

**LA DETERMINATION DU TEMPS DE RENOUVELLEMENT DU CONTRAT
DES FLOTTES DE VEHICULE LOUEES PAR LE CREDIT-BAIL EN
UTILISANT DES METHODES DE L'ANALYSE DE REMPLACEMENT SOUS
LE CRITERE DU PROGRES TECHNOLOGIQUE
(FİNANSAL KİRALAMA YOLUYLA KİRALANAN ARAÇ FİLOLARININ
KONTRAT YENİLEME ZAMANININ TEKNOLOJİK GELİŞİM KRİTERİ
ALTINDA YENİLEME ANALİZİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
BELİRLENMESİ)**

Réalisé par

Özlem GÜREL, Ingénieur en Génie Informatique

Thèse

Présenté en vue de
l'obtention du diplôme de

MASTER

en

GENIE INDUSTRIEL

de

L'INSTITUT DES SCIENCES

de

L'UNIVERSITE GALATASARAY

Janvier 2010

**LA DETERMINATION DU TEMPS DE RENOUVELLEMENT DU CONTRAT
DES FLOTTES DE VEHICULE LOUEES PAR LE CREDIT-BAIL EN
UTILISANT DES METHODES DE L'ANALYSE DE REMPLACEMENT SOUS
LE CRITERE DU PROGRES TECHNOLOGIQUE
(FİNANSAL KİRALAMA YOLUYLA KİRALANAN ARAÇ FİLOLARININ
KONTRAT YENİLEME ZAMANININ TEKNOLOJİK GELİŞİM KRİTERİ
ALTINDA YENİLEME ANALİZİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
BELİRLENMESİ)**

Réalisé par

Özlem GÜREL, Ingénieur en Génie Informatique

Thèse

Présenté en vue de
l'obtention du diplôme de

MASTER

Date de soumission : Décembre 25, 2009

Date de soutenance : Janvier 19, 2010

Directeur : Yrd. Doç. Dr. M. Levent DEMİRCAN (M. de Conf.)

Membres de Jury : Prof. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN FEYZİOĞLU

Prof. Dr. Mehmet BOLAK

PREFACE

Le crédit-bail est une des méthodes de financement qui possède un vaste domaine d'application. Il existe plusieurs types de crédit-bail qui se différencient l'un de l'autre, du point de vue techniques d'application. Quant à l'analyse de remplacement, c'est le sujet le plus fondamental de l'économie de l'ingénierie, de la recherche d'opération et des sciences de gestion. Les investissements de remplacement ont été étudiés dans la littérature économique depuis la première partie du siècle précédent. Les chercheurs ont introduits plusieurs suppositions et simplifications sur la détermination de la durée de vie optimale de remplacement. Mais maintenant la théorie moderne est basée sur les flux monétaires escomptés. Donc les méthodes contiennent plus d'opérations et de formules mathématiques que les anciens modèles. Dans ce travail, on a fusionné ces deux sujets. Spécialement, on s'est intéressé aux flottes de véhicules, leurs locations par la méthode de crédit-bail et leurs mises en service, leurs remplacements et leurs retirements par la méthode de l'analyse de remplacement. En bref, on a déterminé le temps de renouvellement du contrat de crédit-bail selon le temps de changement de l'équipement utilisé sous l'effet de plusieurs facteurs, surtout sous l'effet de la technologie. Le but de cette thèse est de préciser le point exact de remplacement dans le temps pour éviter de tout résultat qui apporte des pertes au bailleur et au locataire par la pré-décision ou la post-décision de renouvellement. Tout d'abord je remercie infiniment surtout à mon directeur de thèse Yrd. Doç. Dr. Murat Levent Demircan qui a illuminé ma voie avec ses idées précieuses au cours de cette longue période de travail pour que je puisse m'améliorer dans ce domaine. Je remercie aussi à la direction de l'entreprise Cesur Demir Çelik qui m'a versé des données nécessaires. Enfin je remercie à ma sœur Gözde Gürel qui est toujours prête à m'aider, croit en moi et me fait confiance.

Özlem GÜREL

Janvier, 2010

TABLE DES MATIERES

Préface.....	ii
Table des Matières.....	iii
Liste des Notations.....	ix
Liste des Figures.....	x
Liste des Tableaux.....	xi
Résumé.....	xii
Abstract.....	xv
Özet.....	xvii
1. Introduction.....	1
1.1. La définition du crédit-bail.....	1
1.1.1. Le locataire.....	1
1.1.2. Le vendeur.....	1
1.1.3. Le bailleur.....	1
1.2. Le processus de crédit-bail.....	2
1.3. Les matières finançables par le crédit-bail.....	3
1.4. La durée du contrat de crédit-bail.....	4
1.5. Les types de loyer.....	6
1.5.1. Les loyers en livre turque et les loyers en devise.....	6
1.5.2. Les loyers fixes et les loyers variables.....	6
1.5.3. Les loyers payés au début de la période et les loyers payés à la fin de la période.....	6
1.5.4. Les loyers équidistants et les loyers à période spéciale.....	6
1.6. Les avantages du crédit-bail.....	7
1.6.1. Les avantages du crédit-bail pour le locataire.....	7
1.6.1.1. Le financement 100% au début de l'investissement.....	7
1.6.1.2. L'élasticité.....	7
1.6.1.3. Peu de formalité.....	7

1.6.1.4. La possibilité d'avoir le bien utilisé.....	8
1.6.1.5. L'alternative de financement à moyen terme.....	8
1.6.1.6. L'élasticité contre les progrès technologiques.....	8
1.6.1.7. La limitation du risque de l'entreprise.....	8
1.6.1.8. L'inscription des loyers comme dépense.....	9
1.6.1.9. La possibilité de prendre de crédit.....	9
1.6.1.10. L'inactivité de la faillite du bailleur.....	9
1.6.1.11. Bas prix de revient.....	9
1.6.2. Les avantages du crédit-bail pour le bailleur.....	10
1.6.2.1. L'augmentation du taux de bénéfice.....	10
1.6.2.2. La diminution du taux de risque.....	10
1.6.2.3. La possibilité de profiter des encouragements.....	10
1.6.3. Les avantages du crédit-bail pour le pays.....	10
1.6.3.1. La diminution des coûts de financement.....	10
1.6.3.2. L'aide à la diminution des chômages.....	11
1.6.3.3. L'utilisation rationnelle des sources.....	11
1.6.3.4. Le profit d'utilisation du capital étranger.....	11
1.6.3.5. La possibilité d'importation des biens de la nouvelle technologie...	11
1.6.3.6. La diminution des activités économiques hors inscription.....	11
1.7. Les désavantages du crédit-bail.....	12
1.7.1. La limitation de la liberté d'utilisation.....	12
1.7.2. Le manque du profit des méthodes d'amortissement et de la valeur résiduelle.....	12
1.7.3. La diminution de la crédibilité.....	12
1.7.4. Les prodigalités des sources.....	12
1.7.5. Le risque du cours.....	13
2. Les sortes de crédit-bail.....	14
2.1. Le crédit-bail opérationnel.....	14
2.2. Le crédit-bail financier.....	15
2.3. Le crédit-bail mobilier et le crédit-bail immobilier.....	16
2.4. Le crédit-bail direct et le crédit-bail indirect.....	16
2.5. Le crédit-bail des produits d'investissement et le crédit-bail des	

produits de consommation.....	16
2.6. Le crédit-bail spécial.....	17
2.7. Le crédit-bail des produits neufs et le crédit-bail des produits d'occasion.....	17
2.8. La cession-bail.....	17
2.9. Le crédit-bail répétitif.....	19
2.10. Le crédit-bail qui aide la vente.....	19
2.11. Le crédit-bail court et le crédit-bail long.....	19
2.12. Le crédit-bail à service total-Le crédit-bail à demi service- Le crédit-bail net.....	19
2.13. Le crédit-bail tournant et le crédit-bail à terme.....	20
2.14. Le crédit-bail à paiement total et le crédit-bail à paiement partiel.....	20
2.15. Le crédit-bail sous-locatif.....	21
2.16. Le crédit-bail individuel et le crédit-bail général.....	21
2.17. Le crédit-bail domestique et le crédit-bail international.....	21
2.17.1. Le crédit-bail domestique sans importation.....	22
2.17.2. Le crédit-bail domestique avec importation.....	23
2.17.3. Le crédit-bail international dispensé de douane.....	24
2.17.4. Le crédit-bail international pas dispensé de douane.....	25
2.18. Le crédit-bail du personnel.....	26
2.19. Le crédit-bail de collaboration.....	26
2.20. Le crédit-bail d'impôt.....	26
2.21. Le crédit-bail de pourcentage.....	27
2.22. Le crédit-bail de fondation.....	27
2.23. Le crédit-bail avec le temps d'épreuve.....	27
2.24. Le crédit-bail avec le saut de paiement.....	27
2.25. Le crédit-bail d'échange.....	27
2.26. Le crédit-bail à levier fiscal.....	28
2.27. Le crédit-bail de mise à nouveau.....	28
2.28. Le crédit-bail spécialisé.....	28
2.29. Le crédit-bail au bout fermé et le crédit-bail au bout ouvert.....	29
2.30. Le crédit-bail réel.....	29

3. L'analyse de remplacement.....	30
3.1. Les causes de remplacement.....	30
3.2. Les facteurs fondamentales qui influencent la décision de remplacement.....	31
3.3. La durée de vie d'un équipement.....	32
3.4. Les deux approches de base pour l'analyse de remplacement.....	32
3.4.1. L'approche du flux monétaire ou l'approche intérieur (HF, VE, PW, AE).....	33
3.4.1.1. L'application de la méthode.....	33
3.4.2. L'approche du coût d'occasion ou l'approche extérieur (HF, VE, PW, AE).....	35
3.4.2.1. L'application de la méthode.....	35
3.5. Les approches de la durée de vie utile inégales.....	36
3.5.1. L'approche extérieure (HF, VI, AE).....	36
3.5.1.1. L'application de la méthode.....	36
3.5.2. L'approche extérieure (HI, VI, PW).....	37
3.5.2.1. L'application de la méthode.....	38
3.5.3. L'approche intérieure (HI, VI, AE).....	39
3.5.3.1. L'application de la méthode.....	39
3.6. La durée de vie économique.....	39
3.6.1. La durée de vie économique du défenseur.....	39
3.6.2. La durée de vie économique de l'aspirant.....	40
3.7. Les approches de la valeur annuelle équivalente.....	40
3.7.1. Quand l'horizon de temps est infini.....	40
3.7.2. L'analyse du coût marginal.....	40
3.7.2.1. L'application de la méthode.....	41
3.8. Les approches de la valeur actuelle.....	42
3.8.1. Quand l'horizon de temps est infini.....	42
3.8.1.1. L'application de la méthode.....	43
3.8.2. Quand l'horizon de temps est fini.....	44
3.8.2.1. L'application de la méthode.....	44
4. Application.....	47

4.1. Les difficultés de l'analyse de remplacement.....	47
4.2. Le changement technologique.....	50
4.3. Les prix de revient d'une entreprise de crédit-bail pour le cas de véhicule.....	53
4.3.1. Le coût d'achat.....	53
4.3.2. Le coût d'entretien.....	53
4.3.3. Le coût de pneu.....	54
4.3.4. Le coût d'assurance de trafic obligatoire.....	54
4.3.5. Le coût de l'assurance de véhicule.....	54
4.3.6. Le coût de consultation du véhicule.....	54
4.3.7. Le coût de consultation du tuyau d'échappement.....	55
4.3.8. Le coût de combustible.....	55
4.3.9. Le coût de l'impôt de véhicule à moteur.....	55
4.4. La représentation du problème.....	56
4.4.1. Les propriétés du véhicule.....	56
4.5. Une nouvelle méthodologie pour le remplacement d'un équipement....	58
4.5.1. Application de la méthode.....	60
4.5.1.1. La résolution du problème.....	61
4.5.1.1.1. L'interprétation des valeurs selon c_d	65
4.5.1.1.1.1. $c_p = 0$ et $c_q < 0$	65
4.5.1.1.1.2. $c_p > 0$ et $c_q = 0$	65
4.5.1.1.1.3. $c_p > 0$ et $c_q < 0$	65
4.5.1.1.1.4. $c_p > 0$ et $c_q > 0$ avec $c_p > c_q$	65
4.5.1.1.1.5. $c_p < 0$ et $c_q < 0$ avec $ c_q > c_p $	66
4.5.1.1.2. Première approche pour le calcul de L.....	67
4.5.1.1.3. Deuxième approche pour le calcul de L.....	68
4.5.1.2. Autre perspective pour le même modèle.....	69
4.5.1.2.1. Calcul de L.....	71
5. Conclusion.....	72
Bibliographie.....	73
Appendices.....	76
Appendice A : Finansal Kiralama Kanunu.....	77

Appendice B : L'obtention de la condition d'extremum.....	88
Appendice C : La linéarisation.....	95
Biographie.....	98

LISTE DES NOTATIONS

TVA : Impôt des Valeurs Ajoutées

HF : Horizon Fini

VE : Vie Egale

PW : Valeur Actuelle

AE : Valeur Annuelle

VI : Vie Inégale

HI : Horizon Infini

TL : Livre Turque

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1. Le processus de crédit-bail.....	3
Figure 2.1. Schéma type d'une cession-bail.....	18
Figure 2.2. Le crédit-bail domestique sans importation.....	23
Figure 2.3. Le crédit-bail domestique avec importation.....	24
Figure 2.4. Schéma type d'un crédit-bail à levier fiscal.....	29
Figure 3.1. Les flux monétaires.....	33
Figure 3.2. Les flux monétaires.....	35
Figure 3.3. Les flux monétaires.....	37
Figure 4.1. Les flux du véhicule.....	57
Figure 4.2. Les flux I du modèle choisi.....	61
Figure 4.3. Les flux II du modèle choisi.....	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1. La comparaison du crédit-bail financier et opérationnel.....	15
Tableau 3.1. Les informations du défenseur et de l'aspirant.....	33
Tableau 3.2. Les informations du défenseur et de l'aspirant.....	36
Tableau 3.3. La durée de vie économique du défenseur/de l'aspirant.....	41
Tableau 3.4. Les revenus annuelles équivalentes liées à la vie économique	43
Tableau 3.5. Les coûts annuels équivalents.....	45
Tableau 3.6. Les alternatives de la méthode.....	45
Tableau 4.1. Le signe de L selon c_p et c_q	63
Tableau 4.2. Les valeurs de c_p et c_q selon c_d et les vérifications possibles....	64
Tableau 4.3. Le comportement des fonctions de flux.....	67
Tableau 4.4. Les coûts totaux en fonction de L	68
Tableau 4.5. Les valeurs convenables pour c_p , c_q , c_d et L	70
Tableau 4.6. Le comportement de $p(t)$ et de $q(t,u)$	71

RESUME

Le crédit-bail est une méthode de financement à moyen terme qui consiste à la location d'un bien par le bailleur au locataire.

En Turquie, les entreprises qui ont le droit de faire une location financière sont de 3 types : les entreprises de vente ou les producteurs, les sociétés de location financière privées ou publiques, les sociétés de crédit-bail établies par les établissements financiers.

Le contrat de crédit-bail fait intervenir en générale trois parties : le vendeur, le bailleur et le locataire. Tout d'abord une entreprise qui veut acheter un bien entre en contact avec le vendeur. Ils précisent le prix et les conditions d'achat. Ensuite elle s'adresse à une société de crédit-bail. Si le bailleur accepte, ils font un contrat. Le bailleur achète le bien et délivre ceci au locataire. A son tour, le locataire verse les loyers déterminés par le contrat de crédit-bail. A la fin du contrat, le locataire a trois possibilités : il achète le bien à un prix symbolique, il rend le bien au bailleur ou il renouvelle le contrat.

Les matériels comme les équipements du bureau, les véhicules de commerce, les matériels de transport, les équipements de travaux publics, les équipements de tourisme, les équipements de l'industrie peuvent être sujets à un contrat de crédit-bail.

La possibilité de 100% financement, l'élasticité contre les progrès technologiques, l'augmentation du taux de bénéfice, la diminution du taux de risque, la possibilité d'importation des biens de la nouvelle technologie sont de quelques avantages du crédit-bail. Quant aux inconvénients, on peut citer tout peu comme la limitation de la liberté d'utilisation, les prodigalités des sources.

Les types de crédit-bail sont divisés en deux grands catégories : le crédit-bail opérationnel et le crédit-bail financier. Les autres types de crédit-bail sont tous des sous variations de ces deux types de crédit-bail.

L'analyse de remplacement est une décision spécifique qui possède trois alternatives différentes : soit le bien actuel peut être retiré du service, soit il peut continuer à

fonctionner ou bien il peut être remplacé par un nouvel équipement. Cette méthode est utilisée souvent à l'industrie et comprend plusieurs raisons comme la détérioration, la réduction de la capacité de production, le progrès technologique ou l'augmentation des coûts d'entretien et d'exploitation.

Les deux approches de base pour l'analyse de remplacement sont l'approche intérieure et l'approche extérieure. Les deux approches donnent les mêmes résultats avec la méthode du coût annuel équivalent ou avec la méthode de la valeur actuelle pour l'horizon de temps où la durée de vie restante du défenseur est égale à la durée de vie utile de l'aspirant. En cas de la durée de vie inégale certaines combinaisons des approches et des méthodes aident la résolution du problème. Quand l'horizon de temps est fini on peut appliquer la méthode du coût annuel équivalent avec l'approche extérieure. Quand l'horizon de temps est infini on peut appliquer la méthode de la valeur actuelle avec l'approche extérieure ou bien on peut appliquer la méthode de la valeur annuelle équivalente avec l'approche intérieure mais un peu différent. Si la durée de vie utile ne peut pas être estimée, on peut cette fois-ci préciser la durée de vie économique du défenseur et de l'aspirant en utilisant les mêmes méthodes et les mêmes approches et en cherchant les valeurs minimums des coûts ou bien les valeurs maximums des revenus.

Il existe plusieurs facteurs qui influencent la détermination du temps de remplacement et chaque facteur augmente le degré de difficulté de l'opération. Parmi ceux-ci on peut citer le risque, l'inflation, le choix de la méthode à utiliser, la précision du taux d'escompte, le progrès technologique, le budget limité, la taille de la flotte, l'existence de plusieurs aspirants.

Nous, dans notre travail, nous nous sommes intéressés à l'influence du facteur de progrès technologique et de la détérioration sur une flotte de véhicule. Pour ceci on a choisi une méthodologie qui contient dans sa structure certains constants qui précisent l'effet de la valeur technologique et de la détérioration. Dans ce problème, le but était de trouver le meilleur temps de remplacement au profit du bailleur et du locataire pour le cas d'utilisation et des frais de l'équipement. La méthodologie est basée sur la minimisation de la valeur actuelle des coûts d'investissement initial, des coûts d'entretien et d'exploitation et des valeurs corpusculaires de tout remplacement possible sur l'horizon de temps infini. D'après la méthodologie, la résolution de la condition

d'extremum donne toujours une séquence de la durée de vie qui correspond à chaque remplacement. On s'est servi des fonctions exponentielles pour exprimer le changement technologique et la détérioration. A l'application de la méthode on a créé un modèle spécial et on a résout ce modèle sous certaines hypothèses et certaines conditions. Puisque l'équation est très lourde et difficile à résoudre on a utilisé la linéarisation pour se débrouiller. On a fait certaines vérifications liées aux constants. On a interprété les résultats et on a calculé la durée de vie voulue de l'équipement par deux moyens différents. On a calculé aussi les coûts totaux attachés à la durée de vie trouvée.

Par conséquent on a constaté que le taux d'escompte et la durée de vie optimale sont inversement proportionnels. Si le taux d'escompte augmente, la durée de vie diminue si le taux d'escompte diminue, on a la tendance d'utiliser l'équipement le plus long possible. D'autre part, quand la durée de vie d'un équipement augmente, les coûts totaux diminuent et inversement. Le changement technologique a plus d'effet sur les coûts d'investissement initial que sur les coûts d'entretien et d'exploitation. Même si les valeurs des constants technologiques sont pareils, la diminution des coûts d'achats sont plus rapides que ceux qui concernent à l'entretien et à l'exploitation. En bref, la nouvelle technologie nous mène à utiliser l'équipement le plus tard possible et en faisant ceci elle diminue les frais d'un an à l'autre. Un autre point important est que pour minimiser la durée de vie de l'équipement il faut maximiser la différence des constants technologiques.

La future recherche peut être l'examen des constants technologiques et la détérioration en prenant considération les valeurs corpusculaires de l'équipement traité. Mais ceci nécessitera un effort extraordinaire car l'équation du modèle sera encore plus lourde et difficile à résoudre. On peut aussi examiner les valeurs des constants et des durées de vie pour plusieurs remplacements.

ABSTRACT

Leasing is one of the important sources of equipment financing. A lease is a contract whereby the owner of an asset (the lessor) grants to another party (the lessee) the exclusive right to use the asset in return for the payment of rent. In Turkey, there are three types of company that apply leasing: the firms of selling or producers, private or public societies, the societies that are established by financial foundations. Some materials such as office machineries and equipments, commercial vehicles, computers, transportation equipments, electronic or optic equipments, aircrafts and ships, industrial equipments, agricultural machineries might be subject to a lease contract. In short, all things can be leased, excepting abstract things as a license or concrete things as computer software, raw material and semi finished product. In general, the length of lease contract must be at least four years but for the exception case it can be two years. We can consider two main categories of lease: operating lease and financial lease. The other types of lease are the subdivisions of these sorts of lease. Sale and leaseback, plant leasing, percentage leasing, domestic leasing, cross border leasing, special lease, sublease, personal lease, first hand lease, second hand lease are some of them. Regarding the advantages and the disadvantages we can say many things about this. 100% finance at the beginning of the investment, elasticity against technological progress, company's risk limitation, possibility to have a credit, having possibility to import new technology assets, utilization of foreign capital are the main advantages for the lessor, lessee and country. The disadvantages are fewer. We can say just liberty limitation for utilization, credibility decreasing, sources prodigality, exchange rate's risks and residual value gain.

Replacement analysis is another vast domain to engineering economics. There are three different choices for this: either equipment actual will be replaced by new or newer equipment or it won't be replaced and it will continue to run or it will be retired. Causes of replacement are various. Mainly we can say physical impairment, the impact of changes in technology, increase in operating and maintenance costs. Two basic

approaches of replacement analysis are cash flow approach and opportunity cost approach. These approaches give the same result with equivalent annual cost method or with present worth method under planning horizon where the useful life of the defender and challenger are equal. If useful lives are different, we can use certain approaches with certain methods. For example; using the opportunity cost approach with annual cash flow under finite planning horizon is suitable. When the planning horizon is infinite it's acceptable to use the opportunity cost approach with present worth method or cash flow approach with equivalent annual cost method but a bit different for the last. If we cannot estimate the useful life, we must examine all possibilities one by one to determine the right useful life that minimizes the equivalent annual cost of asset. Briefly we have to search economic service life of defender and challenger. There are several factors that influence determination of replacement time. Among these we can enumerate risk, inflation, precision of interest rate, technological progress, limited budget, length of fleet, existence of multi challenger. We used in this study, a method that contains some constants indicating effect of technological progress and deterioration. Our objective was to find out the appropriated replacement time. This methodology based on the minimization of the sum of initial investment costs, operating and maintenance costs and salvage value's present worth under the infinite planning horizon. We used it under some assumptions. Thus, we succeed to resolve the equation and to calculate service life required of asset. Finally, we found some indications. Firstly, interest rate and optimal service life are in reverse proportional. On the other side, when the service life of an asset increases, total costs decrease and vice versa. In the future research, we can examine effects of the same constants considering the salvage values. But for this, it's necessary to make an extensive mathematical study because equation of this model will become so complex to resolve.

ÖZET

Finansal kiralama, kiracı ile kiralayan arasında düzenlenen, kiracı tarafından seçilip kiralayan tarafından üreticiden satın alınan bir varlığın kullanım hakkının belirli bir dönem kiracıya devrini öngören bir işlemdir. Finansal kiralama işlemi ülkemizde, 10.06.1985 tarih ve 3226 sayılı kanun ve bu kanuna göre yapılan yasal düzenlemeler çerçevesinde yürütülmektedir.

Bir finansal kiralama sözleşmesinde üç taraf bulunmaktadır: kiralayan, satıcı ve kiracı. 3226 sayılı Finansal Kiralama Kanunu'na göre finansal kiralama işlemlerini finansal kiralama şirketleri, özel finans kurumları, yatırım ve kalkınma bankaları yapabilmektedir. Satıcılar ise yurtiçinde veya yurtdışında bulunabilirler. Ayrıca satıcılar sattıkları malın üreticisi olabilecekleri gibi sadece ticaretini yapıyor da olabilirler. Kanunda kiracılarla ilgili herhangi bir koşul ya da sınırlandırma bulunmamaktadır. Hukuki işlem yapabilme yeteneğine sahip olan bütün gerçek veya tüzel kişiler kiracı olabilirler.

Finansal kiralamaya en fazla konu olan mallar taşıtlar, büro makineleri, her türlü haberleşme araçları, imalat makineleri, tekstil makineleri, baskı ve ambalaj tesisleri, yol, iş, inşaat makineleri ve tıbbi cihazlardır. Türkiye'de Finansal Kiralama Kanunu'na göre her türlü taşınır ya da taşınmaz mal finansal kiralama konusu olabilir. Ancak, patent hakkı, fikri ve sınaî haklar ile bilgisayar yazılımı gibi maddi olmayan konular için finansal kiralama işlemi yapılamamaktadır.

Finansal kiralama işlemi iki temel kiralama yönteminden oluşmaktadır. Bunlar; finansal finansal kiralama ve faaliyet finansal kiralamasıdır.

Finansal finansal kiralama ve faaliyet finansal kiralaması uygulamalarının ortaya çıkan ihtiyaca göre çeşitlendirilmeleri sonucunda geliştirilen çok çeşitli türleri mevcuttur. Sat ve geri kirala, satışa yardımcı kiralama, yurtiçi ve yurtdışı kiralama, alt kiralama, tesis kiralama, birinci el-ikinci el kiralama, dolaylı-dolaysız kiralama, özel kiralama bunlardan bazılarıdır.

