

Engineering Economie

Abdellatif MEGNOUNIF

Chap. 9

Analyse de la sensibilité

Cette méthode permet de décrire analytiquement les effets du risque et des incertitudes sur les projets et la prise de décision.

Introduction

- ✓ L'analyse de la sensibilité est utilisée quand des conditions d'incertitude existent pour un ou plusieurs paramètres.
- ✓ Permet de tenir compte des erreurs d'estimation
- ✓ Aussi, de pouvoir changer des décisions de choix rapidement
- ✓ Le terme « Sensibilité » vient du fait de pouvoir mesurer la sensibilité d'une décision à des changements des valeurs d'un ou de plusieurs paramètres.

C'est une méthode non probabiliste

Techniques de la sensibilité

1. Méthode du seuil de rentabilité

Valable surtout pour un seul paramètre.

2. Graphes de sensibilité.

C'est une analyse à plusieurs facteurs généralement indépendants.

3. Combinaison de facteurs

Analyse à plusieurs facteurs avec une possibilité d'interaction.

1. Méthode du seuil de rentabilité

- ❖ « Un à la fois » (one-at-a-time method)
- ❖ Elle considère la sensibilité de la mesure de l'efficacité économique (ex. AW) due au changement d'un seul paramètre.
- ❖ Le seuil est défini comme étant la valeur du paramètre choisi à laquelle le projet est à peine acceptable (légèrement).

Point d'indifférence

❖ On compare deux alternatives en utilisant par exemple le AW.

Soit AW_A et AW_B

❖ La valeur de chaque projet est définie en fonction du facteur choisi pour étude (facteur présentant l'incertitude).

$$AW_A = f(x) \text{ et } AW_B = f(x)$$

Avec x : facteur choisi

On peut l'utiliser pour plusieurs alternatives

Exemple

Dans une administration, on compte transformer l'ancien système de chauffage basé sur le charbon avec un nouveau fonctionnant soit en gaz naturel soit en mazout.

Le coût de la transformation en mazout est estimé initialement à \$80000. Les coûts de fonctionnement annuels sont supposés être de \$4000 moins que ceux dus en utilisant le charbon. On a approximativement une production de 140000 BTU par litre de mazout. Le prix d'un litre de mazout est de \$1.10

Pour transformer en gaz naturel, initialement, ça coûte \$60000. De plus, les coûts annuels de fonctionnement sont supposés être de \$6000 de moins que le charbon.



Approximativement, 1000 BTU sont produits par m³ de gaz naturel. Le prix du m³ est de \$0.02

Sur un planning de 20 ans, et avec un MARR de 10%, faite une analyse de sensibilité en considérant le BTU par an comme paramètre. Négliger la valeur résiduelle du système.

Soit X: BTU/an nécessaire (en 10³ BTU)

$$AW(\text{mazout}) = 80000(A/P, 10, 20) - 4000 + X(1.1 / 140 \cdot 10^3 \text{ BTU})$$

$$AW(\text{mazout}) = \underline{5400 + (0.008) X}$$

$$AW(\text{Gaz}) = 60000(A/P,10,20) - 6000 + X(0.02 / 10^3 \text{ BTU})$$

$$AW(\text{gaz}) = \underline{1050 + (0.02) X}$$

Pour trouver le seuil de rentabilité il faut que:

