

# **LES METHODES D'AIDE MULTICRITERE A LA DECISION : UN OUTIL PRATIQUE POUR CONCEVOIR UNE INFRASTRUCTURE ROUTIERE DURABLE**

M. TILLE & A.-G. DUMONT

Laboratoire des voies de circulation, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse  
michael.tille@epfl.ch & andre-gilles.dumont@epfl.ch

## **RESUME**

La problématique du choix entre différentes variantes est permanente et cruciale dans les projets d'infrastructures routières. Le projeteur doit utiliser des méthodes objectives et globales pour proposer au décideur, qui est généralement une entité politique, une alternative optimale. La complexité des différents domaines affectés par les infrastructures routières et la diversité des participants au processus d'étude sont différents éléments à intégrer dans ce choix. Seul des méthodes d'aide multicritère à la décision (AMCD), associées avec une concertation intégrée aux diverses étapes du processus d'étude, peuvent être utilisées par le projeteur pour considérer au mieux cette complexité. L'utilisation de telles méthodes permet de lier les aspects objectifs du choix, basés en particulier sur les évaluations techniques des performances des indicateurs décrivant les variantes pour chaque critère, avec les aspects subjectifs, qui sont la considération de l'importance relative de chaque critère, appelée aussi pondération. Ces méthodes d'aide multicritère à la décision utilisées en parallèle à de la concertation intégrée à toutes les étapes de la procédure sont clairement à la base d'un processus d'étude assurant la conception et la réalisation d'une infrastructure routière durable. Elles permettent en effet de tenir compte des dimensions sociales, par la concertation des différents acteurs, économiques et environnementales en utilisant des critères adéquats. De plus, la considération des besoins des générations futures, par la prise en compte du cycle de vie d'une infrastructure routière, est aisée à réaliser. L'auteur propose une méthodologie actualisée pour le processus du projet de conception routière qui est basée sur une intégration de ces principes dans la procédure. Une évaluation de diverses méthodes d'aide multicritère à la décision a été effectuée pour un cas réel en Suisse. Il en résulte les principales remarques suivantes pour un bon usage de ces méthodes par le projeteur et le décideur : utiliser une méthode d'agrégation partielle comme Electre III, utilisant en particulier la notion de critères flous, permet de mieux modérer les jugements et d'utiliser facilement des indicateurs variés ; une stricte séparation durant le processus d'étude entre la pondération, qui est effectuée avant la génération de variantes, et l'évaluation des critères est nécessaire ; le jugement objectif est réalisé par le projeteur et la pondération subjective est faite par le décideur.

## **MOTS CLÉS**

DEVELOPPEMENT DURABLE / PROJET D'ETUDE / METHODOLOGIE ACTUALISEE / METHODES D'AIDE MULTICRITERE A LA DECISION / AGREGATION PARTIELLE / ELECTRE III

La présente communication est basée sur la recherche réalisée par l'auteur et dont les principaux résultats sont présentés dans sa thèse intitulée « *Choix de variantes d'infrastructures routières : méthodes multicritères* ». (Tille, 2001)

## 1. CARACTERISTIQUES DES PROJETS ROUTIERS

### 1.1 Facteurs de la problématique

Les problèmes récurrents que l'on peut rencontrer actuellement dans les projets routiers en Suisse et dans les pays occidentaux sont les suivants :

- Allongement de la durée d'étude : les modifications du contexte sont plus rapides que celles de projet durant de nombreuses années
- Fractionnement des études : des études partielles ne sont forcément pas garantes d'un optimum global
- Prédominance des intérêts particuliers : l'intérêt public est fortement contesté par les intérêts particuliers
- Relations conflictuelles entre les acteurs du projet : le climat de travail est souvent dégradé
- Accroissement des coûts : les exigences relatives aux installations sont croissantes
- Incertitude sur l'issue des projets : des projets peuvent être bloqués même si ils sont nécessaires
- Solution insatisfaisante : le résultat est parfois un compromis, qui n'est pas la "solution idéale" car il reflète uniquement le rapport de forces entre les différents acteurs

On peut alors se poser la question suivante : « *Quels sont les principaux facteurs qui reviennent le plus souvent comme source du problème, sachant que chaque projet a finalement ses propres caractéristiques ?* » Les principales causes sont :

- Nombreux domaines affectés : les projets routiers ont des influences directes et indirectes sur de nombreux domaines environnementaux présentant des objectifs divergents. Il est impossible de concevoir un projet qui soit optimal pour chacun d'entre eux et l'on a besoin d'une vision multicritère et globale
- Multiple acteurs : le terme d'"acteurs du projet" désigne l'ensemble des personnes, sociétés ou associations qui prennent part au projet de conception routière ou qui évoluent autour de celui-ci et qui ont une influence réelle ou potentielle sur son issue
- Evolution de la société : la société est en pleine métamorphose et le sens des valeurs et les attentes sociales des individus se modifient. Le rapport hiérarchique du citoyen, qui s'émancipe et devient plus versatile, par rapport à l'autorité n'est plus aussi fort. La volonté de transparence des décisions et le besoin d'information sont devenus importants pour l'acceptation de tout projet d'envergure (Besnainou, 1999)
- Nouveaux paradigmes : la prise de conscience environnementale dans la société change les attentes pour les infrastructures routières, qui doivent dorénavant être établies dans le respect du développement durable. La participation publique dans le projet et la mise en balance d'intérêts contradictoires sont clairement des éléments de ces nouveaux paradigmes
- Procédure rigoureuse : les concepteurs doivent évoluer dans un cadre de procédure législative très rigoureux et qui a une faible flexibilité (Cabioch, 1997)

## 1.2 Cycle de vie d'une infrastructure routière

Une route est planifiée, conçue, construite, exploitée, maintenue et parfois démolie. Il s'agit clairement d'un cycle de vie qui doit être considéré par le projeteur routier.

