

L'APPLICATION DE LA METHODE LINMAP FLOU AUX PROBLEMES DE

SELECTION DE LA TECHNOLOGIE DE TELECOMMUNICATION

(BULANIK LINMAP METODUNUN TELEKOMÜNİKASYON

TEKNOLOJİSİ SEÇİMİ PROBLEMLERİNE UYGULANMASI)

Réalisé par

Melisa ÖZYOL, Ingénieur en Génie Industriel

Thèse

Présenté en vue de

l'obtention du diplôme de

MASTER

en

GENIE INDUSTRIEL

de

L'INSTITUT DES SCIENCES

de

L'UNIVERSITE GALATASARAY

Juin 2007

L'APPLICATION DE LA METHODE LINMAP FLOU AUX PROBLEMES DE

SELECTION DE LA TECHNOLOGIE DE TELECOMMUNICATION

(BULANIK LINMAP METODUNUN TELEKOMÜNİKASYON

TEKNOLOJİSİ SEÇİMİ PROBLEMLERİNE UYGULANMASI)

Réalisé par

Melisa ÖZYOL, Ingénieur en Génie Industriel

Thèse

Présenté en vue de

l'obtention du diplôme de

MASTER

Date de soumission : Mai 18, 2007

Date de soutenance : Juin 12, 2007

Directeur : Yrd. Doç. Dr. Y. Esra ALBAYRAK

Membres de Jury : Yrd. Doç. Dr. Orhan FEYZİOĞLU

Prof. Dr. Cengiz KAHRAMAN (ITU)

PREFACE

Ce mémoire a pour l'objectif de présenter le problème de sélection de la technologie de télécommunication, en prenant en considération la situation actuelle du secteur de télécommunication en Turquie, et l'utilisation de la technique de programmation linéaire pour l'analyse multidimensionnelle des préférences (LINMAP) aux problèmes de ce genre.

Je voudrais remercier à,

Yrd. Doç. Dr. Esra Albayrak, pour me guider avec son expérience tout au long de ce mémoire, et m'encourager toujours à faire mon mieux.

Yrd. Doç. Dr. Müjde E. Genevois, pour avoir m'écouté, et de ne pas me priver de ses conseils précieux.

Ma famille, pour me soutenir toujours et sans condition.

Sheps et Kebeleks, mes chères amies, pour m'inspirer avec leur présence et m'accompagner durant cette année pleine de difficultés et d'accomplissements.

Nevra Örey, pour m'aider garder mon équilibre mental dans les moments désespérés.

Tous que j'ai oublié de mentionner et qui m'ont aidé à réaliser ce projet.

Le 18 mai 2007

Melisa ÖZYOL

TABLE DES MATIERES

PREFACE	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES NOTATIONS	v
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX	x
RESUME	xi
ABSTRACT	xiv
ÖZET	xvii
INTRODUCTION	1
1 TECHNOLOGIE	3
1.1 Classifications de La Technologie	3
1.2 La Technologie dans Le Monde	5
2 GESTION DE TECHNOLOGIE (GT)	8
2.1 Les Processus de la Gestion de Technologie	9
2.2 Les Compétences de Base	11
3 OBTENTION DE LA TECHNOLOGIE	13
3.1 Recherche et Développement	14
3.1.1 Les Générations de R&D	15
3.1.2 Incertitude dans R&D	17
3.1.3 Contributions de R&D aux Compétences	19
3.2 Transfert de Technologie	20
3.2.1 Niveau 1 : Transfert de Technologie sous forme de Boîte Noire	21
3.2.2 Niveau 2 : Transfert de Savoir-faire	22
3.2.3 Niveau 3 : Transfert des Employés	23
3.2.4 Niveau 4 : Transfert d'Equipe	24

4	R&D ET LA TELECOMMUNICATION EN TURQUIE	25
4.1	La Turquie et l'Union Européenne	26
4.2	Les Télécommunications	27
4.2.1	Les Infrastructures de Télécommunication	27
4.2.2	Remarques sur la Situation	29
4.2.3	Disponibilité du Service	30
4.2.4	Aspects d'Investissement	30
4.3	Conclusions	31
5	METHODOLOGIE	32
5.1	Choix de Méthodologie	33
5.2	Le Modèle de Base	33
5.3	Les Concepts de Base	34
5.3.1	Théorie de Base des Nombres Flous Triangulaires	34
5.3.2	Opérations des Nombres Flous Triangulaires	35
5.3.3	Construction du Jugement Flou	36
5.3.4	Distance entre Deux Nombres Flous Triangulaires	38
5.3.5	Solution Idéale Positive	39
5.3.6	La Normalisation	40
5.4	Le Modèle de LINMAP Flou	42
6	APPLICATION	49
6.1	Les Critères d'Evaluation	49
6.2	Les Alternatives	51
6.3	Application Numérique	51
6.4	Conclusions et Recherches Supplémentaires	60
	CONCLUSION	62
	BIBLIOGRAPHIE	64
	APPENDICES	69
	Appendice A	69
	Appendice B	72
	Appendice C	83
	BIOGRAPHIE	85

LISTE DES NOTATIONS

LINMAP	: La Technique de Programmation Linéaire pour l'Analyse Multidimensionnelle de la Préférence (Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference)
DM	: Décideur
ipIQ	: Intellectual Property Intelligence Quotient
GT	: Gestion de Technologie
NRC	: National Research Council
U.S.	: Unites States
R&D	: Recherche et Développement
ST	: Stratégie de Technologie
PET	: Planification et Estimation des Technologies
ET	: Evaluation de Technologies
AT	: Acquisition de Technologies
TT	: Transfert de Technologies
PTALB	: Protection de Technologies, Achat de Licences et de Brevets
CMT	: Commercialisation et Marketing des Technologies
IT	: Intégration de Technologies
UT	: Utilisation de Technologie
GC	: Gestion des Connaissances
UE	: Union Européenne
ATT	: Autorité de Télécommunications Turque
OCDE	: Organisation de Coopération et de Développement Economiques
PSTN	: Public Switched Telephone Networks
PC	: Ordinateur Personnel
NPV	: La valeur nette
IRR	: Le taux interne de rendement

PB	: La période de remboursement
ROI	: Le retour sur l'investissement
AHP	: Le Processus Analytique Hiérarchisé (Analytic Hierarchy Process)
PDMC	: Prise de Décision à Multicritères
A_i	: La $i^{\text{ème}}$ alternative
C_j	: Le $j^{\text{ème}}$ critère de décision (attribut)
D	: La matrice de décision à nombres exacts
x_{ij}	: L'évaluation de l'alternative A_i par rapport à l'attribut C_j
w	: Le vecteur de poids
w_j	: Le $j^{\text{ème}}$ élément du vecteur de poids
\tilde{x}_{ij}	: Le nombre flou triangulaire montrant l'évaluation de l'alternative A_i par rapport à l'attribut C_j
\tilde{A}	: Un ensemble flou convexe
NFT	: Nombre Flou Triangulaire
N	: Un Nombre Flou Convexe
R	: L'ensemble des nombres réels
m	: La Valeur Modèle
l	: La Valeur Inférieure de l'appui de M
u	: La Valeur Supérieure de l'appui de M
K	: L'univers des termes de langage naturel
Y	: L'univers des interprétations cognitives
\tilde{M}	: Une carte perceptuelle
S	: L'ensemble d'échelle linguistique
TFo	: Très Fort
Fo	: Fort
M	: Médiocre
Fa	: Faible
TFa	: Très Faible
A^*	: La solution idéale positive
x_j^*	: La meilleure valeur du $j^{\text{ème}}$ attribut entre toutes les alternatives disponibles

P_p	: Le $p^{\text{ième}}$ décideur
\tilde{D}^p	: La matrice de décision pour $DM P_p$.
\tilde{Y}^p	: La matrice floue normalisée de décision pour $DM P_p$.
\tilde{a}^*	: La solution floue idéale positive
d_i	: La distance euclidienne pondérée entre \tilde{Y}_i^p et \tilde{a}^*
S_i^p	: Le carré de la distance euclidienne pondérée entre \tilde{Y}_i^p et \tilde{a}^*
Ω^p	: L'ensemble des paires de préférence pour le $DM P_p$.
ρ_p	: La relation de préférence donnée par le $DM P_p$.
B	: L'inconvenance totale de la paire d'alternative (k, l)
G	: La convenance totale de la paire d'alternative (k, l)
s.c.	: Sous les contraintes
h	: Un nombre positif arbitraire
ε	: Un nombre choisi arbitrairement entre 0 et $1/m$, où m est le nombre de critère
λ_{kl}^p	: Une variable de décision qui est égale à 0 ou $S_l^p - S_k^p$
Z_{kl}^p	: Une variable de décision qui est égale à 0 ou $S_k^p - S_l^p$
C_1	: Premier Critère, La Flexibilité
C_2	: Deuxième Critère, La Capacité
C_3	: Troisième Critère, La Vitesse
C_4	: Quatrième Critère, L'Accessibilité
C_5	: Cinquième Critère, Le Coût Initial
C_6	: Sixième Critère, Le Coût Annuel
C_7	: Septième Critère, La Sécurité
C_8	: Huitième Critère, Le Benchmarking / L'Analyse Comparative
C_9	: Neuvième Critère, L'Utilité
C_{10}	: Dixième Critère, Le Support Stratégique
C_{11}	: Onzième Critère, Le Risque
C_{12}	: Douzième Critère, La Durée de Réalisation
GPRS	: General Packet Radio Service

APN	: Nom de Point d'Accès
A ₁	: Première Alternative, GPRS avec APN corporel
A ₂	: Deuxième Alternative, GPRS Public
A ₃	: Troisième Alternative, Les Lignes Téléphoniques Traditionnelles
PDV	: Point de Vente
IP	: Internet Protocol
GSM	: Global System for Mobile Communications
RHS	: Right Hand Side, c'est-à-dire second membre
X	: Le vecteur des variables de décision
W	: Le vecteur de poids
V	: Le vecteur des variables $\tilde{v}_j = w_j \tilde{a}_j^*$
L	: Le vecteur des variables $Z_{kl}^p = \max \{0, S_k^p - S_l^p\}$,
OBJ	: Le vecteur de coefficients des variables de décision dans la fonction d'objectif
AB	: La matrice des coefficients pour les contraintes de la forme \leq
C	: Le vecteur des coefficients pour la contrainte "somme des $w_j = 1$ "
b	: Le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes de la forme \leq
c	: Le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes "somme des $w_j = 1$ "
lb	: Le vecteur de borne inférieure pour toutes les contraintes
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 : Le Schéma des Relations parmi les Processus de GT	10
Figure 3.1 : Les différents niveaux du transfert de technologie	21
Figure 5.1 : Une des fonctions d'appartenance possibles du nombre flou triangulaire N	35
Figure 5.2 : La fonction d'appartenance des valeurs linguistiques	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Activité de Brevets US ventilées par secteur d'activité économique et par région du monde, en pourcentage des 2500 plus grandes entreprises technologiques mondiales, 2005.	6
Tableau 5.1 : L'échelle triangulaire de la conversion floue	38
Tableau 6.1 : Informations de décision et les évaluations des alternatives	52
Tableau 6.2 : \tilde{Y}^1 - La matrice floue normalisée pour le premier expert	52
Tableau 6.3 : \tilde{Y}^2 - La matrice floue normalisée pour le deuxième expert	53
Tableau 6.4 : \tilde{Y}^3 - La matrice floue normalisée pour le troisième expert	53

RESUME

Aujourd'hui, dans un monde où l'information est devenue une nécessité, l'homme vit à l'âge d'information. L'information est l'élément essentiel de la connaissance, et la connaissance est la voie qui mène aux décisions justes. Pour donner de bonnes décisions, les entreprises ont besoin d'être bien informées et une bonne partie de ces informations est collectée par l'intermédiaire des systèmes de télécommunications. Si le corps humain était le monde, et l'information était le sang, les télécommunications seraient les veines dans lesquelles circule le sang, l'information, à tout coin du corps, le monde.

Pour profiter des apports de la télécommunication il faut d'abord choisir la bonne technologie de télécommunication. Dû aux changements rapides des technologies, surtout pour les technologies de télécommunication où les changements ont été surprenants dans les deux dernières décennies, les entreprises sentent des difficultés en leur trouvant des technologies adéquates. Dans le but de suivre les changements et de trouver des technologies adéquates pour développer l'avantage compétitif de leurs entreprises, les exécuteurs doivent premièrement connaître les capacités technologiques de leurs entreprises. C'est à ce point là que la gestion de la technologie (GT) révèle son importance.

La gestion de technologie ne s'agit pas uniquement d'acquérir de nouvelles technologies, elle s'agit aussi de gérer les capacités technologiques de l'entreprise. La GT consiste en plusieurs processus l'un desquels est l'évaluation des technologies. A la fin de ce processus l'entreprise a deux choix : produire une technologie alternative à la technologie en question dans son département de Recherche et Développement (R&D) ou la transférer.

Si une entreprise a les capacités technologiques nécessaires pour produire la technologie, et si elle n'est pas dans le besoin immédiat de la technologie, elle peut choisir de la développer dans son département de R&D. En plus ces activités de R&D aideraient développer la capacité technologique et les compétences de base de l'entreprise.

Un autre moyen d'obtenir une technologie est le transfert. Il y a quatre niveaux de transfert de technologie. Le premier est le transfert en boîte noire où il y a seulement le transfert de la technologie ou du brevet. Deuxième niveau de technologie est le transfert du savoir-faire. A ce niveau il y a le transfert de technologie plus le transfert de la connaissance sur la façon dont la technologie a été développée et les décisions de conception. Dans le troisième niveau de transfert, un personnel principal de l'équipe de développement de la technologie fait partie du transfert avec le savoir-faire et les technologies transférées. Et dernièrement le quatrième niveau, le niveau le plus haut du transfert, s'agit du transfert de toute l'équipe de développement, du savoir-faire, et de la technologie au concessionnaire.

Surtout en Turquie, où la R&D n'est pas suffisamment développée et le transfert des technologies de télécommunication est souvent sujet à des obstacles bureaucratiques, l'acquisition de nouvelles technologies est encore plus difficile. En plus, en Turquie même les entreprises meneuses du secteur ne sont pas en position de choisir une technologie entre plusieurs alternatives. En télécommunication, dû aux changements rapides, les technologies de haut niveau ne sont pas alternatives, elles sont plutôt complémentaires l'une à l'autre. Donc le problème de décision des entreprises majeures n'est pas "quelle technologie transférer" mais "dans quel ordre transférer". Sous la lumière de ces informations il est décidé d'étudier dans ce mémoire les transferts de technologie de bas niveau.

Le but de ce mémoire est de montrer l'utilisation d'une technique de programmation linéaire floue pour la décision de groupe à multicritères en utilisant l'information sur les préférences d'alternative de décideurs pour adresser le problème de sélection de technologie. Pour refléter l'information subjective des décideurs sur les préférences et

pour déterminer le vecteur de poids des attributs, la technique de programmation linéaire pour l'analyse multidimensionnelle des préférences (LINMAP) est utilisée en combinaison avec les nombres flous. La méthode LINMAP est basée sur la comparaison par paires des alternatives, donnée par les décideurs (DM), et elle génère l'alternative la mieux compromise comme la solution qui a la plus petite distance à la solution idéale positive. Le but du mémoire est donc de développer un modèle pour résoudre le problème de sélection de technologie en utilisant LINMAP, où les préférences des décideurs sont données dans une relation floue.

Dans la partie méthodologie du mémoire les concepts de base comme les nombres flous triangulaires et les variables linguistiques, sont présentés et la démarche de la méthode LINMAP flou est expliquée en détailles. Cette méthode est ensuite appliquée à un cas réel.

Dans l'application est réalisé pour résoudre le problème de sélection de technologie de télécommunication pour les machines PDV (Point de Vente) d'une chaîne de supermarché qui est nouvelle entrante dans le marché. Sont déterminés six critères quantitatifs et six critères qualitatifs qui ont un effet sur la décision de sélection, et grâce aux préférences et aux évaluations de trois experts, les trois technologies alternatives sont évaluées pour déterminer la meilleure alternative. Le résultat de cette application est en conformité avec le cas réel.

Enfin, comme la plupart des problèmes de prise de décision à multicritère, le problème de sélection de technologie en télécommunications contient des critères quantitatifs et qualitatifs qui sont évalués en utilisant des données imprécises et le jugement humain. Le modèle de programmation linéaire floue construit dans ce mémoire ordonne les alternatives du problème donné à l'aide des comparaisons exactes ou floues par paires. Différemment des autres méthodes de classement, le LINMAP flou considère aussi les préférences des décideurs. Grâce aux contraintes de normalisation imposées sur les poids le modèle génère des poids positifs et non-zéro pour les critères.

ABSTRACT

Technologies are crucial to the modern company in order to function effectively. Due to the fast changes in technology, especially in telecommunication technologies where the changes have been head spinning over the last two decades, the companies are experiencing difficulties figuring out which technologies are the right ones for them. In order to keep up with these changes and find the right technologies to develop the company's competitive advantage one must first know his company's technological capabilities. That's where the technology management (TM) reveals its importance.

TM is not just about selecting and acquiring new technologies; it's about managing the overall technological capabilities of the company. Technology selection, being just one of the many functions of TM, consists of choosing the appropriate technology for the company given its objectives and its customers' needs. Today there is hardly a business that can survive without technology management in this world. Even the service companies, which have non-physical primary outputs, are technology intensive firms.

When a company decides that it needs a certain technology, it has two options: developing the technology in its Research and Development (R&D) department or buying the technology. For the first option the company has to have the necessary competencies and the time to develop the technology. Well-managed R&D activities not only result with good technologies they also contribute to the technological capacities and competencies of the company. As for the second option, there are two cases of technology transfer: competency driven acquisitions and time driven acquisitions.

Competency driven acquisitions occur when a company needs a certain technology for building its products or solutions and is very unlikely to have the competency to

develop an alternative solution even if one such solution exists. Time driven acquisitions happen when the company has the competencies in house to develop an alternative to the needed technology but needs the technology in a hurry.

In Turkey, it usually is the second case. The telecommunications sector struggles with bureaucratic obstacles, especially the companies that request a license are to face numerous problems and have to wait a long, long time until they obtain their license. Besides, in Turkey the telecommunications technology transfers are not done by finding the best alternative. The leading communications companies try to follow up the global trends and they decide which technology to transfer first. So there are no alternative technologies but a series of new technologies waiting in line to be transferred. Taking these informations into consideration, in this thesis is studied a technology transfer of a lower level where there are competing alternatives.

The technology selection problem is a multi-attribute decision making problem. Both quantitative and qualitative criteria must be present in the model in order to fully grasp the uncertain nature of the technology selection problem. This thesis proposes the use of the linear programming technique for multidimensional analysis of preference (LINMAP) and the fuzzy sets to address this problem. The LINMAP method is based on the pairwise comparisons of alternatives given by decision makers and generates the best compromise alternative as the solution that has the shortest distance to the positive ideal solution.

In methodology, first the basic concepts such as triangular fuzzy numbers, linguistic variables are defined then the fuzzy LINMAP method is described in details.

At the end of the thesis the fuzzy LINMAP model is applied to a real case problem, a supermarket chain's telecommunication technology selection problem for the POS (Point of Sale) machines. In order to find the best alternative, there are six quantitative and six qualitative criteria that are used to evaluate three competing alternatives with the help of the three experts' ratings and preferences. The results of the application are coherent with the real life case results.

Like most multi-attribute decision making problems, the telecommunication technology selection problem includes both qualitative and quantitative attributes, which are assessed using imprecise data and human judgements. The fuzzy linear programming (FLP) model constructed ranks the alternatives of the given problem using both crisp and fuzzy pairwise comparisons between alternatives. Unlike other ranking methods fuzzy LINMAP model includes the preferences of the decision makers. The model also generates, thanks to the normalization constraints imposed on weights, non-zero weights as result.

The fuzzy LINMAP model can be used to generate reliable and consistent ranking order of alternatives in telecommunication technology selection problems where multiple decision makers are involved and the weights of the alternatives are not known a priori.

ÖZET

Teknoloji, bir servis ya da ürün sunmak için gerekli olan bilgi, teknik ve tecrübelerin birleşiminden oluşur ve modern şirketlerin vazgeçilmez bir parçasıdır. Yirmi birinci yüzyılda teknolojik gelişmelerin ivme kazanmasıyla şirketlerin var olan alternatif teknolojiler arasından kendilerine uygun olanı seçmeleri giderek daha da zorlaşmıştır. Özellikle telekomünikasyon alanında son yirmi yılda kat edilen aşama şirketlerin yeni teknoloji seçme sürecini zorlaştırmıştır. Bu seçim sürecinde doğru karar verebilmek için şirketlerin öncelikle kendi teknolojik yetkinliklerini iyi tanımaları gerekmektedir. İşte bu noktada teknoloji yönetiminin önemi ortaya çıkmaktadır.

