



**HAL**  
open science

**Réponse à la réponse de Laurent GARGAILLO, à l'article de Jean-Christophe HUGONNARD et Bernard ROY, Le plan d'extension du métro en banlieue parisienne, un cas type d'application de l'analyse multicritère**

B. Roy, J.-C. Hugonnard

► **To cite this version:**

B. Roy, J.-C. Hugonnard. Réponse à la réponse de Laurent GARGAILLO, à l'article de Jean-Christophe HUGONNARD et Bernard ROY, Le plan d'extension du métro en banlieue parisienne, un cas type d'application de l'analyse multicritère. Les Cahiers Scientifiques du Transport / Scientific Papers in Transportation, 1983, 7 | 1983, pp.58-64. 10.46298/cst.11803 . hal-04110786

**HAL Id: hal-04110786**

**<https://hal.science/hal-04110786v1>**

Submitted on 30 May 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

## REPONSE A MONSIEUR LAURENT GARGAILLO

Par Bernard ROY et Jean-Christophe HUGONNARD

Avant de réagir à notre tour aux thèses de Monsieur GARGAILLO, nous tenons à le remercier pour avoir pris la peine de rédiger, en des termes aussi nets, les critiques qu'il adresse à la méthode ELECTRE IV et à l'application que nous en avons faite au plan d'extension du métro en banlieue parisienne. Il nous fournit ainsi l'occasion de compléter notre article, à la fois sur les plans méthodologique et pratique. De plus, ce qu'il a pris la peine d'analyser et d'explicitier, d'autres lecteurs l'ont sans doute ressenti car, comme lui, ils ont pu être frappés par certains traits spécifiques de notre approche du problème et de nos principes de calcul.

Parce qu'il a découvert quelques points inquiétants et sans doute aussi parce qu'il demeure insensible à ce que notre travail peut avoir de positif par ailleurs, Monsieur GARGAILLO pense pouvoir en prononcer une condamnation sans appel. Pourtant, soit parce qu'il ne dépasse pas un premier niveau d'analyse, soit parce qu'il omet de poursuivre son raisonnement jusqu'à son terme, aucun des chefs d'inculpation sur lesquels il se fonde ne résiste à une analyse approfondie. Tel est, du moins, ce dont nous espérons convaincre les lecteurs dans les pages qui suivent. Ainsi, sans même faire appel aux circonstances atténuantes que constitueraient d'autres éléments positifs, nous estimons que, contrairement à la conclusion de Monsieur GARGAILLO, la méthode ELECTRE IV peut être retenue en l'état pour l'évaluation (ou la programmation) de projets d'investissements.

### 1 - Y A-T-IL EQUIPONDERATION DANS ELECTRE IV ?

Monsieur GARGAILLO répond à cette question par l'affirmative. Son argumentation s'appuie avant tout sur le fait que, dans la définition du surclassement fort comme du surclassement faible, tous les critères jouent le même rôle. Cette non différenciation leur confère, selon lui, un poids égal. Nous allons tout d'abord montrer qu'on ne peut en rester à ce premier niveau d'analyse. Nous verrons ensuite que la définition du surclassement fort (et il en serait de même avec le surclassement faible) est, dans une large mesure, compatible avec le traitement de critères d'importance inégale. Puis nous mettrons en évidence ce qui nous paraît être une contradiction dans les propos de Monsieur GARGAILLO. Nous discuterons enfin d'un autre argument : celui du dédoublement de critères.

a) - Si l'on suit le raisonnement de Monsieur GARGAILLO, on est forcé de conclure qu'aucun système de préférence ne peut procéder d'une absence de pondération, même lorsqu'il laisse subsister des situations d'incomparabilité, puisque, en l'absence de pondération, les critères ne peuvent que jouer le même rôle. Que dire alors du système de dominance ? Rappelons que, relativement à une famille  $g_1, \dots, g_n$  de  $n$  critères :

$a'$  domine  $a \Leftrightarrow g_j(a') \geq g_j(a)$  pour  $j = 1, \dots, n$ .