$$AW(\text{mazout}) = AW(\text{gaz})$$

$$5400 = 0.008X = 1050 + 0.02X$$

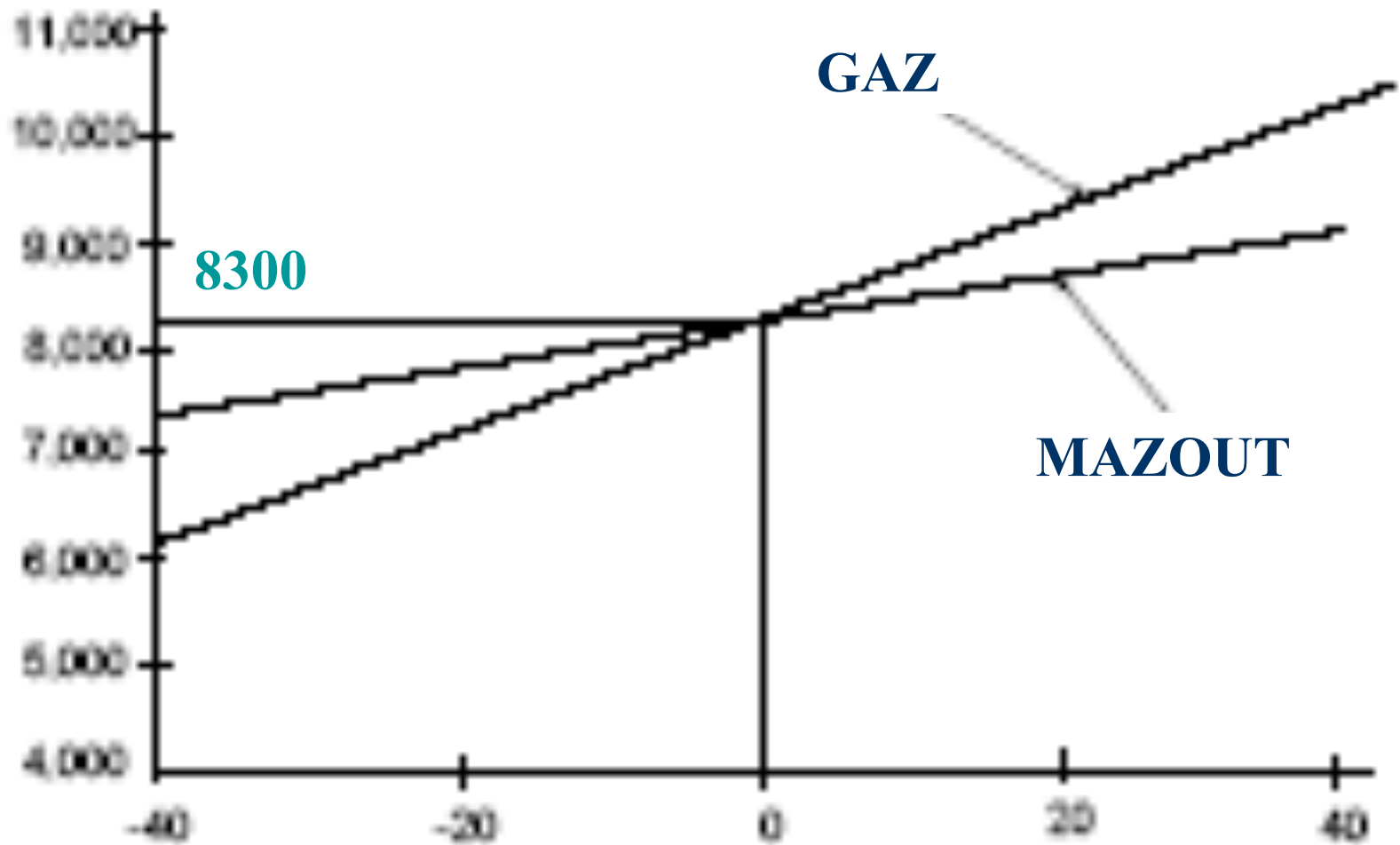
$$\text{Soit : } \underline{X=362500 \text{ } 10^3 \text{ BTU/an}}$$

Changement en % de X	Valeur de X	AW en \$	
		Mazout	Gaz
-30	253750	7430	6125
-20	290000	7720	6850
-10	326250	8010	7575
0	362500	8300	8300
10	398750	8590	9025
20	435000	8880	9750
30	471250	9170	10475

Valeur de X = $(1+\%) \times 362500$

Et on remplace dans les expressions des AW.

Valeur Annuelle AW(\$)



Variation de X, en %

Exemple

On veut déterminer la hauteur totale d'un bâtiment à construire dont la durée de vie est supposée égale à 40 ans puis il sera démoli avec une valeur résiduelle nulle.