Teknoloji yönetimi sadece şirketlere yeni teknolojiler kazandırmaktan ibaret değildir. Teknoloji yönetimi şirketin tüm teknolojik yetkinliklerinin yönetimidir, ve birçok alt süreçten oluşur. Bu süreçlerden bir tanesi de teknoloji değerlendirme sürecidir. Bu süreci takiben şirketin önünde iki karar seçeneği bulunmaktadır: ihtiyaç duyulan teknolojiye alternatif bir teknoloji geliştirmek için Ar-Ge (Araştırma-Geliştirme) kararı vermek ya da teknolojiyi transfer etmek.

Şirket söz konusu teknolojiye acilen ihtiyaç duymuyorsa ve teknolojiyi geliştirmek için yeterli altyapıya, kaynağa ve teknik bilgiye sahip olduğunu düşünüyorsa Ar-Ge kararı verebilir. Şirkette sürekli bir Ar-Ge çalışmasının olması şirketin temel yetkinliklerini geliştirmesini ve teknolojik kabiliyetlerini artırmasını sağlar. Bazı durumlarda teknolojiye alternatif geliştirmekle vakit kaybetmek istemeyen şirketlerin, özellikle büyük şirketlerin, teknolojiyi transfer etme yoluna gittikleri de gözlemlenmiştir. Ancak dünya çapında rekabet edebilirlik kazanmak isteyen şirketlerin oldukça önemli Ar-Ge yatırımlarına ihtiyaçları vardır.

Bir diğerk teknoloji edinme yolu da transferdir. Teknoloji transferi yapmadan evvel teknolojinin kimden, hangi şartlarda alınacağı ve transferin türü iyi belirlenmelidir. Teknoloji transferleri dört ana seviyeye ayrılabilir. Bunlardan ilki “Kara kutu” teknoloji transferidir. Bu tür transferlerde sadece patent veya fikri mülkiyet transferi gerçekleşir, garanti koşulları ek anlaşmalara tabidir. İkinci seviye transfer “Teknik Bilgi” transferidir ve alıcı kurum teknolojinin kendisinin yanı sıra gelişim süreci ve çalışma prensibiyle ilgili bilgiler de edinir. Üçüncü seviye transfer “Çalışan” transferi diye adlandırılan transferdir, bu transfer kapsamında teknoloji ve teknik bilgiye ek olarak teknolojiyi geliştiren takımın bir veya birkaç üyesi de alıcıya transfer olur. En üst seviye teknoloji transferi ise “Takım” transferidir. Bir önceki türden farklı olarak burada teknolojiyi geliştiren takımın tamamı alıcı kuruma transfer olur.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, Ar-Ge çalışmalarının sınırlı kalması yüzünden, teknolojik gelişmeler genellikle transferlerle yakalanmaya çalışılmaktadır. Özellikle telekomünikasyon sektöründe transfer yapmak bir bürokratik engel aşıldıktan sonra mümkün olmaktadır: Telekomünikasyon Kurumu’nun bazı işlemleri yavaşlatması sonucu şirketlerin teknoloji lisansı almak için uzun süreler beklemeleri gerekebilmektedir. Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne uyum çalışmaları kapsamında ülkede telekomünikasyon sektöründe bir takım iyileştirmeler yapılmıştır fakat mevcut durum bünyesinde hala birçok sorun barındırmaktadır. Ayrıca Türkiye’de ileri teknolojilerin transferinde, alternatifler arasından birinin seçiminden ziyade mevcut teknolojinin bir iki adım önündeki teknolojilerin hangi sırayla transfer edilmesi gerektiğine karar verilmektedir. Bu durum göz önüne alınarak, çalışmada teknoloji seçimi süreci alt seviyelerde incelenmiştir.

Teknolojinin bahsi geçen hızlı değişimi beraberinde belirsizliği de getirir. Belirsizlik ortamında doğru teknoloji tercihinin yapabilmesi için karar vericilerin içinde buldukları durumu tüm karmaşıklığıyla yansıtabilen bir modele ihtiyaç vardır. Bu model kurulurken, teknoloji seçimine etki eden nicel ve nitel tüm kriterler tespit edilerek modele dahil edilmelidirler. Bu çalışma teknoloji seçimi problemini çözmek için tercihlerin çok boyutlu analizine dayanan bir doğrusal programlama yöntemi olan LINMAP (Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of

Preference) metodunu önermektedir. LINMAP karar vericilerin alternatifleri ikili karşılaştırmalarına dayanan bir metottur ve algoritma pozitif ideal sonuca en yakın mesafedeki alternatifi en iyi sonuç olarak gösterir. Kriterlerin modele dahil edilmesi esnasında her zaman kesin sayılar kullanılamayacaktır, bu yüzden çok kriterli grup karar verme tekniğiyle bulanık küme uygulamalarının bir kombinasyonunun kullanılması uygun görülmüştür.

Çalışmanın metodoloji bölümünde üçgen bulanık sayılar, dilsel değişkenler gibi temel kavramlar anlatıldıktan sonra bulanık LINMAP metodunun içeriği ve işleyişi anlatılmıştır. Önerilen metot daha sonra bir uygulama üzerinde gösterilmiştir.

Uygulamada pazara yeni giren bir süper market zincirinin POS (Point of Sale) makineleri ile bankalar arasındaki iletişimi sağlayacak telekomünikasyon teknolojisinin seçimi süreci ele alınmıştır. Seçim sürecine etki eden altı nicel ve altı nitel kriter ile üç alternatif telekomünikasyon teknolojisi belirlenmiş, ve üç karar vericiden alınan tercih ve değerlendirmelerle bulanık LINMAP metodu kullanılarak en iyi alternatif teknoloji belirlenmiştir. Yapılan bu uygulamanın sonucu söz konusu şirketin teknoloji tercihiyle paralellik göstermiştir.

Çok kriterli karar verme problemlerinin çoğunda olduğu gibi, telekomünikasyon teknolojisi seçimi problemi de kesin olmayan verilerle ve karar vericilerin nesnel yargılarıyla değerlendirilen nicel ve nitel kriterler içermektedir. Oluşturulan bulanık doğrusal programlama modeli incelenen problemin alternatiflerini kesin ve bulanık ikili karşılaştırma değerleri kullanarak sıralar. Diğer yöntemlerin aksine bulanık LINMAP modeli karar vericilerin tercihlerini de modele katar. Model, kriterlerin ağırlıklarına konan kısıtlar sayesinde, sıfırdan farklı pozitif ağırlık değerleri verir.

Bulanık LINMAP modeli birden çok karar vericinin olduğu ve alternatiflerin ağırlıklarının önceden bilinmediği telekomünikasyon teknolojileri seçimi problemlerinde alternatiflerin güvenilir ve tutarlı bir şekilde sıralanmasına olanak tanır.

INTRODUCTION

Les technologies sont vitales pour les entreprises modernes pour qu'elles puissent fonctionner effectivement. Dû aux changements rapides des technologies, surtout pour les technologies de télécommunication où les changements ont été surprenants dans les deux dernières décennies, les entreprises sentent des difficultés en leur trouvant des technologies adéquates.

Dans le but de suivre les changements et de trouver des technologies adéquates pour développer l'avantage compétitif de leurs entreprises, les exécuteurs doivent premièrement connaître les capacités technologiques de leurs entreprises. C'est à ce point là que la gestion de la technologie révèle son importance.

La gestion de technologie ne s'agit pas uniquement d'acquérir de nouvelles technologies, elle s'agit aussi de gérer les capacités technologiques de l'entreprise. L'obtention des technologies est une des processus de gestion de technologie, consiste en choisir la technologie appropriée pour l'entreprise étant donné ses objectifs et les besoins de leurs clients.

Une entreprise a deux alternatives pour acquérir une technologie, elle va soit produire une technologie alternative à la technologie en question dans son département de Recherche et Développement, soit acheter cette technologie d'une autre entreprise. En faisant choix entre ces deux alternatives, les capacités et la stratégie technologiques, la mission, et la vision de l'entreprise seront influentes. Par exemple si une entreprise n'a pas les capacités technologiques nécessaires pour produire la technologie, elle doit chercher des moyens pour la transférer. Pour un transfert réussi de la technologie il faut aussi déterminer quelle technologie et dans quelles conditions le transfert sera réalisé.

Le but de ce mémoire est de montrer l'utilisation d'une technique de programmation linéaire floue pour la décision de groupe à multicritères en utilisant l'information sur les préférences d'alternative pour adresser le problème de sélection de technologie. Pour refléter l'information subjective des décideurs sur les préférences et pour déterminer le vecteur de poids des attributs, la technique de programmation linéaire pour l'analyse multidimensionnelle des préférences (LINMAP) est utilisée. La méthode LINMAP est basée sur la comparaison par paires des alternatives, donnée par les décideurs (DM), et elle génère l'alternative la mieux compromise comme la solution qui a la plus petite distance à la solution idéale positive. Le but du mémoire est donc de développer un modèle pour résoudre le problème de sélection de technologie en utilisant LINMAP, où les préférences des décideurs sont données dans une relation floue.

Dans ce but, est donnée premièrement une explication brève de la technologie et de la gestion de la technologie. Puis les moyens d'obtention de technologie, investissement en Recherche et Développement et le transfert, sont étudiés pour ensuite faire une synthèse avec la situation actuelle des télécommunications en Turquie.

Après avoir déterminé le problème et la situation actuelle, est proposée une méthodologie pour traiter le problème de sélection de technologie, le LINMAP flou. Les étapes de la méthodologie sont données en détails.

Dernièrement une application est réalisée dans une entreprise turque: à l'aide de trois experts, les trois technologies alternatives de télécommunication sont évaluées dans le but de déterminer la meilleure technologie pour l'établissement de télécommunications entre les machines PDV (Point de Vente) de l'entreprise et les banques.

1 TECHNOLOGIE

Bien qu'il n'y ait pas de définition généralement acceptée de la technologie, la définition la plus citée est "l'information, le savoir-faire, et les expériences qui sont nécessaires et utilisés pour produire un produit ou un service" [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Une définition plus explicative est faite par Dunning [9], un professeur renommé des affaires internationales, il définit la technologie comme "la source d'information utilisée pour améliorer l'efficacité de production et de marketing des produits et des services déjà présents, et pour créer de nouveaux produits et services". Dunning [10] a ensuite changé cette définition en "la sortie de capacité technologique et organisationnelle qui transforme les ressources physiques et non-physiques en des services et produits intermédiaires et finaux".

Une autre définition similaire à celle de Dunning [10] est "la somme des méthodes techniques et gestionnaires, et des connaissances, présentes dans la planification de la production et dans la distribution des produits et des services de l'entreprise" [11].

1.1 CLASSIFICATIONS DE LA TECHNOLOGIE

Quant à la classification des technologies il y a plusieurs groupes formés selon des différents points de vue [11]:

1) Technologie de Produit et Technologie de Processus [1]

- Technologie de Produit : La technologie relative au produit lui-même.
- Technologie de Processus : La technologie relative aux processus de production ou de service.

- 2) Technologie de Production et Technologie d'Innovation [9]
 - Technologie de Production : La technologie qui comprend toutes les étapes de la production, de l'achat des matières premières au marketing du produit final.
 - Technologie d'Innovation : La technologie qui aide améliorer la capacité d'une entreprise à créer de nouvelles technologies.

- 3) Technologie Empaquetée et Technologie Dépaquetée [13]
 - Technologie Empaquetée : La technologie que le concessionnaire peut transférer seulement comme partie d'un paquet technologique.
 - Technologie Dépaquetée : La technologie qui est vendue indépendamment du paquet technologique de l'entreprise qui fournit la technologie.

- 4) Technologie Dure et Technologie Douce [13]
 - Technologie Dure : La technologie qui existe en dehors de l'humain, comme les biens d'équipement, les projets, les spécifications techniques, les logiciels, etc.
 - Technologie Douce : La technologie qui existe dans l'humain, comme la gestion, le marketing, l'organisation financière, les techniques gestionnaires, etc.

- 5) Technologie Propriétaire et Technologie Non-Propriétaire [13]
 - Technologie Propriétaire : La technologie dominée par certaines personnes ou organisations.
 - Technologie Non-Propriétaire : La technologie qui existe dans les matériels et services et qui peut être imitée ou reproduite en l'observant.

- 6) Technologie Humaine, Technologie de Matériel, et Technologie de Connaissances [9]
 - Technologie Humaine : La technologie acquise par l'emploi des directeurs ou techniciens étrangers, et par l'acquisition des capacités gestionnaires, financières ou organisationnelles.
 - Technologie de Matériel : La technologie acquise par l'achat des matériaux comme des usines, des machines ou des outils.

- Technologie de Connaissances : La technologie formée par les actifs non-matériels comme les brevets, les propriétés intellectuelles ou les informations sur les transactions de marketing ou de finance.

7) Nouvelle Technologie et Ancienne Technologie [13]

- Nouvelle Technologie : La technologie la plus récente / révolutionnaire dans son domaine.
- Ancienne Technologie : La technologie qui est rendue vieille avec les développements technologiques récents dans son domaine.

8) Technologie Générale, Technologie Spécifique du Système, et Technologie Spécifique de l'Entreprise [9]

- Technologie Générale : La technologie qui comprend les informations sur l'industrie ou le commerce et qui est facilement accessible.
- Technologie Spécifique du Système : La technologie qui est formée des informations qui ne sont pas publiquement accessibles.
- Technologie Spécifique de l'Entreprise : La technologie relative aux activités et aux expériences de l'entreprise.

9) Technologie Incarnée et Technologie Désincarnée [14]

- Technologie Incarnée : La technologie présente dans les ressources humaines, et acquise par des échanges d'étudiants ou d'experts ou par des voyages internationaux, et la technologie présente dans le capital comme le capital étranger, les machines, les matériaux, les produits semi-finaux, etc.
- Technologie Désincarnée : La technologie limitée par les brevets, les licences, les contrats de savoir-faire, les documents sur les brevets, les plans, etc.

1.2 LA TECHNOLOGIE DANS LE MONDE

Dans le monde il y a plusieurs secteurs d'activité qui utilisent de différentes technologies, et chaque pays / région, ne peut pas produire la même quantité de technologie dans chacun de ces secteurs. Les brevets est un indicateur important de la

production de nouvelle technologie. Si un pays a obtenu beaucoup de brevets dans un secteur il est considéré bon dans ce secteur.

Une enquête récente réalisée par une entreprise américaine spécialisée dans la recherche en brevets, “Intellectual Property Intelligence Quotient” (ipIQ), montre les activités de brevets US en 2005 (voir Tableau 1.1 [15]).

Tableau 1.1 Activité de Brevets US ventilées par secteur d’activité économique et par région du monde, en pourcentage des 2500 plus grandes entreprises technologiques mondiales, 2005.

	Secteur d’activité économique	Amérique du Nord	Asie	Europe
1	Aérospatiale et Défense	81 %	2 %	17 %
2	Automobile et Transport	29 %	44 %	27 %
3	Biotechnologie	90 %	-	10 %
4	Produits Chimiques	34 %	37 %	29 %
5	Produits Electroniques de consommation	9 %	87 %	7 %
6	Produits de consommation	56 %	36 %	8 %
7	Produits et Instruments Electroniques	53 %	42 %	5 %
8	Energie et Environnement	51 %	11 %	38 %
9	Alimentation, boisson et tabac	46 %	25 %	29 %
10	Equipement et Matériel Industriel	50 %	32 %	18 %
11	Technologie de l’Information	42 %	57 %	-
12	Dispositifs Médicaux	76 %	15 %	9 %
13	Produits Pharmaceutiques	47 %	6 %	47 %
14	Semi-conducteurs	40 %	48 %	12 %
15	Télécommunications	55 %	6 %	39 %

Comme la montre le Tableau 1.1, la prédominance des États-Unis est indéniable dans plusieurs secteurs tels que l'industrie aérospatiale et défense, les biotechnologies ainsi que les dispositifs médicaux. Le Japon arrive en tête pour les biens électroniques de consommation et, dans une moindre mesure, les technologies de l'information. L'Europe réalise des résultats aussi bons que les États-Unis pour les produits pharmaceutiques. La part de l'Europe dans le secteur automobile et transport, les produits chimiques et les télécommunications est presque aussi importante que celle des États-Unis.

2 GESTION DE TECHNOLOGIE (GT)

Dans le 20^{ème} siècle, avec la globalisation et l'augmentation de la compétitivité, les entreprises ont accordé plus d'importance à la satisfaction des employés et elles ont essayé de trouver des nouvelles méthodes de gestion pour améliorer leurs rentabilités. Les entreprises qui voulaient se profiter des avantages d'une force de travail motivée ont trouvé et implémenté des méthodes de gestion qui augmenteraient la performance des employés.

Dans le 21^{ème} siècle les entreprises meneuses de leurs secteurs, ayant accompli les ajustements nécessaires sur la performance des employés, ont renforcé leurs places dans le marché. Mais seulement une force de travail bien motivée à performance supérieure n'est pas suffisante pour établir la compétitivité. Pour être un pas en avant, les entreprises doivent donner, à ce point, de l'importance à la technologie. La gestion de technologie est aussi important que la technologie elle-même car elle constitue un atout important pour toute entreprise.

Dans la littérature il y a plusieurs définitions de la gestion de technologie (GT). La première définition est faite par U.S. National Research Council (NRC) en 1987, selon NRC la gestion de technologie est un lien entre les disciplines d'ingénierie, de la science, et de la gestion pour planifier, développer et implémenter des capacités technologiques dans le but de former et accomplir les objectifs stratégiques et opérationnels de l'entreprise [16].

Selon Bowonder et Miyake [17] la gestion de technologie gère l'information technologique pour pouvoir survivre dans un environnement d'incertitude et de compétition.

Bullinger et Haner [18] disent que la gestion de technologie n'est pas seulement un point de vue intégratif en prenant la décision de développement et de déploiement de la technologie [19], mais il est aussi un critère central de décision et donc un moyen d'assurance de consistance dans l'entreprise.

Edler et ses collègues [20] disent dans leur travail que la gestion de technologie est la branche de gestion qui évalue le potentiel des technologies individuelles et utilise ce potentiel en faveur de l'entreprise. Cette définition étant l'une des plus récentes va former la base des explications qui seront données dans la suite de cette partie.

Les technologies individuelles, citées dans la définition de Edler et ses collègues [20], peuvent être développées par le département R&D (Recherche et Développement) de l'entreprise ou peuvent être considérées d'être transférées d'autres entreprises ou peuvent être déjà présentes dans l'entreprise. Pour mieux utiliser le potentiel de ces technologies, la stratégie technologique de l'entreprise doit être bien définie, l'utilisation des technologies doit être correctement évaluée, et celles-ci doivent être prises en considération en planifiant et prévoyant la technologie.

2.1 LES PROCESSUS DE LA GESTION DE TECHNOLOGIE

Les activités du GT sont classifiées en onze processus par Çetindamar et autres [21],

- 1- Stratégie de Technologie (ST)
- 2- Planification et Estimation des Technologies (PET)
- 3- Evaluation de Technologies (ET)
- 4- Acquisition de Technologies (AT)
- 5- Transfert de Technologies (TT)
- 6- Gestion de R&D (Recherche et Développement) (R&D)
- 7- Protection de Technologies, Achat de Licences et de Brevets (PTALB)
- 8- Commercialisation et Marketing des Technologies (CMT)
- 9- Intégration de Technologies (IT)
- 10- Utilisation de Technologie (UT)
- 11- Gestion des Connaissances (GC)

En utilisant cette classification et ces numérotations de processus le schéma suivant peut être formé :

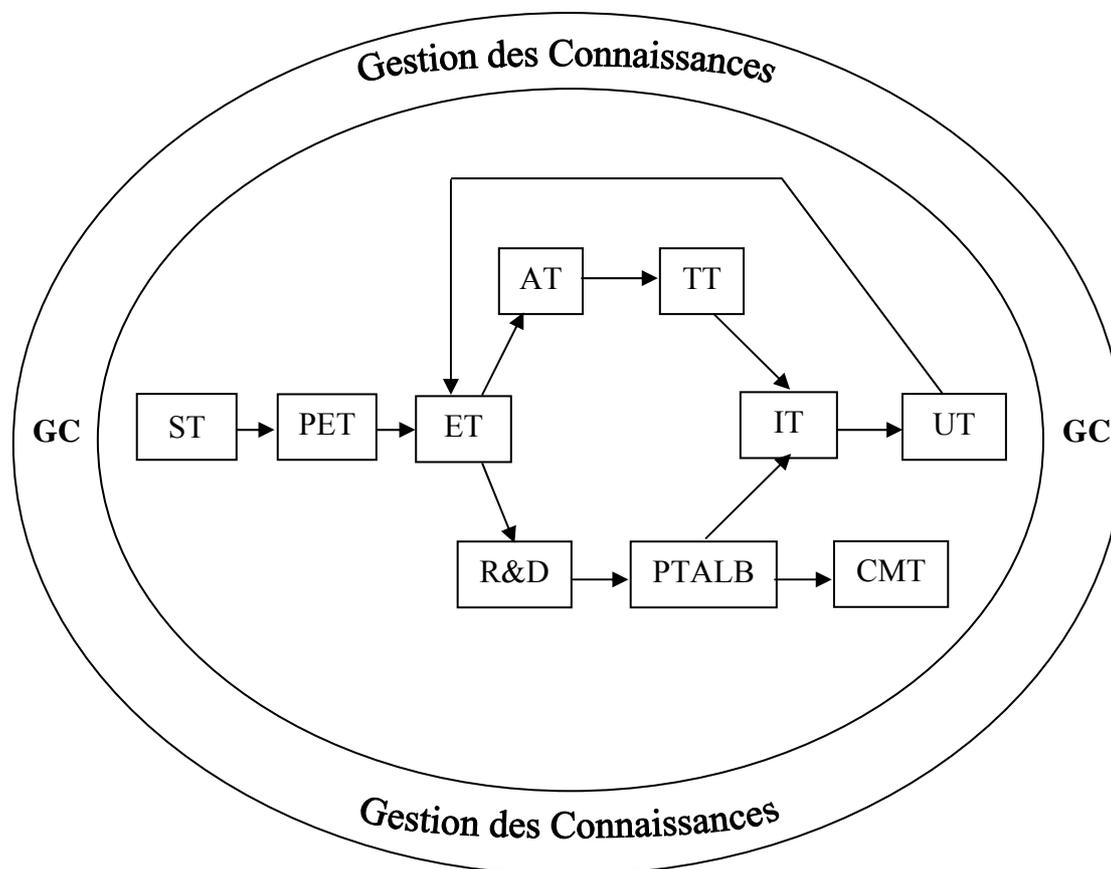


Figure 2.1 Le Schéma des Relations parmi les Processus de GT

La stratégie technologique de l'entreprise doit être alignée avec sa mission, sa vision, et ses objectifs stratégiques. Comme il y a plusieurs technologies utilisées dans une entreprise et comme ces technologies subissent un changement dynamique, en planifiant et prévoyant la technologie chaque technologie doit être évaluée séparément. Avant de donner la décision d'acheter ou de développer une technologie il faut l'évaluer selon sa performance et les attentes de l'entreprise. Pendant cette évaluation les attentes de l'entreprise et les attentes sociales et environnementales doivent être prises en considération.