Finansal kiralama kiracı yönünden, kiralayan yönünden ve ülke açısından olmak üzere çeşitli avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Ancak avantajları dezavantajlarına göre fazladır. Bu da bu yöntemi tercih edilir kılmaktadır.

Yenileme analizini ise, mevcut bir işlevi karşılayan teçhizatın değiştirilmesi veya elde tutulması arasındaki seçim olarak tanımlayabiliriz. Yenileme kararının alınmasında birçok faktör rol oynamaktadır. Fiziksel yıpranma, teknolojik eskime, operasyonel maliyetlerdeki artış, üretim hacminin artması nedeniyle mevcut makinenin kapasitesinin yetersiz kalması, eski makinenin güvenilir olmaktan çıkması gibi nedenlerden dolayı yenileme gerekebilmektedir. Yenileme ve değiştirme kararının verilmesinde kullanılacak başlıca iki yöntem içten bakış yaklaşımı ve dıştan bakış yaklaşımıdır. İki yöntem arasındaki tek fark, içten bakış yaklaşımında savunucunun sıfır anındaki satın alma maliyetinin aday teçhizatın sıfır anındaki satın alma maliyetine pozitif yönde bir kazanç olarak eklenmesidir. Her iki yaklaşımda da savunucunun kalan ömrünün aday teçhizatın faydalı ömrüne eşit olması koşuluyla net şimdiki değer veya yıllık eşdeğer nakit akışları yöntemi kullanılarak hesaplama yapılabilir. Aksi takdirde, farklı durum analizleri söz konusu olmaktadır. Zaten gerçekçi olan durum da aday teçhizatın faydalı ömrünün savunucunun kalan ömründen daha uzun olması varsayımdır. Burada zaman ufğunun sonlu ya da sonsuz olması da analizde bir başka etken olarak ortaya çıkmaktadır. Buna göre farklı kombinasyonlar mevcuttur. Sonlu zaman ufku üzerinde farklı teçhizat ömürlerinde dıştan bakış yaklaşımı yöntemiyle yıllık eşdeğer nakit akışları kullanılırken, aynı yaklaşım yine farklı ömür varsayımıyla sonsuz zaman ufku üzerinde net şimdiki değer metoduyla en doğru sonucu vermektedir. Hâlbuki içten bakış yaklaşımı sadece sonsuz zaman ufku üzerinde yıllık eşdeğer nakit akışlarını göz önünde bulundurarak hesaplama yapmaya izin vermektedir. Ayrıca bu yöntemin uygulanması, diğer iki yönteme göre daha zordur.

Belirsizlik kavramı yenileme analizi yöntemlerinin değişime uğramasında en önemli etkendir diyebiliriz. Analiz verileri net olmaktan çıkar hale geldikçe, kararın zorluk derecesi de o oranda artmaktadır. Eğer eldeki ekipmanın kalan ömrü ya da aday ekipmanın yararlı ömrü kesin olarak bilinemiyorsa, analizde kullanılmak üzere bu ekipmanların ekonomik servis ömrü hesaplanmak zorundadır. Burada yapılan hesaplama tüm öngörülebilir maliyetlerin sırayla mümkün olabilecek yıl varsayımları üzerine yapılan düzgün yıllık eşdeğer nakit akışları hesabına dayanmaktadır.

Maliyetlerin minimum olduđu yıl ekipmanın ekonomik servis ömrü olarak belirlenmektedir. Eldeki makinenin ekonomik servis ömrü genelde 1 yıldır. Eldeki makinenin servis ömrü aday makinenin servis ömründen büyük çıktığı takdirde marjinal maliyet analizi yapılarak, durum uygun hale getirilebilir. Biz bu çalışmada, ekonomik servis ömrünü kullanarak yenileme zamanını hesaplayan üç yöntemden bahsettik.

Yenileme analizinin zorlukları, bu saydıklarımızla sınırlı değildir. Şimdiye kadar yapılan çeşitli çalışmalarda bu zorluklar irdelenmiştir. Risk, enflasyon, faiz oranı değişkenliği, teknolojik gelişme, sınırlı bütçe, aynı anda birçok aday teçhizatın bulunması bunlardan birkaçıdır. Biz kendi çalışmamızda teknolojik gelişimin ve değişimin teçhizat değişim zamanı kararında nasıl bir rol oynadığını incelemeyi uygun gördük. Bu amaçla, finansal kiralama yoluyla kiralanan bir araç filosunun teknolojik gelişim ölçütü karşısında hangi uygun minimum zamanda ve minimum maliyetle değiştirilmesi gerektiğini saptamaya çalıştık. Bunun için sonsuz zaman ufku üzerinde içinde teçhizatla ilgili tüm maliyetleri net şimdiki değer cinsinden ifade eden çok değişkenli fonksiyona sahip bir yöntemden yararlandık. Burada türevsel bazı özellikleri ve özel şartlara bağlı tek tip maliyet fonksiyonlarını kullandık. Bu yöntemi tercih etmemizdeki asıl sebep teknolojik değişimin bakım onarım masrafları ve ilk yatırım maliyetlerine etkisini gösteren sabitlerle, yıpranmaya bağlı sabitin bulunmasıdır. Böylelikle biz kendi problemimizde bu sabitlere bağlı olarak yenileme zamanının ve maliyetlerin değişkenliğini gözleme fırsatı bulduk ve teknolojik gelişimin maliyetler ve yararlı ömür üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini belirledik. Verilen modelin denklemsel yapısına sadık kalırken, şekilsel yönden bazı varyasyonlar ortaya koyduk. Bu varyasyonlara çözümler sunarken denklem sabitlerini yorumlama yoluna başvurduk. Bazı çözümleri şartlara bağlı olarak eledik. Çeşitli varsayımlarda bulunarak belli matematiksel yöntemler kullandık. Hesaplamaları yaparken MS Excel programından yararlandık. Kısaca bu yöntemden yola çıkarak en uygun yararlı ömürlerin indirim oranıyla ters orantılı olduđu, teknolojik gelişimin satın alma maliyetlerine etkisinin bakım ve onarım masraflarına olan etkisine göre daha kayda değer olduđu, toplam şimdiki net maliyetin ekipman ömrü uzadıkça azaldığı sonucuna vardık.

1. INTRODUCTION

1.1. La définition du crédit-bail

Le crédit-bail est un contrat entre le bailleur et le locataire qui donne à ce dernier le droit de posséder et d'utiliser un bien moyennant le paiement des loyers d'un montant prédéfini, sur une période donnée [1].

1.1.1. Le locataire

C'est un entrepreneur qui est responsable de payer les loyers au bailleur sous certaines conditions spécifiques du contrat de crédit-bail [2]. Toutes les personnes morales ou réelles qui peuvent faire des actes juridiques peuvent être le locataire [3].

1.1.2. Le vendeur

C'est la personne qui vend le produit à la société de crédit-bail [4]. Le vendeur peut être dans le même pays ou à l'étranger. Il peut être aussi le fabricant du bien considéré ou bien il peut seulement faire le commerce de ce dernier [3].

1.1.3. Le bailleur

C'est la personne qui est propriétaire du bien de crédit-bail [2]. D'après le 10^{ème} article de la 3226^{ème} loi, le propriétaire doit toujours avoir un statut d'entreprise anonyme lors d'une location financière [5].

En Turquie, les entreprises qui ont le droit de faire une location financière sont de 3 types :

- Les entreprises de vente ou les producteurs : Ces sociétés sont généralement les subdivisions des entreprises qui ont pour but d'augmenter leurs ventes.

- Les sociétés de location financière privées ou publiques : Ce sont des entreprises qui ont pour but seulement de donner un service de crédit-bail.
- Les sociétés de crédit-bail établies par les établissements financiers : Ce sont des sociétés fondées par les banques et les sociétés d'assurance.

En Turquie, presque 70% des sociétés de crédit-bail sont soutenues par les banques, 25% sont indépendantes et 5% sont des producteurs [4].

1.2. Le processus de crédit-bail

Le contrat de crédit-bail fait intervenir en générale trois parties : le vendeur, le bailleur et le locataire.

Tout d'abord une entreprise qui veut acheter un bien entre en contact avec le vendeur. Ils précisent le prix et les conditions d'achat. Ensuite elle s'adresse à une société de crédit-bail.

Cette société de crédit-bail qui va louer le bien inspecte l'état financière de l'entreprise locataire. Si le résultat est bon, alors le client et la société de crédit-bail font un contrat de location. Ce contrat ne peut pas être moins de 4 ans. Ensuite le bailleur achète le bien et paye la somme considérée. Lors de la livraison du bien, le droit d'utilisation de ceci est transféré au locataire. Enfin le locataire utilise le bien en payant les loyers déterminés par le contrat de crédit-bail. A la fin du contrat, le locataire a trois possibilités. Il achète le bien à un prix symbolique, il rend le bien au bailleur ou il renouvelle le contrat [6]. Voir la figure 1.1.

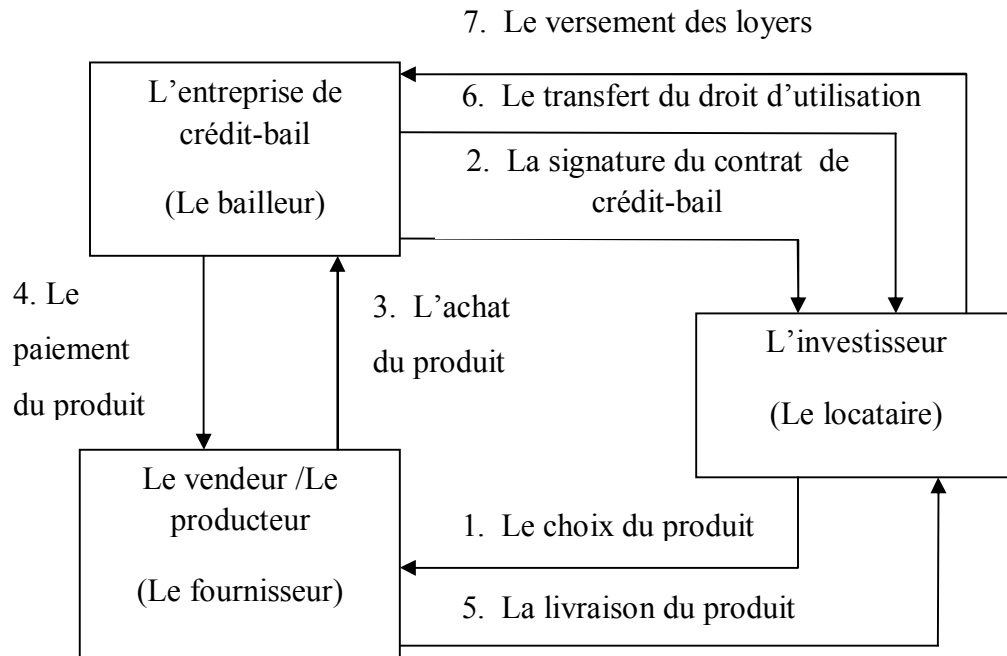


Figure 1.1. Le processus de crédit-bail [7]

1.3. Les matières finançables par le crédit-bail

Pour qu'une matière soit finançable il faut :

- Qu'il soit possible d'utiliser plus d'un an.
- Que les propriétés générales du bien ne doivent pas être changées jusqu'à la fin de la durée de location.
- Qu'on puisse les utiliser indépendamment.
- Que cela ne soit pas le produit de consommation.
- Que le bien n'ait pas été acheté par le locataire.
- Qu'il ne doive pas être transféré aux tiers.
- Qu'il ne soit pas une partie d'un autre bien [8].

Les biens qui peuvent être sujet à un contrat de crédit-bail sont répartis à de différents domaines. Ils peuvent être :

- Les ordinateurs et les équipements du bureau: Micro et mini systèmes d'ordinateurs avec leur logiciel, les meubles de bureau, les télécopieurs, les photocopieuses, les équipements de communication, les imprimantes etc.
- Les équipements électroniques et optiques
- Les véhicules de commerce: Les camions, les remorques et les camionnettes, les caisses enregistreuses etc.
- Les matériels de transport: Les voitures, les utilitaires, les bus etc.
- Les équipements médicaux: Les scanners, les échographes etc.
- Les équipements agricoles: Les tracteurs, les moissonneuse-batteuse etc.
- Les équipements de travaux publics: La pelleteuse, la grue, les échafaudages, les machines de construction etc.
- Les véhicules aériennes: Les avions, les hélicoptères etc.
- Les véhicules maritimes: Les bateaux, les yachts etc.
- Les équipements pour l'industrie: Les chariots élévateurs, les machines outils, les machines de textile, les machines de production etc.
- Les équipements de maison: Les fours, les réfrigérateurs etc.
- Les biens immobiliers: Les hôtels, les hôpitaux, les usines etc.
- Les équipements de tourisme
- Autres: Les centrales d'énergie, les laboratoires de photographie, les bandes de production etc. [3,4,6,9,10].

Les choses abstraites comme le brevet, le savoir-faire etc. et les choses concrètes comme les logiciels, les matières premières et les demi-produits ne peuvent pas être le sujet du contrat de crédit-bail [3,4].

1.4. La durée du contrat de crédit-bail

D'après la 3226^{ème} loi, la durée du contrat de crédit-bail ne peut pas être moins de 4 ans. Mais pour certains raisons cette durée peut être raccourcie par le Conseil des Ministres. La résiliation du contrat avant 4 ans par le locataire ou le bailleur, sans avoir une raison équitable est invalide. Si les parties se mettent d'accord par avant, le contrat peut être annulé sans attendre son expiration. Mais cette fois-ci le contrat de crédit-bail va perdre sa particularité d'être le contrat de la location financière.

D'après le 21^{ième} article du règlement à propos de l'établissement et de l'exploitation des entreprises de crédit-bail, de financement et de factoring, les équipements qui ont des propriétés suivants peuvent avoir un contrat de crédit-bail moins de 4 ans :

- Les équipements précisés par le Conseil de Règlement et de Contrôle Bancaire,
- Les équipements qui sont sujet à un contrat de crédit-bail qui est le prolongement du contrat précédent
- Si le bien du crédit-bail, le locataire ou le bailleur sont endommagés en cas de la guerre ou des situations qui peuvent causer à la guerre, en cas du sabotage, d'incendie, d'un accident important et des catastrophes.

Voici la liste des équipements qui peuvent être le sujet des contrats de crédit-bail dont la durée est entre 2 et 4 ans :

- L'ordinateur
- Les automobiles qui sont loués par les entreprises de tourisme, de marketing, de cours de conducteur ou de cargo
- Les automobiles dont la capacité de moteur est en dessous de 1600 cc, les véhicules à moteur comme les vans, les minibus et les camionnettes, les véhicules commerciaux
- Les motocyclettes loués par les entreprises de tourisme ou utilisés pour la distribution des prêt-à-manger
- Les transports aériens
- Les autobus
- Les camions, les remorques
- Les navires de transport
- Les équipements médicaux
- Les photocopieuses, les faxes, les scanners, les printers
- Les machines utilisées dans le domaine de photographie
- Les machines de travaux
- Les machines agricoles
- Les machines automatiques utilisées pour retirer de l'argent [11].

1.5. Les types de loyer

D'après le 6^{ième} article de la 3226^{ième} loi, dans les contrats de crédit-bail les loyers peuvent être précisés par les parties du contrat et ces loyers peuvent avoir de différentes caractéristiques. Il y a quatre différents types de loyer [12].

1.5.1. Les loyers en livre turque et les loyers en devise

L'unité monétaire des loyers est déterminée dans le contrat de crédit-bail par les parties du contrat. Les loyers peuvent être en livre turque ou en devise. Les alternatives de devise sont précisés par la banque centrale de la République Turque. En générale on utilise le dollar ou l'euro comme l'unité monétaire [12].

1.5.2. Les loyers fixes et les loyers variables

Les loyers fixes sont des paiements inchangés pendant la durée du contrat de crédit-bail. On utilise ce type de loyer pour les crédits-bails à court et à moyen terme. Les loyers variables par contre sont appliqués en générale par les opérations de crédit-bail à long terme. Ces loyers sont indexés sur les indicateurs nationaux ou internationaux [12].

1.5.3. Les loyers payés au début de la période et les loyers payés à la fin de la période

Lors de la date où le vendeur et le bailleur font un contrat d'achat, les loyers payés au début de la période commencent. L'autre type de paiement commence après un certain temps, lors de l'achat du bien. Cette durée peut être un mois, trois mois, six mois etc. [12].

1.5.4. Les loyers équidistants et les loyers à période spéciale

On utilise en générale des loyers qui ont des périodes égales. Cette période est presque toujours un mois. Mais cela peut être deux mois, trois mois, six mois etc. Les loyers à

période spéciale sont précisés selon les revenus saisonnières du locataire. Ils sont payés dans différents périodes avec de différents sommes [12].

1.6. Les avantages du crédit-bail

1.6.1. Les avantages du crédit-bail pour le locataire

1.6.1.1. Le financement 100% au début de l'investissement

Grâce au crédit-bail, le locataire peut réaliser un investissement sans utiliser son capital propre ou sans consommer ses moyens de crédits. En plus, toutes les dépenses d'impôts, de transport, d'assurance, et de montage peuvent être financées selon la réquisition du locataire. Par contre, les banques d'investissement n'assurent que 50% de l'investissement par les crédits bancaires. Le reste est assuré par la propre source de l'investisseur [3,4,5,8].

1.6.1.2. L'élasticité

Le crédit-bail possède une élasticité au point de vue du paiement. C'est pour cela, le locataire peut régler ses loyers d'après ses revenus. Le locataire qui gagne saisonnier peut payer selon son gain et qui gagne semestriel peut en faire de la même façon. Finalement, en sachant le plan de paiement, l'investisseur peut faire ses prévisions et peut régler son budget plus facilement. A part ceci, le locataire peut faire un choix entre la monnaie nationale et la devise pour préciser son genre de paiement [4,13].

1.6.1.3. Peu de formalité

Les opérations du crédit-bail durent moins longues que les autres types d'opérations. Donc c'est plus préférable selon les autres types de crédit. En peu de temps, on peut obtenir la réponse positive ou négative. De plus, le locataire n'est pas influencé par les effets de l'inflation et de l'augmentation du cours [3,4].

1.6.1.4. La possibilité d'avoir le bien utilisé

A la fin de la durée d'utilisation du bien, le locataire a le droit d'avoir le bien utilisé à un coût symbolique (à peu près 1% du prix de revient) à condition que les intervenants aient déjà déclaré dans le contrat [3,4,6].

1.6.1.5. L'alternative de financement à moyen terme

La durée du paiement des loyers dans le cas du crédit-bail doit durer au moins 4 ans. Cette durée est un peu longue selon les autres alternatives de financement. Mais pour des cas privés, le crédit-bail des ordinateurs ou les automobiles qui ont pour but de l'éducation de conducteur peut durer moins de 4 ans. D'après cela dans le cadre des possibilités de crédits, le crédit-bail assure un crédit à terme moyen [13].

1.6.1.6. L'élasticité contre les progrès technologiques

Le crédit-bail permet de se procurer un bien de production au moment où il est économiquement nécessaire. Donc le crédit-bail constitue une sorte d'assurance contre le risque technologique. Si des matériels plus performants apparaissent sur le marché l'entreprise pourra précéder un échange. Mais si elle est propriétaire ça ne va pas être le même car il y aura le problème de vendre les anciens. Il facilite ainsi la réalisation d'investissements en machines nouvelles ou de remplacement, qui se révèlent techniquement ou commercialement nécessaires [4].

1.6.1.7. La limitation du risque de l'entreprise

Pour diminuer les risques, les entreprises préfèrent la location au lieu d'acheter un équipement dont la rentabilité est imprécise. Après l'utilisation, l'entreprise décide de l'acheter ou non [4].

1.6.1.8. L'inscription des loyers comme dépense

Les loyers dus au crédit-bail peuvent s'inscrire comme dépense par le locataire et peuvent être baissés de l'impôt. Grâce à cela, le prix du bien et tout le financement s'écrit comme dépense par le locataire [13].

1.6.1.9. La possibilité de prendre de crédit

Le locataire n'est pas le propriétaire du bien du crédit-bail, donc le bien qui est le sujet du contrat n'entre pas dans ses actifs. En plus l'opération du crédit-bail n'est pas une sorte de crédit, donc elles n'existent pas dans le bilan. C'est pour cela elles n'influencent pas la proportion dettes/source propre de l'entreprise et les possibilités de crédit se conservent [3,4,6].

1.6.1.10. L'inactivité de la faillite du bailleur

La faillite du bailleur n'influence pas le contrat du crédit-bail. En cas de faillite, les tiers n'ont pas le droit de prendre du bien utilisé par le locataire. Ils doivent attendre jusqu'à la fin de la durée du contrat pour le posséder [8].

1.6.1.11. Bas prix de revient

D'après la loi, le TVA général est 18%. Pour les opérations de crédit-bail ce taux est le même pour tout type de bien. L'avantage existe seulement pour les appareils médicaux, pour les équipements agricoles, pour certains appareils de constructions et de textiles et pour les appareils de tour. Le TVA de ces équipements est 8% [14].

1.6.2. Les avantages du crédit-bail pour le bailleur

1.6.2.1. L'augmentation du taux de bénéfice

Le crédit-bail peut être plus avantageux par rapport à la vente, pour le bailleur. Si le locataire n'utilise pas le droit de possession du bien, le bailleur aura la possibilité d'évaluer en le vendant ou en le louant encore une fois [12].

1.6.2.2. La diminution du taux de risque

Le bailleur est la personne qui a la propriété du bien, donc la possibilité d'avoir le risque est minimum. Si le locataire ne peut pas payer ses loyers ou en cas de faillite, il a le droit d'annuler le contrat et de reprendre le bien qu'il a délivré [12].

1.6.2.3. La possibilité de profiter des encouragements

Si on réalise les investissements entièrement ou partiellement par le document d'encouragement d'investissement, le bailleur peut profiter des encouragements du locataire. C'est le Conseiller de Trésorerie qui donne la permission [12].

1.6.3. Les avantages du crédit-bail pour le pays

1.6.3.1. La diminution des coûts de financement

Le crédit-bail en augmentant la concurrence parmi les sources de financement, assure la réalisation des investissements par un coût minimum. En plus, les opérations de crédit-bail permettent l'augmentation de la demande de financement et diminuent leurs coûts. Dans les pays où la somme de capital n'est pas suffisante, le crédit-bail est un moyen qui compense le besoin de financement des investissements. Grâce à lui les besoins de financement des entreprises de taille petite ou moyenne peuvent être assurés [12].

1.6.3.2. L'aide à la diminution des chômages

Les investissements qui se réalisent par le crédit-bail, créent des nouveaux domaines de travail et cela diminue le chômage [12].

1.6.3.3. L'utilisation rationnelle des sources

Le crédit-bail donne la possibilité d'utilisation des sources de financement d'une façon plus efficace et plus élastique. En plus, il oriente ces sources aux domaines productifs, donc il assure l'augmentation de la somme du capital [12].

1.6.3.4. Le profit d'utilisation du capital étranger

Les entreprises étrangères qui hésitent de vendre leurs biens à cause du facteur de risque du pays, peuvent vendre ses biens grâce au crédit-bail [12].

1.6.3.5. La possibilité d'importation des biens de la nouvelle technologie

Le locataire peut utiliser le bien pendant une durée qui est plus petite de sa vie économique. Dans ce cas il est possible de remplacer le bien avec un autre de la nouvelle technologie. Donc grâce à ceci l'importation deviendra importante pour le pays [12].

1.6.3.6. La diminution des activités économiques hors inscription

Le contrat de crédit-bail est une procédure qui se réalise avec les signatures des parties et sous le contrôle des lois. Ceci empêche les activités hors inscription. Toutes les opérations de crédit-bail sont inscrites pendant toutes les étapes [12].

1.7. Les désavantages du crédit-bail

1.7.1. La limitation de la liberté d'utilisation

Chaque entreprise a le droit d'utiliser l'équipement qu'il possède comme elle veut. Mais dans le cas du crédit-bail ce n'est pas possible car le propriétaire du bien étant le bailleur ne transfère que le droit d'utilisation au locataire pendant une durée limitée. Puisque le locataire n'est pas le propriétaire, il n'a pas le droit de faire utiliser le bien par les tiers. En plus le locataire n'a pas la possibilité de faire des modifications sur ce bien. Si la modification est inévitable il faut prévenir au bailleur à l'avance [4].

1.7.2. Le manque du profit des méthodes d'amortissement et de la valeur résiduelle

Les biens assurés par le crédit-bail n'existent pas dans les actifs du bilan. Par conséquent, il n'existe pas d'amortissement pour les biens obtenus par cette méthode. Tandis qu'aux achats à crédit les biens sont inscrits dans les actifs du bilan et les valeurs d'amortissement existent. C'est pourquoi il est avantageux d'acheter le bien au lieu de le louer par le crédit-bail. Alors le locataire peut profiter de la valeur résiduelle du bien. Si la valeur résiduelle est si élevée, il vaut mieux d'acheter au lieu de louer [13].

1.7.3. La diminution de la crédibilité

Les entreprises qui obtiennent la plupart des biens à l'aide du crédit-bail, ont des difficultés de prendre des crédits par les autres financeurs. Car les sociétés de financement trouvent insuffisant la crédibilité de l'entreprise [8].

1.7.4. Les prodigalités des sources

Les dépenses des entreprises ont été limitées par les lois. Grâce au crédit-bail, les entreprises ont l'occasion d'être indépendant de ces limites. En cas d'achat l'entreprise est obligé de décider selon son budget. Au lieu d'acheter le bien, l'entreprise préfère le

posséder par le crédit-bail. Puisque la contrainte du budget n'existe pas cette illimitation peut causer à des prodigalités des sources [13].

1.7.5. Le risque du cours

Si les loyers sont payés sous forme de devise, le locataire a le risque de subir des pertes à cause du cours de devise qui est en train d'augmenter de jour en jour en face de la monnaie nationale [4].

