

Amélioration des performances et optimisation Multiobjectif, Application des méthodes multicritère d'aide à la décision

Performance Improvement and Multiobjective Optimization, Application of Multi-criteria Decision Support Methods

Moussous Walid

Docteurant à l'École Nationale Supérieure de Statistique et d'Économie Appliquée
(Kolea)

WalidMoussous2@gmail.com

Date de réception: 17/08/2021

Date d'acceptation: 21/11/2021

Résumé:

Les entreprises Algériennes, Face à une complexité de son environnement sont tenues de tracer une stratégie de croissance et une politique de développement à partir d'une bonne vision des données internes & Externes (Marché), ce positionnement exige aux entreprises de croître et d'investir continuellement afin d'assurer un certain niveau de performance lui permettant d'assurer sa pérennité ainsi que son devenir.

L'objectif de cette étude est de proposer à l'entreprise Linde Gas Algérie** un processus décisionnel, qui se repose sur la méthode multicritère d'aide à la décision PROMETHEE, à l'aide de cette méthode, nous souhaitons avoir un classement décroissant des sites de production en matière de performance.

Mots clés : Optimisation Multiobjectif, PROMETHEE, aide à la décision, performance Industrielle.

Abstract :

The Algerian companies, Facing a complicity of its environment are required to draw a strategy of growth and a policy of development from a good vision of the Market data as well as of technologies of competition, this situation push the companies To grow and invest persistently to assure a certain level of performance allowing it to assure its permanence as well as its future.

The objective of this study is to offer to the company Linde Gas Algérie a decision-making process, which relies on method multicriteria Decision making PROMETHEE, using this method, We would Like to Have A Diminishing Classification of Sites in Performance.

Keywords: Multiobjective Optimization, PROMETHEE Method, Industrial Performance.

1. Introduction:

Un problème d'optimisation se définit comme la recherche du minimum ou du maximum d'une fonction donnée. On peut aussi trouver des problèmes d'optimisation pour lesquels les variables de la fonction à optimiser sont contraintes d'évoluer dans une certaine partie de l'espace de recherche. Dans ce cas, on a une forme particulière de ce que l'on appelle un problème d'optimisation sous contraintes.

L'entreprise Linde Gas Algérie, et dans sa stratégie de développement vise à optimiser sa performance industrielle à travers ses différents sites de production selon plusieurs aspects :

- Aspect commercial : Chiffres D'affaires, Créances clients et recouvrement ;
- Aspect Financier : Cout de production, Marge opérationnelle ;
- Aspect Marketing : Satisfaction client ;
- Aspect Sécurité : Accident de travail, Age de l'unité de production ;

Nous allons essayer de proposer un scénario de surclassement des sites de Linde Gas Algérie (LGA), tout en respectant les Aspects que nous avons cités auparavant.

2. Aide à la decision et methodes multicriteres

Auparavant l'utilisation des méthodes multicritère d'aide à la décision fondées sur un seul critère par exemple (coût-bénéfice) a montré ses limites pour résoudre le problème de choix multiples dans le domaine industriel.

Cependant l'optimisation d'une fonction économique s'avère sensible quand il s'agit des facteurs difficilement quantifiables en termes de cout notamment l'âge de la chaine de production, le résultat de l'enquête satisfaction clients.

Le recours aux méthodes multicritère d'aide à la décision s'est donc largement répandu depuis plusieurs années, ces dites méthodes ont plusieurs avantages, elles permettent de prendre en compte différents points de vue dans le processus de décision, dans le plan stratégique les différents points s'expriment à travers l'importance accordée par le décideur aux différents critères de jugement considérés. la prise en compte des différents points de vue dans le processus de décision permet ainsi de gérer des situations conflictuelles entre plusieurs acteurs.

Ainsi, les méthodes multicritères d'aide à la décision permettent d'orienter la réflexion vers un ensemble de solution possible ou envisageable, Roy et Bouyoussou [1993] dans leur ouvrage dédié à l'analyse multicritère précisent que « dans un processus d'aide multicritère a la décision le principal objectif n'est pas de découvrir une solution mais de construire ou créer un outil considéré comme utile aux yeux d'un acteur prenant part au processus de décision »¹.