D'après les résultats de l'évaluation, l'entreprise décide de développer la technologie ou de l'acquérir, si elle est disponible chez une autre entreprise. Si la technologie est développée internement, pour pouvoir la commercialiser au futur ou pour ne pas souffrir des utilisations sans licence de la technologie par d'autres entreprises, l'entreprise cherche à obtenir un brevet d'invention. Si la technologie en question n'a pas une importance vitale pour établir la compétitivité de l'entreprise qui l'a inventée, l'entreprise peut commercialiser cette technologie, donc peut la transformer en un produit.

Si l'entreprise décide d'acquérir la technologie, elle doit aussi décider de qui, dans quelles conditions, et s'il y a des technologies alternatives, laquelle elle va acquérir. Le transfert de technologie se fait en accord avec ces décisions. Ici, les étapes importantes sont transférer la technologie du fournisseur, implémenter la technologie à l'entreprise, et rendre la technologie fonctionnelle.

Une fois que le transfert est fait, il faut intégrer la nouvelle technologie dans le système. Après l'intégration, la technologie doit être régulièrement évaluée, de cette façon les informations nécessaires pour faire des améliorations seraient obtenues et l'efficacité de la technologie serait augmentée.

Ceux qui développent et utilisent la technologie sont les humains, pour cela la gestion des ingénieurs et des chercheurs peut exiger une gestion spéciale des ressources humaines. En plus, la technologie apporte un problème tacite. Pour institutionnaliser les efforts de technologie dans l'entreprise l'information dispersée doit être observée et enregistrée. C'est pourquoi la gestion de toute information acquise, partagée, et produite dans les activités technologiques, i.e. la gestion des connaissances, doit accompagner les processus de la gestion de technologie.

2.2 LES COMPETENCES DE BASE

La notion de compétences de base est un facteur important pour la gestion de technologie. Drejer [22] affirme que la compréhension courante de la gestion de technologie est concernée par l'intégration totale de la technologie dans le processus de

gestion. La répartition de la théorie des compétences de base et l'augmentation de son importance, ont joué un rôle important dans une plus grande intégration de la technologie et de la stratégie commerciale. Les capacités technologiques de l'entreprise se composent d'un ensemble de qualifications différenciées (qui résident dans le capital humain), de routines organisationnelles (qui fonctionnent au niveau de l'entreprise), et de capitaux spécifiques (technologies avancées de fabrication, systèmes d'information, fabrication assistée par ordinateur, etc.), qui forment l'avantage concurrentiel [23].

En théorie, une compétence de base est plus qu'une aptitude technologique exceptionnelle, elle est une propriété de l'entreprise dans l'ensemble plutôt que d'une partie particulière de celle-ci. Mais en pratique, le terme "compétence de base" est utilisé pour dénoter un domaine en lequel l'entreprise considère d'être réussie. En effet, le terme "compétence de base" est devenu équivalent au "centre d'excellence", mais avec une plus grande légitimité [24].

Dans plusieurs entreprises, les compétences de base sont de plus en plus considérées comme une unité principale de la gestion. Comme affirment Adler et Shenhar [25] : "Le développement technique doit suivre un chemin de compétences. Les compétences conduisent des stratégies avec lesquelles des produits supérieurs sont développés."

3 OBTENTION DE LA TECHNOLOGIE

Comme vu dans les processus de GT, à la fin du processus de l'évaluation de la technologie il y a deux alternatives pour une entreprise. Soit l'entreprise va produire la technologie en question dans son département de R&D (Recherche et Développement), soit elle va l'acheter d'une autre entreprise. En faisant choix entre ces deux alternatives la stratégie technologique, la mission, et la vision de l'entreprise vont être, doivent être, influents.

L'entreprise ne va produire une technologie que si c'est plus profitable que de l'acheter. Une entreprise ne peut pas investir à chaque technologie, elle ne peut non plus acheter toute technologie nécessaire si elle veut être meneur du son secteur.

Donc se posent les questions : quand une entreprise doit produire sa technologie, et quand est-ce qu'une entreprise doit l'acheter ? Quelles sont les options présentes en achetant une technologie ? Quelles sont les pour et les contre de ces options ?

Les grandes entreprises à large budget n'achètent une technologie que quand elles n'ont pas le savoir-faire nécessaire ou bien quand elles ont besoin de cette technologie immédiatement. Si une telle entreprise n'a pas une limite de temps pour acquérir la technologie et si elle a le savoir-faire nécessaire pour la produire, elle va préférer un développement interne.

Même si les grandes entreprises ont les moyens de produire des technologies alternatives, le temps est un facteur plus critique. Par conséquent, l'entreprise ne va prendre la licence d'une technologie que quand la technologie ne peut pas être remplacée à cause d'une forte protection de la propriété intellectuelle et elle en a immédiatement besoin pour raisons offensives ou défensives. Les acquisitions

offensives sont faites pour réaliser la mise au marché des nouveaux produits dont la production est basée sur cette nouvelle technologie. Les acquisitions défensives sont faites soit pour conserver ou améliorer la vie des technologies déjà présentes dans l'entreprise, soit pour nier l'accès des autres entreprises à cette technologie qui leur permettraient de développer des produits ou services adversaires.

Les petites entreprises vont licencier des technologies parce qu'elles en ont besoin pour pouvoir développer leurs produits / services et même s'il y a des solutions alternatives elles n'ont pas le savoir-faire nécessaire pour les réaliser [26].

En parallèle, comme dans plusieurs pays développants, en Turquie les entreprises préfèrent acheter des technologies au lieu de les développer internement. En plus, les entreprises turques n'ont pas de stratégie et d'organisation technologique adéquate, celles qui développent une nouvelle technologie ne font pas assez d'effort pour acquérir un brevet d'invention.

Toutes les activités de commercialisation et de marketing, réalisées à la suite des gestions de R&D, peuvent être critiques à améliorer la rentabilité économique et la compétitivité de l'entreprise. Le transfert de technologie doit être utilisé pour soutenir les efforts d'innovation. Quand elles auront le savoir-faire nécessaire les entreprises vont créer de nouvelles technologies au lieu de copier celles présentes [21].

3.1 RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Les entreprises qui réussissent à commercialiser la nouvelle technologie d'une manière rapide et précise obtiennent des possibilités d'atteindre un plus grand part de marché, des prix élevés et des conceptions dominantes, ceux qui mènent à un plus grand avantage concurrentiel.

Les activités de recherche et développement servent la stratégie de développement de l'organisation dans le but d'anticiper ou de créer les révolutions technologiques, les ruptures d'usages et de développer l'innovation en créant des prototypes et les testant avant de les rendre opérationnels.

En gérant les processus de R&D correctement les entreprises peuvent atteindre une meilleure précision de délai d'obtention, des produits finals de meilleure qualité, et un coût de développement réduit.

3.1.1 Les Générations de R&D

La perspective de gestion des processus de R&D a beaucoup changé depuis des années. Les philosophies et les stratégies de R&D ont subi des changements d'après les conditions économiques et sociales de leur temps. Nobelius [27] a groupé les différents types de R&D en cinq générations et a formé la classification suivante (développée et adaptée de [28, 29, 30, 31]) :

Première Génération - demande de trou noir - (de 1950 au milieu des années 60) : *R&D comme tour d'ivoire*. Orientée vers l'offre technologique, vue comme coût aérien, ayant peu ou pas d'interaction avec le reste de l'entreprise ou la stratégie globale. Se concentre sur des percées scientifiques.

Deuxième Génération – combats de parts de marché - (du milieu des années 60 au début des années 70) : *R&D comme affaires*. Orientée vers la demande du marché, et commandée par la stratégie par le côté d'affaires, tous sous le parapluie de la gestion de projet et le concept de client interne.

Troisième Génération - efforts de rationalisation - (du milieu des années 70 au milieu des années 80) : *R&D comme portefeuille*. S'éloigne de la perspective de projets individuels, et forme des liens aux stratégies d'affaires et corporelles. Les méthodes de risque-récompense et les semblables guident les investissements globaux.

Quatrième Génération - lutte à base de temps - (du début des années 80 au milieu des années 90) : *R&D comme activité intégratrice*. Apprend de et avec les clients, s'éloigne du foyer produit approche au foyer de concept total, où les activités sont conduites en parallèle par les groupes de travail transversaux.

Cinquième Génération - intégration de systèmes - (depuis le milieu des années 1990) : *R&D comme réseau*. Se concentre sur la collaboration dans un système plus large –

incluant les concurrents, les fournisseurs, les distributeurs, etc. La capacité de commander la vitesse de développement de produit est impérative, séparant le R (recherche) du D (développement).

D'après Nobelius [27] la R&D est au seuil d'une sixième génération due à sa complexité croissante. Les conducteurs de cette complexité croissante sont, par exemple, la nécessité de tenir compte de plus d'aspects (par exemple interopérabilité, conception industriel, environnemental, réalisable / fabricable, et considérations de post-marché), la demande de coopération et d'interaction avec plus d'acteurs en dehors des départements traditionnels de R&D (par exemple avec des fonctions de vente et de fabrication, avec des fournisseurs, des concurrents, et des distributeurs), et la nécessité de la commercialisation effective et efficace de nouvelles technologies (par exemple des livraisons efficaces et à temps de nouveaux produits avec la qualité prévue).

Les motifs pour le changement vers une sixième génération de gestion de R&D ou pour un nouvel ensemble d'approches sont : une plus large base de multi-technologie pour les produits de haute-technologie et une structure plus distribuée de la fourniture de technologie.

Aujourd'hui les entreprises de différentes industries combinent leurs forces et fournissent un ensemble de services de valeur pour le client, peu importe le dispositif servi. Réseaux traditionnels des entreprises (d'automobile, de télécommunication, etc.) ne sont donc pas suffisantes pour fournir ces nouveaux genres de produits, il y a un besoin de nouvelles alliances et coopérations à travers les frontières et basées sur les fonctions au lieu de la technologie - augmentation des exigences vis-à-vis des capacités combinatoires des entreprises.

C'est également un fait stylisé qu'en prévoyant le futur, l'impact d'affaires des changements technologiques est surestimé à court terme, tandis que sous-estimé dans la course plus longue, car des événements inattendus peuvent se produire plus fréquemment et avec un plus grand impact que prévu. Par conséquent, il y a maintenant

un plus grand rapport de risque / récompense que celui qui était évident dans les premières générations de la R&D, et ce rapport doit être pris en considération [27].

La sixième génération de la gestion de R&D est prévue se concentrer sur la partie recherche, et pour agrandir et augmenter les capacités en se reliant aux réseaux de recherches de multi-technologie lâchement attachés. La poursuite des percées prendra d'autres approches organisationnelles et permettra l'entrée de nouveaux joueurs dans l'arène.

Cette classification de R&D bien qu'elle soit pratique pour voir le développement de R&D elle n'est pas aussi pratique pour classer les entreprises selon leurs types de R&D car, comme l'admet Nobelius [27], la plupart des entreprises constituent un mélange des générations, et la période de temps appropriée pour elles diffère selon le segment d'industrie, la démographie, l'âge de l'entreprise, l'intensité de recherches, les demandes de législation, etc.

3.1.2 Incertitude dans R&D

En jetant un coup d'œil plus attentif aux activités contemporaines de R&D il se note qu'ils sont par leur nature une source d'incertitude [32]. Cette incertitude entoure :

- Les coûts d'opportunité inclus dans le lancement d'un programme de recherche donné ;
- La mobilisation des outils appropriés pour la tâche actuelle ;
- Le calendrier d'accomplissement.

Les disciples [33] classifient traditionnellement l'incertitude effectuant la nature et la durée du cycle de R&D dans cinq catégories distinctes : incertitude du marché, environnement concurrentiel, incertitude de l'évolution technologique, processus interne de R&D, et ressources humaines et culture.

Incertaineté du Marché : A l'aide des experts, des conseillers et même des panels de consommateurs dans le processus de compilation de données, les entreprises peuvent

améliorer leur capacité de prévoir les tendances du produit et du marché, et ensuite les intégrer dans leurs efforts technologiques de recherches ou de développement.

Environnement Concurrentiel : Etablir de bons contacts et relations coopératives à long terme avec les laboratoires d'Etat, les universités, les conseillers et les instituts de recherche. L'entreprise devrait également compléter son apprentissage en étant en interaction régulière et proche avec ses principaux clients.

Incertitude de l'Evolution Technologique : Les incertitudes techniques et technologiques principales tournent autour :

- D'un manque de connaissance sur la future direction du développement technologique ;
- Du manque d'efforts intenses et de qualité dans le secteur ;
- De l'indisponibilité des compétences et des qualifications nécessaires au niveau individuel ou de groupe ;
- D'une interface insuffisante avec les clients de l'entreprise ;
- De l'insuffisance des équipes pour la tâche actuelle.

Processus Internes de R&D : Le projet de R&D peut avoir peu de pertinence avec la situation réelle d'un marché ou d'une activité donnée, ou les priorités du groupe peuvent changer dans son développement technologique, ou un certain nombre d'infrastructures ou de capacités techniques peut être indisponible.

Ressources Humaines et Culture : Ce type d'incertitude a une double dimension :

- La culture de l'activité de recherche et de développement, et ses capacités à écouter le marché ;
- A quel point les compétences individuelles et collectives de l'équipe assortissent les réquisitions du projet.

Les entreprises ayant des activités de R&D doivent trouver des moyens de gérer ces incertitudes et minimiser leurs risques parce que les apports des activités de R&D en valent la peine.

3.1.3 Contributions de R&D aux Compétences

Quélin [32] indique dans son travail que les interviewés corporels ont clairement identifié neuf manières dont une activité de R&D contribue au portefeuille des compétences d'une entreprise :

- Elle développe de nouvelles technologies principales.
- Elle met en application les stratégies qui mènent à une amélioration et/ou à une acquisition des technologies fondamentales. Ceci rend nécessaire un accord sur un budget suffisant pour la protection et l'achat des compétences identifiées.
- La R&D joue un rôle fondamental dans la gestion horizontale, et donc, dans la diffusion des technologies au sein d'une entreprise, particulièrement quand il est composé d'une variété d'affaires stratégiques.
- La R&D renouvelle le portefeuille de compétence de l'entreprise en identifiant les nouvelles technologies qui sont susceptibles de devenir crucial au futur.
- La R&D est fréquemment un moyen d'apprendre de nouvelles méthodes et formes d'organisation.
- La gestion de R&D peut compter sur les outils qui permettent de contrôler la base de connaissance de l'entreprise. Par exemple, un grand nombre d'entreprises accumule l'information sur des chercheurs - compilés d'abord dans les annuaires, puis plus tard dans les bases de données. Ces entreprises se concentrent sur le(s) domaine(s) d'expertise des chercheurs, leur participation à d'autres projets et leur participation aux coopérations externes. En conséquence, ces entreprises peuvent identifier quelles compétences sont inachevées, et quelles compétences manquent tout à fait dans l'entreprise. Par exemple, Air Liquid avait évolué de son activité historique en mécanique à une approche basée sur une technologie de séparation des gaz, à encore une autre basée sur la commande de membrane pour le produit chimique et les matériaux. Ce mouvement significatif vers l'utilisation des matériaux et des membranes donne l'entreprise, maintenant avec une base de

compétence enrichie, un avantage concurrentiel comparant avec ses rivaux incapables de faire une telle transition.

- Quand des relations de travail sont stimulées avec les universités et les laboratoires de recherches externes, un environnement qui consolide de nouvelles compétences peut être créé.
- Les entreprises peuvent proactivement chercher à coopérer avec leurs concurrents, fournisseurs ou clients pour accéder aux compétences technologiques complémentaires. Beaucoup d'entreprises industrielles dans les secteurs de micro-ordinateur et de téléphone portable ont créé des alliances avec les entreprises du secteur d'énergie pour développer conjointement des batteries de plus en plus miniaturisé, mais plus durables, ceux qui sont des caractéristiques décisives dans le marketing des micro-ordinateurs ou des téléphones portables.

La recherche et le développement technologiques sont les deux extrémités d'un vecteur qui mènera à un nouveau type de gestion - la gestion des compétences. Cet art vise à rassembler les divers types de l'expertise, de connaissance et de savoir-faire que les ingénieurs d'une entreprise accumulent avec les produits et les services que les entreprises offrent à leurs marchés et clients.

3.2 TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

L'une des manières d'acquérir une technologie est le transfert. Le transfert de technologie est souvent perçu comme le transfert d'une propriété intellectuelle. Pourtant il y a d'autres types de transfert de technologie. Narasimhalu [26] propose une classification dérivée de plusieurs exemples et qui suit l'évolution du transfert de technologie au cours des années. Cette approche peut être schématisée et expliquée comme montrée dans la Figure 3.1.

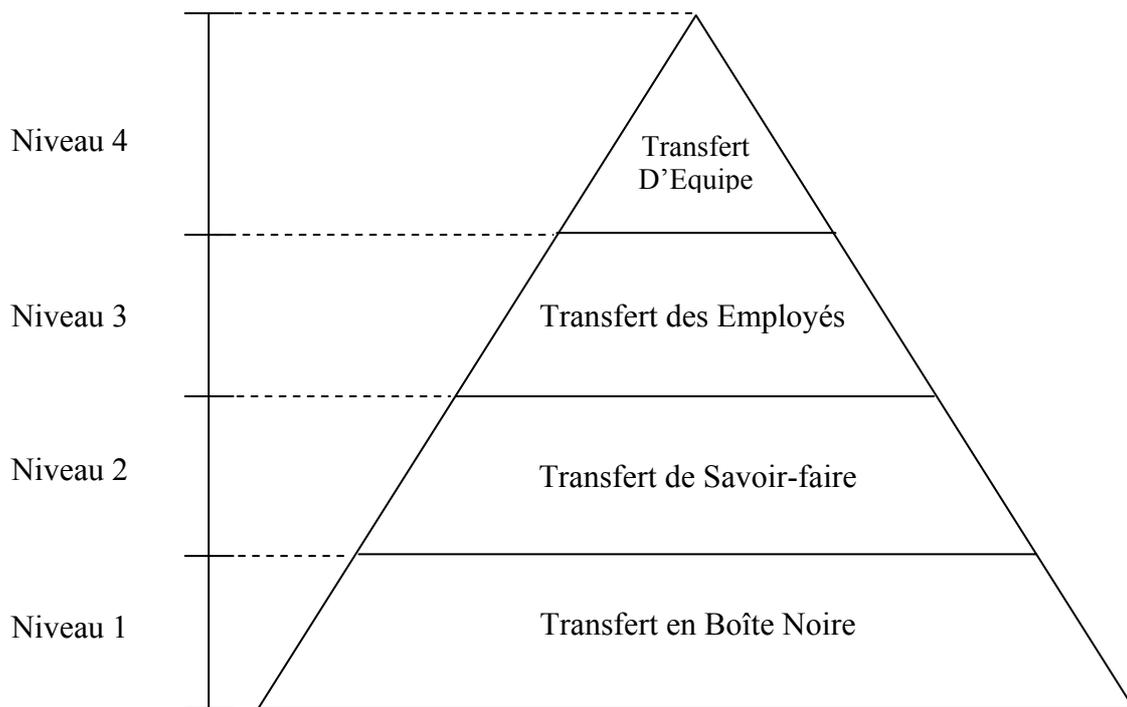


Figure 3.1 Les différents niveaux du transfert de technologie

3.2.1 Niveau 1 : Transfert de Technologie sous forme de Boîte Noire

Les Capitaux Transférés : Technologie/Propriété Intellectuelle.