2. LES SORTES DE CREDIT-BAIL

2.1. Le crédit-bail opérationnel

C'est le type de crédit-bail le plus souple. Ce type de location est fait en générale pour des équipements qui ont de bonne valeur en second main comme les véhicules de transport maritimes ou aériens. En générale, le locataire loue la possession pour une durée déterminée et la rend à la société à la fin du contrat. Cette restitution est nécessaire car la vie économique du matériel est plus longue que la durée du contrat. Donc le bailleur a la possibilité de profiter de cet équipement en le louant plusieurs fois. Puisque la durée du contrat est plus courte il est impossible que la somme des loyers soit très proche à la valeur initiale du bien. D'autre part, le locataire a le droit d'annuler le contrat avant la fin de la durée à condition qu'il prévienne au bailleur. Ce type de crédit-bail est très avantageux pour le locataire. Si on règlemente par avant, le locataire a aussi la possibilité de renouveler le contrat ou d'acheter le bien considéré. Pour le dernier, le locataire doit payer la valeur décidée par le bailleur. En plus, le bailleur est responsable de toute obligation du bien [4,5,6].

D'après le 4^{ème} article de la 3226^{ème} loi le contrat de crédit-bail ne peut pas être résilié pendant un temps limité et d'après le 7^{ème} article la durée d'un contrat doit durer au moins 4 ans. A cause de ces deux articles ce type de crédit-bail est inapplicable dans notre pays [5].

2.2. Le crédit-bail financier

La location financière est le transfert de tous les droits de profit du produit et de tous ces risques au locataire. Le droit de propriété peut être transféré ou non en fin de la durée de contrat. Les locations qui contiennent au moins une des quatre critères indiqués ci-dessous, sont considérées comme des locations financières :

- Le transfert de la propriété du bien au locataire à la fin du contrat.
- L'existence d'une option d'achat à un prix précisé.
- La durée de la location est supérieure ou égale à 75% de la vie économique du bien.
- La valeur actuelle des loyers versés supérieure ou égale à 90% de la valeur du marché du bien [4].

Tableau 2.1. La comparaison du crédit-bail financier et opérationnel [12]

Le crédit-bail financier	Le crédit-bail opérationnel
La durée du contrat est à moyen ou à long terme	La durée du contrat est à moyen ou à court terme
A la fin de la durée du contrat le droit de propriété du bien est transféré au locataire	A la fin de la durée du contrat le droit de propriété du bien n'est pas transféré au locataire
Le bien d'investissement est vendu à une somme d'argent déterminée de l'avance	Le bien d'investissement n'est pas vendu à une somme d'argent déterminée de l'avance
La valeur actuelle de la somme des loyers payés sont plus grand que le coût de l'équipement	La valeur actuelle de la somme des loyers payés sont plus petit que le coût de l'équipement
Les coûts de réparation et d'entretien du bien appartiennent au locataire	Les coûts de réparation et d'entretien du bien appartiennent au bailleur
Il est proposé par les entreprises de crédit-bail	Il est proposé par le fabricant, le producteur ou le commerçant

2.3. Le crédit-bail mobilier et le crédit-bail immobilier

Le crédit-bail mobilier est la location de tout type de marchandise mobil comme des machines, des automobiles, des ordinateurs etc. et le crédit-bail immobilier est la location d'une possession fixe. D'autre part, la construction d'un bâtiment sur un terrain et la location de celle-ci est aussi considérée comme une opération de crédit-bail immobilier [13].

D'après le 5^{ème} article de la 3226^{ème} loi du crédit-bail les biens mobiles et immobiliers peuvent être le sujet du contrat du crédit-bail [5].

2.4. Le crédit-bail direct et le crédit-bail indirect

Le crédit-bail direct se réalise entre le locataire et le vendeur ou le producteur. Dans ce cas, le vendeur joue en même temps le rôle du bailleur. Le crédit-bail indirect par contre se réalise entre le locataire, le vendeur et le bailleur. Le contrat de crédit-bail se fait entre le bailleur et le locataire tandis que le contrat d'achat se fait entre le vendeur et le locataire. C'est le bailleur qui finance le bien qui est déjà choisi par le locataire. Ici le bailleur est responsable d'acheter le bien et de délivrer au locataire.

D'après le 4^{ème} article de la 3226^{ème} loi du crédit-bail, celui qui veut louer le bien, est obligé de l'acheter par une troisième personne ou bien d'une autre façon. Donc le crédit-bail direct n'est pas inclus dans le contenu de cette loi. Finalement, ce type de crédit-bail n'est pas autorisé dans notre pays [6].

2.5. Le crédit-bail des produits d'investissement et le crédit-bail des produits de consommation

Le crédit-bail des produits d'investissement comprend des produits destinés à être employés pour la production comme des machines de travaux, des typographes, des machines-outils, des immeubles de l'usine, des dépôts etc. ou un établissement entier [13].

Le crédit-bail des produits de consommation comprend le crédit-bail des produits de consommation durable comme des télévisions, des réfrigérateurs, des appareils de communication, des véhicules etc. [7,13].

D'après le 24^{ème} et le 25^{ème} article du 3226^{ème} loi du crédit-bail, le locataire qui n'utilise pas son droit d'achat ou le locataire qui n'a pas le droit d'achat, est obligé de restituer le bien complet au bailleur. Donc les produits de consommation comme le ciment qui s'épuise ne peuvent pas être le sujet du contrat de crédit-bail [8].

2.6. Le crédit-bail spécial

Ce sont des biens qui vont être utilisés par le locataire pour des objectifs spéciaux. C'est pour cela ces biens sont produits sur commande. Pour ce type de crédit-bail à la fin du contrat le locataire est obligé d'avoir le bien parce que ces biens sont à bas prix à la seconde main et n'ont aucune valeur pour le bailleur [4,6].

2.7. Le crédit-bail des produits neufs et le crédit-bail des produits d'occasion

Si le bien qui est le sujet du crédit-bail n'est pas utilisé par avant on parle du crédit-bail des produits neufs. Par contre si le bien qui est le sujet du crédit-bail est déjà utilisé c'est le cas du crédit-bail des produits d'occasion. Mais les bailleurs ne préfèrent pas le dernier puisqu'ils ne connaissent pas l'état de l'objet qui est le sujet du contrat [4].

Le 4^{ème} article de la 3226^{ème} loi du crédit-bail ne déclare aucune information pour l'état du bien. Par conséquent, il n'ya pas de différence entre ces deux types de produit en cas de location. Sauf le choix du type de produit est lié à une condition spéciale pour la location opérationnelle [5].

2.8. La cession-bail

Il s'agit d'une relation bilatérale. Ici le vendeur et le locataire sont la même personne. Tout d'abord, l'entreprise vend le bien qu'il possède à un bailleur. Donc il devient le vendeur. Le bailleur étant le propriétaire du bien fait un contrat de crédit-bail avec

l'entreprise. L'entreprise qui était déjà le propriétaire du bien devient le locataire et commence à payer les loyers pour lui. A la fin du contrat il reçoit sa possession [5,6].

Les sujets de ce type de crédit-bail particulier sont plutôt des immeubles et des machines très chers. Le but de cette opération est de libérer le capital lié au bilan pour faire de nouveaux investissements, alléger le bilan, combler le manque de liquidité ou améliorer la trésorerie [5].

On peut voir facilement qu'à la fin de cette opération, dans le bilan de l'entreprise il y a une diminution des biens fixes par contre il y a une augmentation des biens roulants [3]. Mais d'après le 4^{ème} article de la 3226^{ème} loi de crédit-bail, la personne qui veut louer le bien est obligée de l'acheter par une troisième personne ou bien d'une autre façon. On comprend qu'aujourd'hui ce type de crédit-bail n'est pas applicable dans notre pays tandis que dans les années 1990's on le rencontrait beaucoup [13].

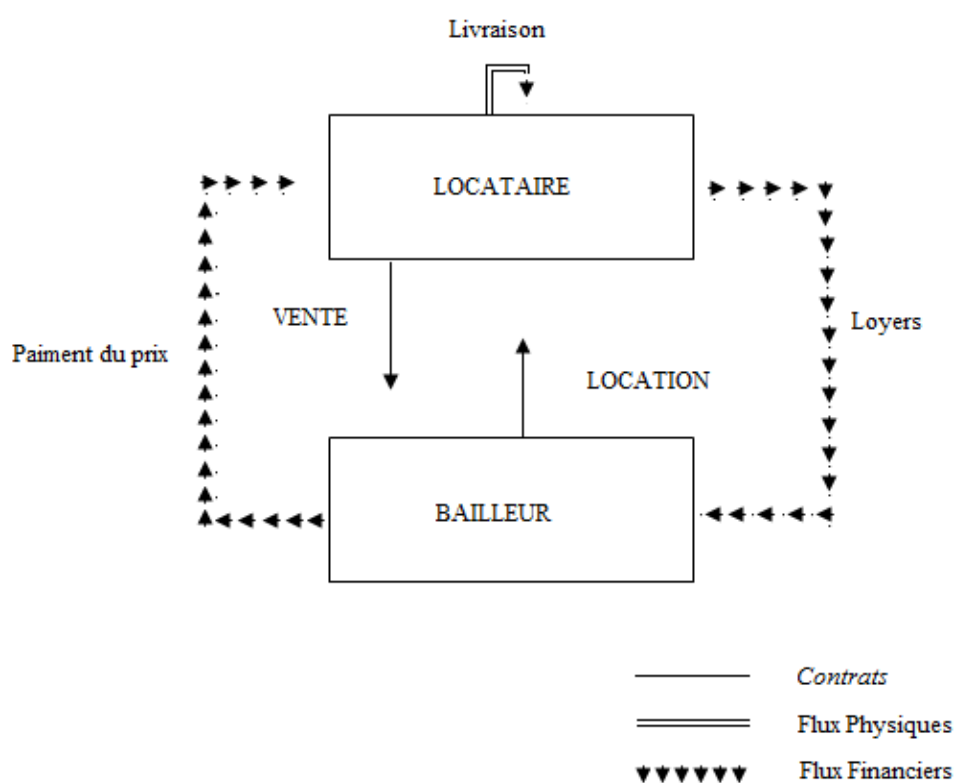


Figure 2.1. Schéma type d'une cession-bail [15]

2.9. Le crédit-bail répétitif

L'entreprise étant déjà le locataire a besoin encore du même bien. A la fin de la durée du contrat de crédit-bail, il le rend au bailleur. Puis il loue le même bien du même bailleur [7].

2.10. Le crédit-bail qui aide la vente

C'est une méthode de location qui s'utilise par les vendeurs, Dans cette méthode, le vendeur propose le crédit-bail comme alternative à son client. Si le client accepte, le vendeur s'adresse à une entreprise de crédit-bail. Cette entreprise fait le contrat avec le client, achète le bien et le remet au locataire. Dans ce type de crédit-bail le plus important c'est que le vendeur qui veut vendre son équipement, assure un moyen au client pour l'achat du bien dont il a besoin. Le vendeur choisit cette méthode pour augmenter ses ventes et pour pouvoir augmenter ses ventes au comptant [6,13].

2.11. Le crédit-bail court et le crédit-bail long

Si la durée du contrat de crédit-bail est moins de trois ans, c'est le crédit-bail court. Si la durée du contrat de crédit-bail est plus de trois ans, c'est le crédit-bail long [3].

D'après le 7^{ème} article de la 3226^{ème} loi de crédit-bail tous les contrats de crédit-bail doivent durer minimum 4 ans sauf quelques exceptions. Donc tous sont des crédits-bails longs [4].

2.12. Le crédit-bail à service total-Le crédit-bail à demi service-Le crédit-bail net

Si toutes les obligations du bien sont assurées par le bailleur c'est le crédit-bail à service total. Si toutes les obligations du bien sont partagées entre le locataire et le bailleur c'est le crédit-bail à demi service. Si toutes les obligations du bien sont assurées par le locataire c'est le crédit-bail net [6].

Ici les obligations contiennent les coûts du maintien, de réparation, d'assurance, d'entretien et tous les autres types de coût du bien considéré. Le bailleur qui fait un

contrat de crédit-bail indirect peut en même temps appliquer le crédit-bail à service total pour les voitures et les machines de bureau [4,5].

D'après le 14^{ème} article de la 3226^{ème} loi, s'il n'existe pas une réglementation dans le contrat, le locataire est responsable de garder le bien comme il est et de répondre à toute obligation liée à ce dernier. D'après le 17^{ème} article de la même loi, les frais d'assurance seront payés par le locataire. Donc on comprend que le crédit-bail net est accepté par la loi. Mais en ajoutant une décision juridique, on peut réaliser les deux autres types de crédit-bail [8].

2.13. Le crédit-bail tournant et le crédit-bail à terme

Dans le crédit-bail tournant, il est possible de renouveler le bien avant la fin de la durée du contrat ou à la fin d'une durée déterminée. Cela est nécessaire à cause des changements et des progrès technologiques dans certains domaines comme l'informatique. On remarque que la vie économique du bien est plus courte que la durée du contrat.

Dans le crédit-bail à terme, le renouvellement est impossible. On ne prend pas en considération les changements technologiques. Le produit reste le même pendant toute la durée du contrat.

D'après la 3226^{ème} loi de crédit-bail, le crédit bail tournant est impossible. Mais grâce à un décret additionnel, il est possible de faire un contrat de 2 ans pour les produits comme les équipements d'informatique [6,13].

2.14. Le crédit-bail à paiement total et le crédit-bail à paiement partiel

Si la somme des loyers payés par le locataire peut compenser tout le prix de revient lié au bien inclus les revenus alternatifs des fonds utilisés pendant la durée de paiement c'est le crédit-bail à paiement total. Si la somme des loyers payés par le locataire ne peut pas compenser le prix de revient entier lié au bien pendant la durée de paiement c'est le crédit-bail à paiement partiel [3,7].

2.15. Le crédit-bail sous-locatif

Dans ce type de crédit-bail le bailleur transmet le droit d'utilisation du bien au locataire qui à son tour peut le céder aux tiers dans les mêmes conditions.

D'après le 15^{ème} article de la 3226^{ème} loi, le locataire ne peut pas transmettre la possession du bien aux tiers. Donc le crédit-bail sous locatif ne s'applique pas dans notre pays [7].

2.16. Le crédit-bail individuel et le crédit-bail général

Pour le crédit-bail individuel on fait un contrat pour un bien déterminé. Pour le crédit-bail général la situation est différente. Cette fois-ci le contrat se fait pour plusieurs et de différents produits dont le prix total peut changer jusqu'à une limite précisée. Chaque produit propose sa propre durée de bail [4,13].

2.17. Le crédit-bail domestique et le crédit-bail international

Le crédit-bail domestique est l'activité du locataire et du bailleur qui se réalise dans le même pays [4]. Pour ce cas le bien peut être dans le même pays ou à l'étranger [3]. Le crédit-bail international se fait entre le locataire et le bailleur qui se trouvent dans de différents pays. Le bailleur qui se trouve à l'étranger achète le produit et l'envoie au locataire qui se trouve dans l'autre pays. Le locataire envoie les loyers au bailleur à l'étranger.

De toute façon le crédit-bail international porte certaines conditions. Tout d'abord, le bien est importé en Turquie. On attache les impôts accumulés à la lettre de garantie à l'entrée du produit et si la possession reste en Turquie à la fin de la durée du contrat, on paye ces impôts indiqués dans la lettre. Le contrat est accepté s'il est approuvé par le Conseiller de Trésorerie et de Commerce Extérieur. Les loyers sont versés comme devise et en plus on paye 0.5% du loyer comme les impôts d'institution. Les baux transfrontières ne peuvent pas être au-dessous de 25.000 \$ par an. Le 6^{ème} et le 8^{ème} article de la loi confirment ces conditions [4].

En générale, on préfère réaliser par cette méthode les locations des biens gigantesques et à haut prix comme des bateaux et des avions [13].

2.17.1. Le crédit-bail domestique sans importation

Les étapes qu'on doit suivre sont :

Etape1 : Le locataire choisit le bien et fait un contrat d'achat avec le vendeur. Le contrat d'achat comprend les conditions de délivrance et du coût du bien.

Etape2 : Le bailleur s'adresse à une entreprise de crédit-bail. Le bailleur examine la demande. Si le résultat est affirmatif, il donne une proposition au locataire.

Etape3 : Le bailleur et le locataire font un contrat de location financière. Ils précisent les conditions du contrat ensemble.

Etape4 : Si le bailleur veut, il peut demander une garantie au locataire.

Etape5 : Le coût du bien est payé au vendeur par le bailleur.

Etape6 : Le bien est délivré au locataire.

Etape7 : Le locataire paye les loyers pendant la durée du contrat. Les coûts d'assurance, d'entretien et de réparation sont compensés par le locataire.

A la fin de la durée du contrat, le locataire a le droit d'annuler ou de prolonger le contrat ou bien il peut acheter le bien à un prix symbolique [12].

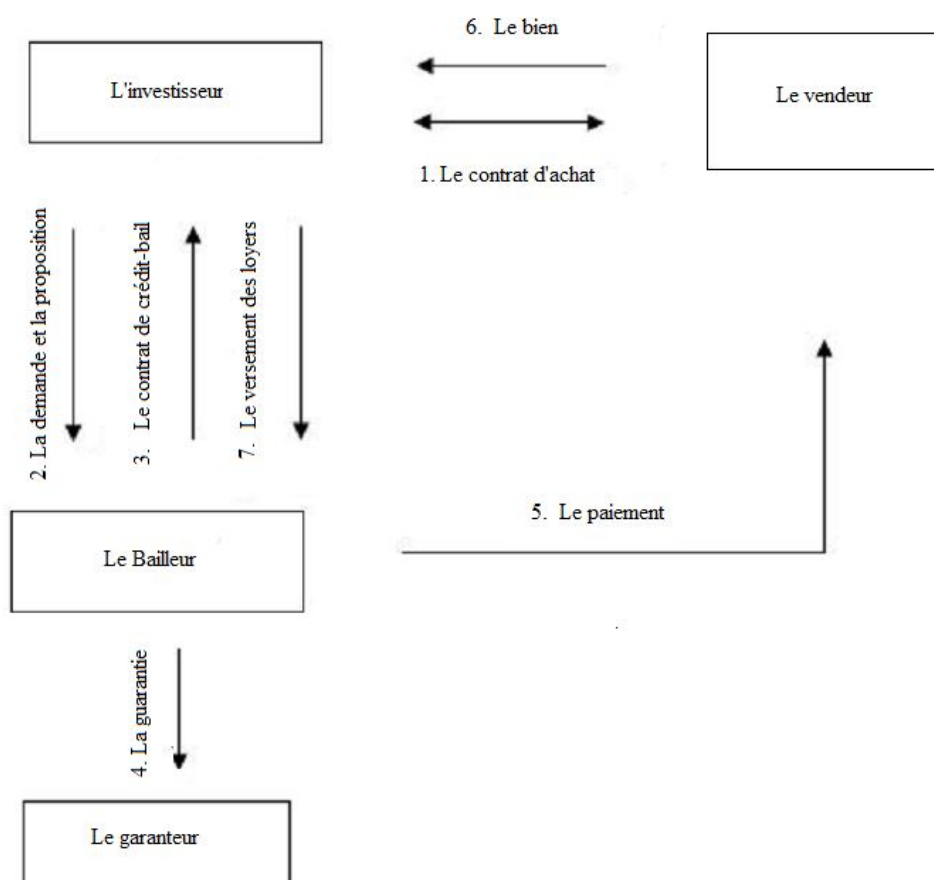


Figure 2.2. Le crédit-bail domestique sans importation [12]

2.17.2. Le crédit-bail domestique avec importation

Cette fois-ci le vendeur est en dehors du pays. Les étapes qu'on doit suivre sont :

Etape1 : Le locataire choisit le bien et fait un contrat d'achat avec le vendeur. Le contrat d'achat comprend les conditions de délivrance et du coût du bien.

Etape2 : Le bailleur s'adresse à une entreprise de crédit-bail. Le bailleur examine la demande. Si le résultat est affirmatif, il donne une proposition au locataire.

Etape3 : Le bailleur et le locataire font un contrat de location financière. Ils précisent les conditions du contrat ensemble.

Etape4 : Si le bailleur veut, il peut demander une garantie au locataire.

Etape5 : Le bailleur et le locataire s'adressent au Conseiller de Trésorerie avec le contrat de crédit-bail.

Etape6 : Le Conseiller de Trésorerie transfère le document d'encouragement avec l'exonération de douane et la réduction d'investissement.

Etape7 : Le coût du bien est payé au vendeur par le bailleur.

Etape8 : Le bailleur dédouane le bien en présentant le document d'encouragement avec l'exonération de douane.

Etape9 : Le bien est délivré au locataire.

Etape10 : Le locataire paye les loyers pendant la durée du contrat. Les coûts d'assurance, d'entretien et de réparation sont compensés par le locataire.

Comme dans le crédit-bail sans importation, à la fin de la durée du contrat, le locataire a le droit d'annuler ou de prolonger le contrat ou bien il peut acheter le bien à un prix symbolique [12].

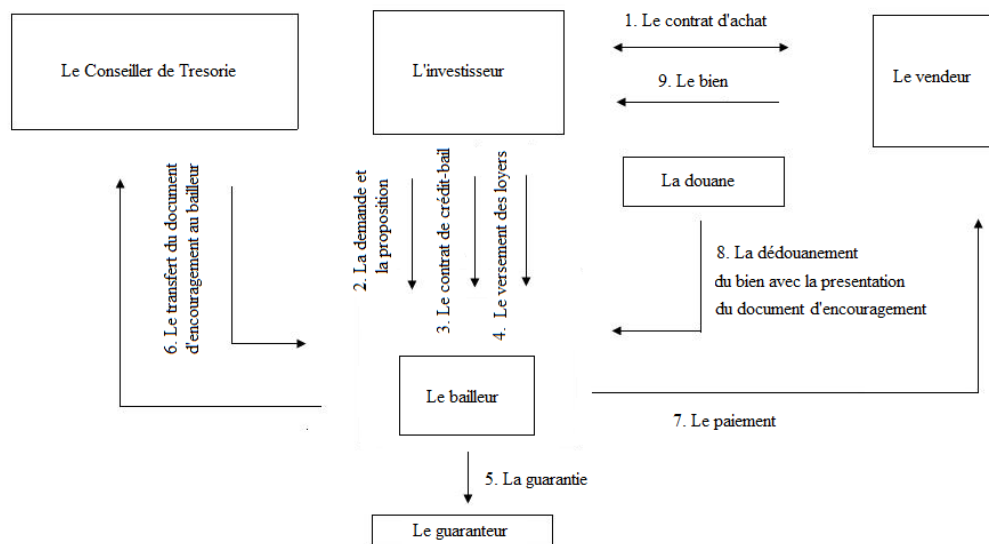


Figure 2.3. Le crédit-bail domestique avec importation [12]

2.17.3. Le crédit-bail international dispensé de douane

Etape1 : Le locataire fait un contrat d'achat avec le vendeur.

Etape2 : Le locataire s'adresse au bailleur qui se trouve dans le même pays. Le bailleur examine la demande et il communique avec la société correspondante qui se trouve à l'étranger. Alors il assure le financement extérieur. Il apporte une proposition au locataire.

Etape3 : La société de crédit-bail correspondante et le locataire font un contrat de location financière par l'intervention du bailleur.

Etape4 : Le locataire envoie un exemplaire de ceci au Conseiller de Trésorerie et on l'enregistre.

Etape5 : Le locataire, s'adresse au Conseiller de Trésorerie pour le document d'encouragement d'investissement. Si on a déjà obtenu le document d'encouragement, il s'adresse pour que ce document soit réglementé pour le crédit-bail.

Etape6 : On donne une garantie à la société de crédit-bail correspondante.

Etape7 : Le locataire transfère le contrat d'achat à la société de crédit-bail correspondante.

Etape8 : La société de crédit-bail correspondante paie le coût du bien au vendeur et obtient la propriété du bien.

Etape9 : Le bien est délivré directement au locataire.

Etape10 : Le locataire paie les loyers à n'importe quelle banque en livre turque moyennant au cours de devise. La banque paie les loyers à la société de crédit-bail correspondante sous forme de devise.

Etape11 : A la fin de durée du contrat de crédit-bail, le locataire s'il veut, peut prendre la propriété du bien en versant une somme déterminé par avant [16].

2.17.4. Le crédit-bail international pas dispensé de douane

Etape1 : Le locataire fait un contrat d'achat avec le vendeur.

Etape2 : Le locataire s'adresse au bailleur qui se trouve dans le même pays. Le bailleur examine la demande et il communique avec la société correspondante qui se trouve à l'étranger. Alors il assure le financement extérieur. Il apporte une proposition au locataire.

Etape3 : La société de crédit-bail correspondante et le locataire font un contrat de location financière par l'intervention du bailleur.

Etape4 : Le locataire envoie un exemplaire de ceci au Conseiller de Trésorerie et on l'enregistre.

Etape5 : On donne une garantie à la société de crédit-bail correspondante.

Etape6 : Le locataire transfère le contrat d'achat à la société de crédit-bail correspondante.

Etape7 : La société de crédit-bail correspondante paie le coût du bien au vendeur.

Etape8 : Le locataire, donne l'assurance à la douane et il dédouane le bien considéré.

Etape9 : Le locataire paie les loyers à n'importe quelle banque en livre turque moyennant au cours de devise. La banque paie les loyers à la société de crédit-bail correspondante sous forme de devise.

Etape10 : A la fin de durée du contrat de crédit-bail, il y a deux choix :

- Si le locataire veut, il peut acheter le bien en payant une somme symbolique et il paie le coût de douane à la douane.
- Ou bien il peut rendre le bien à la société de crédit-bail correspondante. Dans ce cas, il prévient à la douane ceci et il reprend l'assurance qu'il a déjà donnée [16].

2.18. Le crédit-bail du personnel

Pour ce cas les droits sociaux de l'employé sont compensés par le bailleur. Pour ce type de contrat on est obligé de prendre permission de l'employé. Dans la 3226^{ème} loi il n'y a pas de décision juridique concernant à ce type de crédit-bail [7,8].

2.19. Le crédit-bail de collaboration

C'est un crédit-bail qui possède plusieurs locataires. En plus, le bien qui est le sujet de crédit-bail peut être très cher ou posséder une capacité supérieure du besoin de l'entreprise. Pour cette application, les locataires utilisent le même bien et les loyers sont payés par plusieurs entreprises [3,7].

2.20. Le crédit-bail d'impôt

Au moment où on prépare le contrat de crédit-bail on tient compte les lois fiscales et les possibilités d'épargne d'impôt de l'entreprise [3].