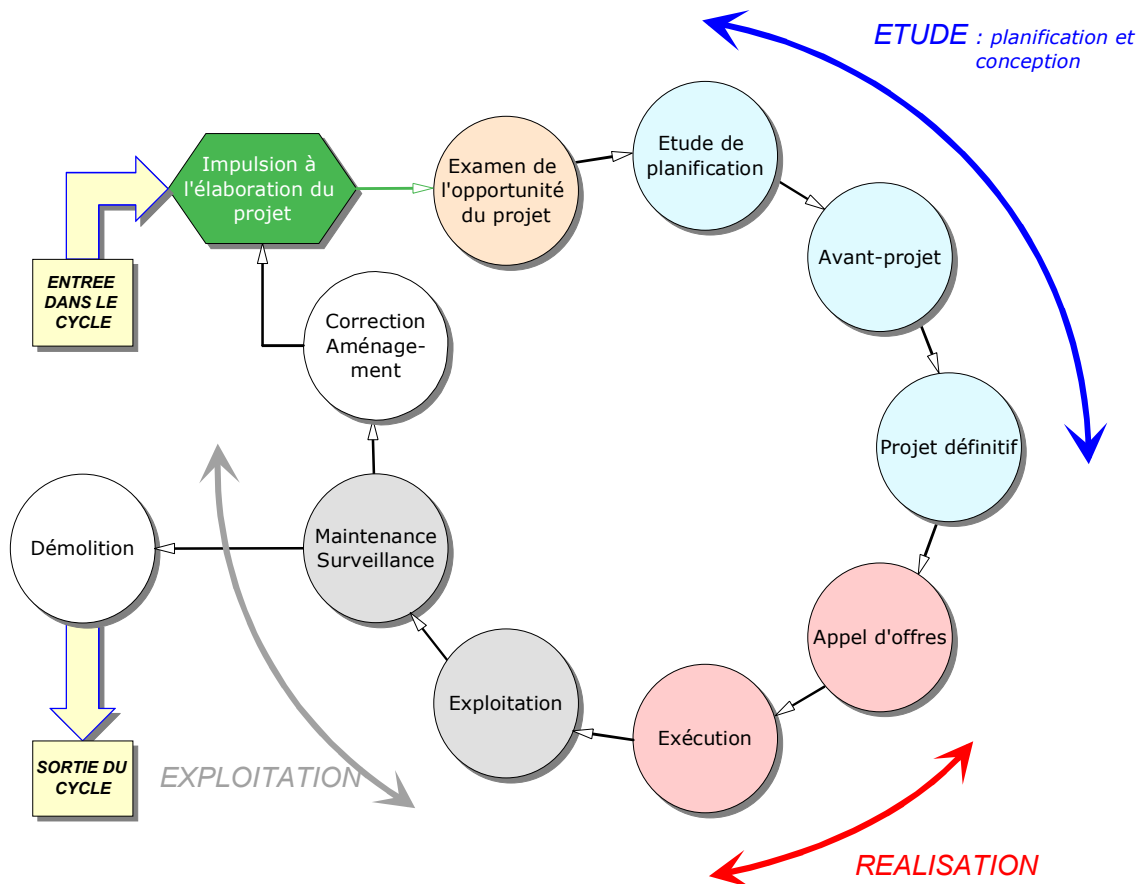


Figure 1 – Le cycle de vie d'une route

## 1.3 Acteurs du projet routier

On peut classer les acteurs intervenant dans le projet de conception routière en différentes catégories :

- Décideur qui finance la réalisation de l'infrastructure et qui sera le futur propriétaire. C'est un acteur politique du domaine exécutif, responsable de l'administration routière
- Groupe d'étude incluant les acteurs techniques qui élaborent le projet de conception routière et préparent les éléments d'analyse pour le décideur. Son principal acteur est le projeteur routier qui travaille avec divers spécialistes quand des problèmes qu'il ne peut résoudre apparaissent
- Acteurs administratifs qui proviennent de divers services de l'administration publique. Leur rôle est de vérifier la conformité du projet routier avec la loi
- Public composé des acteurs affectés par la future route (riverains) et des utilisateurs bénéficiaires de la future route
- Organisations non gouvernementales (ONG) qui sont des groupes structurés pérennes et qui défendent des valeurs environnementales, sociales ou économiques
- Acteurs politiques qui sont des membres du pouvoir exécutif ou législatif qui n'ont pas le même rôle que le décideur

Il est important pour le projeteur routier d'identifier clairement les différents acteurs au début du projet.

## 2. LE PROCESSUS DE LA DECISION

### 2.1 Acteurs de la décision

Les deux principaux acteurs du processus décisionnel sont les suivants : (Maystre, Pictet & al., 1994)

- Le décideur est la personne pour qui l'aide à la décision est destinée. Il occupe une place centrale dans le processus d'étude dont les caractéristiques dépendent de ses attentes
- Le projeteur est un individu ou un groupe de personnes qui a pour rôle d'établir des recommandations pour conseiller le décideur sur les solutions envisageables

Dans un souci d'une parfaite indépendance, il est nécessaire que le décideur soit clairement distinct du projeteur. En effet, les tâches de chacun sont strictement différentes et ces deux acteurs ne doivent pas avoir d'influence entre eux.

### 2.2 Subjectivité et objectivité

Par nature, la décision est une activité subjective. Ceci peut être parfois difficile à admettre par notre mode de pensée occidental scientifique et rationnel parce que l'on est plus enclin à préférer des jugements basés sur des modèles approuvés.

