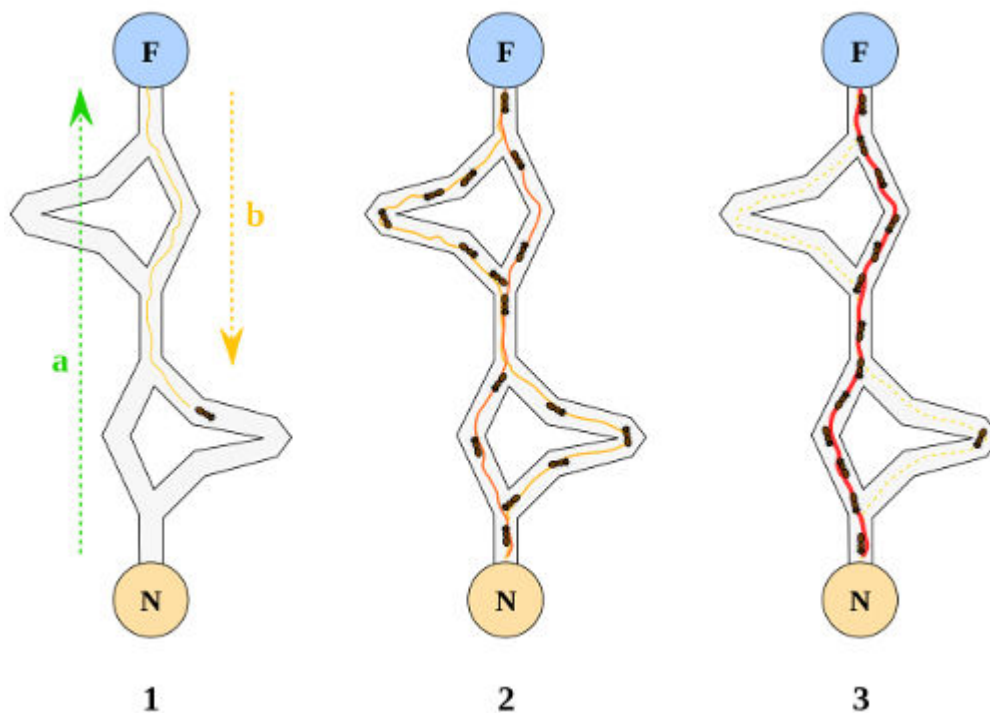


Analyse multicritères

Optimisation – analyse multicritères

Depuis quelque temps le discours politique est très optimisé, ce qui, en un sens, n'est pas forcément négatif mais réduit singulièrement la vision d'un programme, d'un pays. Le terme "optimiser" signifie : tendre vers un objectif unique (voire fortement privilégié) avec un ensemble de conditions. Par exemple optimiser une machine, c'est augmenter son rendement, l'optimisation fiscale est de réduire le montant de ses impôts, optimiser l'efficacité d'un détergent, c'est que le résultat soit le meilleur pour le minimum de produit, etc

Un [exemple typique d'optimisation](#), le chemin à la nourriture (N) pour une colonie de fourmis (F), le chemin direct sera favorisé par un plus grand dépôt de [phéromones](#) dû à un plus grand nombre de fourmis empruntant le chemin direct. On optimise le parcours au plus rapide, c'est peut-être le plus dangereux, mais ce critère n'est retenu.



Nous comprenons tous que l'optimisation fiscale est "assez naturelle", mais si on applique que ce raisonnement sans tenir compte de l'environnement complet, on s'éloigne très rapidement de la "morale" pour tomber dans ce qui apparaît régulièrement dans les journaux (par exemple : toujours une histoire de pomme !!). Trouver une solution qui n'a qu'un objectif unique ou fortement privilégié n'est pas le vrai reflet de la vie courante. Bien souvent dans la réalité il faut trouver une solution parmi de multi-objectifs fréquemment contradictoires.

C'est pourquoi, depuis longtemps, est apparu des techniques différentes pouvant intégrer une(des) solution(s) à partir de situations réelles. L'idée de l'analyse multicritère est d'obtenir ce meilleur compromis pour un ensemble de critères décrivant une situation. Oui, c'est vrai, c'est nettement moins excitant que l'optimisation parce, en fin de compte, il n'y a pas de "solution, critère gagnant" mais un ensemble de critères plus ou moins bien respecté. On peut parler d'analyse multicritère lorsqu'il y a plusieurs objectifs contradictoires à respecter.

En Suisse, nous sommes habitués avec ce type de "[décision compromis](#)", il y a bien une décision en fin de compte mais personne n'est vraiment content et personne n'est mécontent, car la décision est souvent un ensemble des idées de chacun.

- l'avantage : personne ne perd*
- l'inconvénient : personne ne gagne.*

L'analyse multicritères permet néanmoins le meilleur des choix dans une situation complexe et souvent, si la solution n'apparaît pas directement, la voie est tracée. Ce n'est pas de la décision informatique, c'est de l'accompagnement.

Pourquoi l'analyse multicritères ?

Dans les années 1994-96, je devais choisir de grosses machines industrielles, en fait je présentais pour chaque achat, trois machines (solutions) à une commission d'experts qui entérinaient un des choix présentés. Exactement je ne choisissais pas, je suggérais la meilleure machine, libre à la commission de suivre. Pour divers motifs, je souhaitais vraiment trouver le meilleur compromis dans chaque achat et j'ai découvert à cette

occasion, l'analyse multicritères. Je me suis appuyé sur le livre d'[Alain Schärlig : " Décider sur plusieurs critères"](#). Ce fût mon livre de chevet Voilà pour "mon pourquoi personnel" !

