au Canada. - Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, 396 p.
- RUSSWURM, L.H., 1977. The Surroundings of our Cities: Problems and Planning Implications of Urban Fringe Landscapes. Community Planning Press, Ottawa, 112 p.
- SERVICE DES INVENTAIRES ECOLOGIQUES (S.I.E.), 1981. Vademecum des relevés écologiques 1981. - Ministère de l'Environnement, Québec, 61 p.
- SPURR, S.H. & B.V. BARNES, 1973. Forest ecology. Deuxième édition. - John Wiley and Sons, New-York, 571 p.
- THIBAUT, M., 1979. Etude phytosociologique des forêts du tiers inférieur du parc national de la Mauricie, Québec. - Faculté de foresterie et de géodésie, Université Laval, Québec (thèse non publiée), 202 p.
- THIE, J., N. CHARTRAND & G.F. MILLS, 1979. Interpretation of an ecological data base using the Canada Land Data System. - Pages 351-360 in Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, 396 p.

WAY, D.S., 1973. Terrain analysis: A guide to site selection using aerial photographic interpretation. - Community Development Series, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 392 p.

WIKEN, E.B., 1979. Planification écologique: un rapport d'un atelier urbain du CCCET. - Pages 45-49 in Applications de la classification écologique (biophysique) du territoire au Canada. Série de la classification écologique du territoire, no 7, Direction générale des terres, Environnement Canada, 396 p.

## LISTE ET LEGENDE DES FIGURES

Figure 1. Les quatre niveaux de perception écologique de l'espace retenus.

Figure 2. Le type écologique: unité écologique caractérisée par des propriétés géotechniques et édaphiques relativement uniformes et une chronoséquence végétale particulière. Le symbole cartographique proposé est composé au numérateur de 3 codes désignant respectivement l'origine et la nature du dépôt meuble, la classe de drainage et la classe de pente, et au dénominateur du code des groupements végétaux stables de la chronoséquence végétale.

Figure 3. La phase écologique: unité caractérisée par des propriétés géotechniques et édaphiques relativement uniformes et par un type particulier d'occupation actuelle du sol. Le symbole cartographique proposé indique au numérateur, soit le groupement forestier pour les phases écologiques naturelles, soit le type d'utilisation pour les phases anthropiques. Au dénominateur est indiqué l'origine et la nature du dépôt meuble, la classe de drainage et la classe de pente.

Figure 4. Le sous-système écologique: portion de territoire caractérisée par une unité de paysage simple, relativement homogène quant à ses caractéristiques géologiques, topographi-

ques et géomorphologiques, et par un certain développement territorial perçu par l'histoire de l'utilisation du territoire ou par l'identification du territoire par la population locale.

Figure 5. Des sous-systèmes écologiques des contreforts de Beauport (tiré de Bélanger, 1981). CB- colline du lac Beauport, CC- colline du mont St-Castin, CH- colline du lac des Chicots, CI- colline du rang Saint-Ignace, CL- colline du rang Saint-Louis, CM- colline du rang Sainte-Marie, LA- coulée du Château-du-Lac, NT- niche de montagne du mont Tourbillon, PC- haut-plateau du lac des Chicots, PR- haut-plateau du lac des Roches, RL- coulée de la rivière du Lac, RS- vallon de la rivière des Sept Ponts, ST- sommet du mont Tourbillon, VT- versants du mont Tourbillon.

Figure 6. Cartographie des types écologiques et des phases écologiques du sous-système écologique du haut-plateau du lac des Chicots (PC) (tiré de Bélanger, 1981). Les numéros encerclés sont des numéros d'identification des types écologiques utilisés exceptionnellement, faute d'espace dans la figure réduite.

Figure 7. Cartographie des types écologiques et des phases écologiques du sous-système écologique de la colline du lac des Chicots (CH) (tiré de Bélanger, 1981). Les numéros