PROCESSUS D'EIE ET PRISE DE DÉCISION

Yves Phaneuf Institut d'urbanisme Université de Montréal

Documentation préparée pour le compte du Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990 $\rm N^o$ de cat. En 107-3/16- 1990 ISBN 0-662-5752 1-0



AVANT-PROPOS

Le CCREE a **été établi** en 1984 pour rechercher et explorer **l'évaluation** environnementale **(EE)** sur les plans scientifique et technique ainsi que sur celui des procédures, et pour trouver des façons d'améliorer son efficacité.

Afin d'accomplir sa mission, le CCREE cherche à favoriser l'émergence de nouvelles idées et l'élaboration de travaux de recherche portant sur l'amélioration du principe d'évaluation des impacts environnementaux de projets, programmes ou politiques visant pour le développement économique et social.

Les **résultats** des recherches menées par le CCREE sont offerts à tous les niveaux du gouvernement, au secteur industriel, aux universités et au grand public par l'entremise de ses publications.

En parrainant ce document de base, le Conseil avait pour objectif de fournir des renseignements pertinents et de stimuler la discussion sur les sujets intéressants pour ceux qui s'occupent de l'évaluation des impacts environnementaux. Toutefois, les opinions exprimees sont strictement celles des auteurs et ne correspondent pas nécessairement à celles des membres du Conseil ou de son secrétariat.

Ce rapport représente les résultats de recherches parrainées par le CCREE dans le cadre du Programme de contrats de recherche accordes aux Atudiants diplômés (PCRED). Le PCRED a été établi par le CCREE dans le but d'encourager les étudiants diplômés qui entreprennent des Atudes sur l'évaluation environnementale dans les universités canadiennes. A chaque année, le comité de sélection du programme est charge de choisir le(s) meilleur(s) rapport(s) pour les éditer dans la série des documents de référence du CCREE.

Pour plus de renseignements sur les activités générales du Conseil et sur ses publications, veuillez communiquer avec:

Le Secrétariat CCREE 13° étage, Immeuble Fontaine 200, boul. Sacré-Coeur Hull (Québec) K1A OH3

Tel: (819) 997-1000 Fax: (8 19) 994-I 469

REMERCIEMENTS

Ce rapport de recherche a **été** réalisé dans le cadre d'une bourse de recherche **accordée** en 1985 par le Conseil canadien de la recherche sur **l'évaluation** environnementale **(CCREE).**

Ont participé à la **réalisation** de ce rapport, monsieur Michel Gariepy, professeur **agrégé** à l'Institut d'urbanisme de **l'Université** de **Montréal,** à titre de directeur du projet, et monsieur Olivier Soubeyran, professeur **agrégé** à l'Institut d'urbanisme de l'Université de Montréal, à titre de directeur-adjoint au projet.

Ce rapport de recherche **présente** essentiellement l'apport méthodologique d'un **modèle** d'aide à la **décision**, en l'occurence la **méthode** ELECTRE, aux **études** d'impact sur l'environnement. Le modèle ELECTRE a **été développé** à l'école de monsieur Bernard Roy: le Laboratoire d'analyse et **modélisation** du système d'aide à la décision **(LAMSADE)** à l'Université de Paris-Dauphine. Dans le texte, toutes **références** d'ordre methodologique au modéle ELECTRE proviennent de rapports de recherche publiés par monsieur Roy ou de documents du **LAMSADE** (cités en bibliographie).

TABLE DE MATIÈRES

Avant-	propos
	ciements

1.	INTRODUCTION	1
2.	LA MÉTHODE ELECTRE	3
	ELECTRE I et II	4
	ELECTRE III	6
3.	LE PROJET À L'ÉTUDE	7
	Étude de cadrage	7
	Connaissance de la zone d'étude, des corridors et des aires d'accueil	13
	Choix de l'exemple d'application	15
4.	EXEMPLE D'APPLICATION DU MODÈLE ELECTRE III	17
	Tableau d'évaluation multicritère : Détermination de l'ensemble des actions potentielles	17
	Tableau d'évaluation multicritère : Détermination des critères d'évaluation	16
	Tableau d'évaluation multicritère : Détermination des indices d'importance	22
	Tableau d'évaluation multicritère : Détermination des seuils sur chacun des critères	23
	Calcul des indices de concordance : cj (a, b)	23
	Calcul des indices de discordance par critère	24
	Calcul de la relation de concordance : C (a, b)	24
	Calcul de la relation de surclassement floue : d (a, b)	25
	Les algorithmes de classement	27
	Principes de l'algorithme de classement	27
E	CONCLUSION	20

1. INTRODUCTION

Dans toute **étude** scientifique, le choix des méthodes d'analyse se pose. Ce choix est fonction, d'une part, de la problematique de l'etude et, d'autre part, des objectifs de l'etude. L'approche scientifique des problèmes causés par l'homme à son environnement, ou plus **précisément** les Atudes d'impact, soulève également la question du choix des méthodes de recherche.

Une étude d'impact est essentiellement, dans la mesure des connaissances acquises, un exercice de prévision des changements éventuels causes par la réalisation d'un projet et de leurs conséquences sur l'environnement. C'est son objectif principal. Comme le contenu des etudes d'impact peut varier considérablement en fonction du projet à l'étude, et l'environnement étant un système dynamique compose d'une multitude de facteurs à prendre en considération, les impacts d'un projet sur l'environnement toucheront inévitablement plusieurs aspects de son milieu d'insertion. Pour ces raisons, des choix doivent être faits, soit entre plusieurs impacts possibles d'un projet, soit entre plusieurs sites d'implantation du projet, soit encore entre la réalisation ou l'abandon du projet à l'etude, etc. Pour effectuer ces choix, les impacts prévus par les études doivent être évalues. Les études d'impact sont produites pour guider ce choix.

Bref, l'objet des Atudes d'impact est donc double; il s'agit de determiner les impacts d'un projet sur son milieu puis d'évaluer le projet en fonction tant de ces impacts que de considérations économiques, sociales et autres.

L'essai de synthèse et d'analyse qui procède d'une telle problematique révèle sa très grande complexité. Celle-ci provient, d'une part, du nombre élevé de facteurs en présence, dont beaucoup risquent d'être contradictoires ou, du moins, difficilement quantifiables (par exemple, il est souvent difficile de quantifier adequatement les impacts sociaux d'un projet), et d'autre part, le grand nombre de personnes touchées ou préoccupées par les impacts éventuels d'un projet (chacune d'elles ayant sa propre perception et ses proprès valeurs à défendre par rapport au projet à l'étude). Pourtant, une decision sera prise quant à l'opportunité d'entreprendre ou non le projet en question. Puisque cette decision tiendra compte de l'analyse scientifique qui aura été réalisée, il nous apparaît dès lors important de faire l'essai de synthèse et d'évaluation à l'aide d'instruments (ou de méthodes) permettant d'organiser, de stimuler et de guider la reflexion en regard des choix à faire.

C'est dans cet esprit que nous nous efforcerons de tester l'apport de la méthode ELECTRE au processus d'évaluation

des impacts sur l'environnement, car cette méthode admet et gère le genre de contraintes qui influencent le choix d'une action donnée en vue de modifier des **éléments** de l'environnement. La question à laquelle on tente de répondre a donc deux volets :

- comment choisir entre plusieurs actions ou options possibles;
- comment sélectionner des options lorsque celles-ci sont jugées suivant des critères qui souvent ne se prêtent pas à la comparaison.

Choisir, c'est décider d'accorder *préférence* à un objet, à une personne ou à une idée par rapport à d'autres. L'expression des préférences sous-entend l'expression d'un *jugement ou* d'un sentiment qui nous porte à considérer un objet, une idée ou une personne comme supérieur, meilleur ou plus important que d'autres. C'est comme exprimer un ordre de grandeur ou une échelle de valeur pour plusieurs *objets*. Ces définitions impliquent aussi, que la personne qui choisit doit accepter de faire des comparaisons. Tout choix est impossible à effectuer pour celui qui se refuse à établir des relations d'importance relative entre les divers *objets* en cause.

Les quatre **générations** du modèle ELECTRE ont **été développées** par Bernard Roy' en fonction de cette notion de **préférence** (implicite dans tout choix) pour guider la prise de décision. Les modèles ELECTRE représentent les **préférences** d'une façon formelle (modélisation mathématique), comme des *relations* de **surclassement** dans une problematique multicritère.

Nous nous proposons donc, à partir d'un projet ayant fait l'objet d'une Avaluation des impacts sur l'environnement. de :

- définir plus spécifiquement le contenu et les conditions d'application du modèle ELECTRE;
- 2. chercher une étape de l'etude d'impact qui en reflète bien la problematique;
- effectuer une application détaillée du modèle ELECTRE;
- analyser, en conclusion, les apports et l'adaptation de la méthode ELECTRE ou processus d'EIE en fonction de l'exemple utilisée.

Depuis les quinze dernières années, quatre générations de modèles (ELECTRE I, II, III, IV) ont été développées à l'École de B. Roy: le Laboratoire d'analyse et modélisation du système pour l'aide à la décision (LAMSADE, Université de Paris-Dauphine).

2. LA MÉTHODE ELECTRE'

Pour donner une représentation mathématique aux préférences, le modélisateur procède à l'aide de descripteurs et d'évaluateurs. Nous appelons évaluateur la projection de l'ensemble des options sur un ensemble de descripteurs. Les descripteurs peuvent être de nature mathématique fort différente. Ils peuvent être:

- · des mesures;
- · des ensembles totalement ordonnes;
- · des éléments pris dans un ensemblé;
- · des cas intermédiaires.

La notion de descripteur ne fait pas encore intervenir l'idée de préférence. Celle de critère renvoie à cette idée. On appellera critère un descripteur dote d'une structure de preférence. En effet, une mesure (par exemple la température en degrés Celcius) ne représente pas un jugement de valeur, mais bien la collecte et la classification systématiques de données portant sur un ou plusieurs objets. Par après, les résultats de mesures peuvent faire l'objet d'une évaluation.

Nous interprétons alors les résultats de la mesure en lui accordant une signification, en posant un jugement de valeur. On peut donc attribuer plusieurs significations à l'une ou l'autre des données qui composent le descripteur, d'où l'idée de plusieurs points de vue possibles pour un même problème. Nous verrons un peu plus loin comment le modèle ELECTRE III exploite à fond cette notion de structure de préférence d'un critère.

On établit donc un tableau d'évaluation à partir de la matrice des données sur chacune des actions.

	Crit	tères		
Actions	1	2	3	
a				_
b				_
c .				_

En **résumé**, pour qu'un descripteur soit un critère, il faut d'abord qu'il intervienne dans le **problème** de décision à **l'étude**. De plus, la **structre** propre au descripteur ne coïncidant pas nécessairement à sa structure de **préférence**, on doit définir cette structure de **préférence**.

La **méthode** ELECTRE permet en outre d'exprimer d'autres jugements de valeur en fonction de l'importance relative des

critères, ceci en accordant des *poids* (en chiffres) à chacun des critères. Le tableau **d'évaluation** prend donc la forme suivante :

Actions	1	Critères 2	3		
а					
b					
С					
	Poids	x	у	z	

En fonction du problème en cause, la **modélisation** se fait donc de la manière suivante :

- definition de l'ensemble des solutions de rechange possibles du problème.
- recherche des descripteurs entrant en ligne de compte dans le choix de l'option préférentielle et définition de la structure de préférence de ces descripteurs (i.e. definition des critères).
- 3. Rlaboration d'un tableau à double entrée : en colonne on place les critères, en ligne on place les solutions de rechange possibles. A chacune des intersections, on place l'évaluation de la solution (a) par rapport à critère (e). Ce tableau s'appelle : tableau d'évaluation multicritère.
- détermination des poids accordés à chacun des criières.

Cette mise en forme du cas à l'étude constitue une des étapes les plus importantes et les plus délicates des études d'aide à la décision. Il faut :

- choisir le bon ensemble d'actions ou de solutions de rechange possibles, i.e. celui qui contient toutes les actions qu'il est nécessaire d'envisager;
- recenser tous les points de vue (ou préférences) pertinents;
- trouver les descripteurs et les critères exprimant ces points de vue;
- trouver des évaluateurs qui soient fiables et opérationnels.

Notre exposé sur la méthode ELECTRE s'inspire largement de la description qu'a donné Alain Schärlig dans Décider sur plusieurs critères, Panorama de l'aide à la décision multicritère, Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, 1985.

Enfin, avant de commencer la modélisation comme telle, il est aussi **nécessaire** de savoir à quel type de problème multicritère on s'adresse, à savoir:

- trouver une option préférée à toutes les autres;
- trouver un sous-ensemble dans l'ensemble des options contenant l'option préférée;
- visualiser les préférences de plusieurs parties au processus relativement à l'option privilégiée;
- doter l'ensemble des options d'une structure d'ordre ou de pré-ordre total, i.e. hiérarchiser les options de la meilleure à la moins bonne selon les préférences exprimees.

À partir des **données** du tableau d'évaluation multicritère, la méthode ELECTRE "calcule" des *relations de surclassement* entre les diverses options.

La manière d'établir le surclassement d'une option par une autre est fondée sur une idée de Condorcet, émise en 1785, à propos de démocratie: une action en surclasse une autre si elle est au moins aussi bonne que l'autre relativement à une majorite de critères, sans être trop nettement plus mauvaise que cette autre relativement aux autres critères.3 On soumet donc le surclassement à une condition de concordance, condition imposant qu'une certaine majorité des critères se dégage en faveur de l'option surclassante; on le soumet en même temps à une condition de nondiscordance, condition imposant qu'il n'existe pas une trop forte pression dans un des criteres en faveur du surclassement inverse. En effet, il pourrait arriver, par exemple, qu'un seul critere diverge, pesant peu dans l'ensemble mais que la divergence soit tellement significative pour ce critere qu'elle rende le surclassement peu plausible. C'est le souci de Condorcet. Les surclassements ne concernent que deux options à la fois. La paire a/b étant ici différente de la paire b/a, il faut examiner toutes les options, une à une, les comparer à toutes les autres, en se demandant à chaque étape si la première surclasse ou non la seconde. On cherche ainsi à établir un tableau à double entrée, dont les entrées sont la liste des options exprimant les surclassements d'une option sur une autre.

	Tableau des	surc	lassem	ents	
Option	Option 1	2	3	4	
2					
3					
4					

ELECTRE let II

ELECTRE I (1968) est la plus ancienne et la plus simple des méthodes ELECTRE. Elle **relève** de la **problématique** de choix, dite problématique *alpha*. **Celle-c**i consiste à chercher, dans l'ensemble des options envisagees, un sous-ensemble

contenant les "meilleures" options ou, **à** défaut, **les options** "les plus satisfaisantes".

L'indice de concordance est obtenu en considérant les critères pour lesquels la première option est au moins aussi bonne que la seconde (donc 2). On fait la somme des poids de ces critères, après quoi on divise cette somme par tous les poids, ceci en vue d'obtenir un indice compris entre 0 et 1

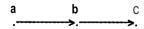
L'indice de discordance cherche les critères dont la divergence est la plus forte, c'est-à-dire le critère où la différence des Avaluations sur les deux options comparees est la plus grande dans le sens du désaccord au surclassement. On retient cette différence et on la divise par la longueur de la plus grande échelle de valeurs numériques accordée aux critères, encore une fois pour obtenir un indice compris entre 0 et 1. Donc, plus l'échelle des valeurs est grande, plus l'indice de discordance pour ce critere peut être grand. En revanche, la longueur des échelles ne joue aucun rôle dans le calcul de l'indice de concordance : ce sont plutôt les poids qui influencent les résultats obtenus pour cet indice.

Lorsqu'on fait ces calculs pour toutes les paires ordonnees possibles, on peut les résumer en deux matrices: une matrice des indices de concordance et une matrice des indices de discordance. Suivant la règle de Condorcet, un surclassement d'une option sur une autre ne peut Atre retenu que s'il y a une bonne concordance vis-à-vis des données, et si la discordance n'est pas trop élevée pour l'un des critères. Le choix de ces valeurs "repères" incombe à l'utilisateur du modéle.

