

Économique de l'ingénieur

Cours 11-12

Contenu

- Choix parmi des projets indépendants en cas de restrictions budgétaires
- Prise en compte du risque dans l'évaluation des projets

Plan du cours

Références :

- Économie pour Ingénieurs (EI) : Chapitres 9, 12, 17 et 18

Contenu :

- Projets indépendants
- Analyse du risque
 - Distinction entre risque et incertitude
 - Méthodes
 - **Délai** de récupération (Cours 7)
 - 1. **Seuil de rentabilité (point mort)** (Cours 6)
 - 2. **Analyse de sensibilité**: effet de variation d'un indicateur (les autres demeurant constants) sur la VAN ou le TRI par exemple.
 - 3. Modèles probabilistes
 - 4. Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)
 - 5. Arbre de décision
 - 6. **TRAM ajusté au risque**
 - 7. Analyse des scénarios
 - 8. Méthode de Monte Carlo

Projets indépendants

Projets indépendants

pas assez d'argent pour financer tous les projets
financer seulement ceux qui sont les plus
rentables

- Si plusieurs projets indépendants sont évalués et qu'il y a des contraintes budgétaires :
 - une analyse différentielle n'est pas nécessaire
 - on **compare chaque solution à la solution du *statu quo***
 - on sélectionne et on approuve tous les projets pour lesquels la VAN est positive
- S'il y a des contraintes budgétaires, une **méthode d'optimisation** doit être employée.

Projets indépendants

la faisabilité de l'un n'empêche pas celle d'un autre

Les projets indépendants et les ensembles de projets

- Projets indépendants
 - Plusieurs projets sont considérés comme indépendants si :
 - ❖ les flux monétaires des uns n'influent en rien sur ceux des autres.
 - Dans ce cas, le choix d'un projet n'influence pas l'acceptation ni le rejet des autres projets.
 - Un ensemble de projets constitue un groupe de projets indépendants.
 - Les projets indépendants ont tendance à être assez différents les uns des autres.
 - Il n'est pas toujours possible de choisir tous les projets, car il peut exister des restrictions budgétaires.

Projets indépendants

Les caractéristiques d'un problème de choix des investissements

faut faire projet au complet

- On établit plusieurs projets indépendants et on estime leurs flux monétaires nets.
- On choisit ou on rejette chaque projet **dans son intégralité**; il n'est pas possible d'investir partiellement dans un projet.
- Une **restriction budgétaire** établie, limite le montant total disponible aux fins de l'investissement.
- L'objectif consiste à **maximiser le rendement du capital investi** selon une certaine mesure de la valeur.
 - Par exemple, on peut accepter tous les projets qui possèdent les valeurs actualisées les plus élevées selon le TRAM, jusqu'à l'épuisement des fonds.

Projets indépendants

La limitation des investissements à l'aide de l'analyse de la valeur actualisée nette de projets de durées de vie égales

- Dans ce cas, on part de plusieurs projets potentiels dont les **durées de vie sont toutes égales**.
- On forme tous les **ensembles de projets qui s'excluent mutuellement**.
- On fonde le choix des projets sur leur **VAN** respective.
- Le nombre total d'ensembles de projets = **2^m** .
- Si l'on **exclut celui du statu quo**, on obtient alors **$2^m - 1$** ensembles de projets.

Projets indépendants

Exemple de formation d'ensembles de projets lorsque $m = 4$

<u>Projet</u>	<u>Investissement</u>
A	10 000 \$
B	5 000 \$
C	8 000 \$
D	<u>15 000 \$</u>
	38 000 \$ au total

Il y a alors $2^4 - 1$ combinaisons ou 15 ensembles de projets à évaluer.

Le budget des investissements s'élève à **25 000 \$**.

Impossible d'accepter les 4 projets en raison de la restriction budgétaire. Quelle est la combinaison optimale des projets à choisir?