Le transfert de technologie sous forme de boîte noire se produit quand la propriété intellectuelle est "jetée au-dessus du mur". A ce niveau du transfert de technologie la propriété intellectuelle est transférée, souvent "comme elle est" et parfois avec des garanties, à l'entreprise qui l'achète.

Les Responsabilités : Garanties limitées.

Il est de la responsabilité de l'acheteur de déchiffrer, comprendre et exploiter la propriété intellectuelle. Parfois la partie fournissant la technologie peut accepter de répondre aux demandes d'éclaircissements pendant une période limitée. Dans ce type de transfert il n'y a aucun transfert de savoir-faire. C'est un cas du transfert de technologie au niveau le plus bas.

Tandis qu'il peut y avoir des garanties sur les caractéristiques que la technologie doit posséder, il n'y a souvent aucun accord sur des perfectionnements. S'il y a un accord sur

des perfectionnements il est traité comme un contrat additionnel et pas en tant qu'élément du transfert initial.

La Nature du Transfert : Les prix de transfert de technologie sont plutôt bas étant donné que de tels transferts de technologie sont non-exclusifs en nature. Plusieurs parties peuvent avoir la licence de la technologie et par conséquent les coûts de licence sont inférieurs. Le concessionnaire de la technologie devra ajouter une valeur à la technologie afin de créer une place compétitive pour ses produits dans le marché.

Les technologies de cette nature sont la plupart du temps des composants qui sont employés pour établir des solutions. Elles ne sont pas les solutions elles-mêmes.

3.2.2 Niveau 2 : Transfert de Savoir-faire

Les Capitaux Transférés : Technologie, Processus, et Savoir-faire.

Le transfert de savoir-faire a lieu où il y a transfert de technologie plus le transfert de la connaissance sur la façon dont la technologie a été développée et les décisions de conception. Les transferts de technologie reliés à l'ingénierie souvent incluent un permis aux brevets – des processus ou des conceptions selon les circonstances. Les transferts de technologie reliés aux sciences incluent généralement, en addition à un permis aux brevets, une formation sur les processus.

Les Responsabilités : Le transfert du savoir-faire exige le fournisseur de la technologie d'affecter une équipe de travail pour travailler avec une équipe désignée par le concessionnaire afin de les informer sur la conception, les suppositions, et les contraintes de la technologie transférée. Les discussions incluraient les sujets reliés au processus et au savoir-faire. La période de transmission peut varier de quelques jours à quelques mois, dépendant de la complexité de la technologie transférée.

La Nature du Transfert : De tels transferts de technologie sont souvent exclusifs-limités en nature. Les permis pour le transfert de technologie sont souvent limités par la géographie ou le temps ou tous les deux. Les prix de transfert de technologie sont souvent substantiels puisqu'il y aurait seulement un nombre restreint de transferts, étant

donnée la nécessité de donner une formation sur le savoir-faire à l'équipe du concessionnaire. Souvent l'équipe enseignante ne peut pas travailler avec un grand nombre de concessionnaires en même temps. La formation des différents concessionnaires est souvent effectuée dans l'ordre afin de préserver les accords de confidentialité entre le fournisseur de la technologie et le concessionnaire.

3.2.3 Niveau 3 : Transfert des Employés

Les Capitaux Transférés : Technologie, Processus, Savoir-faire, et Un ou plusieurs employés de l'équipe de développement de technologie.

Au niveau 3, les personnels de base de l'équipe de développement de technologie font partie du transfert avec le savoir-faire et les technologies transférées.

Les Responsabilités : Ce type de transfert de technologie peut ne pas inclure une formation sur le savoir-faire étant donné qu'un membre de l'équipe de développement de technologie apportera le savoir-faire de processus et de technologie quand il ou elle commence à travailler avec le concessionnaire. Les garanties seront également plus limitées puisque le transfert du capital humain apporte avec lui un savoir-faire direct et indirect des technologies transférées. Le savoir-faire direct se rapporte au savoir-faire apporté par les individus transférés. Le savoir-faire indirect se rapporte au savoir-faire qui pourrait être obtenu des membres de l'équipe qui n'ont pas été transférés par les membres qui sont transférés. Le fournisseur de la technologie doit s'assurer que les employés transférés sont entièrement formés sur le processus et le savoir-faire.

La Nature du Transfert : Au niveau 3, le transfert de technologie est souvent exclusif. Parfois, une telle exclusivité est limitée par la géographie avec les dispositions sur de futurs droits pour d'autres géographies. D'autres fois l'exclusivité est limitée par les intervalles de temps. Le nombre de ce type de permis sera limité étant donné qu'il y aurait une équipe à membres finis qui aurait développé la technologie et pas tout membre de cette équipe serait volontaire d'être transféré aux concessionnaires.

3.2.4 Niveau 4 : Transfert d'Equipe

Les Capitaux Transférés : Technologie, Processus, Savoir-faire, et Equipe entière (ou le noyau) de développement de technologie.

Au niveau 4, l'équipe entière qui a créé la technologie est transférée au concessionnaire avec la technologie, le processus, le savoir-faire et la culture, tous ensembles.

Les Responsabilités : La responsabilité du fournisseur est de s'assurer que tous les membres de l'équipe de développement de technologie se transfèrent avec plein d'engagement à l'organisation du concessionnaire.

La Nature du Transfert : Le transfert au niveau 4 impliquerait qu'il y a une tâche de technologie et de savoir-faire et pas seulement un transfert. C'est le niveau le plus élevé possible du transfert de technologie.

4 R&D ET LA TELECOMMUNICATION EN TURQUIE

Une des effets du développement rapide de la technologie est que les pays qui, au lieu de développer la technologie, essayent de la suivre en faisant des transferts se trouvent souvent deux pas en arrière des technologies modernes. Si dans un pays les dépenses de R&D ne sont pas suffisantes, ce pays est pratiquement condamné au transfert de technologie pour ne pas prendre du retard.

D'après les statistiques données par Eurostat [34], le taux de croissance annuel moyen des dépenses de R&D des entreprises en Turquie a augmenté de 61% dans l'industrie manufacturière et de 51% dans les services entre les années 1998-2002, ce qui était la plus forte croissance des dépenses de R&D entre les pays d'UE-25, le Japon et les Etats-Unis (voir Tableau C.1, Appendice C). Mais étant donné que les dépenses de R&D des entreprises étaient 120,991 millions d'euro dans les pays d'UE-25, 178,586 millions d'euro aux Etats-Unis, et 89,783 millions d'euro au Japon, les dépenses de R&D des entreprises en Turquie paraissent toujours faible avec 367 millions d'euro (voir Tableau C.2, Appendice C).

Par conséquent la conclusion suivante peut être tirée de ce tableau: la Turquie paraît avoir réalisé l'importance de la technologie et essaye de réduire son déficit technologique.

Pour pouvoir percevoir entièrement la situation de la Turquie, la condition politique et technologique dans laquelle le pays se trouve doit être analysée.

4.1 LA TURQUIE ET L'UNION EUROPEENNE

La Turquie est toujours en train d'essayer de devenir un membre de l'Union Européenne (UE). Pour être accepté dans l'UE le pays doit répondre aux exigences d'adhésion indiquées, entre lesquelles se trouvent : avoir "une économie de marché fonctionnant" et "la capacité de faire face à la pression de la concurrence et aux forces du marché dans l'Union".

Un moyen d'améliorer l'économie est d'accorder plus d'importance à la technologie de télécommunication car les technologies de télécommunications modernes sont maintenant vues comme conducteur critique du développement économique. La Commission Européenne a récemment noté "le rôle vital que joue le secteur des communications électroniques en raison de sa taille, de son dynamisme et de l'impact qu'il a sur presque toutes les autres activités économiques et a identifié le rôle des services de communications innovants comme facteur clé de la productivité du travail" [35]. Cependant, les issues impliquées dans le déploiement rapide de la technologie de télécommunications sont complexes et fréquemment fortement controversées.

La stratégie de Lisbonne de l'UE, établie en mars 2005, vise à faire l'UE "l'économie la plus concurrentielle et la plus dynamique commandée par connaissance d'ici à 2010". Pour accomplir cet objectif, la stratégie accentue que "les entreprises et les citoyens doivent avoir accès à peu coûteux, monde-classe infrastructure de communications" [36].

Toutes ces remarques et décisions montrent l'importance accordée aux technologies de télécommunication par l'UE. Par ce point de vue, certaines situations en Turquie, comme la tendance de l'Autorité de Télécommunications Turque (ATT) de limiter l'entrée dans les services de télécommunications qui n'exigent pas l'attribution des ressources rares, telles que les fréquences de radio ou les positions des satellites, sont trouvées inquiétantes par l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) et l'UE. Ceci est accompli par l'intermédiaire de l'autorisation restrictive. L'alternative préférée, comme réclamée dans les directives d'EU est "des

services ou des réseaux de communications électroniques basés sur la licence et pas une autorisation générale” [37].

Quelques conseils donnés pour accélérer le déploiement des technologies de télécommunication en Turquie sont : une réaffirmation claire des priorités du gouvernement pour le secteur, une réduction au niveau de l'incertitude de normalisation, un renforcement du conseil et du personnel de l'autorité de télécommunications, et une revue des politiques pour élargir la portée et pour diminuer le coût de permis de télécommunication [38].

4.2 LES TELECOMMUNICATIONS

Dans un pays comme la Turquie, peu de secteurs posent plus de défis que le secteur des télécommunications pour les politiciens intéressés à faciliter la croissance économique. L'héritage d'un monopole d'état et d'un règlement fortement intrusif est toujours présent. En même temps la technologie rapidement changeante crée des menaces considérables aux fournisseurs de service et d'infrastructure existants aussi bien que des incertitudes quant à laquelle technologie offre de plus grands avantages publics à long terme.

4.2.1 Les Infrastructures de Télécommunication

Pour une meilleure analyse de la situation en Turquie il faut aussi distinguer les infrastructures alternatives de télécommunications et les différents types de service (téléphonie de voix, texte et courrier électronique, données, vidéo, Internet, etc.) fournis par cette infrastructure. Les infrastructures peuvent être grossièrement classifiées par le type de réseau.

Réseaux de Ligne Fixe : Ceux-ci incluent les réseaux téléphoniques commutés par public (PSTN: Public Switched Telephone Networks), les circuits et les commutateurs de téléphone analogues traditionnels de fil en cuivre, aussi bien que de plus nouveaux systèmes de lignes fixes qui entourent la transmission numérique, le câble à fibres optiques et les avances semblables. Les compagnies de câble originellement établies pour la livraison de la télévision font partie de ce groupe. À l'avenir, cette catégorie

peut inclure la grille d'énergie électrique, où l'infrastructure de base est déjà en place [39]. A l'exception des systèmes de transmission de micro-onde, ces types de réseaux n'exigent pas l'attribution publiquement dirigée de la largeur de bande à travers l'air. Cependant, ils exigent des "droits de passage" étendus pour établir la requise infrastructure de transmission.

Réseaux sans fil : Ces réseaux sont distingués par leur confiance lourde en la largeur de bande à travers l'air pour la transmission de moyen terrestre des signaux numériques et analogues contenant les divers services cités précédemment. Aussi, beaucoup de réseaux sans fil comptent fortement sur les réseaux fixes pour une certaine partie de leur chaîne de transmission, puisqu'ils se relient ensemble en les utilisant. La téléphonie mobile est le type le plus évident de réseau sans fil. Cependant, les services à bande large transmis des points fixes locaux sans fil, tels que des centres commerciaux ou les campus d'université, sont de plus en plus communs dans beaucoup de pays. Le droit d'employer des fréquences spécifiques de transmission est en général commandé ou mis en enchère par des gouvernements.

Réseaux par satellite : Pensé être le futur des télécommunications internationales par le passé, les réseaux satellites sont maintenant en grande partie employés pour la radiodiffusion de télévision et pour des applications militaires et commerciales spéciales, telles que l'information du positionnement de véhicule. Les satellites peuvent également être utilisés pour des services d'Internet, souvent en même temps que les équipements de ligne fixe (requis pour "les téléversements" de l'utilisateur). Ici, aussi, les fréquences de transmission doivent être assignées par un certain processus supervisé par le gouvernement.

Les trois différents types d'infrastructure (aussi bien que les technologies de livraison alternatives dans chacun de ces types) peuvent être considérés en tant que "des canaux concurrents" pour fournir des services de télécommunications. En même temps, les rapides avances continues en technologie de télécommunications menacent de rendre l'investissement passé et courant démodé. Le défi de normalisation en Turquie, comme ailleurs, est de permettre aux divers concurrents de déployer leurs systèmes aussi

rapidement que possible, laissant les utilisateurs de télécommunications - plutôt que l'omniscience du régulateur - réguler la sortie.

4.2.2 Remarques sur la Situation

Quelques remarques générales faites sur le déploiement courant des télécommunications en Turquie peuvent être citées comme les suivantes [38]:

1) Le cadre physique pour les principaux infrastructures de canal de télécommunication, bien qu'il ne soit pas entièrement développé particulièrement en termes de capacité de fournir des services à bande large, est présent. L'infrastructure dans la partie orientale du pays est tachetée. Les services par satellite sont disponibles. Les compagnies de câble opèrent - à un degré limité - dans les principales villes du pays. Le système de téléphone du pays semble être relativement satisfaisant en termes de son taux de pénétration, donné le niveau de revenu du pays, le même ne peut pas être dit pour son développement des systèmes de câble et de la livraison à bande large. Tandis que le niveau de pénétration de l'ordinateur personnel (PC) est bas, un pourcentage croissant des téléphones portables a accès à l'Internet.

2) À présent le développement et le déploiement de nouveaux services et d'infrastructure additionnelle est sévèrement entravé par de longs retards de normalisation, des difficultés liées aux politiques de Türk Telekom et des issues provenant de sa privatisation et sa perte de monopole des lignes téléphoniques fixes.

3) En dépit des empêchements cités en (2), le programme de libéralisation a attiré un certain nombre de nouveaux investissements et gestions entrepreneuriaux dans le secteur de télécommunication. Ce nombre peut encore grandir si les incertitudes concernant le régime de normalisation sont promptement résolues, et si la volonté de Türk Telekom de respecter les décisions de l'autorité de télécommunications devient évidente.

4) L'arrivée de la concurrence limitée en Turquie a aidé à réduire le coût de beaucoup de services de télécommunications, bien qu'elles restent toujours hautes relativement à

la plupart des autres pays d'OCDE. C'est particulièrement le cas quand les impôts sur le secteur et ses clients sont pris en considération.

5) Un problème qui affecte la plupart des secteurs économiques en Turquie, mais qui a un intérêt particulier pour la télécommunication, est le climat d'investissement qui pose des obstacles spéciaux pour les "outsiders" - grands ou petits, domestiques ou étrangers. Ceci inclut le manque d'un marché financier fiable, un système bancaire avec l'expertise limitée de travail avec les sociétés technologiquement orientées, et un processus de normalisation relativement opaque qui tend à favoriser des entreprises existantes, en particulier si elles font partie des holdings commandés par certaines familles.

4.2.3 Disponibilité du Service

Avoir l'infrastructure nécessaire n'est qu'une partie du travail, il faut aussi pouvoir livrer les services de télécommunication en utilisant ces infrastructures. Dans le cas de la Turquie tandis que "les canaux de base" pour la livraison des services de télécommunications sont présentes sur la plupart des marchés principaux, le développement de nouveaux produits et "l'emballage" des produits a été retardé par plusieurs facteurs. D'abord, Türk Telekom historiquement a été lent pour présenter de nouveaux services dans la ligne téléphonie fixe. Ces dernières années, quand la libéralisation du marché de télécommunications a indiqué clairement que les nouveaux concurrents allaient gagner l'entrée, le développement et la vente de produit ont assumé une priorité plus élevée. Une deuxième raison a été le processus d'autorisation par ATT. Long délai dans l'établissement des permis, et leurs coûts ont frustré les débutants potentiels dans le marché, aussi bien que quelques sociétés déjà-établies.

Dans le cas des opérateurs du système de câble, les permis pour de nouveaux services approuvés par ATT exigeaient l'approbation finale par le ministère du transport, qui a été lent à le faire.

4.2.4 Aspects d'Investissement

Le déploiement rapide de la technologie de télécommunications dans un pays dépend principalement de l'environnement pour l'investissement et la prise de risque. L'entrée

facile par des investisseurs dans le secteur est non seulement une fonction du régime de normalisation, mais du climat global d'investissement. À cet égard, la Turquie a gagné une réputation plutôt mélangée. En plus de “l'incertitude de normalisation” spécifique de télécommunication substantielle, ces dernières années le climat global de l'investissement de la Turquie a eu de niveaux élevés de l'incertitude, en particulier en ce qui concerne le système légal. Ceci affecte tous les investisseurs, grand ou petit, étranger ou domestique.

Un marché financier très “faible”, un manque de capitaux à risques, et un système bancaire commercial avec peu d'expérience en prêt innovateur sont d'autres forces de dissuasion aux débutants de mise en train dans le secteur de télécommunications [38].

4.3 CONCLUSIONS

Il est nettement vu que les problèmes principaux de la Turquie en télécommunications sont soit politiques soit “culturels”. Mais en tout cas le pays n'est pas encore au niveau technologique prévu par l'UE. Bien que grâce aux technologies acquises par les entreprises meneuses du secteur comme Turkcell et à l'entrée de Vodafone au marché avec la privatisation de Telsim la gamme des services de télécommunications soit augmentée, un développement qui permettrait d'analyser le transfert de technologie au niveau de pays n'est pas observé en Turquie. A présent les problèmes de transfert de technologies sont plutôt des problèmes de saisir quelles technologies et dans quel ordre doivent-elles être transférées afin d'attraper les développements technologiques au monde. Les problèmes de transfert qui étudie la sélection d'une technologie entre plusieurs alternatifs ne sont présents qu'au niveau plus bas du transfert de technologie. C'est pourquoi dans ce mémoire sera considéré un cas plus simple des transferts de technologie : le transfert de technologie en boîte noire.

5 METHODOLOGIE

Beaucoup de méthodes ont été développées pour traiter le choix de technologie et sa justification. La valeur nette (NPV), le taux interne de rendement (IRR), la période de remboursement (PB) et le retour sur l'investissement (ROI) ont souvent été adoptés par les chercheurs pour évaluer les facteurs économiques. Tandis que pour l'évaluation des facteurs analytiques, le processus analytique de hiérarchie (AHP) peut être cité comme exemple. Ces différentes méthodes peuvent être regroupées en trois catégories suivantes: la matrice / la notation, la finance / la comptabilité, et les équations mathématiques [40].

Edosomwan [41] et Dussauge et autres [42] proposent une approche de première catégorie, la matrice / la notation, concernant les issues de haut niveau ou stratégiques qui comprennent une analyse qualitative des décisions au sujet d'en quel group de technologie l'entreprise doit investir, généralement connu sous le nom d'analyse de portefeuille. Cette approche n'est pas très utile pour choisir une collection de technologies génériques mais elle peut être convenable pour choisir une technologie spécifique. Les approches financières, comme celle proposée par Samuels et autres [43], sont souvent utiles pour traiter des données exactes monétaires. Ces deux approches paraissent plus utiles quand elles sont utilisées en combinaison. La dernière approche est l'approche mathématique. Un exemple de cette approche est donnée par Yap et Souder [44], ils ont proposé de passer les technologies concurrentes au tamis filtrant et par éliminant celles qui sont inconvenables obtenir à la fin la technologie la plus appropriée. Dans ce travail, Yap et Souder ont évalué les technologies par une approche de notation et puis ils ont mis les résultats dans des équations mathématiques.

5.1 CHOIX DE METHODOLOGIE

Dans les problèmes de prise de décision à multicritères (PDMC), l'information sur les préférences du décideur (DM) est utilisée pour trier les alternatives. Ce mémoire propose une méthodologie pour analyser les préférences individuelles et multidimensionnelles avec la technique de programmation linéaire dans la prise de décision en groupe dans un environnement flou [45, 46]. Le premier objectif est de former un modèle en utilisant la théorie des nombres flous et la technique de programmation linéaire pour l'analyse multidimensionnelle des préférences (LINMAP), qui est une approche un peu différente des approches citées ci-dessus. La méthode LINMAP est basée sur les comparaisons des alternatives par paires et les choix de préférence, faits par les décideurs, et elle génère la meilleure solution compromise qui a la plus courte distance à la solution idéale [47]. L'utilisation du LINMAP flou pour la sélection de technologie n'est pas déjà apparue dans la littérature.

5.2 LE MODELE DE BASE

Pour résoudre le problème PDMC, est proposée une méthode dans laquelle les préférences du décideur sur les alternatives sont données dans une relation floue. Soit un problème à n alternatives $A_i, i = 1, 2, \dots, n$, et m attributs (critères) de décision $C_j, j = 1, 2, \dots, m$. x_{ij} , le composant de la matrice de décision notée par $D = (x_{ij})_{n \times m}$ (voir l'équation (5.1)), est l'évaluation de l'alternative A_i par rapport à l'attribut C_j .