La subjectivité n'est pas à considérer comme étant une inexactitude de la décision, mais plutôt comme étant le reflet de l'aspect humain qui lui est intimement lié. A. Schärliq parle même de la « *comédie de la décision* » qui est finalement un processus anarchique. Il cite une phrase évocatrice de R. Howard « *decision making is what you do when you don't know what to do* ». (Schärliq, 1985)

La subjectivité reflète les systèmes de valeurs du décideur et des intervenants qui conditionnent la décision. L'objectivité concerne les valeurs des indicateurs descriptifs qui sont calculés sans contestation majeure par le projeteur. Les aspects subjectifs et objectifs sont intimement liés dans tout le processus de décision. Il est donc important de les distinguer et de les identifier clairement tout au long de l'étude

## 2.3 Facteurs d'influence de la décision

Le décideur prenant une décision est conditionné par son propre système de valeurs mais aussi par de nombreux facteurs externes : (André, Delisle & al., 1999)

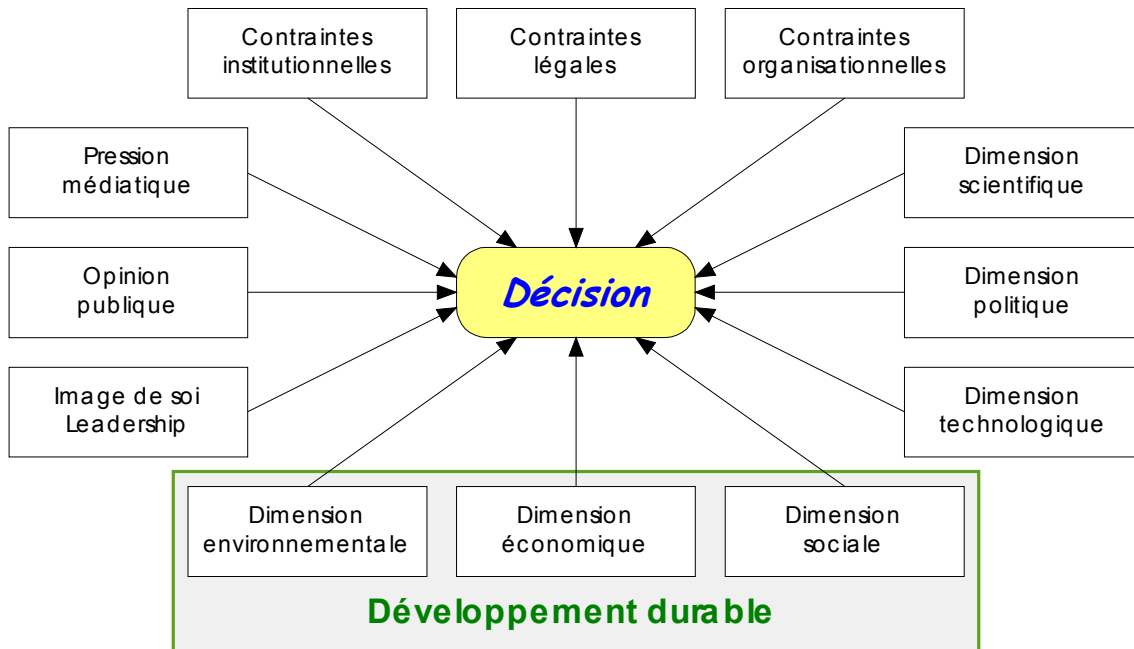


Figure 2 – Facteurs d'influence de la décision

## 3. METHODES D'AIDE MULTICRITERE A LA DECISION

### 3.1 Processus d'étude

Le processus d'étude d'une méthode d'aide multicritère à la décision (AMCD) est décomposé en cinq étapes successives : (Schärlig, 1985)

- Inventorier les variantes
- Lister les critères considérés
- Pondérer les critères : importance relative entre ceux-ci
- Juger des actions
- Agréger les jugements : combinaison de la pondération et des jugements

Les quatre premières étapes sont communes à toutes les méthodes qui ne se distinguent que par le mode d'agrégation des jugements. (Molines, 1997)

### 3.2 Typologie

Deux principaux modes d'agrégation des jugements existent dans les méthodes d'aide multicritère à la décision : agrégation complète et partielle.

Les méthodes d'agrégation complète sont développées par l'« école nord américaine ». Elles consistent à attribuer une fonction d'utilité partielle à chaque critère. Ensuite, pour chaque variante, une fonction mathématique agrège les différentes utilités partielles propres à chaque critère. On obtient ainsi une réponse synthétique. Les inconvénients majeurs sont la compensation des jugements et le fait que la détermination des fonctions d'utilité est parfois très complexe.

Les méthodes d'agrégation partielle sont développées par l'« école européenne ». Elles consistent tout d'abord à comparer les variantes deux par deux, critère par critère. Ceci permet d'établir les relations de surclassement qui existent entre elles. Ces méthodes admettent le postulat de l'incomparabilité et de l'intransitivité et autorisent une plus grande richesse dans les relations entre les variantes. Les résultats sont parfois compliqués à comprendre et le fait de mollir sur la clarté du résultat peut être perturbant pour le décideur qui s'attend à recevoir une réponse compréhensible et définitive. (Schärlig, 1985)

Il existe trois types de méthodes d'agrégation partielle :

- problématique  $\alpha$  : choix ou sélection Electre I, Electre IS
- problématique  $\beta$  : tri ou affectation Electre Tri
- problématique  $\gamma$  : rangement ou classement Electre II, Electre III, Electre IV