ELECTRE I ne tranche pas. La méthode laisse à l'utilisateur le soin d'opérer la séparation finale, trait caractéristique de l'approche multicritère, et ceci uniquement par rapport aux points de vue énoncés par les responsables ou par d'autres intéressés. Ces points de vue mis en forme par ELECTRE I sont reflétés dans le graphique de surclassement. C'est en analysant ce graphique que l'on peut dégager un sousensemble des "meilleures options".

Les créateurs d'ELECTRE définissent le sous-ensemble à l'aide de la théorie des graphiques : le sous-ensemble est le noyau du graphique de surclassement. La définition du noyau, telle qu'ell apparaît dans la théorie des graphiques, correspond bien au but d'ELECTRE: on obtient un noyau dans un graphique donne, en sélectionnant un sous-ensemble tel que tout sommet éliminé est surclassé par au moins un sommet conservé, et tel qu'aucun sommet conservé n'est surclassé par un autre qu'on a Agalement conserve.

La **détermination** du sous-ensemble repose sur **l'intransi**tivité. Par exemple, le noyau de l'exemple suivant est compose des options **a** et c:

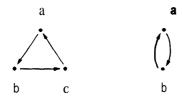


³ Au moins aussi bonne signifie qu'on assimile les **critères** donnant l'action "égale" à ceux qui la donnent 'meilleure".

S'il y avait **transitivité**, l'option a serait le seul élément du noyau.' Mais, comme nous sommes dans une problematique **multicritère**, pour que a surclasse c, il aurait fallu qu'une flèche aille directement de a vers c. L'exemple **précédent** nous assure que les critères sur lesquels se fonde le surclassement de a sur b diffèrent de ceux qui ont **donné** le surclassement de b sur c, car si ces criteres étaient les mêmes, ils auraient Agalement donné, et **à** plus forte raison, un surclassement de a sur c.

Dès qu'on accepte l'intransitivite, on accepte également la presence de circuits dans le graphique. Les circuits sont des cas où des options se surclassent mutuellement deux à deux. On les considère, dans un premier temps, comme équivalentes. Les sommets réunis par un circuit sont ensuite fondés en une seule classe d'équivalence dans le graphique.

Exemple de circuits:



ELECTRE II et III, produites quelques années plus tard toujours sous la direction de Bernard Roy, s'insèrent dans le même schéma.

ELECTRE II (1971-72) a été produite pour **créer** une **méthode** relevant de la problématique de rangement où l'on veut classer les options depuis les "meilleures" jusqu'aux "moins bonnes". De plus, certaine nouveautés y ont **été** introduites.

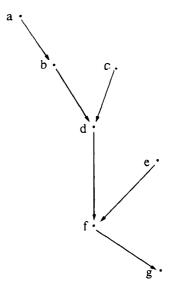
Dans le but de supprimer le plus possible les circuits issus du recouvrement des critères "jugés" équivalents, la somme des poids des critères qui sont meilleurs par rapport aux poids des critères en discordance pour un surclassement d'une option sur une autre doit être superieure à 1.

Pour le reste, l'indice de concordance ne change pas, mais on lui donne trois seuils. De même, l'indice de discordance ne change pas dans sa definition, mais on le calcule pour chaque critère discordant et on lui donne deux seuils dans chaque critère discordant. Les seuils de discordance sont choisis en tenant compte de la longueur de l'échelle des évaluations propre à chaque critère.

Tous ces seuils sont le support d'une autre nouveauté qui permet de distinguer entre un surclassement faible et un surclassement fort. Le graphique de surclassement sera donc composé de ces deux types de surclassement.

Dans le but de **répondre à** la problematique de rangement, ELECTRE II cherche ensuite à effectuer deux types de rangement des options à partir du graphiquee de surclassement, c'est-à-dire un classement dit "direct" et un autre dit "inverse". Pour le classement direct, on examine

les surclassements forts pour ranger les options par classes, et ceci en fonction de la longueur des chemins. En **théorie** des graphiques, la longueur d'un chemin est **déterminée** par le nombre d'arcs (flèches) qui constituent un chemin.



Ainsi, la **première** classe est composée des options **non**-surclassées, c'est-à-dire des options auxquelles aboutit un chemin de longueur nulle (options a, c, et e de l'exemple **ci**-dessus). La deuxième classe est composée des options auxquelles aboutit un chemin de longueur 1 (ce sont les options qui seraient **non-surclassées** si l'on retire du graphique la première classe), etc. Les options **égales** dans une même classe seront départagées dans la mesure du possible à l'aide des surclassements faibles.

Pour le second rangement dit inverse, on range les options en fonction de la longueur des chemins, toujours avec les surclassements forts, mais cette fois avec les chemins issus de ces options. Ainsi, la première classe est composée des options dont est issu un chemin de longueur maximale; la dernière classe est celle des options qui ne sont surclassées par aucune autre. A nouveau, on départagera les options égales à l'intérieur des classes en examinant les surclassements faibles.

On compare ensuite les deux classements. S'ils sont peu différents, c'est que les résultats de la procédure sont solides. Si les résultats diffèrent trop, c'est qu'on ne peut suggérer un classement de toutes les options en présence, d'après les critères et les seuils utilises, avec de bonnes

Mais une relation peut aussi ne pas jouir de cette propriété. La relation 'vaut le double de' n'est pas transitive. Il en est de même de plusieurs autres qu'on appelle alors intransitives.

Par définition, une relation R est transitive si: aRb et bRc = <aRc. C'est le cas notamment de relations comme "égal à" ou encore "inférieur à" où : a < b et b < c = > a < c
Mais une relation peut aussi ne pas jouir de cette propriété. La</p>

garanties de **solidité**. On peut alors **considérer** les options qui diffèrent beaucoup dans les deux rangements comme impossibles à classer sur la base de l'information disponible. L'on **considère** alors ces options comme des actions **non**-comparables. Les **méthodes** ELECTRE tiennent compte de cette situation **appelée** "l'incomparabilite des options". L'incomparabilité est la situation de celui qui cherche à **éclairer** une **décision**, mais qui est **gêné** par l'imperfection des informations dont il dispose (situation d'ailleurs assez **fréquente**). Ces deux notions, l'intransitivité et **l'incomparabilité**, reposent sur des considérations humaines. C'est l'une des qualités principales des méthodes ELECTRE.

ELECTRE III5

Tout comme ELECTRE II, ELECTRE III répond à la problématique de rangement. Cependant, ELECTRE III ne cherche pas seulement deux espèces de surclassement, les forts et les faibles, mais en examine toute une famille qui va du totalement fort (note 1) au totalement faible ou inexistant (note 0), en passant par toutes les nuances que permet l'échelle continue entre ces deux extrêmes. De plus, ELECTRE III étudie les surclassements tout en se demandant quel en est le degré de crédibilité. Le degré de crédibilité est note 1 pour un surclassement complètement justifié par les jugements, il est noté 0 pour un surclassement que rien ne permet de justifier.

Comme dans les ELECTRE précédentes, la relation de surclassement fait appel à la concordance et à la discordance, mais de manière différente; des seuils sont introduits dans le calcul de la concordance, ce qui permet d'introduire en force la notion de structure de préférence des critères d'évaluation.

Examinons la **différence** en prenant la note de l'option a moins la note de l'option b. Cet écart - positif ou négatif - peut **être** jugé trop faible pour avoir une signification; on se trouve alors en situation d'indifference. Dans l'application **d'ELECTRE** III, cela revient à définir une valeur q, dite seuil

d'indifférence, et à décider qu'il y aura indifférence si l'écart est inférieur à q. Si, au contraire, la différence est très forte, supérieure à une quantité p, dite seuil de préférence, l'option la mieux cotée est réputée préférée. On est alors en situation de préférence stricte. Entre les deux, donc entre q et p, réside la zone de préférence faible en faveur de l'option la mieux évaluée. Cette situation est donc une transition entre l'indifférence et la préférence strii.

b strictement préféré à a	b faiblement préféré à a			a faiblement préféré à b	a strictement préféré à b
Q	-q	0	q	Р	note de a

Le choix des seuils revient à l'utilisateur du modèle. On définit alors une structure de préférence sur chacun des critères qui deviennent, selon la terminologie de Bernard Roy, des pseudo-critères. Un pseudo-critère désigne un critère dans lequel les deux fonctions (ou constantes) p et q ont été introduites. Cette mise en forme du problème repose sur des considérations humaines qui s'opposent souvent à la logique mathématique, mais qui répondent bien aux contraintes des problèmes d'environnement. La définition de ces seuils permettra ainsi de procurer à chacun des critères sa propre structure de préférence.

Comme dans ELECTRE I et II, la relation de surclassement est construite en ayant recours aux techniques de concordance et de discordance et ce, pour chacun des critères, avant d'en faire la synthèse.

ELECTRE III vise ainsi un rangement des actions exprimant en des termes plus ou moins nuances les positions relatives des options en tentant de les **départager** en classes d'équivalence.

Notre description d'ELECTRE III s'inspire du rapport de recherche rédigé par Bernard Roy, créateur de la méthode (voir référence bibliographique).

3. LE PROJET A L'ÉTUDE

Le projet qui servira de support à ce travail a pour objet la construction d'une ligne de transport d'énergie électrique de 735 kV et la construction d'un poste à 735230 kV dans la région de l'Estrie, au Québec. Comme ce type d'Équipement est assujetti à la Loi sur la qualité de l'Environnement du Québec (L.R.Q., chap. Q 2), le promoteur de ce projet, Hydro-Québec, a réalise des études d'impact qui ont été rendues publiques en 1983 et qui ont fait l'objet d'un rapport par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (le BAPE). C'est donc à partir des études d'impact du projet intitule "Poste des Cantons à 735230 kV et lignes à 735 kV Nicolet-Des-Cantons", que sera effectuée l'analyse de cette recherche.

En bref, l'intention de construire ces nouveaux équipements est **fondée** sur des analyses historiques de l'augmentation de la demande de pointe pour une période de 15 ans (1966-1981) et sur des projections **économiques** et **démographiques**

pour une période de 17 ans (1981-1998), à l'échelle du Québec.

À partir de ces données, le promoteur a **procédé à** des projections de la demande en **électricité** sur une période allant de 1981 à 1998. Le promoteur démontre ensuite que la demande en **électricité** pour la **région** de Sherbrooke dépassera, des 1986, la **capacité** du **réseau** actuel. Le promoteur justifie ainsi la construction d'une nouvelle ligne de transport pour desservir la région de Sherbrooke.

Étude de cadrage

Deux solutions fondées sur des lignes de transport à tensions de 230 et 735 kV ont été examinees. Il s'agit de deux niveaux de tension disponibles au poste Nicolet, seul poste jugé suffisamment près de Sherbrooke pour être

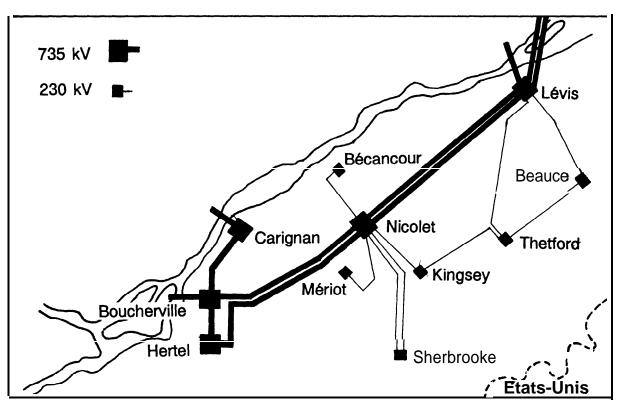


Schéma 1: Réseau à 735 et à 230 kV

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 15.

envisagé comme point de départ d'une nouvelle ligne. Les postes **Hertel** et **Boucherville** n'ont pas été retenus pour des raisons d'ordre technique' (schéma 1).

De plus, les deux solutions envisagées devront s'inscrire dans un **réseau** planifié pour satisfaire, à long terme, non seulement la région de **l'Estrie** mais aussi toute la région comprise entre le fleuve Saint-Laurent, la frontière **américaine**, la ville de Montmagny (à l'est de Québec) et la frontière ontarienne. L'évaluation tient donc compte de trois projets étroitement reliés entre eux à l'interieur de ce territoire, soit:

- la construction du poste Delorme à 735 kV pour satisfaire la demande prévue dans la région de Saint-Hyacinthe-Granby. Selon les prévisions, ce poste sera requis vers 1989;
- la construction de nouveaux équipements pour satisfaire la demande prévue à long terme dans la région de Beauce-Thetford, vers l'an 2000;

 la construction, vers 1995, d'une nouvelle traversée du Saint-Laurent (ligne à 735 kV) entre Québec et Trois-Rivières.

Toutes ces constructions s'inscrivent dans la mise sur pied d'un réseau à 735 kV dans ce territoire.

Une première option à 230 kV a donc été envisagée. Il s'agit ici de conserver la même tension d'alimentation. Ce qui signifierait, à court terme, la construction pour 1986 d'un poste de sectionnement à 230 kV dans la région de Sherbrooke et d'une nouvelle ligne biterne à 230 kV sur environ 70 km pour raccorder ce poste au poste Nicolet. Compte tenu des prévisions de la demande, cette solution permettrait d'alimenter adéquatement la région de Sherbrooke à long terme, soit pendant environ 20 ans.

Ces postes offrent la possibilité d'une option à 315 kV; mais la distance de 125 km séparant ces postes de la région rendait cette option techniquement inacceptable. Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 12.

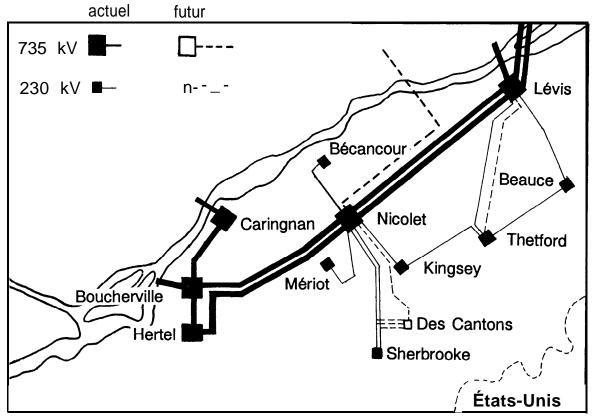


Schéma 2: Option à 230 kV

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 15.

Une autre solution, **fondée** sur une tension de 735 kV, a aussi **été étudiée.** Il s'agirait de construire un poste **à 735**-230 kV et de le relier par trois lignes **à** 230 kV aux lignes actuelles **Nicolet-Sherbrooke.** Ce futur poste serait raccordé au réseau actuel, au poste Nicolet, par une ligne **à** 735 kV.

Ces nouveaux **équipements**, compte tenu des **prévisions** de la demande, seraient utilises, dans un premier temps du moins, **à** une tension de 230 kV. Selon le promoteur, on ne pourra plus **répondre à** la demande advenant une panne sur un des quatre circuits **à** 230 kV du réseau Nicolet-Sherbrooke **à** partir de **1996**. Le poste de Sherbrooke **(appelé** poste Des Cantons) devra alors **être** alimenté par une seconde ligne **à** 735 kV.

Sur le plan **économique**, les deux solutions **étudiées** sont comparables. Les **coûts** pour l'option **à** 735 kV sont estimes **à** 107 millions de dollars, et ceux de l'option **à** 230 kV sont **évalués à** 105 millions de dollars.

Sur le plan technique, l'option à 735 kV est jugée la meilleure, parce que :

- cette option est mieux adaptée à la demande;
- les lignes à 230 kV occasionnent des pertes électriques considérables sur des distances importantes et, entraînent par conséquent, la sous-utilisation des lignes de transport: et
- cette option permettrait éventuellement d'établir un lien supplémentaire de transport à 735 kV entre la région de Québec et Drummondville et de raccourcir la ligne servant à l'intégration de la nouvelle traversée du fleuve.

