

# *Engineering Economique*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Chap. 6**

## **Notions du Remplacement**

**COURS 6 Mardi 01.12.2009**

**GARDER  
OU  
REEMPLACER ?**

**C'est toute une analyse**

# Études du remplacement

02 cas:

- 1) Garder ou remplacer. On parle (comme en boxe) de défenseur (du titre) (l'ancien équipement) et du challenger (nouvel équipement).
- 2) Est de déterminer la durée de vie économique (de service) d'un équipement.

On ne remplace pas n'importe comment.

Un remplacement **précipité** utilise un capital qui pourrait être bénéfique ailleurs (dans un autre investissement).

Et un remplacement **retardé** entraîne toujours des coûts (de maintenance, réparation...) supplémentaires importants.

# Hypothèses et Considérations

**Horizon du planning:** Temps lointain dans le futur considéré en analyse. Si c'est difficile à déterminer, on considère l'infini. Si c'est facile, on essaye de le limiter par rapport à la durée du projet.

**La technologie:** Il faut considérer les caractéristiques des nouvelles machines qui remplacent les anciennes. Il vaut mieux qu'ils soient de technologie différente et il est préférable de considérer l'obsolescence (dépréciation par le seul fait de l'évolution technique et non pas par l'usure due au fonctionnement).

**Modèles de coût et des revenus:** On suppose généralement qu'ils sont uniformes le long de la durée de vie de l'équipement. Peuvent être considérés en croissance ou décroissance si c'est possible.

**Disponibilité du capital:** Il faut toujours supposer un capital infini dans le cas de remplacement. Sinon si on garde, ça veut dire qu'on va mettre un minimum de capital en plus ou bien zéro en plus.

D'un autre côté, il vaut mieux limiter le capital quand on fait un choix entre alternatives.

# Valeur de marché de l'ancien équipement

Généralement, l'ancien équipement est accepté comme une partie du paiement du nouvel équipement. Le prix d'échange ne permet pas généralement de calculer la vraie valeur du marché de l'ancien équipement.

Ex: Je t'échange ta voiture que je l'estime à \$4000 contre une autre cotée à \$10000. Mais si tu achète la nouvelle cash ça sera pour \$8500.

Alors le prix d'échange sera de  $10000 - 4000 = \$6000$ .

Et la vraie estimation de l'ancienne voiture sera alors de  $8500 - 6000 = \$2500$ .

**\$4000: valeur apparente due à l'échange. (trade-in).**

**\$2500: valeur réelle du marché.**



# Spécifier l'horizon du planning

- ✓ Généralement, la durée de vie restante du défenseur est petite à la durée de vie du challenger. Il est donc conseillé de considérer un horizon de planning égal à la durée de vie restante du défenseur.
- ✓ Si sous certaines conditions, l'horizon du planning est supérieur à la vie restante du défenseur, il faut prévoir plusieurs possibilités de remplacement (autres que le challenger).

# Approches d'analyse du remplacement

03 types d'approches:

- 1. Approche Incrémentale**
- 2. Approche du cash-flow**
- 3. Approche conventionnelle.**

# 1. Approche Incrémentale

- ✓ C'est une méthode rapide pour déterminer si le remplacement est approprié.
- ✓ On considère en général les incréments des PW ou bien AW entre les projets.
- ✓ Généralement ne considère pas l'effet des taxes. (c'est une analyse avant taxes)

# Exemple

Une entreprise possède une grue qui a une durée de vie restante estimée à 10 ans. La grue peut être vendue à \$8000.

- a) Si la grue est gardée en service, elle doit subir une révision qui va coûter \$4000. Les coûts de maintenance et de fonctionnement seront de \$3000 par an après révision et sa valeur sur le marché sera nulle à la fin des 10 ans.
- b) Une nouvelle grue peut être achetée à \$18000 avec une durée de vie de 10 ans et aura à la fin une valeur de \$4000. Les coûts de maintenance et de fonctionnement seront de \$1000 par an. En considérant un taux d'intérêt de 10%, est ce qu'il faut remplacer la grue? Utiliser une analyse incrémentale AW.

Fin d'années	Ancien	Nouveau	Nouveau - Ancien
0	-4000	-18000+8000 =-10000	-6000
1 – 10	-3000	-1000	2000
10	0	4000	4000

$$AW(\text{Nouveau} - \text{Ancien}) = -6000(A/P, 10, 10) + 2000 + 4000(A/F, 10, 10)$$

$$AW(N - A) = \$1275$$

**Il faut remplacer.**

## **2. Approche du cash-flow**

**La valeur courante du défenseur (valeur d'échange) est considérée comme un cash-flow positif pour le challenger. (c'est vrai lorsqu'on remplace).**

**Permet de considérer des valeurs de marché du défenseur différentes pour différents challengers.**

**Tient compte des gains et pertes du capital dans les différents calculs.**

# Exemple

Une compagnie compte remplacer un compresseur qu'elle a achetée il y a 04 ans à \$50000. Actuellement, la valeur du compresseur (BV) est de \$30000 basée sur une dépréciation linéaire.