Projets indépendants

Les étapes de l'analyse manuelle

1^{re} étape : la formation de toutes les combinaisons de projets

- On détermine les investissements et les flux monétaires liés à toutes les combinaisons de projets réalisables, chacune d'elles représentant l'un des ensembles de projets s'excluant mutuellement sur le plan économique.
- On forme toutes les **combinaisons possibles** en dressant la liste de chaque projet distinct, puis de deux projets à la fois, puis de trois, et ainsi de suite.

Projets indépendants

Les combinaisons possibles pour $m = 4$

LA LISTE COMPLÈTE DES 16 ENSEMBLES DE
PROJETS S'EXCLUANT MUTUELLEMENT

1.	Statu quo	9.	ABC
2.	A	10.	ABCD
3.	B	11.	BC
4.	C	12.	BD
5.	D	13.	ABD
6.	AB	14.	BCD
7.	AC	15.	CD
8.	AD	16.	ACD

Projets indépendants

Le classement des ensembles de projets par ordre croissant des investissements nécessaires

ENSEMBLE	PROJETS	INVESTISSEMENT
1	Statu quo	0 \$
2	B	5 000 \$
3	C	8 000 \$
4	A	10 000 \$
5	BC	13 000 \$
6	D	15 000 \$
7	AB	15 000 \$
8	AC	18 000 \$
9	BD	20 000 \$
10	ABC	23 000 \$
11	CD	23 000 \$
12	AD	25 000 \$
13	BCD	28 000 \$
14	ABD	30 000 \$
15	ACD	33 000 \$
16	ABCD	38 000 \$

La liste complète des 16 ensembles de projets s'excluant mutuellement

Il faut éliminer les ensemble de projets qui nécessitent un investissement supérieur au budget de 25 000 \$.

Les ensembles de projets 13 à 16 ne sont pas réalisables, car ils nécessitent un investissement supérieur au budget de 25 000\$.

Les ensembles de projets 1 à 12 constituent les ensembles réalisables.

retire tout ceux avec investissement > 25 000

Projets indépendants

Les étapes de l'analyse manuelle

2^e étape : la détermination des flux monétaires nets

- On additionne les flux monétaires nets annuels estimatifs de tous les projets qui constituent chaque ensemble.
- La variable j désigne l'ensemble de projets.
- On nomme les flux monétaires nets de l'année initiale ($t = 0$) de chaque ensemble de projets j ainsi : FMN_{j0} .

P
↑

Projets indépendants

Les étapes de l'analyse manuelle

FMN et l'analyse de la VAN

- On calcule la $VAN_j = VA$ des flux monétaires nets d'un ensemble de projets moins l'investissement initial qu'il nécessite.

$$VAN_j = \sum_{t=1}^{n_j} FMN_{jt}(P/F; i; t) - FMN_{j0}$$

j désigne l'ensemble de projets

- On choisit l'ensemble de projets dont la VAN_j est la plus élevée.

calculer la VAN pour tous les projets

Projets indépendants

Exemple

- *Contrainte budgétaire = 20 millions de \$*
- Nombre de projets = 5
- Projets = {A, B, C, D, E}
- Nombre d'ensembles de projets = $2^5 = 32$ combinaisons possibles
- Durée de vie de chaque projet = 9 ans
- On détermine l'ensemble de projets qui possède la valeur actualisée nette la plus élevée au taux de rendement acceptable minimal (TRAM) de 15%.

Projets indépendants

Les investissements initiaux dans $m = 5$ projets

Les montants sont présentés en milliers de dollars

Projet	Investissement initial (\$)	FMN annuels	Durée de vie (années)
A	-10 000	(\$) 2 870	9
B	-15 000	2 930	9
C	-8 000	2 680	9
D	-6 000	2 540	9
E	-21 000	9 500	9

dépasse déjà la contrainte
donc enlever

Des $2^5 = 32$ ensembles de projets possibles, on retire le projet E dès le départ, puisque 21 millions de dollars > 20 millions de dollars.