De plus, les méthodes d'aide à la décision permettent de répondre à plusieurs problématiques, réunies dans le tableau ci-dessous:

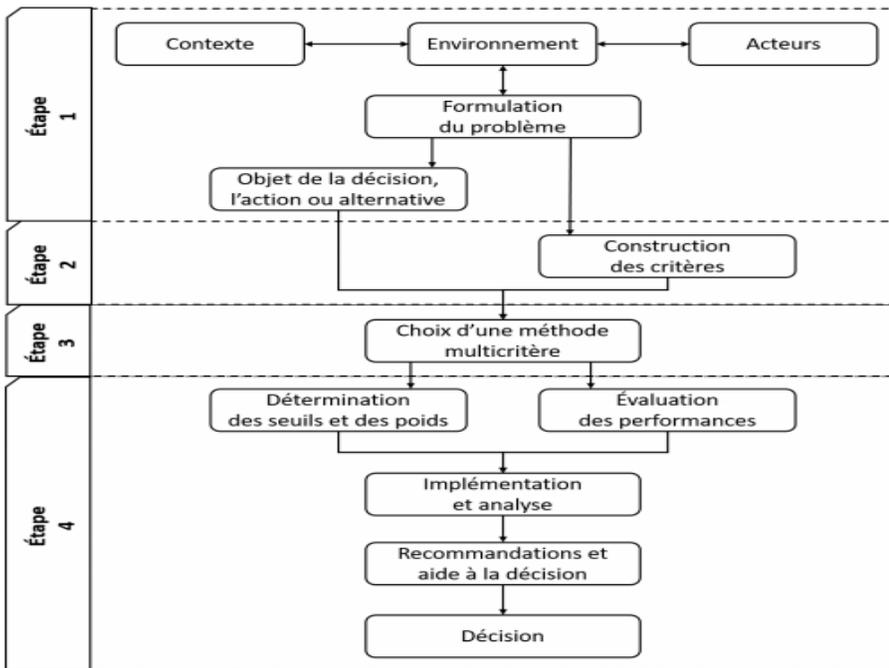
Tableau N° 1. Méthodes d'aide à la décision

Problématique	Résultat	Procédure
Choix D'un Sous Ensemble Des Actions Les "Meilleures" Ou, A Défaut Les Plus Satisfaisantes	Choix	Sélection
Tri Par Affectation Des Actions A Des Catégories Prédéfinies	Tri	Affectation
Rangement De Classes D'équivalence Composées D'actions, Ces Classes Etant Ordonnées De Façon Complète Ou Partielle	Rangement	Classement

Source : élaboré par le doctorant

Le processus d'aide à la décision multicritère (figure N° 1 de [Nafi et Werey,2009]) se compose de quatre étapes fondamentales qui sont les suivantes:

Figure N° 1 : Le processus de décision Multicritère



Source : Maroi, Agrebi. « Méthodes d'aide à la décision multi-attribut et multi-acteur pour résoudre le problème de sélection dans un environnement certain/incertain Cas de la localisation des centres de distribution », 2018, page 22

L'utilisation de ces méthodes est en étroite croissance malgré que ces dites méthodes présentent souvent l'inconvénient majeur d'être obscure et illisible aux yeux de l'utilisateur non spécialiste.

2.1.Contexte du Cas d'étude (Problématique de la performance industrielle)

La performance industrielle vise à rechercher l'excellence opérationnelle, cette excellence opérationnelle répond avant tout a une excellence de service où les coûts doivent être réduits tout en développant une démarche agile de production et de vente.

L'entreprise Linde Gas Algérie, et dans sa stratégie de développement vise à optimiser sa performance industrielle à travers ses différents sites de production de gaz industriels et médicaux, ces sites représentent les actions que nous utiliserons au cours de notre analyse, la liste de ces actions est présentée dans le tableau suivant:

Tableau N° 2. Les Actions

Actions	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Site De Production	BOUIRA	REGHIA	SKIKDA	ANNABA	ORAN	OUARGLA	CONSTANTINE	SBA

Source : élaboré par le doctorant

Cet article a pour objectif de donner aux responsables de Linde Gas Algérie des clefs de compréhension à travers un classement décroissant des sites de production en Matière de performance Selon Plusieurs Critères choisis et définis par les Managers de ladite Entreprise. La Méthode Multicritère D'aide A La Décision PROMETHEE² Est Adoptée Pour Cette Analyse.

2.2.Evaluation Des performances :

Face à certaines contraintes, L'entreprise est amenée à développer certains sites de production de Gas de l'air, La Méthode PROMETHEE [Vin 89] permet de mettre en jeu un sur-classement basé sur une étude financière et commerciale.