Sur le plan environnemental, l'option à 735 kV assurerait une alimentation sur une **période** plus longue que des circuits à 230 kV, permettant de **réduire** au minimum le nombre des Rquipements additionnels dans le territoire : l'option à 230 kV impliquerait, à long terme, l'installation d'une autre ligne dans cet axe (selon les **prévisions** de la demande en **électricité).**

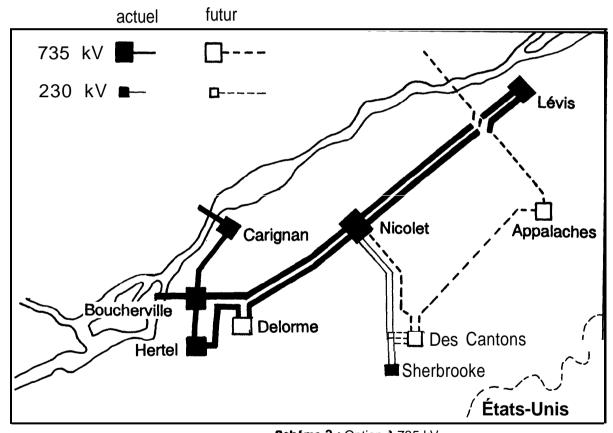
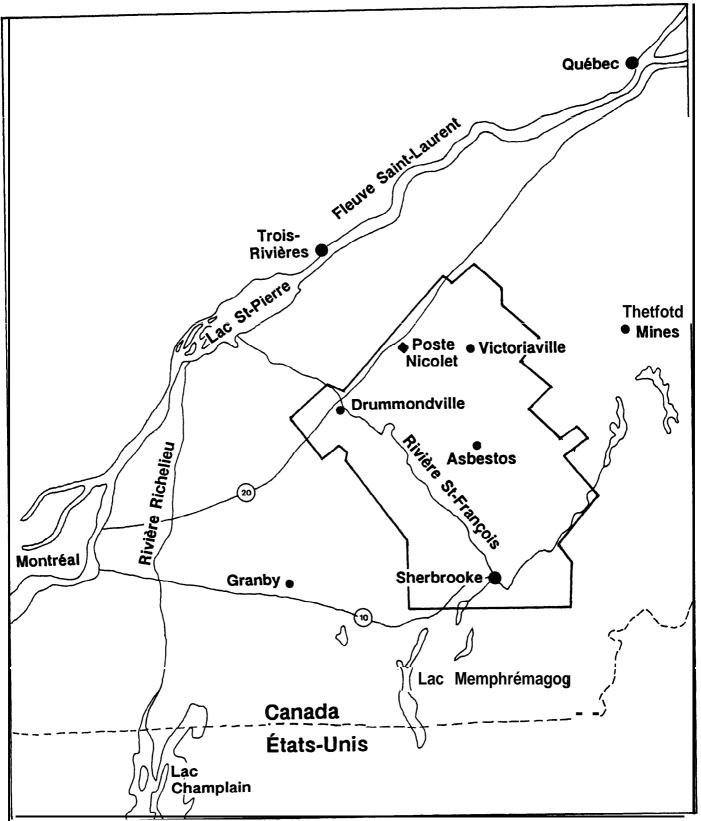


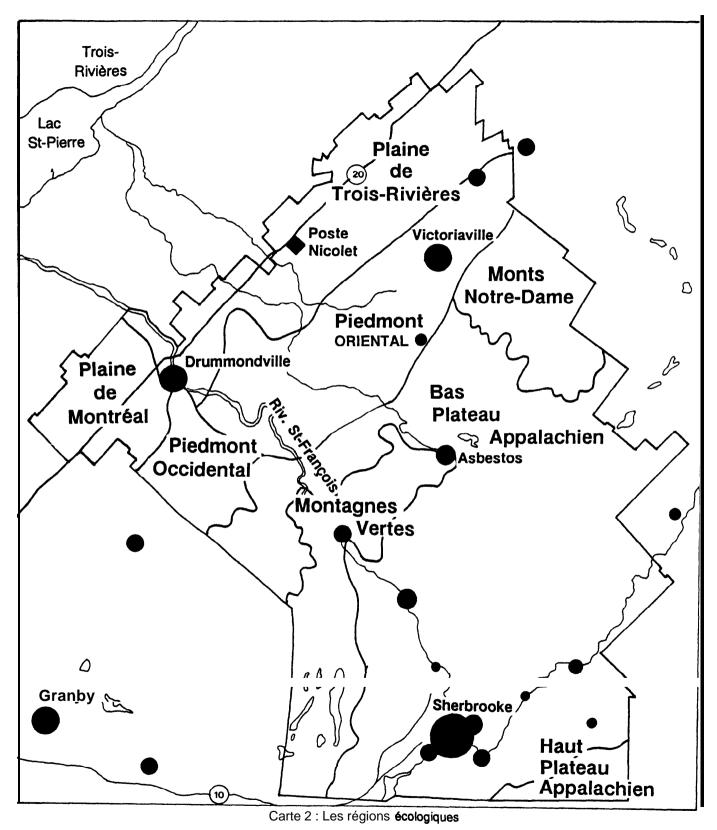
Schéma 3 : Option à 735 kV

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 23.

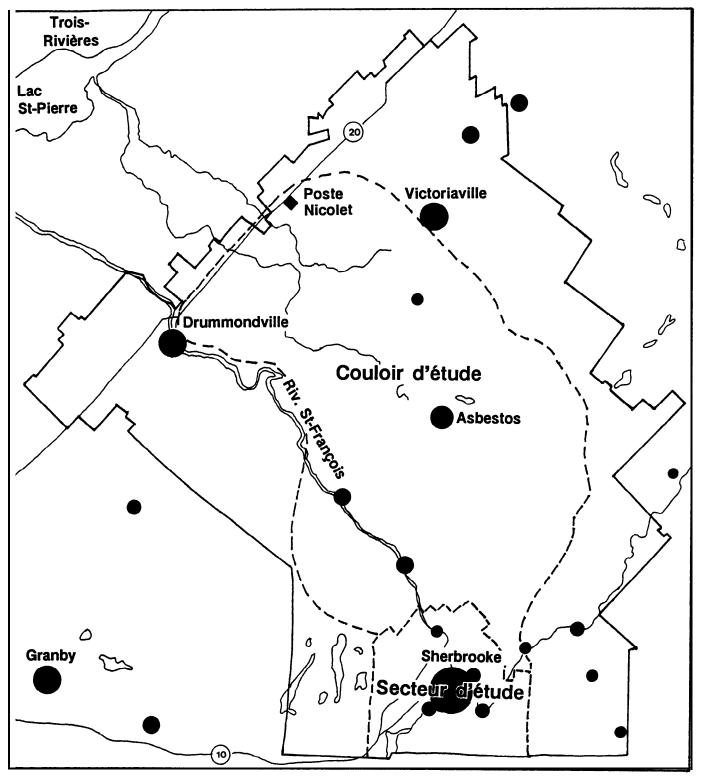


Carte 1 : Zone d'étude

Source : Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, Dossier cartographique, avril 1983.



Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, Dossier cartographique, avril 1983.



Carte 3 : Couloir et secteur d'étude

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, Dossier cartographique, avril 1983.

En plus, l'option à 735 kV permettrait de relier ensemble tous les Rquipements **prévus** pour la mise sur pied d'un réseau à 735 kV dans le territoire de la Rive-Sud du Saint-Laurent.

Cette **première étape** de l'étude d'impact a donc permis, d'une part d'opter pour l'implantation d'une ligne à 735 kV et a servi, d'autre part, à delimiter une zone d'étude pour les **étapes** subséquentes de l'étude d'impact. Cette zone d'étude a été **délimitée** en fonction du réseau électrique en place alimentant la **région** de Sherbrooke et en fonction du point de **départ** choisi (le poste Nicolet) de la nouvelle ligne de transport d'energie.

Connaissance de la zone d'étude, des corridors et des aires d'accueil

À l'échelle de 1 : 125 000, un premier inventaire systématique des milieux humain et naturel a été fait en tenant compte des aspects actuels, potentiels, et prévisibles. La zone d'étude a été ainsi découpée en régions et en districts Acologiques selon la méthode préconisée par Jourdant.

Huit régions Acologiques et 74 districts écologiques ont été délimites par Hydro-Québec. Le promoteur a ensuite procéde à une évaluation de l'importance relative des éléments des milieux humain et naturel afin de dégager, pour chaque district écologique, les enjeux environnementaux et de determiner leur degré de résistance à la réalisation du projet.

Par enjeux environnementaux, le promoteur entend tout ce que l'on peut perdre ou modifier, du point de vue de l'environnement, par l'implantation d'une ligne ou d'un poste dans un espace donné. Une ponderation est ensuite attribuée à chacun des indicateurs retenus, de maniére à définir trois échelons d'enjeux environnementaux :

- les enjeux majeurs comprennant les espaces protégés par des lois ou des espaces hautement valorisés par la population;
- les enjeux importants sont les espaces de production agricole bien Atablis et les espaces valorisés par la population pour la villégiature et les loisirs;
- · les enjeux faibles sont les espaces n'ayant pas d'enjeux majeurs ou importants.

Cette étape a servi à exclure quelques districts jugés comme des espaces à enjeux majeurs, dans le but de réduire la zone d'étude à un couloir et un secteur d'étude.

À l'intérieur du couloir d'étude, trois corridors pouvant accueillir une ligne de transport électrique ont été délimites en fonction des contraintes et des résistances des espaces terrestres et aériens. De même, sept aires d'accueil potentielles, où le futur poste à 735-230 kV sera implanté, ont été délimitées dans le secteur d'étude.

Ensuite, Hydro-Quebec a **procédé à** une deuxième analyse des inventaires pour circonscrire à l'échelle 1: **20 000**, les **éléments homogènes** du milieu en **unités** d'environnement. Les 441 unités ainsi **relevées** ont ensuite **été hiérarchisées** en fonction de leur résistance plus ou moins forte à l'implantation d'un poste ou au passage d'une ligne. Cette ponderation définit cinq niveaux de résistance:

- premierement, les milieux spéciaux protégés par une loi ou valorisés par la population;
- · deuxièmement, les milieux urbains et de villégiature;
- troisièmement, les milieux agricoles et agro-forestiers;
- quatrièmement, les milieux forestiers;
- cinquièmement, les milieux para-urbains.

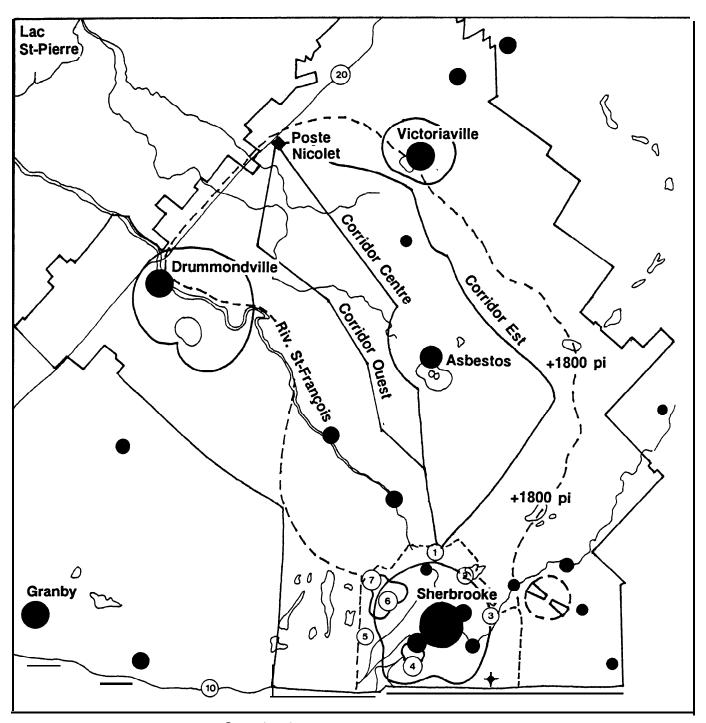
Les conclusions de l'analyse comparative selon les types de milieux traverses defavorisaient le corridor Centre par rapport aux deux autres. Cependant, un élément jouait en sa faveur : il renfermait déjà des lignes à 230 et à 120 kV entre le poste Nicolet et l'aire d'accueil Brompton Canton. Dans les deux autres cas, il aurait fallu pratiquer de nouvelles percées dans le territoire. Hydro-Quebec a examine la possibilité de démanteler certaines lignes dans le corridor Centre : possibilité confirmée pour une ligne à 230 kV (dans l'emprise actuelle du corridor Centre) et pour deux lignes à 120 kV dans une partie du corridor Centre. En raison de ce démantèlement, l'emprise supplémentaire pour une nouvelle ligne à 735 kV allait varier considérablement, passant de 15 m à 80 m (80 m est la norme pour une ligne à 735 kV) le long de ce corridor.

Les variations en longueur et en largeur des emprises supplémentaires ont modifie la Premiere opinion qui était defavorable au corridor Centre. L'emprise de ce corridor allait toucher une superficie deux fois plus petite que celle du corridor Ouest et trois fois plus petite que celle du corridor Est. L'enlévement d'environ 500 supports allait réduire, pour les agriculteurs, l'encombrement du corridor de transport d'energie électrique. La qualité du paysage allait donc en bénéficier.

Hydro-Quebec a donc retenu le corridor Centre. Le critère de regroupement des lignes de transport d'energie électrique dans un même corridor Anergétique prime dans cette décision. La justification de ce choix est fonction du démantèlement propose.

En ce qui a trait au choix de l'aire d'accueil, l'option favorisée est celle de Brompton Canton, pour les raisons suivantes :

- elle permet une liaison en dehors des agglomérations urbaines actuelles et futures, dans un milieu boise, en touchant peu l'agriculture;
- les possibilités d'intégration au réseau Nicolet-Sherbrooke à 230 kV sont excellentes;
- c'est la meilleure option pour la liaison avec le futur poste Appalaches;
- c'est la meilleure en ce qui concerne la longueur des lignes à construire et, par conséquent, c'est la solution la plus économique.



Carte 4: Corridors et aires d'accueil

Aire d'accueil Brompton Canton

- Contraintes et résistences :Espaces aériens
- Diagramme de rayonnement de **(0)** 1000 et de **(0** 1200 **M/mN.A.**

 - Aire de dégagement (aéroport)
 Surface horizontale (aéroport)
 Autre tour de communication
 Altitude supérieure 8 1800 pieds
- . Espaces terrestres
- .-1800

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, Dossier cartographique, avril 1983.

Ces analyses comparatives ayant conclu que l'on doit installer la ligne à 735 kV en grande partie à la place de lignes existantes, le promoteur a conclu que l'inventaire à l'échelle de 1: 20 000 n'a pas servi à réduire l'espace ou à choisir un trace de ligne. Il n'a rempli ce rôle que pour le choix d'un emplacement du poste à l'intérieur de l'aire d'accueil Brompton Canton. D'ailleurs, la largeur des corridors, ayant été fixée de 1 à 3 km, "implique qu'il est impossible, selon Hydro-Québec, d'y localiser des traces substantiellement différents sur le plan des milieux travers&".'

Choix de l'exemple d'application

Dans le rapport **d'études** d'avant-projet, une première Avaluation des milieux pouvant recevoir par la ligne de transport **d'énergie** a **été réalisée** par la hierarchisation des districts ecologiques. Par la suite, une **deuxième évaluation** du **même** genre a **été effectuée, à** une échelle plus petite, par la hierarchisation des **unités** d'environnement. En troisième lieu, on a évalue les trois corridors proposés. La **même procédure** a **été appliquée** pour le choix de l'aire d'accueil. Quant aux impacts potentiels relies **à** l'implantation de la ligne de transport **d'énergie,** ils n'interviennent qu'à la toute fin du rapport lorsqu'est venu le temps de proposer des mesures d'insertion du projet.