- a) Si le compresseur est gardé, il sera utilisé pour les prochaines 04 années ou il aura une valeur de \$10000. Les coûts de maintenance et de fonctionnement augmenteront chaque année de \$1000 avec des coûts de l'année passée de \$8000.
- b) Un nouveau compresseur peut être acheté à \$60000. Il aura des coûts de maintenance et de fonctionnement uniformes de \$8000 par an. La valeur à la fin de sa durée de 04 ans est estimée à \$30000.

**Si le nouveau compresseur est acheté, l'ancien peut être estimé dans la transaction (trade-in) à \$20000. En utilisant une analyse après taxe et une dépréciation linéaire, déterminer s'il faut remplacer ou non? Utiliser un taux d'intérêt de 10%, un taux de taxe de 40% et un horizon de planning de 04 années.**

**Utiliser l'approche du cash-flow.**

## 1er cas: garder l'ancien

Fin d'années	BTCF	Deprec.	Rev. Imposab.	Taxes sur rev.	ATCF
0	0				
1	-9000	-5000	-14000	5600	-3400
2	-10000	-5000	-15000	6000	-4000
3	-11000	-5000	-16000	6400	-4600
4	-12000	-5000	-17000	6800	-5200
4	10000	0	0	0	10000

$\text{Deprec} = (30000 - 10000) / 4 = 5000.$

$\text{PW}_1(10\%) = -3400(\text{P/A}, 10, 4) - 600(\text{P/G}, 10, 4) + 10000(\text{P/F}, 10, 4)$

$\text{PW}_1(10\%) = -\$6574$

## 2eme cas: Remplacer

Fin d'années	BTCF	Deprec.	Rev. Impos.	Taxes sur rev.	ATCF
0	-60000 + 20000		-10000	4000	-36000
1	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
2	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
3	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
4	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
4	30000	0	0	0	30000

Deprec =  $(60000 - 30000) / 4 = 7500$ .

$PW_1(10\%) = -36000 - 1800(P/A, 10, 4) + 30000(P/F, 10, 4)$

**$PW_1(10\%) = -\$21216$**

Les 02 cash-flow sont des dépenses uniquement, choisir l'alternative avec la plus petite des PW.

**Donc Garder le Compresseur**

### **3. Approche Conventiennelle**

**Introduit la valeur de marché du défenseur comme coût d'opportunité de garder le défenseur au lieu de le vendre.**

**Le coût d'investissement avant taxe du défenseur est sa valeur de marché.**

**La valeur de marché du défenseur est recouvrée sur une courte période.**

#### **Exemple**

**Reprenons l'exemple précédent avec la méthode conventionnelle.**

## 1er cas: garder l'ancien

Fin d'années	BTCF	Deprec.	Rev. Imposab.	Taxes sur rev.	ATCF
0	-20000		10000	-4000	-24000
1	-9000	-5000	-14000	5600	-3400
2	-10000	-5000	-15000	6000	-4000
3	-11000	-5000	-16000	6400	-4600
4	-12000	-5000	-17000	6800	-5200
4	10000	0	0	0	10000

$$\text{Deprec} = (30000 - 10000) / 4 = 5000.$$

$$\text{PW}_1(10\%) = -24000 - 3400(\text{P/A}, 10, 4) - 600(\text{P/G}, 10, 4) + 10000(\text{P/F}, 10, 4)$$

$$\underline{\text{PW}_1(10\%) = -\$30574}$$

## 2eme cas: Remplacer

Fin d'années	BTCF	Deprec.	Rev. Impos.	Taxes sur rev.	ATCF
0	-60000				-60000
1	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
2	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
3	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
4	-8000	-7500	-15500	6200	-1800
4	30000	0	0	0	30000

Deprec =  $(60000 - 30000) / 4 = 7500$ .

$PW_1(10\%) = -60000 - 1800(P/A, 10, 4) + 30000(P/F, 10, 4)$

**$PW_1(10\%) = -\$45216$**  (la différence entre les 02 méthodes est la même)

Les 02 cash-flow sont des dépenses uniquement, choisir l'alternative avec la plus petite des PW.

**Donc Garder le Compresseur**



# Types de vie d'un équipement

Puisque les estimations sont dans le futur, les durées de vie aussi sont estimées. Elles peuvent être de 03 types:

**Vie Économique (durée de service):** Période de temps de la date d'installation à la date de retrait dès qu'elle commence à fonctionner. Vie économique est reliée à la production annuelle maximale. Dès que la production annuelle commence à diminuer, on peut penser au remplacement, destruction...

**Durée de vie de possession:** Durée qu'un seul propriétaire garde l'équipement. De son installation jusqu'à sa cession. Elle peut consister d'une ou plusieurs périodes secondaires en plus de la période principale (période économique).

**Durée de vie physique:** Du début jusqu'à la fin (la cession) par le dernier propriétaire.



# Détermination de la vie économique

Déterminer à l'avance combien d'années l'équipement va être gardée en service.