2.2.1. Les critères

Hormis les critères de site, pouvant être discriminants dans le choix de tel ou tel site, 10 principaux critères sont considérés dans le processus d'analyse multicritère:

Tableau N° 3. Les critères

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Volume de production	Cout de production	Arrêt de l'ASU	Net Sales	Âge	Nombre d'accidents au cours de l'année	Résultat enquête satisfaction clients	Créance clients	Recouvrement	Marge opérationnelle

Source : élaboré par le doctorant

Selon les données à disposition la matrice des performances est comme suit:

Tableau N° 4. Flux de préférence Multicritère

Critères / alternatives	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	Volume de production	Cout de production	Net Sales	AGE	Arret de production	Nombr e d'accidents	Résultat enquête satisfaction clients	Créanc e clients	Recouvrement	Marge opérationnelle
Unité	KG	MDZD	MDZD	UN	UN	UN	%	MDZD	MDZD	MDZD
Sens de variation du critère	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX
A1 BO	838 333	632	630	17	7	0	74%	489	626	51

A2	RE	26 261 489	1368	2028	17	6	3	59%	1874	2376	1107
A3	SK	10 650 684	434	73	22	9	1	81%	35	142	251
A4	AN	551 270	228	524	35	0	1	80%	707	506	72
A5	OR	558 023	244	1284	58	0	1	88%	985	1258	420
A6	OU	35 170 665	812	2119	60	2	2	64%	993	1829	1193
A7	CO	933 401	222	1014	41	0	2	83%	1132	1199	293
A8	SBA	1 097 109	292	678	32	2	2	80%	757	574	149

Source : Visual PROMETHEE

2.2.2. Pondération des critères et définition des seuils

La pondération des critères permet d'affecter un poids plus important à un ou plusieurs critères parmi le jeu initial de critères, chaque critère a un poids qui est choisi par le décideur en fonction de ces préférences.

Les seuils q_i (indifférence) p_i (préférence) s'expriment de façon affine en fonction de la performance des actions, la différence entre deux actions est donc comparée aux seuils attribués à l'action dont la performance est la plus importante.

Pour les seuils d'indifférence et de préférence, la règle est comme suit :

- Valeur de 5% pour l'indice d'indifférence
- Une valeur de 10% pour l'indice de préférence

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous

Tableau N° 5. Flux de préférence Multicritère

Critères / paramètres	Critère 1	Critère 2	Critère 4	Critère 5	Critère 3	Critère 6	Critère 7	Critère 8	Critère 9	Critère 10
Poids W_j	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,2
Seuils d'indifférence q_j	1 758	57	106	3	0,45	0,15	4%	92	112	60
Seuils de préférence p_j	3 517	115	212	6	0,90	0,29	0,8%	184	223	119

Source : Visual PROMETHEE

3. Résultats et interprétation :

À l'aide de l'application Visual PROMETHEE nous avons eu la modélisation suivante:

Tableau N° 6. Modélisation de L'aide à la Décision

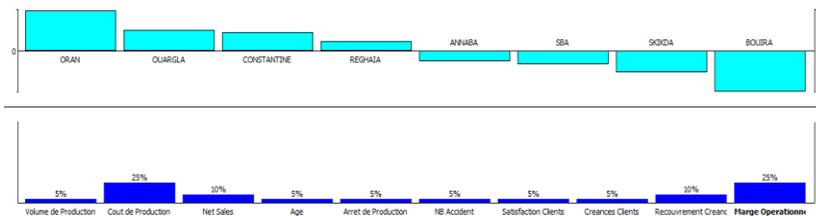
Scénario1	Volume de Pr...	Cout de Pro...	Net Sales	Age	Arrêt de Pro...	NB Accident	Satisfaction ...	Creances Cl...	Recouvreme...	Marge Oper...
Unité	KG	MDZD	MDZD	ANNEE	UN	UN	%	MDZD	MDZD	MDZD
Cluster/Groupe	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Préférences										
Min/Max	max	min	max	min	min	min	max	min	max	max
Poids	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,20
Fn. de préférence	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire
Seuls	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	absolu	pourcentage	absolu	absolu	absolu
- Q: Indifférence	1758533,00	57,00 €	106,00 €	3,00	0,45	0,15	0,4	92,00	112,00	60
- P: Préférence	3517066,00	115,00 €	212,00 €	6,00	0,90	0,29	0,8	184,00	223,00	119
- S: Gaussien	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Statistiques										
Minimum	551270,00	222,00 €	73,00 €	17,00	0,00	0,00	2,00	35,00	142,00	51
Maximum	35170665,00	1.368,00 €	2.119,00 €	60,00	9,00	3,00	4,00	1874,00	2376,00	1193
Moyenne	9507621,75	529,00 €	1.043,75 €	35,25	3,25	1,50	2,88	871,50	1067,13	442
Ecart-type	12846753,27	375,15 €	680,16 €	15,87	3,34	0,87	0,60	498,34	704,18	424
Evaluations										
<input checked="" type="checkbox"/> BOUJRA	838333,00	632,00 €	630,00 €	17,00	7,00	0,00	satisfait	489,00	626,00	51
<input checked="" type="checkbox"/> REGHAIA	26261489,00	1.368,00 €	2.028,00 €	17,00	6,00	3,00	peu satisfait	1874,00	2376,00	1107
<input checked="" type="checkbox"/> SKIKDA	10650684,00	434,00 €	73,00 €	22,00	9,00	1,00	satisfait	35,00	142,00	251
<input checked="" type="checkbox"/> ANNABA	551270,00	228,00 €	524,00 €	35,00	0,00	1,00	satisfait	707,00	506,00	72
<input checked="" type="checkbox"/> ORAN	558023,00	244,00 €	1.284,00 €	58,00	0,00	1,00	très satisfait	985,00	1285,00	420
<input checked="" type="checkbox"/> OUAUGLA	35170665,00	812,00 €	2.119,00 €	60,00	2,00	2,00	peu satisfait	993,00	1829,00	1193
<input checked="" type="checkbox"/> CONSTANTINE	933401,00	222,00 €	1.014,00 €	41,00	0,00	2,00	satisfait	1132,00	1199,00	293
<input checked="" type="checkbox"/> SBA	1097109,00	292,00 €	678,00 €	32,00	2,00	2,00	satisfait	757,00	574,00	149

Source : élaboré par le doctorant selon les résultats de l'application Visual PROMETHEE

Pour donner suite à la modélisation présentée dans le tableau N° 6, le résumé du Modèle Global en termes de Poids et influence sur les différents Actions est présenté dans la figure N°2.

3.1. Aperçu visuel des pondérations :

Figure N°2 : répartition des Poids des critères pour les différentes actions.



Source : Visual PROMETHEE

Le résultat obtenu montre que le cout de production, marge opérationnelle, représentent les deux critères dominants au niveau des poids, ces deux impacts vont être les deux éléments les plus influents au niveau de notre démarche d'aide à la décision.

3.2. Analyse de flux de surclassèment : l'analyse des flux de préférence est scindé en deux parties :

3.2.1. Flux de préférence unicritère :

Tableau N° 7. Flux de préférence unicritère

Critère/ Actions	Volume De Production	Cout De Production	Net Sales	Age	Arret De Production	Nb Accident	Satisfaction Clients	Créances Clients	Recouvrement Créances	Marge Opé Rationnelle
Bouira	-0,4286	-0,4286	- 0,4286	0,8095	-0,7143	1,0000	0,0714	0,7143	-0,4183	-0,8063
Reghaia	0,7143	-1,0000	0,8571	0,8095	-0,4286	-1,0000	-0,3214	-1,0000	1,0000	0,7942
Skikda	0,4286	-0,1429	- 1,0000	0,5238	-1,0000	0,4286	0,0714	1,0000	-1,0000	-0,0412
Annaba	-0,4286	0,5887	- 0,4933	0,0000	0,7143	0,4286	0,0714	0,2857	-0,4389	-0,7554
Oran	-0,4286	0,5714	0,4286	- 0,8571	0,7143	0,4286	0,2857	-0,3432	0,2857	0,4286
Ouargla	1,0000	-0,7143	0,8571	- 0,8571	0,0000	-0,4286	-0,3214	-0,3556	0,7143	0,9201
Cnst	-0,4286	0,6034	0,1429	- 0,4286	0,7143	-0,4286	0,0714	-0,5870	0,2857	0,0000
Sba	-0,4286	0,5222	- 0,3639	0,0000	0,0000	-0,4286	0,0714	0,2857	-0,4286	-0,5400

Source : Visual PROMETHEE

Le tableau ci-dessus présente la préférence de chaque action par rapport à l'ensemble de critères, cette analyse nous offre un classement de préférence des actions pour chaque critère selon la règle suivante (plus le Flux est élevé l'action est Meilleure),