On a les données suivantes:

	Nombre d'étages			
	2	3	4	5
Prix initial	200000	250000	320000	400000
Revenu Annuel	40000	60000	85000	100000
Frais annuels	15000	25000	25000	45000

En plus du prix initial du bâtiment le terrain nécessite un investissement de \$50000 et est supposé gardé cette valeur pendant toute la durée de vie du bâtiment. Analyser la sensibilité de la décision due au changement dans les estimations du MARR comprise entre 10% et 20%. Utiliser le PW et négliger les taxes.

$$\begin{aligned}\text{Coût du terrain} &= -50000 + 50000(P/F, i, 40) \\ &= 50000[1 - (P/F, i, 40)]\end{aligned}$$

Donc, il faut établir les équations pour chaque alternative (nbr d'étages) et faire varier le MARR entre 10% et 20%

2 étages:

$$PW = -200000 + (40000-15000)(P/A,i,40) - 50000[1-(P/F,i,40)]$$

3 étages:

$$PW = -250000 + (60000-25000)(P/A,i,40) - 50000[1-(P/F,i,40)]$$

4 étages:

$$PW = -320000 + (85000-25000)(P/A,i,40) - 50000[1-(P/F,i,40)]$$

5 étages:

$$PW = -400000 + (100000-45000)(P/A,i,40) - 50000[1-(P/F,i,40)]$$

PW(\$)	Nombre d'étages			
MARR	2	3	4	5
10%	-4419	43372	217848	88953
11%	-25455	14056	167832	43077
12%	-43368	-10930	125164	3945
13%	-58764	-32420	88439	-29733
14%	-72109	-51059	56567	-58958
15%	-83769	-67351	28693	-84516
16%	-94031	-81696	4142	-107026
17%	-103123	-94410	-17626	-126983
18%	-111230	-105748	-37044	-144785
19%	-118499	-115917	-54463	-160754
20%	-125051	-125085	-10170	-175153

2. Graphes de sensibilité

C'est une analyse de la sensibilité pour le cas de plusieurs facteurs indépendants.

Permet de représenter la variation de sensibilité en fonction de la déviation du facteur, en pourcentage.

Exemple

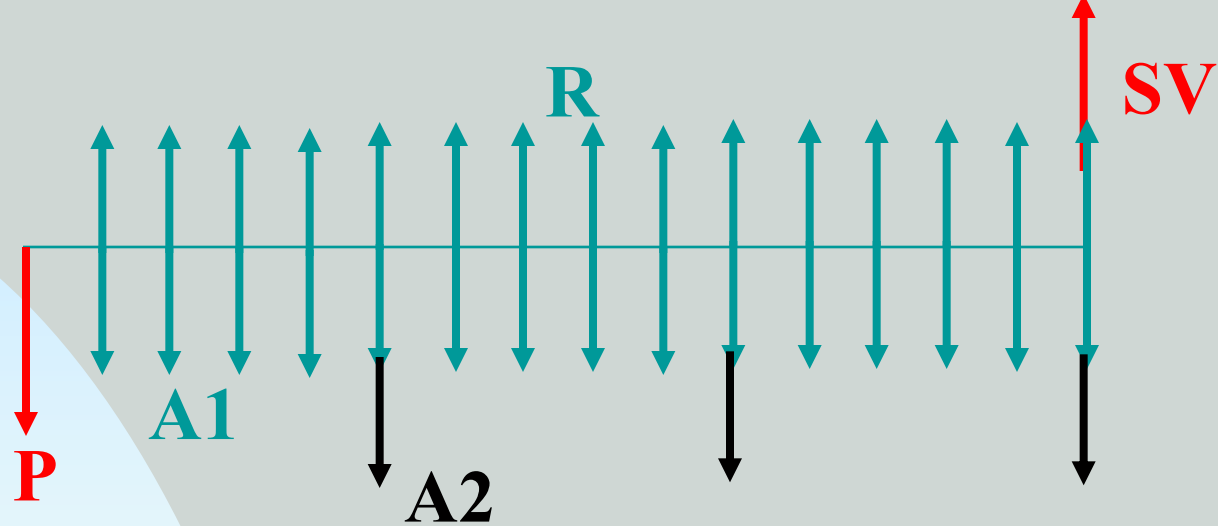
Une chaîne de motel compte construire un nouveau motel de 150 chambres. Le coût de la construction (sans les meubles) est de \$5 000 000. La compagnie table sur un planning d'investissement de 15 ans. Les meubles de ce motel doivent être remplacés chaque 5 ans à un coût estimé à \$1 875 000. Les anciens meubles n'ont aucune valeur dans le marché.

