

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen
Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Mémoire de fin d'études

pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique

Option: Modèles Intelligents et Décision (M.I.D)

Thème

Etude du Multihoming dans les Terminaux Mobiles (Sélection d'Interface)

Réalisé et soutenu par :

- BENADLA Abdelhalim

Email :a_benadla@univ-tlemcen.dz ; aladlia@yahoo.fr

Présenté le 04 Juliers 2013 devant le jury composé de MM.

- Mr. BENAZZOUZ Mourtadah. (Président)
- Mme. BELHABI Amel (Encadreur)
- Mr. HADJILA Fathallah. (Examineur)

Année universitaire : 2012-2013

Remerciements

Je remercie très sincèrement mon encadreur Mme. Belhabí pour la confiance qu'elle m'a accordée en acceptant de superviser ce travail et pour ses conseils judicieux. Son enseignement a suscité mon intérêt pour de nombreuses questions de philosophie des sciences qui se retrouvent dans ce mémoire. La patience, l'écoute et l'estime dont elle a su faire preuve tout au long de l'année ont représenté une aide précieuse dans cette recherche.

Je suis également reconnaissant aux membres de jurés pour sa relecture attentive et ses questions stimulantes.

J'exprime également une grande reconnaissance à tous mes enseignants, qui ont fait de leur statut un exemple, qui ont fait renaître en moi mon rêve qui est celui de devenir chercheur libre. Leurs conseils et références ont été déterminants pour l'orientation de nos recherches et leur soutien moral a constitué une source d'énergie indispensable.

Je remercie enfin, et en particulier mes adorables papa et maman, pour leurs soutient permanent, leurs confiance, leurs éducation et pour chaque souffle de leurs vie qu'ils m'ont offert. Ainsi que mes frères et sœurs.

Dédicace

A mes parents.

A toute ma famille.

A tous mes amis : Sihem, Téma, Fadoi douda,

*A tous mes très chers partenaires en QNET : Sara,
Mohammed, Lotfi, Abdli, Djamel, Fethi, Asma, aïcha,
amïne, wahib, mohamed ,miloud,leïla, Abrrahman, Ali*

*Mes adorables partenaires demeurant à Sidi Belabess et
ain youcef*

*A tous mes uplines Abdelkrim, Naïm, Elhadj, Ibrahim,
Bahï, Abdrrahim*

A tous ceux qui me sont chers.

Résumé

Les terminaux mobiles courants sont généralement équipés de plusieurs interfaces réseaux, pouvant avoir différentes technologies d'accès, cellulaires et sans fil. Il est possible de sélectionner de manière automatique la meilleure interface en se basant sur différents attributs comme les caractéristiques des interfaces, les préférences des utilisateurs et/ou application...

Les algorithmes ADMC sont appropriés pour la réalisation d'une sélection dynamique des alternatives (interfaces) et critères (caractéristiques de l'interface, préférences d'utilisateur...). Dans ce document nous proposons rectification l'algorithme (Dia) Distance vis-à-vis l'alternative idéale afin de sélectionner dynamiquement la meilleure interface ainsi traiter les anomalies de classement des méthodes TOPSIS, SAW et WP.

Mots Clés : Multi-domiciliation, Handover, Sélection d'Interface, IP mobile, Terminaux mobiles, Algorithmes d'aide à la décision multicritère (MADM).

Abstract

Current mobile terminals are often equipped with several network interfaces, which may be of different access technologies, both wireless and cellular. It is possible to select dynamically the best interface according to different attributes such as the interface characteristics, user preferences and/or application preferences...

MADM is an algorithmic approach suitable to realize a dynamic interface selection with multiple alternatives (interfaces) and attributes (characteristics interface, user preferences ...). In this document, we propose a rectification of the Distance to ideal Alternative (DiA) algorithm to select dynamically the best interface and deals with the ranking abnormalities of the TOPSIS method, SAW and WP method.

Keywords: Multihoming, Handover, Interface Selection, Mobile IP, Mobile Devices. MADM (Multiple attribute decision making).

تلخيص:

غالبا ما تكون المحطات المتنقلة الحالية مجهزة بالعديد من واجهات الاتصال لشبكية، والتي قد تكون من تقنيات المختلفة، سواء اللاسلكية والخلوية. فمن الممكن لتحديد حيوي أفضل واجهة وفقا لسمات مختلفة مثل خصائص واجهة، وتفضيلات المستخدم و / أو تفضيلات التطبيق ...

MADM هو نهج حسابي مناسبة لتحقيق واجهة اختيار ديناميكية ذات بدائل متعددة (واجهات) وخصائص (الواجهة، وتفضيلات المستخدم ...). في هذه الوثيقة، نقترح تصويبا خوارزمية المسافة إلى البديل المثالي (DiA) لتحديد حيوي أفضل واجهة ويتعامل مع تشوهات الترتيب من TOPSIS الأسلوب، وطريقة SAW و WP.

الكلمات الرئيسية: Multihoming، تسليم، تنقية الواجهة، الأجهزة المتنقلة، Mobile IP الخوارزميات المساعدة على إتخاذ القرار.

SOMMAIRE

Chapitre 1: Méthodes d'Aide à la Décision MultiCritères

I.	INTRODUCTION :	8
II.	METHODES D'AIDE A LA DECISION MULTICRITERES :	9
1.	LES METHODES DE TYPE ELECTRE:	10
2.	LES METHODES DE TYPE PROMETHEE :	13
3.	METHODE AHP :	14
4.	ALGORITHME TOPSIS :	14
5.	ANOMALIES DE CLASSEMENT :	16
6.	ALGORITHME TOPSIS ITERATIVE:	17
7.	ALGORITHME DE DIA :	17

Chapitre 2: Le Multihoming

I.	INTRODUCTION	19
II.	LE MULTIHOMING :.....	20
1.	DEFINITION :	20
2.	FONCTIONNEMENT DE MOBIL IPV6 :	21
b.	Routage triangulaire :	22
c.	Optimisation de route	22
III.	AVANTAGES DU MULTIHOMING :	23
IV.	DIFFERENTES TECHNOLOGIES UTILISABLES :.....	25
V.	LES DEFIS DU MULTIHOMING :	25
VI.	CONCLUSION	26

Chapitre 3: SIMULATION

I.	INTRODUCTION :	28
II.	ALGORITHME DIA :	30
1.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :	30
III.	ALGORITHME DISTANCE TO THE WOST ALTERNATIVE (DWA):.....	30
1)	PRINCIPE :	30
2.	ETAPES DE L'ALGORITHME DIA :	31
o	Normalisation :	31
o	Pondération :	32

○	<i>Détermination des solutions idéales positives et négatives :</i>	32
○	<i>Distance entres alternatives et les solutions idéales :</i>	33
○	<i>Détermination du PIA :</i>	33
○	<i>Détermination du rang :</i>	33
IV.	DEMONSTRATION:	34
V.	SIMULATION :	35
VI.	CONCLUSION :	41
	<i>ANNEX</i>	32
	<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	36
	<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	37

Fin

Chapitre I

Méthodes d'Aide à la Décision

MultiCritères

I. Introduction :

Aujourd'hui, les hôtes de l'Internet mobile sont souvent équipés avec plusieurs interfaces réseau, ou sont au moins capables de se connecter à ces interfaces. Ces interfaces peuvent utiliser des accès de différentes technologies telles que Bluetooth, WiFi et 3G cellulaire.

Quand un hôte a de multiples chemins pour envoyer des paquets à ses pairs, il doit en quelque sorte prendre une décision sur lequel trajet à utiliser pour se connecter dans les meilleures conditions. Plus précisément, l'hôte a besoin d'une politique pour sélectionner le l'adresse IP source et l'interface de sortie.

Un utilisateur de la troisième génération mobiles ayant à sa disposition deux technologies d'accès sans fil qui sont l'UMTS et WLAN, voudra être connecté au mieux, n'importe où, n'importe quand et avec n'importe quel réseau d'accès. Le profil de modalité - pour répondre aux besoins de la qualité de services (Quality Of Services QoS) préféré par l'utilisateur- est d'utiliser un mécanisme de changement d'un point d'accès au réseau à un autre point d'accès. Ce processus est appelé par la suite Handover ou Handoff. Notre travail est structuré comme suite :

Dans ce document, nous présentons un mécanisme très efficace pour la sélection d'un réseau de la nouvelle génération et cela afin de permettre et garantir aux utilisateurs des mobiles d'être toujours mieux connectés (Always Best Connected ABC).

Dans Le chapitre 1, nous donnons comme introduction un aperçu au contexte, nous présentons l'objectif ainsi que notre contribution effectuée dans le projet de fin d'étude. Un état de l'art de quelques méthodes d'aide à la décision multicritères (MADM) est également présenté, en illustrons leurs principes de fonctionnements et limites chacun. Parmi eux l'algorithme TOPSIS qui souffre d'une tolérance du phénomène dit : anomalie de classement. Lors de la suppression de l'alternative ayant le plus petit taux de préférence (eg : déconnexion d'un réseau), le classement du reste des alternatives change par conséquence.

Dans le chapitre II, nous entamons la discussions plus au moins détaillée sur le multihoming. Nous définissons d'abord ce concept, ensuite ses différents objectifs, ses

avantages, les différents scénarios. Le protocole qui s'occupe de la gestion de la mobilité appelé : Mobile IP, est également présenté, mais sans l'aborder de manière détaillée.

Dans le chapitre III, notre contribution a porté sur la rectification de l'algorithme Dia (Distance to the ideal Alternative) en donnant naissance à un nouveau algorithme que l'en dénomme (Dwa) Distance to the worst alternative. Ce mécanisme est plus complet par rapport aux méthodes mentionnées précédemment au chapitre II. Nous faisons une démonstration mathématique qui affirme que l'algorithme Dia ne souffre pas d'anomalie de classement ainsi une application pratique sera également présentée implémentée en JAVA. Nous considérons cinq attributs associés à cinq interfaces réseau (UMTS, 802.11b, 802.11a, 802.11n, et 4G). Les attributs sont: jitter, délai, l'utilisation, la perte de paquets, et le coût monétaire. Nous utilisons aussi un vecteur de poids dont le coût est nettement important par rapport à tous les paramètres de QoS.

II. Méthodes d'Aide à la Décision MultiCritères :

Plusieurs Méthodes d'Aide à la Décision Multicritères (MADM) existent dans la littérature, dans ce chapitre nous citons les plus connues à savoir: Somme pondéré (Simple Additive Weighting « SAW »), produit pondéré (Weighting Product « WP »), les méthodes dites de types ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité), PROMETHE (Peference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations), AHP (Analytic Hierarchy Process), TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), TOPSIS itérative et Dia (Distance to Ideal Alternative).

Les méthodes basées sur la théorie de l'utilité produisent une fonction qui permet de ranger toutes les actions de la meilleure à la moins bonne. En parle de la somme pondéré (Simple Additive Weighting « SAW »), produit pondéré (Weighting Product « WP »).