2.21. Le crédit-bail de pourcentage

Pour ce type de crédit-bail le locataire est obligé de payer un certain pourcentage de ses revenus qui appartiennent à la période précédente avec les loyers qu'il verse. Lorsque le locataire possède un revenu supérieur à une somme déterminée de l'avance, le bailleur demande un paiement supplémentaire. Le but de ce type de crédit-bail est ne pas être influencé par le risque d'inflation [3].

2.22. Le crédit-bail de fondation

Au crédit-bail de fondation, le sujet de crédit-bail n'est pas un bien mais une fondation ou une exploitation pour une longue durée [3].

2.23. Le crédit-bail avec le temps d'épreuve

Ce crédit-bail permet au locataire d'utiliser le bien pendant un certain temps d'épreuve entre 6 mois et un an. Pendant ce temps le locataire a la possibilité de comprendre si ce bien est convenable ou pas pour lui. A la fin si le locataire veut, il peut prolonger la durée du contrat du bien ou bien il le laisse au bailleur [3].

2.24. Le crédit-bail avec le saut de paiement

On applique cette méthode si le locataire n'utilise pas le bien continuellement. Alors le contrat est réglé différemment. Le locataire paye les loyers pendant la durée d'utilisation du bien et ne paye pas en dehors de ce temps [3].

2.25. Le crédit-bail d'échange

Grâce à ce type de crédit-bail le locataire, pour ne pas perdre de temps avec la réparation du bien et pour éviter les coûts de réparation et d'entretien, peut échanger le bien qui est le sujet du contrat [3].

Dans la 3226^{ème} loi il n'ya pas une décision juridique qui empêche de faire ce type de crédit-bail [8].

On préfère ce type de crédit-bail rarement à cause des obstacles juridiques [7].

2.26. Le crédit-bail à levier fiscal

Ce type de crédit-bail est utilisé pour la location des investissements qui demande une dépense importante du capital. La société de crédit-bail obtient une grande partie des fonds nécessaires par des établissements de crédit [3]. Mais le bien qui est le sujet de crédit-bail est hypothéqué de premier ordre contre les crédits obtenus. La crédibilité du locataire est un facteur important qui influence les loyers versés et le prix de revient de la dette [7]. Dans cette méthode, la société de crédit-bail donne un soutien financier entre 20% et 40%. Grâce à ce type de crédit-bail, en risquant une petite somme d'argent on obtient la possession d'un bien dont le coût est élevé. La possession du bien appartient au bailleur. Les dépenses d'intérêt et de capital pris par les établissements de crédit sont compensées par les loyers versés du locataire. Il y a un parallélisme entre les délais de crédit utilisés et la période de location [3].

2.27. Le crédit-bail de mise à nouveau

Cela ressemble au crédit-bail d'échange. Cette fois-ci la cause de l'échange n'est pas les coûts de réparation et d'entretien mais c'est le progrès technologique. Il permet au locataire de changer le bien avec un autre de plus haute technologie [3].

2.28. Le crédit-bail spécialisé

Dans ce cas la responsabilité du bien qui est le sujet du contrat appartient au bailleur. Cela nécessite aussi la spécialisation de l'entreprise de crédit-bail sur le bien précisé [7].

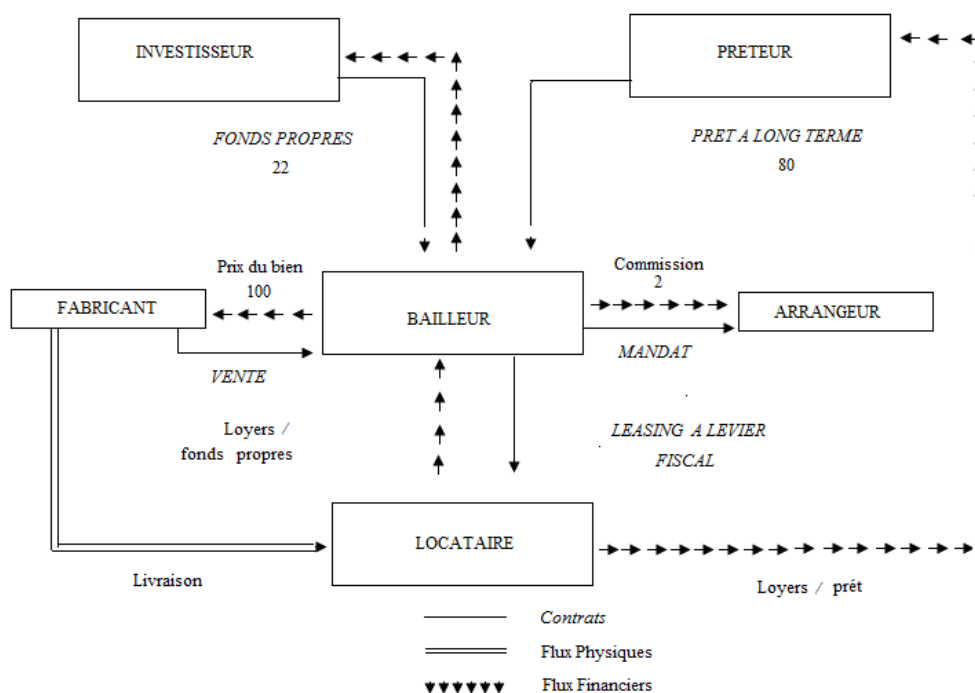


Figure 2.4. Schéma type d'un crédit-bail à levier fiscal [15]

2.29 Le crédit-bail au bout fermé et le crédit-bail au bout ouvert

Dans le premier type, à la fin de la durée du contrat la propriété du bien est transféré au bailleur. Ici le locataire n'a pas le droit d'obtenir le bien. Dans le deuxième type, au cadre des conditions précisé par l'avance, à la fin de la durée du contrat la possession du bien est transféré au locataire [12].

2.30. Le crédit-bail réel

Au crédit-bail réel, à la fin de la durée du contrat, le locataire a le droit d'acheter le bien de la valeur de marché. D'autre part le bailleur partage l'avantage d'impôt avec le locataire. Le locataire a aussi la possibilité d'écrire les loyers comme la dépense [8].

3. L'ANALYSE DE REMPLACEMENT

Le remplacement et le choix d'équipements constitue un problème fréquent dans toutes les organisations. Tout équipement se détériore et doit être remplacé un jour à l'autre. Le problème du remplacement d'équipement exige de demander les questions suivantes :

- Est-ce qu'on doit remplacer l'équipement ou le réparer ?
- Est-ce qu'on doit remplacer l'équipement maintenant ou plus tard ?
- Est-ce qu'on doit remplacer l'équipement par un autre du même type ou de différent type [17]?

Pour trouver la bonne réponse il faut faire des études économiques détaillées pour le cas considéré.

3.1. Les causes de remplacement

Analyse de remplacement est utilisée souvent à l'industrie. C'est une application de la valeur annuelle de l'argent. Ce remplacement est nécessaire pour plusieurs raisons. Les principales raisons sont :

- L'inadéquation
- La détérioration
- L'obsolescence
- La baisse de la valeur marchande
- La valeur réduite du propriétaire
- Le bas niveau de la demande
- La réduction de la capacité de production [18].

3.2. Les facteurs fondamentales qui influencent la décision de remplacement

Divers facteurs ont un rôle important pour le remplacement de l'équipement considéré.

- Le facteur de détérioration : La détérioration peut être liée aux plusieurs facteurs comme la baisse de la condition physique de l'équipement qui devient plus âgé, la baisse de la productivité, de la puissance en chevaux, de la vitesse, du nombre d'unité passé par le contrôle de qualité, l'augmentation des accidents inattendus, l'usure des parties utilisées d'une façon excessive, etc.
- Le facteur d'exigence : Certains changements dans les plans de production oblige à remplacer l'équipement actuel (le défenseur). Par exemple ; si on augmente la capacité de production de l'entreprise, l'équipement actuel peut ne pas répondre à la demande de l'exploitation. Donc la capacité de l'équipement proposé (l'aspirant) sera plus convenable pour les besoins du présent.
- Le facteur de technologie : Le progrès technologique peut aussi être effectif à la décision de remplacement. L'apparition de nouveaux modèles sur le marché peut causer à renoncer de ce qui est l'ancien.
- Le facteur financier : L'augmentation des coûts d'entretien et d'exploitation et le surcroît à l'utilisation de combustible, de lubrifiant, de l'énergie par rapport au passé peut causer au remplacement. D'autre part l'utilisation de sources extérieures peut devenir plus attractive que de faire la production interne ou bien parfois louer un équipement est beaucoup plus avantageux que de l'acheter [18,19].

Peu importe la raison, la bonne décision sera la réponse de la question suivante :

Est-ce que je dois remplacer l'équipement que j'utilise maintenant ou je dois la garder encore quelques temps pour le remplacer plus tard ? Le problème n'est pas remplacer ou pas remplacer l'équipement parce qu'un jour on va le remplacer, c'est sûr. Mais le problème est de préciser le temps de remplacement. Pour trouver la bonne réponse on doit utiliser l'analyse de remplacement. Donc grâce à ça je vais choisir le remplacement le plus économique possible [18].

3.3. La durée de vie d'un équipement

Pour un équipement il existe en générale cinq types de durée de vie ; la durée de vie matérielle, la durée de vie technologique, la durée de vie économique, la durée de vie utile, la durée de vie de possession.

La durée de vie matérielle : C'est la période au cours de laquelle l'équipement peut servir avant de devenir complètement hors d'usage. La durée de vie matérielle dépend du temps et de l'usure physique, laquelle se traduit par des augmentations des coûts d'entretien et des temps d'arrêt de même que par une baisse de productivité.

La durée de vie technologique : C'est la période dont la fin est marquée par l'apparition d'un nouvel équipement plus rapide, plus efficace, plus productif, moins coûteux et qui rend désuet l'équipement actuel.

La durée de vie économique : C'est la période au cours de laquelle l'équipement peut accomplir une fonction donnée aux coûts minimaux. La durée de vie économique correspond à la période de temps dont la fin est marquée par une année où l'ensemble des coûts de possession, d'entretien et d'exploitation d'un équipement atteint un minimum [17].

La durée de vie utile : C'est une période au cours de laquelle l'équipement peut rester dans un service productif. Ce type de vie peut être estimé pour décider le temps d'utilisation de l'équipement qui est le sujet.

La durée de vie de possession : C'est une période entre la date d'acquisition et la date de disposition de l'équipement. Pendant cette durée le possesseur peut utiliser son équipement pour n'importe quel travail [20].

3.4. Les deux approches de base pour l'analyse de remplacement

Le problème de remplacement d'équipements comporte toujours deux options, celle de garder le défenseur et celle de le remplacer [17]. Pour ceci il existe deux approches qui sont indépendantes du temps. Ces deux approches donnent le même résultat. Pour cette étape on profite de ces méthodes pour décider s'il faut remplacer l'équipement ou non. Pour l'instant on ne s'intéresse pas au temps de remplacement. Dans les deux approches suivantes le défenseur et l'aspirant ont la même durée de vie utile.

3.4.1. L'approche du flux monétaire ou l'approche intérieure (HF, VE, PW, AE)

Dans les analyses de remplacement on peut utiliser directement cette approche. Si on utilise ce type d'approche, la valeur de marché actuel du défenseur peut être représentée comme le flux monétaire positif pour l'aspirant [21]. Ici on peut utiliser la méthode du coût annuel équivalent ou la méthode de la valeur actuelle. Le résultat sera le même.

3.4.1.1. L'application de la méthode

Exemple ci-dessous explique la méthode.

Tableau 3.1. Les informations du défenseur et de l'aspirant

Information	Défenseur	Aspirant
Durée de vie restante	3 ans	3 ans
Durée de vie utile	5 ans	3 ans
Prix d'achat	\$ 20,000	\$ 15,000
Valeur actuelle	\$ 10,000	-
Valeur corpusculaire	\$ 2,500	\$ 5,500
Coût opérationnel annuel net	\$ 8,000	\$ 6,000
Taux d'intérêt effectif	12%	12%

Traçons l'horizon de temps pour les deux équipements :

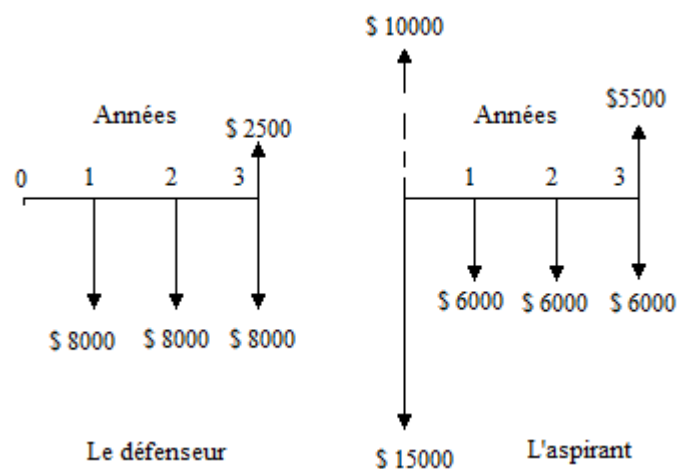


Figure 3.1. Les flux monétaires

Si on fait les calculs nécessaires on trouve :

Pour le défenseur

$$\begin{aligned} PW (12\%)_D &= \$2500(P/F, 12\%, 3) - \$8000(P/A, 12\%, 3) \\ &= -\$17,434.90 \end{aligned}$$

Ou bien

$$\begin{aligned} AE (12\%)_D &= PW (12\%)_D (A/P, 12\%, 3) \\ &= -\$7,259.10 \end{aligned}$$

Pour l'aspirant

$$\begin{aligned} PW (12\%)_A &= \$5,500(P/F, 12\%, 3) - \$5000 - \$6000(P/A, 12\%, 3) \\ &= -\$15,495.90 \end{aligned}$$

Ou bien

$$\begin{aligned} AE (12\%)_A &= PW (12\%)_A (A/P, 12\%, 3) \\ &= -\$6,451.90 \end{aligned}$$

Dans cet exemple le taux d'intérêt effectif est 0.12 et la durée de vie de l'aspirant est égale à la durée de vie du défenseur [22].

Tout d'abord on calcule la valeur actuelle du défenseur. D'abord on lit la valeur du facteur de la valeur actuelle dans le tableau de facteurs d'intérêt composés. Ensuite on multiplie la valeur corpusculaire du défenseur avec le facteur de la valeur actuelle. Deuxièmement on lit la valeur du tableau et on multiplie les valeurs annuelles uniformes par ce facteur. Enfin on soustrait la dernière valeur du premier et on trouve la valeur actuelle totale pour le défenseur.

On utilise ensuite une autre méthode pour la même analyse. Cette fois-ci on multiplie la valeur actuelle totale par le facteur de recouvrement du capital du même tableau.

Quant à l'aspirant on répète les mêmes méthodes pour lui. Mais ici, pour la première méthode on soustrait la valeur du marché du défenseur du coût d'achat de l'aspirant et on ajoute ceci à la somme trouvée. Pour la deuxième méthode on fait juste la même chose que celui du défenseur.

Enfin on regarde les résultats et pour les premiers calculs on voit que la valeur actuelle totale du défenseur est plus petite que celle de l'aspirant. Cela veut dire que les coûts du défenseur sont plus grands que ceux de l'aspirant. Donc on choisit l'équipement qui a un prix de revient minimum. Pour cet exemple on choisit l'aspirant. On prend la décision de remplacer le défenseur. Pour les deuxièmes calculs on constate la même

chose. L'AE du défenseur est plus petit que l'AE de l'aspirant. Par conséquent, l'alternative la plus économique est de remplacer l'ancien équipement tout de suite.

3.4.2. L'approche du coût d'occasion ou l'approche extérieur (HF, VE, PW, AE)

3.4.2.1. L'application de la méthode

Dans cette analyse au lieu de retrancher la valeur corpusculaire du coût d'achat de l'aspirant on prend ceci comme le flux monétaire comptant pour le défenseur.

Prenons l'exemple précédent et calculons d'une autre façon :

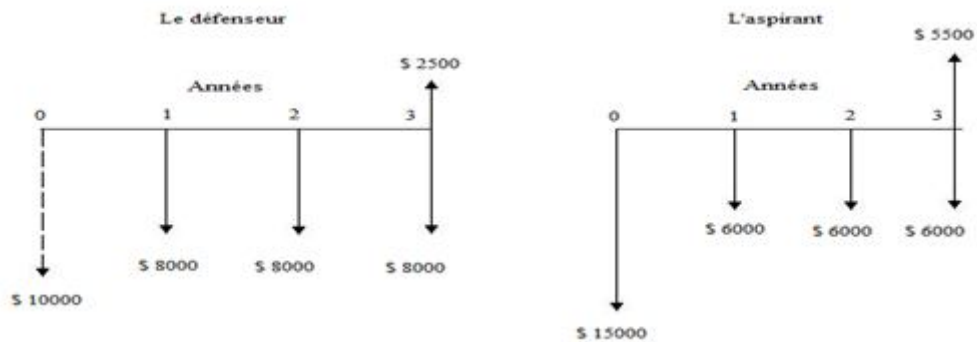


Figure 3.2. Les flux monétaires

Pour le défenseur

$$\begin{aligned} PW (12\%)_D &= -\$10000 - \$8000(P/A, 12\%, 3) + \$2500(P/F, 12\%, 3) \\ &= -\$27,434.90 \end{aligned}$$

Ou bien

$$\begin{aligned} AE (12\%)_D &= PW (12\%)_D (A/P, 12\%, 3) \\ &= -\$11,422.64 \end{aligned}$$

Pour l'aspirant

$$\begin{aligned} PW (12\%)_A &= -\$15000 - \$6000(P/A, 12\%, 3) + \$5,500(P/F, 12\%, 3) \\ &= -\$25,495.90 \end{aligned}$$

Ou bien

$$\begin{aligned} AE (12\%)_A &= PW (12\%)_A (A/P, 12\%, 3) \\ &= -\$10,615.33 \end{aligned}$$

Si on examine les calculs et les résultats trouvés on remarque que le PW du défenseur est plus petit que le PW de l'aspirant et l'AE du défenseur est encore plus petit que l'AE de l'aspirant donc on a la même décision que celle de l'approche intérieure. On remplace le défenseur par l'aspirant considéré immédiatement [22].

3.5. Les approches de la durée de vie utile inégales

3.5.1. L'approche extérieure (HF, VI, AE)

Si les deux équipements n'ont pas la même durée de vie utile c.à.d. la durée de vie restante du défenseur est plus petite que la durée de vie utile de l'aspirant et si l'horizon de temps est fini alors on applique l'approche du coût d'occasion avec la méthode du coût annuel équivalent pour atteindre le résultat juste [19].

3.5.1.1. L'application de la méthode

Soit on a les informations suivantes :

Tableau 3.2. Les informations du défenseur et de l'aspirant

Information	Défenseur	Aspirant
Durée de vie restante	3 ans	-
Durée de vie utile	-	8 ans
Prix d'achat	-	\$ 9,000
Valeur actuelle	\$ 3,000	-
Valeur corpusculaire	\$ 1,428	\$ 2,000
Coût opérationnel annuel net	\$ 2,900	\$ 1,800
Taux d'intérêt effectif	10%	10%

Traçons l'horizon de temps pour les deux équipements :

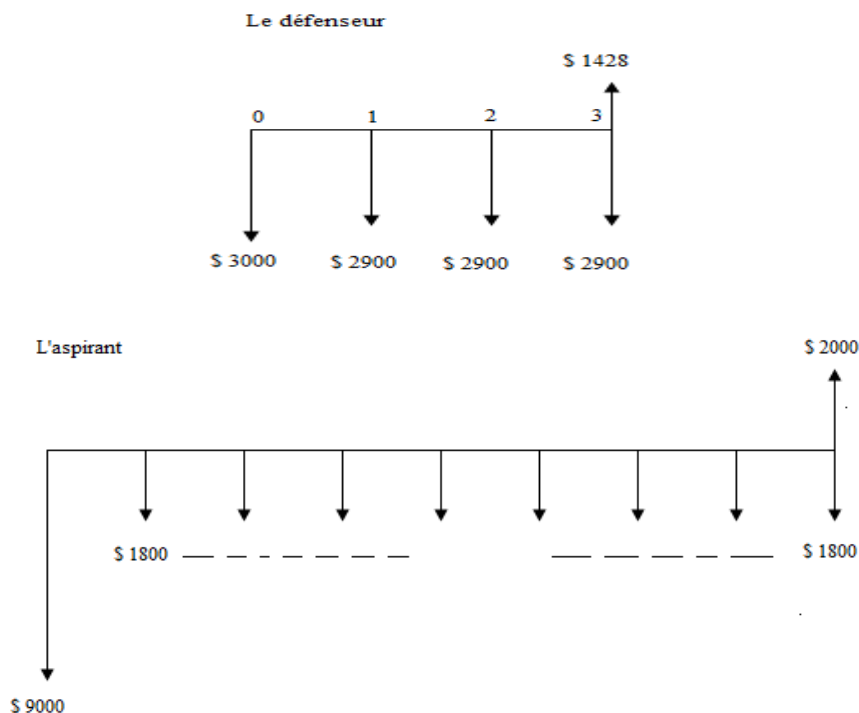


Figure 3.3. Les flux monétaires

Calculons :

Pour le défenseur

$$\begin{aligned} AE (\%10)_D &= -\$3,000(A/P, 10\%, 3) + \$1,428(A/F, 10\%, 3) - \$2,900 \\ &= -\$3,675 \end{aligned}$$

Pour l'aspirant

$$\begin{aligned} AE (\%10)_A &= -\$9,000(A/P, 10\%, 8) + \$2,000(A/F, 10\%, 8) - \$1,800 \\ &= -\$3,312 \end{aligned}$$

Si on regarde les résultats on voit que la somme des coûts du défenseur est plus grande que celle de l'aspirant. Donc on remplace le défenseur maintenant [19].

3.5.2. L'approche extérieure (HI, VI, PW)

Si les deux équipements n'ont pas la même durée de vie utile c.à.d. la durée de vie restante du défenseur est plus petite que la durée de vie utile de l'aspirant et si l'horizon de temps est infini alors on applique l'approche du flux monétaire comptant avec la méthode de la valeur actuelle [19].

Pour ce cas il existe deux séquences pour que l'horizon de temps soit infini. Puisque le défenseur est l'ancien équipement, on a le droit de remplacer une fois. Par contre il y a assez de l'aspirant dans le marché :

Séquence 1 : Garder(D), acheter(A), acheter(A), acheter(A),.....

Séquence 2 : Acheter(A), acheter(A), acheter(A), acheter(A),.....

3.5.2.1. L'application de la méthode

Considérons l'exemple qui est dans la section 3.5.1.1. Faisons les calculs nécessaires pour les deux séquences citées ci-dessus.

Pour la séquence 1 :

Garder(D) :

$$\begin{aligned} PW (\%10) _D &= -\$2,900(P/A, 10\%, 3) + 1,428(P/F, 10\%, 3) \\ &= -\$6,138.99 \end{aligned}$$

Acheter(A) jusqu'à l'infini:

$$\begin{aligned} PW (\%10) _A &= (-\$3,312.1/0.1)(P/F, 10\%, 3) \\ &= -\$24,884.14 \end{aligned}$$

Donc

$$PW_{Dtotal} = -\$6,138.99 + (-\$24,884.14) = -\$31,023.$$

Pour la séquence 2 :

Acheter(A) :

$$\begin{aligned} PW (\%10) _{A1} &= -\$6000 - \$1,800(P/A, 10\%, 8) + 2,000(P/F, 10\%, 8) \\ &= -\$14,669.86 \end{aligned}$$

Acheter(A) jusqu'à l'infini:

$$\begin{aligned} PW (\%10) _{A2} &= (-\$3,312.1/0.1)(P/F, 10\%, 8) \\ &= -\$15,451.28 \end{aligned}$$

Donc

$$PW_{Atotal} = -\$14,669.86 + (-\$15,451.28) = -\$30,121.$$

Quand on regarde les résultats on décide de remplacer le défenseur maintenant [19].

3.5.3. L'approche intérieure (HI, VI, AE)

Si les deux équipements n'ont pas la même durée de vie utile c.à.d. la durée de vie restante du défenseur est plus petite que la durée de vie utile de l'aspirant et si l'horizon de temps est infini alors on applique l'approche du flux monétaire comptant avec la méthode de la valeur actuelle. Mais cette approche est plus difficile à appliquer par rapport à deux autres précédentes [19].

3.5.3.1. L'application de la méthode

On prend le même exemple qui se trouve dans la section 3.5.1.1.

Pour le défenseur on a:

$$\begin{aligned} AE (\%10)_D &= \$1,428(A/F, 10\%, 3) - \$2,900 \\ &= -\$2,469 \end{aligned}$$

Pour l'aspirant on a :

$$\begin{aligned} AE (\%10)_A &= -\$9,000(A/P, 10\%, 8) + \$3,000(A/P, 10\%, 3) + \$2,000(A/F, 10\%, 8) \\ &\quad - \$1,800 \\ &= -\$2,106 \text{ de l'année 1 à l'année 3.} \end{aligned}$$

Encore la même décision. On remplace le défenseur tout de suite [19].

3.6. La durée de vie économique

Jusqu'ici on a examiné les cas où on connaît la durée de vie utile restante du défenseur et la vie utile de l'aspirant. Dés maintenant on va observer les cas où on connaît ou pas les durées de vie des équipements. Les sections suivantes vont utiliser la durée de vie économique dans ses approches. On a pour but de minimiser les coûts liés au défenseur et à l'aspirant [20].

3.6.1. La durée de vie économique du défenseur

La durée de vie économique du défenseur est en générale un an. Par conséquent, il faut faire attention en comparant l'aspirant et le défenseur parce que l'analyse de ceci

comprend les différentes vies. Nous allons voir que le défenseur peut être gardé plus long que sa durée de vie économique [20].

3.6.2 La durée de vie économique de l'aspirant

La durée de vie économique d'un équipement minimise le coût annuel équivalent uniforme de possession et d'exploitation. Elle est plus courte que la durée de vie utile ou la durée de vie matérielle. C'est très important de savoir la durée de vie économique de l'aspirant parce que le plus souvent l'ancien et le nouvel équipement sont comparés selon la vie économique [20].