Projets indépendants

Les ensembles de projets réalisables accompagnés de leurs flux monétaires nets et de leur valeur actualisée nette

TRAM= 15%		n= 9 ans			
Ensemble de projets j	Projets inclus	Investissement initial	Flux monétaires nets annuels	Valeur actualisée nette	
		FMN_{j0} (\$)	FMN_j (\$)	VAN_j (15%)	(5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
1	A	-10000	2870	3 694 \$	
2	B	-15000	2930	(1 019 \$)	
3	C	-8000	2680	4 788 \$	
4	D	-6000	2540	6 120 \$	
5	AC	-18000	5550	8 482 \$	
6	AD	-16000	5410	9 814 \$	
7	CD	-14000	5220	10 908 \$	
8	<i>Statu quo</i>	0	0	0	

me rapporte le plus d'argent dans mes poches

- La VAN de l'ensemble de projets CD est la plus élevée.
- Les **6 millions \$ qui restent seront réinvestis au TRAM de 15% par année.**

20M-14M=6M

réinvesti dans le futur et ramené au présent qui reviens à la même chose

Projets indépendants

La limitation des investissements à l'aide de l'analyse de la valeur actualisée nette de projets de durées de vie inégales

Éléments essentiels

- On présume que le **réinvestissement** de tous les **flux monétaires nets positifs** offrira le **TRAM** du moment de leur réalisation jusqu'à la fin du projet dont la durée de vie est la plus longue.
- **Pas nécessaire** d'utiliser le plus petit commun multiple des durées de vie des projets évalués.

Projets indépendants

Exemple 12.2 - analyse de projets de durées de vie inégales

Projet	Investissement initial (\$)	Flux monétaires nets annuels (\$)	Durée de vie du projet (années)
A	-8 000	3 870	6
B	-15 000	2 930	9
C	-8 000	2 680	5
D	-8 000	2 540	4

Le budget de l'investissement est de **20 000 \$** et le **TRAM est de 15%**.

Il y a $2^4 = 16$ ensembles de projets à évaluer, dont 8 sont réalisables.

réinvesti flux monétaires après

Projets indépendants

Le regroupement des projets A et B dont les durées de vie sont inégales

- Les projets A et B possèdent des durées de vie inégales.
- Si l'on suppose un **réinvestissement des flux monétaires nets du projet le plus court au TRAM jusqu'à la fin de la durée de vie du projet le plus long**, on peut réunir les projets A et B dans un même ensemble en effectuant le calcul suivant :

$$VA_{(AB)} = VA_A + VA_B$$

Projets indépendants

calcul de VAN pour chaque projet

EXEMPLE - Les VAN en résumé

Ensemble de projets	Projets	Valeur actualisée nette (VAN)	Commentaires
1	A	+6 646 \$	
2	B	-1 019	Rejet
3	C	+984	
4	D	-748	Rejet
5	AC	+7 630	Ensemble de projets possédant la VAN la plus élevée
6	AD	+5 898	
7	CD	+235	
8	<i>Statu quo</i>	0	

enlever les VAN négatives

le plus rentable est de faire le projet AC

On devrait choisir les projets A et C, qui exigent un investissement de 16 000 \$, la différence de 4 000 \$ étant considérée comme investie au TRAM.

Analyse du risque

Analyse du risque

BUT:

Fournir de **meilleurs renseignements au décideur**, celui-ci devant évaluer la possibilité qu'un projet soit moins rentable que prévu et décider s'il est prêt à assumer ce risque.

on ne sait pas ce qui va se passer plus tard ca comporte un risque
plus on sen va loin dans le temps, plus le projet comporte des
risques

Distinction entre risque et incertitude

RISQUE

Tous les **événements** susceptibles d'affecter un projet sont **connus** et qu'on peut leur associer des **probabilités**.

INCERTITUDE

On ne peut quantifier la probabilité qu'un évènement survienne par manque d'information.