Soit $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$ le vecteur de poids, où $\sum_{j=1}^m w_j = 1, w_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, m$ et w_j dénotent le poids de l'attribut C_j [46, 48].

Les méthodes classiques de résolution de PDMC supposent que toutes les valeurs sont exactes et réelles. Mais en réalité, les données exactes sont insuffisantes pour modéliser les problèmes de décision de la vie réelle. Les attributs peuvent être quantitatifs ou qualitatifs.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & \cdot & C_m \\ A_1 & \left[\begin{array}{cccccc} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{1n} \end{array} \right. \\ A_2 & \left[\begin{array}{cccccc} x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{2n} \end{array} \right. \\ \cdot & \left[\begin{array}{cccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array} \right. \\ \cdot & \left[\begin{array}{cccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array} \right. \\ \cdot & \left[\begin{array}{cccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{array} \right. \\ A_n & \left[\begin{array}{cccccc} x_{n1} & x_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{nm} \end{array} \right. \end{matrix} \quad (5.1)$$

Le problème PDMC contient une mixture de données exactes, floues et/or linguistiques. Dans cette méthodologie, les variables linguistiques sont utilisées pour modéliser les jugements humains. Ces variables linguistiques peuvent être représentées par les nombres flous triangulaires $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ [49, 50].

5.3 LES CONCEPTS DE BASE

5.3.1 Théorie de Base des Nombres Flous Triangulaires

Un ensemble flou convexe est décrit par une fonction d'appartenance dont les valeurs d'appartenance sont strictement croissantes ou strictement décroissantes ou bien d'abord strictement croissantes et puis strictement décroissantes pour des valeurs croissantes dans l'univers. Autrement dit, quels que soient les éléments x , y , et z dans un ensemble flou \tilde{A} , si la relation $x < y < z$ implique l'inégalité suivante

$$\mu_{\tilde{A}}(y) \geq \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{A}}(z)\} \quad (5.2)$$

alors \tilde{A} est dit un ensemble flou convexe [51]. Les nombres flous triangulaires (NFT) sont une des manières de représenter les nombres flous, ils sont relativement faciles à modéliser et marchent bien avec plusieurs applications. Un nombre flou triangulaire est un ensemble flou convexe, caractérisé par un intervalle donné de nombres réels, chacun avec une classe d'appartenance entre 0 et 1. Les nombres flous triangulaires, sont une catégorie spéciale de nombre flou N sur R , exprimé comme (l, m, u) et sa fonction d'appartenance $\mu_N(x) : R \rightarrow [0, 1]$ est égale à

$$\mu_N(x) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{x}{m-l} - \frac{l}{m-l}, & x \in [l, m], \\ \frac{x}{m-u} - \frac{u}{m-u}, & x \in [m, u], \\ 0, & \text{sinon} \end{array} \right\} \quad (5.3)$$

où $l \leq m \leq u$ (voir Figure 5.1), l et u sont la valeur inférieure et supérieure de l'appui de N respectivement, et m est la valeur modèle, qui sont souvent utilisées pour illustrer le degré de flou dans la donnée évaluée.

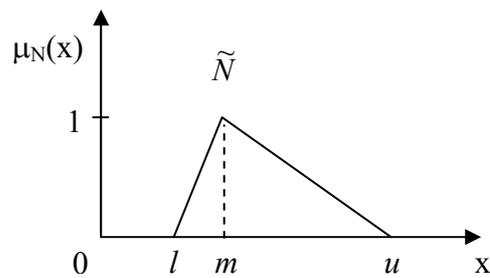


Figure 5.1 Une des fonctions d'appartenance possibles du nombre flou triangulaire N

5.3.2 Opérations des Nombres Flous Triangulaires

Soient $N_1 = (l_1, m_1, u_1)$ et $N_2 = (l_2, m_2, u_2)$ deux nombres flous triangulaires positifs.

Les opérations arithmétiques floues de base sur les nombres flous triangulaires sont définies comme :

Addition des nombres flous triangulaires \oplus ;

$$(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) \cong (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (5.4)$$

Multiplication des nombres flous triangulaires \otimes ;

$$(l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) \cong (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (5.5)$$

Multiplication scalaire ;

$$k \otimes \mu_A(x) = (k, k, k) \otimes (l, m, u) = (kl, km, ku) \quad (5.6)$$

Inverse des nombres flous triangulaires ;

$$N^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} \cong \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (5.7)$$

5.3.3 Construction du Jugement Flou

Selon Zadeh [50], pour la quantification conventionnelle il est très difficile de définir des situations complexes, donc la notion de variable linguistique est nécessaire.

La Variable Linguistique : Les humains se communiquent avec leur propre langage naturel en se rapportant à des images mentales précédentes en utilisant des termes plutôt vagues mais simples. Un langage naturel se compose des termes fondamentaux caractérisés comme “les atomes” dans la littérature. Une collection de ces atomes formera les molécules, c’est-à-dire les expressions, de notre langage naturel. Ces termes fondamentaux peuvent s'appeler les termes atomiques [52].

Soient des termes atomiques et des ensembles de termes atomiques définis sont des éléments et des ensembles sur un univers de termes de langage naturel, l'univers K . Soit Y l'univers des interprétations cognitives (des significations). Cet univers des interprétations serait une collection de différents éléments et ensembles qui représentent les modèles cognitifs et les images mentales. Clairement, ces interprétations seraient plutôt vagues, et elles pourraient mieux être représentées par des ensembles flous. Par conséquent, un terme atomique ou comme le définit Zadeh [53], une variable linguistique, peut être interprétée en utilisant les ensembles flous.

Soit α un terme spécifique et un élément de l'univers du langage naturel (K), et soit \tilde{A} un ensemble flou dans l'univers des interprétations - ou des significations - (Y), qui représente une signification spécifique du terme α . Alors le langage naturel peut être exprimé comme une carte perceptuelle \tilde{M} partie d'un ensemble de termes atomiques

dans K et arrivée à un ensemble d'interprétations correspondant dans Y . Chaque terme α dans K correspond à un ensemble flou \tilde{A} dans Y , qui est l'interprétation de α . Cette carte perceptuelle peut être dénoté par $\tilde{M}(\alpha, \tilde{A})$ [52].

L'ensemble flou \tilde{A} représente le degré de flou dans la carte perceptuelle entre un terme atomique et son interprétation, et il peut être dénoté par la fonction d'appartenance $\mu_{\tilde{M}}(\alpha, y)$, ou plus simplement par

$$\mu_{\tilde{M}}(\alpha, y) = \mu_{\tilde{A}}(y) \quad (5.8)$$

Nous pouvons appeler α une variable de langage naturel dont la valeur est définie par l'ensemble flou $\mu_{\alpha}(y)$. A partir d'ici, la valeur d'une variable linguistique sera synonyme avec son interprétation.

Le Jugement Flou : Le nombre flou triangulaire et la variable linguistique sont deux concepts principaux qui sont utilisés dans ce mémoire pour évaluer l'estimation des variables linguistiques en "convenance". Dans le but d'évaluer la convenance relative des alternatives contre les divers critères, les décideurs peuvent utiliser l'ensemble d'échelle linguistique suivant :

$$S = \{\text{Très Fort, Fort, Médiocre, Faible, Très Faible}\}.$$

Les fonctions d'appartenance des valeurs linguistiques de l'ensemble d'échelle linguistique S , sont montrées dans le Tableau 5.1 et l'échelle triangulaire de la conversion floue est montrée dans la Figure 5.2.

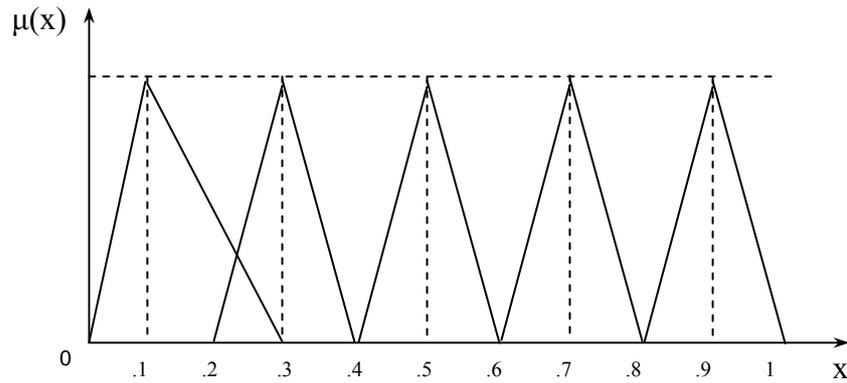


Figure 5.2 La fonction d'appartenance des valeurs linguistiques

Tableau 5.1 L'échelle triangulaire de la conversion floue

<i>Valeurs Linguistiques</i>	<i>Nombres Flous Triangulaires</i>
Très Fort (TFo)	(0.8,0.9,1)
Fort (Fo)	(0.6,0.7,0.8)
Médiocre (M)	(0.4,0.5,0.6)
Faible (Fa)	(0.2,0.3,0.4)
Très Faible (TFa)	(0,0.1,0.3)

C'est cette échelle de conversion qui sera utilisée dans la partie application.

5.3.4 Distance entre Deux Nombres Flous Triangulaires

Soient $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ et $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ deux nombres flous triangulaires, par suite la méthode de vertex pour calculer la distance entre eux est définie comme suivante [46]:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (5.9)$$

Si \tilde{m} et \tilde{n} sont tous les deux des nombres réels, la mesure de la distance $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ est identique à la distance euclidienne [51]. En supposant que $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ et $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ sont deux nombres réels, les égalités $m_1 = m_2 = m_3 = m$ et $n_1 = n_2 = n_3 = n$ sont obtenues. La mesure de la distance ($d(\tilde{m}, \tilde{n})$) peut être calculée comme

$$\begin{aligned}
 d(\tilde{m}, \tilde{n}) &= \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \\
 &= \sqrt{\frac{1}{3}[(m - n)^2 + (m - n)^2 + (m - n)^2]} \\
 &= \sqrt{(m - n)^2} \\
 &= |m - n|
 \end{aligned} \tag{5.10}$$

5.3.5 Solution Idéale Positive

Une solution idéale est définie comme une collection de niveaux (ou d'estimations) idéaux dans tous les attributs considérés. Cependant, la plupart du temps la solution idéale est inaccessible ou infaisable. Alors être la plus proche possible à une telle solution idéale est le raisonnement du choix humain. Coombs [54, 55] a également réclamé qu'il y a un niveau idéal des attributs pour des alternatives choisies et que l'utilité du décideur diminuent de façon monotone quand une alternative éloigne de ce point idéal (ou utopique) [56]. Puisque l'idéal dépend des limites et des contraintes courantes de l'économie et de la technologie, un idéal perçu est utilisé à la place de celle-ci pour mettre en application le raisonnement du choix dans un procédé de décision normatif. La solution idéale positive (SIP) est dénotée comme

$$A^* = (x_1^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*) \tag{5.11}$$

où x_j^* est la meilleure valeur du $j^{\text{ième}}$ attribut entre toutes les alternatives disponibles.

Le composé de toutes les meilleures estimations possibles des attributs est la solution idéale positive [57]. Dans les problèmes de prise de décision, l'alternative qui la plus courte distance à la solution idéale positive est souvent considérée comme la meilleure solution.

5.3.6 La Normalisation

Une bonne méthode d'agrégation devrait considérer la gamme de l'évaluation floue de chaque décideur. Il signifie que la gamme de l'évaluation floue agrégée doit inclure les gammes des évaluations floues de tous les décideurs. Dans ce but se fait la normalisation suivante :

Soit $\tilde{x}_{ij}^p = (a_{ij}^p, b_{ij}^p, c_{ij}^p)$ l'évaluation de l'alternative A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) selon l'attribut C_j ($j = 1, 2, \dots, m$) donné par le décideur P_p ($p = 1, 2, \dots, P$). Un problème de décision de groupe flou à multicritères peut être exprimé dans une matrice comme suivante:

$$\tilde{D}^p = (\tilde{x}_{ij}^p)_{n \times m} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & \cdot & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^p & \tilde{x}_{12}^p & \cdot & \tilde{x}_{1n}^p \\ \tilde{x}_{21}^p & \tilde{x}_{22}^p & \cdot & \tilde{x}_{2n}^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{x}_{m1}^p & \tilde{x}_{m2}^p & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \tilde{x}_{mn}^p \end{bmatrix} \end{matrix} \quad p = 1, 2, \dots, P \quad (5.12)$$

où \tilde{D}^p est la matrice de décision pour $DM P_p$.

Les relations suivantes sont définies pour faire la normalisation,

$$\begin{aligned} a_j^{\max} &= \max \{ a_{ij}^p ; a_{ij}^p \in \tilde{x}_{ij}^p = (a_{ij}^p, b_{ij}^p, c_{ij}^p), i = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, P \} \\ a_j^{\min} &= \min \{ a_{ij}^p ; a_{ij}^p \in \tilde{x}_{ij}^p = (a_{ij}^p, b_{ij}^p, c_{ij}^p), i = 1, 2, \dots, n; p = 1, 2, \dots, P \} \end{aligned} \quad (5.13)$$

Le même pour $b_j^{\max}, b_j^{\min}, c_j^{\max}, c_j^{\min}$.

Dans les problèmes de PDMC il y a des attributs de bénéfice (plus ils sont hauts plus ils sont préférés) et des attributs de coût (plus ils sont bas plus ils sont préférés). En utilisant la transformation linéaire scalaire, les différentes échelles sont transformées en une échelle comparable :

$$\tilde{y}_{ij}^p = \left(\frac{a_{ij}^p}{c_j^{\max}}, \frac{b_{ij}^p}{b_j^{\max}}, \frac{c_{ij}^p}{a_j^{\max}} \right) \text{ pour } j \in B \text{ et } \tilde{y}_{ij}^p = \left(\frac{a_j^{\min}}{c_{ij}^p}, \frac{b_j^{\min}}{b_{ij}^p}, \frac{c_j^{\min}}{a_{ij}^p} \right) \text{ pour } j \in C \quad (5.14)$$

où B représente l'ensemble des attributs de bénéfice, et C représente l'ensemble des attributs de coût.

La méthode de normalisation mentionnée ci-dessus est conçue pour préserver la propriété que les éléments \tilde{y}_{ij}^p (pour tout i et j) sont des nombres flous triangulaires (standardisés) normalisés.

En appliquant la méthode de normalisation, la matrice floue de décision, dénotée par \tilde{Y}^p , est obtenue.

$$\tilde{Y}^p = (\tilde{y}_{ij}^p)_{n \times m} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & \cdot & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{y}_{11}^p & \tilde{y}_{12}^p & \cdot & \tilde{y}_{1n}^p \\ \tilde{y}_{21}^p & \tilde{y}_{22}^p & \cdot & \tilde{y}_{2n}^p \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \tilde{y}_{m1}^p & \tilde{y}_{m2}^p & \cdot & \cdot \\ \tilde{y}_{mn}^p \end{bmatrix} & \end{matrix} \quad p = 1, 2, \dots, P; \quad (5.15)$$

où $\tilde{y}_{ij}^p = (y_{ijL}^p, y_{ijM}^p, y_{ijR}^p)$ sont des nombres flous triangulaires normalisés et dénotent la location de $i^{\text{ème}}$ alternative dans l'espace m-dimensionnel (critères).

5.4 LE MODELE DE LINMAP FLOU

Soit $\tilde{a}^* = (\tilde{a}_1^*, \tilde{a}_2^*, \dots, \tilde{a}_m^*)$ la solution floue idéale positive, i.e., la location d'alternative la plus préférée par l'individu, le carré de la distance euclidienne pondérée entre \tilde{Y}_i^p et \tilde{a}^* , où $\tilde{a}_j^* = (a_{jL}^*, a_{jM}^*, a_{jR}^*)$ sont des nombres flous triangulaires, peut être présenté comme

$$d_i(\tilde{y}_{ij}^p, \tilde{a}_j^*) = \frac{1}{3} [(y_{ijL} - a_{jL}^*)^2 + (y_{ijM} - a_{jM}^*)^2 + (y_{ijR} - a_{jR}^*)^2]^{1/2} \quad \text{pour } i \in A \quad (5.16)$$

La distance carrée $s_i = d_i^2$ est donnée par

$$S_i^p = \sum_{j=1}^m w_j [d(\tilde{y}_{ij}^p, \tilde{a}_j^*)]^2 \quad (5.17)$$

S_i^p est la distance carrée de l'alternative i à la solution floue idéale positive d'après les jugements du décideur p , et elle peut être réécrite en utilisant les nombres flous triangulaires \tilde{a}_j^* comme [58, 59]

$$S_i^p = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m w_j [(y_{ijL} - a_{jL}^*)^2 + (y_{ijM} - a_{jM}^*)^2 + (y_{ijR} - a_{jR}^*)^2] \quad (5.18)$$

Supposant que le DM P_p ($p = 1, 2, \dots, P$) donne les relations de préférences entre les alternatives par $\Omega^p = \{(k, l); A_k \rho_p A_l, k, l = 1, 2, \dots, n\}$ où ρ_p est la relation de préférence donnée par le DM P_p .

Les distances carrées euclidiennes entre chaque paire d'alternative (k, l) et la positive idéale solution (\tilde{a}^*) sont données par

$$S_k^p = \sum_{j=1}^m w_j [d(\tilde{y}_{kj}^p, \tilde{a}_j^*)]^2 \quad (5.19)$$

et

$$S_l^p = \sum_{j=1}^m w_j [d(\tilde{y}_{lj}^p, \tilde{a}_j^*)]^2 \quad (5.20)$$

Pour chaque paire triée $(k,l) \in \Omega^p$, la solution serait consistante avec le modèle de distance pondérée si $S_l^p \geq S_k^p$ et s'il n'y a pas d'erreur attribuable à la solution [47]. Si $S_l^p < S_k^p$, $(S_k^p - S_l^p)$ donne l'erreur. L'index $(S_l^p - S_k^p)^-$ est défini pour mesurer l'inconsistance entre l'évaluation des alternatives et les préférences, i.e., pour dénoter l'erreur de la paire (k,l) ;

$$(S_l^p - S_k^p)^- = 0 \text{ si } S_l^p \geq S_k^p$$

et (5.21)

$$(S_l^p - S_k^p)^- = S_k^p - S_l^p \text{ si } S_l^p < S_k^p$$

L'index d'inconsistance peut être réécrit comme suivant,

$$(S_l^p - S_k^p)^- = \max \{0, S_k^p - S_l^p\} \quad (5.22)$$

Pour toutes les paires dans Ω^p , l'inconsistance totale est

$$B^p = \sum_{(k,l) \in \Omega} (S_l^p - S_k^p)^- \quad (5.23)$$

Et l'inconvenance totale du groupe est

$$B = \sum_{p=1}^P B^p = \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega} (S_l^p - S_k^p)^- \quad (5.24)$$

Similairement, si pour une paire triée (k,l) $S_l^p \geq S_k^p$, $(S_l^p - S_k^p)$ désigne la convenance de cette paire. La convenance d'une paire (k,l) est donc définie comme suivant :

$$(S_l^p - S_k^p)^+ = S_l^p - S_k^p \quad \text{si } S_l^p \geq S_k^p$$

et

$$(S_l^p - S_k^p)^+ = 0 \quad \text{si } S_l^p < S_k^p \quad (5.25)$$

L'index de consistance peut être écrit comme suivant :

$$(S_l^p - S_k^p)^+ = \max \{0, S_l^p - S_k^p\} \quad (5.26)$$

Pour toutes les paires dans Ω^p , la consistance totale est

$$G^p = \sum_{(k,l) \in \Omega} (S_l^p - S_k^p)^+ \quad (5.27)$$

Et la convenance totale (G) du groupe est

$$G = \sum_{p=1}^P G^p = \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega} (S_l^p - S_k^p)^+ \quad (5.28)$$

L'objectif est de maximiser la convenance totale du groupe.

Par les définitions de $(S_l^p - S_k^p)^+$ et $(S_l^p - S_k^p)^-$,

$$(S_l^p - S_k^p) = (S_l^p - S_k^p)^+ - (S_l^p - S_k^p)^- \quad (5.29)$$

En substituant B et G avec les équations (5.24) et (5.28), le suivant est obtenu;

$$\sum_{(k,l) \in \Omega^p} (S_l^p - S_k^p)^+ - \sum_{(k,l) \in \Omega^p} (S_l^p - S_k^p)^- = \sum_{(k,l) \in \Omega^p} (S_l^p - S_k^p) = G - B = h \quad (5.30)$$

où h est un nombre positif arbitraire. La contrainte impose la condition que la convenance G doit être plus grande que l'inconvenance B.

Pour trouver la meilleure solution (w, \tilde{a}^*) la programmation mathématique suivante est construite,

$$\max \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} \max \{0, S_l^p - S_k^p\} \right\}$$

sous les contraintes (s.c.)

$$\begin{cases} G - B \geq h \\ w_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^m w_j = 1 \end{cases} \quad (5.31)$$

où h et ε sont strictement positives.

Soient $\lambda_{kl}^p = \max \{0, S_l^p - S_k^p\}$ pour chaque $(k, l) \in \Omega^p$ et $\lambda_{kl}^p \geq 0$, $\lambda_{kl}^p \geq S_l^p - S_k^p$.