Les poids des critères sont plutôt considérés comme des *nombre de votants* associés à ces critères : un critère important est associé à un nombre de votants plus élevé qu'un critère moins important.

Les méthodes SW et SAP souffrent d'un problème critique qui se réduit dans leurs sensibilités à la transformation d'échelle d'un critère donné. Par exemple dans la gestion des déchets, une entreprise voulant sélectionner une société spécialisée parmi les 3 candidats A, B

et C. Les 2 critères de jugement sont: le cout (exprimé en DA) et les déchets (exprimé en tonne) avec des valeurs de poids 4/5 et 1/5 successivement. En appliquons la somme pondéré, nous obtenons un classement de la meilleure à la moins bonne (*voir tableaux 1 en annexe*). Supposons maintenant que le critère déchet est exprimé en kilogramme et appliquons une autre fois la somme pondéré. Nous constatons que le rang a changé malgré que cette une simple opération (changement d'échelle de mesure) et que chaque'un peut être amené à réaliser (*voir tableaux 2 en annex*).

Les méthodes classique SW et SAP caractérisées par une fonction d'utilité sont dites *totalelement compensatoires* : cela signifie que lorsqu'on compare deux actions, une faiblesse d'une l'action sur un critère donné, peut être compensée par une performance meilleure sur un autre critère. L'étudiant « A » est globalement préféré à l'étudiant « B » bien qu'il ne soit qu'un peut meilleur sur une matière importante (les matières 2 et 3 se compensent). En fixons le seuil de la note éliminatoire à 6, l'étudiant « A » ne passe à l'année suivante bien qu'il est globalement meilleur que « B ». C'est une critique sérieuse car elle met en évidence l'avenir d'un étudiant. (*voir tableaux 3 en annex*).

1. Les Méthodes de type ELECTRE:

Une école de pensée francophone, ayant à l'origine des travaux de B. Roy, a développé une approche dont les méthodes sont basées sur les comparaisons d'actions 2 à 2 en vue d'établir une relation de surclassement. En vu des limites et à l'opposé de la théorie précédente, les méthodes de surclassement, ne sont pas *totalelement compensatoires* (via l'implémentation du concept de discordance).

Selon B. Roy, une relation de surclassement « S » définie comme suite, en dit qu'une actions « a » surclasse une autre action « b » ($a S b$) ssi, il y a suffisamment d'arguments (majorité au sens large) pour admettre qu'une action a est *au moins aussi bonne* qu'une action b, c'est le concept de **concordance**. La seconde condition imposée est qu'il n'y a pas de raison importante de prétendre le contraire. C'est le concept de **non discordance**. Les différentes versions seront discutées ci-dessous.

ELECTRE I (B. Roy, 1968): Cette méthode est l'ancêtre de la famille, signifie: ELiminations Et Choix Traduisant la Réalité. Son but est de sélectionner un sous ensemble d'actions parmi lesquelles se trouve le compromis recherché.

Pour chaque couple d'actions a et b dans cet ordre, on calcule **l'indice de concordance** en sommant les poids des critères "favorables" à l'action a :

$$C(a,b) = \sum_{j:g_j(a) \geq g_j(b)} w_j$$

avec :

j : les critères.

w_j : les poids associés aux critères.

g_j(x) : les valeur d'évaluations de l'action « x » et le critère « j ».

Par construction, comme les poids sont normalisés, C(a,b) varie entre 0 (a est dominé par b) et 1 (a domine b). Selon la nature du problème, l'homme d'étude fixe **un seuil de concordance SC** auquel on va comparer C(a,b) : si C(a,b) > SC, on envisagera que a S b.

SC est un paramètre technique qui, vu la définition de C(a,b) et que la signification de la relation S ("au moins aussi bon que") doit appartenir à [0.5;1]. En pratique, les valeurs les plus utilisées sont 0.6 ; 0.65 ; 2/3 ; 0.7 ; 3/4 et 0.8. En cas de doute, une analyse de sensibilité sur SC permettra de faire évoluer la richesse et donne des meilleurs résultats de la relation S dans le sens désiré.

De plus, nous mettons en œuvre l'aspect "non discordance" à savoir que, pour envisager que a S b on doit éviter les cas où, pour un certain critère, l'avantage de b sur a est tel qu'il peut remettre en question la relation a S b.

Pour chaque critère i, l'homme d'étude est invité à préciser **un seuil de veto Sv_i** c'est-à-dire un écart maximum entre les appréciations de deux actions (en faveur de b) qui contre dit l'assertion a S b. Si au moins un veto est violé, alors ~a S b, sinon la relation obtenue par la concordance (a S b) est maintenue. Pour plus de détails veuillez se référer à la figure1 en annex.

A ce stade on dispose d'une relation S, que l'on peut visualiser au moyen d'un graphe (G). Supposons d'abord S sans circuit. Dans ce cas, il est possible de trouver un ensemble unique de sommets, appelé noyau (N) dont les sommets sont incomparable entre eux et ne

sont surclassés par aucune actions n'appartenant pas au circuit. Le sous ensemble (N) représente les actions solutions. Néanmoins, nous nous retrouvons dans une situation d'incertitude de choisir le meilleur des sommets qui représente la meilleure action.

Si le graphe contient des circuits, alors fait varier, en accord avec l'expert du domaine, les seuils (SC et SV) jusqu'à faire disparaître le ou les circuits gênants. Augmenter (SC) appauvrit la relation S et suffit souvent pour obtenir ce résultat : l'arc de surclassement le moins sûrement établi du circuit disparaît le premier.

ELECTRE I fait un usage minimum de valeurs numériques: par nature elle est mieux adaptée à des échelles ordinales qu'à des critères à valeurs numériques. Pour cela il fallait étendre ce model en créant **ELECTRE Is** (1984) qui accepte les pseudo-critères (critères à seuils) et évite que de trop petits écarts entre les évaluations n'influencent trop le calcul des coefficients de concordance.

En 1971, B. Roy et P. Bertier ont donné naissance à la méthode **ELECTRE II**. Elle est construite sur le même schéma qu'ELECTRE I, elle en diffère par quelques éléments:

- ELECTRE II utilise deux relations de surclassement de deux niveau chaqu'une, rangement direct et le rangement indirect: une forte S_F et une faible S_f (n'intervient qu'en fin de travail pour raffiner le(s) classement(s) en départageant les actions qui, du point de vue de S_F , appartiennent à une même classe d'équivalence) dont la construction est basée sur deux seuils de concordance $SC_1 > SC_2$ et deux seuils de veto $SV1_i > SV2_i$ par critère.
- ELECTRE II restreint fortement l'indifférence (des actions dont leur score sont égaux).
- Finalement, on déduit un rangement final par moyenne des rangs dans les deux classements intermédiaires.

Bien que ELECTRE II limite le nombre de circuits par rapport à ELECTRE I, ils ne disparaissent pas nécessairement. De plus, le problème de sélection de la meilleur action demeure. Pour plus de détails veuillez se référer à la figure2 en annex. Les méthodes ELECTRE I et II ont été suivies de beaucoup d'autres parmi lesquelles :

ELECTRE III (1978) qui utilise une relation de surclassement évaluée et une procédure d'exploitation du graphe évaluée utilisant des techniques proches de celles de manipulation des nombres floues pour modéliser les pseudo-critères. ELECTRE III a perdu de la simplicité des méthodes originelles et n'a pas eu de succès vu sa grande complexité et un recours important aux valeurs numériques qui la rapproche des méthodes d'utilité.

ELECTRE IV (1982) présume que tous les pseudo-critères sont de même importance. Elle -comme ELECTRE II- comporte deux relations de surclassement mais un seul jeu de seuils de veto et la notion de concordance est traduite par une notion de majorité de critères en absence de toute pondération¹.

2. Les Méthodes de type PROMETHEE :

Une autre famille des méthodes a vu sa naissance. On parle ici de la méthode PROMETHEE l'acronyme de Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations, ont été conçues par Jean-Pierre Brans, Ph Vincke et B Mareschal en 1984. Elle se distingue d'ELECTRE par le fait qu'elle construit une relation de surclassement évaluée traduisant une intensité de préférence. On peut considérer que la méthode PROMETHEE est à mi-chemin entre l'approche de surclassement et les méthodes classiques dont elles utilisent les méthodes de construction des fonctions d'utilité partielles.

PROMETHEE (avec les 4 versions) compare les actions deux à deux et mesure l'intensité de préférence $P(a,b)$ de l'une par rapport à l'autre sur chaque critère au moyen d'une fonction $p(d)$ où d représente la différence des évaluations $g(a)-g(b)$ sur le critère.

Pour un critère donné, une valeur $P(a,b) = 0$ traduit la non préférence de a sur b , une valeur $P(a,b) = 1$ traduit la préférence forte de a sur b , les valeurs intermédiaires croissantes entre 0 et 1 traduisant une préférence d'abord faible puis de plus en plus marquée pour a .

Elles apportent à la fois une modélisation plus fine et une plus grande simplicité de mise en œuvre par rapport aux méthodes ELECTRE de l'époque (ELECTRE III et IV). Néanmoins, elle est moins claire que les notions de concordance et de discordance.

¹ BERNARD Roy, méthodes multicritères ELECTRE, Presses Polytechniques et universitaire romandes, janvier 1994

La grosse différence se situe dans le fait que l'usage de flux implique la référence à l'ensemble des actions au lieu de la seule comparaison deux à deux.

3. Méthode AHP :

Une autre méthode a été créée en 1970 par Thomas L.Saaty. Elle consiste à décomposer leur problème de décision dans une hiérarchie de sous-problèmes plus facile à comprendre, chacun d'eux pouvant être analysés indépendamment. Les éléments de la hiérarchie peuvent porter sur tout aspect de la décision problème matériel ou immatériel, soigneusement mesurée ou estimée grossièrement, bien ou mal compris.

Une fois que la hiérarchie est construite, les décideurs vont évaluer systématiquement ses divers éléments en les comparants, en respectant leur impact sur un élément-dessus d'eux dans la hiérarchie. En faisant les comparaisons, les décideurs peuvent utiliser des données concrètes sur les éléments, mais ils utilisent généralement leurs jugements sur la signification et l'importance relative des éléments. C'est l'essence même de l'AHP que les jugements humains, et pas seulement l'information sous-jacente, peuvent être utilisés dans la réalisation des évaluations. Nous n'en dirons pas davantage sur cette méthode.