Exemple si on prend le critère cout de production nous remarquons que les trois premières actions sont respectivement (Constantine, Annaba et Oran)

3.2.3. Flux de préférence Multicritère :

Tableau N° 8. Flux de préférence Multicritère

Classement	Action	Phi	Phi+	Phi-
1	Oran	0,3114	0,5400	0,2286
2	Ouargla	0,1605	0,5265	0,3661
3	Constantine	0,1394	0,4401	0,3008
4	Reghaia	0,0730	0,4976	0,4247
5	Annaba	-0,0813	0,2936	0,3749
6	Sba	-0,1087	0,2933	0,4020
7	Skikda	-0,1734	0,3576	0,5310
8	Bouira	-0,3208	0,2451	0,5659

Source : Visual PROMETHEE

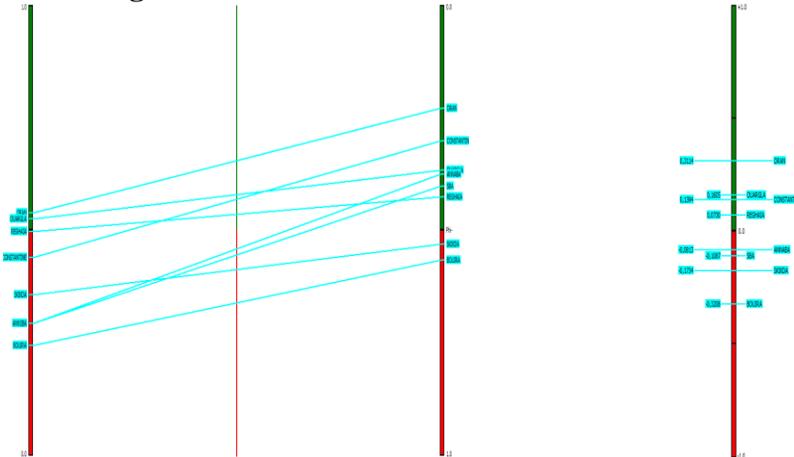
Selon la règle de décision des flux de préférences multicritère

- Action en force : $0 \leq \Phi_i \leq 1$

- Action en faiblesse : $0 \leq \Phi_i \leq 1$

Qui représente le score relatif associés aux actions, il est clair que l'action Oran occupe la première place en termes de force car Son Φ_i est le plus important parmi les résultats obtenus, plans PROMETHEE I & II viendront confirmés les résultats obtenus.

Figure N°3: PROMETHEE I & PROMETHEE II



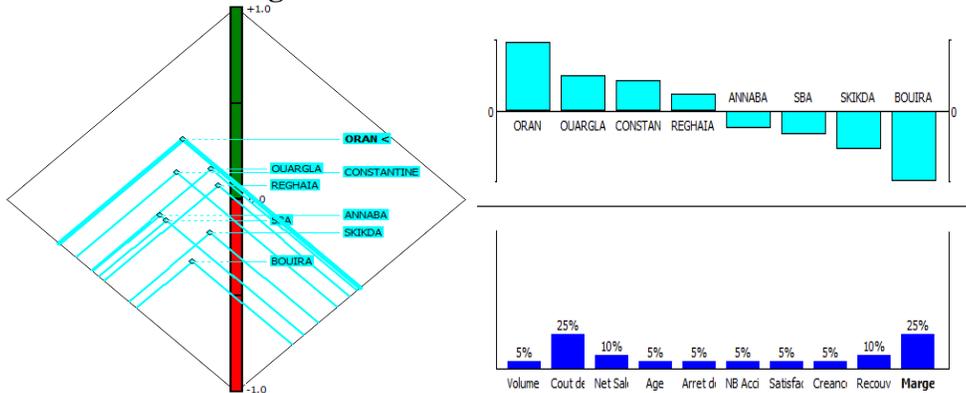
Source : Visual PROMETHEE

Le plan PROMETHEE I représentant le surclassement partiel Φ_i , Φ_i Oran est en première place quant à Skikda est en dernière position.

PROMETHEE II confirme les résultats de PROMETHEE I, à travers ce plan qui représente le flux de surclassement Net, soit la différence entre les flux de surclassement Positifs et Négatifs, plus le Flux est élevé l'action est Meilleure, visiblement l'action Oran se retrouve seule en haut de classement, les actions Ouargla, Constantine, reghaia sont situées au milieu de classement, tandis que annaba, Sba, Skikda, et bouira sont en bas de classement, cette répartition est bien entendue liée à la pondération retenue pour les critères.