En ajoutant ces contraintes à l'équation (5.31) l'équation suivante est obtenue :

$$\begin{aligned} & \max \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} \max \{ 0, S_l^p - S_k^p \} \right\} \\ & \text{s.c.} \quad \begin{cases} G - B \geq h \\ w_j \geq \varepsilon, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^m w_j = 1 \\ S_k^p - S_l^p + \lambda_{kl}^p \geq 0, \quad (k, l) \in \Omega^p, p = 1, 2, \dots, P \\ \lambda_{kl}^p \geq 0, \quad (k, l) \in \Omega^p, p = 1, 2, \dots, P \end{cases} \end{aligned} \quad (5.32)$$

Soit $V = \{ \tilde{v}_j \} = (w_j \tilde{a}_j^*)$ et $\tilde{v}_j = (v_{jL}, v_{jM}, v_{jR})$ alors les égalités suivantes sont obtenues :

$$v_{jL} = w_j a_{jL}^*, \quad v_{jM} = w_j a_{jM}^* \quad \text{et} \quad v_{jR} = w_j a_{jR}^* \quad (5.33)$$

En faisant les remplacements nécessaires dans les équations (5.19) et (5.20) la programmation mathématique donnée en (5.32) est donc réduite à trouver la solution (w, v) [60] qui maximise l'équation (5.31) sous les contraintes des λ_{kl}^p [58], la programmation est transformée en :

$$\text{maximise} \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} \lambda_{kl}^p \right\}$$

sous les contraintes

$$\begin{aligned} & \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m w_j \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} \left[(y_{jL}^p - y_{kjL}^p) + (y_{jM}^p - y_{kjM}^p) + (y_{jR}^p - y_{kjR}^p) \right] \\ & - \frac{2}{3} \sum_{p=1}^P \left[\sum_{j=1}^m y_{jL} \sum_{(k,l) \in \Omega^p} (y_{jL}^p - y_{kjL}^p) + \sum_{j=1}^m y_{jM} \sum_{(k,l) \in \Omega^p} (y_{jM}^p - y_{kjM}^p) + \sum_{j=1}^m y_{jR} \sum_{(k,l) \in \Omega^p} (y_{jR}^p - y_{kjR}^p) \right] \geq h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{3} \sum_{j=1}^m w_j \left[(y_{kjL}^{p^2} - y_{ljL}^{p^2}) + (y_{kjM}^{p^2} - y_{ljM}^{p^2}) + (y_{kjR}^{p^2} - y_{ljR}^{p^2}) \right] \\
& - \frac{2}{3} \sum_{p=1}^P \left[\sum_{j=1}^m v_{jL} (y_{kjL}^p - y_{ljL}^p) + \sum_{j=1}^m v_{jM} (y_{kjM}^p - y_{ljM}^p) + \sum_{j=1}^m v_{jR} (y_{kjR}^p - y_{ljR}^p) \right] + \lambda_{kl}^p \geq 0, \quad (k,l) \in \Omega^p; p=1,2,..,P \\
& \lambda_{kl}^p \geq 0, \quad (k,l) \in \Omega^p \\
& v_{jL}, v_{jM}, v_{jR} \geq 0, \quad j=1,2,\dots,m \\
& \sum_{j=1}^m w_j = 1, \quad j=1,2,\dots,m \\
& w_j \geq \varepsilon, \quad j=1,2,\dots,m
\end{aligned} \tag{5.34}$$

En résolvant la programmation linéaire donnée dans l'équation (5.34), $w_j, v_{jL}, v_{jM}, v_{jR}$ sont obtenus et \tilde{a}_j^* est calculé.

Mais dans MATLAB toutes les programmations linéaires sont considérées comme problème de minimisation. Donc avant de résoudre en MATLAB il faut transformer le problème considéré en un problème de minimisation.

Soient $Z_{kl}^p = \max \{0, S_k^p - S_l^p\}$ pour chaque $(k,l) \in \Omega^p$ et $Z_{kl}^p \geq 0$, $Z_{kl}^p \geq S_k^p - S_l^p$. Le problème donné dans l'équation (5.32) peut être transformé au problème de minimisation suivant :

$$\begin{aligned}
& \min \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} \max \{0, S_k^p - S_l^p\} \right\} \\
& \text{s.c.} \quad \begin{cases} G - B \geq h \\ S_l^p - S_k^p + Z_{kl}^p \geq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \\ \sum_{j=1}^m w_j = 1 \\ w_j \geq \varepsilon, & j = 1,2,\dots,m \\ Z_{kl}^p \geq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \end{cases}
\end{aligned} \tag{5.35}$$

En arrangeant les contraintes là où nécessaire ce problème de minimisation peut être réécrit comme suivant :

$$\begin{aligned}
 \min & \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} Z_{kl}^p \right\} \\
 \text{s.c.} & \begin{cases} S_k^p - S_l^p \leq -h \\ S_k^p - S_l^p - Z_{kl}^p \leq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \\ \sum_{j=1}^m w_j = 1 \\ w_j \geq \varepsilon, & j = 1,2,\dots,m \\ Z_{kl}^p \geq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \end{cases} \quad (5.36)
 \end{aligned}$$

Après avoir résolu la programmation linéaire donnée dans l'équation (5.36) en MATLAB, $w_j, v_{jL}, v_{jM}, v_{jR}$ seront obtenus et \tilde{a}_j^* va être calculé.

6 APPLICATION

Le modèle flou LINMAP va être appliqué à un problème de sélection de technologie de télécommunication pour les machines PDV (Point de Vente) d'une chaîne de supermarché. L'entreprise est nouvelle dans le marché et va ouvrir son premier supermarché qui sera nouvellement construit et va avoir 30 caisses.

6.1 LES CRITERES D'EVALUATION

Pour pouvoir appliquer le modèle d'évaluation à multiattributs les critères qui ont un effet sur la sélection de technologie doivent être déterminés. Dans la littérature il y a plusieurs critères comme la qualité, la flexibilité, le coût, la maintenance, etc. utilisés dans les problèmes de sélection de technologie par plusieurs auteurs [40, 61, 62]. Après une élimination attentive en utilisant les informations données par les experts, six critères quantitatifs (Type 1) et six critères qualitatifs (Type 2) ont été sélectionnés entre plusieurs pour évaluer les technologies de télécommunication.

C₁ – La Flexibilité (Type 1) : Elle dépend de l'âge et de la durée de vie de la technologie. C'est le degré d'amélioration qui peut être exercé sur la technologie sans changer l'infrastructure technologique de l'entreprise.

C₂ – La Capacité (Type 1) : C'est le maximum travail que la technologie peut réaliser sans perte d'efficience ou de vitesse, et elle est donnée en Kb/s.

C₃ – La Vitesse (Type 1) : Elle montre la quantité de travail ou donnée qui peut être procédée par la technologie dans un intervalle de temps donné, et elle est donnée en Kb/s.

C₄ – L'Accessibilité (Type 1) : C'est un critère important pour les technologies de télécommunication. Tous les essais de connexion aux serveurs du fournisseur ne résultent pas avec succès. Ce critère indique pour combien d'essai sur cent la donnée est transmise sans délai ou interruption.

C₅ – Le Coût Initial (Type 1) : Il inclut le coût d'investissement (matériaux et logiciels) nécessaire pour l'implémentation de la technologie, et il est donné en YTL (Nouvelle Livre Turque).

C₆ – Le Coût Annuel (Type 1) : Il inclut le coût annuel d'opération, le coût annuel de maintenance, et le coût annuel de réparation de la technologie, et il est donné en YTL.

C₇ – La Sécurité (Type 2) : Ce critère examine la sûreté de l'information envoyée et reçue par les chaînes de télécommunication. Si un intrus peut agir passivement ou activement sur l'information transférée, la technologie de télécommunication n'est pas considérée sûre.

C₈ – Le Benchmarking / L'Analyse Comparative (Type 2) : Il évalue les choix de technologie des autres entreprises ayant les conditions similaires avec l'entreprise.

C₉ – L'Utilité (Type 2) : Il étudie la largesse et la facilité d'utilisation de la technologie, si transférée, dans l'entreprise pour voir si elle est utile.

C₁₀ – Le Support Stratégique (Type 2) : Il étudie si l'implémentation de la technologie est en parallèle avec la stratégie technologique de l'entreprise.

C₁₁ – Le Risque (Type 2) : Il évalue le risque opérationnel, commercial, et technologique apporté à l'entreprise en implémentant la technologie. Dans l'application ce critère va être considéré comme un attribut de bénéfice, et les alternatives seront évaluées inversement proportionnelles à la quantité de risques qu'elles contiennent.

C_{12} – La Durée de Réalisation (Type 2) : La durée de réalisation est le temps nécessaire pour le transfert et l'installation de la nouvelle technologie, il est donné en jour.

6.2 LES ALTERNATIVES

Il y a trois technologies alternatives en considération pour établir la communication entre les machines PDV et les banques.

A_1 – GPRS avec APN Corporel : APN (Nom de Point d'Accès) permet les entreprises avoir un transfert sûr de données à deux voies (du terrain à la station et vice versa). C'est une version adaptée du GPRS (General Packet Radio Service) qui dirige les paquets de données transmis par les terminaux sur le réseau de GPRS aux différentes adresses IP (Internet Protocol). L'entreprise prédéfinit les lignes mobiles autorisées à accéder le APN corporel, ce qui permet au fournisseur de service de bloquer toutes entrées sans autorisation.

A_2 – GPRS Public : Le GPRS est une technologie qui permet de transmettre les données par paquets sur le réseau GSM (Global System for Mobile Communications). Dû à la technologie du GPRS il n'y a pas la garantie d'un taux de transfert constant.

A_3 – Les Lignes Téléphoniques Traditionnelles : Le transfert de données est fait sur des câbles en cuivre ou de fibre optique. Comme une ligne téléphonique ne peut pas être interceptée par un intrus sans avoir accès physique au câble téléphonique de la ligne, elle a un haut niveau de communication sûre.

6.3 APPLICATION NUMERIQUE

Première Etape : Les experts P_p ($p = 1,2,3$) donnent leurs jugements de préférence entre les alternatives en forme de comparaisons comme $\Omega^1 = \{(1,2), (3,2)\}$, $\Omega^2 = \{(1,2), (1,3)\}$, $\Omega^3 = \{(1,3), (3,2)\}$ i.e. pour le premier décideur A_1 est plus préférée que A_2 , A_3 est plus préférée que A_2 , ainsi de suite.

Deuxième Etape : Les experts utilisent des variables linguistiques (donnés dans le Tableau 5.1) pour évaluer les alternatives en respect avec chaque critère. L'information de l'évaluation de toutes les alternatives en respect avec chaque critère est donnée par les trois experts P_1, P_2, P_3 comme dans le Tableau 6.1.

Tableau 6.1 Informations de décision et les évaluations des alternatives

Critères	Alternatives	Décideurs			Critères	Alternatives	Décideurs		
		P_1	P_2	P_3			P_1	P_2	P_3
C_1	A_1	5	5	5	C_7	A_1	Fo	Fo	Fo
	A_2	2	2	2		A_2	Fa	Fa	M
	A_3	4	4	4		A_3	TFo	TFo	TFo
C_2	A_1	10000	10000	10000	C_8	A_1	Fo	Fo	Fo
	A_2	5400	5400	5400		A_2	TFa	Fa	Fa
	A_3	12000	12000	12000		A_3	TFo	Fo	TFo
C_3	A_1	200	200	200	C_9	A_1	TFo	TFo	TFo
	A_2	30	30	30		A_2	TFa	M	TFa
	A_3	600	600	600		A_3	Fo	Fo	Fo
C_4	A_1	0.90	0.90	0.90	C_{10}	A_1	TFo	TFo	TFo
	A_2	0.35	0.35	0.35		A_2	Fa	Fa	Fo
	A_3	0.80	0.80	0.80		A_3	Fo	Fo	Fo
C_5	A_1	9500	9500	9500	C_{11}	A_1	Fo	Fo	Fo
	A_2	9500	9500	9500		A_2	Fa	Fa	Fa
	A_3	18000	18000	18000		A_3	M	M	M
C_6	A_1	20000	20000	20000	C_{12}	A_1	Fo	M	M
	A_2	20000	20000	20000		A_2	TFo	TFo	Fo
	A_3	50000	50000	50000		A_3	TFa	TFa	TFa

Troisième Etape : Les matrices floues normalisées de décision \tilde{Y}^P sont construites en utilisant les équations (5.13) et (5.14)¹;

Tableau 6.2 \tilde{Y}^1 - La matrice floue normalisée pour le premier expert

	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(1, 1, 1)	(0.833, 0.833, 0.833)	(0.333, 0.333, 0.333)	(1, 1, 1)
A_2	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.45, 0.45, 0.45)	(0.05, 0.05, 0.05)	(0.389, 0.389, 0.389)
A_3	(0.8, 0.8, 0.8)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.889, 0.889, 0.889)

¹ Pour calculer les matrices floues normalisées de décision et résoudre le problème de programmation linéaire donnée en (24b) la programme FLINMAPsolver.m a été écrite en MATLAB (voir Appendice A et B).

C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.6, 0.778, 1)
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.2, 0.333, 0.5)	(0, 0.111, 0.375)
(0.528, 0.528, 0.528)	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.8, 1, 1)	(0.8, 1, 1)
C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
(0.8, 1, 1)	(0.8, 1, 1)	(0.75, 1, 1)	(0.6, 0.778, 1)
(0, 0.111, 0.375)	(0.2, 0.333, 0.5)	(0.25, 0.429, 0.667)	(0.8, 1, 1)
(0.6, 0.778, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.5, 0.714, 1)	(0, 0.111, 0.375)

Tableau 6.3 \tilde{Y}^2 - La matrice floue normalisée pour le deuxième expert

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
A_1	(1, 1, 1)	(0.833, 0.833, 0.833)	(0.333, 0.333, 0.333)	(1, 1, 1)
A_2	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.45, 0.45, 0.45)	(0.05, 0.05, 0.05)	(0.389, 0.389, 0.389)
A_3	(0.8, 0.8, 0.8)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.889, 0.889, 0.889)
	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.75, 1, 1)
	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.2, 0.333, 0.5)	(0.25, 0.429, 0.667)
	(0.528, 0.528, 0.528)	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.8, 1, 1)	(0.75, 1, 1)
	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
	(0.8, 1, 1)	(0.8, 1, 1)	(0.75, 1, 1)	(0.4, 0.556, 0.75)
	(0.4, 0.556, 0.75)	(0.2, 0.333, 0.5)	(0.25, 0.429, 0.667)	(0.8, 1, 1)
	(0.6, 0.778, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.5, 0.714, 1)	(0, 0.111, 0.375)

Tableau 6.4 \tilde{Y}^3 - La matrice floue normalisée pour le troisième expert

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
A_1	(1, 1, 1)	(0.833, 0.833, 0.833)	(0.333, 0.333, 0.333)	(1, 1, 1)
A_2	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.45, 0.45, 0.45)	(0.05, 0.05, 0.05)	(0.389, 0.389, 0.389)
A_3	(0.8, 0.8, 0.8)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.889, 0.889, 0.889)
	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.6, 0.778, 1)
	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(0.4, 0.556, 0.75)	(0.2, 0.333, 0.5)
	(0.528, 0.528, 0.528)	(0.4, 0.4, 0.4)	(0.8, 1, 1)	(0.8, 1, 1)

C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
(0.8, 1, 1)	(0.8, 1, 1)	(0.75, 1, 1)	(0.5, 0.714, 1)
(0, 0.111, 0.375)	(0.6, 0.778, 1)	(0.25, 0.429, 0.667)	(0.75, 1, 1)
(0.6, 0.778, 1)	(0.6, 0.778, 1)	(0.5, 0.714, 1)	(0, 0.143, 0.5)

La programmation linéaire de FLINMAP était donnée dans (5.36) comme suivant :

$$\min \left\{ \sum_{p=1}^P \sum_{(k,l) \in \Omega^p} Z_{kl}^p \right\}$$

$$s.c. \begin{cases} S_k^p - S_l^p \leq -h \\ S_k^p - S_l^p - Z_{kl}^p \leq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \\ \sum_{j=1}^m w_j = 1 \\ w_j \geq \varepsilon, & j = 1,2,\dots,m \\ Z_{kl}^p \geq 0, & (k,l) \in \Omega^p, p = 1,2,\dots,P \end{cases}$$

Pour traduire les coefficients des décisions de variable, les valeurs de RHS et la fonction d'objectif de cette équation sont faites les suppositions suivantes. Soient :

\mathbf{X} : Le vecteur des variables de décision, $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{W} \\ \mathbf{V} \\ \mathbf{L} \end{bmatrix}$, vecteur de taille [54,1]

\mathbf{W} : Le vecteur de poids, $\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_m \end{bmatrix}$, vecteur de taille [12,1]

\mathbf{V} : Le vecteur des variables $\tilde{v}_j = w_j \tilde{a}_j^*$, $\mathbf{V} = \begin{bmatrix} v_{1L} \\ v_{1M} \\ v_{1R} \\ \cdot \\ \cdot \\ v_{mL} \\ v_{mM} \\ v_{mR} \end{bmatrix}$, vecteur de taille [36,1]

L : Le vecteur des variables $Z_{kl}^p = \max \{0, S_k^p - S_l^p\}$,

$$L = \begin{bmatrix} Z_{12}^1 \\ Z_{32}^1 \\ Z_{12}^2 \\ Z_{13}^2 \\ Z_{13}^3 \\ Z_{32}^3 \end{bmatrix}, \text{ vecteur de taille } [6,1]$$

OBJ : Le vecteur de coefficients des variables de décision dans la fonction d'objectif, vecteur de taille [54, 1]

AB : La matrice des coefficients enchaînée pour les contraintes de la forme \leq , elle est de la taille [7, 54]

C : Le vecteur des coefficients pour la contrainte "somme des $w_j = 1$ "

b : Le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes de la forme \leq

c : Le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes "somme des $w_j = 1$ "

lb : Le vecteur de borne inférieure pour toutes les contraintes, ε pour les w_j et 0 pour les autres

Le problème donné dans l'équation (5.36) est donc posé comme suivant :

$$\begin{aligned} & \text{Min } \mathbf{OBJ} \cdot \mathbf{X} \\ & \text{s.c.} \\ & \mathbf{AB} \cdot \mathbf{X} \leq \mathbf{b} \\ & \mathbf{C} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{c} \\ & \mathbf{X} \geq \mathbf{lb} \end{aligned}$$

0	0	0	-0.933	-1.037	-1.167	-1.533	-1.714	-1.389
0	0	0	-0.267	-0.296	-0.333	-0.4	-0.444	-0.417
0.4	0.4	0.4	-0.4	-0.444	-0.333	-0.533	-0.593	-0.417
0	0	0	-0.267	-0.296	-0.333	-0.333	-0.381	-0.222
-0.4	-0.4	-0.4	0.133	0.148	0	0	0	0
-0.4	-0.4	-0.4	0.133	0.148	0	0.133	0.148	0
0.4	0.4	0.4	-0.267	-0.296	-0.167	-0.4	-0.444	-0.333

-1.867	-2.074	-1.417	-1.333	-1.481	-1	-1.333	-1.524	-0.889
-0.533	-0.593	-0.417	-0.4	-0.444	-0.333	-0.333	-0.381	-0.222
-0.4	-0.444	-0.417	-0.267	-0.296	-0.333	-0.167	-0.190	-0.222
-0.267	-0.296	-0.167	-0.4	-0.444	-0.333	-0.333	-0.381	-0.222
-0.133	-0.148	0	-0.133	-0.148	0	-0.167	-0.190	0
-0.133	-0.148	0	-0.133	-0.418	0	-0.167	-0.190	0
-0.4	-0.444	-0.417	0	0	0	-0.167	-0.190	-0.222

0.833	0.931	0.333	0	0	0	0	0	0
0.133	0.148	0	-1	0	0	0	0	0
0.533	0.593	0.417	0	-1	0	0	0	0
0.267	0.296	0.167	0	0	-1	0	0	0
-0.267	-0.296	-0.250	0	0	0	-1	0	0
-0.333	-0.381	-0.333	0	0	0	0	-1	0
0.5	0.571	0.333	0	0	0	0	0	-1

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

En utilisant l'équation (5.33) les valeurs des \tilde{a}_j^* (ajL^* , ajM^* , et ajR^*) sont calculées :

$$\tilde{a}^* = [(484.59, 484.59, 484.59), (974.68, 974.68, 974.68), (732.71, 732.71, 732.71), \\ (516.94, 516.94, 516.94), (1502.05, 1502.05, 1502.05), (1206.46, 1206.46, 1206.46), \\ (728.28, 962.89, 1046.15), (602.54, 666.33, 697.61), (459.39, 503.33, 718.34), \\ (515.68, 569.94, 799.13), (513.14, 583.06, 987.49), (1382.32, 1773.76, 1856.68)]$$

Ensuite en utilisant \tilde{Y}^1 , \tilde{Y}^2 , \tilde{Y}^3 , et \tilde{a}^* les distances à la solution idéale sont calculées.