L'environnement de nos décisions est souvent incertain et dans ce cas l'analyse multicritères, on peut parler d'analyse multi-objectifs, est une des seules méthodes d'aide à la prise de décision. Ce type de méthodologies permet de naviguer en "eau trouble" car il est difficile de cerner complètement certains problèmes, par exemple, comment faire pour dépolluer un site, effectuer ou non une chirurgie à risque, définir le meilleur ordonnancement de produits, trouver le lieu d'implantation d'un barrage, ... Dans tous ces cas, l'environnement n'est pas parfaitement connu, mais il faut prendre une décision, c'est là que l'analyse multicritères intervient comme aide à la décision. Ne demandez pas à ce type d'analyses un résultat clair et précis, si cela arrive, inquiétez vous de votre analyse, mais attendez-vous plutôt à une orientation, à l'élimination de solution.

Résumé de l'analyse multicritères

Bien sûr, je ne suis pas un spécialiste du sujet, mais je vais essayer de vous décrire cela selon ma propre compréhension. Merci à toutes les personnes qui corrigent ou suggèrent des améliorations.

PROCÉDÉ POUR EFFECTUER UNE ANALYSE MULTICRITÈRES

On résume l'affaire en 4 étapes :

- *Lister les objectifs (solutions) possibles (même les plus improbables).*
- *Lister les critères à prendre en considération.*
- *Juger chaque solution en regard de chaque critère.*
- *Agréger ces jugements selon la méthode d'agrégation choisie.*

FIL CONDUCTEUR DE LA PRÉSENTATION

Pour essayer de mieux m'expliquer, je prendrais comme exemple l'achat d'une machine industrielle.

Le contexte : Pour l'élaboration d'un atelier pilote (flexible, automatique, didactique) pour promouvoir les techniques du CIM (Computer Integrated Manufacturing) je devais le "remplir" de machines industrielles du marché (machine-outil, CNC). On devait pouvoir fabriquer des pièces diverses, simplement, "presque en automatique". L'ensemble ayant vocation de transfert technologique.

Exemple de machine :



Dans cette présentation, je simplifierais les solutions et les critères pour ne pas surcharger de problèmes techniques non pertinents cette approche de l'analyse multicritères.

Pour ceux qui intéressent à la question du [CIM](#), voici quelques courtes vidéos qui peuvent cerner le sujet :

- [Un exemple partiel et rustique](#), mais pas si simple car avec les copeaux d'usinage il est difficile de prévoir les implications. durée 5'27
- [Un petit cours sur les CNC](#) (en anglais) durée: 2'58
- Un impressionnant [système de soudage](#) automatique. durée 4'06

Les objectifs (solutions) possibles

Bien sûr, cette liste est par essence incomplète, au début de la procédure puisque en fin de compte c'est une solution que l'on cherche. Cette liste peut-être augmentée par la suite. Il faut essayer de lister les solutions possibles, sans aller au délire, prendre en compte les

solutions qui peuvent sembler improbables au début.

Les objectifs (solutions) possibles listés au départ (liste non exhaustive) :

- 1. machines simples et manuelles.*
- 2. machines automatiques simples, approvisionnement par robot "bras".*
- 3. machines automatiques complexes, approvisionnement par chargeur.*
- 4. une cellule multiposte.*
- 5. une machine multi-usinages.*

Lister les critères

Il est souvent plus simple de créer cette liste en deux étapes. La première étape consiste à lister les critères de manière la plus exhaustive possible et prenant tous les critères possibles même ceux étant peu important ou pertinent. Puis reprendre cette liste et éliminer les critères peu judicieux. Il faut éviter trois écueils :

- être très strict sur les critères importants et tomber dans un système "mono-critère" proche de l'optimisation.*
- prendre en compte des critères peu significatifs et avoir un système complexe à résoudre.*
- avoir des critères liés ou redondants.*

De façon arbitraire, il semble 7 critères soit un bon nombre, □ . Il faut essayer d'effectuer un choix raisonné, éviter la liste "inventaire". Se poser la question "que se passe-t-il pour la solution, si je fais ceci ou cela ?", par ce chemin on peut appréhender les critères les plus pertinents. On attribue des échelles et des poids aux critères afin d'essayer de les quantifier. Attention, il n'y a aucune technique pour vraiment quantifier un critère (ou un ensemble de critères) pour une situation donnée. Cette quantification est difficile et demande souvent de bonne connaissance. Autre point à souligner, c'est que les poids n'ont pas la même signification selon la méthode d'agrégation choisie (voir chapitre "Agréger").

Les critères, dans le cas de l'atelier flexible (CIM) étaient éloignés des critères habituels de l'industrie manufacturière. Le souci d'intégration des machines entrent-elles, le côté didactique et encore la souplesse de leur commande présentaient des points aussi important

que le prix, mais surtout la rentabilité (le retour sur investissement ROI) n'était pas dans ce cas un critère majeur.