Les dépenses annuelles sont estimées à \$125000. La valeur du marché du motel après 15 ans est estimée à \$1 000 000. Les chambres seront louées à \$45 la nuit avec un taux d'occupation de 60%. Le motel fonctionnera 365 jours par an. Le MARR de la compagnie est de 10%.

A) En utilisant le AW, est-ce que le projet est acceptable?

B) Faites une analyse de sensibilité pour les 03 facteurs suivants: Investissement du capital (supposer SV constante), MARR et le taux d'occupation





R: Revenus annuels

SV: Valeur de marché à la fin des 15 ans.

A1: Dépenses annuelles = \$125 000.

A2: Dépenses chaque 5 ans = \$1 875 000.

$$AW(10\%) = -5000000(A/P,10,15) - 1875000(A/P,10,5) - 1000000(A/F,10,15) + (R-125000)$$

$$\text{Avec } R = (150 \text{ Ch})(0.6)(\$45/\text{ch}) (365 \text{ j/an}) = \$1\,478\,250$$

$$AW(10\%) = 232625 > 0. \text{ **Projet accepté.**}$$

B)

1. Investissement du capital

$$232625 - 5000000(A/P, 10, 15)X = 0$$

$$X = 0.3538 \text{ (35.38\%)}$$

2. Taux d'occupation

$$232625 + (150) (45) (365) X = 0$$

$$X = -0.1574 \text{ (-15.74\%)}$$

3. MARR

Par essai et erreur on trouve d'abord le IRR.

Soit $IRR = 14.30\%$

Le MARR doit être alors augmenté de :

$$(14.3 / 10) - 1 = 43.0\%$$

Tracé des graphes:

On utilise l'équation suivante:

$$AW(I, R, i) = (150)(R/100)(45)(365) - 125000 - I (A/P, i, 15) + 1000000(A/F, i, 15) - 1875000(A/P, i, 5)$$

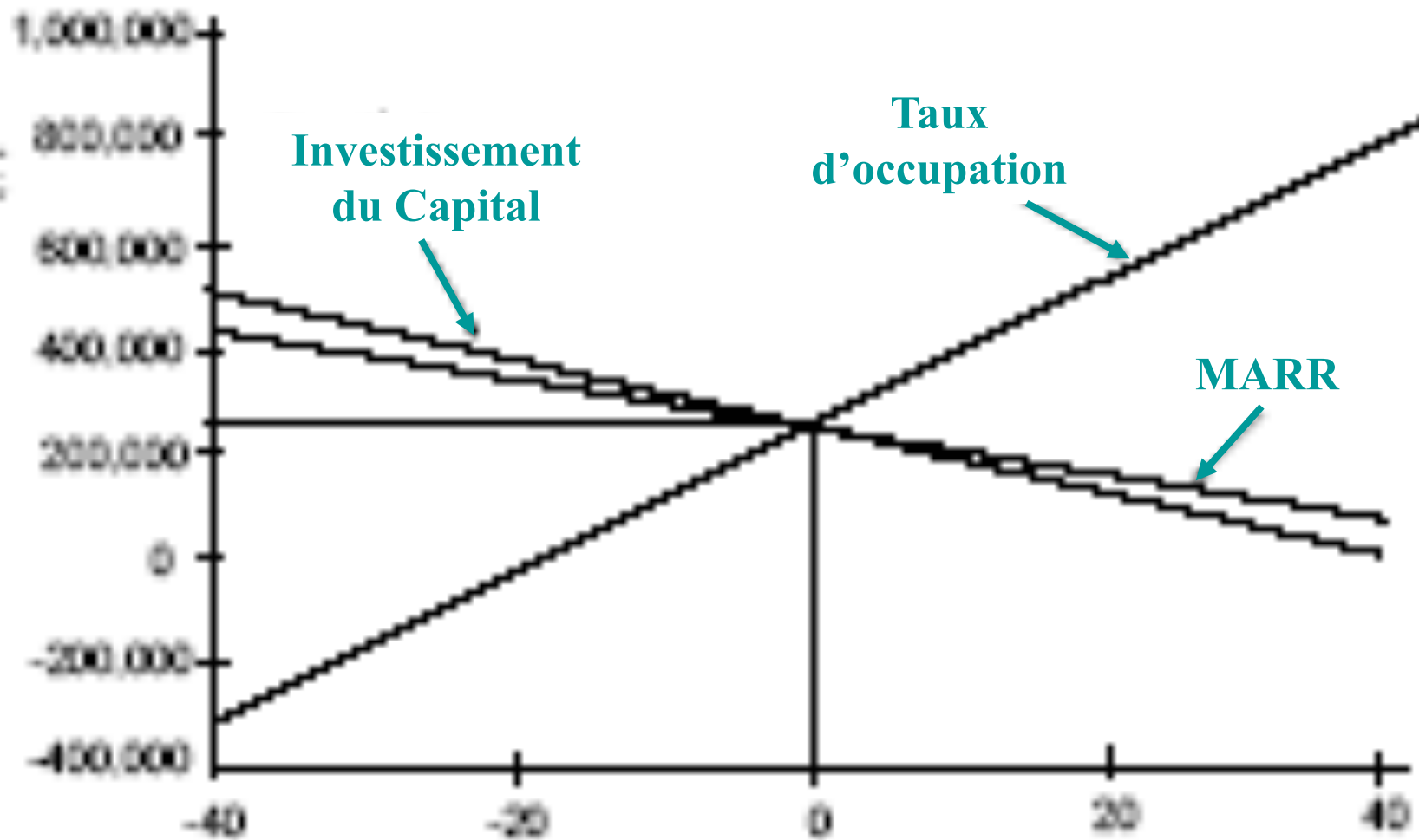
Pour les 03 cas suivants (facteurs indépendants):