Les distances des alternatives à la solution idéale d'après l'évaluation du premier décideur :

$$S_1^1 = 453792.232$$

$$S_2^1 = 454229.766$$

$$S_3^1 = 453922.629$$

Les distances des alternatives à la solution idéale d'après l'évaluation du deuxième décideur :

$$S_1^2 = 453808.853$$

$$S_2^2 = 454162.642$$

$$S_3^2 = 453924.245$$

Les distances des alternatives à la solution idéale d'après l'évaluation du troisième décideur :

$$S_1^3 = 453799.202$$

$$S_2^3 = 454161.975$$

$$S_3^3 = 453915.943$$

Ensuite les choix des décideurs sont interprétés comme suivant :

Pour P_1 : $A_1 \rho A_3 \rho A_2$

Pour P_2 : $A_1 \rho A_3 \rho A_2$

Pour P_3 : $A_1 \rho A_3 \rho A_2$

Ici ρ représente la préférence. $A_1 \rho A_3$ signifie que la première alternative est préférée à la troisième, $A_3 \rho A_2$ signifie que la troisième alternative est préférée à la seconde, et ainsi de suite.

Donc l'ordre final des alternatives, d'après les résultats du programme FLINMAPsolver.m, est : $A_1 \rho A_3 \rho A_2$. Donc A_1 , étant l'alternative la plus proche à la solution idéale positive, est considérée comme la meilleure alternative.

6.4 CONCLUSIONS ET RECHERCHES SUPPLEMENTAIRES

Dans cette application est montrée l'utilisation de LINMAP flou dans les problèmes de prise de décision à multicritères pour la sélection de technologie de télécommunications. Les résultats relèvent que, entre les douze critères, les critères les plus critiques pour ce problème sont C_3 (la vitesse) et C_{12} (la durée de réalisation), ayant un poids de 19.19% et 12.38% respectivement. Les critères quantitatifs à part C_3 ont tous à peu près le même poids, approximativement 7%, et les critères qualitatifs à part C_{12} ont un poids d'environ 6.5%. Ceci montre que tous les critères quantitatifs et qualitatifs choisis sont également importants pour le problème de sélection de technologie en télécommunications. Bien que les critères quantitatifs aient un poids légèrement plus grand que celui des qualitatifs, ils ont presque un même niveau d'importance.

Le poids relativement élevé du critère C_3 (la vitesse) peut être considéré consistant avec la situation réelle car la plupart du temps les entreprises décident d'abord la vitesse voulue ou déterminée par le département de Technologies d'Information.

Quant au poids élevé du critère C_{12} , il peut être lié aux évaluations des décideurs, qui sont un peu différentes de leurs évaluations pour autres critères. Par exemple P_1 a

évalué A_2 avec “Faible” ou “Très Faible” pour tous les critères qualitatifs sauf la dernière, C_{12} , où il a donné “Très Fort” à A_2 . En plus A_1 et A_3 qui avaient de hautes évaluations (“Très Fort” ou “Fort”) jusqu’à C_{12} ont reçu “Très Faible” et “Médiocre” pour C_{12} . C’est le même cas pour les autres décideurs. Donc le poids élevé de ce critère peut être accordé au changement dans les évaluations.

Dans le LINMAP flou la décision de sélection se fait en accord avec les distances carrées des alternatives S_i^p à la solution idéale positive \tilde{a}^* . D’après les résultats de l’application, l’ordre final des alternatives était le même pour tous les décideurs : $A_1 \rho A_3 \rho A_2$. Si l’ordre final obtenu était différent pour chaque décideur, les méthodes de choix social comme la fonction de Borda ou de Copeland pouvaient être utilisées pour trier les alternatives. La meilleure alternative obtenue dans cette application, A_1 , est aussi la technologie choisie par l’entreprise dans le cas réel, donc les résultats de la méthode sont en conformité avec la réalité.

Comme la plupart des problèmes de prise de décision à multicritère, le problème de sélection de technologie en télécommunications contient des critères quantitatifs et qualitatifs qui sont évalués en utilisant des données imprécises et le jugement humain. Le modèle de programmation linéaire floue ici construit ordonne les alternatives du problème donné à l’aide des comparaisons exactes ou floues par paires. Différemment des autres méthodes de classement, le LINMAP flou considère aussi les préférences des décideurs. Grâce aux contraintes de normalisation imposées sur les poids le modèle génère des poids positifs et non zéro pour les critères.

Le LINMAP flou étant un modèle qui permet d’analyser plusieurs alternatives en utilisant de nombreux critères (pas de limite en nombre de critère ou d’alternatives) est un pas en avant des autres méthodes comme le TOPSIS flou et le AHP flou. En plus le LINMAP flou permet d’ajuster la valeur h borne inférieure des poids des critères, ε . Des recherches supplémentaires peuvent être conduites sur la consistance de la méthode pour déterminer les meilleures conditions d’application.

CONCLUSION

Aujourd'hui, dans un monde où l'information est devenue une nécessité, l'homme vit à l'âge d'information. L'information est l'élément essentiel de la connaissance, et la connaissance est la voie qui mène aux décisions justes. Pour donner de bonnes décisions, les entreprises ont besoin d'être bien informées et une bonne partie de ces informations est collectée par l'intermédiaire des systèmes de télécommunications. Si le corps humain était le monde, et l'information était le sang, les télécommunications seraient les veines dans lesquelles circule le sang, l'information, à tout coin du corps, le monde.

Ayant montré le rôle de la télécommunication dans le monde des affaires il faut aussi parler de l'importance de choisir la bonne technologie de télécommunication. Dû aux changements rapides des technologies, surtout pour les technologies de télécommunication où les changements ont été surprenants dans les deux dernières décennies, les entreprises sentent des difficultés en leur trouvant des technologies adéquates. Surtout en Turquie, où la R&D n'est pas suffisamment développée et le transfert des technologies de télécommunication est souvent sujet à des obstacles bureaucratiques, l'acquisition de nouvelles technologies est encore plus difficile.

Au commencement le but de ce mémoire était de faire l'analyse du processus de décision dans le transfert d'une technologie majeure pour ensuite le modeler avec la méthode choisie, mais les investigations préliminaires ont montré qu'en Turquie même les entreprises meneuses du secteur ne sont pas en position de choisir une technologie entre plusieurs alternatives. En télécommunication, dû aux changements rapides, les technologies de haut niveau ne sont pas alternatives, elles sont plutôt complémentaires l'une à l'autre. Donc le problème de décision des entreprises majeures n'est pas "quelle technologie transférer" mais "dans quel ordre transférer".

Sous la lumière de ces informations l'application de la méthode LINMAP flou a été réalisée pour la sélection d'une technologie de bas niveau, la technologie de télécommunication pour les machines de point de vente (PDV) d'un supermarché.

Ce mémoire montre que la méthode LINMAP flou peut être appliquée aux problèmes de sélection de technologie des télécommunications. Bien qu'il n'y ait pas encore la possibilité de trouver des technologies alternatives de plus haut niveau, avec le développement technologique et politique de la Turquie les applications peuvent être conduites pour des transferts de technologie aux plus hauts niveaux dans les années suivantes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Demir, İ., *Teknolojik Gelişme ve Türkiye'nin Teknolojik Meseleleri*, DPT, Sosyal Planlama Başkanlığı, Ankara, (1986).
- [2] Karluk, R., "Çok Uluslu Şirketler Üzerine Bir İnceleme", *Uluslararası İşletmecilik: Seçme Yazılar I*, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi., (1986).
- [3] Devlet Planlama Teşkilatı, *Bilim-Araştırma-Teknoloji Ana Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Ankara: DPT, (1988).
- [4] Goulet, D., *The Uncertain Promise: Value Conflicts in Technology Transfer*, New Horizons, New York, (1989).
- [5] Gibson, D.V., Williams, F., Wohler, K., "The State of the Field: A Bibliographic View of Technology Transfer", *Technology Transfer: A Communication Perspective*, Sage, Newbury Park: CA, (1990).
- [6] Seyidođlu, H., *Uluslararası İktisat*, Güzem Yayınları, İstanbul, (1990).
- [7] Aggarwal, R., "Technology Transfer and economic Growth: A Historical Perspective on Current Developments", édité par Agmon T., Von Glinow, M.A., *Technology Transfer in International Business*, Oxford University, NY, (1991).
- [8] Chen, E.K.Y. "Introduction", édité par Chen, E.K.Y, Dunning, J.H., *Transnational Corporations and Technology Transfer to Developing Countries*, Routledge, London, (1994).
- [9] Dunning, J.H., "Towards a Taxonomy of Technology Transfer and Possible Impacts on OECD Countries", édité par OECD, *North/South Technology Transfer: The Adjustments Ahead*, OECD, Paris, (1982).
- [10] Dunning, J.H., *The Globalization of Business*, Routledge, London, (1992).
- [11] Alpugan, O., Oktav, M., Demir, H., Üner, N, *İşletme ve Ekonomisi ve Yönetimi*, Beta Yayınları, İstanbul, (1995).
- [12] Karacasulu, N., "Teknoloji ve transferi", *Dış Ticaret Dergisi*, 18, 38-55, (2000).
- [13] Robock, S.H., Simmonds, K., *International Business and Multinational Enterprises*, Irwin, Boston: MA, (1989).

- [14] Erdost, C., *Sermayenin Uluslararasılaşması ve Teknoloji Transfери*, Savaş Yayınevi, Ankara, (1982).
- [15] Eurostat, “Brevets et Dépense de R&D”, *Science et Technologie*, 16, 6, (2006).
- [16] NRC, *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*, National Academy Press, Washington D.C., (1987).
- [17] Bowonder, B., Miyake, T., “Technology management: a knowledge ecology perspective”, *International Journal of Technology Management*, 19 (7-8), 662-684, (2000).
- [18] Bullinger, H.-J., Haner, U.-E., “Technology Management: Today’s Main Business in Management”, *PICMET’01 Proceedings*, 1, 755-767, (2001).
- [19] Tschirky, H., “Bringing Technology into Management: The Call of Reality Going Beyond Industrial Management at the ETH”, *PICMET’97 Proceedings*, 239-249, (1997).
- [20] Edler, J., Meyer-Krahmer, F., Reger, G., “Changes in the strategic management of technology: results of a global benchmarking study”, *R&D Management*, 32 (2), 149-65, (2002).
- [21] Çetindamar, D., Can, Ö., Pala, O., “Technology Management Activities and Tools: The Practice in Turkey”, *PICMET’06 Proceedings*, 9-13, (2006).
- [22] Drejer, A., “Frameworks for the management of technology: towards a contingent approach”, *Technology Analysis and Strategic Management*, 8 (1), 9-20, (1996).
- [23] Hamilton, W., Singh, H., “The Evolution of Corporate Capabilities in Emerging Technologies”, *Interfaces*, 22 (4), 13-23, (1992).
- [24] Klein, J., Gee, D., Jones, H., “Analysing clusters of skills in R&D: core competencies, metaphors, visualization, and the role of IT”, *R&D Management*, 28 (1), 37-42, (1998).
- [25] Adler, P., Shenhar, A., “Adapting Your Technological Base: The Organizational Challenge”, *Sloan Management Review*, (1992).
- [26] Narasimhalu, A.D., “A Framework for Technology Transfer”, *PICMET’06 Proceedings*, 9-13, (2006).
- [27] Nobelius, D., “Towards the sixth generation of R&D management”, *International Journal of Project Management*, 22 (5), 369-375, (2004).
- [28] Roussel, P., Saad, K., Erickson, T., *Third generation R&D*, Harvard Business School Press, Boston: MA, (1991).
- [29] Rothwell, R., “Towards the fifth-generation innovation process”, *International Marketing Review*, 11 (1), 7-31, (1994).

- [30] Miller, W.L., Morris, L., *Fourth generation R&D*, Wiley, New York, (1998).
- [31] Chiesa, V., *R&D strategy and organization*, Imperial College Press, London (UK), (2001).
- [32] Quélin, B., “Core Competencies, R&D Management and Partnerships”, *European Management Journal*, 18 (5), 476-487, (2000).
- [33] Dyer, B., Gupta, A., Wilemon, D., “What first-to-market companies do differently”, *Research-Technology Management*, 42 (2), 15-21, (1999).
- [34] Eurostat, “La R&D dans Les Entreprises”, *Science et Technologie*, 39, 2-3, (2007).
- [35] Commission Européen, “European Electronic Communications Regulation and Markets 2004”, SEC (2004)1535, (2004).
- [36] Commission Européen, Communiqué de Presse: “Key findings of the 2005 Progress Reports on Croatia and Turkey”, Memo/05/411, (2005).
- [37] Commission Européen, “Directive 2002/77/CE de la Commission du 16 septembre 2002 relative à la concurrence dans les marchés des réseaux et des services de communications électroniques”, Journal officiel des Communautés européennes, L249, 21–26, (2002).
- [38] Burnham, J.B., “Telecommunications Policy in Turkey: Dismantling Barriers to Growth”, *Telecommunications Policy*, 31, 197-208, (2007).
- [39] Wallace, B., “Broadband access: Powerline potential”, *Telecommunication Americas*, 39 (4), 12–13, (2005).
- [40] Shehabuddeen, N., Probert, D., Phaal, R., “From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework”, *Technovation*, 26 (3), 324-335, (2006).
- [41] Edosomwan, A.E., *Integrating Innovation and Technology Management*, Wiley, New York, 1–26, (1989).
- [42] Dussauge, P., Hart, S., Ramanantsoa, B., *Strategic Technology Management*, 2^{ème} Edition, Wiley, New York, (1992).
- [43] Samuels, J., Wilkes, M., Brayshaw, R., *Financial Management and Decision Making*, Thomson Business Press, Italy, (1999).
- [44] Yap, C.M., Souder, W.E., “A filter system for technology evaluation and selection”, *Technovation*, 13 (7), 449–469, (1993).
- [45] Hwang, C.-L., Chen, S.-J., Hwang, F.P., *Fuzzy Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, (1992).

- [46] Chen, C.T., “Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment”, *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9, (2000).
- [47] Sirinivasan, V., Shocker, A.D., “Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preferences”, *Psychometrika*, 38 (3), 337-369, (1973).
- [48] Wang, Y.-M., Parkan, C., “Multiple Attribute Decision Making Based on Fuzzy Preference Information on Alternatives: Ranking and Weighting”, *Fuzzy Sets and Systems*, 153, 331-346, (2005).
- [49] Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W., “A fuzzy extension of Saaty’s priority theory”, *Fuzzy Sets and Systems*, 11 (3), 229-241, (1983).
- [50] Zadeh, L.A., “Fuzzy Sets”, *Information and Control*, 8 (3), 338-353, (1965).
- [51] Ross, T.J., *Fuzzy Logic and Engineering Applications*, 1^{ère} Edition, McGraw-Hill, NY, (1995).
- [52] Ross, T.J., *Fuzzy Logic with Engineering Applications*, 2^{ème} Edition, Wiley, England, (2004).
- [53] Zadeh, L., “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning - I”, *Information Sciences*, 8, 199-249, (1975).
- [54] Coombs, C.H., “On the use of inconsistency of preferences in psychological measurement”, *Journal of Experimental Psychology*, 55, 1-7, (1958).
- [55] Coombs, C.H., *A Theory of Data*, Wiley, NY, (1964).
- [56] Yu, P.-L., *Multiple Criteria Decision Making: Concepts, Techniques and Extensions*, Plenum, NY, (1985).
- [57] Yoon, K.P., Hwang, C.-L., *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-104, Thousand Oaks, CA: Sage, (1995).
- [58] Li, D.-F., Yang, J.-B., “Fuzzy Linear Programming Technique for Multiattribute Group Decision Making in Fuzzy Environments”, *Information Sciences*, 158, 263-275, (2004).
- [59] Xia, H.-C., Li, D.-F., Zhou, J.-Y., Wang, J.-M., “Fuzzy LINMAP method for Multiattribute Group Decision Making in Fuzzy Environments”, *Journal of Computer and System Sciences*, 72, 741-759, (2006).
- [60] Fan, Z.P., Hu, G.F., Xiao, S.H., “A Method for Multiple Attribute Decision-Making with the Fuzzy Preference Relation on Alternatives”, *Computers&Industrial Engineering*, 46, 321-327, (2004).

- [61] Chan, F.T.S., Chan, M.H., Tang, N.K.H., “Evaluation methodologies for technology selection”, *Journal of Materials Processing Technology*, 107 (1-3), 330-337, (2000).
- [62] Choudhury, A.K., Shankar, R., Tiwari, M.K., “Consensus-based intelligent group decision-making model for the selection of advanced technology”, *Decision Support Systems*, 42 (3), 1776-1799, (2006).

APPENDICES

APPENDICE A - LISTE DES NOTATIONS UTILISEES DANS LA PROGRAMMATION

p :	nombre de décideurs (DM) – variable locale
m :	nombre de critères – variable locale
n :	nombre d'alternatives – variable locale
a :	nombre de critères quantitatifs – variable locale
s :	nombre de critères qualitatifs – variable globale
z :	nombre de colonne des critères qualitatifs – variable globale
c1 :	nombre de colonnes des critères quantitatives – variable globale
c2 :	nombre de colonnes vides à ajouter pour les critères quantitatifs – variable globale
h :	la valeur de RHS pour la première contrainte – variable locale
DMNi :	nombre de préférences pour le $i^{\text{ème}}$ décideur (DMi)
DM:	les couples de préférence pour le $i^{\text{ème}}$ DM - de 1 à DMN(i)
QUANC:	La matrice des critères quantitatives de taille [n,a]
VG :	Variable Linguistique correspondant au nombre flou triangulaire (0.8,0.9,1)
G :	Variable Linguistique correspondant au nombre flou triangulaire (0.6,0.7,0.8)
F :	Variable Linguistique correspondant au nombre flou triangulaire (0.4,0.5,0.6)
P :	Variable Linguistique correspondant au nombre flou triangulaire (0.2,0.3,0.4)
VP :	Variable Linguistique correspondant au nombre flou triangulaire (0,0.1,0.3)

- Mi :** Les comparaisons floues des Critères Qualitatifs faites par DMi
- myNormm :** la fonction de normalisation pour les critères qualitatifs
- QUANCA :** La matrice QUANC Amplifiée de taille [n,3a]
- amplify :** La fonction qui ajoute des colonnes vides à la matrice
- Normquan :** La fonction de normalisation pour les critères quantitatifs
- DMFi :** La matrice d'évaluation enchaînée pour DMi, de taille [n,3m]
- DMSi :** La matrice contenant les éléments de DMFi au carré
- Wi :** Le poids du $i^{\text{ème}}$ critère
- T :** La matrice du calcul des coefficients des Wi pour DMi dans la première contrainte
- TX :** la matrice de somme des T pour obtenir la somme de tous les coefficients des comparaisons de DMi
- TF :** La matrice formée à partir de TX en jetant les colonnes vides de cette dernière
- VjL :** le coefficient de la valeur de gauche $j^{\text{ème}}$ critère
- VjM :** le coefficient de la valeur de milieu $j^{\text{ème}}$ critère
- VjR :** le coefficient de la valeur de droite $j^{\text{ème}}$ critère
- R :** La matrice du calcul des coefficients de VjL VjM VjR pour DMi dans la première contrainte
- RX :** la matrice de somme des R pour obtenir la somme de tous les coefficients des comparaisons de DMi
- AAA :** La matrice composée de TF et RX
- AA :** La matrice formée en additionnant les éléments d'une même colonne dans la matrice AAA
- A :** La matrice des coefficients pour la première contrainte
- T2 :** La matrice du calcul des coefficients des Wj pour DMi dans la deuxième contrainte
- T2F :** La matrice des coefficients de tous les DM pour le critère j
- TDM :** La matrice des coefficients de DMi pour tous les critères
- R2 :** la matrice des coefficients de tous les DM pour le critère j dans la deuxième contrainte

- R2F :** la matrice des coefficients de DM_i pour tous les critères dans la deuxième contrainte
- BBB :** La matrice composée de TDM et R2F
- BB :** La matrice formée en ajoutant les BBB(; ,i) de chaque DM_i les unes au bas des autres
- B :** La matrice des coefficients pour la deuxième contrainte
- C :** Le vecteur des coefficients pour "somme des $W_j = 1$ "
- OBJ :** Le vecteur des coefficients pour la fonction d'objectif
- b :** le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes de la forme \leq
- AB:** La matrice des coefficients enchaînée pour les contraintes "plus grande ou égale à", elle est formée des matrices A et B collée l'une au bas de l'autre.
- c :** Le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes "somme $W_j = 1$ "
- eps :** le vecteur de borne inférieure pour les W_j
- lb:** le vecteur de borne inf. pour toutes les contraintes, epsilon pour les W_j et zéro pour les autres
- W :** le vecteur de poids des critères
- V :** le vecteur pour les valeurs V_L, V_M, V_R des critères
- L :** le vecteur des valeurs des variables Z_{kl}^p
- ajL* :** la valeur de gauche de la solution idéale pour le critère j
- ajM* :** la valeur de milieu de la solution idéale pour le critère j
- ajR* :** la valeur de droite de la solution idéale pour le critère j
- Astar :** le vecteur contenant les valeurs de ajL^* , ajM^* et ajR^* pour tous les critères
- S1 :** la matrice du calcul r-a*
- S2 :** La matrice formée des carrés des éléments de la matrice S1
- S3 :** La matrice formée de la somme des valeurs de gauche, de milieu, et de droite pour tous les critères
- S4 :** La matrice S3 multipliée par 1/3
- S :** La matrice donnant la solution idéale pour chaque alternative et DM_i