Critères (liste non exhaustive) :

1. facilité d'intégration informatique.
2. accessibilité à des groupes (étudiants) autour de la machine.
3. représentation des types de machine du marché.
4. la provenance du matériel (cet atelier était financé par l'état).
5. capacité de travail compatible avec les autres machines (taille pièce 100mm3).
6. précision et matière industrielle.
7. représentation du milieu macro-économique régional visé.
8. le prix (coût achat, maintenance, installation).

Juger chaque solution (objectif ou action)

Dans ce cas on prend les solutions et on les juge par rapport à chaque critère, on fait un tableau ! Le principe est très simple, mais il faut comparer chaque solution aux yeux de chaque critère et constituer une matrice des jugements

Remarque : J'utilise le terme **solution**, mais on trouve plus souvent dans la littérature le terme **d'action** ou le terme **d'objectif**. Exemple : la solution, l'action ou l'objectif est de faire passer l'autoroute au travers de la forêt.

POUR CEUX QUI SONT UN PEU MATHÉMATIENS :

- l'ensemble des solutions : $A_n = \{A_1; A_2; A_3; \dots A_n\}$
- l'ensemble des critères $C_m = \{C_1, P_1 \text{ ou } H_1; C_2, P_2 \text{ ou } H_2; C_3, P_3 \text{ ou } H_3; \dots C_m, P_m \text{ ou } H_m\}$

le tableau représentatif des jugements sera le suivant E_{ij} ; i variant de 1 à n et j variant de 1

à m :

	C_1	.....	C_i	.....	C_m
	P_1	.....	P_i	.....	P_m
A_1	E_{11}	.....	E_{1i}	.....	E_{1m}
.....
A_i	E_{i1}	.....	E_{ii}	.....	E_{im}
.....
A_n	E_{n1}	.....	E_{ni}	.....	E_{nm}

A_i : actions
 C_j : critères
 E_{ij} : évaluation
 P_j : poids

CAS DE L'ATELIER FLEXIBLE

Pour simplifier la démonstration je prendrais arbitrairement que les 3 premiers cas des solutions (objectifs, actions) et des critères.

solutions :

- A_1 = machines manuelles
- A_2 = automatiques simples
- $A_3 = A_n$ = automatiques complexes

critères :

- C_1 = facilité d'intégration informatique, poids : 5
- C_2 = accessibilité à des groupes, poids : 3
- $C_3 = C_n$ = représentativité du marché, échelle comparative (1-3), poids : 2

Matrice des jugements :

critères	C1	C2	C3
poids	5	3	2
A1	2	4	1
A2	8	7	9
A3	8	8	4

Il est bien entendu, que lorsque l'on fait ce type de travail chaque valeur doit être argumentée de la manière la plus objective possible.

Agréger

Voilà que commencent les "problèmes" en analyse multicritères !!!! C'est de loin la partie la plus compliquée, en effet il n'y a pas de méthode miracle, mais beaucoup de méthodes possibles et il faut bien être clair : chacune a au moins un gros défaut !

Je ne peux pas vous faire un cours d'agrégation (trop long et pas compétant), je ne peux pas vous décrire toutes les méthodes (trop long et indigeste), je ne peux pas faire une démonstration avec une seule méthode (trop restrictif), je choisis donc de présenter les quelques méthodes, celles que j'avais intégré dans un petit logiciel, dont le but était : le choix d'une méthode par comparaison des résultats (! ? !). Approche toute personnelle !

LES MÉTHODES

Liste non exhaustive de méthode d'analyse multicritères

Electre 1-4, Prométhée 1-2, Maut, Somme pondérée, Ahp (Amch), Macbeth, Oreste, Qualiflex, Pamssem, Smarts, Rembrandt, Cônes de référence, Step, Pareto, Uta, etc

*On voit que les méthodes ne manquent pas (plus de 160 apparemment ...) et c'est souvent le point délicat, **choisir la méthode la mieux appropriée**. Monsieur Schärli propose une approche de classement de ces méthodes par leurs méthodes d'agrégations.*

- Les méthodes à agrégation complète (exemple : Somme pondérée, Maut, Uta, Ahp, ...)
- Les méthodes à agrégation locale (exemple : Plm, Stem, Cônes , ...)
- Les méthodes à agrégation partielle (exemple : Electre, Oreste, Qualiflex, ...)

Pour la présentation de quelques méthodes, voir plus bas le chapitre de la présentation de mon "logiciel", soyez indulgent ce logiciel n'a été réalisé que pour un utilisateur : moi ! ☐

AUTRE PROPOSITION DE CLASSEMENT DES MÉTHODES

Toujours selon Monsieur Schärli, les méthodes peuvent être aussi classées par l'attitude ou par la problématique. Cette partie est un résumé personnel de son livre.

Classement par l'attitude

Ces méthodes peuvent être classées selon l'attitude (fait d'accepter tel défaut plutôt que tel autre) choisie en trois grandes catégories, à savoir :

- *cocktail de jugement.*
- *comparer les solutions (actions) deux à deux.*
- *chercher dans le continu.*

Cocktail de jugement

Le principe est de "touiller" (faire une moulinette) avec les différents jugements figurants sur une ligne de la matrice et cela selon toutes sortes de procédures. Cette attitude revient donc à supposer que les jugements récoltés aux différents critères sont commensurables. Cette tendance, qui consiste à chercher l'agrégation complète des critères, donc à les réduire d'une manière ou d'une autre à un critère unique, suppose aussi que les jugements soient transitifs. On parle d'agrégation complète transitive.