3.7. Les approches de la valeur annuelle équivalente

3.7.1. Quand l'horizon de temps est infini

La cause de l'utilisation de cette approche pour l'analyse de remplacement n'est pas l'inégalité de la durée de vie économique des équipements mais cette approche fournit l'analyse du coût marginal pour le défenseur. On l'utilise souvent dans le concept de répétition du projet avec l'horizon de temps infini ou la période de service commune. Dans les problèmes de remplacement continu on ne répète pas le défenseur jusqu'à l'infini, on le remplace ou pas par l'aspirant au début de l'horizon de temps. En bref, si on a un problème de défenseur-aspirant sur un horizon de temps infini on peut utiliser cette approche pour décider le temps de remplacement [23].

3.7.2. L'analyse du coût marginal

On calcule la durée de vie économique du défenseur et de l'aspirant et les coûts annuels équivalents après taxes qui sont liés à leur vie économique. En générale la durée de vie économique du défenseur est 1 an. Ensuite on compare les AE's liés à la vie économique. Si $AE_{\text{défenseur}} > AE_{\text{aspirant}}$ alors on remplace le défenseur par l'aspirant. Sinon on garde le défenseur encore 1 an et on fait l'analyse du coût marginal pour trouver la durée pendant laquelle on doit le garder. On continue les calculs jusqu'à ce

que $AE_{\text{défenseur}} < AE_{\text{aspirant}}$. L'année dans laquelle se réalise cette condition, on prend la décision de remplacement [19,23].

3.7.2.1. L'application de la méthode

Soit on a le tableau suivant :

Tableau 3.3. La durée de vie économique du défenseur/de l'aspirant

N	Total AE pour le défenseur	Total AE(i) pour l'aspirant
1	-\$2,250 *	-\$5,100
2	-\$2,627	-\$4,291
3	-\$2,984	-\$4,094
4	-\$3,325	-\$4,065 *
5	-\$3,646	-\$4,110
6		-\$4,189
7		-\$4,287

On voit que la durée de vie économique du défenseur est 1 an et celle de l'aspirant est 4 ans. Selon les coûts liés à ces vies économiques on constate que $AE_{\text{défenseur}} > AE_{\text{aspirant}}$. Donc on va faire l'analyse du coût marginal.

Pour la première année on a :

$$-\$2,400(1.15) + \$1,800 - \$2100 = -\$3,060 \text{ encore plus grande}$$

Pour la deuxième année on a :

$$-\$1,800(1.15) + \$1,200 - \$3,000 = -\$3,870 \text{ encore plus grande}$$

Pour la troisième année on a :

$$-\$1,200(1.15) + \$600 - \$3,900 = -\$4,680 \text{ cette valeur est plus petite que } 4,065 \text{ donc on va remplacer le défenseur à l'année 3 au lieu de l'année 1 [23].}$$

3.8. Les approches de la valeur actuelle

3.8.1. Quand l'horizon de temps est infini

L'approche de la valeur actuelle donne une solution plus stricte que la méthode de la valeur annuelle pour l'horizon de temps fini ou infini. Cette méthode prend aussi en considération les changements technologiques. On examine tout d'abord la durée indéterminée où il n'y a pas de changement technologique. Puisque cela n'est pas le cas dans le monde réel cette analyse introduit des méthodes utiles pour les changements technologiques [23].

Soit on a un équipement qui marche et on continue à l'utiliser pour une période imprécise. Mais il y a un nouvel équipement sur le marché. Il est très effectif selon le défenseur. Le problème est de décider le temps de remplacement du défenseur par l'aspirant. Maintenant on va calculer $PW(i, n)$ qui représente toutes les valeurs actuelles liées à la rétention du défenseur pour n années et la séquence indéfinie des aspirants identiques. L'aspirant sera remplacé continuellement après chaque m années. Ici m représente la durée de vie économique de l'aspirant.

$$PW(i, n) = \text{PW du défenseur} + \text{PW de l'aspirant pour}$$

retenu pendant n années des remplacements renouvelés

On va trouver n qui maximise $PW(i, n)$ [23].

3.8.1.1. L'application de la méthode

On a les informations suivantes pour le défenseur et l'aspirant.

Tableau 3.4. Les revenus annuelles équivalentes liées à la vie économique

n	Le défenseur	L'aspirant
1	\$1,800 *	-\$299
2	\$1,542	\$655
3	\$1,556	\$1,160
4	\$1,442	\$1,393
5	\$1,286	\$1,514 *
6		\$1,439
7		\$1,401

Le taux d'intérêt effectif est 0.15. La durée de vie économique du défenseur est 1 an et celle de l'aspirant est 5. On va calculer les possibilités en ordre.

Pour n=0 :

$$\begin{aligned} \text{PW}(15\%, 0) &= (1/0.15)(\$1,514) \\ &= \$10,087 \end{aligned}$$

Pour n=1 :

$$\begin{aligned} \text{PW}(15\%, 1) &= \$1,800(\text{P/F}, 15\%, 1) + (\text{P/F}, 15\%, 1)(\$10,087) \\ &= \$10,336 \end{aligned}$$

Pour n=2 :

$$\begin{aligned} \text{PW}(15\%, 2) &= \$1,542(\text{P/F}, 15\%, 2) + (\text{P/F}, 15\%, 2)(\$10,087) \\ &= \$10,134 \end{aligned}$$

Pour n=3 :

$$\begin{aligned} \text{PW}(15\%, 3) &= \$1,556(\text{P/F}, 15\%, 3) + (\text{P/F}, 15\%, 3)(\$10,087) \\ &= \$10,185 \end{aligned}$$

Pour n=4 :

$$\begin{aligned} \text{PW}(15\%, 4) &= \$1,442(\text{P/F}, 15\%, 4) + (\text{P/F}, 15\%, 4)(\$10,087) \\ &= \$9,884 \end{aligned}$$

Pour $n=5$:

$$\begin{aligned} PW(15\%, 5) &= \$1,286(P/F, 15\%, 5) + (P/F, 15\%, 5)(\$10,087) \\ &= \$9,326 \end{aligned}$$

Cette fois-ci on a les revenus du projet considéré donc les calculs sont tous positifs. On utilise l'équation du coût réduit $P = A/i$ pour la séquence de l'aspirant. Finalement on regarde les résultats et la plus grande somme est pour $n=1$. On décide de garder le défenseur encore un an. Après un an on va le remplacer par l'aspirant. Après 5 ans on va remplacer l'aspirant par un équipement identique et ainsi de suite [23].

3.8.2. Quand l'horizon de temps est fini

Si l'horizon de temps est déterminé, la comparaison basée sur la méthode du coût annuel équivalent ne peut pas être appliquée en utilisant la durée de vie économique. On calcule tout d'abord la vie économique du défenseur et de l'aspirant avec les valeurs annuelles équivalentes liées à chaque année. Ensuite on énumère toutes les possibilités de remplacement en tenant compte des vies économiques. On calcule un à un la valeur actuelle de chaque possibilité et enfin on les compare. Celle qui possède un coût minimum sera le bon remplacement [23].

3.8.2.1. L'application de la méthode

Soit l'horizon de temps est de 7 ans et le taux effectif est 0.15. Les coûts annuels équivalents du défenseur et de l'aspirant selon les années sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3.5. Les coûts annuels équivalents

n	Le défenseur	L'aspirant
1	-\$ 2,250 *	-\$ 5,100
2	- \$ 2,627	-\$ 4,291
3	- \$ 2,984	-\$ 4,094
4	- \$ 3,325	-\$ 4,065 *
5	- \$ 3,646	-\$ 4,110
6		-\$ 4,189
7		-\$ 4,288

Quand on regarde le tableau on voit les durées de vie économiques du défenseur et de l'aspirant sont respectivement 1 et 4 ans. Donc il y a plusieurs alternatives pour un horizon de temps de 7 ans.

Soit D la durée de service du défenseur, C la durée de service de l'aspirant et A le numéro de l'alternative. Les alternatives sont :

Tableau 3.6. Les alternatives de la méthode

A	D	C	C	A	D	C	C	A	D	C	C
1*	0	4	3	7	2	3	2	13	3	1	3
2	0	3	4	8	2	2	3	14*	4	3	0
3*	1	4	2	9	2	1	4	15	4	2	1
4	1	3	3	10*	3	4	0	16	4	1	2
5	1	2	4	11	3	3	1	17*	5	2	0
6*	2	4	1	12	3	2	2	18	5	1	1

On va calculer seulement les alternatives indiquées parmi les autres.

L'alternative 1 :

$$\begin{aligned} PW(15\%)_1 &= 0 - \$4,065(P/A, 15\%, 4) - \$4,094(P/A, 15\%, 3)(P/F, 15\%, 4) \\ &= -\$16,950 \end{aligned}$$

L'alternative 3:

$$\begin{aligned} PW(15\%)_3 &= -\$2,250(P/F, 15\%, 1) - \$4,065(P/A, 15\%, 4)(P/F, 15\%, 1) \\ &\quad - \$4,291(P/A, 15\%, 2)(P/F, 15\%, 5) \\ &= -\$15,517 \end{aligned}$$

L'alternative 6:

$$\begin{aligned} \text{PW (15\%)}_6 &= -\$2,627(\text{P/A, 15\%, 2}) - \$4,065(\text{P/A, 15\%, 4})(\text{P/F, 15\%, 2}) \\ &\quad - \$5,100(\text{P/F, 15\%, 7}) \\ &= -\$14,963 \end{aligned}$$

L'alternative 10:

$$\begin{aligned} \text{PW (15\%)}_{10} &= -\$2,984(\text{P/A, 15\%, 3}) - \$4,065(\text{P/A, 15\%, 4})(\text{P/F, 15\%, 3}) \\ &= -\$14,443 \end{aligned}$$

L'alternative 14:

$$\begin{aligned} \text{PW (15\%)}_{14} &= -\$3,325(\text{P/A, 15\%, 4}) - \$4,094(\text{P/A, 15\%, 3})(\text{P/F, 15\%, 4}) \\ &= -\$14,838 \end{aligned}$$

L'alternative 17:

$$\begin{aligned} \text{PW (15\%)}_{17} &= -\$3,646(\text{P/A, 15\%, 5}) - \$4,291(\text{P/A, 15\%, 2})(\text{P/F, 15\%, 5}) \\ &= -\$15,690 \end{aligned}$$

D'après les calculs faits on prend la plus petite valeur d'où le coût est minimum. C'est l'alternatif numéro 10 qu'on doit choisir. Il faut garder le défenseur pendant 3 ans ensuite on doit le remplacer par l'aspirant [23].

4. APPLICATION

4.1. Les difficultés de l'analyse de remplacement

Il existe plusieurs facteurs qui influencent la détermination du temps de remplacement et chaque facteur augmente le degré de difficulté de l'opération. Les travaux récents nous montrent ceci clairement.

Premièrement, les deux facteurs importants sont le risque et l'inflation [24] (Kierulff, 2007). Pour une analyse de ce type, appliquer une seule valeur de taux d'escompte pour toutes les opérations est une fausse décision. Il faut calculer quatre différents taux d'escompte : deux pour les flux monétaires du défenseur et de l'aspirant et deux autres pour ceux des valeurs corpusculaires parce que les flux monétaires et les valeurs corpusculaires s'influencent différemment par ces deux facteurs.

Une autre difficulté est le choix de la méthode à utiliser. Il y a plusieurs alternatives et chacun a des avantages et des désavantages. L'approche incrémentale est brève, facile à manipuler, possède moins de composantes mais ne peut pas réunir les différentes facteurs de risque et d'inflation, précise les cas chers et les fausses décisions parce qu'elle est partiellement contre les intuitions et difficile à utiliser à l'aide de l'ordinateur. La méthode de la valeur annuelle équivalente est bonne pour les projets répétitifs, utile quand l'horizon est infini mais n'est pas convenable pour l'unique décision. En plus il est difficile de connaître les changements dans le marché et dans la technologie qui influencent à leur tour le risque et l'incertitude. Quant au modèle du coût-intérêt, il représente le processus d'escompte plus rigoureux et transparent, montre séparément le revenu actuel et les éléments du bilan de chaque alternative surtout pour les remplacements en série, les facteurs de risque et d'inflation peuvent être estimés facilement par contre on dépense beaucoup de temps et d'effort et l'analyse devient très lourde à cause des détails [24].

D'autre part le progrès technologique est un autre facteur qui change la décision de remplacement. Une nouvelle méthodologie innovatrice est développée [25] (Yatsenko

et Hritonenko, 2008). Il s'agit du remplacement d'une machine en série. Le modèle n'est pas si simple car représenter le changement technologique sous forme d'un calcul est si difficile et nécessite plusieurs hypothèses. Elle comprend les flux continus et utilise des facteurs de détérioration, de coût du capital et de coût d'exploitation et d'entretien pour la formulation. Le but est de trouver l'optimale durée de vie utile qui minimise le coût total sur l'horizon de temps infini. La vie peut être constante ou variable sous l'effet de la technologie. La technique contient les équations d'intégrale non linéaire. Par conclusion on constate que le changement technologique intensive fait diminuer l'optimale durée de vie utile de la machine (et à l'inverse) [25].

L'influence de l'abaissement des prix de revente et des primes d'assurance et de budget limité de l'entreprise est traitée dans un autre travail [26] (Suzuki et Pautsch, 2005). Cette fois-ci il n'ya pas une unique machine mais il y a une flotte d'automobile. La taille de la flotte est constante et la flotte comprend un seul type de véhicule. Mais leur âge est différent. Le marché de seconde main est utilisé. On établit ce modèle en fonction des coûts d'exploitation et de l'âge des véhicules. Il est basé sur un horizon de temps fini et donne une solution unique à chaque cas examiné. Le but est de trouver une planification multi annuel pratique et applicable. Enfin on fait une analyse de sensibilité intensive pour mieux interpréter les résultats. L'application est faite sur quatre scénarios différents. Les scénarios comprennent respectivement les véhicules presque tous nouveaux, relativement nouveaux, ni nouveaux ni anciens, relativement ancien. Par conséquent ; les entreprises veulent acheter en générale les véhicules de 1 an donc les coûts d'exploitation diminuent. Pour tous scénarios le meilleur remplacement est 3 ans. Quand les valeurs de revente diminuent, les entreprises veulent utiliser les cycles de remplacement longs ou/et achète les anciens véhicules pour le remplacement. Si le coût de revente du véhicule diminue tout d'un coup, il faut ni prolonger la durée d'utilisation du véhicule et ni acheter les anciens véhicules simultanément. Les entreprises peuvent prolonger la durée que d'acheter des véhicules âgés. Le cycle optimal de remplacement n'est pas influencé par les fluctuations des primes d'assurance des véhicules mais le budget limité change l'optimalité théorique [26].

Mais il n'existe pas une seule méthode pour le remplacement d'une flotte. Maintenant la difficulté de la décision vient de la taille de la flotte et du retirement [27] (Jin et Kite-

Powell, 2000). On développe un optimal modèle de contrôle qui comprend deux parties différentes : le plan de remplacement et le plan d'utilisation. Le plan de remplacement se sépare encore en deux parties : la décision d'investissement pour les nouveaux bateaux de la flotte et la décision d'abandon pour ceux qui sont anciens. Donc au total le système contient trois étapes différents mais lié entre eux. On décrit ensuite le modèle dynamique qui optimise le plan d'utilisation et le plan de remplacement. Il contient plusieurs variables représentées en fonction de divers coûts. Elle comprend les flux continus. Le nombre de véhicule de la flotte est variable. On suppose que la flotte est homogène et tous les bateaux sont identiques. Pour ce modèle le nouveau bateau ne nécessite pas toujours d'être remplacé, il peut être retiré. Mais dans le cas de la machine unique (ou quand le nombre de machine est fixe) on est obligé d'acheter la nouvelle machine pour remplacer l'ancienne. On suppose aussi que le marché de bateau est compétitif. Le modèle ne considère pas le marché de bateau de seconde main. Pour arriver au remplacement efficace, on doit tout d'abord optimiser l'utilisation. Le remplacement optimal ne nécessite pas la taille de la flotte constante. Lorsque l'intérêt marginal des bateaux ajoutés est plus grand que le coût marginal des nouveaux bateaux qui sont construits, l'efficacité économique peut être assurée en ajoutant encore de nouveaux bateaux. Les taux d'abandon et de construction peuvent augmenter ou diminuer pendant le temps. Un bateau est retiré si la valeur corpusculaire est plus grande ou égale à la valeur nette de l'intérêt [27].

L'existence de plusieurs aspirants et de plusieurs vendeurs dans le cas d'une flotte transite d'autobus est traité dans [28] (Hartman et Keleş, 2004). On prend en considération plusieurs critères comme ; le nombre de vendeur, le coût d'achat, le règlement du gouvernement, la compétition, la technologie, le budget, le coût d'entretien et d'exploitation, la demande, la valeur corpusculaire, la charge fixe etc. Le modèle est présenté par une formulation de programmation en entier. L'horizon de temps est fini et comprend 30 périodes. La flotte contient plus de 600 autobus. Il existe plusieurs vendeurs (ici 6) pour chaque période de remplacement. Le taux d'intérêt est 10% pour tout type de coût. On utilise ensuite l'analyse de sensibilité intensive pour chaque paramètre. Malgré qu'on résolve le système sur 30 périodes, on examine seulement les solutions qui appartiennent aux 10 premières périodes. Les résultats de cette étude sont si frappants. Les autobus sont achetés par une unique source à chaque

période. La décision d'achat est influencée presque toujours par le coût d'achat. Le possesseur de la flotte a l'avantage dans le marché où il existe plusieurs vendeurs qui sont sous la pression monétaire. Le changement dans les contraintes de demande, de budget et de charge fixe n'influence pas la somme du coût mais influence le choix de la technologie. La diminution du budget et l'augmentation de demande augmente le temps de la rétention du véhicule. Le règlement du gouvernement diminue l'âge maximum de rétention du véhicule. L'effet de l'impôt n'a pas été traité. Ce modèle peut être appliqué dans n'importe quel type de flotte [28].

En bref, nous avons cité quelques difficultés dues au sujet du remplacement. Nous, dans notre travail, nous nous intéresserons à l'influence du facteur de progrès technologique. Alors, jetons un coup d'œil sur le changement technologique.

4.2. Le changement technologique

Le changement technologique est une des facteurs qui influence la décision de remplacement [25]. C'est évident que la globalisation de l'économie mondiale augmente la compétition internationale. Donc l'optimale gestion de l'équipement de remplacement est essentielle pour les entreprises et pour les nations. Pour survivre et prospérer, les pays développés doivent fournir une productivité de travail très élevée en utilisant de nouveaux équipements efficaces. On nomme ce comportement la destruction créative. Alors qu'est-ce qu'une destruction créative ? C'est la décision rationnelle qui détruit des machines fonctionnelles mais obsolètes et qui les remplacent avec celles qui sont plus effectives [29].

Le changement technologique augmente l'efficacité et diminue les coûts d'entretien et d'exploitation de nouvelles machines [25]. Il influence aussi les coûts d'achat de futurs équipements de remplacement. Mais la question la plus importante est comment il influence la durée de vie optimale des équipements traités. L'effet peut ne pas être unique. Il peut augmenter ou diminuer la durée de vie optimale [30].

On sait qu'en général, le remplacement des équipements est nécessaire à cause de la détérioration du défenseur ou des progrès technologiques des aspirants disponibles. La détérioration est souvent représentée par l'augmentation des coûts d'exploitation et/ou par la diminution des valeurs corpusculaires. Par contre, le changement technologique

est quantifié par l'efficacité améliorée comme les taux de productions élevés ou par la diminution des coûts d'exploitation et d'entretien et/ou les valeurs corpusculaires hautes pour des futurs aspirants [31]. Ces conditions de détérioration et de changement technologique tous les deux en même temps ou séparément cause souvent au remplacement de l'équipement. Cette décision est importante parce qu'elle influence les travaux de fabrication ou les services industriels et elle assure la rétention des coûts au minimum et les opérations ininterrompues [32].

On peut classer les types de changement technologique en trois catégories :

Le changement technologique général : Pour ce type de changement technologique il existe aucune hypothèse faite sur les coûts liés aux aspirants. Plutôt les flux monétaires spécifiques sont estimés pour les coûts du capital (le coût d'achat et la valeur corpusculaire) et les coûts d'entretien et d'exploitation. L'outil le plus utilisé pour ce type d'analyse est la programmation dynamique. On peut résoudre les problèmes facilement avec les flux monétaires estimés.

Regardons brièvement les différentes études chronologiques réalisées dans ce domaine. En 1955, premièrement c'est Bellman qui introduit la formulation de la programmation dynamique pour considérer un seul aspirant dans chaque période qui peut perfectionner périodiquement. En 1960, Dreyfus est généralisé ceci en intégrant les coûts d'achat de l'équipement utilisé. En 1979, Sethi et Chand représentent l'algorithme en avant pour le problème. En 1984, Oakford et les autres créent un modèle du changement technologique général lié au capital particulier et les coûts d'exploitation. En 1988, Christer détermine la durée de vie économique optimale de l'équipement actuel quand le changement technologique est attendu et quand les flux monétaires sont estimés. En 1992, Bylka et les autres ont étudiés les alternatives qui contiennent plusieurs remplacements à chaque période. En 1994, Bean et ses collègues et en 1982 Chand et Sethi considèrent le problème de l'horizon infini.

Le changement technologique continu : Dans cette catégorie, le temps d'arrivée de la nouvelle technologie est constant. Dans ce cas, les coûts de la technologie courante sont connus et le coût de la future technologie disponible peut être exprimé en fonction des coûts connus.

Si on retourne à l'arrière, on voit que le processus commence par Grinyer en 1973. Il réalise un modèle de la durée de vie économique qui comprend le taux du changement

technologique et les effets de l'obsolescence sur l'équipement actuel. En 1985, Bean et ses compagnons donnent une formulation pour le problème de la programmation dynamique dans laquelle le flux monétaire de l'aspirant est lié à l'équipement actuel par un facteur multiplicatif. En 1986, Kusaka découvre qu'en cas du développement graduel et connu, on peut prévoir la progression technologique. Ensuite, en 1988 encore Kusaka avec Suzuki produisent une méthode de contrôle de limite pour déterminer la durée de vie économique de l'équipement actuel en supposant que les remplacements sont des améliorations technologiques déterministiques. En 1998, Bethuynne définit une fonction pour le taux du changement technologique. Le modèle calcule le remplacement optimal qui prend en considération l'amélioration de la technologie.

Le changement technologique discontinu : Le temps d'arrivée de la nouvelle technologie peut ou ne peut pas être connu. En général, c'est seulement un produit technologiquement avancé qui apparaît pendant l'horizon de temps du problème traité. En plus, les coûts associés à la nouvelle technologie peut ou ne peut pas être connus en avant.

Voyons étape par étape la littérature attachée à ce type de changement. En 1986, Goldstein et ses compagnons considèrent la durée de vie économique de l'équipement actuel quand l'arrivée de la nouvelle technologie est décrite par la distribution géométrique avec le taux constant aléatoire. En 1991, Hopp et Nair ont traité ensemble le problème de la décision de garder ou remplacer de l'équipement qui est le sujet quand le temps du futur progrès attendu est ignoré. En 1992, de nouveau Nair et Hopp créent un nouveau modèle sert à estimer l'horizon de temps en présence du progrès technologique actuellement disponible et de la possibilité d'avoir plus tard un progrès technologique plus attractif qu'à l'instant. Enfin en 1994, ils généralisent ceci avec la détérioration Markovien. Dans la même année, Mehrez et Berman forment un modèle de l'horizon de temps fini dans lequel se trouve une machine avec le taux continu du changement technologique et une autre machine plus efficace avec le temps d'arrivée inconnu. En 1990, Kusaka et Suzuki produisent une méthode de contrôle de limite pour déterminer le temps de remplacement en sachant qu'il existe des progressions technologiques graduelles et que le seul progrès qui est prévu aura lieu à un temps

connu. En 1998, Rajagopalan et ses collègues considèrent le développement technologique en tant que le processus de Markov [31].

Alors, on comprend que la technologie est une notion très importante dans le domaine de remplacement. Cela est concerné aux caractéristiques des machines qui sont candidats de remplacer celles qui existent déjà. Si on suppose que tous les futurs équipements sont identiques à celui qui est en service, cela implique qu'il y a aucun progrès technologique pour ce type d'équipement. Ce sera plus réaliste d'espérer certaines obsolescences du défenseur en face de nouveaux équipements disponibles [21].

Les effets du changement dans la technologie varient parmi différents types d'équipements. Par exemple ; l'efficacité relative de l'équipement de construction de grandes routes lourdes est influencé moins rapidement des changements technologiques que des équipements de fabrication automatique. En général, les coûts de production par unité sont influencés favorablement par les changements technologiques. Par conséquent, on est obligé de remplacer les équipements existants avec les nouveaux et les meilleurs aspirants [33].

4.3. Les prix de revient d'une entreprise de crédit-bail pour le cas de véhicule

4.3.1. Le coût d'achat

On paye dès qu'on achète le véhicule. On le paye une fois. Le coût change selon les caractéristiques, l'âge, la marque et le modèle du véhicule [34].

4.3.2. Le coût d'entretien

Chaque véhicule a besoin des entretiens périodiques. Le coût d'entretien dépend du modèle et de la marque du véhicule que l'on utilise. Cela se réalise aux alentours de 10,000 ou 15,000 km [34].

4.3.3. Le coût de pneu

A la fin de chaque 40,000 ou 50,000 km on a besoin de changer les pneus. Il y a des pneus estivaux et des pneus hivernaux. Les coûts se diffèrent selon la marque du pneu [34].

4.3.4. Le coût d'assurance de trafic obligatoire

Chaque propriétaire de véhicule est obligé de faire cette assurance. En cas d'un accident grâce à elle on va compenser les dommages corporels et matériels des gens de l'autre côté. Les coûts de cette assurance sont précisés par la participation de l'association des entreprises d'assurance et de réassurance et du conseiller de trésorerie. Ces coûts sont déterminés chaque année de nouveau sous les données statistiques qu'on obtient. La lettre de change de trafic est vendue par toutes les entreprises d'assurance sous les mêmes conditions. Les sommes sont variables selon les types de véhicule [35,36].