4. Algorithme TOPSIS :

TOPSIS veut dir: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), est un algorithme MADM largement utilisé. Développé en 1981 par Yoon et Hwang. L'algorithme calcule la solution idéale positive et négative. La première comporte tous les attributs dont la valeur est considérée comme meilleure. Contrairement à la deuxième qui se constitue des plus mauvaises valeurs des attributs. Le principe de l'algorithme est que la meilleure solution est celle ayant la plus petite distance avec la solution idéale positive et la plus grande distance avec la solution idéale négative. Le déroulement de l'algorithme se processe comme suite :

1. La valeur de chaque attribut dans la matrice est normalisée. Comme exemple les entrées de la première colonne de la matrice peuvent être normalisées comme suit;

$$(CB_{norm}) = \frac{CB}{\sqrt{\sum_{i=1}^N CB_i^2}}$$

2. La mise a jours de la matrice avec les valeurs normalisées;

$$(R_{norm}) = \begin{pmatrix} (CB_{norm})_1 & (U_{norm})_1 & (D_{norm})_1 & (J_{norm})_1 & (L_{norm})_1 & (Db_{norm})_1 \\ (CB_{norm})_2 & (U_{norm})_2 & (D_{norm})_2 & (J_{norm})_2 & (L_{norm})_2 & (Db_{norm})_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (CB_{norm})_N & (U_{norm})_N & (D_{norm})_N & (J_{norm})_N & (L_{norm})_N & (Db_{norm})_N \end{pmatrix}$$

3. Attribuer à chaque attribut un poids reflétant son importance. La somme de ces poids doit être égale à 1;

$$W = W_{CB} + W_U + W_D + W_J + W_L + W_{db} = 1$$

4. En utilisant les poids assignés à chaque attribut, la matrice est mise à jour comme suit;

$$(R_{norm})_w = \begin{pmatrix} W^*(CB_{norm})_1 & W^*(U_{norm})_1 & W^*(D_{norm})_1 & W^*(J_{norm})_1 & W^*(L_{norm})_1 & W^*(Db_{norm})_1 \\ W^*(CB_{norm})_2 & W^*(U_{norm})_2 & W^*(D_{norm})_2 & W^*(J_{norm})_2 & W^*(L_{norm})_2 & W^*(Db_{norm})_1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ W^*(CB_{norm})_N & W^*(U_{norm})_N & W^*(D_{norm})_N & W^*(J_{norm})_N & W^*(L_{norm})_N & W^*(Db_{norm})_1 \end{pmatrix}$$

5. Trouver la meilleure et la plus mauvaise valeur pour chaque attribut. La définition des ces valeurs dépend de la nature des attributs.

Par exemple dans le cas du coût par bit, la plus petite valeur est forcément la meilleure, et la plus grande valeur est la plus mauvaise. Par contre pour les champs Débit, la plus grande valeur est la meilleur et la plus petite valeur est la plus mauvaise.

6. Pour chacun des interfaces réseaux d'accès en considération, la mesure de séparation, pour chacune des meilleures et mauvaises valeurs est calculée par la distance euclidienne comme suit ;

$$S_{Best} = \sqrt{((CB_{w-norm})_i - CB_{Best})^2 + ((U_{w-norm})_i - U_{Best})^2 + \dots + ((Db_{w-norm})_i - Db_{Best})^2}$$

$$S_{Worst} = \sqrt{((CB_{w-norm})_i - CB_{Worst})^2 + ((U_{w-norm})_i - U_{Worst})^2 + \dots + ((Db_{w-norm})_i - Db_{Worst})^2}$$

NB. $Attribut_{Best}$ représente la meilleure valeur d'un attribut et $Attribut_{Worst}$ représente la valeur la plus mauvaise d'un attribut.

7. Le niveau de préférence est mesuré pour chacun des interfaces réseaux d'accès en considération. Le niveau de préférence "P", mesuré en fonction de la distance "S" avec la meilleure et la plus mauvaise solution, est représenté par la formule suivante,

$$Pi = \frac{S_{Worst}}{S_{Best} + S_{Worst}}$$

8. Le réseau d'accès avec la plus grande valeur de "P" est sélectionné.

5. Anomalies de classement :

TOPSIS a une grande précision dans l'identification de classement comparé avec ces ancêtres. Il est connu que les algorithmes MADM souffrent d'anomalies de classement et TOPSIS ne s'en sort pas n'en plus. Les anomalies de classement augmentent avec le nombre d'alternatives et le nombre d'attributs correspondants.

Les cas idéal est, si l'alternative de plus bas classement -ayant la plus petite distance avec la meilleure valeur et la plus grande distance avec la mauvaise- est enlevée, cela ne doit pas influencer sur le classement des alternatives restantes. Cependant cela n'est pas toujours le cas et pour TOPSIS le classement peut être influencé. Il en est de même en cas d'adjonction d'une interface (ligne).

Afin de faire face à notre problématique, plusieurs solutions ont été proposées à savoir, contribution de TOPSIS et la logique floue dont nous n'en dirons pas davantage durant notre contribution, TOPSIS itérative et algorithme Dia.

6. Algorithme TOPSIS itérative:

Elle S'applique Pour un grand nombre de variantes, il est possible d'utiliser une variante de l'approche proposée, où chaque fois que l'quartile inférieur (ou la moitié) des alternatives sont retirés de la comparaison suivante. Le processus (comme le montre la figure 3 en annex) est répétée jusqu'à ce que les réseaux candidats principaux restant persistent. Cette méthode propose d'utiliser l'un de l'attribut considéré critique par le décideur comme un bris d'égalité. Par exemple, si l'opérateur de réseau est le décideur, alors le coût peut être facteur de décision pour décider entre deux également approprié réseaux et donc utilisé comme un bris d'égalité.

7. Algorithme de DiA :

Dans ce document notre contribution porte sur la rectification de l'algorithme Dia (Distance to the Ideal Alternative). D'après leurs fondateurs, ce dernier ne se souffre pas d'anomalies de classements cités ci-dessus. Son principe est de -Comme TOPSIS- détermine les valeurs d'attribut positives idéales et négatives. Ceux sont les valeurs maximales et minimales de chaque type d'attribut.

Par ailleurs, l'alternative idéale positive (PIA) est déterminée de manière qu'il a la distance minimale par rapport à l'attribut idéal Positif et la distance maximale par rapport à l'attribut idéal négatif et la meilleure alternative « actuelle » aura la distance la plus courte à PIA à la place de la proximité par rapport à la solution idéale dans TOPSIS.

Si TOPSIS utilise la distance euclidienne à m dimensions, DiA utilise la distance de Manhattan pour calculer la distance entre les valeurs d'attribut et les valeurs positives idéales et négatives de chaque attribut. Plus de détails sur l'algorithme Dia à savoir, les étapes ainsi une démonstration mathématique sera élaborée dans le chapitre III.

Chapitre II

LE MULTIHOMING

I. Introduction

Aujourd'hui beaucoup de technologies d'accès radio hétérogènes existent; partant des réseaux locaux sans fils (IEEE 802.11, Hiperlan, Bluetooth) jusqu'aux réseaux cellulaires (GSM, GPRS,UMTS). Ces technologies radio -dites hétérogènes- ne sont typiquement pas compatibles les une avec les autres.

Chaque réseau est sous le contrôle d'un point d'accès AP. Un ensemble de points d'accès distribués dans la zone de couverture permet à l'appareil sans fil -nommé nœud mobile- de garder la connexion au réseau fixe à travers les connexions sans fils.

Dans ce chapitre nous allons décrire le mécanisme qui permet de s'héberger d'un point d'accès au réseau à un autre. Ce processus est appelé Handover ou Handoff. Il est naturel qu'un terminal possédant plusieurs interfaces d'accès au réseau change d'interface d'accès au besoin. Nous distinguons le Handover vertical et le Handover horizontal.

En faisons appelle en général au Handover horizontal lorsque le changement du point possédant la même technologie. La décision de changement de point d'accès est prise selon la qualité du signal (un seuil donné) comme paramètre d'entrée, cependant ce paramètre n'est pas suffisant pour présenter la performance du réseau.

La prise de décision qui consiste à choisir la meilleure interface, est en faite lors d'un changement d'un point d'accès à un autre s'effectuera entre des réseaux possédant des technologies hétérogènes. C'est le Handover vertical. Dans ce cas, la sélection d'une interface dépend de plusieurs paramètres comme les conditions du réseau, la nature de l'application, les préférences utilisateur, la sécurité, le coût et la qualité des services offerts.

Les terminaux mobiles non seulement changent de réseaux, mais certainement aussi de fournisseurs de services ou de domaines administratifs.

La dégradation de la qualité du signal de la connexion sans fil lors du déplacement d'un nœud mobile d'une zone de couverture à une autre et la déconnexion de ce nœud quand il performe un Handover, peuvent introduire une perte de données, des délais ou retards de transmission additionnels (Delay) et des giges (Jitter), ce qui perturbe la communication.

L'objectif principal de cette intégration est de regrouper et exploiter tous les moyens de communication à fin de permettre aux utilisateurs des mobiles indépendamment du temps et du lieu d'être toujours mieux connecter, chose que ne peut offrir une technologie d'accès utilisée de manière singulière.

Ce chapitre introduit ce qu'est la mobilité d'un terminal. Dans le but de bien expliquer le principe de la mobilité nous avons choisis d'introduire le protocole Mobile IP qui s'occupe de la gestion de la mobilité, et cela sans l'aborder de manière détaillée. Nous n'expliquons pas le protocole IPv6 et TCP/UDP ou MIPv6 en détail car ce n'est pas l'objectif de notre étude.

II. Le Multihoming :

Le multihoming (la multidomiciliation) est une solution qui fournit un accès à l'Internet tolérant aux pannes, en configurant sur chaque entité du réseau plusieurs adresses IP associées à des fournisseurs disjoints implémentant des technologies homogènes ou hétérogènes. Les protocoles de multidomiciliation fournissent un soutien indispensable pour tirer pleinement profits de leur accès redondant et assurer la survie de leurs sessions.

1. Définition :

Parmi les protocoles de couche IP on trouve le standard Mobile IP (MIP), proposé par un groupe de travail de l'IETF (Internet Engineering TaskForce). Il a été conçu pour résoudre les problèmes liés à la mobilité c-t-d d'être joignable à tout instant un périphérique mobile, en donnant la possibilité à un nœud réseau d'utiliser deux adresses IP: une adresse mère qui ne change pas, pour laquelle ce périphérique garde toujours un identifiant unique quelque soit le réseau dans lequel il se trouve, et une adresse mobile qui change à chaque point de connexion.

Une version ultérieure a été conçue pour un adressage [IPv6](#), est le [Mobil IPv6](#). Il permet à un nœud de changer de réseau tout en gardant d'une façon transparente aux couches supérieures ses connections déjà établies.