Comparaison des actions deux à deux

On veut par cette attitude, établir des relations de “surclassement”. Dans ce cas on respecte l'incomparabilité et l'intransitivité, mais généralement les résultats obtenus seront peu clairs et donc on doit se contenter d'appréhender partiellement les conséquences des divers jugements. On parle d'agrégation partielle.

Chercher dans le continu

Dans le cas où l'ensemble des solutions (actions) potentielles et des critères est très grand (voire infini dans le cas des solutions variant en continu), on commence par chercher une réponse aussi bonne (ou aussi mauvaise) que possible, par un moyen ou un autre. C'est le procédé de la solution de départ, propre à plusieurs autres disciplines. Ensuite on regarde autour de cette première solution (action) potentielle, dans l'idée d'en trouver une meilleure. On pratique donc une exploration locale et souvent répétitive, donc itérativement. Ce type de méthode recherche un compromis acceptable dans le cadre d'un va-et-vient entre l'homme d'étude et l'intervenant, ou le responsable, ou le demandeur. On parle d'agrégation locale et itérative.

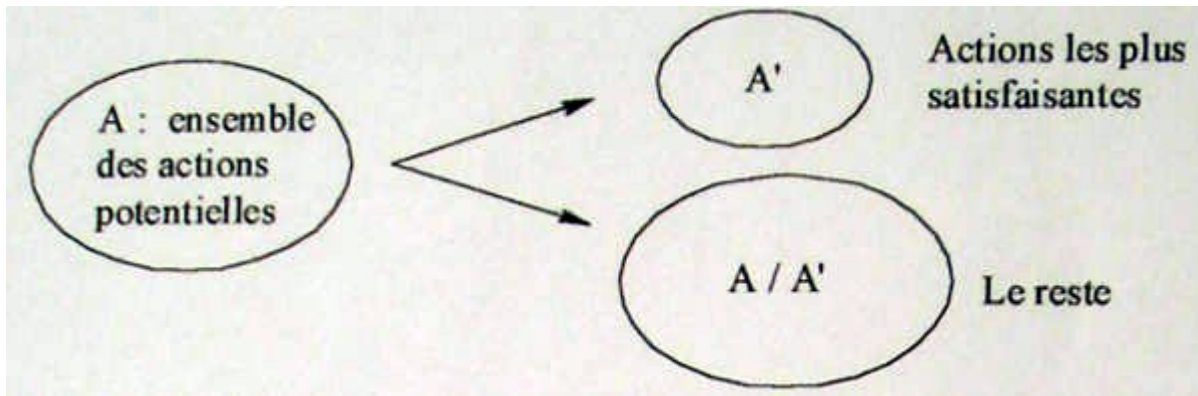
Le classement par la problématique

Dans ce cas on essaye de déterminer la “bonne” méthode par l'objet de la décision et par l'esprit de la prescription. Devant l'ensemble des actions potentielles on peut se demander:

- alpha : quelle est la plus adéquate (la meilleure), donc vouloir “choisir” une solution.*
- bêta : à quelles catégories (exemple : bonne, moyenne, mauvaise) chaque solution devrait être attribuée, donc de “trier” les solutions.*
- gamma : comment ordonner ces solutions, les “ranger” de la plus adéquate à celle qui l'est le moins.*

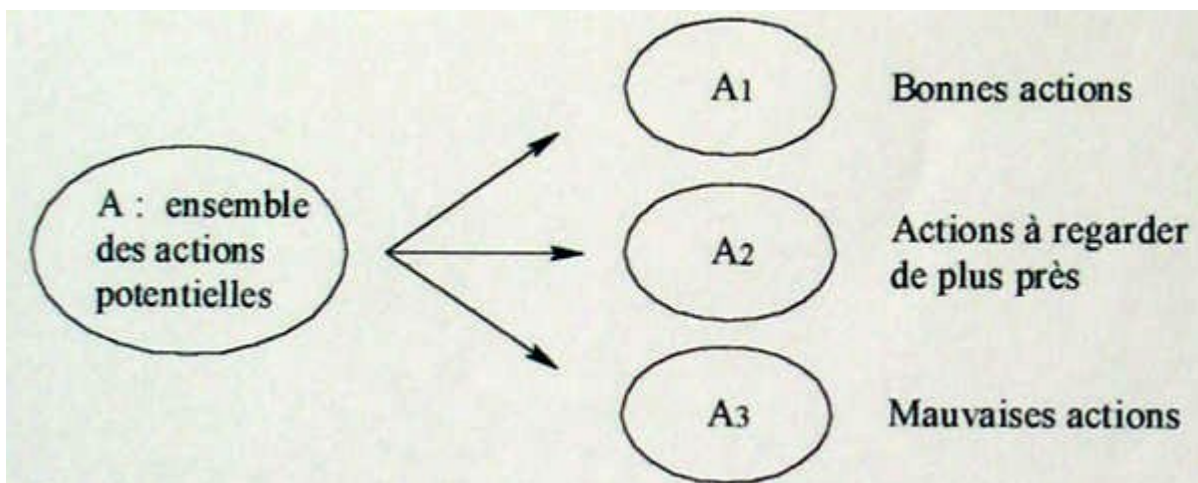
Ces divers types de questions peuvent être appelés les problématiques.