4.3.5. Le coût de l'assurance de véhicule

C'est encore l'association des entreprises d'assurance et de réassurance qui décide les primes de paiement. La durée est 1 an. Après un an on doit la renouveler. Ce n'est pas obligatoire. On peut les payer par comptant ou à crédit. En générale on paye par forme de 1+5 [37].

4.3.6. Le coût de consultation du véhicule

Les coûts et les périodes de consultation du véhicule est déterminé du circulaire publié par le ministère de communication. On peut citer les périodes de consultation de la façon suivante :

Les véhicules privés et tous ses remorques : A la fin du premier trois ans et par la suite une fois par deux ans.

Les véhicules officiels et tous ses remorques : A la fin du premier deux ans et par la suite une fois par an.

Les tracteurs avec des roues en caoutchouc et toutes ses remorques : A la fin du premier trois ans et par la suite une fois par trois ans.

Les véhicules qui ont deux ou trois roues et tous ses remorques : A la fin du premier trois ans et par la suite une fois par deux ans.

Les autres véhicules à moteur et toutes ses remorques : A la fin du premier an et par la suite une fois par an (les véhicules commerciaux comme les taxis, les camions, les autobus sont des membres de ce groupe) [38].

4.3.7. Le coût de consultation du tuyau d'échappement

Le coût de consultation du tuyau d'échappement est fixe pour tout type de véhicule et ça coûte 21 TL. Le TVA est inclus dedans.

On peut citer les périodes de consultation de la façon suivante :

Les véhicules privés : A la fin du premier trois ans et par la suite une fois par deux ans.

Les véhicules officiels : A la fin du premier deux ans et par la suite une fois par an.

Les autres véhicules à moteur : A la fin du premier an et par la suite une fois par an.

Tous les véhicules à la fin de 10 ans : Une fois par an [38].

4.3.8. Le coût de combustible

Cela change selon le type de combustible utilisé : le diesel, l'euro-diesel, le fuel-oil etc.

La période dépend de l'usage. Le kilométrage fait, est important dans ce cas [34].

4.3.9. Le coût de l'impôt de véhicule à moteur

On le paye deux fois par an : en janvier et en juillet. Si on veut on peut le payer tous en une fois. Cela change selon l'âge et la capacité du véhicule [34].

4.4. La représentation du problème

Il ya un certain temps une entreprise X avait besoin d'une flotte de long véhicule de transport. Mais l'entreprise n'avait pas assez de liquide pour l'achat de ces véhicules. C'est pour cela, elle a commencé à chercher un moyen de financement convenable, c'est-à-dire un moyen qui possède un risque au minimum possible. Après avoir fait des recherches, elle a décidé d'obtenir les véhicules par le moyen de crédit-bail. Pour ceci, elle a trouvé tout d'abord un vendeur Y et est entrée en contact avec lui. Elle a choisi le produit et ils ont précisés ensemble le prix et les conditions d'achat. Ensuite elle s'est adressée à une société de crédit-bail Z. La société Z, à son tour, a examiné la demande de la firme X. Après un certain temps, ils ont fait un contrat de crédit-bail. Lors de la signature, la société Z a acheté les produits et les a délivrés à la firme X. Donc elle a transféré le droit d'utilisation des biens. Enfin l'entreprise X a commencé à verser les loyers.

Mais dans le contrat accepté il existait certaines conditions qui intéressaient au locataire et au bailleur. Le remplacement de la flotte lié au changement technologique était une des demandes de la société X. La société X voulait changer l'équipement le plus tôt possible sous le critère technologique. La société Z qui a accepté cette demande, acceptait aussi de préciser le temps de remplacement qui est pareil avec le temps de renouvellement du contrat, parce qu'il l'a trouvée avantageuse de la part de lui-même. Mais comment la société Z pourra résoudre ce problème ? Faute d'outil de la firme Z, nous, à notre tour, nous allons aider la société Z pour qu'elle puisse sauver de cette situation qui parait difficile.

4.4.1. Les propriétés du véhicule

Le véhicule que la firme X a choisi est formé de deux parties : un long véhicule et une grande caisse à l'arrière. Les dépenses de ce véhicule sont diverses. On peut les exprimer de la façon suivante :

Pour la partie à l'avant :

Le coût d'assurance de trafic obligatoire : 600 TL. On paye une fois par an.

Le coût de l'assurance de véhicule : 3,000 TL. On paye chaque mois pendant six mois.

Le coût de la carte verte : 2,800 TL. On paye une fois par an.

Le coût de consultation du véhicule : 200 TL. On paye une fois par an.

Le coût du permis : 100 TL. On paye une fois par an.

Le coût de la banderole : 2,000 TL. On paye une fois par an.

Le coût de l'impôt de véhicule à moteur : 1,300 TL. On paye deux fois par an. En janvier et en juillet.

Le coût d'entretien périodique : 1,000 TL. On paye quatre fois par an, chaque trois mois pendant un an.

Le coût de pneu : 1,200 TL. On paye une fois par an.

Pour la partie à l'arrière :

Le coût de l'assurance de véhicule : 700 TL. On paye chaque mois pendant six mois.

Le coût du permis : 100 TL. On paye une fois par an.

Le coût de consultation du véhicule : 130 TL. On paye une fois par an.

Le coût de pneu : 800 TL. On paye une fois par an.

Pour la partie entière :

Le coût d'achat : 200,000 TL [34].

On peut schématiser les informations comme flux de la façon suivante :

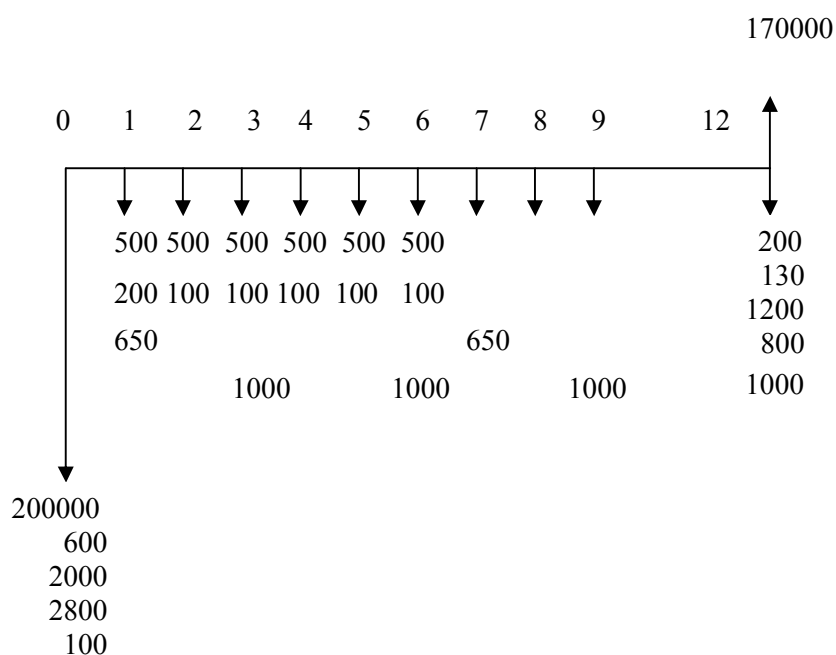


Figure 4.1. Les flux du véhicule

Ici les valeurs entre 0 et 12 indiquent le numéro du mois de l'année. Ces flux monétaires comprennent seulement la première année. D'après les calculs $p_0 = 200,000$ TL et $q_0 = 5,500$ TL. Pour tous les calculs on va prendre $r = 0.14$. Toutes les valeurs de la figure 4.1. sont en TL.

4.5. Une nouvelle méthodologie pour le remplacement d'un équipement

Soit on a un processus de remplacement sur un horizon de temps infini de t , avec $t \in [\tau_0, \infty)$. On suppose que le processus commence à $t=0$ et le premier équipement est acheté à un temps connu, $\tau_0 \leq 0$. Le résultat de remplacement est une suite infinie nommée $\pi = \{L_i, i = 1, 2, \dots\}$ qui contient les durées de vie L_i avec les durées finies ou le nombre fini de remplacement avec la dernière durée de vie qui est infinie. En bref, les L_i 's sont des durées de vie inconnues de l'équipement consécutivement remplacé. La suite π détermine directement la séquence $\{\tau_i, i = 1, 2, \dots\}$ qui comprend les temps de remplacement qui vérifient chacun $\tau_i = L_i + \tau_{i-1}$. On suppose que seulement un produit technologique qui est disponible à chaque temps t . Initialement, on peut exprimer la valeur actuelle du coût total de remplacement sur un horizon de temps infini $[\tau_0, \infty)$ comme une fonction de plusieurs variables :

$$j(\tau_1, \tau_2, \dots) = \sum_{i=1}^{\infty} e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \sum_{i=0}^{\infty} \left[\int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1} - \tau_i)} \right] \quad (4.1)$$

D'où $p(t)$, avec $t \in [\tau_0, \infty)$ est le coût du nouvel équipement (le coût d'achat et le coût d'installation) acheté à l'instant t et $q(t, u)$, avec $t, u \in [\tau_0, \infty)$ est le coût d'exploitation et d'entretien à l'instant u pour un équipement qui est acheté à l'instant t avec $t \leq u$. σ est le facteur multiplicateur de la valeur corpusculaire du nouvel équipement avec $0 \leq \sigma < 1$. s est le taux de diminution instantanée de la valeur corpusculaire avec $s > 0$. r est le taux d'escompte instantané avec $r > 0$. A cause de la détérioration, $q(t, u)$ augmente en fonction de u à un t fixe c'est-à-dire quand l'équipement devient âgé (quand l'âge de l'équipement $u-t$ augmente). En ce point, on suppose que le changement technologique est continu. Cette forme du changement technologique assure la disponibilité de nouveaux équipements (des aspirants) qui sont moins chers et

qui ont besoin de moins d'entretien. $p(t)$ et $q(t, u)$ diminue en fonction de t pour un âge fixe de l'équipement $a = u-t$. Dans l'équation (4.1) le premier terme représente le coût total escompté des équipements achetés aux instants τ_i . Le deuxième terme est le coût total escompté d'exploitation et d'entretien de l'équipement traité jusqu'au remplacement du prochain équipement. Le dernier terme est le coût total escompté de la valeur corpusculaire.

Soit $\pi^* = \{\tau_i^*, i = 1, 2, \dots\}$ le résultat optimal. Donc on peut modéliser le problème de remplacement comme le résultat optimal qui minimise le coût de remplacement :

$$j(\tau_1^*, \tau_2^*, \dots) = \min_{\tau_i, i=1, \dots, \infty} j(\tau_1, \tau_2, \dots) \quad (4.2)$$

Pour trouver le minimum d'une fonction il faut prendre la dérivée et égaliser ceci à 0. Quand on dérive l'équation (4.1) par rapport à τ_i , on trouve le résultat suivant :

$$\begin{aligned} \frac{\partial j}{\partial \tau_i} = & \\ \frac{\partial}{\partial \tau_i} \left[e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} e^{-ru} q(\tau_{i-1}, u) du + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \right. \\ & \left. \sigma e^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i - \tau_{i-1})} - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1} - \tau_i)} \right] = 0 \end{aligned} \quad (4.3)$$

Donc on a trouvé la condition nécessaire.

Théorème : Si l'optimal résultat $\pi^* = \{\tau_i^*, i = 1, 2, \dots\}$ existe, alors chaque τ_i^* vérifie la condition :

$$\frac{\partial j}{\partial \tau_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots$$

D'où

$$\begin{aligned} \frac{\partial j}{\partial \tau_i} = & \\ \frac{\partial}{\partial \tau_i} \left[e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} e^{-ru} q(\tau_{i-1}, u) du + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \right. \\ & \left. \sigma e^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i - \tau_{i-1})} - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1} - \tau_i)} \right] = 0 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Faisons une supposition spécifique sur la fonction donnée pour produire une analyse qualitative de la durée de vie optimale. Dès maintenant, on suppose que le changement technologique et la détérioration sont exponentiels :

$$q(t, u) = q_0 e^{c_d(u-t)} e^{-c_q t}, \quad p(t) = p_0 e^{-c_p t} \quad (4.5)$$

avec $c_q + c_d > 0$, $0 \leq c_p + c_d < r$

d'où $p_0 > 0$ est l'investissement initial, $q_0 > 0$ est le coût d'exploitation et d'entretien initial, c_d est le taux de la détérioration, c_q est le taux du coût d'exploitation et d'entretien lié au changement technologique, c_p est le taux du coût de l'achat lié au changement technologique. Le changement technologique exponentiel veut dire que les coûts d'exploitation et d'entretien (pour un âge fixe) et le coût du capital diminuent par un facteur constant après chaque période de temps. La détérioration exponentielle veut dire que les coûts d'exploitation et d'entretien augmentent par un facteur constant quand l'âge de l'équipement croît. Si on remplace les $q(t, u)$'s et $p(t)$'s exponentiel dans l'équation (4.3) on trouve la condition nécessaire pour le minimum :

$$\left[e^{(c_d + c_q)L_i} - 1 \right] + \frac{c_d + c_q}{r - c_d} \left[e^{-(r - c_d)L_{i+1}} - 1 \right] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} \left[(c_p - s) e^{-(r+s)L_{i+1}} + (r + s) e^{(c_p - s)L_i} \right] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p) e^{(c_q - c_p)\tau_i} \quad (4.6)$$

Donc on a expliqué la méthode à utiliser [25, 30]. Pour avoir les détails du calcul, consulter l'appendice B. Cette condition assure la minimisation car on a trouvé la dérivée seconde plus grande que zéro.

4.5.1. Application de la méthode

Retournons maintenant à la condition nécessaire du minimum du modèle présenté par l'équation (4.6) dans 4.5. C'est la condition qui assure la minimisation des coûts et qui considère en même temps le changement technologique et la détérioration. Les influences de tous les trois sont interprétées dans une seule équation. Si on l'examine, on voit qu'on peut calculer chaque τ_i en fonction de L_i et L_{i+1} . Mais on ne connaît ni L_i

ni L_{i+1} . Alors l'équation est déjà une équation à trois variables. Pour le résoudre, il faut au moins deux équations de plus ou plus d'information pour L_i et pour L_{i+1} ou bien on doit faire des suppositions nécessaires pour la résoudre. Un autre problème auquel on doit s'affronter est que cette équation n'est pas en forme linéaire. Les L_i 's, τ_i 's et L_{i+1} 's ne sont pas séparés l'un de l'autre. Puisque l'équation est très lourde, on décide alors de faire des hypothèses pour notre cas.

4.5.1.1. La résolution du problème

Puisque notre but est de préciser le meilleur temps pour le contrat et pour le remplacement du prochain véhicule, on va s'intéresser pour le premier temps seulement à τ_1 , en fonction de L_1 et de L_2 donc notre horizon de temps sera limité par τ_2 . Alors les flux du modèle choisis seront comme dans la figure 4.2. On a déjà expliqué les notations qui se trouvent sur la figure sauf S_0 et S_1 . Ce sont des valeurs corpusculaires liés à chaque période de remplacement. On suppose aussi que la flotte est identique et invariable c'est-à-dire elle est formée d'un unique type de véhicule en genre et en nombre à chaque instant de l'horizon. Le temps de remplacement de tout véhicule est pareil puisqu'il existe un seul contrat pour tous.

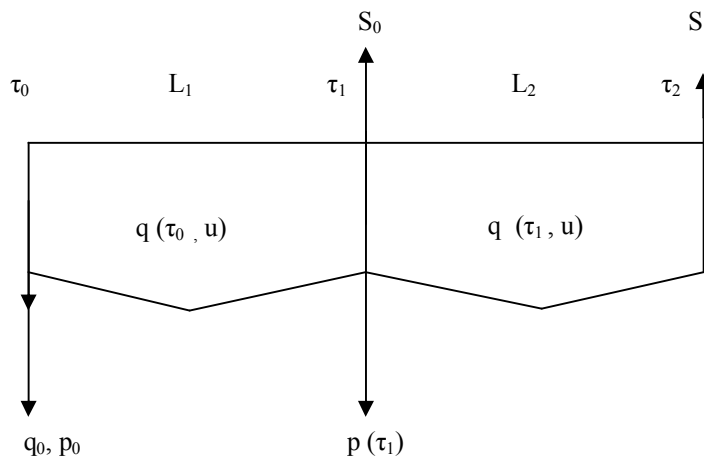


Figure 4.2. Les flux I du modèle choisi

Quand on regarde la figure 4.2., on voit clairement qu'on a seulement besoin de τ_0 , de L_1 et de L_2 pour préciser τ_1 . L'équation (4.6) devient alors pour $i=1$:

$$\begin{aligned} & [e^{(c_d+c_q)L_1} - 1] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} [e^{-(r-c_d)L_2} - 1] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)\tau_1} [(c_p - s)e^{-(r+s)L_2} + \\ & (r + s)e^{(c_p-s)L_1}] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p)e^{(c_q-c_p)\tau_1} \end{aligned} \quad (4.7)$$

En plus supposons qu'on achète le véhicule à l'instant $\tau_0 = 0$. Par la relation $L_i = \tau_i - \tau_{i-1}$ on trouve facilement $L_1 = \tau_1$. Donc chercher τ_1 est la même chose que chercher L_1 . Si on remplace τ_1 par L_1 on transforme l'équation (4.7) en équation (4.8) :

$$\begin{aligned} & [e^{(c_d+c_q)L_1} - 1] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} [e^{-(r-c_d)L_2} - 1] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)L_1} [(c_p - s)e^{-(r+s)L_2} + \\ & (r + s)e^{(c_p-s)L_1}] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p)e^{(c_q-c_p)L_1} \end{aligned} \quad (4.8)$$

L'équation est encore très complexe à résoudre. Supposons maintenant que tous les L_i sont identiques d'où $L_1 = L_2 = L$ alors l'équation qui dépend enfin d'une variable L est le suivant :

$$\begin{aligned} & [e^{(c_d+c_q)L} - 1] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} [e^{-(r-c_d)L} - 1] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)L} [(c_p - s)e^{-(r+s)L} + (r + \\ & s)e^{(c_p-s)L}] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p)e^{(c_q-c_p)L} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Mais l'équation n'est pas linéaire et dépend de plusieurs constantes. On sait par le cours d'analyse que $e^x = \sum_0^\infty \frac{x^n}{n!}$ alors $e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$ au voisinage de 0 [39]. Supposons que $(c_d+c_q)L$, $(r-c_d)L$, $(c_q-c_p)L$, $(r+s)L$, $(c_p-s)L$ sont tous très proches de 0. On peut écrire $e^x = 1 + x + o(x^2) \Rightarrow e^x \approx 1 + x$. Appliquons cette égalité à l'équation (4.9). On trouve enfin :

$$L = \frac{1}{c_p - c_q} \quad (4.10)$$

Pour examiner les détails de linéarisation voir l'appendice C. Alors L dépend seulement de c_p et de c_q . Puisque L doit être minimum c_p et c_q doivent être plus éloigné l'un de l'autre. Pour tout σ l'équation (4.10) est valide. Nous ferons nos études pour $\sigma = 0$. Dans notre problème, le véhicule a une durée de vie matérielle de 12 ans. Après 12 ans,

il est interdit de l'utiliser selon la loi [38]. Donc L peut être une valeur entre 0 et 12. Si $L = 0$, $c_p - c_q \rightarrow \infty$ et si $L = 12$, $c_p - c_q = 1/12 \approx 0.083$. On sait que le contrat de crédit-bail ne peut pas être moins de 4 ans et en cas d'exception moins de 2 ans. Alors L peut être 2 ans au minimum. D'où pour $L = 2$ on a $c_p - c_q = 0.5$. On peut alors majorer et minorer les valeurs $c_p - c_q$ de comme $0.083 \leq c_p - c_q \leq 0.5$ et les valeurs de L comme $2 \leq L \leq 12$. Dès maintenant il faut examiner les valeurs de c_p et de c_q une par une. On peut avoir :

Tableau 4.1. Le signe de L selon c_p et c_q

c_p	c_q	L	condition pour L	L applicable
0	0	∞		
0	<0	>0		*
0	>0	<0		
>0	0	>0		*
>0	<0	>0		*
>0	>0	>0	avec $c_p > c_q$	*
<0	0	<0		
<0	<0	>0	avec $ c_q > c_p $	*
<0	>0	<0		

Puisque L doit être positif, on va s'intéresser seulement aux cas où L est applicable. Mais, on sait que c_p et c_q ne sont pas des constants indépendants. Ils sont attachés aux constants c_d et r par les relations $c_q + c_d > 0$, $0 \leq c_p + c_d < r$ qui se trouvent dans l'équation (4.5). On peut donc résumer toutes les conditions possibles qui lient ces constants dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2. Les valeurs de c_p et c_q selon c_d et les vérifications possibles

c_p	c_q	c_d	$c_q+c_d > 0$	$0 \leq c_p+c_d < r$
0	< 0	0	Non	Oui on a ($0 < r$)
		< 0	Non	Non
		> 0	Oui avec $ c_d > c_q $	Oui on a ($0 \leq c_d < r$)
> 0	0	0	Non	Oui on a ($0 \leq c_p < r$)
		< 0	Non	Oui avec $ c_p \geq c_d $ on a ($0 \leq c_p+c_d < r$)
		> 0	Oui on a ($c_d > 0$)	Oui on a ($0 < c_p+c_d < r$)
> 0	< 0	0	Non	Oui on a ($0 \leq c_p < r$)
		< 0	Non	Oui avec $ c_p \geq c_d $ on a ($0 \leq c_p+c_d < r$)
		> 0	Oui avec $ c_d > c_q $	Oui on a ($0 < c_p+c_d < r$)
> 0 avec $c_p > c_q$		0	Oui on a ($c_q > 0$)	Oui on a ($0 \leq c_p < r$)
			d'où $0 \leq c_q < c_p < r$	
		< 0	Oui avec $ c_q > c_d $	Oui avec $ c_p \geq c_d $ ($0 \leq c_p+c_d < r$)
			d'où $-c_d < c_q \leq c_p < r$ avec $ c_p \geq c_q > c_d $	
		> 0	Oui on a ($c_q+c_d > 0$)	Oui on a ($0 \leq c_p+c_d < r$)
			1er cas: $c_d > c_p > c_q$	
			2e cas: $c_p > c_d > c_q$	
3e cas: $c_p > c_q > c_d$				
< 0 avec $ c_q > c_p $		0	Non	Non
		< 0	Non	Non
		> 0	Oui avec $ c_d > c_q $	Oui avec $ c_d > c_p $
			d'où $ c_d > c_q > c_p $	

4.5.1.1.1. L'interprétation des valeurs selon c_d

Du tableau 4.2 on va prendre seulement les cas qui vérifient en même temps $c_q+c_d > 0$, $0 \leq c_p+c_d < r$.

4.5.1.1.1.1. $c_p = 0$ et $c_q < 0$

Pour $c_d < 0$ ou $c_d = 0$ la condition $c_q+c_d > 0$ ne peut pas être vérifiée. On peut seulement examiner le cas $c_d > 0$. Si $c_d > 0$, on a $p(t)$ constant et $q(t,u)$ augmente. La technologie n'a aucun effet sur les coûts d'achat, la détérioration et la récession de la technologie augmente les coûts d'entretien et d'exploitation.

4.5.1.1.1.2. $c_p > 0$ et $c_q = 0$

Pour $c_d < 0$ ou $c_d = 0$ la condition $c_q+c_d > 0$ ne peut pas être vérifiée.

Pour le cas $c_d > 0$, on a $p(t)$ qui diminue et $q(t,u)$ augmente. La technologie n'a aucun effet sur les coûts d'entretien et d'exploitation. Si $u \geq 2t$ et $c_d \geq c_p$ alors $q(t,u)$ augmente plus effectivement que $p(t)$ diminue. Sinon, il faut examiner $(u-t)$ de près.

4.5.1.1.1.3. $c_p > 0$ et $c_q < 0$

Ici, il existe seulement le cas où $c_d > 0$. Car si $c_d = 0$ ou $c_d < 0$ alors c_q doit être positif. Mais on a déjà décidé $c_q < 0$ donc c'est impossible.

Supposons que $c_d > 0$, on peut dire que $p(t)$ diminue et $q(t,u)$ augmente. Cette fois-ci l'influence de c_d et c_q est de la même façon. Les deux exponentiels sont positives d'où l'augmentation sera encore plus importante.

4.5.1.1.1.4. $c_p > 0$ et $c_q > 0$ avec $c_p > c_q$

Supposons qu'il n'y a pas de détérioration. Donc $c_d = 0$. Si $c_p > 0$ et $c_q > 0$ alors cela veut dire que $p(t)$ diminue et $q(t,u)$ diminue aussi. Alors le changement technologique cause à la diminution des coûts d'achat et d'installation et à la diminution des coûts

d'entretien et d'exploitation en même temps. Puisque c_p est plus grand, on peut dire que la diminution de $p(t)$ est plus rapide par rapport à $q(t, u)$.

Supposons que $c_d > 0$ et $c_d > c_p$, on peut écrire $c_d > c_p > c_q$. Alors on peut dire que $p(t)$ diminue, et si $u \geq 2t$, on peut dire que $q(t, u)$ augmente. En plus, dans $q(t, u)$ l'exponentiel qui comprend c_d va emporter sur l'exponentiel qui comprend c_q avec la condition $u \geq 2t$. Alors pour ce cas la détérioration a un rôle plus important que l'influence de la technologie sur les coûts d'entretien et d'exploitation. La technologie ne peut pas diminuer les coûts d'entretien et d'exploitation indépendamment malgré que les deux constants aient des effets opposés.

Supposons que $c_d > 0$ et $c_d < c_p$, on a deux possibilités :

$c_p > c_d > c_q$ et $c_p > c_q > c_d$. Dans ces deux cas $p(t)$ va diminuer, mais $q(t, u)$ va augmenter plus pour le premier cas que pour celui du deuxième cas. L'influence du changement technologique diminue les coûts d'achat et augmente les coûts d'entretien et d'exploitation.

Supposons que $c_d < 0$, on trouve $c_d < 0 < c_q < c_p < r$. Par cette condition on peut dire que $q(t, u)$ et $p(t)$ diminuent respectivement.