Toutes ces étapes pourraient faire l'objet d'une modélisation par le modèle ELECTRE. Cependant, comme le choix du trace final fut déterminé essentiellement en fonction d'une methode de localisation, procédant de l'inventaire des composantes des milieux humain et naturel (définis en termes de résistances et d'enjeux environnementaux) susceptibles d'être affectés par l'implantation du projet, il nous apparaît plus profitable d'effectuer notre exemple d'application sur la hiérarchisation des districts ecologiques. D'autres raisons viennent motiver ce choix. D'abord, à la lecture du rapport de la Commission d'environnement qui s'est penchée sur ce projet, il est apparu évident que la methode ayant servi à ranger les districts écologiques n'a pas été comprise par le public. En effet, il est souvent

difficile d'identifier, dans les rapports sur les études d'avantprojet, les facteurs permettant de différencier un enjeu environnemental majeur d'un enjeu important. Pourtant, le dossier de référence précise bien (Annexe III, page 6) que les indicateurs permettent de differencier, selon une méthode concrète, les districts à enjeux environnementaux majeurs, importants ou faibles.

Ces critiques, du public et de la Commission d'environnement, remettent ainsi en cause la cohérence **même** du système de comparaison utilisé par le promoteur pour la hierarchisation des districts ecologiques. Cette **étape** dans le cheminement de **l'étude** d'impact fut quand **même** importante car elle a servi à exclure quelques districts à enjeux majeurs de **manière** à delimiter un nouveau cadre spatial dans lequel ont **été élaborées** des variantes de corridors pouvant accueillir une ligne de transport d'énergie Rlectriq ue.

Voici donc un cas **précis** où l'emploi d'une methode formelle, en l'occurrence la méthode ELECTRE III, pourrait s'avérer **éclairante.** Le type de problème multicritère auquel on cherche à répondre est l'établissement d'un rangement (ou, en d'autres termes, une hierarchisation) d'un ensemble "d'objets", les objets étant ici les districts écologiques. L'ensemble choisi sera une des huit régions écologiques (nous expliquerons dans les pages suivantes la raison de cette simplification).

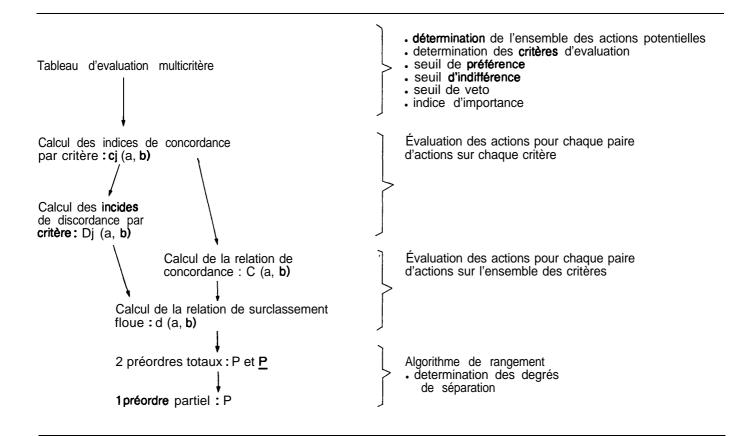
Ainsi, en fonction des paramètres et des devis d'étude d'impact, nous nous efforcerons de reproduire le méme rangement que celui, d'Hydro-Québec, mais cette fois-ci à l'aide de la méthode ELECTRE. Ceci dans le but de :

 tester la souplesse d'adaptation de la methode; et de voir si tous les paramètres de la hiérarchisation ont bien été définis dans l'étude d'impact.

BAPE, Rapport d'enquête et d'audience publique, Poste des Canton Lignes Nicolet-Des-Canton et des Canton-Nouvelle-Angleterre, 1933, p. 4-13.

4. EXEMPLE D'APPLICATION DU MODÈLE ELECTRE III

Le graphique suivant illustre les Rtapes de la methode ELECTRE III. Pour les fins de ce travail, un programme informatique a été écrit (en FORTRAN) pour permettre le traitement rapide des **données**. Les algorithmes de ce programme suivent les **étapes** de la methode, **définies** comme suit :



De même, la mise en forme du probléme de rangement des districts **écologiques** suivra les **étapes** illustrées par le graphique.

Tableau d'évaluation multicritère: Détermination de l'ensemble des actions potentielles

Selon les **préférences** exprimees par le promoteur du projet, chaque region Rcologique forme un ensemble distinct. Cette **préférence** tient essentiellement au fait que, du point de vue agricole, le pourcentage de la superficie en culture et des sols de classe 1, 2, 3 est compare à la moyenne de la region écologique et non à l'ensemble de la zone d'étude. Aucune autre mention semblable ne touche les autres

critères d'evaluation. Les régions écologiques n'ayant pas toutes les mêmes caractéristiques, le rangement ne se fera donc pas en comparant les 74 districts écologiques entre eux. Il y aura plutôt un rangement par région écologique, donc huit rangements potentiels reposant sur des considérations différentes. Pour la methode ELECTRE III, l'ensemble des actions potentielles se composera donc des districts écologiques d'une des huit régions écologiques. Pour ce travail, l'exemple d'application de la methode ELECTRE utilisera les données de la region Rcologique du

Classe des sols établie selon l'inventaire des terres du Canada (I.T.C.) et du Québec.

Ras-Plateau appalachien (Tableau 14 de l'étude d'impact)⁹. (Voir Tableau 1 et Carte 5 aux pages 40, 41 et 42).

Tableau d'évaluation multicritère : Détermination des critères d'évaluation

Dans son étude d'impact, Hydro-Québec a retenu essentiellement cinq éléments des milieux naturel et humain pour appuyer le rangement des districts écologiques, soit :

- le pourcentage de la superficie cultivée;
- le pourcentage de la superficie des sols de catégories 1, 2 et 3;
- · le pourcentage de la superficie boisee;
- · le nombre de chalets; et
- le type de paysage défini sur trois paliers :
 - paysage reconnu
 - paysage de qualité
 - aucun.

Il y a donc quatre critères quantitatifs et un critère qualitatif.

Parmi ces descripteurs, le promoteur a encadre, dans le tableau des **données** brutes, les Avaluations qui justifiaient l'attribution d'un enjeu majeur ou important aux districts écologiques. Nous utiliserons donc ces valeurs pour determiner les Rvaluations qui auront une influence réelle sur le rangement des districts écologiques. Si l'on se reporte au Tableau 1, qui reproduit le tableau des données de l'étude d'impact, on remarque que :

- pour les superficies en culture, les pourcentages encadres sont tous superieurs à 40;
- pour les superficies de sols de catégorie 1, 2 et 3, seuls les pourcentages supérieurs à 26 ont été encadres;

- aucune valeur n'est encadre en ce qui concerne la superficie boisee;
- pour le nombre de chalets, seuls les chiffres supérieurs à 162 sont encadrés;
- enfin, seuls les paysages reconnus ou les paysages de qualité sont encadres.

Ces considérations auront plusieurs conséquences dans la definition des paramètres de la méthode ELECTRE III. Premièrement, la superficie boisée n'aura aucune influence sur le rangement des districts écologiques. Ce descripteur pourrait donc être **éliminé** de l'ensemble des **critères** d'évaluation, mais il sera conserve. On expliquera ultérieurement comment, à l'aide des indices d'importance, nous pouvons respecter cette préférence émise par le promoteur. Deuxièmement, en ce qui concerne les autres descripteurs, seules les Avaluations qui ont été encadrees auront une influence sur le rangement. Dans l'exemple d'application de la méthode ELECTRE III, le tableau des données de l'étude d'impact sera donc modifié pour respecter ces exigences. Ainsi, toutes les valeurs inférieures à celles qui sont encadrées seront réduites à zéro, tandis que les évaluations encadrées seront conservees telles quelles; cependant, les evaluations du pourcentage de superficie boisée seront toutes conservées telles quelles. Si l'on se reporte au Tableau 2 de la page 47, on s'aperçoit tout de suite que le rangement s'appuie en fait sur très peu d'évaluations, compte tenu du fait que les Avaluations de la superficie boisée n'auront pas de poids dans la problématique de rangement des districts écologiques.

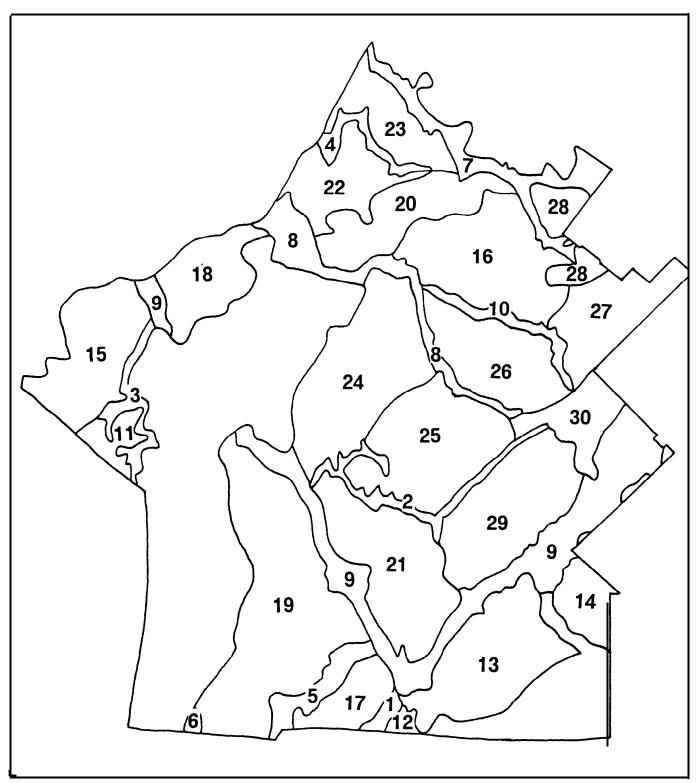
⁹ Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 73.

Tableau 1. Région écologique : bas-plateau appalachien
--

			CRITERES	FACTUELS		CRITÈRES QUALITATIFS		
	RÉGION/ DISTRICTS/	Espace	s agricoles	Espaces forestiers	Villégiature		Varation du	Enjeux
DPTIONS MU LE BAS PLAT 1. VALLEE DU . Hatley . Ascot 2. VALLÉE DE . Stoke . Windsor 3. VALLÉE DE Durham S 4. VALLÉE SUF . Chénier . Warwick 5. VALLÉE DE		Superficie cultivée (%)	Superficie sols 1,2,3 (%)	Superficie boisée (%)	Nombre de chalets	Paysages reconnus, de qua lit é	Vocation du district écologique	d'envi- ronnement du dis- trict écologique
<u>LE</u>	BAS PLATEAU APPALACHIEN	31	14	53	3504			
1. '	•	7	26	30	<u>473</u>	Paysage reconnu	Villégiature et récréation	<u>Majeurs</u>
	VALLÉE DE LA STOKE . Stoke	18	23	72	98	Aucun	Forestier	Faibles
	. Windsor VALLÉE DE LA ULVERTON Dumam South	28	3	59	14	Aucun	Agro-forestier	Faibles
4. v	VALLÉE SUPÉRIEURE DES PINS	33	13	53	10	Aucun	Agro-forestier	Faibles
	VALLÉE DE IA MAGOG Sherbrooke	8	3	31	640	Paysage reconnu	Villégiature et récréation	Majeurs

6.	VALLEE DU MEMPHRÉMAGOG NORD	23	0	32	84	Paysage reconnu	Villégiature et récréation	Importants
7.	. Orford VALLÉE SUPÉRIEURE DE LA NICOLET . Ham North	42	3	36	<u>167</u>	Paysage de qualite	Villégiature et récréation	Importants
6.	VALLÉE SUPÉRIEURE DE LA NICOLET SO. . Asbestos	24	19	66	<u>542</u>	Aucun	Villégiature et récréation	Importants
9.	VALLÉE SUPÉRIEURE DE LA SAINT-FRANÇOIS . Sherbrooke	21	13	56	<u>302</u>	Paysage de qualite	Villégiature et récréation	Importants
10. 11. 12.	East Angus VALLEE DE LA NICOLET - CENTRE PLATEAU D'ALTON DURHAM PLATEAU D'ASCOT-COMPTON PLATEAU D'ASCOT-EATON	43 30 40 34	0 0 51 16	45 56 51 51	0 8 2 55	Aucun Aucun Aucun Aucun	Agro-forestier Agro-forestier Agro-forestier Agro-forestier	Faibles Faibles Importants Faibles
14.	Asoot PLATEAU DE BERRY WESTBURY	23	16	71	33	Aucun	Forestier	Faibles
	Bury PLATEAU DURHAM .Durham South	<u>52</u>	<u>26</u>	32	67	Aucun	Agricole	Importants
16.	L'Avenir PLATEAU DE HAM . Saint-Adrien	21	2	65	56	Aucun		Faibles
17.	. Wotton PLATEAU DE HATLEY-ASCOT . Sherbrooke	25	17	55	<u>162</u>	Paysage de qualite	Agro-forestier et villégiature	Importants
16.	Asoot PLATEAU DE KINGSEY	<u>59</u>	28	32	27	Aucun	Agricole	Importants
19.	SHERBROOKE . Sherbrooke	26	17	51	354	Paysage de qualite	Villégiature	Importants
20.	. Magog PLATEAU DE SAINT-RÉMI DE TINGWICK	36	6	46	23	Aucun	Agro-forestier	Faibles
21.	Saint-Rémi de Tingwiok PLATEAU DE STOKE-ASCOT . Sherbrooke . Stoke	31	14	54	30	Aucun	Agro-forestier	Faibles
22.	Bromont PLATEAU DE TINGWICK . Chénier	<u>58</u>	16	37	24	Aucun	Agricole	Importants
23.	ARTHABASKA . Chénier	<u>60</u>	3	30	26	Aucun	Agricole	Importants
24.	. Warwick PLATEAU DE WINDSOR . Asbestos . Windsor	<u>50</u>	28	41	236	Aucun	Agricole	Importants
25.	PLATEAU DE WINDSOR/STOKE . Stoke Windsor	19	25	60	50	Aucun	Forestier	Faibles
26.	PLATEAU DE WOTTON - SAINT-CAMILLE , Wottonville	<u>56</u>	17	36	2	Aucun	Agricole	Importants
27.		10	0	62	0	Aucun	Forestier	Faibles
26.	Saint-Joseph de Garthby PLATEAU DE WOLFESTOWN . Ham North	6	0	64	•	Aucun	Forestier	Faibles
29.	MONTS DE STOKES . Ascot Corner	6	3	90	25	Paysage reconnu	Récréation	Majeurs
30.	. Stoke MONTS DE STOKE SECTION WEEDON DUDSWELL . Malbestos . Dudswell	22	3	69		Aucun	Forestier	Faibles

A titre indicatif, pour aider le lecteur à situer le district écologique. Source :Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1983, p. 73.



Carte 5 : Districts écologiques du bas-plateau appalachien

Source: Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet: Dossier cartographique, avril 1983.