Accepter l'argumentation de Monsieur GARGAILLO conduit en particulier à regarder le système de préférences qu'est la dominance comme équipondéré. S'il en est bien ainsi pour Monsieur GARGAILLO, nous sommes d'accord avec lui, au vocabulaire près. Aucun auteur, à notre connaissance, ne parle d'équipondération à propos de la dominance et tout nous laisse à penser (cf. c ci-après) que c'est autre chose que Monsieur GARGAILLO a en tête lorsqu'il parle d'équipondération.

b) – La définition formelle du surclassement (qu'il soit fort ou faible) ne fait que traduire des règles qualitatives de bon sens permettant de dépasser la dominance en exploitant le concept de seuil. Ces règles, pas plus que la dominance, ne font intervenir de pondérations implicites. Illustrons ce point sur un exemple.

Considérons cinq critères prenant tous leurs valeurs sur une échelle allant de 0 à 20 et choisissons des seuils d'indifférence et de préférence constants, respectivement égaux à 1 et 3. Intéressons-nous aux deux projets  $a$  et  $a'$  évalués comme l'indique le tableau 1.

TABLEAU 1

Critères Projets	1	2	3	4	5
$a$	10	10	10	10	10
$a'$	8	8	15	12	9

Il vient :

non  $a S_F a'$  et  $a' S_F a$ .

D'après les règles définissant le surclassement fort, cette double affirmation découle de la conjonction des deux constatations suivantes :

–  $a$  n'est strictement préféré à  $a'$  sur aucun des cinq critères alors que la réciproque n'est pas vraie ;

–  $a$  est faiblement préféré à  $a'$  sur les deux premiers critères mais ces situations de préférence peu probantes ne sont pas de nature à contrebalancer la situation de préférence stricte du troisième critère jointe à celle de préférence faible du quatrième (l'écart de 1 sur le dernier critère étant jugé non significatif).

Regarder dans ces conditions  $a'$  comme au moins aussi prioritaire que  $a$  (tout en rejetant la proposition inverse) ne procède nullement d'une pondération implicite des critères qui affecterait au critère 3 un poids strictement égal à celui affecté à chacun des autres. La justification du surclassement est ailleurs. Attendu que (cf. B. ROY and J.C. HUGONNARD, Ranking of suburban line extension projects on the Paris Metro system by a multicriteria method, Transportation Research, Vol. 16A, N° 4, 1982, page 304, lignes 6 à 9) les critères 3 et 4 ne sont pas négligeables et les critères 1 et 2 ne sont pas prépondérants, l'écart faiblement probant en faveur de  $a'$  sur le critère 4 contrebalance approximativement l'un quelconque des deux écarts de même nature favorables à  $a$  sur les critères 1 et 2 alors que l'autre n'est pas de nature à être contrebalancé par l'écart supérieur au seuil de préférence du critère 3. C'est donc le caractère plus ou moins significatif des écarts qui est à la base du raisonnement. Ce dernier tire également parti de l'idée que deux écarts peu probants (correspondant aux zones de préférence faible) et de sens opposés ont une résultante non significative. Même si l'on tient à tout prix à interpréter cette dernière proposition en termes

d'hypothèses d'équipondération, on est bien forcé de reconnaître qu'elle ne porte que sur des écarts cantonnés dans des zones de faible ampleur.

Précisons enfin que l'analyse de robustesse fait intervenir des relations de surclassement conçues dans le même esprit que les précédentes mais à partir de règles sensiblement différentes. Il s'agit de la quasi-dominance et de la dominance canonique (1). Avec ces deux dernières formes de surclassement, il devient impossible d'invoquer même le principe de résultante nulle énoncé ci-dessus pour argumenter une quelconque idée d'équipondération.

c) - Par le raisonnement qu'il tient page 55, lignes 8 à 14, Monsieur GARGAILLO montre en fait ce qu'il entend par équipondération. En calculant les rapports des valeurs que prennent les différents critères pour le prolongement des lignes 1 et 7N, il se réfère implicitement (cf. § 3 ci-après) à une agrégation totalement compensatoire du type somme pondérée. Pourvu que l'on accepte ce mode d'agrégation sans procéder à un étalonnage approprié des critères, on ne peut qu'être conduit comme lui, dans l'hypothèse d'équipondération, à regarder le prolongement de la ligne 1 comme prioritaire par rapport à celui de la ligne 7N. Rappelons simplement qu'avec notre méthode qu'il juge équipondérée, nous parvenons au résultat inverse, résultat que Monsieur GARGAILLO se borne à critiquer sans percevoir qu'il y a là peut-être une contradiction avec l'hypothèse implicite d'équipondération qu'il nous prête.

d) - Monsieur GARGAILLO affirme enfin que tout dédoublement d'un critère entraîne une pondération double pour ce critère. Par dédoublement, je ne crois pas qu'il faille entendre duplication. Cela conduirait en effet à discuter d'un autre problème n'ayant pas de rapport simple avec celui dont il est question. Il faut donc comprendre dissociation de l'axe primitif du critère en deux axes de signification dont il serait la composition. Le coût pourrait ainsi être décomposé en coût d'investissement et coût d'exploitation.