- i) I variable, R=60% et i=10%
- ii) I = \$5000000, R variable et i=10%
- iii) I = \$5000000, R = 60% et i variable.

Soit :

- i) $AW(I) = 1478250 - 125000 - (1 \pm p\%/100)(5000000)(A/P, 10, 15) + 1000000(A/F, 10, 15) - 1875000(A/P, 10, 5)$
- ii) $AW(R) = 1478250(1 \pm p\%/100) - 125000 - 5000000(A/P, 10, 15) + 1000000(A/F, 10, 15) - 1875000(A/P, 10, 5)$
- iii) $AW(i) = 1478250 - 125000 - 5000000(A/P, 10(1 \pm p\%/100), 15) + 1000000(A/F, 10(1 \pm p\%/100), 15) - 1875000(A/P, 10(1 \pm p\%/100), 5)$

Valeur Annuelle (AW) en \$



Changement, %



3. Combinaison de facteurs

C'est une analyse de la sensibilité pour le cas de plusieurs facteurs avec interaction.

On parle généralement de surface de sensibilité.

C'est une approche optimiste – Pessimiste. Changement de variables dans une direction favorable et défavorable. Et puis on choisit les 5% limite supérieure et les 5% limite inférieure.

Exemple

Une compagnie compte acheter une nouvelle machine dont le prix est estimé à \$200000. Cette machine va générer des revenus annuels de \$80000. Les frais annuels de fonctionnement et de maintenance sont de \$20000. La durée de vie est de 10 ans et le MARR=12%.

Les paramètres les plus critiques sont le prix initial et les revenus du projet. Faite une analyse de sensibilité à deux facteurs .

Utiliser l'approche de la surface de sensibilité.

Aussi, examiner l'effet du changement de la durée de vie à 5 ans sur l'interprétation des résultats.

$$\begin{aligned} AW(i) &= -200000(A/P,12,10) + 80000 - 20000 \\ &= 24600 > 0 \end{aligned}$$