Méthodes

- **Délai de récupération** (Cours 7)
- 1. **Seuil de rentabilité (point mort)** (Cours 6)
- 2. **Analyse de sensibilité**: effet de variation d'un indicateur (les autres demeurant constants) sur la VAN ou le TRI par exemple.
- 3. Modèles probabilistes
- 4. Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)
- 5. Arbre de décision
- 6. **TRAM ajusté au risque** : plus le projet est risqué et plus on utilise un TRAM élevé.
- 7. Analyse des scénarios
- 8. Simulation de Monte Carlo

Analyse du risque

Seuil de rentabilité économique

1

Seuil de rentabilité économique (exemple)

- Débours de l'investissement: 125 000\$
- Quantités vendues: 2 000 par année @ 50\$/unité
- Coûts de production unitaires variables: 15\$/unité
- Coûts fixes additionnels autres que l'amortissement: 10 000\$/an
- Durée du projet: n= 5 ans
- DPA= 30% dégressif à taux constant
- Hypothèse de fermeture de catégorie
- Taux d'imposition T= 40%
- Valeur de revente après 5 ans: 32% du coût initial (40 000\$)
- TRAM: 15% après impôt

Déterminez le volume pour lequel la VAN sera nulle (point mort). On suppose que la VAN est surtout sensible à la variation du volume.

nombre unité minimum pour commencer à faire de l'argent

Seuil de rentabilité économique (suite)

Année	0	1	2	3	4	5
CALCUL DES FLUX DES FLUX MONÉTAIRES APRÈS IMPÔTS						
Produits						
Quantités (unités)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Prix unitaire	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$
Produits des ventes	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$
Charges						
Coût variable unitaire	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$
Coût variable total	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Coût fixe	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
DPA (30%)	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Bénéfice imposable	41 250 \$	28 125 \$	37 688 \$	44 381 \$	49 067 \$	
Impôt (40%)	16 500	11 250	15 075	17 753	19 627	
Bénéfice net (fiscal)	24 750 \$	16 875 \$	22 613 \$	26 629 \$	29 440 \$	
DPA	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Investissement	125 000 \$					
Récupération						40 000 \$
Effet fiscal de la disposition						-5 796 \$
FM net	-125 000 \$	43 500 \$	48 750 \$	44 925 \$	42 248 \$	74 578 \$
VAN(15%) =	40 460 \$		TRI =	27.1%	[FNACC - Min (R, P)] × T	
Fermeture de la catégorie						

Seuil de rentabilité économique (suite)

Année	0	1	2	3	4	5
CALCUL DES FLUX DES FLUX MONÉTAIRES APRÈS IMPÔTS						
Produits						
Quantités (unités)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Prix unitaire	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$
Produits des ventes	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$
Charges						
Coût variable unitaire	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$
Coût variable total	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Coût fixe	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
DPA (30%)	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Bénéfice imposable	41 250 \$	28 125 \$	37 688 \$	44 381 \$	49 067 \$	
Impôt (40%)	16 500	11 250	15 075	17 753	19 627	
Bénéfice net (fiscal)	24 750 \$	16 875 \$	22 613 \$	26 629 \$	29 440 \$	
DPA	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Investissement	125 000 \$					
Récupération						40 000 \$
Effet fiscal de la disposition						-3 864 \$
FM net	-125 000 \$	43 500 \$	48 750 \$	44 925 \$	42 248 \$	76 509 \$
VAN(15%)=	41 421 \$		TRI =	27.3%		
Non fermeture de la catégorie						
$[FNACC - \min(R, P)] \times \left(\frac{T \times d}{i + d} \right)$						

Seuil de rentabilité économique – FERMETURE (suite)