Pour que ELECTRE IV continue à s'appliquer, il faut postuler qu'aucun des deux critères constitutifs ainsi dissociés n'est négligeable. Ceux-ci n'ont cependant aucune raison, contrairement à ce que semble implicitement supposer Monsieur GARGAILLO, de se comporter l'un et l'autre de façon identique aux critères originels. C'est ainsi par exemple que si, sur le critère originel "coût", un projet a' est strictement préféré à un projet a, on peut retrouver la même situation sur le coût d'investissement mais une situation d'indifférence sur le coût de fonctionnement, voire une situation de préférence faible en faveur de a. L'impact sur les surclassements entre a' et a ne s'en trouve pas pour autant systématiquement modifié et, lorsque c'est le cas, celui-ci ne correspond pas obligatoirement à un renforcement et encore moins à un doublement de l'influence du critère dédoublé.

Les lignes qui précèdent montrent que l'impact sur le surclassement du dédoublement d'un critère se laisse très difficilement analyser dans l'abstrait. L'opération de dédoublement n'a de sens que si elle correspond à une option de modélisation qui ne soit pas pur artifice, c'est-à-dire qui fasse intervenir des axes de signification jugés pertinents. Lorsqu'on est effectivement confronté à ce type d'option, c'est encore l'analyse de robustesse qui offre le plus sûr moyen d'en apprécier les conséquences.

En conclusion, il nous paraît indéniable que ELECTRE IV couvre un domaine qui dépasse le cadre d'une équipondération rigoureuse des critères. Cette méthode n'est toutefois valable qu'au sein de certaines limites (d'ailleurs difficiles à cerner) quant aux disparités d'importance relative des critères. Nous concédons volontiers qu'une réflexion plus poussée sur ces limites de validité ne serait pas dépourvue d'intérêt mais peut-être

---

(1) Cf. G. GROUSSAUD, C. Le GALES - Représentation des préférences dans un contexte multi-critère à l'aide de relations de surclassement emboîtées, Université de Paris-Dauphine, Mémoire de DEA, 1980.

cette controverse sur l'existence d'une équipondération cachée provient-elle avant tout de l'ambiguïté du concept vague de poids d'un critère. Nous allons devoir en reparler.

## 2 - LES DECIDEURS AURAIENT-ILS PU PARVENIR A UN CONSENSUS SUR LES PONDERATIONS ?

Le technicien ne se substitue donc pas au décideur puisqu'il n'y a pas de pondération cachée et la méthode n'est pas si technocratique que Monsieur GARGAILLO semble le dire. Mais il écrit également (cf. page 52, lignes 9 à 13) : "Dans la mesure où il n'y a pas de justification technique pour une pondération, il n'y a pas de pondération unique et la pondération ne peut être donnée que par les décideurs. On peut postuler que les décideurs ont des avis divergents sur cette pondération mais certainement pas sembler les estimer incapables d'obtenir un consensus". Ces propos, comme ceux qui suivent, tendent à accréditer la thèse selon laquelle la quête d'un tel consensus aurait été une voie préférable à celle de ELECTRE, parce que moins technocratique.

Cette thèse nous paraît insoutenable pour de multiples raisons. Nous laisserons ici de côté celles d'ordre pratique qui tiennent à l'identification effective des décideurs, à la possibilité de réaliser des échanges de vues strictement limités au sujet, ... et nous nous bornerons à mettre l'accent sur deux points suffisant chacun à dénoncer le caractère illusoire de la seule voie alternative évoquée par Monsieur GARGAILLO.

Chaque critère reflète un point de vue que l'un des principaux acteurs est naturellement conduit à privilégier de par sa fonction. Dans ces conditions, ne doit-on pas craindre que si un consensus se dégage, il soit largement le fruit de l'action du technicien qui aura fortement contribué à le façonner ?