APPENDICE B – LA PROGRAMMATION SUR MATLAB : FLINMAPsolver.m

% FLINMAPsolver.m - Programme désigné à résoudre le LINMAP flou

clear all;

p = 3; **% nombre de décideurs (DM)**

m = 12; **% nombre de critères**

n = 3; **% nombre d'alternatives**

a = 6; **% nombre de critères quantitatifs**

global s

s=m-a; **% nombre de critères qualitatifs**

global z

z=3*s; **% nombre de colonne des critères qualitatifs**

global c1

c1=a*3; **% nombre de colonnes des critères quantitatives**

global c2

c2=a*2; **% nombre de colonnes vides à ajouter pour les critères quantitatifs**

h=1; **% la valeur de RHS pour la première contrainte**

% nombre de préférences pour DMi

DMN(1) = 2;

DMN(2) = 2;

DMN(3) = 2;

% les couples de préférence pour le i^{ème} DM - de 1 à DMN(i)

DM(1,1:2,1) = [1,2];

DM(2,1:2,1) = [3,2];

DM(1,1:2,2) = [1,2];

DM(2,1:2,2) = [1,3];

DM(1,1:2,3) = [1,3];

DM(2,1:2,3) = [3,2];

% QUANC: La matrice des critères quantitatives [n,a]

```
QUANC= [5,    10000,    200,    0.9,    1/9500,    1/20000;
        2,     5400,     30,    0.35,    1/9500,    1/20000;
        4,    12000,    600,    0.8,    1/18000,    1/50000];
```

**% L'échelle floue d'évaluation - Les Variables Linguistiques et Les Nombres Flous
Correspondants**

VG(1:3) = [0.8,0.9,1];

G(1:3) = [0.6,0.7,0.8];

F(1:3) = [0.4,0.5,0.6];

P(1:3) = [0.2,0.3,0.4];

VP(1:3) = [0,0.1,0.3];

% Mi : Les comparaisons floues des Critères Qualitatifs faites par DMi

M(:,1)= [G,G,VG,VG,G,G;P,VP,VP,P,P,VG;VG,VG,G,G,F,VP];

M(:,2)= [G,G,VG,VG,G,F;P,P,F,P,P,VG;VG,G,G,G,F,VP];

M(:,3)= [G,G,VG,VG,G,F;F,P,VP,G,P,G;VG,VG,G,G,F,VP];

% La Normalisation des matrices Mi

global u;

for u=1:p

 M(:,u)=myNormm(M(:,u));

end

**% Créer une matrice Y et l'ajouter à QUANC pour que celle-ci puisse être
amplifiée**

Y(1:n,1:c2)=zeros;

QUANCA=[Y(:,:),QUANC(:,:)];

```

% QUANCA: La matrice QUANC Amplifiée [n,3a]
[QUANCA,c1,c2]=amplify(QUANCA);

% La matrice QUANCA normalisée
QUANCA(:,:)=Normquan(QUANCA(:,:));

% DMFi : La matrice d'évaluation enchaînée pour DMi, [n,3m]
for t=1:p
    DMF(:,:,t)=[QUANCA(:,:),M(:,:,t)];
end

%DMSi : on prend les éléments de DMFi au carré
for t=1:p
    DMS(:,:,t)=DMF(:,:,t).^2;
end

% Le Calcul des coefficients des Wj pour la première contrainte
mm=m*3; % mm: nombre de colonnes des matrices DMFi et DMSi
TX=zeros(p,mm); % TX: la matrice de somme pour T
for t=1:p
    for i=1:DMN(t)
        k=DM(i,1,t);
        l=DM(i,2,t);
        j=1;
        while j<mm+1
            T(t,j)=DMS(k,j,t)-DMS(l,j,t)+DMS(k,j+1,t)-DMS(l,j+1,t)+DMS(k,j+2,t)-
            DMS(l,j+2,t);
            TX(t,j)=TX(t,j)+T(t,j);
            j=j+3;
        end
    end
end
end

```

% Effacer les colonnes vides de la matrice TX

```
for j=1:m
    i=j+2*(j-1);
    TF(:,j)=TX(:,i);
end
```

% Le calcul des coefficients VjLs VjMs VjRs pour la première contrainte

```
RX=zeros(p,mm);
for t=1:p
    for j=1:mm
        for i=1:DMN(t)
            k=DM(i,1,t);
            l=DM(i,2,t);
            R(t,j)=DMF(k,j,t)-DMF(l,j,t);
            RX(t,j)=R(t,j)+RX(t,j);
        end
    end
end
end
```

% les variables de décision sont X=[W(m,1);V(3m,1);L(sum(DMN),1)]

% Le calcul de la matrice des coefficients pour la première contrainte

```
AAA=[1/3*TF,-2/3*RX];
AA=sum(AAA);
A=[AA,zeros(1,sum(DMN))];% ajouter des la matrice nulle pour les variables L
```

```

% Le calcul des coefficients des Wj pour les contraintes des Z
mm=m*3;
for t=1:p
    for i=1:DMN(t)
        j=1;
        while j<mm+1
            k=DM(i,1,t);
            l=DM(i,2,t);
            T2(i,t,j)=DMS(k,j,t)-DMS(l,j,t)+DMS(k,j+1,t)-DMS(l,j+1,t)+DMS(k,j+2,t)-
DMS(l,j+2,t);
            j=j+3;
        end
    end
end

% Effacer les colonnes vides de T2, création de T2F: la matrice des coefficients de
tous les DM pour le critère j
for jj=1:DMN
    for j=1:m
        i=j+2*(j-1);
        T2F(jj,:,j)=T2(jj,:,i);
    end
end

% Conversion de T2F a TDM: la matrice des coefficients de DMi pour tous les
critères
for t=1:p
    r=DMN(t);
    TDM(1:r,:,t)=T2F(1:r,t,:);
end

```

% Le calcul des coefficients des VjL VjM VjR pour la seconde contrainte

```

for t=1:p
    for j=1:mm
        for i=1:DMN(t)
            k=DM(i,1,t);
            l=DM(i,2,t);
            R2(i,t,j)=DMF(k,j,t)-DMF(l,j,t);
        end
    end
end
end

```

% Conversion de R2 a R2F

% R2: la matrice des coefficients de tous les DM pour le critère j

% R2F: la matrice des coefficients de DMi pour tous les critères

```

for t=1:p
    r=DMN(t);
    R2F(1:r,:,t)=R2(1:r,t,:);
end

```

% Le calcul de la matrice des coefficients pour les contraintes de Z

```

BBB=[1/3*TDM,-2/3*R2F];

```

% La matrice enchaînée BB=[BBB(:, :, 1);...;BBB(:, :, p)]

```

BB=BBB(1:DMN(1),:,1);
for t=2:p
    BB=[BB;BBB(1:DMN(t),:,t)]
end
B=[BB,-eye(sum(DMN))];

```

% C: le vecteur des coefficients pour "somme des Wj = 1"

```

C=[ones(1,m),zeros(1,3*m+sum(DMN))];

```

% OBJ: le vecteur des coefficients pour la fonction d'objectif

```
OBJ=[zeros(1,4*m),ones(1,sum(DMN))];
```

% b: le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes de Z

```
b=[-h;zeros(sum(DMN),1)];
```

% AB: La matrice des coefficients enchaînée pour les contraintes "plus grande ou égale à"

```
AB=[A;B];
```

% c: le vecteur des valeurs RHS pour les contraintes "somme Wj = 1"

```
c=ones(1);
```

% eps: le vecteur de borne inférieure pour les Wj

```
for j=1:m
```

```
    eps(j,1)=0.01
```

```
end
```

% lb: le vecteur de borne inf. pour toutes les contraintes, epsilon pour les Wj et zéro pour les autres

```
lb=[eps;zeros(3*m+sum(DMN),1)];
```

% Résolution du problème linéaire

% L'ordre dans la commande « linprog » est (fonction d'objectif, la matrice des coefficients pour les contraintes <, le vecteur de RHS pour les contraintes <, la matrice des coefficients pour les contraintes d'égalité, le vecteur de RHS pour les contraintes d'égalité, le vecteur de borne inférieure pour les variables de décision)

% La forme standard de la fonction d'objectif est MIN (minimisation)

% La forme standard des contraintes est <

% Pour changer un problème de maximisation en un problème de minimisation il faut mettre des signes « moins » là où nécessaire

```
[X,FVAL,EXITFLAG] = linprog(OBJ,AB,b,C,c,lb)
```

% W: le vecteur de poids des critères

```
for i=1:m
```

```
    W(i,1)=X(i);
```

```
end;
```

% V: le vecteur pour les valeurs VL,VM, VR des critères

```
for i=1:3*m
```

```
    V(i,1)=X(i+m);
```

```
end;
```

% L: le vecteur des valeurs des Z

```
for i=1:sum(DMN)
```

```
    L(i,1)=X(i+4*m);
```

```
end;
```

W

V

L

% Le calcul de ajL*, ajM* et ajR*

```
i=1;
```

```
j=1;
```

```
while j<m+1
```

```
    Astar(i,1)=V(i)/W(j);
```

```
    Astar(i+1,1)=V(i+1)/W(j);
```

```
    Astar(i+2,1)=V(i+2)/W(j);
```

```
    i=i+3;
```

```
    j=j+1;
```

```
end
```

```

% Le calcul de r-a* pour les valeurs L,M,R [n,mm]
for t=1:p
  for i=1:n
    r=1;
    j=1;
    while j<m+1
      S1(i,r,t)=DMF(i,r,t)-Astar(j);
      S1(i,r+1,t)=DMF(i,r+1,t)-Astar(j);
      S1(i,r+2,t)=DMF(i,r+2,t)-Astar(j);
      r=r+3;
      j=j+1;
    end
  end
end

% Le carré des valeurs r-a* [n,mm]
S2(:, :, :) = S1(:, :, :).^2;

% La somme des valeurs gauche, milieu, et droite pour tous les critères [n,m]
for i=1:n
  j=1;
  h=1;
  while h<mm+1
    S3(i,j,:) = S2(i,h,:) + S2(i,h+1,:) + S2(i,h+2,:);
    j=j+1;
    h=h+3;
  end
end

% Multiplier S3 par 1/3 pour obtenir les distances avant de multiplier par W [n,m]
S4=1/3.*S3;

```

% Multiplier S4 et W pour to obtenir la distance a la solution idéale pour chaque alternative et DM

```
for t=1:p
    for i=1:n
        S(i,t)=S4(i,:,t)*W;
    end
end
```

% La matrice de distance (a la solution idéale) pour toutes les alternatives et tous les DM [n,p]

S

LES FONCTIONS UTILISEES DANS FLINMAPSOLVER

myNormm

```
function [temp] = myNormm(C)
[n,z,u] = size(C);
t=1;
while t < z-1
    temp(:,t,u) = C(:,t,u)/max(C(:,t+2,u));
    temp(:,t+1,u) = C(:,t+1,u)/max(C(:,t+1,u));
    temp(:,t+2,u) = C(:,t+2,u)/max(C(:,t,u));
    for p=1:n
        if temp(p,t+2,u)>1
            temp(p,t+2,u)=1;
        end
    end
    t=t+3;
end
```

amplify

```
function [temp,c1,c2] = amplify(S)
```

```
global c1;
```

```
global c2;
```

```
[n,c1]=size(S);
```

```
% création de la matrice Q pour ensuite l'utiliser dans le deuxième cycle
```

```
r=1;
```

```
e=1;
```

```
while r<c1
```

```
    Q(r)=c2+e;
```

```
    e=e+1;
```

```
    r=r+3;
```

```
end
```

```
% les éléments de la matrice QUANC sont rendus flous – ils sont étendu en 3
```

```
colonnes
```

```
t=1;
```

```
while t<c1
```

```
    temp(:,t)=S(:,Q(t));
```

```
    temp(:,t+1)=S(:,Q(t));
```

```
    temp(:,t+2)=S(:,Q(t));
```

```
    t=t+3;
```

```
end
```

Normquan

```
function [temp] = Normquan(C)
```

```
[n,a] = size(C);
```

```
for p=1:a
```

```
temp(:,p) = C(:,p)/max(C(:,p))
```

```
end
```

APPENDICE C – LES STATISTIQUES D'EUROSTAT

Tableau C.1 Taux de croissance annuel moyen des dépenses de R&D des entreprises dans l'industrie manufacturière et les services, en pourcentage, UE-25 et pays sélectionnés – de 1999 à 2003 [34].

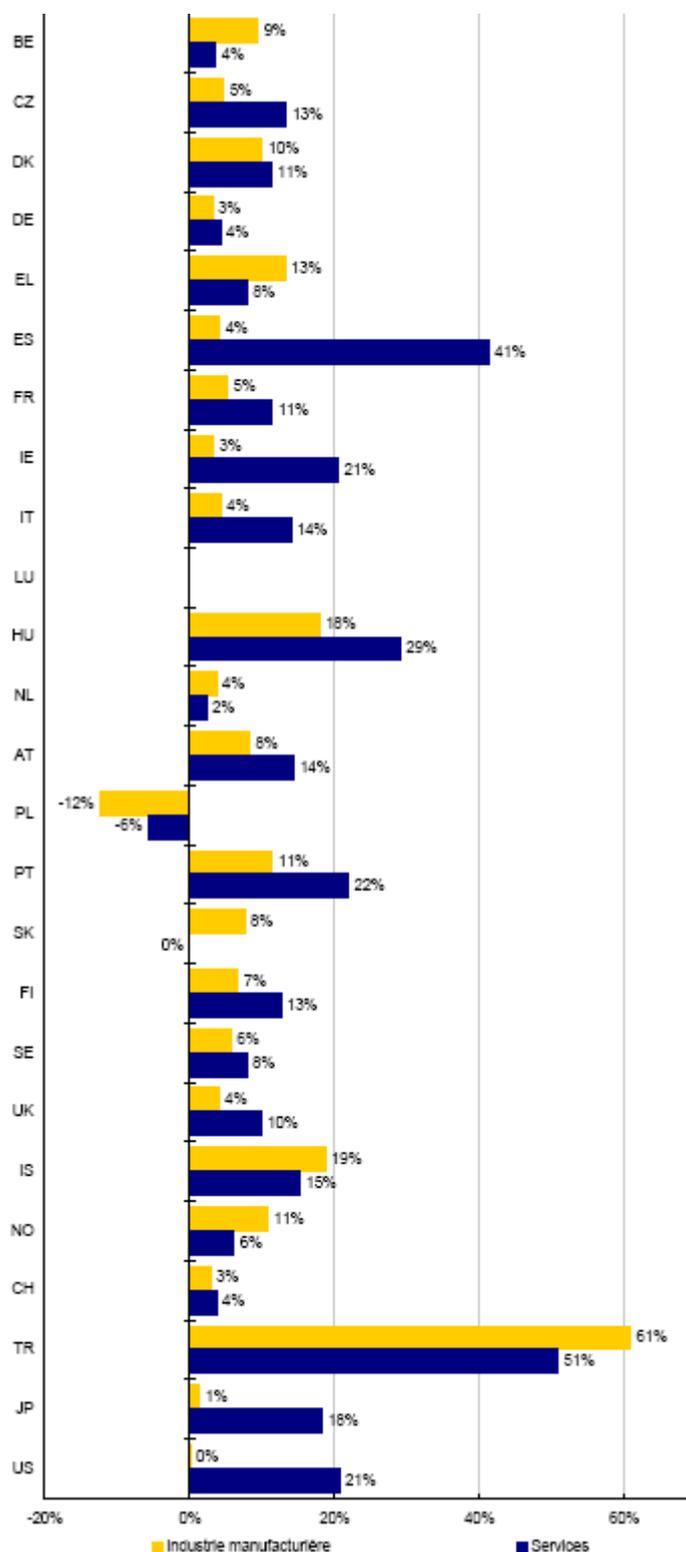
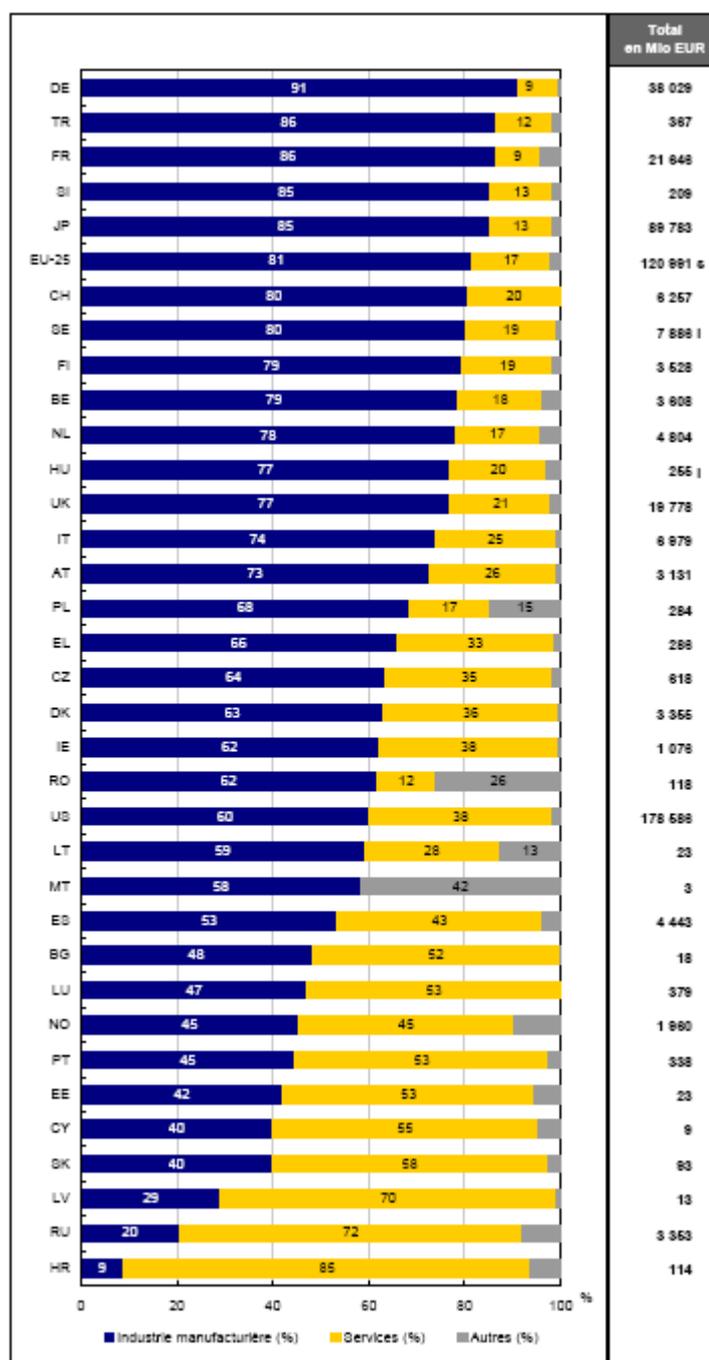


Tableau C.2 Dépenses de R&D des entreprises en millions d'euros et par secteur d'activité* en pourcentage, UE-25 et pays sélectionnés – 2003 [34].



* La catégorie «Autres» comprend les autres secteurs non classés dans l'«industrie manufacturière» ou les «services», c'est-à-dire l'agriculture, la chasse et la sylviculture (A), la pêche et l'aquaculture (B), les industries extractives (C), la production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau (E) et la construction (F). La valeur pour la catégorie «Autres» n'est indiquée que si elle est supérieure à 10 %.

BIOGRAPHIE

L'auteur de ce mémoire est né le 20 décembre 1981 à Istanbul.

Elle a suivi ses études d'école secondaire entre les années 1991-1998 et de lycée entre les années 1998-2001 au Lycée Français de Notre Dame de Sion.

A la fin de l'année scolaire 2000-2001, elle est entrée au concours d'entrée à l'université et elle a été admise en Génie Textile à l'Université Technique d'Istanbul. En même temps, elle a été acceptée à l'Université Galatasaray, Faculté d'Ingénierie et de Technologie, département de Génie Industriel avec l'examen interne qui est ouvert pour les élèves des écoles francophones.

Elle a terminé ses études universitaires à l'Université Galatasaray à l'année 2005.

A l'année académique 2005-2006, elle a commencé directement sa maîtrise en Génie Industriel à l'Université Galatasaray.

Au début de ses études de maîtrise, au mois de septembre de l'année 2005, elle a commencé à travailler à l'Université Galatasaray comme assistante chercheuse au département de Génie Industriel.

Les articles "The Fuzzy AHP Process For Choice Of Knowledge-Based Management Styles" et "A Study Of Fuzzy Analytic Hierarchy Process: An Application In Media Sector" qu'elle a écrits avec le co-auteur Y. Esra Albayrak ont été publiés dans les livres de congrès de IFAC 2006 et FLINS 2006 respectivement.