Tableau 2. Matrices des données modifiées

DISTRICTS COLOGIQUES		CRITÈRES D'ÉV	ALUATION		
options (numéro)	superficie cultivée (%)	superficie des sols 1,2,3 (%)	superficie bois& (%)	nombre de chalets	pay- sage
1	.0	26. 0	30.0	473.0	4.0
2.	.0	.0	72.0	.0	.0
3	.0	.0	59.0	0.	.0
4	. 0	.0	53.0	0.	.0
5	. 0	.0	31 .0	640.0	4.0
6	. 0	.0	32.0	.0	4.0
7	42.0	.0	38.0	167.0	2.0
8	. 0	.0	66.0	542.0	.0
9	. 0	.0	56.0	302.0	2.0
1 <u>0</u> .	43. 0	.0	45.0 <u> </u>	. 0	.0
11	.0	.0	56.0	0.	.0
1 <u>2 .</u>	40. 0	51. 0	51 .o		.0
1 <u>3 .</u>	.0	0	51 .o	0	.0
1 4 .	. 0	.0	71.0	0.	.0
1 <u>5 .</u>	52. 0	26. 0	32.0	. 0	.0
1 <u>6 .</u>	. 0	.0	65.0	0	.0
1 <u>7 .</u>	.0	.0	55.0	162.0	2.0
1 <u>8 .</u>	59.0	28. 0	32.0	.0	.0
1 <u>9 .</u>	. 0	0	51 .o	354.0	2.0
2 <u>0</u> .	.0	0	48.0		.0
2 <u>1</u> .	.0	0	54.0	·	
2 <u>2 .</u>	58. 0	0	37.0	_	
2 <u>3 .</u>	60. 0	.0	30.0	.0	.0
2 <u>4</u> .	50. 0	28. 0	41 .0	230.0	.0
2 5 .	. 0	.0	80.0	.0	.0
2 <u>6</u> .	56. 0				
2 7 .	.0				
2 0 .	. 0				
2 9 .	. 0				
3 0 .	.0	<u></u>			

Tableau d'évaluation multicritère : Détermination des indices d'importance

Les indices d'importance seront le reflet de la pondération des critères **d'évaluation** exprimée dans **l'étude** d'impact. Cette pondération distingue trois types d'enjeux, soit :

- les enjeux majeurs qui correspondent à des espaces protégés par des lois ou à des espaces hautement valorisés par la population locale ou régionale;
- les enjeux importants qui correspondent :
 - du point de vue agricole, à des espaces dont la superficie en culture ou dont le pourcentage des terres de classe 1, 2 et 3 dépasse nettement la moyenne de la région écologique;
 - à des espaces très valorisés par la population pour la villégiature et les loisirs (confirme par le nombre de chalets); et
 - à des espaces dont le paysage est considéré de bonne qualité.
- les enjeux faibles sont des espaces ne répondant à aucun des critères des enjeux majeurs ou importants."

En fait, dans cet exemple d'application de la methode ELECTRE III, les indices d'importance auront un rôle prépondérant dans le rangement des districts écologiques: la mise en forme de la problematique de rangement reflétant les préoccupations d'Hydro-Québec. Il s'agira donc d'introduire ces échelles de valeur dans les algorithmes de la methode ELECTRE III.

En bref, seul le critère "type de paysage" entrera en ligne de compte pour la détermination d'un enjeu majeur; un enjeu majeur correspondra donc aux districts **écologiques** possédant un paysage reconnu. Pour les enjeux importants, quatre criteres peuvent intervenir, soit:

- la superficie en culture;
- la superficie des sols de classe 1, 2 et 3;
- le nombre de chalets; et
- les paysages de qualité.

Ces quatre criteres sont juges d'importance équivalence. La superficie **boisée** n'est pas prise en considération. Il reste donc quatre critères d'évaluation servant de base au rangement. Comme le total des indices d'importance doit égaler 1, voici la distribution des poids sur les critères :

Critères

Types de paysage paysage reconnu = 4 paysage de qualite = 2 aucun - 0

Superficie en culture

Superficie des sols de classe 1,2,3 Nombre de chalets Superficie **boisée** Indices d'importance

Si a ou b = 4 Si a et b < 4 Si a et b = 0 et a ou b = 2 poids = 0.57 poids = 0.14 poids = 0.0 Si a ou b > 0 Si a et b = 0

poids = 0.14 poids = 0.0

" = 0.14 " = 0.0 " = 0.14 " = 0.0

toujours égale à 0.01

Bref, le critere "superficie boisée" aura toujours un poids égal à 0.01. Le criière "type de paysage" aura trois indices d'importance, dépendamment des valeurs des deux districts écologiques mis en comparaison sur ce critère, etc. Le principe général des indices d'importance est donc le suivant : un poids égal ou superieur à 0.57 correspondra à un enjeu majeur" et un poids inferieur à 0.57 et supérieur ou égal à 0.14 correspondra à un enjeu important. Les poids inférieurs à 0.14 seront considérés comme des enjeux faibles.

¹⁰ Hydro-Québec, Rapport sur les études d'avant-projet, avril 1963, pp. 6162.

[&]quot;En effet, même si un district écologique compte 4 critères correspondant à un enjeu important, il aura alors un poids égal à 0.56. Cependant, si l'on ajoute à cela le poids du critère 'superficie boisée", le district aura un poids égal à 0.57 correspondant à un enjeu majeur. Donc, même avec un poids de 0.01, le critère 'superficie boisée" peut avoir un rôle important Cette possibilité a été volontairement incluse par le modélisateur, de manière à demontrer les possibilités des indices d'importance dans la problématique de rangement. Cependant, le cas ne se présentera pas dans cet exemple d'application de la méthode ELECTRE III sur la région écologique du bas-plateau appalachien.

Tableau d'évaluation multicritères : Détermination des seuils pour chacun des critères

Aucune mention dans l'étude d'impact ne s'approche des concepts de preference stricte, d'indifference ou de veto tels que l'entend la méthode ELECTRE. Cependant, par suite des considérations déjà formulees, on peut déduire sans trop de risque que, pour chacun des critères, toutes les évaluations qui ont été encadrées sont strictement préférées Mentionnons ici que la à celles qui ne le sont pas. modification des données permettra d'établir une préférence stricte entre les évaluations qui ont été encadrées et celles qui ne le sont pas. De même, des valeurs très élevées ont été données aux seuils de veto de manière que ceux-ci n'aient aucune influence sur les calculs des degrés de crédibilité accordes aux surclassements. Ainsi, pour les trois premiers critères, à savoir les pourcentages de superficie cultivée, de superficie des sols 1, 2, 3 et de superficie boisée:

- les seuils de veto egalent 10 000;
- les seuils de preference stricte égalent 10.0; et
- les seuils d'indifference égalent 5.0.

Pour le nombre de chalets :

- le seuil de veto égale 30 000;
- le seuil de **préférence** stricte égale 100.0; et
- le seuil d'indifference égale 50.0.

Pour les types de paysages :

- le seuil de veto égale 100.0:
- . le seuil de préférence stricte égale 2.0; et
- le seuil d'indifference égale 1.0.

De cette façon, les **préférences** exprimees dans l'étude d'impact seront respectées mais, de plus, les différents seuils de preference stricte et d'indifférence permettront un rangement plus **détaillé** des districts appartenant à la même classe d'enjeux environnementaux. Rappelons que la mise en forme du tableau **d'évaluation** multicritère a pour but de reproduire, dans la mesure du possible, les préférences exprimees dans l'étude d'impact de **manière** à tester les paramètres d'application du **modèle** ELECTRE III.

Calcul des indices de concordance : cj (a, b)

Supposons que nous examinons le cas de la paire "a vers b", l'indice de concordance du critère j égalera :

cj (a,b) =
$$\frac{pj (a) - Min [bj - aj, pj (a)]^{12}}{pj (a) - Min [bj - aj, qj (a)]}$$

Pour le calcul de la concordance de la paire "b vers a", on remplace les valeurs de l'option a par celles de b et vice versa. A titre d'exemple, prenons le cas du district écologique "vallée supérieure de la Nicolet (option 7) vers le district écologique "vallée supérieure de la Nicolet-S.-O." (option 8). Les évaluations de ces deux districts écologiques d'après les 5 critères sont reproduites ici :

La concordance de 7 vers 8 pour le premier critère égalera:

$$c_1(7,8) = \frac{10 - Min (0-42, 10)}{10 - Min (0-42, 5)} = \frac{10 - (-42)}{10 - (-42)} = 1.0$$

La concordance de 7 vers 8 pour les autres critères égalera :

$$c_2(7,8) = \frac{10 - Min (0.0, 10)}{10 - Min (0.0, 10)} = \frac{10 - 0}{10 - 0} = 1.0$$

$$c_3(7,8) = \frac{10 - Min (66-38, 10)}{10 - Min (66-38, 10)} = \frac{10 - 10}{10 - 5} = 0.0$$

$$c_4(7,8) = \frac{100 - Min (542-167, 100)}{100 - Min (542-167, 50)} = \frac{100 - 100}{100 - 50} = 0.0$$

$$c_5(7,8) = \frac{2 - Min (0-2, 2)}{2 - Min (0-2, 1)} = \frac{2 - (-2)}{2 - (-2)} = 1.0$$

Pour la concordance de 8 vers 7, on reprend les **mêmes** données et on **procède** aux mêmes calculs, mais selon le point de vue inverse. Ainsi :

$$c_1(8,7) = \frac{10 - Min (42-0, 10)}{10 - Min (42-0, 5)} = \frac{10 - 10}{10 - 5} = 0.0$$

$$c_2(8,7) = \frac{10 - Min (O-O, 10)}{10 - Min (0-0, 5)} = \frac{10 - 0}{10 - 0} = 1.0$$

$$c_3(8,7) = \frac{10 - Min (38-66, 10)}{10 - Min (38-66, 10)} = \frac{10 - (-28)}{10 - (-28)} = 1.0$$

Même chose pour b

¹² aj égale l'évaluation de l'option a d'après le critère j

pj (a) est le seuil de préférence stricte associé à l'option a d'après le critère j

qj (a) est le seuil d'indifférence associé à l'option a d'après le critère j

$$c_4(8,7) = \frac{100 - Min (167542, 100)}{100 - Min (167-542, 50)} = \frac{100 - (-375)}{100 - (-375)} = 0.0$$

$$c_s(8,7) = \frac{2 - Min (2-0, 2)}{2 - Min (2-0, 1)} = \frac{2 - 2}{2 - 1} = 1.0$$

En résumé :

Lorsque cj (7,8) = 1.0 et que cj (8,7) = 0.0, on est en situation de preference stricte de l'option 7 par rapport à l'option 8. Lorsque cj (7,8) et cj (8,7) = 1.0, on est en situation d'indifférence pour le critère. Il reste une situation qui n'a pas été relevée : celle de preference faible. Pour illustrer cette situation, prenons le cas de l'option 1 vers l'option 8 d'après le critère 4 (nombre de chalets):

$$c_4(1,8) = \frac{100 - Min (542-473, 100)}{100 - Min (542-473, 50)} = \frac{100 - 69}{100 - 50} = 0.62$$

$$c_4(8,1) = \frac{100 - Min (473-542, 100)}{100 - Min (473-542, 50)} = \frac{100 - (-69)}{100 - (-69)} = 1.0$$

Comme c, (1,8) = 0.62 et c, (8,1) = 1 .O, l'option 8 est donc strictement **préférée à** l'option 1, tandis que l'option 1 est, quant à elle, faiblement **préférée à** l'option 8 d'après le critere 4.

Calcul des indices de discordance par critère

L'évaluation d'une option **a** d'après un critere **j** sera en discordance avec l'hypothèse "**a** surclasse **b**", si la concordance de **a** vers **b** pour ce même critère égale 0, c'est-à-dire si cj (**a**,**b**) = 0.0. La discordance sera d'autant plus forte que la difference entre les évaluations de **a** et de b sera forte pour le critere en question et ce, jusqu'à concurrence d'une valeur **V** (note seuil de veto) à partir de laquelle il apparaîtra prudent de refuser toute crédibilité au surclassement de **b** par **a**.

En pratique, l'indice cj (a,b) égalera 0 du moment que la difference de l'évaluation de b moins l'évaluation de a d'après le critère j sera superieure ou égale au seuil de preference stricte de l'option a d'après le critère j. Donc, des qu'un des indices cj (a,b) égalera 0, on cherchera à calculer l'importance de la discordance. Si la difference entre les deux évaluations est superieure ou égale au seuil de veto, alors la discordance Dj (a,b) = 1. Si cette même

différence est égale au seuil de **préférence** stricte de **a**: Dj (a,b) = 0. Entre ces deux valeurs, Bernard Roy Suggère de calculer l'indice par une formule d'interpolation linéaire¹³:

Dj(a,b) = Min
$$\left[1, \text{ Max } 0, \frac{\text{bj - (aj - pj (a))}}{\text{vj (a) - pj (a)}} \right]^{14}$$

De cette manière, on est en mesure d'apprécier l'importance relative de la discordance.

Le programme informatise a été élaboré en fonction de cet algorithme et calculera automatiquement l'indice de discordance chaque fois qu'un cj (a,b) égalera zéro. Rép&ons ici que les valeurs très élevées relativement aux Rvaluations ont été définies comme seuil de veto pour respecter la problématique de rangement des districts écologiques. Ainsi, comme c_3 (7,8) égale zéro, le programme calculera l'importance de la discordance :

$$D_3(7,8) = Min$$
 $\left[1, Max 0, 66 - (38 - 10) / 10,000 - 10 \right]$

$$D_3(7,8) = 0.0038$$

Une discordance aussi faible est, à toute fin pratique, nulle. Elle n'aura, par conséquent, aucune influence **réelle** dans les calculs de la relation de **surclassement**. ¹⁵

Calcul de la relation de concordance : C (a,b)

En fonction des cj (a,b) d'une paire d'options pour tous les critères, on calcule la relation de concordance en faisant la sommation des cj (a,b) multipliés par l'indice d'importance du critère correspondant :

$$C(a,b) = \sum_{j \in F} pdj \times cj(a,b)^{16}$$

Ainsi, pour les deux paires d'options (7,8) et (8,7), la concordance égalera;

$$C(7,8) = (.14x1.0) + (0x1.0) + (0.1x0) + (.14x0) + (1.4x1) = 0.28$$

 $C(8,7) = (.14x0) + (0x1.0) + (0.1x1) + (.14x1) + (.14x0) = 0.15$

La paire d'options (7,8) a donc une concordance pour tous les critères plus forte que la paire (8,7) et ce, à cause des indices d'importance.

¹³ Ici, un autre mode de calcul pourrait être utilisé sans toutefois changer les principes de base d'ELECTREIII.

¹⁴ Vj (a) est le seuil de veto associe à l'option a sur le critère j.

¹⁵ Cet exemple est applicable à tous les autres cas de la modélisation.

¹⁶ pdj: le poids (ou l'indice d'importance) associé au critère j. F: l'ensemble F des critères d'évaluation.

Calcul de la relation de surclassement floue :17 d (a,b)

Selon ies algorithmes de la méthode ELECTRE iii, si c (a,b) = 1, cela implique nécessairement que tous ies cj (a,b) égalent 1 et que tous les Dj (a,b) égalent 0. Dans ces conditions, ii est normai de poser que le degré de crédibilité d (a,b), est Rgai à la concordance C (a,b).

S'il existe des cas où cj (a,b) = 0 et où le Dj $(a,b) \neq 0$, alors le poids du **critère** ne contribue plus à la somme de C (a,b). De plus, le **critère** en discordance peut affecter l'indice de concordance. Si la discordance est faible comparativement à la concordance, ce dernier continue à bien refléter la crédibilité du surciassement. On posera donc que d (a,b) = C (a,b).

Cependant, ia **méthode** ELECTRE iii tient compte du cas où certains **critères** reflètent une discordance significative comparativement à ia concordance : par exemple, les cas où un des Dj (a,b) est supérieur à C (a,b).

Supposons tout d'abord qu'un seul des critères est en discordance significative avec le surclassement. Si le Dj (a,b) de ce critère est égal à 1, ii s'agit d'un critère dont la discordance est tellement forte qu'elle annule la relation de surclassement sur tous les autres critères : donc le d (a,b) = 0. Si le Dj (a,b) est inférieur à 1 et supérieur à la concordance C (a,b), alors le

$$d(a,b) = C(a,b) \times \left(\frac{1 - Dj(a,b)}{1 - C(a,b)}\right)^{-18}$$

Lorsqu'il existe plusieurs critères dont le Dj (a,b) est inférieur à 1 et supérieur au C (a,b), alors ie degré de crédibilité est calcule de la manière suivante :

d (a,b) = c (a,b)
$$X \overline{|_{D (a,b)}}$$
 1 - Dj (a,b)¹⁹
D (a,b) 1 - C (a,b)

Dans cet exemple d'application du modèle ELECTRE iii, le degré de crédibilité de la relation de surciassement correspondra à la relation de concordance vu qu'il n'y aura aucune discordance assez forte pour affecter les calculs de la crédibilité du surclassement. Le Tableau 3 (voir page suivante) donne les résultats des degrés de crédibilité sur toutes les options. Les paires d'options (7,8) et (8,7) qui ont déjà été calculées ont été encadrées pour familiariser le lecteur à la lecture de cette matrice.