L'idée de pondération n'a de sens que relativement à un modèle défini d'agrégation des critères (somme pondérée, ELECTRE III, ...). Le dialogue avec des décideurs en vue de dégager une quelconque pondération ne peut être chargé de signification que dans la mesure où les décideurs en question sont parvenus au préalable à dégager un temps suffisant pour assimiler la signification profonde du mécanisme d'agrégation. Hors d'un minimum d'intelligibilité de cet instrument homogène de mesure reliant les critères, il paraît très difficile de discuter valablement de ce qu'est le poids d'un critère, de ce que cela signifie de l'augmenter d'une quantité donnée, de le considérer comme constant ou comme variable avec l'évaluation du projet. Ce que nous avons mis en cause n'est pas la capacité à parvenir à un consensus mais la capacité à réaliser les conditions indispensables pour que le consensus obtenu ait la signification que lui prêtent les différents participants.

## 3 - DE QUELLES DEFAILLANCES SOUFFRE ELECTRE IV ?

"Cette méthode donne des résultats que l'on peut, en toute logique, remettre en cause". Pour étayer cette affirmation (cf. page 53, lignes 12 et 13), Monsieur GARGAILLO s'enferme, selon toute apparence, dans une logique bien particulière illustrée par le passage suivant : "Pour ce qui est des écarts relatifs à l'intérieur des critères quantitatifs, l'avantage reste à la ligne 1 :

$$g_1 = \frac{82\ 900}{33\ 100} = 2,50 ; g_2 = \frac{25\ 600}{11\ 500} = 2,30 ; g_3 = \frac{270}{140} = 1,92 ; g_4 = \frac{14,1}{8,7} = 1,62"$$

L'argumentation sous-jacente nous paraît être la suivante : les variations relatives des deux critères favorables à la ligne 1 sont supérieures aux variations relatives des deux critères favorables à la ligne 7N (les deux critères qualitatifs étant laissés de côté). Si l'on admet que des variations relatives d'amplitude égale et de sens opposés se compensent

exactement (1) en toutes circonstances (taux de substitution égal à 1), alors l'avantage est au prolongement de la ligne 1. Cette logique de la somme équipondérée s'écarte radicalement de celle d'ELECTRE IV. Nous ne prétendons pas que cette dernière soit d'une "qualité" supérieure et nous n'attendons pas du lecteur qu'il y adhère sans réserves. Nous espérons seulement que, contrairement à Monsieur GARGAILLO, il veuille bien la ranger dans la catégorie des logiques dignes de ce nom.

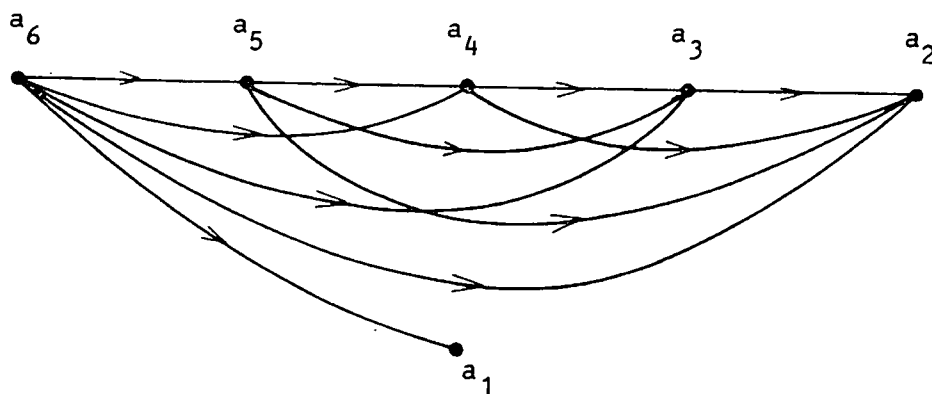
Le prolongement de la ligne 7N surclasse fortement sept autres prolongements et faiblement deux autres. Celui de la ligne 1 n'en surclasse fortement aucun et seulement trois faiblement. Le mécanisme de distillation tire parti du résultat de ces comparaisons pour départager finalement ces deux prolongements alors que considérés in abstracto, sans référence aux dix autres, la méthode les traite comme incomparables. Selon cette "logique", le prolongement 7N apparaît prioritaire au prolongement 1.