Alpha: choisir



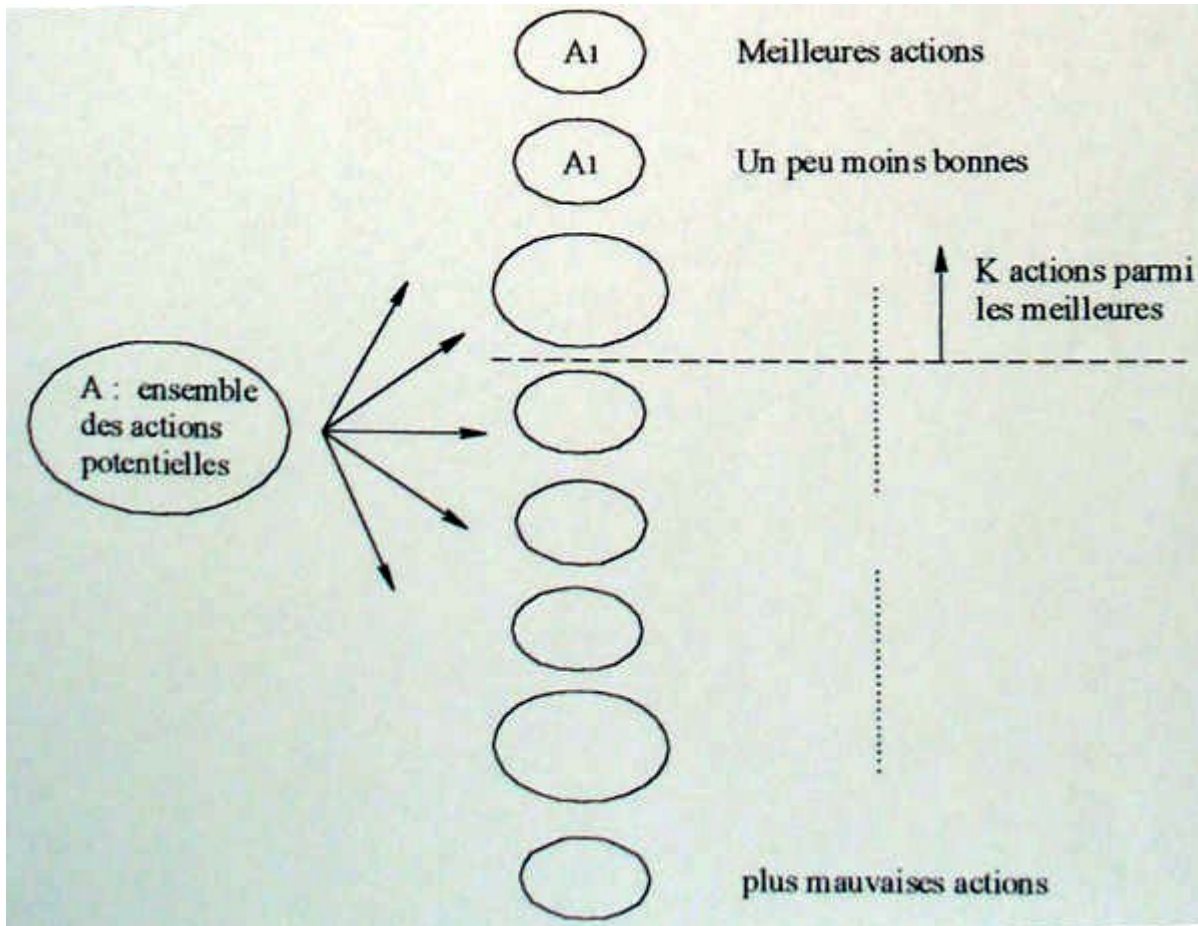
On est dans cette problématique lorsque A représente par exemple les variantes d'un tracé d'autoroute; ou les candidats à un poste; ou encore les localisations possibles pour une industrie.

Bêta: trier



Bien entendu le nombre de catégories n'est pas limité à trois. On est dans cette problématique lorsque A représente les dossiers en attente dans une banque, en vue d'attribution de crédit; ou des candidats à un diplôme; ou encore des patients en attente d'un diagnostic.

Gamma: ranger



On se situe dans cette problématique, lorsque l'ensemble A représente, par exemple, des médias publicitaires, ou encore des titres à acheter pour constituer un portefeuille boursier.

Aidechoix, mon logiciel "maison"

Pour mener mes analyses, j'avais écrit un programme informatique, qui permettait surtout de "triturer" la problématique au regard de diverses méthodes d'analyses multicritères.

Les méthodes utilisées

- *Agrégation complète*
 - *La somme de note*
 - *La multiplication des ratios*
 - *Le goal-programming*
 - *La hiérarchie (la dictature)*

- Agrégation partielle
 - Electre I
 - Oreste

AGRÉGATION COMPLÈTE

La somme de note

C'est certainement la méthode que presque tout le monde a subit. Les professeurs utilisent cette méthode pour suivre la réussite, l'échec, des élèves.

C'est une méthode d'agrégation complète qui utilise une seule et même échelle pour tous les critères. Les évaluations représentent la matrice de jugement. Généralement on effectue une moyenne sur l'ensemble des évaluations en pondérant parfois les notes (critères). Ce genre de méthode à deux gros inconvénients.