Posons, « x » changement en %, dans le prix initial

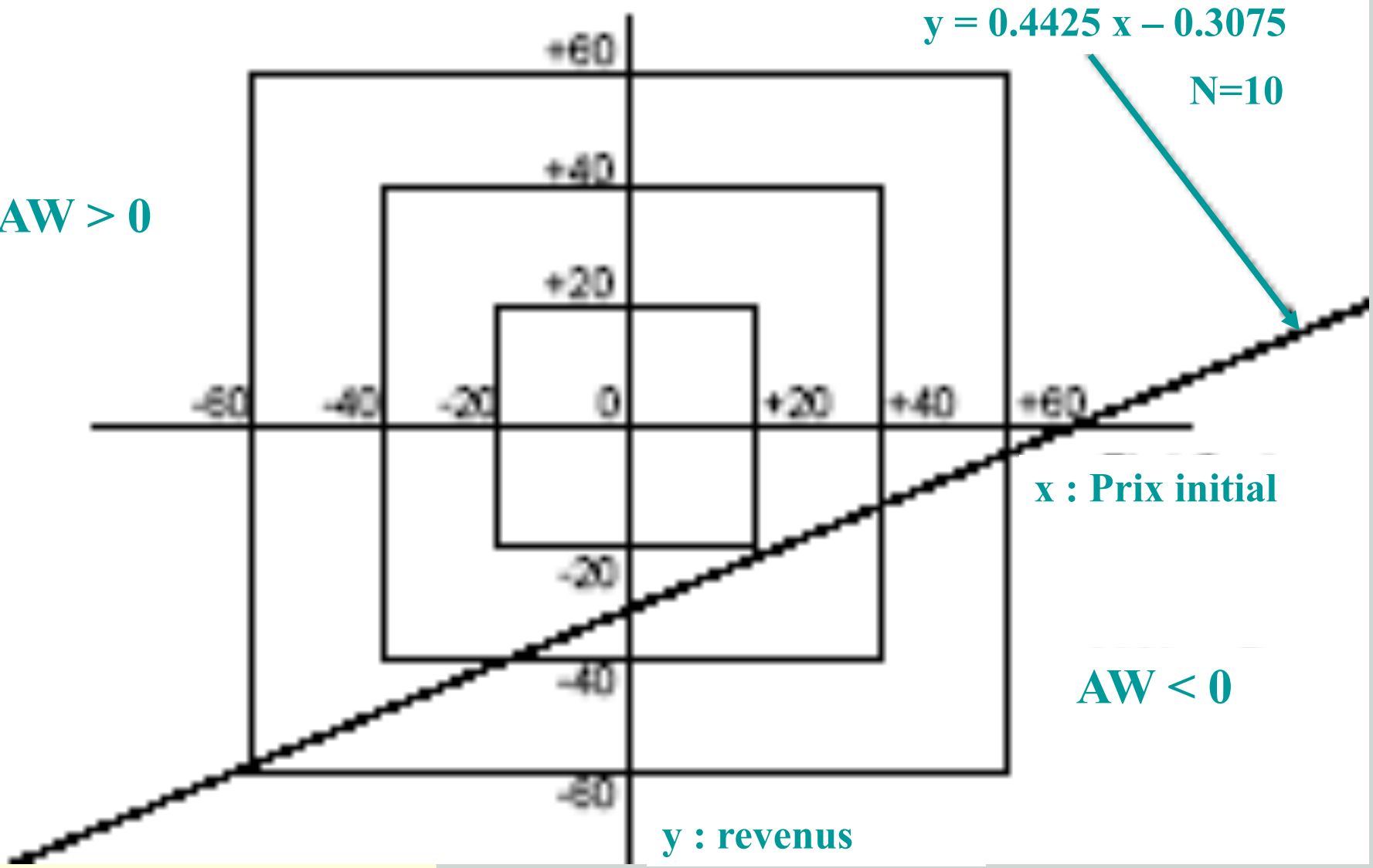
Et « y » changement en %, dans les revenus.

$$AW(i) = -200000(1+x)(A/P,12,10) + 80000(1+y) - 20000.$$

$$AW(i) = 24600 - 35400 (x) + 80000 (y) = 0$$

Soit $y = 0.4425 (x) - 0.3075$

$AW > 0$



x : Prix initial

AW < 0

y : revenus



N = 5 ans

Si N=5 ans, on aura:

$$\begin{aligned} AW(i) &= -200000(A/P,12,5) + 80000 - 20000 \\ &= 4520 > 0 \end{aligned}$$