2. Fonctionnement de Mobil IPv6 :

Dans cette partie, nous citons les différents scénarios d'utilisations. Quoique finalement, il est important de ne pas rompre les communications lors d'un changement de point d'accès au réseau.

a. Mode Tunnel :

Ce mode repose sur une gestion centralisé où le trafic passe par l'Agent Mère (AM). Le flux d'informations crée un tunnel formant une encapsulation IPv6-over-IPv6. L'avantage de cette méthode se résume dans une meilleure gestion dont la sécurité est assurée grâce à l'interdiction de trafic direct entre le Nœud Correspondant (CN) et le Nœud Mobile (NM). Malheureusement, le trafic important nécessite d'être redirigé par des l'Agent Mère robustes. Le système peut alors entrainer à un déni de service. La figure1 explique ce mode de fonctionnement ci-dessous :

1. l'Agent Mère (AM) intercepte de la par du Nœud Correspondent NC, les paquets destiné au nœud mobile NM.
2. AM envoie les paquets interceptés en mode tunnel vers l'adresse temporaire du nœud mobile.
3. La réponse du nœud mobile est envoyée à AM.
4. AM se charge de transmettre les paquets eu nœud correspondant.

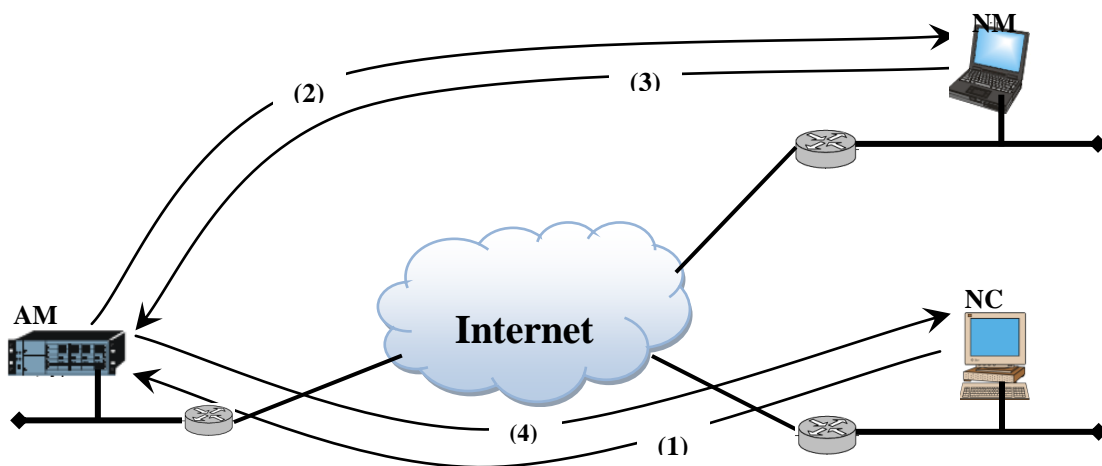


Figure1 : Mode Tunnel

b. Routage triangulaire :

Le même principe est appliqué ici tout en incluant le AM afin de garantir la transparence de la mobilité sauf que le nœud mobile envoie ses paquets directement au correspondant en utilisant comme adresse source sa deuxième adresse IPv6 qui est l'adresse temporaire lors de la visite d'un réseau autre que son réseau d'attachement.

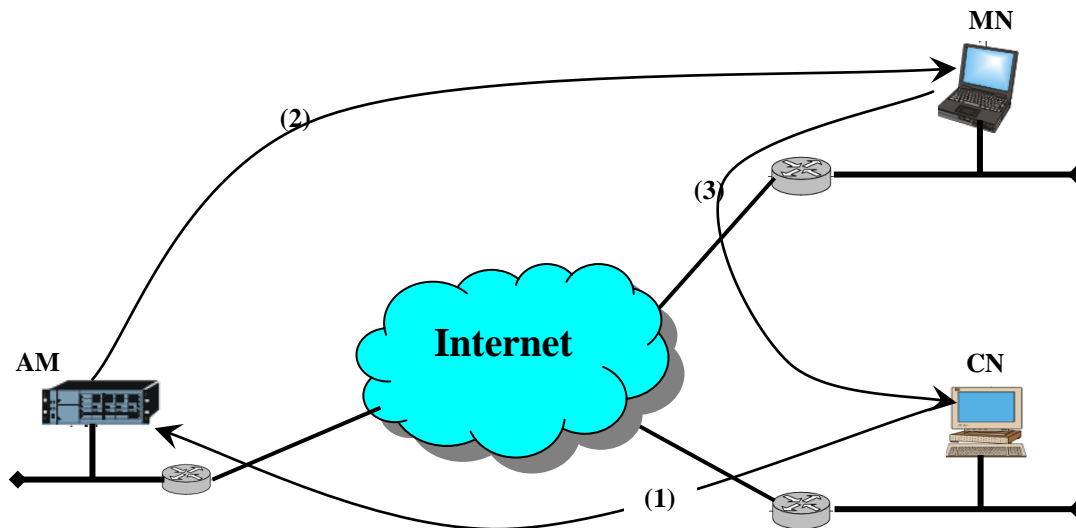


Figure2 :Mode du Routage triangulaire

c. Optimisation de route

Pour éviter ce routage triangulaire, un nœud mobile peut informer son AM ou tous nœuds correspondant de sa nouvelle adresse temporaire d'une manière sécurisée. L'adresse source d'un tel paquet doit être l'adresse mère du mobile.

Le nœud correspondant effectue une association entre l'adresse d'origine du nœud mobile et son adresse temporaire. On évite ainsi une surcharge du Home Agent et on garantit la transparence aux couches supérieures. Ce principe de routage implique l'implémentation de la mobilité sur les nœuds correspondants.²

² Amel. Belhabib, Etude du Multihoming dans les Terminaux Mobiles (Sélection d'Interface), mémoire Magister, Université Abou-Bakr Belkaid –Tlemcen-Faculté des Sciences, 2009-2010

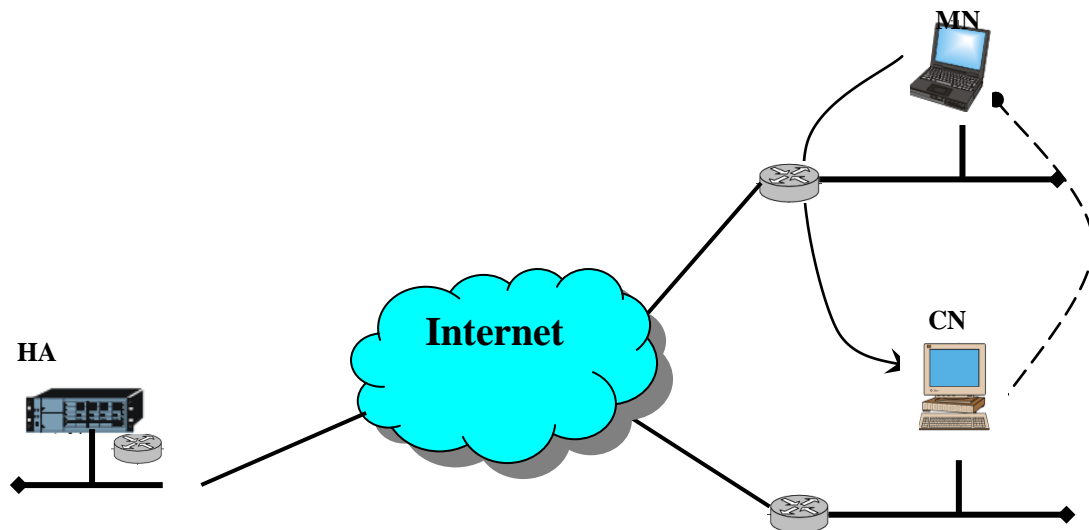


Figure 3 : Routage optimisé

En cas de panne du chemin d'accès déterminé par la paire d'adresses utilisée à un instant donné, le groupe de travail de l'IETF a développé le protocole Shim6 dans le but d'offrir une solution de multi-domiciliation adaptée au protocole IPv6. Il oblige chaque machine à choisir une adresse pour chaque communication, et éventuellement basculer sur une autre adresse alors qu'en IPv4, la détection de pannes et l'équilibrage du trafic entre les fournisseurs étaient contrôlés entièrement par le réseau (notamment via les protocoles de routage), une partie de ce rôle est maintenant transférée dans les hôtes³.

III. Avantages du Multihoming :

- La multi-domiciliation permet à un nœud d'être (entre-autres) connecté simultanément à différents réseaux d'accès, notamment une meilleure gestion de reprise sur panne et la mise en place d'une politique d'équilibrage de charge entre les différents réseaux d'accès. Cette possibilité, appliquée dans les réseaux mobiles, peut se traduire par la présence dans un même réseau mobile de plusieurs routeurs mobiles.
- **Fiabilité / Tolérance au fautes :** Grâce au multihoming, un site doit être capable d'éviter les coupures réseaux en migrant sa connexion vers d'autres fournisseurs d'accès différents en toute transparence, tant qu'une connexion à l'Internet est maintenue, la connectivité pour tous les nœuds du réseau mobiles est garantie. Ce comportement peut être divisé en deux sous classes.

³ Dhraief Amine, Mobility and multihoming convergence, thèse de doctorat, Institut Mines-Télécom-Télécom Bretagne-UEB, 2009

- **Sans transparence** : La perte d'une connexion coupe la session transport ouverte qui l'utilise mais une nouvelle session transport peut être établie.
 - **Avec transparence** : La perte d'une connexion est transparente aux couches au dessus de la couche réseau. i.e. La perte d'une connexion ne perturbe pas les sessions transport sortantes.
- **Partage de charge** : Propagation de la charge du trafic réseau entre les différents FAI qui assurent l'interconnexion avec l'internet. Le partage de charge est atteint quand la charge du trafic est distribuée simultanément entre différentes connexions entre le réseau mobile et l'Internet. Le partage de charge requiert de mettre en place de multiples tunnels qui vont être utilisés simultanément. Ceci permettra l'usage de différents FAI en même temps et offrira un gain important en bande passante.
 - **La performance** : En cas de congestion sur un lien d'interconnexion entre deux réseaux opérateurs, le site « multihomed » doit pouvoir s'assurer que son trafic n'empruntera pas le lien congestionné.
 - **Politique de routage** : Un site doit en toute légalité pouvoir basculer sa connexion à tout moment vers un FAI différent. C'est la possibilité pour un utilisateur ou une application de choisir entre les interfaces disponibles (Sélection d'Interface) pour un problème de coût, d'efficacité,...etc.
 - **Simplicité** : Le multihoming sous IPv6 est plus simple que la solution apportée par Ipv4. La solution actuelle reste compliquée à déployer et à superviser.
 - **Accès permanent et omniprésent** : Le multihoming doit fournir un accès permanent à l'Internet de partout et à tout moment.
 - **Intégration des Préférences** : Cet avantage ou objectif du multihoming vise à fournir à l'utilisateur, l'application ou le fournisseur d'accès la possibilité de choisir la technologie de transmission préférée ou l'accès réseau en se basant sur le coût, l'efficacité, nature des besoins,...etc.⁴

⁴ Amel. Belhabib, Etude du Multihoming dans les Terminaux Mobiles (Sélection d'Interface), mémoire Magister, Université Abou-Bakr Belkaid –Tlemcen-Faculté des Sciences, 2009-2010

IV. Différentes technologies utilisables :

- Multilink PPP: protocole point à point d'agrégation de canaux.
- Multiple defaults into IGP (le protocole de routage interne au site a plusieurs sorties par défaut).
- Tunnel BGP sur plusieurs médias physiques (cas spécial où l'on possède 2 liens vers le même FAI)
- BGP primary/backup (configuration spéciale de BGP, problèmes de rediffusions de routes).
- BGP full routes : configuration BGP laissant le plus de contrôle au site autonome¹.