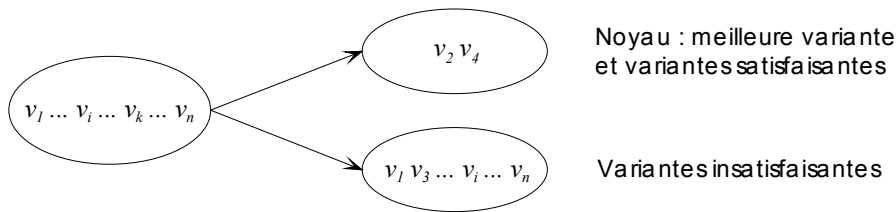


Figure 3 - Problématique de choix  $\alpha$

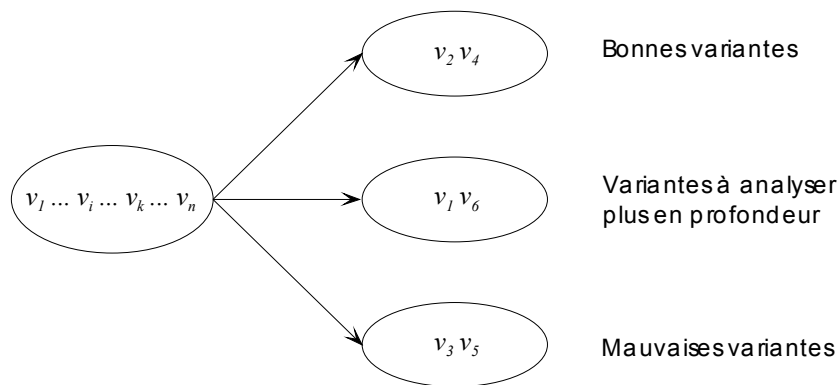


Figure 4 - Problématique de tri  $\beta$

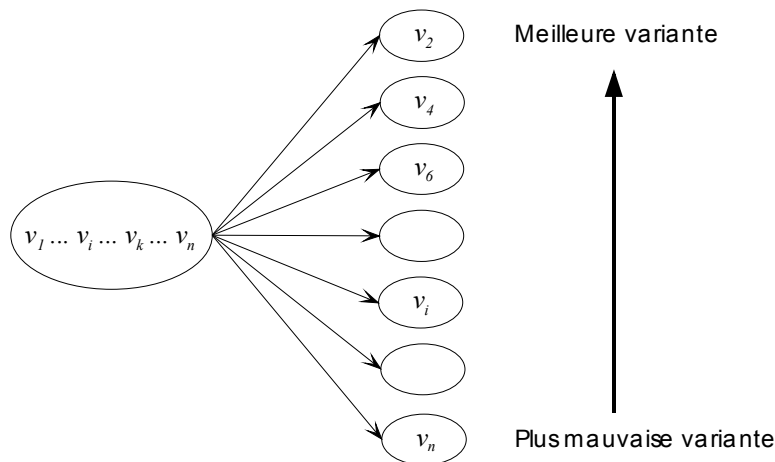


Figure 5 - Problématique de rangement  $\gamma$

Pour cette étude, la méthode Electre III développée par le Laboratoire d'analyse et modélisation de systèmes pour l'aide à la décision a été choisie. (LAMSADE, 1994)

### 3.3 Terminologie

Les variantes sont les éléments qui font l'objet de l'étude multicritère. On utilise  $n$  variantes notées  $v_1$  à  $v_n$ .

Un critère est une expression qualitative ou quantitative permettant de juger, par le biais d'un indicateur, la performance d'une variante vis à vis d'objectifs ou de contraintes relatifs au projet considéré. On utilise  $m$  critères  $c_1$  à  $c_m$ . La performance d'une variante  $v_i$  pour un critère  $c_j$  est définie par le terme  $g_j(v_i)$ .

Le poids  $P_j$  qualifie l'importance relative d'un critère  $c_j$  comparativement aux autres.

### 3.4 Relations entre les variantes dans la méthode Electre III

Electre III analyse la différence  $g_j(v_i) - g_j(v_k)$ , notée  $\delta_j(v_i, v_k)$ , entre les performances de deux variantes  $v_i$  et  $v_k$ , ceci pour chaque critère  $c_j$ .

Il existe trois situations relatives :

- $\delta_j(v_i, v_k) > 0$   $v_i$  est préférée à  $v_k$  pour le critère  $c_j$ , noté  $v_i P v_k$
- $\delta_j(v_i, v_k) = 0$   $v_i$  est équivalente ou indifférente à  $v_k$  pour le critère  $c_j$ , noté  $v_i I v_k$
- $\delta_j(v_i, v_k) < 0$   $v_k$  est préférée à  $v_i$  pour le critère  $c_j$ , noté  $v_k P v_i$

Pour un critère  $c_j$ , on détermine deux indices qualifiant les relations entre  $v_i$  et  $v_k$  :

- un indice de concordance, noté  $c_j(v_i, v_k)$ , qui qualifie le degré de crédibilité de la relation " $v_i$  surclasse  $v_k$ ", noté  $v_i S v_k$
- un indice de discordance, noté  $d_j(v_i, v_k)$ , qui indique pour les critères où  $v_i P v_k$  n'est pas vérifié, si le non respect de l'hypothèse de surclassement  $v_i S v_k$  n'est pas trop important

Electre III est basée sur la notion de critère flou qui consiste en une transition progressive entre l'indifférence et la préférence. Pour réaliser ceci, trois seuils sont introduits pour chaque critère  $c_j$  :

- Seuil d'indifférence  $Si_j$  qui est la plus petite différence significative. En dessous de ce seuil, il est impossible de départager les deux variantes
- Seuil de préférence  $Sp_j$  qui est la valeur à partir de laquelle la différence entre les deux variantes est perceptible et fait préférer l'une à l'autre
- Seuil de veto  $Sv_j$  qui signifie que si pour un seul critère  $c_j$  donné, il existe un  $\delta_j(v_i, v_k)$  négatif tel que  $|\delta_j(v_i, v_k)|$  est plus petit que  $Sv_j$ , alors l'hypothèse  $v_i S v_k$  n'est pas vérifiée. Le non respect de l'hypothèse de surclassement est alors trop important. Ce seuil de veto constitue ainsi une limite à la compensation entre les critères.