¹⁷ Relation de surclassement floue et degré de crédiblité peuvent être considérés comme des synonymes.

¹⁸ Si l'on admet une fois de plus une décroissance Maire.

¹⁹ D (a,b): l'ensemble des Dj (a,b) en discordance significative pour la paire (a,b).

OPTI ONS vers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	lb	17	18	19	m	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OPTIONS 1		.01	.01	.01	.72	.58	.15	.15	.01	.15	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.01	.01	.15	.15	.29	.01	.15	.01	.01	.58	.01
2	.85		.00	.00	.71	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	.00	.01	.28	.01	.28	.28	.28	. 00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
3	.85	.01		.01	.71	.57	.42	.15	.29	.14	.01	.28	.00	.01	.28	.01	.29	.28	.28	. 00	.01	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
4	.85	.01	.01		.71	.57	.42	.15	.29	.14	.01	.29	.01	.01	.28	.01	.29	.28	.29	.01	.01	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
5	.72	.01	.01	.01		.58	.15	.02	.01	.15	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.01	.01	.15	.15	.29	.01	.15	.01	.01	.58	.01
6	.86	.01	.01	.01	.72		.29	.15	.15	.15	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.15	.29	.15	.01	.01	.15	.15	.43	.01	.15	.01	.01	.58	.01
7	.42	.01	.01	.01	.29	.15		.15	.29	.15	.01	.29	.01	.01	.29	.01	.29	.29	.29	.01	.01	.15	.14	.43	.01	.15	.01	.01	.15	.01
8	.80	.01	.01	.00	.71	.57	.28		.14	.14	. 00	.28	.00	.01	.28	.01	.14	.28	.14	.00	.00	.14	.14	.28	.01	.14	.01	.01	.58	.01
9	.42	.01	.01	.01	.28	.14	.28	.15		.14	.01	.29	.01	.01	.28	.01	.15	.28	.29	.00	.01	.14	.14	.36	.01	.14	.01	.01	.15	.01
10	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.43	.15	.29		.01	.29	.01	.01	.28	.01	.29	.28	.29	.01	.01	.14	.14	.43	.01	.14	.01	.01	.58	.01
11	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.42	.15	.29	.14		.29	.01	.01	.28	.01	.29	.28	.29	.00	. Ol	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
12	.71	.01	.01	.01	.71	.57	.42	.15	.29	.15	.01		.01	.01	.14	.01	.29	.14	.29	.01	.01	.14	.14	.28	.01	.14	.01	.01	.58	.01
13	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.42	.15	.29	.15	.01	.29		.01	.28	.01	.29	.28	.29	.01	.01	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
14	.85	.01	.00	.00	.71	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	.00		.28	.01	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
15	.86	.01	.01	.01	.72	.58	.29	.15	.29	.04	.01	.15	.01	.01		.01	.29	.29	.29	.01	.01	.15	.15	.43	.01	.15	.01	.01	.58	.01
lb	.85	.01	.01	.00	.71	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	.00	.01	.28		.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
17	.42	.01	.01	.01	.28	.14	.42	.15	.29	.14	.01	.29	.01	.01	.28	.01		.28	.29	.01	.01	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.15	.01
18	.86	.01	.01	.01	.72	.58	.29	.15	.29	.01	.01	.15	.01	.01	.23	.01	.29		.29	.01	.01	.15	.15	.32	.01	.15	.01	.01	.58	.01
19	.42	.01	.01	.01	.28	.14	.28	.15	.28	.15	.01	.29	.01	.01	.28	.01	.15	.28		.01	.01	.14	.14	.28	.01	.14	.01	.01	.15	.01
m	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.42	.15	.29	.15	.01	.29	.01	.01	.28	.01	.29	.28	.29		.01	.14	.14	.43	.01	.14	.01	.01	.58	.01
21	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.42	.15	.29	.14	.01	.29	.01	.01	.28	.01	.29	.28	.29	.01		.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
22	.86	.01	.01	.01	.72	.58	.29	.15	.29	.01	.01	.15	.01	.01	.26	.01	.29	.29	.29	.01	.01		.15	.35	.01	.15	.01	.01	.58	.01
23	.86	.01	.01	.01	.72	.58	.29	.15	.29	.01	.01	.15	.01	.01	.21	.01	.29	.29	.29	.01	.01	.15		.29	.01	.15	.01	.01	.58	.01
24	.85	.01	.01	.01	.71	.57	.31	.15	.29	.09	.01	.15	.01	.01	.28	.01	.24	.28	.29	.01	.01	.15	.14		.01	.15	.01	.01	.58	.01
25	.85	.00	.00	.00	.71	.57	.42	.14	.28	.14	.00	.28	. 00	.00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42		.14	.01	.01	.58	.00
26	.86	.01	.01	.01	.72	.58	.29	.15	.29	.01	.01	.15	.01	.01	.29	.01	.29	.29	.29	.01	.01	.15	.15	.40	.01		.01	.01	.58	.01
27	.85	.00	.00	.00	.71	.57	.42	.14	.28	.14	.00	.28	.00	.00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14		.01	.58	.00
28	.85	. 00	.00	.00	.71	.57	.42	.14	.28	.14	.00	.28	.00	.00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	. 00	.14	.14	.42	.01	.14	.01		.58	. 00
29	.85	.00	.00	.00	.71	.57	.28	.14	.14	.14	.00	.28	.00	.00	.28	.00	.14	.28	.14	.00	. 00	.14	.14	.42	.00	.14	.00	.01		.00
30	.85 լ	.01	.00	.00	.71	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	. 00	.01	.28	.01	.28	.28	.28	. 00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	

Tableau 3. Matrice des degrés de crédibilité

Les algorithmes de classement

Il s'agit ici, selon la terminologie de Bernard Roy, de tirer parti de l'information contenue dans les évaluations disponibles sur les options, de manière à départager et à ranger en classes d'équivalence tout ou partie des éléments de l'ensemble À des actions potentielles : l'objectif étant l'élaboration d'un rangement exprimant en des termes plus ou moins nuancés les positions relatives de telles classes. Lorsqu'un tel rangement est conçu pour aider une personne ou un groupe, il doit refléter la supériorité, l'importance, les priorités que les décideurs, compte tenu de leur propre système de valeur, attachent normalement aux diverses actions potentielles. C'est dans cette optique qu'a été élaborée la modélisation des districts écologiques.

Le rangement cherchera donc à assigner un rang de classement à chacune des options de l'ensemble A des actions potentielles. Deux options auront le même rang si les données ne permettent pas de les départager. Des classes d'équivalence seront ainsi formées en fonction des rangs de classement des options.

Il y a cependant un danger. En restreignant l'objectif à la mise en évidence d'un rangement complet de l'ensemble A des actions potentielies, on s'expose à aboutir à un tel rangement même si les données n'en justifient aucun. En effet, un ensemble de données peut souvent être incomplet ou conflictuel. Dans le but de mettre en évidence ces impondérables qui peuvent être subtilement caches dans une matrice de données, le modéle ELECTRE III (tout comme ELECTRE II) procède en deux temps pour établir un rangement à partir des surclassements et permettre de préciser ou, le cas échéant, d'infirmer la présence d'un rangement sur l'ensemble des options. Ces deux Rtapes se résument à:

- la construction de deux préordres complets conformement à la relation de surclassement, mais fondee sur des considérations opposées;
- la comparaison des deux preordres obtenus et l'élaboration d'un rangement final.

Le rangement final **découle** de l'intersection des deux **pré**ordres complets. Les points communs entre les deux preordres seront ainsi **considérés** comme un rangement fiable, basé sur les données disponibles. A la limite, les deux preordres complets pourraient être identiques.

Principes de l'algorithme de classement

Soit "a", un district **écologique**, p (a) représentant la puissance de a dans l'ensemble des districts écologiques, c'est-à-dire le nombre des districts auxquels a est strictement **préféré**, et f (a) représentant la faiblesse de a dans l'ensemble des districts écologiques, c'est-à-dire le nombre des districts qui lui sont strictement **préférés**. La **quantité**:

$$q(a) = p(a) - f(a)$$

apparaît comme un indicateur dont la valeur caractérise la position de "a" dans un préordre. Cette valeur, que nous

appellerons qualification de a, est constante pour tous les éléments d'une même classe.

ELECTRE III est fondée sur une généralisation de cette notion de qualification. La qualification des options se fait à partir des relations de surclassement. Pour denombrer, à partir d'un tel modèle de préférence, les options strictement préférées à a, l'algorithme de classement fait intervenir un seuil λ tel que seuls les surclassements dont le degré de crédibilité est supérieur à ce seuil ont lieu d'intervenir dans le dénombrement. Le seuil λ peut être une constante. Toutefois, il peut aussi Atre défini non pas a priori (une fois pour toute), mais en fonction de paliers successifs déterminés par l'état d'avancement de la procédure. Ce seuil est appel6 le niveau de séparation.

Ainsi, la puissance de a est le nombre d'éléments qui, dans l'ensemble des districts écologiques, sont surclassés par a significativement plus fortement qu'ils ne surclassent a et ce, avec une crédibilité strictement supérieure à S (λ). La faiblesse de a est le nombre d'éléments qui, dans l'ensemble des districts Rcologiques, surclassent a significativement plus fortement que a ne les surclasse et ce, avec une crédibilité strictement supérieure à S (λ). Il en résulte que:

- plus la puissance d'un élément est grande, plus il doit venir en tête dans le classement; et
- plus la faiblesse d'un élément est grande, plus il doit venir en queue dans le classement.

L'algorithme de classement, tel qu'il vient d'être **défini,** procède ainsi en abaissant progressivement le niveau de **séparation** qui **définit** les paliers. La détermination du niveau de séparation **dépend** des valeurs des degrés de **crédibilité.**

Le processus interactif consistant à rechercher un sousensemble d'actions de plus en plus réduit ayant une qualification maximum pour des paliers de plus en plus bas, sera appelé distillation descendante (noté P). De même, il est tout aussi naturel de progresser dans la recherche de la dernière classe des actions non encore classées en prenant appui sur les actions de qualification minimum. Ceci conduit à définir une distillation ascendante et à enchaîner ces distillations ascendantes de façon à construire le second préordre P.

Le preordre partiel, intersection des deux préordres complets P et P, fournira le rangement que l'on est en droit de considérer comme bien établi sur la base des données disponibles.

Dans l'exemple d'application, il y aura, pour la distillation ascendante, quatre niveaux de **séparation** possibles et ce, selon les degrés de **crédibilité**, soit :

S (λ) est le seuil de discrimination. Ce seuil peut être une constante ou une fonction. Il sert à fixer, selon les deux surclassements compares, le degré de signification pour qu'une option soit jugée meilleure qu'une autre. Dans cet exemple d'application, le S (λ) a été fixé en fonction de la problématique des indices d'importance qui joue un rôle prépondérant dans le rangement des districts écologiques.

- 0.57 qui classera les districts à enjeux majeurs; et
- 0.42, 0.24 et 0.14 qui établiront un rangément parmi les districts écologiques à enjeux importants.

À la fin de la distillation descendante, les districts **écologiques** non classés seront les districts **écologiques** à enjeux faibles.

Pour la distillation ascendante, il n'y aura qu'un niveau de **séparation**, soit 0.14.

De **même**, le seuil de discrimination sera constant **à** 0.13 pour les deux distillations. Pour que a soit juge meilleur que

b, il faudra que a surclasse **b** plus fortement que **b** surclasse a, avec un **degré** de **crédibilité** strictement **supérieur à** 0.13 (ce qui correspond au poids d'un enjeu important).

La détermination des niveaux de **séparation** et du seuil de discrimination repose sur les **considérations** Rmises **précédemment** au sujet des indices d'importance des **critères**.

Voyons en **détail** comment s'effectue le rangement de la distillation descendante produit par l'algorithme de rangement ainsi défini.

LE NIVEAU **DE SÉPARATION ASSOCIÉ AU 1**" **DISTILLAT = .57 QUALIFICATION DES OPTIONS**

L'OPTION 1 APPARTIENT AU RANG 1 DE LA DISTILLATION DESCENDANTE L'OPTION 5 APPARTIENT AU RANG 1 DE LA DISTILLATION DESCENDANTE

Comme le montre le tableau de la matrice résiduelle des degrés de crédibilité (Tableau 4), les degrés de crédibilité des options 1 et 5 sont initialisés à zéro, de manière à ce

que ceux-ci n'interviennent plus dans la qualification des options. Le rangement des districts **écologiques** continuera ainsi jusqu'à ce que toutes les options soient classees.