V. Les Défis du Multihoming :

Réaliser une bonne solution de multi-domiciliation a un certain nombre de défis, ce qui rend difficile de trouver une approche convenable et sans inconvénients.⁵

L'indépendance des fournisseurs d'accès : Par exemple les grandes entreprises ont besoin d'un trafic permanent, et voudraient migrer leurs connexions de manière simple et transparente, sans perturber les sessions ouvertes. Cela par exemple en cas de panne du serveur ou de besoin de partager une grande charge de trafic. Cela éviterait aussi les soucis d'être dépendants d'un fournisseur d'accès qui risque de fermer ses portes sans prévenir.

Un autre défi est celui lors de la sélection d'Interface efficace : Un terminal multi-domicilié possède plusieurs interfaces d'accès hétérogènes et doit à un moment donné choisir l'interface la plus appropriée et qui répond le mieux à ses exigences et préférences. Une meilleure gestion du multihoming fournirait à l'utilisateur la possibilité d'accéder à l'interface qui optimiserait ses bénéfices.

⁵ Amel. Belhabi, Etude du Multihoming dans les Terminaux Mobiles (Sélection d'Interface), mémoire Magister, Université Abou-Bakr Belkaid –Tlemcen-Faculté des Sciences, 2009-2010

VI. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu le multihoming (multi-domiciliation) du point de vue nœud ou terminal. Un nœud multi-domicilié possède plusieurs adresses IP correspondants chacune à l'une des interfaces disponibles sur ce nœud, cela satisfait un nombre de besoins et apporte un nombre de bénéfices potentiels.

Le multihoming offre plusieurs avantages qui ne sont pas encore totalement exploités. En plus de l'accès permanent à l'Internet, il offre la possibilité d'accorder à chaque application en cours d'utilisation, l'interface réseau ou la connexion qui satisfait le mieux ses besoins.

Nous avons choisis le protocole mobile IP, car c'est le futur protocole utilisé dans l'Internet, il traite de manière approfondie la mobilité de terminaux dans tous ses aspects (sécurisation, confidentialité, adressage,... etc.).⁶

Cette solution étant transparent aux couches supérieures dans le but de garder une connexion permanente au réseau et que les applications en cours ne soient pas perturbées par le déplacement et le changement de connexion au réseau par le nœud mobile.

Le chapitre suivant reprend avec tout les détails l'algorithme Dia qui est un algorithme d'aide à la décision multicritère largement utilisé dans le problème de sélection d'interface.

⁶ Fiona Alexander et Nabil Kisrawi, Manuel sur les réseaux IP (Internet Protocol) et sur des sujets et questions connexes, Union internationale des télécommunications, 2005

Chapitre III

LA SIMULATION

I. Introduction :

Lorsqu'un changement s'effectue entre des réseaux possédant des technologies hétérogènes ou hétérogènes (Handover). Dans ce cas, la sélection de la meilleure interface (nouveaux point d'accès) est un problème décisionnel dans laquelle une interface dépend de plusieurs paramètres comme les conditions du réseau, la nature de l'application, les préférences utilisateur, la sécurité, le coût et la qualité des services offerts.

Dans notre travail, nous abordons la question de la sélection de l'interface où un terminal mobile ayant plusieurs interfaces doit pouvoir sélectionner à tout moment, la meilleure interface ou la meilleure technologie d'accès selon les caractéristiques du réseau, l'utilisateur préférences, la qualité de l'application des exigences de service, Les politiques des opérateurs, etc.

Lorsqu'un changement s'effectue entre des réseaux possédant des technologies hétérogènes ou hétérogènes (Handover). Dans ce cas, la sélection de la meilleure interface est un problème décisionnel qui comporte plusieurs alternatives (interfaces ou réseaux) et des attributs (l'interface caractéristiques, les préférences de l'utilisateur ...). Diverses approches ont été proposées, parmi eux, les méthodes d'Aide à la Décision MultiCritères (MADM) - précédemment détaillés dans la chapitre I -.

La prémisse fondamentale de TOPSIS est que la meilleure alternative devrait avoir la distance la plus courte par rapport à la solution idéale positive (Composée de la meilleure valeur pour chaque attribut sur alternatives) et la plus grande distance avec la solution idéale négative (composée de la pire valeur de chaque attribut). Se pondant elle souffre d'une anomalie de classement lors la suppression d'une alternative.

Dans ce chapitre, nous allons étudier puis contredire l'article d'innovation de l'algorithme Dia (distance alternative idéale) - appartenant à la catégorie ADMC- publier dans « *MobiWac '08*, October 30-31, 2008, Vancouver, BC, Canada » intitulé ainsi « The Distance to the Ideal Alternative (DiA) Algorithm for Interface Selection in Heterogeneous Wireless Networks » réalisé par Phuoc Nguyen Tran et Nadia Boukhatem. D'parés ces fondateurs, l'algorithme résous le problème d'anomalie de classement.

Notre contribution a porté sur la rectification de l'algorithme Dia, afin de sélectionner de façon dynamique la meilleure interface tout en assurant qu'aucune anomalie de classement ne se produira, autrement dit, la suppression d'une alternative (exemple lors de la déconnexion d'un réseau) n'influence pas l'ordre de classement des alternatives. **Cette rectification peut être reconnue comme innovation d'un nouvel algorithme Distance to Worst Alternative (Dwa).**

Ce mécanisme est plus complet par rapport aux méthodes MADM mentionnées précédemment au chapitre II. Pour le reste, nous considérons six attributs associés à cinq interfaces réseau (UMTS, 802.11a, 802.11b, 802.11n, et 4G). Les attributs sont:

- Débit (D) : la vitesse d'une connexion pour une interface. Elle peut être exprimée en Kilobit par seconde.
- Le retard de paquet (R): une mesure de la variation moyenne de retard dans le système d'accès. Cela peut être mesuré en millisecondes.
- Utilisation (U): une mesure de l'utilisation actuelle du réseau d'accès ou la liaison sans fil. Elle peut être exprimée en pourcentage.
- La perte de paquets (P): une mesure du taux moyen de perte de paquets dans le système d'accès sur une durée de temps considérable. Il peut être exprimé en des pertes de paquets par million paquets.
- Le Coût par Bit(CB) : mesure le coût monétaire de chaque fournisseur d'accès. Il peut être exprimé en Dinar Algérien par bit.

Nous utilisons aussi un vecteur de poids (W) dont le débit est nettement important par rapport à tous les paramètres de qualité de service (QoS) puisque l'utilisateur cherche avoir un haut débit et avec un coût réduit tout en minimisant le reste des paramètres. Ci-dessous, le tableau III.1 représente la matrice (R) initiale de ayant les valeurs de jugement.

$$W = [0.6 \ 0.2 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.05 \ 0.05]$$

	D(Kbit/s)	CB(da/bit)	G(ms)	R(ms)	U(%)	P(p/10 ⁶)
UMTS	400	100	50	400	10	100
802.11a	3000	20	25	200	20	20
802.11b	1000	10	15	100	20	15
802.11n	1300	5	30	150	40	20
4G	1200	30	20	100	20	15

Tableau III.1 : Matrice de jugement initiale

II. Algorithme Dia :

1. Principe de fonctionnement :

Pour éviter la limitation de TOPSIS, l'algorithme Dia calcule la Distance Manhattan (dans l'espace à m dimensions) aux attributs positifs et négatifs idéaux pour chaque attribut au lieu de la distance euclidienne dans TOPSIS. Cela permet à ces distances à changer de manière uniforme lorsqu'une alternative est retirée de la liste des candidats.

De plus et celons leur fondateurs, l'alternative idéale positive (PIA) est déterminée de façons qu'il aura la distance minimale à l'attribut idéal positif et la distance maximale à l'attribut idéal négatif et le meilleur "actuel" alternatif a la distance la plus courte du PIA à la place de la proximité par rapport à la solution idéale dans TOPSIS.

III. Algorithme Distance to the Worst Alternative (Dwa):

1) Principe :

L'algorithme (Dwa) que nous venons de le proposé, est une rectification de l'algorithme Dia puisqu'il suit le même principe de fonctionnement. En faite le point de référence PIA ne représente que l'alternative la plus mauvaise "globalement" d'où le nom de notre innovation DWA (Distance to worst alternative) s'inspire.

L'algorithme (Dwa) cherche à déterminer la meilleure alternative ayant la distance la plus grande par rapport au point de repère DWA « l'alternative la plus mauvaise » (contrairement à Dia qui cherche la plus petite distance) à la place de la proximité par rapport à la solution idéale dans TOPSIS.

Cela permet à ces distances à changer de manière uniforme lorsqu'une alternative est retirée de la liste des candidats.

2. Etapes de l'algorithme Dia :

Identiquement à TOPSIS, le fonctionnement du Dia se déroule comme suite :

○ Normalisation :

Cette phase est très importante vu que les attributs (critères) non pas les même unités de mesures, il faut les mettre tous dans un échèle commun, d'ou le terme normalisation est inspiré. Prenons comme exemple le critère cour par bit (CB), la normalisation se fait comme suite pour tous les critères. Nous mettons à jours la matrice initiale et nous obtenons ainsi une nouvelle matrice normalisée (R_{norm}).

$$(CB_{norm}) = \frac{CB}{\sqrt{\sum_{i=1}^N CB_i^2}}$$

$$V_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} D1_{norm} \quad CB1_{norm} \quad G1_{norm} \quad R1_{norm} \quad U1_{norm} \quad P1_{norm} \\ D2_{norm} \quad CB2_{norm} \quad G3_{norm} \quad R2_{norm} \quad U2_{norm} \quad P2_{norm} \\ D3_{norm} \quad CB3_{norm} \quad G3_{norm} \quad R3_{norm} \quad U3_{norm} \quad P3_{norm} \\ D4_{norm} \quad CB4_{norm} \quad G4_{norm} \quad R4_{norm} \quad U4_{norm} \quad P4_{norm} \\ D5_{norm} \quad CB5_{norm} \quad G5_{norm} \quad R5_{norm} \quad U5_{norm} \quad P5_{norm} \end{array} \right\}$$

○ **Pondération :**

Cette étape consiste à construire une nouvelle matrice pondérée (V), en multipliant à chaque colonne de la matrice normalisé par le vecteur de poids $V=(W) *(R_{norm})$.