Les valeurs de l'indice de concordance spécifique  $c_j(v_i, v_k)$  sont continues entre 0 et 1 si l'on a  $Si_j \leq \delta_j(v_i, v_k) \leq Sp_j$ . Ceci signifie que la réponse à l'hypothèse de surclassement est plus ou moins respectée (préférence floue). On parle dans ce cas de préférence faible notée  $v_i Q v_k$ . La relation  $v_i P v_k$  est alors désignée par le terme de préférence stricte.

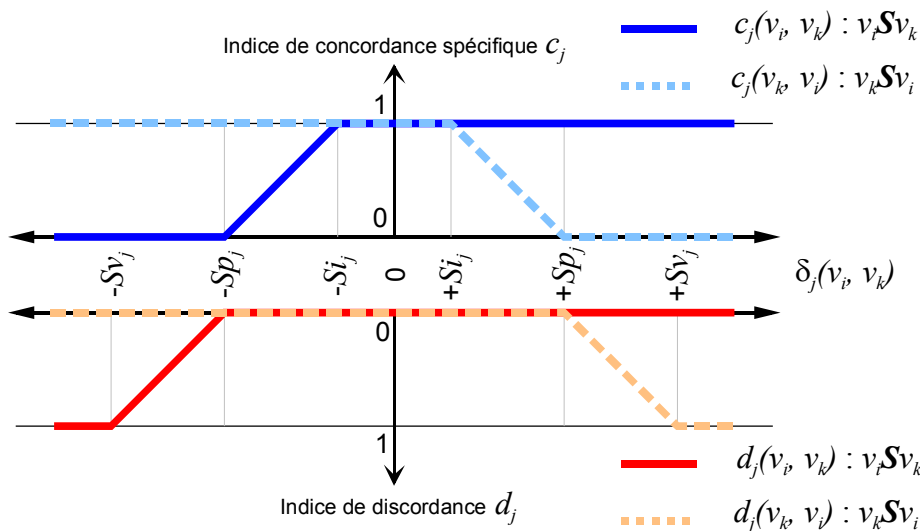


Figure 6 - Indices de concordance et de discordance pour un critère flou

Avec la méthode Electre III, on obtient cinq relations relatives entre deux variantes :

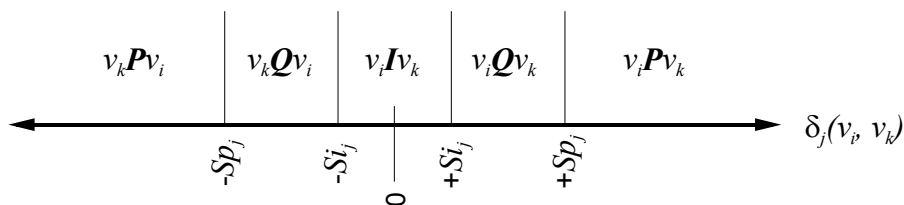


Figure 7 – Relations relatives entre deux variantes  $v_i$  et  $v_k$  pour un critère flou

#### 4. METHODOLOGIE ACTUALISEE DU PROJET ROUTIER

Cette recherche a abouti à la proposition d'une méthodologie pour l'étude d'un projet de conception routière qui soit itérative et qui prend en compte les nouveaux paradigmes sociétaux comme le développement durable. Ce processus méthodologique est désigné par le terme de « Méthodologie actualisée du projet routier ».

L'objectif de cette méthodologie est d'intégrer en son sein tous les participants du projet de conception routière. Elle consiste dans l'adoption d'une attitude dynamique de prévention des problèmes, par l'incorporation rapide de ces acteurs dans le processus d'étude pour effectuer un projet durable et accepté par tous. Il s'agit d'une attitude qui est préférable à un comportement défensif et statique essayant d'atténuer les impacts inhérents à toute infrastructure routière. Cette approche est identique au concept de « *prévenir plutôt que guérir* ». Cette méthodologie est basée sur un processus qui prend en compte la circularité du cycle de vie d'une route.

Ce processus d'étude actualisé est décrit à la page suivante.