3.2.3. Autre vue sur les flux nets :

Figure N°4: Diamant PROMETHEE



Source : Visual PROMETHEE

Diamant PROMETHEE, confirme l'écart de préférence entre l'action Oran et les autres actions.

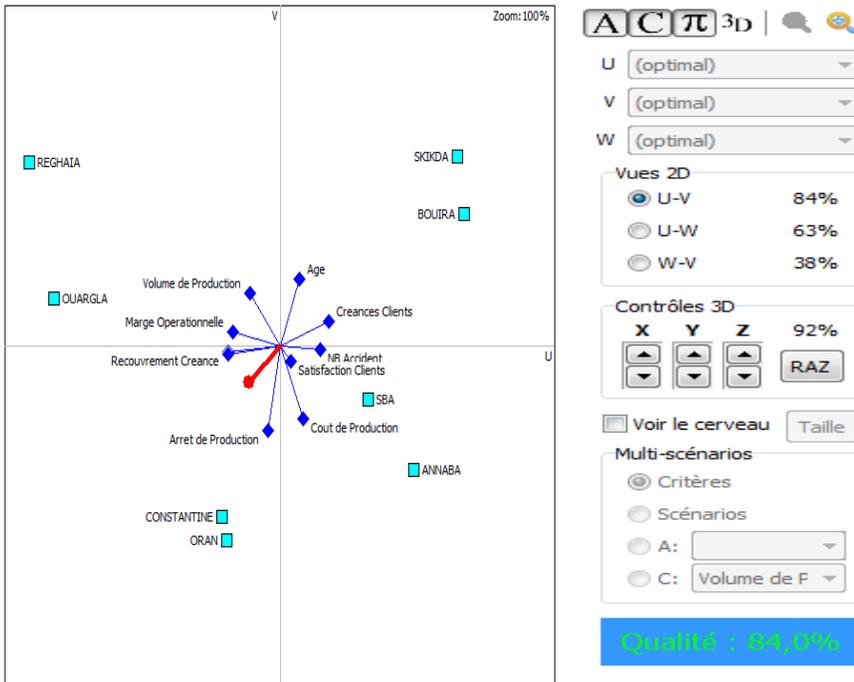
4. Le plan GAIA : Geometrical Analysis for interactive assistance :

Le plan Gaia (Geometrical Analysis for interactive assistance), il s'agit du complément descriptif de PROMETHEE, Gaia fournit une visualisation graphique extrêmement claire du problème de décision et du cerveau du décideur (c'est-à-dire l'information supplémentaire fournie par celui-ci), les actions potentielles et les critères sont localisés dans le plan Gaia.

Ce dernier, non seulement il nous montre dans quelle mesure les actions sont bonnes ou mauvaises sur chacun des critères, mais aussi le caractère conflictuel de ces derniers, un axe de décision met en évidence les actions privilégiées par un décideur particulier.

Cet axe est relié à un véritable stick de décision qui permet le pilotage du processus de décision en fonction des poids de critère.

Figure N°5 : Représentation Géométrique des Alternatives et des Critères



Source : Visual PROMETHEE

L'analyse Gaia fait ressortir une qualité de présentation $\Delta=84,0\%$ ($\Delta > 70\%$) ce que signifie que ce plan est fiable.

Nos actions sont bien dispersées sur le plan, nos critères sont proches des axes

Ce plan permet de déterminer les points forts qui correspondent aux axes qui se pointent dans la direction des actions, ainsi que les points faibles qui correspondent aux axes qui se pointent dans la direction opposée de l'axe Visiblement le critère 5 (arrêt de production) est le plus long, cela signifie que ce critère il a un rôle fort dans la différenciation et influence sur la décision et ce dernier discrimine les actions.