D(Kbit/s)	CB(da/bit)	G(ms)	R(ms)	U(%)	P(p/10 ⁶)
-----------	------------	-------	-------	------	-----------------------

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} w1*D1_{norm} & w2*CB1_{norm} & w3*G1_{norm} & w4*R1_{norm} & w5*U1_{norm} & w6*P1_{norm} \\ w1*D2_{norm} & w2*CB2_{norm} & w3*G2_{norm} & w4*R2_{norm} & w5*U2_{norm} & w6*P2_{norm} \\ w1*D3_{norm} & w2*CB3_{norm} & w3*G3_{norm} & w4*R3_{norm} & w5*U3_{norm} & w6*P3_{norm} \\ w1*D4_{norm} & w2*CB4_{norm} & w3*G4_{norm} & w4*R4_{norm} & w5*U4_{norm} & w6*P4_{norm} \\ w1*D5_{norm} & w2*CB5_{norm} & w3*G5_{norm} & w4*R5_{norm} & w5*U5_{norm} & w6*P5_{norm} \end{pmatrix}$$

○ **Détermination des solutions idéales positives et négatives :**

Pour chaque attribut (colonne) de la matrice pondéré nous définissons sa meilleure (solution idéale positive) et mauvaise valeur (solution idéale négative). La définition des ces valeurs dépend de la nature des attributs, mais dans le cas générale se sont le maximum et le minimum de chaque colonne respectivement.

$$A_i^+ = \text{MAX}_j (V_{ij})$$

$$A_i^- = \text{MIN}_j (V_{ij})$$

Avec :

- i : Indice des colonnes (critères).
- j : Indice des alternatives (interfaces).
- V_{ij} : matrice pondérée.
- A_i^+ : Solution idéale positive du critère « i ».
- A_i^- : Solution idéale négative du critère « i ».

○ **Distance entres alternatives et les solutions idéales :**

L’algorithmme Dia calcule la Distance Manhattan (dans l'espace à m dimensions) aux attributs positifs et négatifs idéaux pour chaque alternative comme suite :

$$D^+ = \sum |V_{ij} - A_i^+|$$

$$D^- = \sum |V_{ij} - A_i^-|$$

○ **Détermination du PIA :**

L’algorithmme Dia considère comme point de référence dans un plan (D^+ , D^-), la valeur minimale de D^+ et le maximum de D^- . Ce point ($\text{MIN}(D^+), \text{MAX}(D^-)$) définit - toujours d’après leurs fondateurs- l’alternative idéale positive (PIA).

○ **Détermination du rang :**

C’est la dernière étape dans le processus de la décision du meilleur réseau disponible. Elle consiste à ranger les valeurs distances (voir l’équation ci-dessous) avec un ordre croissant ou décroissant afin de choisir l’interface ayant la plus petite distance par rapport au PIA. Le niveau de préférence « R » (exprimant la distance) est représenté par la formule suivante :

$$R = \sqrt{((D^+) - \min(D^+))^2 + ((D^-) - \max(D^-))^2}$$

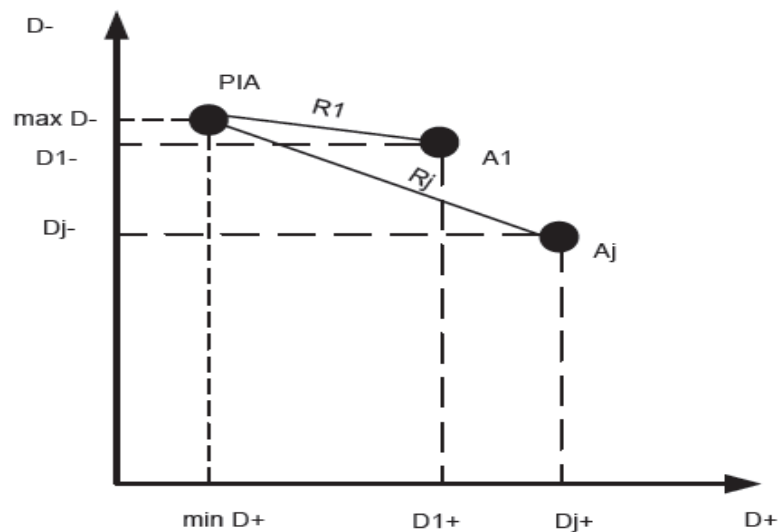


Figure 1 : meilleur alternative

La figure ci-dessus montre une représentation graphique de deux interfaces et le point de référence PIA. Il est clair que le réseau A1 à la plus petit distance vis-à-vis le PIA autrement dit, alors il sera la meilleure interface choisie.

IV. Démonstration:

Nous présentons dans cette partie une démonstration mathématique qui prouve théoriquement que l'algorithme Dwa ne souffre pas d'anomalie de classement lors de la suppression d'une alternative (un des réseaux n'est plus joignable) en vue d'un problème technique ou une mise à jours au de se dernier.

Considérons le classement des interfaces réseaux suivant $A_1 > A_2 > A_2 \dots > A_n$, associé aux rangs R_1, R_2, \dots, R_n , autrement dit : « A1 » est la meilleur interface et « An » est la plus mauvaise.

En suppose qu'une alternative « Aj » ayant la meilleur valeur d'attribut $A_k^{+(old)}$ dans la « k » ième colonne sera supprimée de la matrice de jugement.

Dans ce cas là, une nouvelle valeur -par conséquent plus petit que la précédente $A_k^{+(old)}$ - pour la meilleur valeur d'attribut $A_k^{+(new)}$ émerge. Par contre la plus mauvaise valeur d'attribut A_k^- ne sera pas influencer pas ce changement.

$$A_k^{+(old)} > A_k^{+(new)}$$

En désigne par « d », la distance entre la nouvelle et l'ancienne meilleure valeur d'attribut.

$$d = |A_k^{+(old)} - A_k^{+(new)}|$$

Calculons maintenant la distance de Manhattan de la « k » ième colonne avant et après la suppression.

$$D_{ik}^{+(old)} = |V_{ij} - A_i^{+(old)}| \dots \dots \dots (1)$$

$$D_{ik}^{+(new)} = |V_{ij} - A_i^{+(new)}| \dots \dots \dots (2)$$

A partir de (1) et (2) nous calculons la distance et nous obtenons :

$$|D_{ik}^{+(old)} - D_{ik}^{+(new)}| = |A_k^{+(old)} - A_k^{+(new)}| = d.$$

Pour cette raisons la distance entre tout les attributs et la meilleure valeur d'attribut va se décrémenter uniformément avec la distance « d ».

$$|D_i^{+(old)} - D_i^{+(new)}| = |\sum_{j=1}^m D^{+new} - \sum_{j=1}^m D^{+old}| = |D_{ik}^{+(old)} - D_{ik}^{+(new)}| = d.$$

De plus, il y en est de même pour la nouvelle valeur minimale de (D^+) , elle se décrémente avec la même distance « d » et le en peut déduire par la suite que l'ancienne distance par rapport au PIA d'une alternative reste la même que la nouvelle distance. Autrement dit, le rang du classement d'ordre de préférence entres les différents interfaces ne change pas $(R_i^{new} = R_i^{old})$, $(R_1 < \dots < R_{j+1} < \dots < R_n)$,

$$|MIN(D_i^{+(old)}) - MIN(D_i^{+(new)})| = d$$

$$\begin{aligned} R_i^{new} &= \sqrt{((D^+)_{new} - \min(D^+)_{new})^2 + ((D^-) - \max(D^-))^2} \\ &= \sqrt{(((D^+)_{new} - d) - (\min(D^+)_{old}) - d)^2 + ((D^-) - \max(D^-))^2} \\ &= \sqrt{((D^+)_{old} - \min(D^+)_{old})^2 + ((D^-) - \max(D^-))^2} = R_i^{old} \end{aligned}$$

Si une alternative « A_j » ayant la plus mauvaise valeur d'attribut $A_k^{+(old)}$ dans la « k » ième colonne sera supprimée de la matrice de jugement. Les distances D^- des alternatives vis-à-vis la plus mauvaise valeur d'attribut va s'incrémenter uniformément avec la même distance « d ». Comme analysé ci-dessus, la distance des interfaces par rapport au PIA par conséquent ne change pas.

V. Simulation :

Dans cette session, nous présentons une application logicielle en langage java de différents algorithmes d'aide à la Décision Multicritères dont le but de tirer profit de la performance de l'algorithme DWA.

Le tableau ci-dessous illustre les résultats de classements obtenus après avoir appliqué les algorithmes : SAW PW TOPSIS, Dia et DWA.

	WP	SAW	TOPSIS	DIA	DWA
UMTS	1	5	5	1	5
802.11a	2	1	1	5	1
802.11b	5	4	4	3	3
802.11n	3	2	2	4	2
4G	4	3	3	2	4

Tableau 1 : Résumé de la simulation

- Changement d'échelle de mesure d'un critère du (milliseconde) en (nanoseconde).

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie

جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

SELECTION D'INTERFACE **Vecteur des poids:**

selectinner un algorithme: EXECUTER WP ACTUALISER

Collonnes: Ajouter Supprimer

Linges: Ajouter Supprimer

	0.5	0.3	0.05	0.05	0.05	0.05
	Débit(kb/s)	CB(cent...)	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per 10...)
UMTS	400	100	50	400	10	100
802.11a	3000	20	25	200	20	20
802.11b	1000	10	15	100	20	15
802.11n	1300	5	30	150	40	20
4G	1200	30	20	100	20	15

RESUME :

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد
Tlemcen Algérie

تلمسان الجزائر

SELECTION D'INTERFACE **Vecteur des poids:**

selectinner un algorithme: EXECUTER SAW

ACTUALISER

RESUME :
Le Produit Pondéré est calculée comme suite: $[(cirtère1 * poid1) + (cirtère2 * poid2) + \dots + (cirtèreN * poidN)]$

Colonnes: Ajouter Supprimer

Linges: Ajouter Supprimer

0.6 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...)	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...)	SAW
UMTS	400	100	50	400	10	100	5.0
802.11a	3000	20	25	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	4.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	2.0
4G	1200	30	20	100	20	15	3.0

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد
Tlemcen Algérie

تلمسان الجزائر

SELECTION D'INTERFACE **Vecteur des poids:**

selectinner un algorithme: EXECUTER SAW

ACTUALISER

RESUME :
Le Produit Pondéré est calculée comme suite: $[(cirtère1 * poid1) + (cirtère2 * poid2) + \dots + (cirtèreN * poidN)]$

Colonnes: Ajouter Supprimer

Linges: Ajouter Supprimer

0.6 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...)	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...)	SAW
UMTS	400	100	50000	400	10	100	2.0
802.11a	3000	20	25000	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15000	100	20	15	5.0
802.11n	1300	5	30000	150	40	20	3.0
4G	1200	30	20000	100	20	15	4.0

Les résultats montrent qu'un simple changement de l'unité de mesure peut entraîner une falsification des résultats concernant l'ordre de préférences.

- Exécution du TOPSIS avant et après la suppression d'un interface.