ANNÉE	0	1	2	3	4	5
RENTRÉES APRÈS IMPÔT						
V.R. nette après impôt					40 000\$ - 5 796\$	
Revenus après impôts						34 204 \$
$X(1-40\%)*50\%$		30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X
Crédit de DPA						
DPA (30%)	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
40%*DPA	7 500	12 750	8 925	6 248	4 373	
SORTIES APRÈS IMPÔT						
Invest	-125000					
Coût Variable total						
$-X(1-40\%)*15\%$		-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X
Coûts fixes						
$-(1-40\%)*10 000\%$		-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$
FM net	-125 000 \$	21X+1500	21X+6750	21X+2925	21X+248	21X+32577
-100 330 \$ =	-125 000 \$	1304.35	5103.97	1923.23	141.79	16196.53
70.40 x		21 x	21 x	21 x	21 x	21 x
		$= 21 (P/A, 15\%, 5)$	$21 = 30\$ - 9\$$			
				$15 000 = 7 500 - 6 000$		$32577(P/F, 15\%, 5)$

Seuil de rentabilité économique – NON-FERMETURE (suite)

ANNÉE	0	1	2	3	4	5
RENTRÉES APRÈS IMPÔT	40 000\$ - 3 864\$					
V.R. nette après impôt						36 136 \$
Revenus après impôts						
$\times(1-40\%)*50\$$	30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X	30 \$ X	
Crédit de DPA						
DPA (30%)	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
40%*DPA	7 500	12 750	8 925	6 248	4 373	
SORTIES APRÈS IMPÔT						
Invest	-125000					
Coût Variable total						
$-\times(1-40\%)15\$$	-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X	-9 \$ X	
Coûts fixes						
$-(1-40\%)10 000\$$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$	-6 000 \$
FM net	-125 000 \$	21X+1500	21X+6750	21X+2925	21X+248	21X+34509
-99 370 \$	= -125 000 \$	1304.35	5103.97	1923.23	141.79	17157.07
70.40 X		21 X	21 X	21 X	21 X	21 X
	$= 21 (P/A, 15\%, 5)_{21} = 30\$ - 9\$$	$15 000 = 7 500 - 6 000$				$34509(P/F, 15\%, 5)$

Seuil de rentabilité économique – FERMETURE (suite)

Volume pour lequel $\text{VAN}(15\%)= 0$

$$70.40X - 100\ 331\$ = 0$$

flux monétaires après impôts

$$X = 1\ 426 \text{ unités}$$

Seuil de rentabilité économique – NON-FERMETURE (suite)

Volume pour lequel $\text{VAN}(15\%)= 0$

$$70.40X - 99\ 370\$ = 0$$

$$X = 1\ 412 \text{ unités}$$

Analyse du risque

Analyse de sensibilité
2

Analyse de sensibilité

quelle est l'élément financier qui aurait le plus d'impacts

PERMET DE:

- Connaître les **conséquences des changements** dans les valeurs prévues et utilisées dans la VAN, TRI, CAE, DR etc.
- Dégager les **points forts et les points faibles du projet analysé**.

Analyse de sensibilité pour 5 variables : F

Année	0	1	2	3	4	5
CALCUL DES FLUX DES FLUX MONÉTAIRES APRÈS IMPÔTS						
Produits						
Quantités (unités)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Prix unitaire	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$	50 \$
Produits des ventes	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$	100 000 \$
Charges						
Coût variable unitaire	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$	15 \$
Coût variable total	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
Coût fixe	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
DPA (30%)	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Bénéfice imposable	41 250 \$	28 125 \$	37 688 \$	44 381 \$	49 067 \$	
Impôt (40%)	16 500	11 250	15 075	17 753	19 627	
Bénéfice net (fiscal)	24 750 \$	16 875 \$	22 613 \$	26 629 \$	29 440 \$	
DPA	18 750	31 875	22 313	15 619	10 933	
Investissement	125 000 \$					
Récupération		32%*125 000\$=			40 000 \$	
Effet fiscal de la disposition						-5 796 \$
FM net	-125 000 \$	43 500 \$	48 750 \$	44 925 \$	42 248 \$	74 578 \$
VAN(15%)=	40 460 \$		TRI =	27.1%		
Fermeture de la catégorie						