Plus vous le gardez longtemps, les coûts d'investissement annuels diminuent et les coûts de maintenance et de fonctionnement augmentent.

Pour la détermination de la vie économique, 03 types de coûts à considérer:

**1. Frais de recouvrement du capital:** Se fait d'une année à une autre en estimant la valeur sur le marché de l'équipement à la fin de chaque année.

Généralement égal à la différence des valeurs de marché de 02 années consécutives plus l'intérêt sur la valeur de l'équipement pour l'année considéré.

$$\text{FrCp} = (\text{MV}_{k-1} - \text{MV}_k) + (i\% \times \text{MV}_{k-1})$$



ex:  $MV_{k-1}=\$20000$ ,  $MV_k=\$15000$ ,  $MARR=10\%$

Frais de recouvrement du capital =  $(20000-15000) + 0.1 \times 20000 = \$7000$ .

**Exemple:** utiliser  $MARR=10\%$

Année	MV fin d'année	$MV_{k-1}-MV_k$	Intérêt sur l'invest. (début de l'année)	Frais de Rec. Capit.
0	23000			
1	15000	8000	2300	10300
2	8500	6500	1500	8000
3	3000	5500	850	6350
4	1000	2000	300	2300
5	1000	0	100	100

- 2. Frais inhérent à la propriété:** Frais de maintenance, de fonctionnement et frais dus à la diminution de la capacité (réduction du taux de travail, période de non fonctionnement) et de la qualité (diminution de ventes, prix réduits) comparé lorsqu'elle est neuve (pas avec celui du remplacement).
- 3. Frais relatifs aux modèles améliorés:** Un modèle amélioré va produire plus et nécessite moins de frais. Donc il y a augmentation des frais de l'ancien par rapport à l'amélioré. Ces augmentations sont des frais d'opportunité pour l'ancien.
- Généralement les frais sont comparés aux frais de remplacement.

# Méthode de calcul d'une durée de vie économique

Méthode des frais annuels uniformes équivalents. (EUAC: Equivalent uniform annual cost)

On calcule, année par année, les frais marginaux totaux.

FMT = frais de recouvrement du capital + frais inhérents à la propriété + frais relatifs au modèle amélioré.

Puis on calcule EUAC pour chaque année (k).

$$EUAC_k = \left[ \sum_{j=1}^k FMT_j(P/F, i, j) \right] (A/P, i, k)$$

**La valeur minimale du EUAC correspond généralement à la durée de vie économique de l'équipement.**

## Exemple de calcul d'une durée de vie économique

Un nouveau camion nécessite un investissement de \$20000 et est supposé avoir des valeurs de marché et des frais annuels comme suit:

Année	MV fin année (A)	Frais inhérent (B)	Frais relatifs (C)	Dépenses totaux (B)+(C)
0	20000			
1	15000	1000	1000	2000
2	11250	1000	2000	3000
3	8500	1620	3000	4620
4	6500	3000	5000	8000
5	4750	4000	8000	12000

Si le MARR=10% par an, combien d'années doit-on garder le camion en service?

An	MV fin année (A)	MV <sub>k</sub> -MV <sub>k-1</sub> (B)	i%xBV <sub>k-1</sub> (C)	Frais de recouv. capital (D)	Dépenses totaux (E)	FMT (F)=D+E	EUAC (G)
0	20000						
1	15000	5000	2000	7000	2000	9000	9000
2	11250	3750	1500	5250	3000	8250	8643
3	8500	2750	1125	3875	4620	8495	8600
4	6500	2000	850	2850	8000	10850	9082
5	4750	1750	650	2400	12000	14400	9965

$$EUAC_2 = \left[ \sum_{j=1}^2 FMT_j (P/F, 10, j) \right] (A/P, 10, 2)$$

$$EUAC_2 = [9000(P/F, 10, 1) + 8250(P/F, 10, 2)] \times (A/P, 10, 2)$$

$$= [9000 (0.9091) + 8250 (0.8264)] \times (0.5762) = \mathbf{\$8643}$$

$$EUAC_3 = [9000(P/F, 10, 1) + 8250(P/F, 10, 2) + 8495(P/F, 10, 3)] \times (A/P, 10, 3)$$

$$= [9000(0.9091) + 8250(0.8264) + 8495(0.7513)] \times (0.4021) = \mathbf{\$8600 \text{ etc...}}$$

**Du tableau, on constate que la valeur minimale du EUAC correspond à 03 ans.**

**Il faut donc garder en service pour 03 ans**

**Remarquons que jusqu'à l'année 03, les frais marginaux totaux restent inférieurs déjà l'EUAC.**

**Ces frais sont supérieurs à l'EUAC à partir de l'année 04.**

**Merci. Fin du chapitre 6**

# *Engineering économique*

**Abdellatif MEGNOUNIF**

**Semaine Prochaine**

**Chap. 7**

## **Introduction aux risques et Incertitudes**