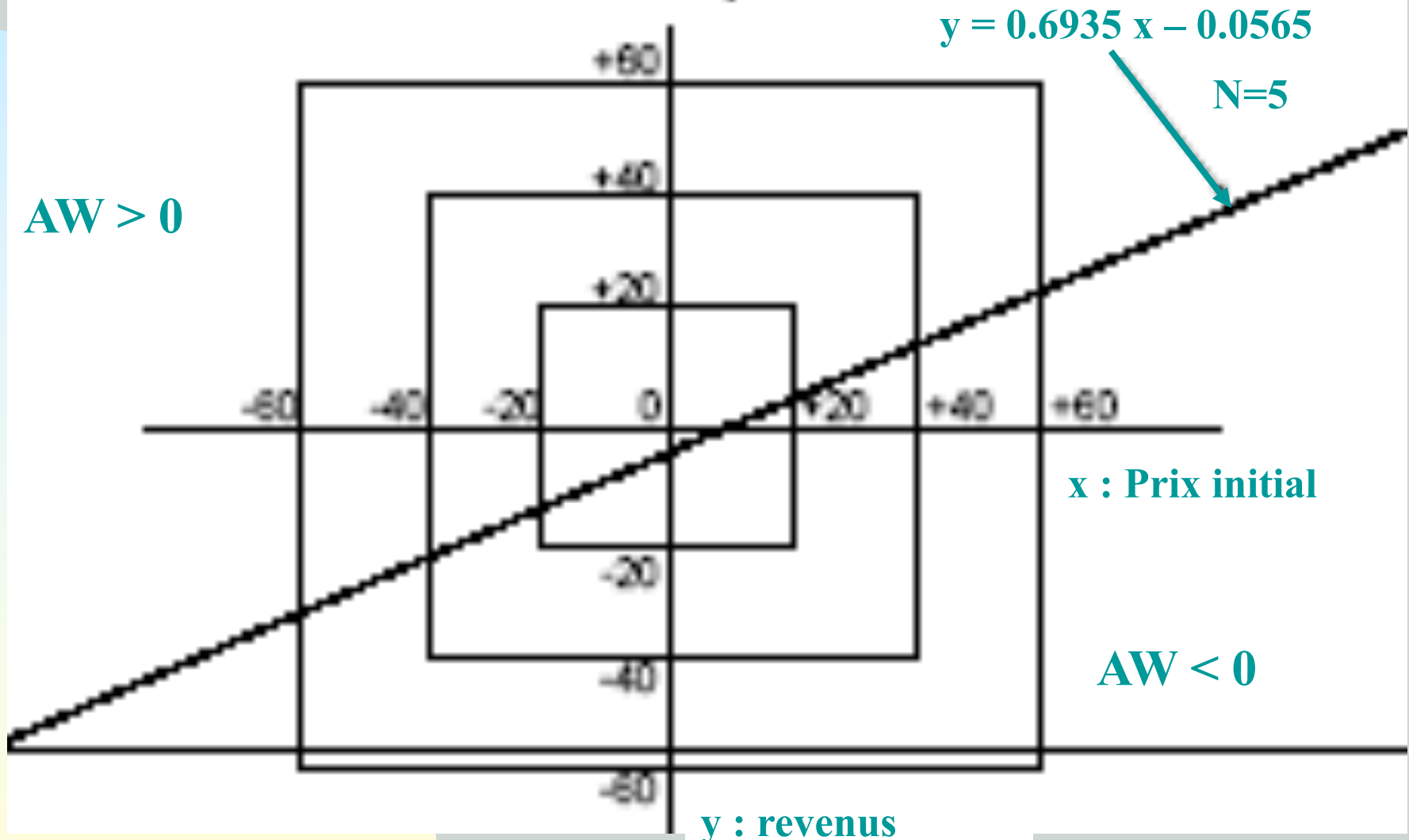
Posons, toujours « x » changement en %, dans le prix initial, et « y » changement en %, dans les revenus.