Analyse de sensibilité pour 5 variables : F

prix de vente unitaire
 coût variable unitaire
 coût fixe
 valeur de récupération
 valeur de récupération

PVu	50 \$
Quantités vendues	2 000
CVu	15 \$
CF	10 000 \$
R	40 000 \$

Il faut faire varier chaque élément dans le chiffrier du calcul de la VAN

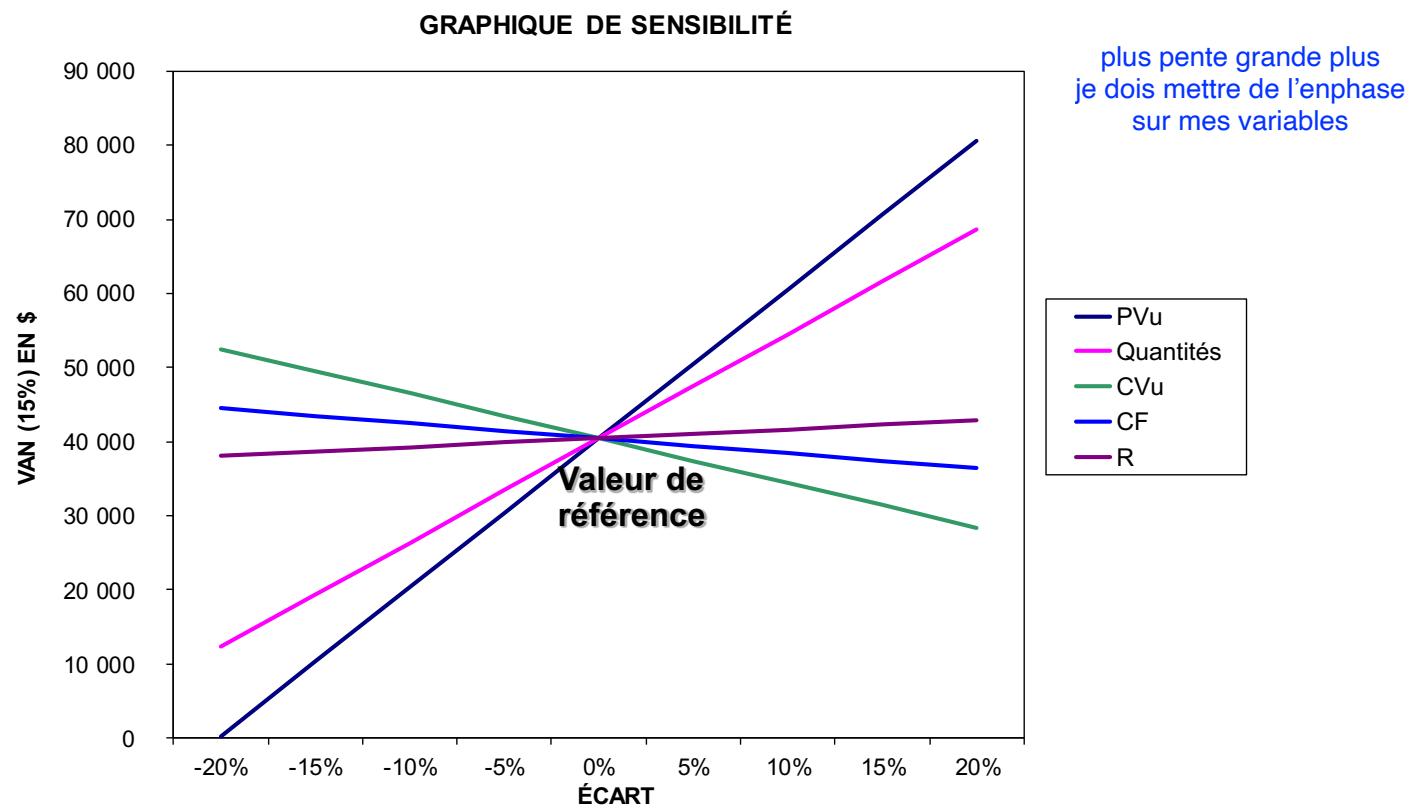
Valeur de référence

$$\frac{70\ 730\ $}{40\ 460\ $} - 1$$

ÉCART	-20%	-15%	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%	20%	VAN
	234	10 291	20 347	30 404	40 460	50 516	60 573	70 630	80 687	
PVu	-99.42%	-74.57%	-49.71%	-24.85%	0.00%	24.85%	49.71%	74.57%	99.42%	VAN
	12 302	19 342	26 381	33 421	40 460	47 500	54 539	61 578	68 618	
Quantités	-69.59%	-52.19%	-34.80%	-17.40%	0.00%	17.40%	34.80%	52.19%	69.59%	VAN
	52 528	49 511	46 494	43 477	40 460	37 443	34 426	31 410	28 393	
CVu	29.83%	22.37%	14.91%	7.46%	0.00%	-7.46%	-14.91%	-22.37%	-29.82%	VAN
	44 483	43 477	42 472	41 466	40 460	39 455	38 449	37 443	36 438	
CF	9.94%	7.46%	4.97%	2.49%	0.00%	-2.48%	-4.97%	-7.46%	-9.94%	VAN
	38 074	38 671	39 267	39 864	40 460	41 057	41 654	42 250	42 847	
R	-5.90%	-4.42%	-2.95%	-1.47%	0.00%	1.48%	2.95%	4.42%	5.90%	

- VAN très sensible aux variations de la Quantités et Pvu
- VAN modérément sensible aux changements du Cvu
- VAN relativement insensible aux changements des CF et R

Analyse de sensibilité pour 5 variables



Analyse du risque

Analyse de probabilités
3

Analyse de probabilités

déterminer différentes probabilités qu'un scénario se produisent ou pas

- On suppose que l'analyste peut fixer certaines valeurs possibles de la variable la plus significative de la rentabilité d'un projet.