Ce qui précède ne signifie nullement que la procédure de double distillation d'ELECTRE IV nous donne entière satisfaction. Pas plus que Monsieur GARGAILLO, nous ne sommes satisfaits du résultat qu'il obtient dans son premier exemple numérique page 53. Laissons de côté le caractère artificiel des valeurs choisies (seuils systématiquement nuls pour les valeurs 0 des critères) et prenons appui sur cet exemple pour mettre en lumière la nature et la portée de la défaillance incriminée.

La variante 3 domine la variante 2 et la variante 1 leur est incomparable. Elle est certes excellente sur tous les critères sauf 1 mais, en l'absence d'équipondération, il suffit d'une très mauvaise performance pour interdire toute comparaison. Le graphe de surclassement étant un préordre partiel, on pourrait légitimement attendre de la méthode qu'elle aboutisse à un préordre partiel final qui lui soit identique. Or, si l'on ne prend pas la précaution d'opérer la distillation séparément pour chaque composante connexe (précaution que nous avons effectivement omis d'indiquer), la variante 1 vient s'intercaler entre les variantes 3 et 2 comme l'a montré Monsieur GARGAILLO.

Si, sur cet exemple, la distillation séparée des composantes connexes supprime totalement l'objection, le lecteur avisé ne manquera pas de faire valoir que le graphe peut fort bien se déconnecter en cours de distillation et qu'alors, à moins de compliquer considérablement la procédure, on se voit contraint de poursuivre sans tenir compte de ce fait. L'anomalie ci-dessus risque donc de réapparaître localement. Notons cependant que le fait de ne considérer que trois actions amplifie le phénomène comme le montre l'exemple suivant. Considérons le graphe de surclassement de la figure 1.

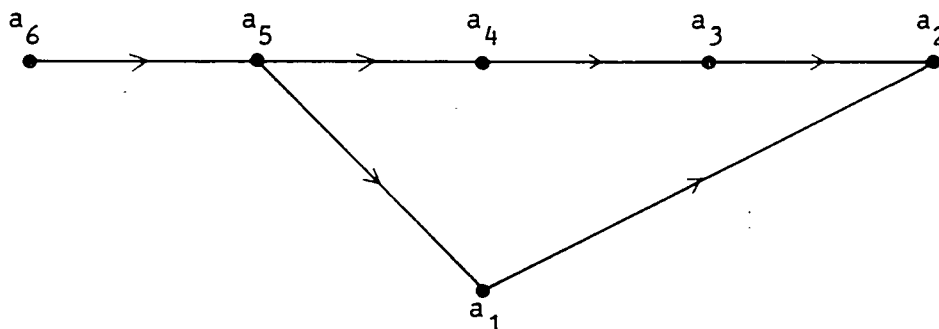
Figure 1



(1) Comme c'est le cas avec une agrégation des  $g_j$  selon un critère  $g_1 = \sum_j g_j(a)$ .

La figure 2 montre le préordre partiel final obtenu après double distillation.

Figure 2



Vouloir concilier les principes sur lesquels repose cette technique, qui dégage un préordre partiel d'une série de relations de surclassement correspondant à des degrés de crédibilité variés, avec l'exigence selon laquelle le résultat final doit coïncider avec le graphe de surclassement lorsque celui-ci est lui-même un préordre partiel, ne paraît possible qu'au prix d'un accroissement élevé de la complexité. Avec la procédure de double distillation mise au point pour ELECTRE III, nous avons privilégié la simplicité. Pour remédier à la faiblesse qui en découle, il est prudent de corroborer les conclusions que fournit le préordre partiel final par l'examen du tableau des surclassements forts et surclassements faibles. Cette faiblesse ne doit toutefois pas faire perdre de vue l'amélioration qu'apporte ce procédé par rapport à celui qui vise à dégager seulement un préordre complet comme c'est le cas chaque fois où l'agrégation consiste à expliciter un critère unique. Dans ce dernier cas en effet, non seulement le résultat final conduit à intercaler de façon au moins aussi arbitraire que ci-dessus les variantes difficilement comparables dans la chaîne de celles qui le sont clairement mais, contrairement à ce qui se passe ci-dessus, toute trace des difficultés de comparaison se trouve gommée.