4.5.1.1.1.5. $c_p < 0$ et $c_q < 0$ avec $|c_q| > |c_p|$

Pour ce cas $c_d = 0$ et $c_d < 0$ est impossible. Supposons que $c_d > 0$, on a alors $c_q > -c_d$ et $-c_d < c_p < r$. Selon les signes de ces constants, on peut constater que $p(t)$ et $q(t, u)$ augmentent en même temps. Si l'apport de technologie est dans le sens négatif, cela augmente tous les frais concernant à l'équipement.

On peut finalement résumer les comportements des fonctions $p(t)$ et $q(t, u)$ dans le tableau suivant 4.3. \uparrow indique l'augmentation et \downarrow indique la diminution. Les doubles flèches expliquent l'intensité positive de l'augmentation ou de la diminution.

Tableau 4.3. Le comportement des fonctions de flux

c_p	c_q	c_d	$p(t)$	$q(t,u)$
0	< 0	> 0	p_0	↑↑
> 0	0	> 0	↓	↑
> 0	< 0	> 0	↓	↑↑
> 0	> 0	0	↓	↓
> 0	> 0	< 0	↓	↓↓
> 0	> 0	> 0	↓	?
< 0	< 0	> 0	↑	↑↑

4.5.1.1.2. Première approche pour le calcul de L

Après avoir examiné tous les cas possibles pour les valeurs des constants, on va maintenant choisir le cas qui est convenable pour notre travail. D'une part nous voulons minimiser les coûts et d'autre part nous voulons trouver le temps de renouvellement voulu le plus tôt possible du véhicule loué. Si on regarde dans le tableau 4.3. on doit choisir le cas où $p(t)$ diminue et $q(t,u)$ augmente. Sinon, si $p(t)$ diminue et $q(t,u)$ diminue alors on doit attendre jusqu'à la fin de la vie matérielle de l'équipement d'où $L=12$ ou bien si $p(t)$ augmente et $q(t,u)$ augmente tout le temps alors il vaut mieux de ne pas remplacer l'équipement d'où $L=0$. On peut aussi choisir seulement les cas où $p(t)$ diminue sans prendre en considération le comportement de $q(t,u)$ car p_0 est à peu près 36 fois plus grand que q_0 . Donc on peut dire que le comportement de $p(t)$ va déterminer le comportement de la fonction de la somme des coûts. D'après cette explication les lignes 2, 3 peut-être 6 sont convenables. Si on prend le cas où $c_p > 0$, $c_q = 0$ et $c_d > 0$ et $c_p > 0$, $c_q < 0$ et $c_d > 0$ on trouve $L \approx 7.14$ ans. Pour ces deux cas la solution est la même parce que la valeur de c_q est si proche de 0 dans le deuxième cas. Si on augmente c_q dans le sens négatif, cette fois-ci $|c_d| > |c_q|$ et $0 \leq c_p + c_d < r$ encadrent c_q et ne lui permet pas d'aller plus loin. Ici le facteur le plus important est r . Si on augmente r alors l'encadrement s'élargit d'où L diminue encore.

4.5.1.1.3. Deuxième approche pour le calcul de L

Le comportement de $p(t)$ et $q(t,u)$ ne suffit pas à faire la décision voulue car la formulation du modèle possède la somme et l'intégration. La somme des coûts d'achat sont toujours positives. Mais la valeur du cumulative des intégrales n'est pas si facile à estimer car une intégration peut être positive, négative ou nulle. Donc il faut encore retourner à la formule principale pour résoudre le problème. Il faut calculer $J(\tau_1)$ pour chaque cas et choisir ce qui possède une somme plus petite.

Cette fois-ci pour préciser L on examine tous les cas sans regarder le comportement de $p(t)$ et $q(t,u)$. On calcule tous les L et on trouve $L \approx 7.14$ ans au minimum. Sauf pour les cas 1, 6 et 7. On remarque que la différence est toute petite pour les autres cas parce que les valeurs des constants sont si limités par les conditions $c_d + c_q > 0$ et $0 \leq c_p + c_d < r$ qui les encadrent et ne leur permet pas d'aller plus loin. Ensuite on calcule $J(\tau_1) = J(L)$ par la formule (4.1) qui donne les résultats suivants :

Tableau 4.4. Les coûts totaux en fonction de L

c_p	c_q	c_d	L	J(L) en TL
0	< 0	> 0	7.14	152,178.61
> 0	0	> 0	7.14	60,714.72
> 0	< 0	> 0	7.14	60,718.32
> 0	> 0	0	7.14	60,709.40
> 0	> 0	< 0	7.14	60,704.21
> 0	> 0	> 0	14.4-7.15-7.15	66,323.85-60,697.42-60,682.30
< 0	< 0	> 0	7.19	329,642.18

D'après ces résultats on peut choisir tous les cas sauf le premier, le dernier et le premier du sixième cas. D'ici on peut tirer comme solution que la constante c_p a un rôle principal pour le calcul de la somme des coûts.

4.5.1.2. Autre perspective pour le même modèle

Deuxièmement on va supposer que $L_1 = L$ et L_2 tend vers $+\infty$. Alors le modèle sera :

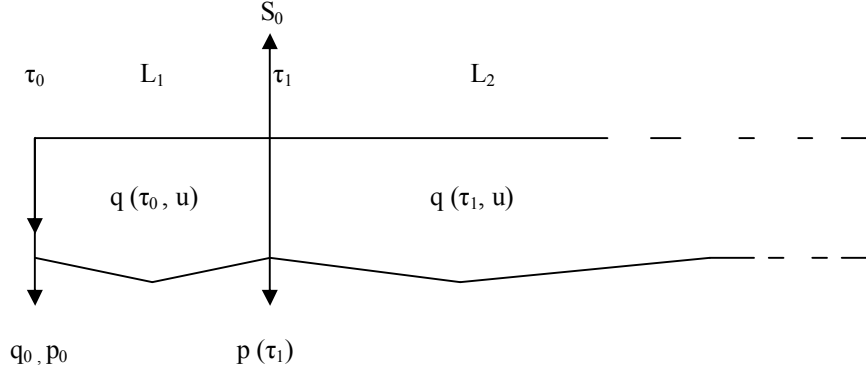


Figure 4.3. Les flux II du modèle choisi

L'équation (4.7) se transforme en :

$$\left[e^{(c_d+c_q)L} - 1 \right] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} [-1] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)L} [(r+s)e^{(c_p-s)L}] = \frac{p_0}{q_0} (r+c_p) e^{(c_q-c_p)L} \quad (4.11)$$

En plus si on prend $\sigma = 0$. On a:

$$\left[e^{(c_d+c_q)L} - 1 \right] - \frac{c_d+c_q}{r-c_d} = \frac{p_0}{q_0} (r+c_p) e^{(c_q-c_p)L} \quad (4.12)$$

Par la linéarisation on obtient :

$$(c_d+c_q)L - \frac{c_d+c_q}{r-c_d} = \frac{p_0}{q_0} (r+c_p) (1 + (c_q-c_p)L) \quad (4.13)$$

D'où on a :

$$L = \frac{\frac{p_0}{q_0}(r+c_p) + \frac{c_d+c_q}{r-c_d}}{(c_d+c_q) - \frac{p_0}{q_0}(r+c_p)(c_q-c_p)} \quad (4.14)$$

Pour ce cas L est lié aux constants c_p , c_q , c_d , r , p_0 et q_0 . Tout d'abord il faut examiner les conditions écrites à l'équation (4.5) dans la partie 4.5. Il existe 27 différents cas pour c_p , c_q et c_d . Voici les cas qui vérifient les conditions voulus :

Tableau 4.5. Les valeurs convenables pour c_p , c_q , c_d et L

c_p	c_q	c_d	condition	L
0	0	0		∞
0	0	> 0		$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r) + \frac{c_d}{r - c_d}}{(c_d)}$
0	< 0	> 0	$ c_d > c_q $	$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r) + \frac{c_d + c_q}{r - c_d}}{(c_d + c_q) - \frac{p_0}{q_0}(r)(c_q)}$
0	> 0	> 0		
0	> 0	0		$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r) + \frac{c_q}{r}}{(c_q) - \frac{p_0}{q_0}(r)(c_q)}$
< 0	0	> 0	$ c_d > c_p $	$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r + c_p) + \frac{c_d}{r - c_d}}{(c_d) + \frac{p_0}{q_0}(r + c_p)(c_p)}$
> 0	0	> 0		
> 0	> 0	0		$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r + c_p) + \frac{c_q}{r}}{(c_q) - \frac{p_0}{q_0}(r + c_p)(c_q - c_p)}$
< 0	< 0	> 0	$ c_d > c_p $ et $ c_d > c_q $	$\frac{\frac{p_0}{q_0}(r + c_p) + \frac{c_d + c_q}{r - c_d}}{(c_d + c_q) - \frac{p_0}{q_0}(r + c_p)(c_q - c_p)}$
< 0	> 0	> 0	$ c_d > c_p $	
> 0	< 0	> 0	$ c_d > c_q $	
> 0	> 0	< 0	$ c_p > c_d $ et $ c_q > c_d $	
> 0	> 0	> 0		
> 0	> 0	> 0		

D'après les constants c_p , c_q et c_d on peut interpréter aussi le comportement des fonctions $p(t)$ et $q(t,u)$. Cela sert à faire des commentaires sur leurs sommes puisque c'est nécessaire selon l'équation (4.1). Voyons ces comportements par le tableau 4.6. suivant :

Tableau 4.6. Le comportement de $p(t)$ et de $q(t,u)$

c_p	c_q	c_d	$p(t)$	$q(t,u)$
0	0	0	p_0	q_0
0	0	> 0	p_0	↑
0	< 0	> 0	p_0	↑↑
0	> 0	> 0	p_0	?
0	> 0	0	p_0	↓
< 0	0	> 0	↑	↑
< 0	< 0	> 0	↑	↑↑
< 0	> 0	> 0	↑	?
> 0	0	> 0	↓	↑
> 0	< 0	> 0	↓	↑↑
> 0	> 0	0	↓	↓
> 0	> 0	< 0	↓	↓↓
> 0	> 0	> 0	↓	?

On va maintenant choisir les cas possibles et éliminer ceux qui sont hors examen. Mais pour ceci on ne va pas appliquer les deux approches, on va seulement s'intéresser à la première approche.

Quand on regarde le tableau on doit choisir les cas dans lesquels $p(t)$ et $q(t,u)$ sont de sens différents. Il y a 2 cas : $c_p > 0, c_q = 0, c_d > 0$ et $c_p > 0, c_q < 0, c_d > 0$.

4.5.1.2.1. Calcul de L

Si on fait les calculs nécessaires on trouve $L \approx 7.14$ pour les deux cas choisis. On peut aussi calculer la somme des coûts. $J(L) = 65,950$ TL peu différent du modèle précédent. Ce résultat n'est pas très choquant car les conditions pour des constants sont les mêmes et par élimination on est tombé sur les mêmes cas. Malgré que les formules de L soient différentes, on obtient les mêmes résultats. Quand on examine les deux formules on voit que pour les valeurs de c_d qui sont proches de $-c_q$ les résultats restent le même.

5. CONCLUSION

Dans cette étude on a essayé de trouver une solution au problème de remplacement d'une flotte de véhicule louée par la méthode de financement nommée crédit-bail.

Pour ceci on s'est servi d'une méthodologie qui comprend de différents taux dans sa structure et qui reflète l'influence du progrès technologique sur les coûts d'achat et sur les coûts d'entretien et d'exploitation. L'objectif de cette méthodologie était de déterminer la date exacte de remplacement en minimisant la valeur actuelle de tous les coûts possibles.

Nous, à notre tour, pour résoudre l'équation du problème, nous avons utilisé la linéarisation comme l'outil mathématique. En plus, on a fait des hypothèses pour alléger l'équation. Ensuite, on a examiné tous les cas possibles sous les critères de minimisation et sous certaines conditions liées aux fonctions utilisées. On a choisi enfin le cas convenable et on a calculé la durée de vie optimale voulue.

Enfin pour le facteur multiplicateur nul, on en déduit que sous le critère de technologie la durée de vie minimale est presque toujours constante quelque soit les valeurs des constants pour le cadrage donné. En plus, pour ce modèle, c'est le progrès technologique qui nous oblige à utiliser notre équipement le plus long possible. Le changement technologique a plus d'effet sur les coûts d'investissement initial que sur les coûts d'entretien et d'exploitation. Même si les valeurs des constants technologiques sont pareils, la diminution des coûts d'achats sont plus rapides que des coûts d'entretien et d'exploitation. On remarque aussi que le taux d'escompte instantané et la durée de vie optimale sont inversement proportionnels. Si le taux d'escompte augmente alors la durée de vie optimale diminue et vice versa.

La future recherche peut se baser sur le facteur multiplicateur non nul. Pour calculer les coûts d'achat et les coûts d'entretien et d'exploitation on a utilisé la fonction exponentielle. On pourra aussi essayer d'utiliser autres fonctions pour le calcul des coûts.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Banque Africaine de Developpement *Perspectives Economiques en Afrique*, OCDE Editions, (2004/2005).
- [2] Farrell, L.M., “Principal-agency risk in Project finance”, *International Journal of Project Management*, 21, 547-561, (2003).
- [3] Toroslu, V., “*Çağdaş Finansal Teknikler*”, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, (2000).
- [4] Kurt, A.E., “Le crédit-bail”, *Lisans Tezi*, G.S.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (2003).
- [5] İşcan, F., “Crédit-bail”, *Lisans Tezi*, G.S.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (1997).
- [6] Ünsal, M.T., “La location financiale / Crédit-bail”, *Lisans Tezi*, G.S.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (1999).
- [7] Dumanoğlu, S., Ergül, N., “*Finansal kiralama*”, Der Yayınevi, İstanbul, (2003).
- [8] Koç, M., “*Bütün yönleriyle finansal kiralama*”, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, (1999).
- [9] Cameron, E., Munro, R.M., Soper, D.R., “*The leasing handbook*”, McGraw-Hill, UK, (1993).
- [10] Banque Fiducial, Les Matériels Financables,
http://www.fiducial.biz/index.aspx?NODE_REF=financement-credit-bail-materiels-financables, (2009).
- [11] Oy, O., Tahan, N., Ünal, E., “*Finansal Kiralama (Leasing)*”, Beta Yayıncılık, İstanbul, (2008).
- [12] Erol, A., Toroslu, V., Yıldırım, E., “*Tüm Yönleriyle Finansal Kiralama (Leasing)*”, Yaklaşım Yayıncılık, Ankara, (2008).
- [13] Ersek, E., “La location financiale / Le crédit-bail”, *Lisans Tezi*, G.S.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, (2000).

- [14] Aksoy, E.E., Bal, H., Kurt, Ç., Tanrıöven, C., Yalçın, K., “*Finansal Teknikler ve Türev Araçlar*”, Gazi Kitabevi, Ankara, (2008).
- [15] Pecqueur, C., “*Le leasing fiscal*”, Presses Universitaires de France, Paris, (1994).
- [16] Ceylan, A., Korkmaz, T., “*Finansal Teknikler* ”, Ekin Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, (2008).
- [17] Derome, R., “*Économique de l'ingénieur*”, Editions de l’Ecole Polytechnique de Montreal, Canada, (1997).
- [18] Badiru, A.B., Omitaomu, O.A., “*Computational Economic Analysis for Engineering and Industry*”, CRC Press, U.S., (2007).
- [19] Park, C.S., Sharp-Bette, G.P., “*Advanced Engineering Economics*”, John Wiley & Sons, Inc., New York, (1990).
- [20] Koelling, C.P., Sullivan, W.G., Wicks E.M., “*Engineering Economy*”, Pearson Prentice Hall, New Jersey, (2009).
- [21] Canada, J.R., White, J.A., “*Capital Investment Decision Analysis for management and engineering*”, Prentice Hall, U.S., (1980).
- [22] Park, C.S., “*Fundamentals of Engineering Economics*”, Prentice Hall, New York, (2007).
- [23] Park, C.S., “*Contemporary Engineering Economics*”, Adisson-Wesley Publishing Company, Inc., U.S., (1993).
- [24] Kierulff, H.E., “The replacement decision: Getting it right”, *Business Horizons*, 50, 231-237, (2007).
- [25] Hritonenko, N., Yatsenko, Y., “Properties of optimal service life under technological change”, *International Journal of Production Economics*, 114, 230-238, (2008).
- [26] Pautsch, G.R., Suzuki, Y., “A vehicle replacement policy for motor carriers in an unsteady economy”, *Transportation Research Part A*, 39, 463-480, (2005).
- [27] Jin, D., Kite-Powell, H.L., “Optimal fleet utilization and replacement”, *Transportation Research Part E*, 36, 3-20, (2000).
- [28] Hartman, J.C., Keleş, P., “Case Study: Bus fleet replacement”, *The Engineering Economist*, 49, 253-278, (2004).

- [29] Hritonenko, N., Yatsenko, Y., “Optimal equipment replacement without paradoxes: A continuous analysis”, *Operations Research Letters*, 35, 245-250, (2007).
- [30] Hritonenko, N., Yatsenko, Y., “The dynamics of asset lifetime under technological change”, *Operations Research Letters*, 36, 565-568, (2008).
- [31] Hartman, J.C., Rogers, J.L., “Equipment replacement under continuous and discontinuous technological change”, *IMA Journal of Management Mathematics*, 16, 23-36, (2005).
- [32] Hartman, J.C., “A note on ‘a strategy for optimal equipment replacement’ ”, *Production Planning & Control*, 16(7), 733-739, (2005).
- [33] Canada, J.R., Kulonda, D.J., Sullivan, W.G., White, J.A., “*Capital Investment Analysis for Engineering and Management*”, Pearson Prentice Hall,, Upper Saddle River, (2005).
- [34] Cesur, C., Kişisel görüşme, (2009).
- [35] İkinci el araba-otomobil-araç ilan sitesi,
<http://bilgi.tasit.com/sigortalar/zorunlu-trafik-sigortasi-nedir.html>, (2009).
- [36] Türkiye Şoförler ve Otomobilciler Federasyonu,
<http://www.tsof.org.tr/sss.htm#bilgi9>, (2009).
- [37] Tekfen Sigorta Aracılık Hizmetleri A.Ş.,
<http://www.arabam.com/kasko/index.asp>, (2009).
- [38] TÜVTURK,
<http://www.tuvturk.com.tr//content/default.aspx?cid=61>,
<http://www.tuvturk.com.tr//content/default.aspx?cid=82>, (2009).
- [39] Carrieu, H., Cahier du cours d’analyse, (1997).

APPENDICES

APPENDICE A: FİNANSAL KİRALAMA KANUNU

APPENDICE B: L'OBTENTION DE LA CONDITION D'EXTREMUM

APPENDICE C: LA LINEARISATION

APPENDICE A: FINANSAL KIRALAMA KANUNU

FİNANSAL KİRALAMA KANUNU

Kanun Numarası: 3226

Kabul Tarihi: 10/06/1985

Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi: 28/06/1985

Yayımlandığı Resmi Gazete Sayısı: 18795

BİRİNCİ BÖLÜM: GENEL HÜKÜMLER

AMAÇ

Madde 1 - Bu Kanunun amacı, finansman sağlamaya yönelik finansal kiralamayı düzenlemektir.

KAPSAM

Madde 2 - Bu Kanun, sözleşmenin hukuki yapısını, tarafların karşılıklı hak ve yükümlülüklerini düzenleyen hükümleri kapsar.

TANIMLAR

Madde 3 - Bu Kanunda geçen;
Sözleşme; finansal kiralama sözleşmesini,
Kiralayan; finansal kiralama şirketini,
Kiracı; finansal kiralamayı kabul edeni,
Mal; finansal kiralamaya konu malı,
Kira bedeli; finansal kira bedelini, ifade eder.

SÖZLEŞME

Madde 4 - Sözleşme; kiralayanın, kiracının talebi ve seçimi üzerine üçüncü kişiden satın aldığı veya başka suretle temin ettiği bir malın zilyetliğini, her türlü faydayı sağlamak üzere ve belli bir süre feshedilmemek şartı ile kira bedeli karşılığında, kiracıya bırakmasını öngören bir sözleşmedir.

SÖZLEŞMENİN KONUSU

Madde 5 - Sözleşmeye taşınır veya taşınmaz mallar konu olabilir. Patent gibi fikri ve sınai haklar bu sözleşmeye konu olamazlar.

FİNANSAL KİRALAMA BEDELİ

Madde 6 - Finansal kiralama bedeli ve ödeme dönemleri taraflarca belirlenir. Bu bedeller sabit veya değişken olabilir. Türk Lirası veya Merkez Bankasınca alım satımı yapılan döviz cinsinden belirlenebilir.

Yurt dışından yapılacak finansal kiralamalarda kiralama bedeli yıllık 25 000 Amerikan Doları karşılığı Türk Lirasından az olamaz.

Bu miktarı artırmaya ve eski değerine indirmeye Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu yetkilidir.

SÖZLEŞMENİN FESHİNİN MÜMKÜN OLMADIĞI SÜRE

Madde 7 - Sözleşmeler en az dört yıl süre ile feshedilemez. Hangi kiralama hallerinde bu sürenin kısılacağı, Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu'nca çıkarılacak yönetmelikte belirlenir.

SÖZLEŞMENİN ŞEKLİ VE TESCİLİ

Madde 8 - Sözleşme düzenleme şeklinde noterlikçe yapılır. Taşınır mala dair sözleşme, kiracının ikametgahı noterliğinde özel sicile tescil edilir. Taşınmaz mala dair sözleşme

ise taşınmazın bulunduğu tapu kütüğünün beyanlar hanesine, gemilere dair sözleşmeler ise gemi siciline şerh edilir.

Tescil veya şerhden sonra, üçüncü kişilerin finansal kiralama konusu mal üzerindeki aynı hak iktisapları kiralayana karşı ileri sürülemez.

Yurt dışında yerleşik kiralayan şirketin Türkiye'de şubesi yoksa sözleşmeler Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu nca tescil edilir.

FİNANSAL KİRALAMA KONUSU MALIN SATIN ALINMASI

Madde 9 - Finansal kiralama konusu malın mülkiyeti kiralayan şirkete aittir. Ancak taraflar sözleşmede, sözleşme süresi sonunda kiracının, malın mülkiyetini satın alma hakkını haiz olacağını kararlaştırabilirler.

KİRALAYAN ŞİRKETİN HUKUKİ YAPISI

Madde 10 - Kiralayan şirketler, yalnızca anonim ortaklık şeklinde kurulabilir.

Kiralayan şirketlerin kuruluşu ve şube açmaları ile yabancı şirketlerin Türkiye de şube açması Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının bağlı bulunduğu Bakanlığın ön iznine bağlıdır. 6224 sayılı Yabancı Sermayeyi Teşvik Kanunu hükümleri saklıdır.

Kiralayan şirketler ile yabancı kiralayan şirketlerin Türkiye'deki şubeleri Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının bağlı bulunduğu Bakanlığın denetimine tabidir.

Ön iznin verilme şekil ve şartları ile kiralayan şirketlerin denetimine dair hükümler çıkarılacak yönetmelikte gösterilir.

(Değişik fıkra: 23/01/2008-5728 S.K./444.mad) Bu Kanun hükümlerine göre izin almadan kiralama faaliyetinde bulunanlar altı aydan iki yıla kadar hapis ve beşyüz günden beşbin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır. Bu suçun yararına olarak işlendiği tüzel kişi hakkında tüzel kişilere özgü güvenlik tedbirlerine hükmolunur.

(Değişik fıkra: 23/01/2008-5728 S.K./444.mad) Bu Kanunda yazılı sair yükümlülük ve zorunluluklara uymayan kiralama şirketleri ve ilgililerine Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu tarafından onbin Türk Lirasından ellibin Türk Lirasına kadar idarî para cezası verilir.

EN AZ SERMAYE

Madde 11 - Kiralayan şirketlerin ödenmiş sermayeleri bir milyar Türk Lirasından az olamaz. Yabancı kiralayan şirketlerin Türkiye'de şube açmalarında ise ödenmiş sermayeleri asgari iki milyon Amerika Birleşik Devletleri Doları karşılığı Türk Lirasıdır.

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu bu miktarları beş katına kadar artırmaya yetkilidir.

KİRALAMA İŞLEMLERİNDE SINIR

Madde 12 - Kiralayan şirketin finansal kiralama işlemlerinin tutarının sınırı ile, ortaklarına veya şirketler grubu ile yapacağı kiralama işlemleri esas ve usulleri ile tutarlarını belirlemeye Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu yetkilidir.

İKİNCİ BÖLÜM: SÖZLEŞMENİN HÜKÜM VE SONUÇLARI

KİRACININ HAK VE BORÇLARI

Madde 13 - Kiracı, sözleşme süresince finansal kiralama konusu malın zilyedi olup, sözleşmenin amacına uygun olarak her türlü faydayı elde etmek hakkına sahiptir.

Kiracı, finansal kiralama konusu malı sözleşmede öngörülen şart ve hükümlere göre itinayla kullanmak zorundadır.

Sözleşmede aksine hüküm yok ise kiracı, malın her türlü bakımından ve korunmasından sorumlu olup, bakım ve onarım masrafları kiracıya aittir.

MALIN HASAR VE ZİYAI

Madde 14 - Malın sözleşme süresi içinde hasar ve ziyai sorumluluğu kiracıya aittir. Bu sorumluluk ödenen sigorta miktarının karşılanmayan kısmı ile sınırlıdır.

Ancak bu farkı, kiracı finansal kiralama bedelleri ile ödemek zorundadır.

DEVİR YASAĞI

Madde 15 - Kiracı, finansal kiralama konusu maldaki zilyedliğini bir başkasına devredemez.

(Ek fıkra: 21/02/2007-5582 S.K./26.mad.) Ancak, tüketicilerin konut edinmesine veya yatırımlara finansman sağlayan finansal kiralama işlemlerinde kiracı, kiracılık sıfatını ve/veya sözleşmeden doğan hak ve/veya yükümlülüklerini, kiralayandan yazılı izin alınması kaydıyla devredebilir. İş bu devir nedeniyle finansal kiralama sözleşmesinde yapılan kiracı değişikliği, bu Kanunun 8 inci maddesi çerçevesinde tescil edilir veya şerh olunur.