Exemple: Chiffre d'affaires.

On peut se limiter au scénario: pessimiste, le plus probable et optimiste.

- Il s'agit ensuite de déterminer les probabilités que chacun de ces trois scénarios se réalise.

Le risque d'un tel projet peut être évalué à partir du calcul de l'espérance mathématique, de l'écart type et du coefficient de variation.

Analyse de probabilités

Le risque d'un projet peut être évalué à partir du calcul de:

- **L'ESPÉRANCE MATHÉMATIQUE**
- **L'ÉCART TYPE**
- **COEFFICIENT DE VARIATION**

Analyse de probabilités - Notation

E = Espérance mathématique de la variable considérée;

X = Valeur prise par la variable;

P(X) = Probabilité attribuée à la valeur **X** de la variable;

N = Nombres de valeurs ou de scénarios envisagés.

Analyse de probabilités : espérance mathématique

Discrète

$$E = \sum_{i=1}^N (X_i) \times P(X_i)$$

Définition : moyenne des valeurs numériques pondérées en considérant la probabilité que se réalise chacune de ces valeurs.

Analyse de probabilités : écart-type, σ

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - E)^2 \times P(X_i)}$$

Donne la dispersion de la variable la plus importante dans la rentabilité d'un projet.

→ **Mesure du risque**

Analyse de probabilités : coefficient de variation

$$V = \frac{\sigma}{E}$$

- Plus V est élevé, plus le risque du projet est élevé.
- Le coefficient de variation permet de comparer les risques liés aux différents projets.

Analyse de probabilités : Exemple

Données économiques de 3 projets A, B et C.