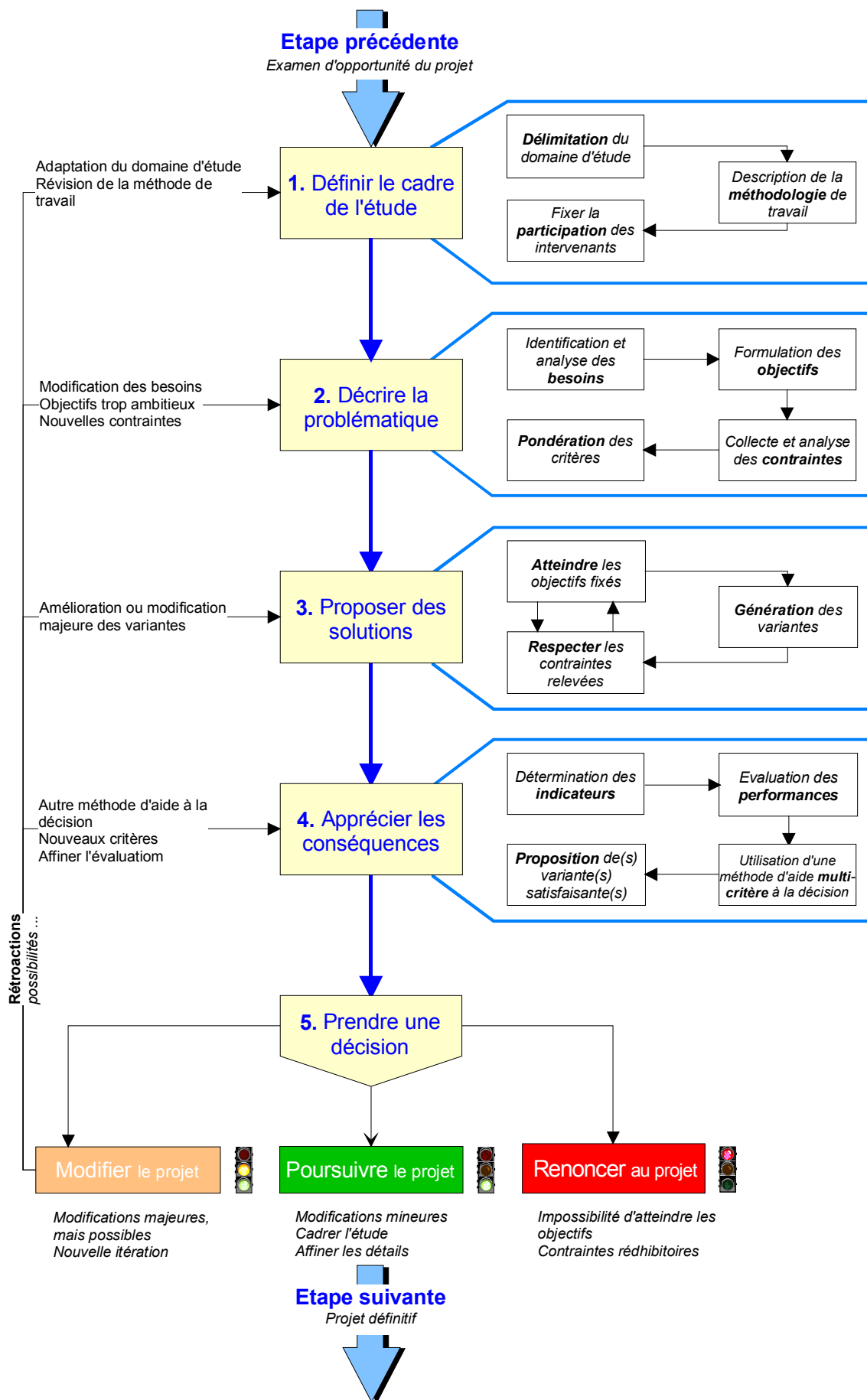


Figure 8 - Méthodologie actualisée du projet routier

Cette méthodologie est divisée en cinq phases principales comprenant les aspects majeurs suivants :

- Séparation stricte entre la pondération des critères et l'évaluation des indicateurs. La première est réalisée par le décideur avant la génération des variantes, la seconde est faite à la fin du projet par le groupe d'étude
- Pondération réalisée par l'ensemble des acteurs assurant ainsi une large variabilité des résultats
- Processus itératif
- Intégration totale des acteurs durant tout le processus
- Utilisation d'une méthode d'aide multicritère à la décision basée sur l'agrégation partielle : Electre III

## **5. ETUDE DE CAS : ROUTE PRINCIPALE SUISSE VILLENEUVE - LE BOUVERET**

### **5.1 Problématique**

La route principale suisse H144 est située dans les Alpes au débouché de la vallée du Rhône sur la rive sud du lac Léman et à proximité de la réserve naturelle internationale des Grangettes qui est une zone de protection de la Convention de Ramsar. Elle connecte la route nationale (autoroute) suisse A9 à la frontière française et a une longueur de 5 km. (Infraconsult, 2000)

Cette route présente un standard insuffisant pour une infrastructure moderne : traversée de localités, sinuosité et profil géométrique type insatisfaisants pour le trafic motorisé, pont sur le Rhône qui est un goulet d'étranglement (une voie de circulation et charge limitée à 15 tonnes), etc. Pour ces raisons, la réalisation d'un lien routier de qualité est une impérieuse nécessité.

### **5.2 Un nouveau projet : « Comparaison de variantes 1999 »**

Depuis maintenant près de quarante ans, plusieurs projets ont été étudiés sans obtenir une solution et les relations entre les différents acteurs sont exécrables. En raison de l'impossibilité d'obtenir un résultat consensuel et afin de résoudre ce problème, l'Office Fédéral des Routes (OFROU) a proposé en novembre 1998 de former un groupe de travail dans le but d'effectuer une analyse comparative multicritère.

Les six variantes qui ont été analysées le cadre de la « Comparaison de variantes 1999 » sont :

- Route actuelle (E1)
- 2 variantes basées sur la route actuelle avec quelques modifications : 0<sup>+</sup> révisée (0R) et 0<sup>+</sup> adaptée (0A)
- 2 variantes proposées par les autorités locales : Communes révisée (CR) et Communes adaptée (CA)
- Une solution développée durant l'étude : Solution COPIL (SC)