(Ek fıkra: 21/02/2007-5582 S.K./26.mad.) Konut finansmanı kapsamında yapılan finansal kiralama işlemlerinde kiracı, kiralayana bilgi vermek, diğer finansal kiralama işlemlerinde ise sözleşmede hüküm bulunmak kaydıyla finansal kiralama konusu malın zilyetliğini bir başkasına devredebilir.

MALIN KİRACIYA TESLİM EDİLMEMESİ

Madde 16 - Finansal kiralama konusu malın, kiralayanın malın imalatçısı veya satıcısı ile zamanında sözleşme yapmaması veya gerekli ödemeyi zamanında yerine getirmemesi veya diğer sebepler ile kiracıya teslim edilmemesi halinde Borçlar Kanununun 106 ncı maddesi hükmü uygulanır.

KİRALAYAN ŞİRKETİN HAK VE BORÇLARI

Madde 17 - Finansal kiralama konusu mal kiralayan şirketin mülkiyetindedir. Kiralayan şirket, mülkiyeti kendisine ait olan finansal kiralama konusu malı sözleşme süresince sigorta ettirmek zorundadır. Sigorta primlerinin ödenmesi kiracıya aittir.

MÜLKİYETİN ÜÇÜNCÜ KİŞİYE DEVRİ

Madde 18 - Sözleşmede aksi öngörülmemişse kiralayan, malın mülkiyetini bir üçüncü kişiye devredemez.

Sözleşmede bu yetkinin tanınması halinde, devir, ancak başka bir kiralayana yapılabilir. Devralan, sözleşme hükümlerine uymak zorundadır.

Devrin kiracıya karşı geçerli olması onun haberdar edilmesine bağlıdır.

KİRACININ İFLASI VEYA İCRA TAKİBİNE UĞRAMASI

Madde 19 - Kiracının iflası halinde, iflas memuru, İcra ve İflas Kanununun 221 inci maddesinin birinci fıkrası hükmüne göre büro teşkilinden önce, finansal kiralama konusu malların tefrikine karar verir. İflas memurunun bu kararına karşı yedi gün içinde itiraz edilebilir.

Kiracı aleyhine icra yoluyla takip yapılması halinde, icra memuru, finansal kiralama konusu malların takibin dışında tutulmasına karar verir. İcra memurunun kararına karşı yedi gün içinde itiraz edilebilir.

Bu itirazlar, tetkik merciince en geç bir ay içinde karara bağlanır.

KİRALAYANIN İFLASI VEYA İCRA TAKİBİNE UĞRAMASI

Madde 20 - Kiralayanın iflası halinde, sözleşme, kararlaştırılan sürenin sonuna kadar iflas masasına karşı geçerliliğini sürdürür.

Kiralayan aleyhine icra yoluyla takip yapılması halinde, finansal kiralama konusu mallar, sözleşme süresi içinde haczedilemez.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: SÖZLEŞMENİN SONA ERMESİ

SÖZLEŞMENİN SÜRESİNİN DOLMASI SEBEBİYLE SONA ERMESİ

Madde 21 - Sözleşme kararlaştırılan sürenin dolmasıyla son bulur. Ancak, taraflardan her biri sürenin bitiminden en az üç ay önce bildirmek kaydıyla, mevcut veya yeni şartlarla sözleşmenin uzatılmasını talep edebilir. Sözleşmenin uzatılması tarafların anlaşmasına bağlıdır.

SÖZLEŞMENİN DİĞER SEBEPLERLE SONA ERMESİ

Madde 22 - Sözleşme; şirketin sona ermesi, tüzelkişiliğinin hitamı, kiracının iflası veya aleyhine yapılan bir icra takibinin semeresiz kalması, kiracının ölümü veya fiil ehliyetini kaybetmesi veya işletmesini tasfiye etmesi hallerinde, sözleşmede aksine bir hüküm yoksa, sona erer.

SÖZLEŞMENİN İHLALİ

Madde 23 - Kiralayan, finansal kiralama bedelini ödemede temerrüde düşen kiracıya verdiği otuz günlük süre içinde de ödenmemesi halinde, sözleşmeyi feshedebilir. Ancak, sözleşmede, süre sonunda mülkiyetin kiracıya geçeceği kararlaştırılmış ise, bu süre altmış günden az olamaz.

Taraflardan birinin sözleşmeye aykırı harekette bulunduğu hallerde, bu aykırılık nedeniyle diğer tarafın sözleşmeyi devam ettirmesinin beklenemeyeceği durumlarda, sözleşme feshedilebilir.

SÖZLEŞMENİN SONA ERMESİNİN SONUÇLARI

Madde 24 - Sözleşme sona erdiğinde, sözleşmeden doğan satın alma hakkını kullanmayan veya bu hakkı bulunmayan kiracı, finansal kiralama konusu malı derhal geri vermekle mükelleftir.

SÖZLEŞMENİN FESHİNİN SONUÇLARI

Madde 25 - Sözleşmenin kiralayan tarafından feshi halinde kiracı malı iade ile birlikte vadesi gelmemiş finansal kiralama bedellerini ödemek yükümlülüğü altında olduğu gibi kiralayanın bunu aşan zararından da sorumludur.

Sözleşme kiracı tarafından feshedilirse kiracı malı geri vermekle beraber uğradığı zararın tazminini kiralayandan talep edebilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: SÖZLEŞMENİN TABİ OLDUĞU HÜKÜMLER

UYGULANACAK HÜKÜMLER

Madde 26 - Sözleşmeye, bu Kanunda hüküm olmayan hallerde Borçlar Kanununun genel hükümleri, sözleşmenin niteliğine uygun düştükleri oranda ise özel hükümleri uygulanır.

UYGULANMAYACAK HÜKÜMLER

Madde 27 - Sözleşme hakkında, Medeni Kanunun 688, 689, 690 ıncı maddeleri ve Borçlar Kanununun 222, 223, 224, 254 üncü maddeleri ile 6570 sayılı Gayrimenkul Kiraları Hakkında Kanun hükümleri uygulanmaz.

BEŞİNCİ BÖLÜM: TEŞVİK VE VERGİYE DAİR HÜKÜMLER

TEŞVİK

Madde 28 - (Değişik madde: 09/04/2003 - 4842 S.K./31. md.)

Yatırımların tamamının veya bir bölümünün finansal kiralama yoluyla gerçekleştirilmesi halinde kiralayan, finansal kiralamaya konu olan iktisadi kıymetlerle ilgili olarak bunların satın alınması halinde uygulanan teşviklerden yararlanır.

GÜMRÜĞE DAİR HÜKÜMLER

Madde 29 - Yabancı şirket ile kiracı arasında akdedilen sözleşmeye göre getirilen mallara, gümrük vergileri bakımından aşağıdaki hükümler uygulanır.

a) Satın alma hakkı bulunmayan bir sözleşmeye dayanarak veya bu hak bulunsa dahi teşvik belgesinde gümrük muafiyetinden yararlanması öngörülmemiş malların Türkiye'ye girişinde, gümrük mevzuatının süre kısıtlaması hariç, sözleşme süresine bağlı olarak, geçici muafiyet rejimine dair hükümler uygulanır.

Bu şekilde Türkiye'ye getirilen mallar için ileride doğabilecek vergileri karşılayacak miktarda teminat alınır. Şu kadar ki, sözleşme süresi sonunda kesin ithalatın

yapılmaması ve finansal kiralama konusu malların kiralayana iade edilmek üzere yurt dışına çıkarılmak istenmesi halinde daha önce yapılan teminata bağlama işlemi genel hükümlere göre çözümlür.

Teminata bağlama usul ve esasları bir yönetmelikle belirlenir.

b) Sözleşme süresi sonunda finansal kiralama konusu malların kesin ithalatının yapılması halinde, vergi ödeme mükellefiyetinin başladığı tarihteki cari kur ve normal fiyat üzerinden hesaplanacak gümrük vergileri tahsil olunur.

İSTİSNALAR VE VERGİ NİSBETİNİN TESBİTİ

Madde 30 - Sözleşme her türlü vergi, resim ve harçtan istisnadır.

Bakanlar Kurulu, dar mükellefiyete tabi kurumların bu Kanunun uygulamasından doğacak kazanç ve ücretlerinden yapılacak vergi tevkifat nisbetlerini sifıra kadar indirmeye veya kurumlar vergisindeki nisbete kadar yükseltmeye yetkilidir.

DAVANIN NİTELİĞİ

Madde 31 - Sözleşmelerden doğan davalar ticari dava niteliğindedir.

YÖNETMELİK

Madde 32 - Bu Kanunun;

- a) 7 nci maddesinde belirtilen yönetmelik Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulunca,
- b) (Değişik bend: 19/11/2005-5411 S.K./168.mad) 10 uncu maddesinde belirtilen yönetmelik Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulunca,
- c) 30 uncu maddesinde öngörülen yönetmelik Maliye ve Gümrük Bakanlığınca, Yayımindan itibaren üç ay içinde çıkarılır.

YÜRÜRLÜK

Madde 33 - Bu Kanun yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

YÜRÜTME

Madde 34 - Bu Kanun hükümlerini Bakanlar Kurulu yürütür.

KANUNA İŞLENEMEYEN HÜKÜMLER

1 09/04/2003 TARİH VE 4842 SAYILI KANUNUN GEÇİCİ MADDESİ :

Geçici Madde 2 - Bu Kanunun yayımı tarihinden önce yapılan finansal kiralama sözleşmeleri ile ilgili olarak, 10/06/1985 tarihli ve 3226 sayılı Finansal Kiralama Kanununun bu Kanun ile değiştirilmeden önceki 28 inci maddesi hükümleri uygulanır.

APPENDICE B: L'OBTENTION DE LA CONDITION D'EXTREMUM

On a l'expression suivante :

$$j(\tau_1, \tau_2, \dots) = \sum_{i=1}^{\infty} e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \sum_{i=0}^{\infty} \left[\int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} \right] \quad (B.1)$$

Ecrivons l'équation (B.1) terme à terme :

$$\begin{aligned} &= e^{-r\tau_1} p(\tau_1) + e^{-r\tau_2} p(\tau_2) + \dots + e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_{i+1}) + \dots + \\ &\int_{\tau_0}^{\tau_1} e^{-ru} q(\tau_0, u) du + \int_{\tau_1}^{\tau_2} e^{-ru} q(\tau_1, u) du + \dots + \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} e^{-ru} q(\tau_{i-1}, u) + \\ &\int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du + \dots - \sigma e^{-r\tau_1} p(\tau_1) e^{-s(\tau_1-\tau_0)} - \sigma e^{-r\tau_2} p(\tau_2) e^{-s(\tau_2-\tau_1)} + \dots - \\ &\sigma e^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i-\tau_{i-1})} - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} + \dots \end{aligned} \quad (B.2)$$

Prenons la dérivée de l'équation (B.2) par rapport à τ_i . Donc les dérivées des termes constants seront nulles. Il ne reste que les termes qui contiennent τ_i . Enfin on égalise ceci à zéro:

$$\begin{aligned} \frac{\partial j}{\partial \tau_i} = & \frac{\partial}{\partial \tau_i} \left[e^{-r\tau_i} p(\tau_i) + \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} e^{-ru} q(\tau_{i-1}, u) du + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} q(\tau_i, u) du - \right. \\ & \left. \sigma e^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i-\tau_{i-1})} - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} \right] = 0 \end{aligned} \quad (B.3)$$

Calculons la dérivée :

$$\begin{aligned} &-re^{-r\tau_i} p(\tau_i) + e^{-r\tau_i} p'(\tau_i) + e^{-r\tau_i} q(\tau_{i-1}, \tau_i) - e^{-r\tau_i} q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du + \\ &\sigma re^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i-\tau_{i-1})} + \sigma se^{-r\tau_i} p(\tau_{i-1}) e^{-s(\tau_i-\tau_{i-1})} - \sigma e^{-r\tau_{i+1}} p'(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} - \\ &\sigma se^{-r\tau_{i+1}} p(\tau_i) e^{-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} = 0 \end{aligned} \quad (B.4)$$

On factorise quelques termes de (B.4) et on trouve l'expression finale de la dérivée :

$$\begin{aligned}
& -re^{-r\tau_i}p(\tau_i) + e^{-r\tau_i}p'(\tau_i) + e^{-r\tau_i}q(\tau_{i-1}, \tau_i) - e^{-r\tau_i}q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-ru} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du - \\
& \sigma p'(\tau_i)e^{-r\tau_{i+1}-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} + \sigma(r+s)p(\tau_{i-1})e^{-r\tau_i-s(\tau_i-\tau_{i-1})} - \sigma sp(\tau_i)e^{-r\tau_{i+1}-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} = 0
\end{aligned} \tag{B.5}$$

Soit $\tau_i=L_i+\tau_{i-1}$, $\tau_{i+1}=L_{i+1}+\tau_i$ si on multiplie l'équation de la dérivée (B.5) avec $e^{r\tau_i}$ à chaque côté on trouve :

$$\begin{aligned}
& -rp(\tau_i) + p'(\tau_i) + q(\tau_{i-1}, \tau_i) - q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u-\tau_i)} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du - \\
& \sigma p'(\tau_i)e^{r\tau_i-r\tau_{i+1}-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} + \sigma(r+s)p(\tau_{i-1})e^{-s(\tau_i-\tau_{i-1})} - \sigma sp(\tau_i)e^{r\tau_i-r\tau_{i+1}-s(\tau_{i+1}-\tau_i)} = \\
& 0
\end{aligned} \tag{B.6}$$

Ecrivons maintenant tous les τ_{i+1} en fonction de τ_i :

$$\begin{aligned}
& -rp(\tau_i) + p'(\tau_i) + q(\tau_{i-1}, \tau_i) - q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u-\tau_i)} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du - \\
& \sigma p'(\tau_i)e^{r\tau_i-r(L_{i+1}+\tau_i)-s(L_{i+1}+\tau_i-\tau_i)} + \sigma(r+s)p(\tau_{i-1})e^{-s(\tau_i-(\tau_i-L_i))} - \\
& \sigma sp(\tau_i)e^{r\tau_i-r(L_{i+1}+\tau_i)-s(L_{i+1}+\tau_i-\tau_i)} = 0
\end{aligned} \tag{B.7}$$

On arrange l'équation (B.7) :

$$\begin{aligned}
& -rp(\tau_i) + p'(\tau_i) + q(\tau_{i-1}, \tau_i) - q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u-\tau_i)} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du - \\
& \sigma p'(\tau_i)e^{-rL_{i+1}-sL_{i+1}} + \sigma(r+s)p(\tau_{i-1})e^{-sL_i} - \sigma sp(\tau_i)e^{-rL_{i+1}-sL_{i+1}} = 0
\end{aligned} \tag{B.8}$$

On factorise quelques expressions de (B.8) et on trouve enfin l'équation suivante:

$$\begin{aligned}
& -rp(\tau_i) + p'(\tau_i)[1 - \sigma e^{-(r+s)L_{i+1}}] + \sigma[(r+s)p(\tau_{i-1})e^{-sL_i} - sp(\tau_i)e^{-(r+s)L_{i+1}}] + \\
& q(\tau_{i-1}, \tau_i) - q(\tau_i, \tau_i) + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u-\tau_i)} \frac{\partial q(\tau_i, u)}{\partial \tau_i} du = 0
\end{aligned} \tag{B.9}$$

Maintenant définissons les fonctions $q(t, u)$ et $p(t)$:

$$q(t, u) = q_0 e^{c_d(u-t)} e^{-c_q t}, \quad p(t) = p_0 e^{-c_p t}, \quad (\text{B.10})$$

avec $c_q + c_d > 0$, $0 \leq c_p + c_d < r$.

Alors avec ces informations on a :

$$\begin{aligned} p(\tau_i) &= p_0 e^{-c_p \tau_i} \\ p'(\tau_i) &= p_0 (-c_p) e^{-c_p \tau_i} \\ &= -p_0 c_p e^{-c_p \tau_i} \\ p(\tau_{i-1}) &= p_0 e^{-c_p \tau_{i-1}} \\ &= p_0 e^{-c_p(\tau_i - L_i)} \\ q(\tau_{i-1}, \tau_i) &= q_0 e^{c_d(\tau_i - \tau_{i-1})} e^{-c_q \tau_{i-1}} \\ &= q_0 e^{c_d(\tau_i - (\tau_i - L_i))} e^{-c_q(\tau_i - L_i)} \\ &= q_0 e^{c_d L_i} e^{-c_q(\tau_i - L_i)} \\ q(\tau_i, \tau_i) &= q_0 e^{-c_q \tau_i} \\ q(\tau_i, u) &= q_0 e^{-c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i} \end{aligned}$$

On met les expressions trouvées dans l'équation (B.9). On trouve :

$$\begin{aligned} & -r p_0 e^{-c_p \tau_i} - p_0 c_p e^{-c_p \tau_i} [1 - \sigma e^{-(r+s)L_{i+1}}] + \sigma [(r+s) p_0 e^{-c_p(\tau_i - L_i)} e^{-sL_i} - \\ & s p_0 e^{-c_p \tau_i} e^{-(r+s)L_{i+1}}] + q_0 e^{c_d L_i} e^{-c_q(\tau_i - L_i)} - q_0 e^{-c_q \tau_i} + \\ & \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u - \tau_i)} \frac{\partial q_0 e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} du = 0 \end{aligned} \quad (\text{B.11})$$

On divise chaque côté de (B.11) par q_0 :

$$\begin{aligned}
& -r \frac{p_0}{q_0} e^{-c_p \tau_i} - \frac{p_0}{q_0} c_p e^{-c_p \tau_i} [1 - \sigma e^{-(r+s)L_{i+1}}] + \\
& \sigma \left[(r+s) \frac{p_0}{q_0} e^{-c_p(\tau_i - L_i)} e^{-sL_i} - s \frac{p_0}{q_0} e^{-c_p \tau_i} e^{-(r+s)L_{i+1}} \right] + e^{c_d L_i} e^{-c_q(\tau_i - L_i)} - e^{-c_q \tau_i} + \\
& \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u - \tau_i)} \frac{\partial e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} du = 0 \tag{B.12}
\end{aligned}$$

Multiplions l'équation (B.12) par $e^{c_q \tau_i}$:

$$\begin{aligned}
& -r \frac{p_0}{q_0} e^{c_q \tau_i} e^{-c_p \tau_i} - \frac{p_0}{q_0} c_p e^{c_q \tau_i} e^{-c_p \tau_i} [1 - \sigma e^{-(r+s)L_{i+1}}] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{c_q \tau_i} [(r+s) e^{-c_p(\tau_i - L_i)} e^{-sL_i} - \\
& s e^{-c_p \tau_i} e^{-(r+s)L_{i+1}}] + e^{c_d L_i} e^{c_q L_i} - 1 + e^{c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u - \tau_i)} \frac{\partial e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} du = 0 \tag{B.13}
\end{aligned}$$

On factorise tous les termes de (B.13) par $\frac{p_0}{q_0}$:

$$\begin{aligned}
& [e^{(c_d + c_q)L_i} - 1] - \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} [r + c_p] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{c_q \tau_i} e^{-c_p \tau_i} e^{-(r+s)L_{i+1}} + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{c_q \tau_i} e^{-c_p \tau_i} [(r + \\
& s) e^{c_p L_i} e^{-sL_i} - s e^{-(r+s)L_{i+1}}] + e^{c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u - \tau_i)} \frac{\partial e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} du = 0 \tag{B.14}
\end{aligned}$$

D'où :

$$\begin{aligned}
& [e^{(c_d + c_q)L_i} - 1] - \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} [r + c_p] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} [(c_p - s) e^{-(r+s)L_{i+1}} + (r + \\
& s) e^{c_p L_i} e^{-sL_i}] + e^{c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} e^{-r(u - \tau_i)} \frac{\partial e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} du = 0 \tag{B.15}
\end{aligned}$$

Maintenant laissons l'égalité ici et prenons la dérivée partielle écrite dans l'intégrale de l'équation (B.15). On a :

$$\begin{aligned}
& \frac{\partial e^{c_d(u - \tau_i)} e^{-c_q \tau_i}}{\partial \tau_i} \\
& = \frac{\partial}{\partial \tau_i} (e^{c_d u} e^{-c_d \tau_i} e^{-c_q \tau_i}) \\
& = e^{c_d u} \frac{\partial}{\partial \tau_i} (e^{-c_d \tau_i} e^{-c_q \tau_i})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= e^{c_d u} [-c_d e^{-c_d \tau_i} e^{-c_q \tau_i} + e^{-c_d \tau_i} (-c_q) e^{-c_q \tau_i}] \\
&= e^{c_d u} [(-c_d - c_q) e^{-(c_d + c_q) \tau_i}]
\end{aligned} \tag{B.16}$$

On met (B.16) dans l'intégrale qui se trouve dans (B.15) et on fait les simplifications nécessaires :

$$\begin{aligned}
&e^{c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_i+1} e^{-r(u-\tau_i)} e^{c_d u} (-c_d - c_q) e^{-(c_d + c_q) \tau_i} du \\
&= e^{c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_i+1} e^{-ru} e^{r\tau_i} e^{c_d u} (-c_d - c_q) e^{-c_d \tau_i} e^{-c_q \tau_i} du \\
&= e^{c_q \tau_i} e^{r\tau_i} (-c_d - c_q) e^{-c_d \tau_i} e^{-c_q \tau_i} \int_{\tau_i}^{\tau_i+1} e^{(-r+c_d)u} du \\
&= e^{(r-c_d)\tau_i} (-c_d - c_q) \left[\frac{e^{(-r+c_d)u}}{-r+c_d} \right]_{\tau_i}^{\tau_i+1} \\
&= e^{(r-c_d)\tau_i} \frac{(-c_d - c_q)}{-r+c_d} [e^{(-r+c_d)\tau_i+1} - e^{(-r+c_d)\tau_i}] \\
&= e^{(r-c_d)\tau_i} \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} [e^{(-r+c_d)(L_{i+1} + \tau_i)} - e^{(-r+c_d)\tau_i}] \\
&= e^{(r-c_d)\tau_i} \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} [e^{(-r+c_d)L_{i+1}} e^{(-r+c_d)\tau_i} - e^{(-r+c_d)\tau_i}] \\
&= e^{(r-c_d)\tau_i} \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} e^{(-r+c_d)\tau_i} [e^{(-r+c_d)L_{i+1}} - 1] \\
&= \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} [e^{(-r+c_d)L_{i+1}} - 1] \\
&= \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} [e^{-(r-c_d)L_{i+1}} - 1]
\end{aligned} \tag{B.17}$$

On prend l'expression trouvée et on met (B.17) dans l'équation (B.15). Donc on obtient :

$$\begin{aligned}
&[e^{(c_d + c_q)L_i} - 1] - \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} [r + c_p] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q - c_p)\tau_i} [(c_p - s) e^{-(r+s)L_{i+1}} + (r + \\
&s) e^{c_p L_i} e^{-sL_i}] + \frac{(c_d + c_q)}{r-c_d} [e^{-(r-c_d)L_{i+1}} - 1] = 0
\end{aligned} \tag{B.18}$$

Finalement on passe à l'autre côté l'expression négative et on trouve l'équation qui exprime la condition.

$$\begin{aligned} & \left[e^{(c_d+c_q)L_i} - 1 \right] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} \left[e^{-(r-c_d)L_{i+1}} - 1 \right] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)\tau_i} \left[(c_p - s) e^{-(r+s)L_{i+1}} + \right. \\ & \left. (r + s) e^{(c_p-s)L_i} \right] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p) e^{(c_q-c_p)\tau_i} \end{aligned} \quad (\text{B.19})$$

APPENDICE C: LA LINEARISATION

On a l'équation (C.1) suivante :

$$\left[e^{(c_d+c_q)L} - 1 \right] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} \left[e^{-(r-c_d)L} - 1 \right] + \sigma \frac{p_0}{q_0} e^{(c_q-c_p)L} \left[(c_p - s)e^{-(r+s)L} + (r+s)e^{(c_p-s)L} \right] = \frac{p_0}{q_0} (r+c_p)e^{(c_q-c_p)L} \quad (C.1)$$

On sait par le cours d'analyse que $e^x = \sum_0^{\infty} \frac{x^n}{n!}$ alors $e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \dots$

au voisinage de 0. On peut écrire $e^x = 1 + x + o(x^2) \Rightarrow e^x \approx 1 + x$.

Appliquons cette égalité à l'équation (C.1). On trouve :

$$\left[1 + (c_d + c_q)L - 1 \right] + \frac{c_d+c_q}{r-c_d} \left[1 - (r - c_d)L - 1 \right] + \sigma \frac{p_0}{q_0} \left[1 + (c_q - c_p)L \right] \left[(c_p - s)(1 - (r + s)L) + (r + s)(1 + (c_p - s)L) \right] = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p) \left[1 + (c_q - c_p)L \right] \quad (C.2)$$

On fait les sommes et les simplifications. On obtient :

$$\sigma \frac{p_0}{q_0} \left[1 + (c_q - c_p)L \right] (c_p + r) = \frac{p_0}{q_0} (r + c_p) + \frac{p_0}{q_0} (r + c_p)(c_q - c_p)L \quad (C.3)$$

On fait passer tous les termes à gauche. D'où on a :

$$\frac{p_0}{q_0} (c_p + r) \left[\sigma (1 + (c_q - c_p)L) - (c_q - c_p)L - 1 \right] = 0 \quad (C.4)$$

On fait la factorisation nécessaire. On a :

$$\frac{p_0}{q_0} (c_p + r) (\sigma - 1) \left[1 + (c_q - c_p)L \right] = 0 \quad (C.5)$$

On sait que $\frac{p_0}{q_0} > 0$, $\sigma < 1$ alors $\sigma - 1 < 0$. Quand on résout le produit on trouve

$$c_p = -r \quad (C.6)$$

ou

$$L = \frac{1}{C_p - C_q} \tag{C.7}$$

BIOGRAPHIE

Özlem Gürel est née en 1976 à Ankara. Elle s'est diplômée du Lycée Saint Benoît en 1995. Elle a commencé à faire ses études sur l'ingénierie de l'informatique à l'Université Galatasaray en 1995 et elle s'est diplômée en 2002. Dans la même année, elle a commencé son master sur le génie industriel à l'Université Galatasaray. Elle parle français, anglais et italien.