#### 4 - QUELLE STABILITE FAUT-IL RECHERCHER ?

En premier lieu, il nous paraît utile d'attirer l'attention sur deux particularités des exemples pris par Monsieur GARGAILLO pour mettre en évidence l'instabilité des conclusions suite au retrait de certains projets du champ des possibles. Lorsqu'il traite du cas des prolongements de lignes de métro, il retire huit prolongements sur douze pour illustrer son point de vue. Lorsqu'il a recours à des exemples imaginaires, on éprouve le sentiment d'une instabilité beaucoup plus forte. On est toutefois frappé par l'extrême pauvreté des graphes de surclassement pris en considération ainsi que par leur non connexité. La position relative finale de deux projets dépend alors étroitement des rares possibilités de comparaison qui s'offrent avec les autres actions. Le retrait de l'une d'entre elles, pourvu qu'elle soit bien choisie, peut altérer profondément, voire anéantir, ces possibilités de comparaison. ELECTRE IV n'a pas été conçue pour éclairer la décision en pareil cas. Nous ne connaissons d'ailleurs aucune méthode qui permette de le faire de façon probante.

En second lieu, nous nous demandons pourquoi Monsieur GARGAILLO, ayant si justement fait référence au théorème d'ARROW, s'interrompt brusquement sans en tirer de conséquences. Il aurait dû remarquer que, eu égard à la nature des données prises en compte dans ELECTRE IV (notons que ceci vaut d'ailleurs pour toutes les méthodes

ELECTRE), rechercher une méthode qui soit stable au sens précis de l'axiome 3 du théorème d'ARROW, c'est inévitablement s'exposer à d'autres inconvénients. Or, parmi les exigences d'ARROW, la troisième est certainement la moins nécessaire, la moins naturelle. Il est facile d'observer, sur les exemples cités, que l'inversion de la place relative de deux variantes a et b par suite de modifications ayant trait à des tierces actions n'a jamais lieu dans le cas de dominance mais seulement lorsque la comparaison directe de a et b s'avère difficile. Lorsqu'il en est ainsi, qu'y a-t-il de choquant à rechercher l'arbitrage en faisant intervenir la manière dont, d'une part, a se compare aux autres actions et, d'autre part, b se compare à ces mêmes autres actions ? Bien entendu, si les données sont telles (comme dans les graphes trop pauvres) qu'il y a abus de ce genre de raisonnement, le résultat peut cesser d'être significatif.

En dernier lieu, face à la nature des données considérées, il nous paraît important que la méthode se prête bien à une analyse systématique de la robustesse des résultats face aux sources d'imprécision, d'indétermination, d'arbitraire que recèlent ces données ainsi que les hypothèses de toutes sortes que requiert l'application d'une méthode quelle qu'elle soit. Il ne nous a pas été possible de détailler les performances d'ELECTRE IV relativement à cet autre aspect de la stabilité. Dans le cas traité, nous avons fait varier (cf. notre article, référence 7 bis déjà citée) non seulement les divers seuils mais aussi la définition des relations de surclassement et le nombre de niveaux de crédibilité pris en considération.

#### 5 - QU'EST-ON EN DROIT D'ATTENDRE D'UNE METHODE LORSQU'ON VEUT SE PREMUNIR CONTRE LA TECHNOCRATIE ?

Le technocrate ne serait-il pas aussi celui qui croit en l'existence d'une solution démontrable comme étant la meilleure relativement à des problèmes du type considéré ici ? Celui-là attend de la méthode qu'en toutes circonstances, même les plus conflictuelles, les plus irréalistes, elle révèle la solution. Une méthode ayant une telle prétention de découverte de la vérité ne peut évidemment prêter le flanc à aucune des critiques que Monsieur GARGILLO adresse à ELECTRE IV mais peut-elle être non technocratique ?

Quoiqu'il en soit, nous ne croyons pas, pour notre part, en la possibilité d'apporter une réponse scientifique, objective, irréfutable à de nombreuses questions de même nature que celles abordées dans notre article. Nous attendons de la modélisation qu'elle aide à voir clair, à construire des préférences, à participer à l'élaboration de convictions et, par là, qu'elle aide à décider. Dans le cas précis de la programmation du prolongement des lignes de métro, la confrontation des résultats obtenus avec le déroulement antérieur du processus de décision accrédité, à nos yeux, l'intérêt d'ELECTRE IV dans une telle perspective non technocratique d'aide à la décision.