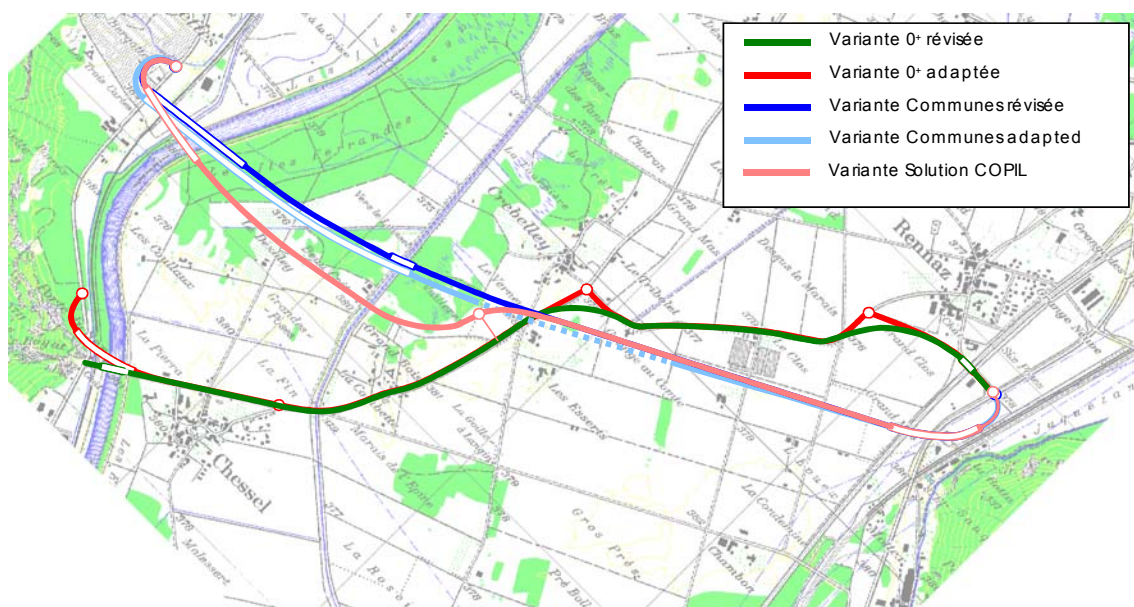


Figure 9 - Variantes étudiées dans la « Comparaison de variantes 1999 »

### 5.3 Acteurs

Deux groupes de travail ont été créés pour cette étude : un Comité de pilotage (COFIL) et un Groupe technique.

Il y avait trente acteurs dans le Comité de pilotage, qui peuvent être distingués en cinq catégories :

- politiciens du niveau local et régional - 12 acteurs
- associations économiques - 4 acteurs
- associations environnementales - 5 acteurs
- administration publique - environnement et aménagement du territoire - 5 acteurs
- administration routière - 4 acteurs

### 5.4 Résultats

L'étude a été réalisée en 10 mois et a obtenu une solution consensuelle qui est la Solution COFIL, une adaptation de la variante Communes révisée.

Tableau 1 - Résultats des valeurs d'utilité (Infraconsult, 2000)

Rang	Variante	Valeur d'utilité
1	<b>Solution COFIL</b>	0,69
2	Communes révisée	0,63
3	Communes adaptée	0,55
4	0 <sup>+</sup> révisée	0,17
5	0 <sup>+</sup> adaptée	0,13
6	Route actuelle	0,49

La méthode d'aide multicritère à la décision utilisée était une méthode d'agrégation complète (méthode d'analyse des valeurs d'utilités). L'intérêt de ce projet était que la pondération de chaque acteur du Comité de pilotage était considérée dans la méthode d'aide multicritère à la décision. Cette opération a été effectuée individuellement de manière indépendante et subjective et avec quelques règles minimales. Le Groupe technique réalisait l'évaluation des indicateurs séparément.

### 5.5 Application d'Electre III

L'auteur a appliqué les résultats de l'évaluation et les pondérations individuelles des 28 acteurs du Comité de pilotage dans Electre III. L'objectif était de comparer les résultats et le potentiel de cette méthode avec celle qui était utilisée dans la « *Comparaison de variantes 1999* ».

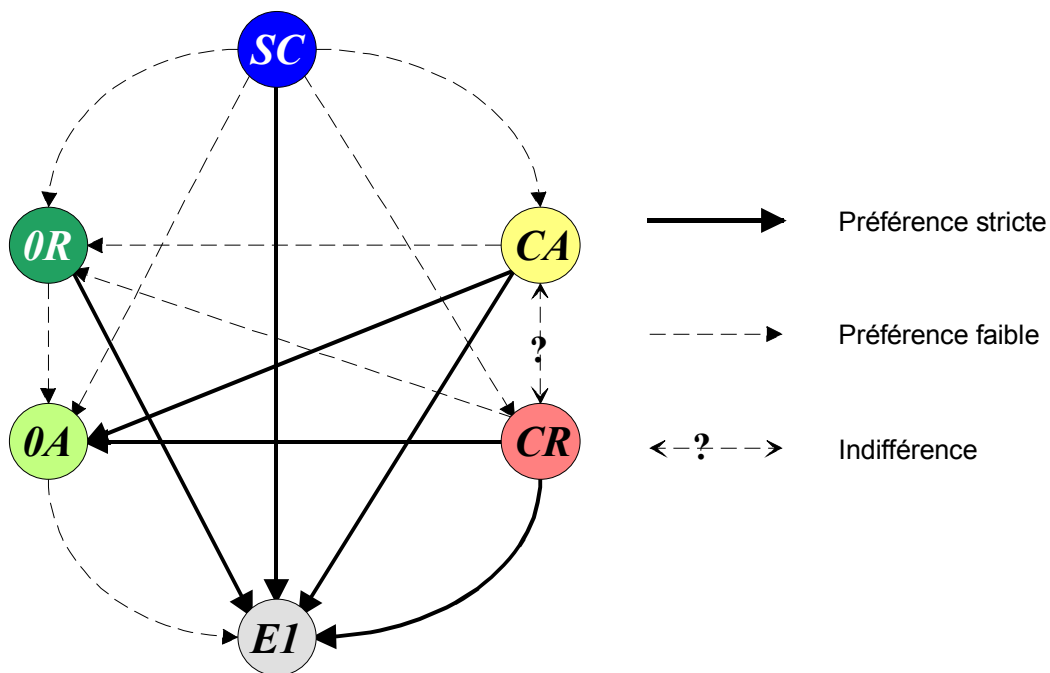


Figure 10 - Relations de préférence entre les variantes - Agrégation partielle

Les résultats obtenus avec la méthode Electre III montre que la solution est parmi le trio formé de la Solution COPIL et des variantes des Communes. La solution semble émerger légèrement pour la Solution COPIL. Le flou du résultat amené par Electre III montre bien que les différences entre les notes obtenues dans la « *Comparaison de variantes 1999* » sont très faibles : les notes des trois variantes sont entre 0,55 et 0,69 pour les 28 pondérations du COPIL. Par l'usage d'une méthode d'agrégation complète, cette nuance floue était éliminée.