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد
Tlemcen Algérie

تمساج الجزائر

SELECTION D'INTERFACE

selectinner un algorithme:

EXECUTER Topsis

ACTUALISER

RESUME :

TOPSIS est l'acronime de :Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

Collonnes:

Ajouter Supprimer

Linges:

Ajouter Supprimer

Vecteur des poids:

0.7 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...	TOPSIS
UMTS	400	100	50	400	10	100	5.0
802.11a	3000	20	25	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	4.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	2.0
4G	1200	30	20	100	20	15	3.0

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد
Tlemcen Algérie

تمساج الجزائر

SELECTION D'INTERFACE

selectinner un algorithme:

EXECUTER Topsis

ACTUALISER

RESUME :

TOPSIS est l'acronime de :Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

Collonnes:

Ajouter Supprimer

Linges:

Ajouter Supprimer

Vecteur des poids:

0.7 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...	TOPSIS
802.11a	3000	20	25	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	3.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	2.0
4G	1200	30	20	100	20	15	4.0

En supprimons la première ligne (UMTS) qui correspond au dernier rang, nous obtenons un changement remarquable. Les interfaces 802.11b et 4G se sont permuté leurs valeurs de préférences tant dit que les autres interfaces restaient inchang.

- Exécution de l'algorithme Dia avant et après la suppression d'une interface.

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie

جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

SELECTION D'INTERFACE **Vecteur des poids:**

selectinner un algorithme: EXECUTER DIA

ACTUALISER

RESUME :
DIA est l'acronime de : Distance to Ideal Alternative

Collonnes: Ajouter Supprimer

Linges: Ajouter Supprimer

0.7 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...	Dia
UMTS	400	100	50	400	10	100	1.0
802.11a	3000	20	25	200	20	20	5.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	3.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	4.0
4G	1200	30	20	100	20	15	2.0

Basic Application Example

File Help

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie

جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

SELECTION D'INTERFACE **Vecteur des poids:**

selectinner un algorithme: EXECUTER DIA

ACTUALISER

RESUME :
DIA est l'acronime de : Distance to Ideal Alternative

Collonnes: Ajouter Supprimer

Linges: Ajouter Supprimer

0.6 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...	Dia
UMTS	400	100	50	400	10	100	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	2.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	4.0
4G	1200	30	20	100	20	15	3.0

La simulation montre le résultat que donne l'algorithme Dia **n'est pas du tout correct sémantiquement**. Nous pouvons déduire d'un seul d'œil que le réseau UMTS ne répond pas aux préférences de l'utilisateur. Ce dernier, porte son intérêt majeur au « Débit » et souhaite avoir un « coût » réduit parmi les autres offres. Les valeurs du débit 400 et 100 celle du coût ne sont pas convenables.

De plus lors de la suppression de l'interface ayant le dernier rang (802.11a).le classement des alternatives change par conséquence. Les interfaces 802.11b et 4G se sont permuté leurs valeurs de préférences tant dit que les autres interfaces restaient inchangées.

Exécution de l'algorithme DWA avant et après la suppression d'une interface.

SELECTION D'INTERFACE

Vecteur des poids: 0.6 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...)	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...)	DWA
UMTS	400	100	50	400	10	100	5.0
802.11a	3000	20	25	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	3.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	2.0
4G	1200	30	20	100	20	15	4.0

SELECTION D'INTERFACE

Vecteur des poids: 0.6 0.2 0.05 0.05 0.05 0.05

	Débit(...)	CB(ce...)	J(ms)	D(ms)	U(%)	L(per1...)	DWA
802.11a	3000	20	25	200	20	20	1.0
802.11b	1000	10	15	100	20	15	3.0
802.11n	1300	5	30	150	40	20	2.0
4G	1200	30	20	100	20	15	4.0

Nous pouvons constater que la suppression d'une interface n'a aucune influence sur le classement en appliquons notre algorithme Dwa.

Comme déjà cité précédemment, Notre contribution consiste à faire une rectification de l'algorithme Dia. En faite le point (PIA) représente sur le plan géométrique la plus mauvaise alternative (c'est le pire des cas possibles). Il suffit de choisir la plus grand distance pour que l'algorithme Dia fonctionne et non plus la plus petite.

Conclusion :

Dans ce document nous avons présenté quelques algorithmes ADMC les plus fréquemment utilisés pour les problèmes décisionnels (dans notre cas la sélection d'interface réseau pour les mobiles), il s'agit d'une étude comparative entre les algorithmes suivants : la somme pondéré, le produit pondéré, TOPSIS, Dia et DWA.

Nous avons aussi montré que la somme pondéré n'est plus une méthode de calcules valable, elle peut entrainer un risque de falsifier les résultats. Le Produit luis aussi n'est pas du tout, d'un point vu pratique, une méthode de sélection valable, il suffit d'voir une seul valeur dans la matrice de jugement égale à zéro (exp : une interface offre ces services a titre gratuit comme Bluetooth) et la décision ne peut pas être pris.

La simulation a confirmé que l'algorithme TOPSIS souffre de l'anomalie de classement. Nous avons montré que l'algorithme (Dia) lui aussi ne s'échappe non plus de cette problématique -contrairement à ce que affirme l'article ⁽⁷⁾- tant dit que Dwa est plus robuste. Comme perspective nous proposons de faire un étude similaire en comparant l'algorithme Distance to the worst Alternative (Dwa) aux autres méthodes citées dans le chapitreI à savoir AHP et PROMETHEE puis essayer de s'approcher des operateurs de téléphone mobile et appliquer cette simulation dans un monde réel.

⁷ P.N. Tran and N. Boukhatem. "The distance to the ideal alternative(DiA) algorithm for interface selection in heterogeneous wireless networks", Proceedings of The 6th ACM international symposium on Mobility anagement and wireless access (MobiWac08), Pages 61-68, Oct.2008

Liste des Tableaux

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : exemple de gestion des déchets où le déchet exprimé en tonne.....	35
Tableau 2 : exemple de gestion des déchets où le déchet exprimé en Kilogramme.....	35
Tableau 3 : exemple des notes d'étudiants.....	35
Tableau 4 : Matrice de jugement initiale.....	23
Tableau 5 : Résumé de la simulation.....	29

ANNEX

ANNEXE :

	Cout (DA)	Déchet(tonne)	Somme pondéré	Le RANG
Société A	100000	5000	81000	3
Société B	80000	10000	66000	2
Société C	40000	20000	36000	1
poids	4/5	1/5	5/5	---

Tableau 1 : exemple de gestion des déchets où le déchet exprimé en tonne.

	Cout (DA)	Déchet(Kg)	Somme pondéré	Le RANG
Société A	100000	5000 000	1080 000	1
Société B	80000	10000 000	2064 000	2
Société C	40000	20000 000	4032 000	3
poids	4/5	1/5	5/5	---

Tableau 2 : exemple de gestion des déchets où le déchet exprimé en Kilogramme.

	Matière1	Matière2	Matière3	Matière4	Somme pondéré
Etudiant A	8	8	7	4	81
Etudiant B	7	7	8	10	80
poids	4	3	3	1	---

Tableau 3 : exemple des notes d'étudiants.