- *Une moyenne peut-être bonne avec un jugement (note) nul sur un critère (branche), ce qui oblige souvent les écoles à éditer plein de règles plus ou moins simple pour limiter ce genre de problème.*
- *L'autre est plus ennuyeux et bien connu du corps enseignant. Comme chaque juge (professeur) évalue de manière différente, utilise une progression différente dans l'échelle commune, il est facile de juger une action franchement bonne ou franchement mauvaise. Par contre dans le cas d'incertitude entre bon ou mauvais (le minima demandé dans chaque branche par exemple), c'est beaucoup difficile. Dans la réalité chaque critère a bien le minimum et maximum de l'échelle identique, mais les évaluations entre ces minimas et maximas varient en fonction du juge (professeur).*

En reprenant le cas des machines pour l'atelier nous avons comme solutions :

- *A1 = machines manuelles*
- *A2 = automatiques simples*
- *A3 = An= automatiques complexes*

critères :

- C1 = facilité d'intégration informatique, poids : 5
- C2 = accessibilité à des groupes, poids : 3
- C3 =représentativité du marché, poids : 2

Les évaluations seront faites sur une échelle de 1 à 10 (1 = mauvais, 10=excellent), la meilleure somme pondérée est déclarée "vainqueur", dans notre cas c'est l'action (la solution) A2

critères	C1	C2	C3	Somme
poids	5	3	2	pondérée
A1	2	4	1	2,4
A2	8	7	9	7,9
A3	8	8	4	7,2

Dans notre cas la meilleure moyenne est obtenue par la solution A2.

La multiplication des ratios

Cette méthode permet d'éliminer les deux gros défauts de la méthode de la somme des notes. Dans cette méthode, on fixe une échelle par critère, (elles sont toutes dans le même sens). Puis on norme les valeurs de chaque critère par rapport à une des solutions (au hasard sans importance), pour finir on effectue un produit par ligne.

Pour le choix des machines on part d'une matrice des jugements avec les critères comme suit :

- C1 = facilité d'intégration informatique, poids : 5
- C2 = accessibilité à des groupes, poids : 3
- C3 =représentativité du marché, poids : 2

critères	C1	C2	C3	
échelle	10	5	comparative	
poids	5	3	2	
A1	2	2	1	
A2	8	4	3	
A3	8	5	2	
critères	C1	C2	C3	Ratio
échelle	10	5	comparative	
A1	0,25	0,40	0,50	0,35
A2	1,00	0,80	1,50	1,04
A3	1,00	1,00	1,00	1,00

La solution A3 est prise comme référence. Les ratios dans ce cas désignent l'action (solution) A2 comme "vainqueur".

Le goal-programming

Dans ce cas on compare chaque solution à une solution (action) de référence parfaite en soi. Cette hypothétique solution (sinon on aurait pas besoin de chercher) serait celle qui répond au maximum dans tous les critères.

On peut dire que cette méthode regarde ce qui manque à chaque solution pour être la solution souhaitable. On pratique cela en partant de critères tous jugés sur la même échelle. Ces jugements se faisant en se posant la question : "De combien je suis éloigné de la solution idéale ?". Nous mesurons les écarts avec la solution souhaitable.

La hiérarchie (la dictature)

Je vous parle de la méthode de la dictature que pour introduire la méthode de la hiérarchie. Dans cette méthode dite de la dictature (méthode lexicographique), on part d'un tableau d'évaluation de critères (à chacun son échelle) et l'on désigne un critère principal (un critère dictateur) et la solution (l'action) ayant obtenu le meilleur résultat sur ce critère est déclarée "vainqueur". Cette méthode est très proche de l'optimisation.

La méthode de la hiérarchie est semblable, mais dans ce cas on va chercher l'influence de chaque critère pour la définition de la bonne solution. Pour chaque critère on définit un minima à atteindre faute de quoi la solution est abandonnée. Cet abandon sera effectif au fur et à mesure des analyses des critères (du plus important au moins important), le poids du critère peut-être un moyen de quantifier cette importance.

Exemple dans notre cas :

critères	C1	C2	C3
échelle	10	5	comparative
poids	5	3	2
A1	2	2	1
A2	8	4	3
A3	8	5	2

Les minimas acceptables : C1-1 ; C2-1 ; C3-1

On voit dans ce cas que la solution A1 est éliminée sur le fait que le critère C3 est en dessous du minima et que la solution A3 déclarée "vainqueur" par le critère C2 mieux évalué tandis que l'évaluation de C1 est équivalente.

AGRÉGATION PARTIELLE

Je me permets de citer ici un [document \(S. Ben Mena, 2001\)](#) particulièrement intéressant sur ces méthodes de surclassement. Si le lien est rompu : je l'ai téléchargé : [ici](#) , sans demander l'autorisation à l'auteur, parce que je n'ai pas vu de courriel, et pas trouvé mieux comme mauvaise excuse ☹ .