## 5. CONCLUSIONS

La méthodologie actualisée n'est pas une solution miracle qui appliquée correctement assurerait le succès automatique à tout projeteur. Il s'agit néanmoins d'un outil de travail permettant de franchir les obstacles au mieux de manière efficace et en assurant un projet de qualité, durable et accepté par tous. Utiliser une méthode d'aide multicritère à la décision comme Electre III, qui est basée sur une agrégation partielle, est très prometteur pour le projet de conception routière. Les avantages de cette méthode pour la compréhension du phénomène et pour la prise en considération du flou de l'appréciation sont plus importants que ses inconvénients comme la difficulté de compréhension des résultats.

L'intégration d'Electre III dans la méthodologie du projet routier est possible avec quelques légères adaptations :

- Séparation stricte de la pondération et de l'évaluation : cette dichotomie est totalement absente de nombreuses méthodes d'agrégation complète
- Pondération établie par chaque acteur politique et analyse des résultats obtenus ainsi : l'utilisation d'une seule pondération n'est pas pertinente
- Total indépendance entre l'établissement de la pondération et la réalisation de l'évaluation : le projeteur et le décideur travaillent indépendamment

Les avantages de l'usage de cette méthodologie actualisée avec Electre III sont :

- Le multicritère est une considération de la multiplicité et de la complexité, comme les trois axes de la durabilité
- La participation de tous les acteurs est une considération de l'aspect social du projet : transparence et concertation
- La liberté d'action offerte au décideur et au projeteur assure une adaptation totale au contexte du projet routier

## REFERENCES

André P., Delisle C E., et al. (1999) L'évaluation des impacts sur l'Environnement - Processus, acteurs et pratique. Presses Internationales Polytechnique, Montréal, Canada

Bassand M., Veuve L., et al. (1986) Politiques des routes nationales - Acteurs et mise en oeuvre. Presses Polytechniques Romandes (PPR), Lausanne, Suisse

Besnainou R. (1999) Les évolutions des attentes sociales présenté à Aménager pour demain : de l'utilité à l'acceptabilité d'une infrastructure. Journée d'étude ENPC. Ecole Nationale des Ponts et chaussées, Paris, France

Cabioch F. (1997) La concertation des acteurs et du public : une expérience de la DDE du Lot. 5<sup>èmes</sup> Rencontres de Clermont-Ferrand - La qualité environnementale des projets routiers : de la politique d'aménagement à la réalisation de la route. Semaine des Arts Techniques et Culture de l'Automobile et de la Route (SATCAR), Clermont-Ferrand, France

CGCN (1997) Construction des routes nationales. Rapport de la Commission de gestion du Conseil National. Berne, Suisse

Infraconsult SA (2000) Routes principales suisses A 144 Villeneuve - les Evouettes - Comparaison de variantes 1999, apport technique du Comité de Pilotage. Rapport pour : Service des routes et autoroutes du canton de Vaud et Service des routes et des cours d'eau du canton du Valais. Berne, Suisse

Knoepfel P. (1997) Les politiques de l'environnement et la durabilité : du contrôle des émissions vers la gestion des ressources. Support de cours postgrade. Institut de hautes études en administration publique (IDHEAP), Chavannes-près-Renens, Suisse

LAMSADE (1994) Electre III-IV - Version 3.1b. Logiciel. LAMSADE, Université Paris Dauphine, Paris, France

LRN (1960) Loi fédérale sur les routes nationales. RS 725.11, 8 mars 1960 (état le 21 décembre 1999), entrée en vigueur le 21 juin 1960. Berne, Suisse

Maystre L. Y., Pictet J. & al. (1994) Méthodes multicritères Electre - Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne, Suisse

Molines N. (1997) - Systèmes d'information Géographique et Méthodes d'analyse multicritère - Perspectives d'utilisation pour la conception d'infrastructures linéaires. Rapport de recherche. CETE, Lyon, France

Norme SN 640 026 (1998) Elaboration des projets - Etapes de projet. Norme. Union Suisse des professionnels de la route (VSS), Zürich, Suisse

Roy B. (1985) Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision. Collection Gestion, Série "Production et techniques quantitatives appliquées à la gestion". Economica, Paris, France

Schärlig A. (1985) Décider sur plusieurs critères : Panorama de l'aide à la décision multicritère. Collection "Diriger l'entreprise", vol. 1. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne, Suisse

Schärlig A. (1996) Pratiquer Electre et Prométhée. Collection "Diriger l'entreprise", vol. 11. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne, Suisse

Tille M. (2001) Choix de variantes d'infrastructures routières : méthodes multicritères. Thèse de doctorat, N°2294. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Suisse

Tille M. (2002) La méthodologie actualisée du projet routier : un outil au service de l'ingénieur civil et de l'écologue. Revue "Routes et trafic", vol. 03/2002, 13 pages. Union Suisse des professionnels de la route (VSS), Zürich, Suisse

Tille M. & A.-G. Dumont (2003) Methods of multicriteria decision analysis within the road projects like an element of the sustainability. 3<sup>rd</sup> Swiss Transport Research Conference, Session Decision support, 52 pages. STRC03, Monte Verità, Suisse

Veuve L. (1994) Urbanisme et génie-civil. Support de cours. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Suisse