$$AW(i) = -200000(1+x)(A/P,12,5) + 80000(1+y) - 20000.$$

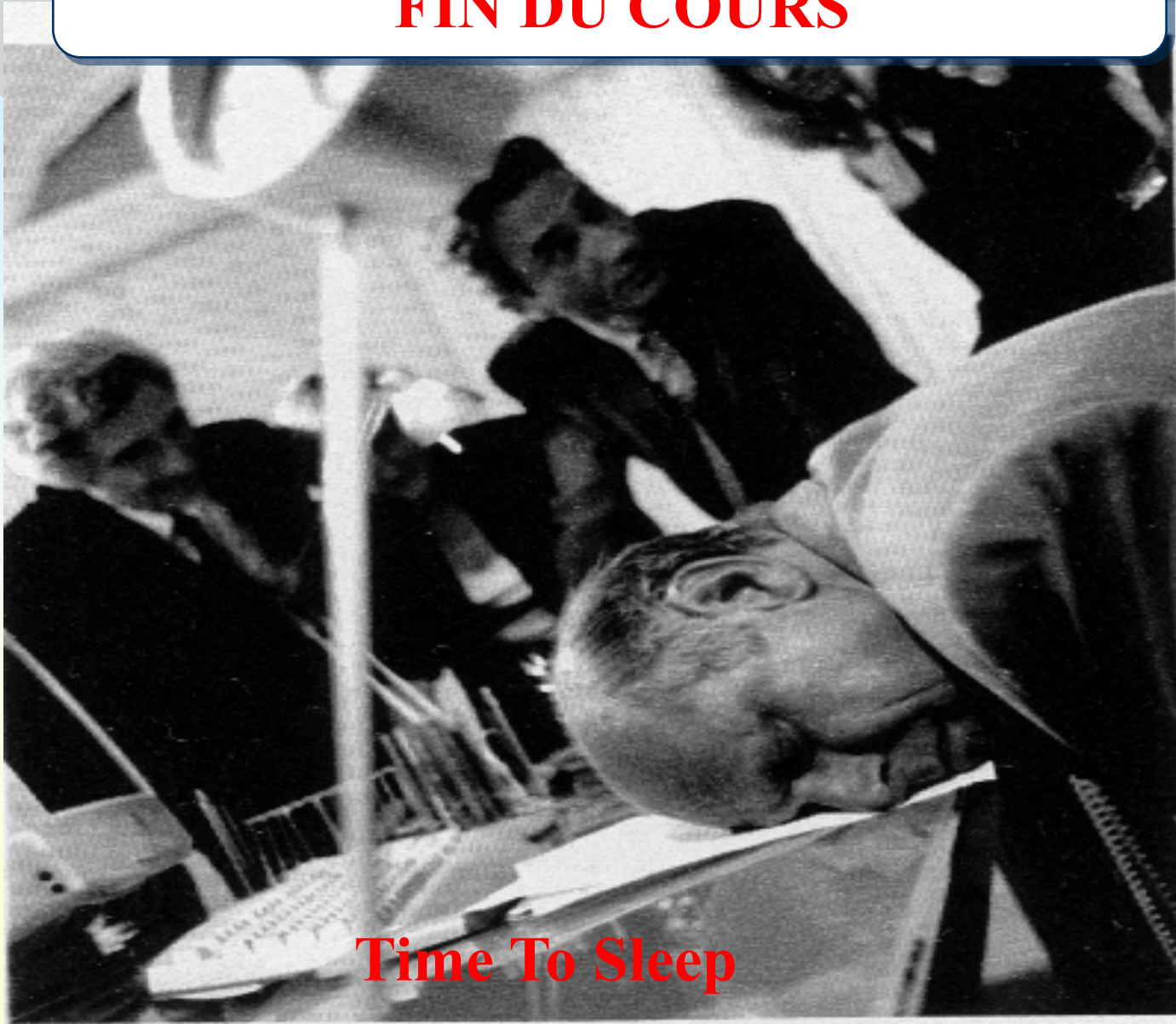
$$AW(i) = 4520 - 55480 (x) + 80000 (y) = 0$$

Soit $y = 0.6935 (x) - 0.0565$

$AW > 0$



**Merci. Fin du Chapitre 9
FIN DU COURS**



Time To Sleep

Engineering Economie

Abdellatif MEGNOUNIF

Semaine Prochaine

Exemples d'application

Merci. Fin du Chapitre 9