OPTIONS vers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OPTIONS 1		.00	.00	. 00	.00	.00	00	.00 .	00 .0	0 .	ю.	00	. 00	.00	.00	.00 .0	0 .00	. 0	0 .	00	. 00	. 00	. 0	о .(00.00	. 0	o .0	00.00	.00	.00
2	.00		. 00	.00	.00	.57	.42	.15	.28	.14	. 00	.28	.00	. 01	.28	. 01	.28	.28	.28	. 00	.00	.14	.14	.42	. 01	.14	. 0l	.01	.58	.01
3	. 00	.01		.01	.00	.57	.42	.15	.29	.14	. 01	.28	. 00	. Ol	.28	. 01	.29	.28	.28	.00	. 01	.14	.14	.42	. Ol	.14	. Ol	.01	.58	.01
4	.00	.01	.01		.00	.57	.42	.15	.29	.14	. 01	.29	. 01	. 01	.28	. Ol	.29	.28	.29	. 0l	.01	.14	.14	.42	. Ol	.14	. 01	. Ol	.58	. Ol
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	. 00). (0. 0	0 .00		00	.00	.00	.00	.00	00 .	00 .0	0.00	0.0	9.0	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.01	.01	.01	.00		.29	.15	.15	.15	. 01	.29	. 01	. 01	.29	.01	.15	.29	.15	. 01	. Ol	.15	.15	.43	.01	.15	.01	. 01	.58	. Ol
7	.00	.01	.01	.01	.00	.15		.15	.29	.15	.01	.29	. 01	.01	.29	.01	.29	.29	.29	. 01	. Ol	.15	.14	.43	.01	.15	.01	. Ol	.15	. Ol
8	.00	. 01	.01	.00	.00	.57	.28		.14	.14	.00	.28	.00	. 01	.28	. 0l	.14	.28	.14	.00	.00	.14	.14	.28	. 01	.14	. Ol	. Ol	.58	.01
9	.00	.01	.01	.01	.00	.14	.28	.15		.14	.00	.29	. Ol	.01	.28	. 0l	.15	.28	.29	.00	. Ol	.14	.14	.36	. Ol	.14	. Ol	.01	.15	. Ol
10	.00	. 01	. 01	. 01	.00	.57	.43	.15	.29		.00	.29	. 01	. 01	.28	. 01	.29	.28	.29	. 01	. Ol	.14	.14	.43	. Ol	.14	.01	.01	.58	. Ol
11	.00	. Ol	. Ol	. Ol	.00	.57	.42	.15	.29	.14		.29	. Ol	. Ol	.28	. 01	.29	.28	.29	.00	. Ol	.14	.14	.42	.01	.14	. Ol	. 01	.58	. 01
12	.00	. Ol	. 01	. Ol	.00	.57	.42	.15	.29	.15	. 01		.01	.01	.14	.01	.29	.14	.29	. Ol	.01	.14	.14	.28	. Ol	.14	. Ol	. Ol	.58	.01
13	. 00	. Ol	. 01	. 01	.00	.57	.42	.15	.29	.15	. 01	.29		.01	.28	. Ol	.29	.28	.29	. Ol	. Ol	.14	.14	.42	. Ol	.14	.01	. 01	.58	. 01
14	.00	.01	.00	.00	.00	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	.00		.28	. 01	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	. Ol	.01	.58	.01
15	.00	. Ol	. 01	. Ol	.00	.58	.29	.15	.29	.04	. 01	.15	. 0l	.01		. 01	.29	.29	.29	. 01	.01	.15	.15	.43	.01	.15	. 01	. Ol	.58	.01
16	.00	. Ol	. Ol	.00	.00	.57	.42	.15	.28	.14	.00	.28	.00	. Ol	.28		.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01	.01	.58	.01
17	.00	. Ol	. Ol	. 01	.00	.14	.42	.15	.29	.14	. 01	.29	. Ol	.01	.28	. 01		.28	.29	. 01	. 01	.14	.14	.42	. 01	.14	. 01	.01	.15	.01
18	.00	. Ol	. Ol	. 01	.00	.58	.29	.15	.29	. Ol	. Ol	.15	. Ol	. Ol	.23	. 01	.29		.29	. 01	. 0l	.15	.15	.32	. 01	.15	. 01	. Ol	.58	. 01
19	.00	. Ol	. Ol	.01	.00	.14	.28	.15	.28	.15	. 01	.29	. Ol	.01	.28	. Ol	.15	.28		.01	.01	.14	.14	.28	. Ol	.14	. Ol	. Ol	.15	. Ol
20	.00	.01	. Ol	. 01	.00	.57	.42	.15	.29	.15	.01	.29	.01	. Ol	.28	. 01	.29	.28	.29		.01	.14	.14	.43	. Ol	.14	. 01	. Ol	.58	. Ol
21	. 00	. Ol	. Ol	. Ol	.00	.57	.42	.15	.29	.14	. 01	.29	.01	. Ol	.28	. 01	.29	.28	.29	. 01		.14	.14	.42	. Ol	.14	. Ol	. Ol	.58	. Ol
22	. 00	. Ol	.01	. 01	.00	.58	.29	.15	.29	. Ol	. 01	.15	.01	. Ol	.26	. 01	.29	.29	.29	. 01	.01		.15	.35	.01	.15	. Ol	.01	.58	. Ol
23	.00	.01	. 01	.01	.00	.58	.29	.15	.29	. Ol	. 01	.15	. Ol	. Ol	.21	. Ol	.29	.29	.29	. 01	. Ol	.15		.29	. 01	.15	. 01	. Ol	.58	. Ol
24	.00	. Ol	. 01	. Ol	.00	.57	.31	.15	.29	.09	. 01	.15	.01	. Ol	.28	. 01	.24	.28	.29	.01	.01	.15	.14		. Ol	.15	. 01	. Ol	.58	. Ol
25	.00	.00	.00	.00	.00	.57	.42	.14	.28	.14	.00	.28	.00	.00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42		.14	. Ol	. Ol	.58	.00
26	.00	. Ol	. Ol	. 0l	.00	.58	.29	.15	.29	. Ol	. Ol	.15	. Ol	. Ol	.29	. 01	.29	.29	.29	. 01	. Ol	.15	.15	.40	.01		. 01	. Ol	.58	. Ol
27	.00	.00	.00	.00	.00	.57	.42	.14	.28	.14	. 00	.28	.00	.00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14		. 01	.58	.00
28	.00	.00	.00	.00	.00	.57	.42	.14	.28	.14	. 00	.28	.00	. 00	.28	.00	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.42	.01	.14	.01		.58	.00
29	.00	.00	.00	.00	.00	.57	.28	.14	.14	.14	. 00	.28	.00	. 00	.28	. 00	.14	.28	.14	. 00	.00	.14	.14	.42	.00	.14	.00	.01		. 00
30	.00	. Ol	.00	.00	.00	.57	.42	.15	.28	.14	. 00	.28	. 00	. Ol	.28	. Ol	.28	.28	.28	.00	.00	.14	.14	.00	.01	.14	.01	.01	.00	

Tableau 4. Matrice résiduelle: degrés de crédibilité

1 -6 -2 -5 -2 -5 -2 1 2 3 13 13 9 -10 13 9 -5 -2	0. 28							(nunéro)
-6 -2 -5 -2 -5 -2 1 2 3 13 13 9 -10 13 9 -5 -2		0. 28	0. 28	0. 28	0. 42	0. 57	0. 57	Ni veau de séparation
-6 -2 -5 -2 -5 -2 1 2 3 13 13 9 -10 13 9 -5 -2		options	ication des	ré de qualif	Deg			Option
-5 -2 -5 -2 1 2 3 13 13 9 -10 13 9 -5 -2							24	1
-5 -2 1 2 3 13 13 9 -10 13 9	-1	- 2	-3	-6	- 2	- 2	-4	2
1 2 3 3 13 9 4 -10 13 9 -5 -2	-1	- 2	3	-6	- 2	- 2	- 4	3
2 3 13 13 9 4 -10 13 9	-1	- 2	- 3	-6	- 2	- 2	- 4	4
13 13 9 4 -10 13 9 -5 -2							24	5
13 13 9 4 -10 13 9 -5 -2						22	20	6
-10 13 9 -5 -2					16	0	0	7
-10 13 9 -5 -2	-1	- 2	- 2	- 3	0	- 2	- 4	8
- 5 - 2				18	0	0	0	9
	-1	- 2	- 3	- 6	- 2	- 2	- 4	10
	-1	- 2	- 3	- 6	- 2	- 2	-4	11
7	15	15	15	15	-1	- 2	- 4	12
- 5 - 2	-1	- 2	- 3	- 6	- 2	- 2	- 4	13
- 5 - 2	-1	- 2	- 3	- 6	- 2	- 2	-4	14
6		16	16	16	-1	- 2	- 4	15
- 5 - 2	-1	- 2	- 3	- 6	- 2	- 2	- 4	16
5			17	15	-2	0	0	17
4				18	0	- 2	- 4	18
4				18	0	0	0	19
- 5 - 2	-1	- 2	- 3	- 6	-2	- 2	- 4	20
- 5 - 2	-1	- 2	- 3	- 6	-2	- 2	- 4	21
14 8	0	0	-1	-4	0	- 2	- 4	22
14 8	0	0	-1	- 4	0	- 2	-4	23
3					16	- 2	-4	24
-5 -2	-1	- 2	-3	- 6	-2	-2	- 4	25
14 8	0	-1	- 2	- 5	0	- 2	-4	26
-5 -2	-1	- 2	- 3	-6	-2	- 2	-4	27
-5 -2	-1	- 2	- 3	-6	- 2	-2	-4	28
-5 -2	-1	- 2	- 3	-6	- 2	22 -2	20 - 4	29 30

Tableau 5. Distillation descendante

OPTIONS vers	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
OPTIONS 1		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
2	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
3	.00	.01		.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
4	.00	.01	.01		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
5	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
6	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
7	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
8	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
9	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
10	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
11	.00	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.01	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
12	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
13	.00	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00		.01	.00	.01	.00	.00	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
14	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
15	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
16	.00	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
17	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
18	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
19	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
20	.00	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01	.00	.00	.00		.01	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
21	.00	.01	.01	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.01		.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	.01
22	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
23	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
24	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00	.00	.00
25	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.01	.01	.00	.00
26	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00	.00	.00	.00
27	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00		.01	.00	.00
28	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01		.00	.00
29	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00		.00
30	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.01	.00	.01	.01	.00	

FIN DE LA DISTILLATION DESCENDANTE

Tableau 6. Matrice résiduelle : degrés de crédibilité

À la fin de la distillation descendante, tous les districts Rcologiques non **classés** sont des districts $\bf{\hat{a}}$ enjeux environnementaux faibles. Le programme effectue ensuite la

distillation ascendante. Les **résultats** des deux distillations ainsi que le rangement final (intersection des deux distillations) sont présentés au tableau 7.

Distillation descendante Options Rang	Distillation ascendante Options Rang
1 5	1 5 - 1
$\begin{bmatrix} 6 \\ 29 \end{bmatrix}$ ———————————————————————————————————	7 9 19
7 / ——— 3	$\begin{vmatrix} 6\\29 \end{vmatrix}$ - 3
9 18 19	18 - 4
17] ——— 5	153 5
15] ——— 6	12 / 17 - 6
12] — 7	83 - 7
22 / 23 / 26 ——— 8	23 - 8
8 10 ₁ ——— 9	26] 9 10] _{- 1 0}
2 3 4 11 13 14 16 20 21 25 27 28 30	2' 3 4 11 13 14 16 20 2: 27 28 30

Tableau 7. Rangement des districts Rcologiques : ELECTRE III

Le rangement des districts écologiques fait par ELECTRE III est relativement semblable à la classification d'Hydro-Québec.

Il y a cependant certaines **différences**, comme le montre le tableau suivant :

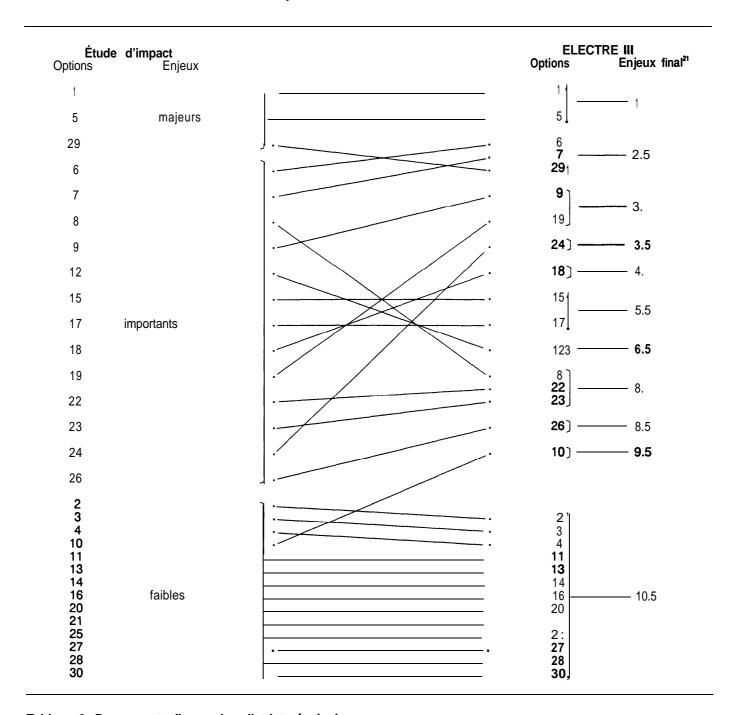


Tableau 8. Rangements finaux des districts écologiques

²¹ Les rangs finaux sont **calculés** en faisant l'intersection des deux distillations.

Le rangement d'ELECTRE III est beaucoup plus détaille que celui de l'étude d'impact : il présente 11 classes d'équivalence comparativement à 3. Cela tient essentiellement au fait que le modèle ELECTRE III distingue entre les options ayant des enjeux environnementaux majeurs et celles ayant des enjeux importants. Par exemple, l'étude d'impact juge les options 24 et 26 comme Aquivalentes alors qu'ELECTRE III considère l'option 24 comme "meilleure" que l'option 26. ELECTRE III apporte ainsi plus de nuances à la classification des districts écologiques.

La Premiere classe d'équivalence du rangement d'ELECTRE III représente les districts Acologiques à enjeux majeurs. La dernière classe d'équivalence (rang 10.5) represente les districts Acologiques à enjeux environnementaux faibles. Le rangement de ces deux classes extrêmes est fiable. Là où il semble y avoir certaines differences, c'est au niveau des intermédiaires classifiant les enieux environnementaux importants. Les cas où il y a des différences importantes sont les districts 6, 7 et 29 qui appartiennent à la même classe d'equivalence selon ELECTRE III, alors qu'ils n'appartiennent pas aux mêmes types d'enjeux selon l'etude d'impact. Par ailleurs, le district 10 n'appartient pas à la classe correspondant aux districts à enjeux faibles selon ELECTRE III, alors qu'il est un enjeu faible selon l'etude d'impact. Ces apparentes contradictions s'expliquent probablement du fait que certains paramétres ayant servi de fondements à la hiérarchisation des districts écologiques n'ont pas été clairement précisés dans l'etude Notons à nouveau qu'il est parfois difficile de cerner les facteurs permettant de différencier un enjeu environnemental majeur d'un enjeu important. En effet, les considerations sur lesquelles se base le rangement des districts Acologiques et qui sont traduites dans le programme du modèle ELECTRE III sont sûrement correctes, mais il doit y manquer certaines précisions qui n'ont pas été clairement exprimees dans l'etude d'impact.

L'analyse qui suivra sera donc purement spéculative et n'a pour objectif que d'arriver au même rangement que celui de l'etude d'impact. Comme le rangement effectué par ELECTRE III est basé uniquement sur les données comprises dans le tableau d'évaluation multicritére, nous chercherons donc à compléter les préférences émises par le promoteur de ce projet, à partir de ce tableau.

Nous avons déjà mentionne que le rôle de la superficie boisée semble être nul. Pourtant, le promoteur a tenu à garder les Avaluations dans le tableau d'evaluation multicritere: pourquoi? De même, nous avons considere que tous les districts écologiques ayant un paysage reconnu seraient juges comme enjeux majeurs. Or, l'option 6 a un paysage reconnu, mais n'est pas considérée comme un enjeu majeur dans l'etude d'impact, tandis que l'option 29 a, elle aussi, un paysage reconnu et est considérée comme un enjeu majeur (seule cette évaluation est encerclée pour ces deux options). Qu'est-ce qui permet de les différencier alors?

On pourrait ici se demander quels sont les paramètres qui definissent ou qui confirment la présence d'un paysage reconnu. Nous nous pencherons plus précisément sur le

deuxième aspect de la question, à savoir qu'est-ce qui confirme le paysage reconnu. Toujours en fonction des données du tableau d'évaluation multicritère, nous supposerons qu'un paysage reconnu sera considere comme un enjeu majeur si cette Avaluation est appuyée par un autre critère. La superficie boisée d'un district Acologique pourrait alors Atre utilisée comme un indice supplémentaire au critère "paysage reconnu", venant confirmer ou infirmer le potentiel de ce paysage comme milieu de villégiature ou de récréation. De même, le nombre de chalets pourrait lui aussi servir d'indice confirmant la présence d'un paysage reconnu. De cette façon, un district écologique sera considere comme un enjeu environnemental majeur si, premierement, il est caractérisé par un paysage reconnu avec, deuxièmement:

- soit un nombre de chalets élévé;
- soit un pourcentage élevé de superficie; ou
- soit les deux.

Ces deux critères d'evaluation viennent confirmer le potentiel du paysage reconnu, tandis qu'un district Acologique ayant seulement un paysage reconnu serait considere comme un enjeu important (à l'exemple de l'option 6).

La différence entre les deux rangements pour l'option 10 met en évidence le même genre de raisonnement mais, cette fois-ci, du point de vue agricole. Selon le modèle ELECTRE III, l'option 10 a été considérée comme un enjeu important alors que l'étude d'impact la classe comme un enjeu faible. Cette contradiction vient essentiellement du fait que, pour le critère "superficie cultivée", toutes les évaluations superieure à 40% ont été considérées comme des enjeux importants par ELECTRE III. Or, dans l'étude d'impact, l'évaluation de 43% de l'option 10 n'a pas été encadrée : pourquoi? Même chose pour l'évaluation de 42% sur l'option 7. On pourrait alors appliquer ici le même raisonnement que pour les paysages reconnus et considérer qu'un district écologique devient un enjeu important d'un point de vue agricole si l'évaluation sur la superficie cultivée est très élevée par rapport à la moyenne de la région; cependant, dans les cas où la superficie cultivée est légèrement supérieure à la moyenne de la région écologique (qui est de 31%), ce "potentiel" agricole devra être "confirmé" par une superficie de sols 1, 2, 3 relativement importante. C'est ainsi que, dans le tableau d'evaluation de l'etude d'impact, les pourcentages de superficie cultivée n'ont pas été encadres pour l'option 7 et l'option 10, tandis que l'évaluation de l'option 23 (qui est égale à 60) a été encadrée, même si la superficie de sols 1, 2, 3 est très faible (égale à 3%). Le promoteur semble donc avoir utilise certains seuils pour déterminer si les Avaluations portant sur certains districts écologiques seraient encadrees ou non. Cependant, il n'y a aucune mention de cette pratique, qui semble pourtant Avidente maintenant, dans l'etude d'impact.