Electre I

Ce type de méthodes comparant deux à deux les solutions, date des années 1968-80, et pour commencer la présentation d'Electre I , qu'elle signification :

Electre = Elimination Et Choix Traduisant la REalité (ROY, 1985)

Remarque : actuellement l'utilisation des méthodes Electre III et IV est certainement plus répandue, je vous laisse chercher sur internet des explications et exemples sur ces méthodes, deux propositions cependant : [Cours MCA Electre III](#) et [un article sur Electre III](#)

La méthode est fondée sur deux principes :

1.- la concordance : Soit deux solutions A et B. On dit que A "surclasse" B, s'il existe des arguments suffisamment probants pour accepter, en accord avec les préférences du décideur, l'assertion « A est au moins aussi bon que B » (principe majoritaire). Comme le note Alain Schärli, ce surclassement est une idée de la [méthode Condorcet](#) qui propose le principe pour la comparaison de candidats deux à deux.

2.- la discordance : Parmi les critères qui ne correspondent pas à la concordance aucun ne doit exprimer un désaccord trop fort. (principe des minorités). ceci veut dire que la solution ne doit pas trop s'éloigner sur un critère minoritaire.

Voilà pour les principes, maintenant comment procède-t-on ? La première chose à bien comprendre c'est que la question : « A est-elle au moins aussi bonne que B ? » n'est pas pareille à « B est-elle au moins aussi bonne que A ? ». En effet on juge d'abord la concordance et après la discordance. On commence avec la matrice des jugements faites de manière habituelle. Nota : pour la concordance des appréciations (mots) sont suffisants, mais pour la discordance un chiffre est nécessaire. Chaque critère est jugé sur sa propre échelle. On définit un indice de concordance, selon la méthode suivante, on additionne le poids de chaque critère, chaque fois que la solution (action) est mieux ou aussi bonne que la solution de référence.

Exemple dans notre cas de machines industrielles :

Matrice des jugements :

critères	C1	C2	C3
échelle	1-10	1-5	comparative
poids	5	3	2
A1	2	2	1
A2	8	4	3
A3	8	5	2

Indice	de concordance :		
	A1	A2	A3
A1	-	1	1
A2	0	-	0.8
A3	0	0.7	-

Calcul pour le cas entre A3 et A2 , « A3 est-elle au moins aussi bonne que A2 ? ». On additionne le total de poids des critères, $C1p=5 + C2p=3 + Cp3=2$ soit total = 10. Ensuite, cherche les critères où l'évaluation A3 surclasse ou égale celle de A2, soit sur le critère C1, nous avons égalité des évaluations, et C2. On calcule alors $(C1p+C2p)/total = 5+3 /10 = 0.8$.

Indice de discordance :

	A1	A2	A3
A1	-	0	0
A2	0.67	-	0.5
A3	0.67	0.25	-

Le calcul de la discordance se fait sur les critères qui ont une évaluation inférieure et en fait on prend celui qui présente la plus grande différence (cas de sévérité=1). Par exemple dans notre cas, en comparant A3 à A2, on trouvera pour le critère C3, l'échelle vaut 2 (=3-1) et la différence des jugements est 1. La valeur de l'indice de discordance = $1/2=0.5$.

À partir de ces indices, on cherche la solution qui a une bonne concordance (≥ 7) et une discordance pas trop criarde (≤ 0.3), ce qui nous donne "une table de vérité "

	A1	A2	A3
A1	-	V	V
A2	F	-	F
A3	F	V	-

On voit que A2 et A3 surclasse A1 et que A2 surclasse A3. Par cette méthode on déclare A2 la moins mauvaise des solutions.

Oreste

Cette méthode est peut-être la plus "humaine", On demande en fait uniquement des classements, pas de notes, pas de poids que des appréciations entre les critères et les évaluations. La méthode que j'ai utilisée est la méthode Oreste un peu "bidouillée"

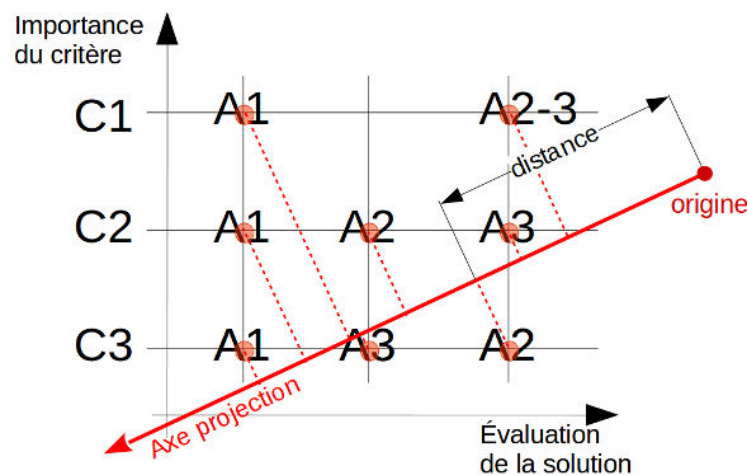
On explicite la chose directement au moyen du cas qui nous sert de fil conducteur. Comment est modifiée la matrice des jugements? Pour rappel voici la matrice des jugements dans les cas précédents. En fait on supprime les poids des critères, mais on les classe du plus important au moins important. Puis on classe les solutions au regard de chaque critère.

critères	C1	C2	C3
poids	5	3	2
A1	2	4	1
A2	8	7	9
A3	8	8	4

critères	C1	C2	C3
A1	1	1	1
A2	2	2	3
A3	2	3	2

A partir cette matrice, on place dans un espace à deux dimensions les critères et les évaluations, l'idée étant de les ramener sur un axe par projection. Si vous voulez une

visualisation du principe :