Les critères exprimant les mêmes préférences sont orientés dans la même direction nous pouvons distinguer 4 ensembles de critères :

- Ensemble 1 : recouvrement créances, net sales, arrêt de production
- Ensemble 2 : créances clients, âge
- Ensemble 3 : volume de production, marge opérationnelle

- Ensemble 4 : nombre d'accidents, résultat enquête satisfaction clients, cout de production

Les actions brouira et Skikda sont bonnes sur les critères 8 et 4, Constantine et Oran ont une position opposée,

Les actions reghaia Ouargla sont bonnes sur les critères 1 et 10, les actions Sba annaba ont une position apposée

Les actions Constantine et Oran sont bonnes sur les critères 3,5 et 9, Skikda brouira ont une position opposée

Les actions Sba et annaba sont bonnes sur les critères 2, 6 et 7, les actions reghaia et Ouargla ont une position opposée

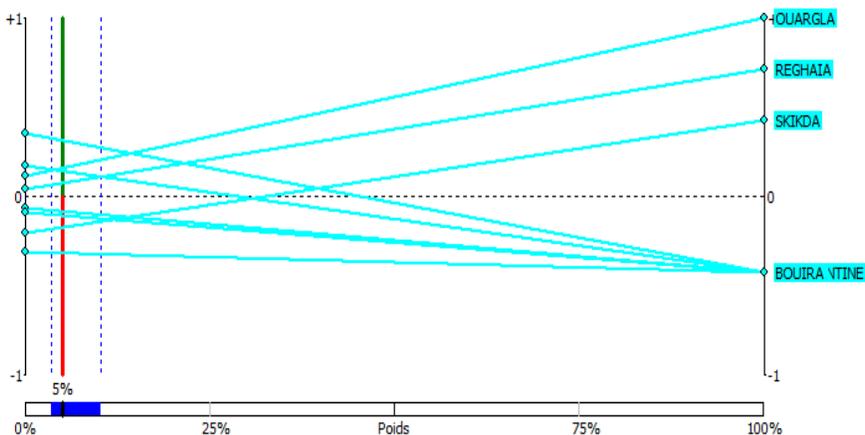
Concernant l'axe de décision "pi" nous remarquons que sa projection est courte comparée au nombre de critères à savoir 10 critères.

Ce qui signifie que les critères sont en conflits, cela nous pousse à choisir les actions les proches de l'origine dans le sens de cet axe, ces actions sont : Reghaia et Ouargla.

5. Analyse de sensibilité

Après Avoir eu les résultats Finaux avec La méthode PROMETHEE, vient le tour de l'analyse de la sensibilité, Son rôle est de faire varier les paramètres pour voir à quel Niveau les résultats obtenus sont sensibles, elle vise aussi à déterminer dans quelle mesure ces Valeurs peuvent être critiquées et permettent de mener à une solution robuste.

Figure N°6 : Analyse de la Sensibilité



Source : Visual PROMETHEE

Pour qu'on puisse tester La stabilité des résultats obtenus Face aux variations des poids, Nous sensibilisons le Poids de chaque critère dans son intervalle de référence, tout en respectant les règles suivantes :

- Somme des poids attribués doit être égale à 1
- Les Valeurs des poids doivent respecter l'ordre d'importance des critères définis précédemment

Remarque

Lors de la sensibilisation d'un poids d'un critère les valeurs attribuées aux poids des autres critères changeront également car la somme doit être égale à 1 .

Donc pour que l'analyse de sensibilité le poids du critère considéré, on suppose qu'une petite variation sera composée par le cumul des très petites variations des autres poids, celle-ci auront donc un effet négligeable relativement à ce critère.

Interprétation des résultats :

La variation des seuils et poids représente une stabilité de la solution, avec quelques permutations du Rang entre les Trois premiers sites du classement Les sites : Reghaia, Ouargla et Skikda se partagent selon plusieurs combinaisons les meilleures positions

Le reste des sites se situent en bas du classement

Vu la stabilité de ce scénario nous pouvons prendre en considération ces résultats

Cet intervalle de stabilité offre la possibilité de modifier les poids affectés aux différents critères sans que cette variation perturbe le classement de PROMETHEE.

Conclusion :

Les méthodes multicritères d'aide à la décision, comme on l'a déjà présenté selon, Roy et Bouyoussou [1993] « le principal objectif des méthodes multicritère d'aide à la décision n'est pas de découvrir une solution, mais de construire ou créer un outil considéré comme utile aux yeux d'un acteur prenant part de processus de décision, l'attribution des poids reste toujours soumise à l'appréciation du décideur »

Face aux problèmes de choix d'investissement que l'entreprise Linde Gas Algérie rencontre Nous avons proposé à l'entreprise un processus décisionnel, qui se repose sur la méthode multicritère d'aide à la décision PROMETHEE, à l'aide de cette méthode, Nous recommandons lors de l'élaboration des prochains plans d'investissement au décideur de prendre en considération le classement suivant :

- Classe des unités les mieux performantes : l'unité d'Oran.
- Classe des unités moins performantes : Ouargla, Constantine, et reghaïa.
- La dernière classe est constituée de l'unité : annaba, Sba, Skikda et bouira.