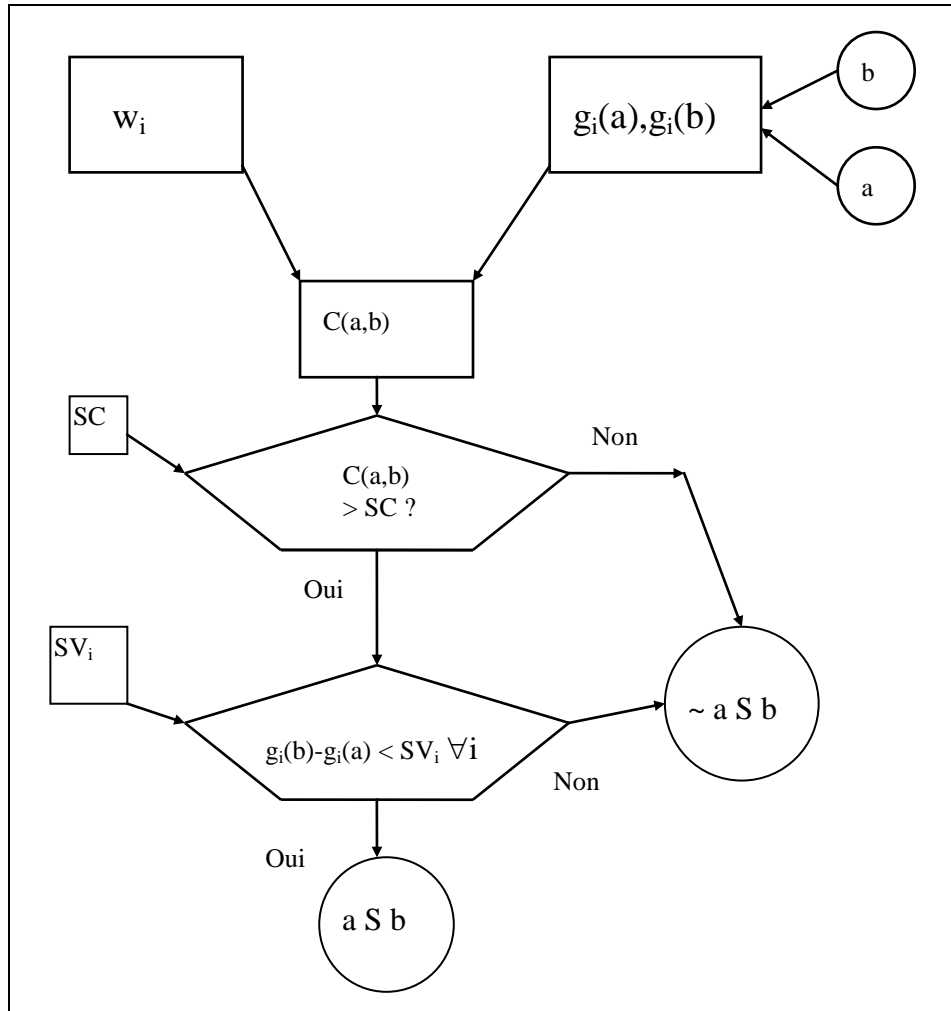


Figure1 : Schéma expliquant le déroulement de la méthode ELECTRE I

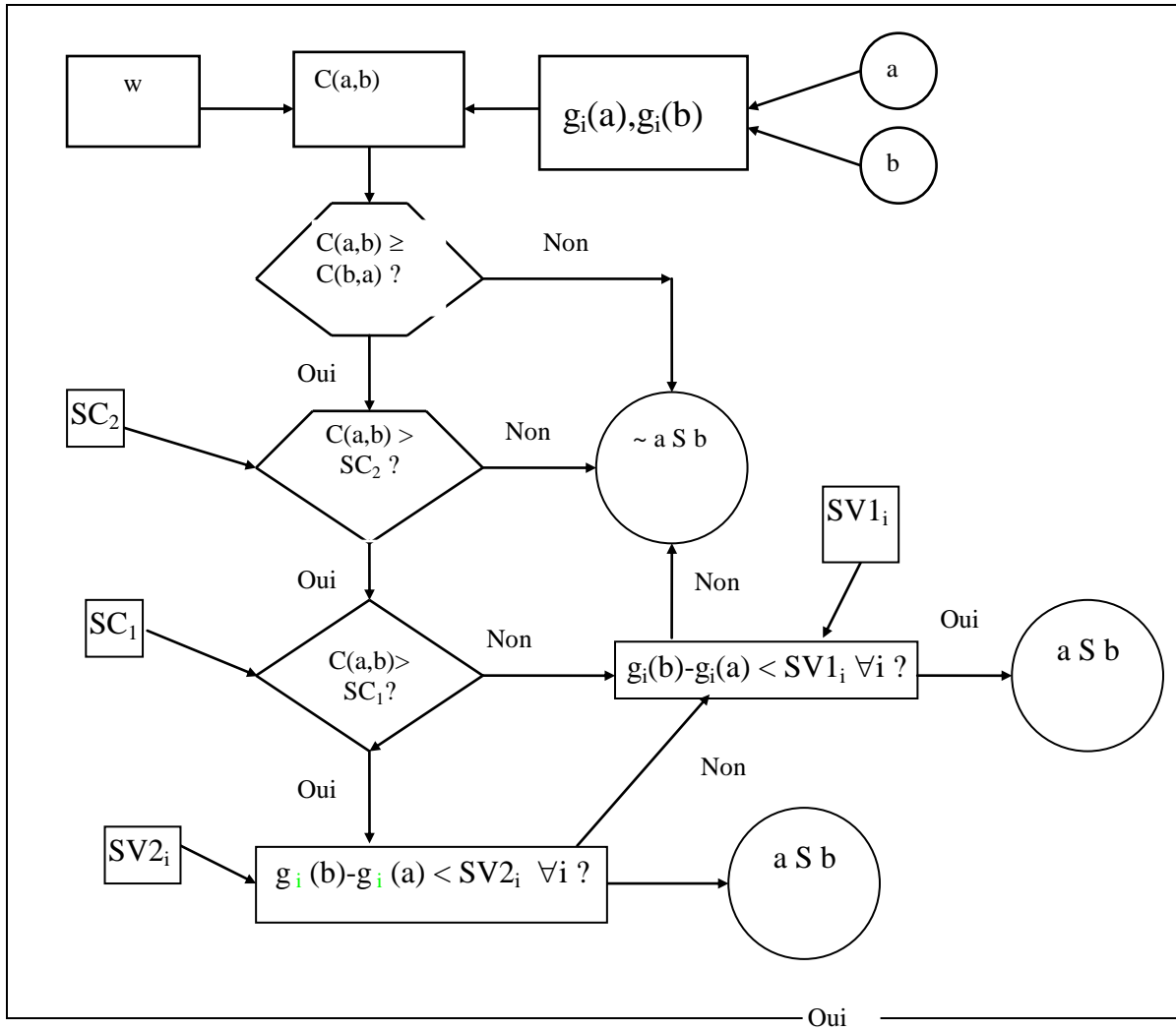


Figure2 : Schéma de ELECTRE II

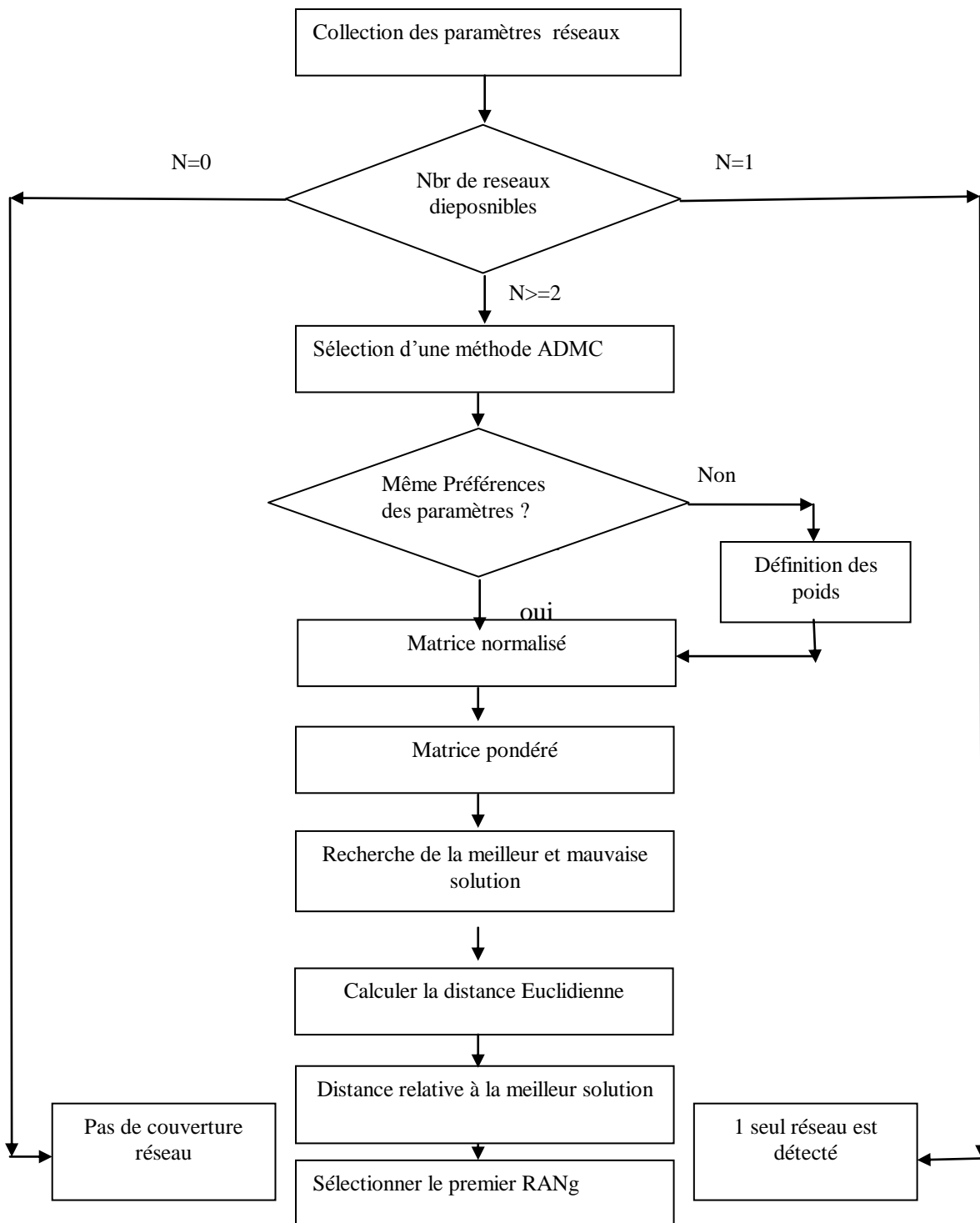


Figure3 : Schéma de l'algorithme TOPSIS

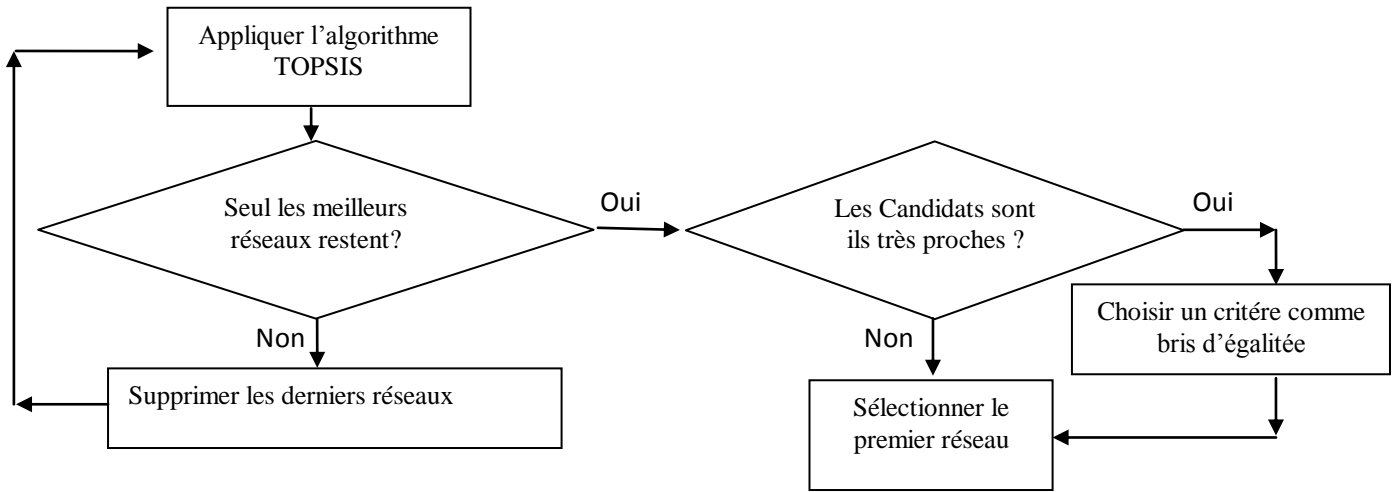


Figure4 : Schéma de l'algorithme TOPSIS Itérative

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :

Références livres, article et revus:

- 1) P.N. Tran and N. Boukhatem. “The distance to the ideal alternative(DiA) algorithm for interface selection in heterogeneous wireless networks”, Proceedings of The 6th ACM international symposium on Mobility anagement and wireless access (MobiWac08), Pages 61-68, Oct.2008
- 2) BERNARD Roy, méthodes multicritères ELECTRE, Presses Polytechniques et universitaire romandes, janvier 1994
- 3) Amel. Belhabi, Etude du Multihoming dans les Terminaux Mobiles (Sélection d’Interface), mémoire Magister, Université Abou-Bakr Belkaid – Tlemcen-Faculté des Sciences, 2009-2010.
- 4) DHRAIEF Amine, Mobility and multihoming convergence, thèse de doctorat, Institut Mines-Télécom-Télécom Bretagne-UEB, 2009
- 5) Fiona Alexander et Nabil Kisrawi, Manuel sur les réseaux IP (Internet Protocol) et sur des sujets et questions connexes, Union internationale des télécommunications, 2005.
- 6) Qingyang Song and Abbas Jamalipour, a network selection mechanism fornex generation networks, University of Sydney, Australia,2005
- 7) Jani Puttonen and Gábor Fekete Department of Mathematical Information Technology interface selection for multihomed mobile hosts, University of Jyväskylä, Finland,2006

Références web :

1. www.ipv6.com/articles/mobile/Mobile-IPv6.htm
2. http://pic.dhe.ibm.com/infocenter/aix/v7r1/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.aix.commadmn%2Fdoc%2Fcommadmndita%2Ftcpip_mobileipv6_intro.htm