L'inclinaison de l'axe de projection ainsi que son origine sont arbitraires, cela n'a pas d'importance car ce qui intéresse, c'est uniquement la distance des projections à l'origine et la comparaison entre-elles. L'expression mathématique de cette projection est :

$$\frac{\text{inclinaison} * (\text{évaluation solution au critère}) + (1-\text{inclinaison}) * (\text{rang du critère correspondant})}{\text{Distance à l'origine}}$$

En prenant la première projection comme étant à 1 de l'origine et la dernière projection à 3 de l'origine. C'est arbitraire mais seulement la comparaison entre les éléments nous intéresse. A partir de la, on calcule deux types de valeurs, la première est égale à la somme des rangs obtenus pour chaque solution, la deuxième valeur est égale à la somme des différences de rang dans les critères donnant la première action mieux classée que la deuxième.

Pour expliquer concrètement ces calculs, on repart avec notre exemple d'atelier et de machines.

critères	C1	C2	C3	
rang critère	1	2	3	
A1	3	3	3	
A2	1	1	2	
A3	1	2	1	
inclinaison	0,4			Somme distance
A1	0,6	0	-0,6	0,00
A2	-0,2	-0,8	-1	-2,00
A3	-0,2	-0,4	-1,4	-2,00

J'ai fixé arbitrairement l'inclinaison à 0.4 et j'ai calculé les distances de chaque évaluations pour chaque critère. Puis une addition des rangs (projections) des évaluations me donne la "somme distance". La plus petite distance correspondant à la "meilleure" solution.

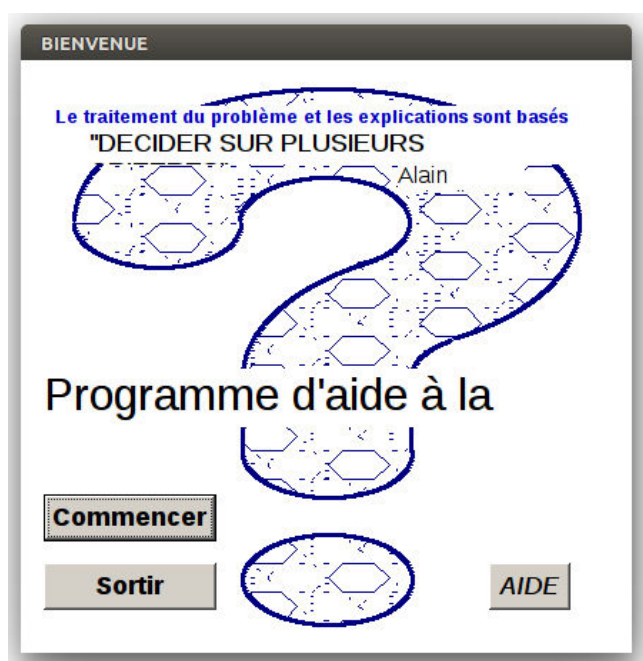
La deuxième étape pour cette méthode est de calculer la différence des critères des rangs des évaluations ou la solution est "meilleure", solution traitée deux à deux. Je crois que dans cette partie, j'ai pris quelques libertés avec la méthode car j'ai introduit le rang du critère alors que normalement on n'en tient pas compte.

A2-A1	7
A3-A1	6
A2-A3	2
A3-A2	3

Pour exemple, le cas A2-A3 et A3-A2 est pris séparément car les solutions (actions) sont égalitaires sur la distance. Par contre, le calcul du rang par exemple pour A2-A3 : $C1p(1-1)+C2p*(1)+C3p*(0)$*

Ce que l'on constate avec ces chiffres, c'est la tendance à montrer que la solution A2 est peut-être la moins mauvaise. Normalement avec la méthode Oreste, il y a deux facteurs (autre que celui de l'inclinaison) qui sont introduit pour permettre en manipulant de faire ressortir une solution. Pour ma part j'ai court-circuité cette partie en passant par le rang (poids) des critères. Cette façon de faire, toute arbitraire, n'engage que moi !

LE LOGICIEL



Je vous laisse le lien de téléchargement pour ceux qui seraient intéressés. Il y a avec, un mode d'emploi, qui n'est qu'un piètre résumé du livre de Monsieur Schärliig. Téléchargement du logiciel : [AideChoix](#) avec bien sûr toutes les règles de prudence avec ce genre de logiciel et j'en profite pour décliner toutes les responsabilités pour vos futures décisions ! Je l'ai testé en écrivant cet article sous Linux avec Wine cela ne fonctionne pas, pour XP c'est normalement ok ☐, pour Windows 7, 8 et 10 : je ne sais pas (pour certain oui

pour d'autre non) ! Eh oui, cela date (1994) ☐ !!

Conclusion

Je ne peux que vous encourager à lire le livre d'[Alain Schärlig : " Décider sur plusieurs critères"](#), qui est vraiment bien écrit et pas trop compliqué même pour un béotien des méthodes d'analyse multicritères.

On voit que l'aide à la décision par des moyens d'analyse et de modélisations d'une situation est difficile et c'est un long chemin, car en fin compte la réalité est complexe à appréhender. Comme souvent on souhaite choisir une solution qui satisfasse des objectifs contradictoires les résultats sont fréquemment mitigés.