¹ Martin, c., & legret, m. La méthode multicritère Electre III. Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées, 258, 259.

² Preference Organization Method For Enrichment Evaluation

Bibliographie

Ouvrages et thèses :

Brans, J. P., & Mareschal, B. (2002). « *Prométhée-Gaïa : une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples* ». Bruxelles: Éditions de l'Université de Bruxelles.

Collette, Y., & Siarry, P. (2011). « *Optimisation multiobjectif: Algorithmes* ». Editions Eyrolles.

Collette, Y., & Siarry, P. (2002). « *Optimisation multiobjectif* ». Editions Eyrolles.

Collette, Y., & Siarry, P. (2013). « *Multiobjective optimization: principles and case studies* ». Springer Science & Business Media.

Dhaenens-Flipo, C. (2005). « *Optimisation Combinatoire Multi-Objectif: Apport des Méthodes Coopératives et Contribution à L'Extraction de Connaissances* ». Habilitation à diriger des recherches de l'Université des Sciences et Technologies de Lille.

Hassine, H. (2015). « *Modélisation, simulation et optimisation pour l'éco-fabrication* ». Doctoral dissertation, Ecole Centrale Paris.

Hernandez-Rodriguez, G. (2011). « *Optimisation multiobjectif de réseaux de transport de gaz naturel* ». Doctoral dissertation, Toulouse, INPT.

Lenca, P. (2004). « *Aide multicritère à la décision : méthodes de surclassement* ». GET/ENST Bretagne.

Maroi, Agrebi. (2018). « *Méthodes d'aide à la décision multi-attribut et multi-acteur pour résoudre le problème de sélection dans un environnement certain/incertain : Cas de la localisation des centres de distribution* », Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis ; Université de Sfax (Tunisie).

Nafi, A., & Werey, C. (2009). « Aide à la décision multicritère : introduction aux méthodes d'analyse multicritère de type ELECTRE. Module d'ingénierie financière », *ENGEES*, 2010.

Roy, B., & Bouyssou, D. (1993). « Aide multicritère à la décision : méthodes et cas » (p. 695). Paris : Economica.

Roy, B. « Méthodologie multicritère d'aide à la décision ». Economica, 1985.

ROY, B. P., & VINCKE, P. (1989). « L'aide multicritère à la décision ». Statistique et Mathématiques Appliquées.

Articles

Hugonnard, J. C., & Roy, B. (1982). « Le plan d'extension du metro en banlieue parisienne, un cas typique d'application de l'analyse multicritère ». *Cahiers Scientifiques de la Revue Transports*, (6).

MARTIN, C., & LEGRET, M. « La méthode multicritère ELECTRE III. *BULLETIN DES LABORATOIRES DES PONTS ET CHAUSSÉES*, 258, 259. »

Mena, S. B. (2001). « Méthodes de surclassement et analyse de robustesse ». *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 5(1), 37-41.

Pomerol, J. C., & Barba-Romero, S. (1993). « Choix multicritère dans l'entreprise : principes et pratique ». *Hermes*.

Roy, B., & Hugonnard, J. (1982). « Classement des prolongements de lignes de métro en banlieue parisienne (présentation d'une méthode multicritère originale) ». *Cahiers du CERO*, 24(2-4), 153-171.

Roy, B., & Vanderpooten, D. (1996). «The European school of MCDA Emergence, basic features and current works». *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(1), 22-38.

Zhaoxu, S., & Min, H. (2010, June). «Multi-criteria decision making based on PROMETHEE method». In *Computing, Control and Industrial Engineering (CCIE), 2010 International Conference on (Vol. 1, pp. 416-418). IEEE.*

Documents divers:

Mareschal, B., & Brans, J. P. (1988). «Geometrical representations for MCDA». *European Journal of Operational Research*, 34(1), 69-77.

Nafi, A., Werey, C., & Llerena, P. (2008). «Water pipe renewal using a multiobjective optimization approach». *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35(1), 87-94.

SEFIANE, H., & SENECHAL, O. « Aide multicritère au choix d'une méthode de diagnostic pour la maintenance ». *MOSIM*.