Voyons maintenant, et très brièvement, comment on pourrait inclure ces dernières constatations purement **spéculatives** au modèle ELECTRE III.

Les considerations **émises** en regard du **critère** "paysage reconnu" et du critère "superficie **cultivée**", se rapprochent du concept d'un seuil de veto mais, cette fois-ci non pas en fonction de deux options pour un même **critère** (tel que

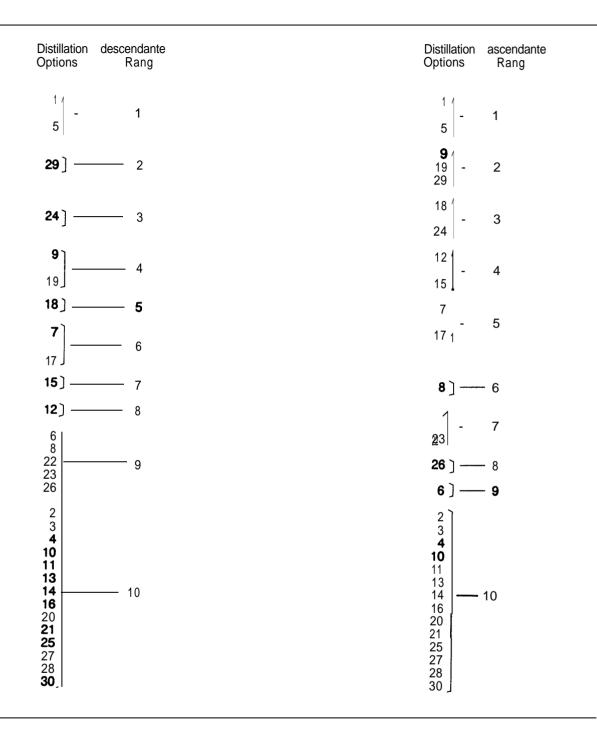


Tableau 9. Rangement des districts écologiques: ELECTRE III

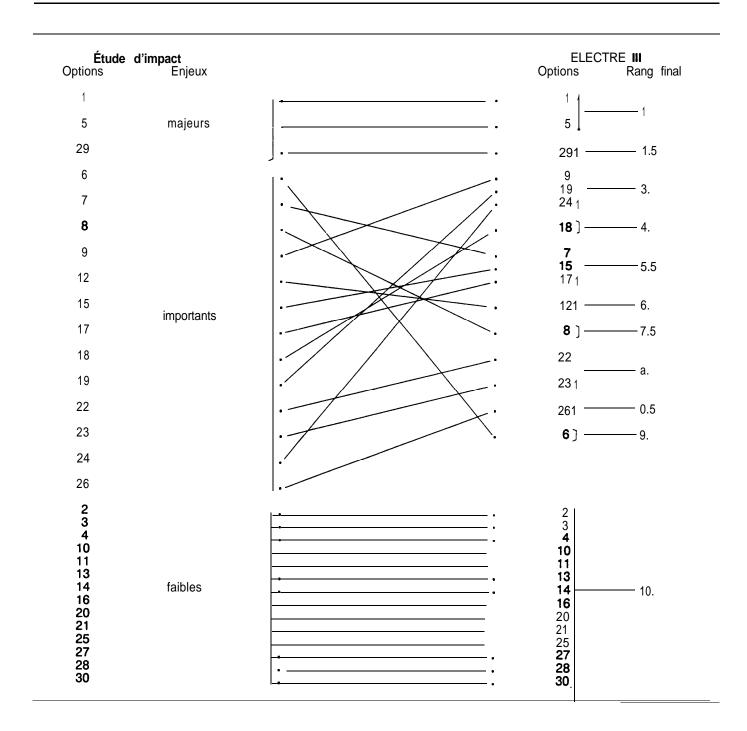


Tableau 10. Rangements finaux des districts écologiques

l'entend ELECTRE III), mais plutôt en fonction de l'evaluation d'un critère par rapport à l'évaluation d'un autre et ce, pour la même option (deux critères par rapport à une option). Ce pseudo-seuil de veto viendrait ainsi réduire ou confirmer l'évaluation portant sur un critère en fonction des autres critères d'évaluation d'une même option. Il s'agirait donc d'introduire dans la modelisation les conditions émises auparavant. Ces conditions seront traduites dans le programme sous la forme d'expressions logiques permettant la modification des évaluations dans la matrice des données brutes.

Cet apport original au modèle ELECTRE III a pour but de **répondre** aux "contradictions" rencontrées entre la première application **d'ELECTRE** III et le rangement de **l'étude** d'impact.

Ainsi, tous les **paramètres définis** lors de la première application **d'ELECTRE** III resteront les **mêmes**. Cependant, à cette **modélisation** seront ajoutes les **éléments** suivants lors de la modification de la matrice de **données** brutes.

- Si un district écologique a un paysage reconnu et si, pour ce même district écologique, le pourcentage de superficie boisée est supérieur ou égal à 85" ou si le nombre de chalets est supérieur ou égal à 162, alors le paysage reconnu aura une évaluation correspondant à 4, sinon il aura une évaluation correspondant à 2.
- Si un district écologique a une Rvaluation entre 39 et 50²² pour la superficie cultivée, alors ce méme district écologique conservera cette Rvaluation si la superficie de sol 1, 2, 3 est supérieure à 3²², sinon l'évaluation portant sur ce critère égalera 0. Si la superficie cultivée est supérieure à 50²², alors l'évaluation sera automatiquement conservée comme telle.

Avec ces quelques modifications, voyons maintenant quel est le rangement final des options.

Les résultats de cette deuxième application de la méthode ELECTRE III se rapprochent davantage du rangement de l'étude d'impact. En effet, il n'y a plus de recouvrement entre les trois types d'enjeux de l'étude d'impact avec le rangement d'ELECTRE III. On pourrait en déduire, sous toutes réserves, que les modifications apportées à la matrice des données brutes sont le reflet des préférences du promoteur. Cependant, selon les modalités d'application de la méthode, seul le rangement des options 1,5 (classe 1), 29 (classe 1.5), 24 (classe 3), 6 (classe 9) et 2, 3, 4, 10, 11, 13, 14, 16, 20, 21, 25, 27, 28, 30 (classe 10) peut être considéré comme fiable à 100% en fonction de l'information introduite dans le modèle. Le rangement final d'ELECTRE III pour les autres options est moins sûr, car les deux rangements inverses (distillations descendante et ascendante) présentent certaines différences (cf. tableau 8, page 90). Cependant, on peut Atre assure que ces districts écologiques, soit les options 9, 19, 18, 12, 15, 7, 17, 8, 22, 23 et 26, sont des enjeux importants, car ces mêmes options sont bien encadrees dans les deux distillations par des classes d'équivalence représentant les enjeux majeurs et faibles et pour lesquelles on a un rangement fiable.

²² Ces valeurs ont été choisies en fonction de la matrice de données car il n'y a aucune référence dans l'étude d'impact à ce sujet.

5. CONCLUSION

La methode ELECTRE III met l'accent sur la cohérence des choix. En plus de reproduire fidèlement le même Classement que celui de l'étude d'impact, l'application de la méthode à la problématique de rangement des districts ecologiques apporte plus d'informations que la methode utilisée dans l'étude d'impact.

Considérant que :

- 1.la définition de pseudo-critère, par l'introduction des seuils de préférence stricte, de préférence faible et de veto sur les critères d'évaluation, permet une meilleure compréhension des evaluations qui ont eu un rôle effectif dans le rangement des districts ecologiques;
- 3. la définition de l'ensemble des actions potentielles, c'est-à-dire la definition de l'ensemble des districts Acologiques sur lequel portera la hierarchisation, a permis de constater que le rangement des 74 districts écologiques s'est fait en fonction de chacune des 8 régions Rcologiques. En d'autres termes, il y a une hierarchisation par region ecologique.

Nous croyons que, par comparaison à la methode utilisée dans l'étude d'impact, l'application de la methode ELECTRE permet de mieux structurer la problématique de rangement des districts ecologiques, et par conséquent, de mieux cerner les paramètres intervenant dans la hierarchisation des districts ecologiques et de mieux saisir leur fonctionnement. Entre autres, la definition de l'ensemble des actions potentielles révèle indirectement que les Avaluations basées sur les critères classant un district ecologique comme un enjeu important dans la region ecologique du bas-plateau appalachien auraient bien pu donner un autre résultat dans la région écologique voisine, puisque les comparaisons ne se font pas sur la même base de données. En d'autres termes, le promoteur du projet à l'étude a donc effectue une autre réduction de la zone d'étude, en fonction des régions ecologiques, avant d'effectuer la hierarchisation des districts Rcologiques. Aussi, la structure formelle de la methode ELEČTRE III permet de faire ressortir certaines "incoherences" dans le rangement des districts Acologiques de la region écologique du bas-plateau appalachien de

l'étude d'impact. Par exemple, comment expliquer le fait que les districts ecologiques numéros 6 et 29, qui ont pratiquement les mêmes evaluations, soient classes respectivement comme étant des enieux importants et majeurs dans l'étude d'impact? Ce questionnement, qui nous a conduit à une série de spéculations quant au rôle effectif qu'aurait pu jouer le criiere "superficie boisée" dans la hiérarchisation des districts ecologiques, met en évidence des "incohérences" difficilement explicables dans l'application de la méthode utilisée par le promoteur du projet à l'étude. D'un autre côté, ces incohérences, qui ont été rapidement détectées en comparant les résultats de la première application du modèle ELECTRE III aux résultats de l'etude d'impact, permettent d'apprécier la sensibilité du modèle ELECTRE III. Finalement, l'attribution d'indices d'importance aux critères ayant servi au rangement des districts ecologiques souligne toute l'importance relative accord&? au critère "paysage reconnu", donc à la vocation récréotouristique des districts ecologiques. En effet, à lui seul, ce critère prend autant d'importance que tous les autres critères mis ensemble. Or, comme nous avons pu, avec cette ponderation, reproduire le même classement que celui de l'étude d'impact, nous croyons que l'échelle de valeur, utilisée pour les critères dans l'exemple d'application, exprime relativement bien les **préférences** du promoteur, considérant (à l'exemple du district numéro 24, cf. tableau 2) qu'un district ecologique n'ayant pas de paysage reconnu mais ayant des evaluations fortes pour les autres critères sera néanmoins classe comme un enjeu important.

En conférant une structure formelle au processus de rangement des districts ecologiques, la méthode ELECTRE III favorise aussi la communication des résultats d'analyse au public et aux preneurs de décisions. Sans avoir étudié précisément cet aspect du processus d'EIE dans ce travail, il apparaît néanmoins que la participation de plusieurs intervenants à un examen critique des études d'impact favorise l'utilisation de **méthodes d'information** permettant, par exemple, de bien saisir toutes les étapes et tous les paramètres intervenant dans le rangement final des districts ecologiques. Pour ce dernier point, nous croyons que la methode ELECTRE III est un outil excellent. Combine aux capacités de traitement des ordinateurs, le potentiel de la methode comme outil de communication et de structuration des prises de décisions pourrait permettre à un large éventail de personnes de tester leurs points de vue par rapport à ceux des promoteurs. Cette utilisation potentielle de la méthode ELECTRE pourrait même aller jusqu'à une participation active des divers intervenants à certaines phases critiques du processus d'EIE, par exemple le choix d'une ponderation des critères, et permettrait une réponse rapide aux incompatibilités dans les choix des divers intervenants, de façon à orienter, dans la mesure du possible, les solutions. De plus, il serait intéressant de confronter la methode ELECTRE à cette hypothèse par des analyses de **sensibilité** du modèle et des implications possibles pour le processus **d'EIE**.

La méthode ELECTRE met donc l'accent sur la **cohérence** des choix. Sa principale **difficulté réside** dans le fait que, si l'on n'introduit pas d'hypothèses assez fortes portant sur les critères retenus, la **méthode** ne permettra pas de **départager** les options en comparaison. La clef du succés de l'utilisation

de cette **méthode** est de chercher à accorder une **signification** aux **différents** seuils et **paramètres** utilises, de **manière** à garder un certain **contrôle** sur la **méthode** et de pouvoir ainsi **interpréter** les **résultats** obtenus. Sur ce point, il reste à effectuer des analyses de **sensibilité** du **modèle**, de **manière** à cerner encore plus **précisément** les limites de la **méthode**.

MEMBRES DU CONSEIL

Tom Beck

Environmental Consultant 422 33rd Avenue N.W. Calgary (Al betta) T2C 0B4 (403) 277-I 363

Peter Boothroyd

School of Community & Regional Planning 2206 East Mall University of British Columbia Vancouver (Colombie-Britannique) V6T 1W5 (604) 228-4155

Katherine Davies

Eco-Systems Consulting Inc. 44 Eastmount Avenue Toronto (Ontario) M4K 1V1 (416) 463-3545

Nancy Doubleday

Inuit Circumpolar Conference 510, 170 Laurier Ave. W. Ottawa (Ontario) K1P 5V5 (613) 238-8181

Michel Gariépy

Institut d'urbanisme Université de Montréal 5620, avenue Darlington Montréal (Québec) **H3C 3J7** (514) 343-6386

Susan Holtz

Environmental Consultant Stanbrae Road Ferguson's Cove Box 49, Site 15 RR5 Armdale (Nouvelle-Écosse) **B3L 4J5** (902) 477-3690

Esther Jacko

Chief & Council Whitefish River, First Nation General Del ivery Birch Island (Ontario) POP 1A0 (705) 285-4335

David Kiell

Environmental Services Newfoundland & Labrador Hydro P.O. Box 12400 St. John's (Terre-Neuve) A1A 2X8 (709) 737-I 494

Luc Ouimet

Bureau de consultation de Montréal 300, rue Saint-Paul est 3' étage Montréal (Québec) H2Y 1H2 (514) 872-7807

Fred Roots

Environment Canada 10th Floor, Fontaine Bldg. 200 Sacré-Coeur Boulevard Hull (Québec) K1A OH3 (819) 997-2393

Louise Roy

Environnement et relations avec les groupes d'intérêt public 3855, avenue Northcliffe Montréal (Québec) H4A 3K9 (514) 481-2576 - (514) 283-7289

Robert Walker

Environment
Saskatchewan Power Corporation
8th Floor, West Wing
2025 Victoria Avenue
Regina (Saskatchewan)
S4P os1
(306) 566-2877

LISTE DES MEMBRES DU SECRÉTARIAT

John F. Herity

Direction de la politique et de l'administration
*BFEEE
13° étage, Immeuble Fontaine
200, boulevard Sacré-Coeur
Hull (Québec)
K1A OH3
(819) 997-2254

Patrice LeBlanc *BFEEE/CCREE

13° étage, Immeuble Fontaine 200, boulevard Sacré-Coeur Hull (Québec) K1A OH3 (819) 997-2253

Husain Sadar *BFEEE/CCREE

13° étage, Immeuble Fontaine 200, boulevard Sacre-Coeur Hull, Québec K1A OH3 (819) 997-2211

Robert H. Weir

Directeur
Le service professionnel, environnement
*ACDI
200, Promenade du Portage
Place du Centre
Pièce 735, 7° étage
Hull (Quebec)
K1A 0G4
(819) 997-6731

Barry Sadler

Institute of the Notth American West 1631 Barksdale Dr. Victoria, B.C. V8N 5A8 (604) 477-8752

Chantal Sirois

CCREE
13' étage, Immeuble Fontaine
200, boulevard Sacre-Coeur
Hull (Québec)
K1A OH3
(819) 953-2395

Robert Boulden

Division des **systèmes** des impacts environnementaux 15' étage, P.V.M. 351, boulevard St. Joseph Hull (Québec) **K1A** OH3 (819) 953-I 690

[•] BFEEE (Bureau fédéral d'examen des évaluations environnementales)

ACDI (Agence canadienne de développement international)