	Projet A		Projet B		Projet C	
		PR		PR		PR
Débours d'inv.	990 000		900 000		600 000	
Durée (ans)	5		5		5	
V.R. (\$)	300 000		150 000		300 000	
Recettes annuelles nettes (montant et probabilité)	300 000 315 000 325 000 350 000 375 000	0.2 0.3 0.2 0.1 0.2	275 000 300 000 325 000	0.3 0.4 0.3	190 000 200 000 210 000 250 000 275 000	0.1 0.2 0.3 0.2 0.1
		100%		100%		100%

TRAM= 10%

Analyse de probabilités : Exemple

Recettes annuelles nettes espérées

$$\begin{aligned} E(\text{projet A}) &= (300\ 000 \times 0.2) + (315\ 000 \times 0.3) + \\ &\quad (325\ 000 \times 0.2) + (350\ 000 \times 0.1) + \\ &\quad (375\ 000 \times 0.2) \\ &= \mathbf{329\ 500\$} \end{aligned}$$

Annuité de 329 500\$

$$\begin{aligned} E(\text{projet B}) &= (275\ 000 \times 0.3) + (300\ 000 \times 0.4) + \\ &\quad (325\ 000 \times 0.3) \\ &= \mathbf{300\ 000\$} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(\text{projet C}) &= (190\ 000 \times 0.1) + (200\ 000 \times 0.2) + \\ &\quad (210\ 000 \times 0.3) + (250\ 000 \times 0.2) + \\ &\quad (275\ 000 \times 0.1) + (290\ 000 \times 0.1) \\ &= \mathbf{228\ 500\$} \end{aligned}$$

$$E = \sum_{i=1}^N (X_i) \times P(X_i)$$

Analyse de probabilités : Exemple

Écart-type des projets

$$\begin{aligned}\sigma (\text{projet A}) = & [(300\ 000 - 329\ 500)^2 (0.2) \\& + (315\ 000 - 329\ 500)^2 (0.3) \\& +(325\ 000 - 329\ 500)^2 (0.2) \\& +(350\ 000 - 329\ 500)^2 (0.1) \\& +(375\ 000 - 329\ 500)^2 (0.2)]^{1/2} = 26\ 400 \$\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma (\text{projet B}) = & [(275\ 000 - 300\ 000)^2 (0.3) \\& + (300\ 000 - 300\ 000)^2 (0.4) \\& +(325\ 000 - 300\ 000)^2 (0.3)]^{1/2} = 19\ 364 \$\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma (\text{projet C}) = & [(190\ 000 - 228\ 500)^2 (0.1) \\& + (200\ 000 - 228\ 500)^2 (0.2) \\& +(210\ 000 - 228\ 500)^2 (0.3) \\& +(250\ 000 - 228\ 500)^2 (0.2) \\& +(275\ 000 - 228\ 500)^2 (0.1) \\& +(290\ 000 - 228\ 500)^2 (0.1)]^{1/2} = 33\ 170 \$\end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - E)^2 \times P(X_i)}$$

Analyse de probabilités : Exemple

Coefficient de variation

$$\begin{aligned} V(\text{projet A}) &= \sigma(\text{projet A}) / E(\text{projet A}) \\ &= 26\,400 / 329\,500 \\ &= 0.08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(\text{projet B}) &= \sigma(\text{projet B}) / E(\text{projet B}) \\ &= 19\,364 / 300\,000 \\ &= 0.06 \end{aligned}$$

Moins risqué

$$\begin{aligned} V(\text{projet C}) &= \sigma(\text{projet C}) / E(\text{projet C}) \\ &= 33\,170 / 228\,500 \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

Plus risqué

$$V = \frac{\sigma}{E}$$

Analyse de probabilités : Exemple

Calcul de la VAN

Recettes actualisées

		(P/A, 10%, 5)	Projet A	Projet B	Projet C	Flux actualisée à 0
A	329 500 \$	3.7908	1 249 064 \$			
B	300 000 \$	3.7908				
C	228 500 \$	3.7908				
			+ 186 276 \$	1 137 236 \$	866 195 \$	
<u>Valeur de récupération</u>						
A	300 000 \$	0.6209	186 276 \$			
B	150 000 \$	0.6209			93 138 \$	
C	300 000 \$	0.6209				186 276 \$
Total			1 435 341 \$	1 230 374 \$	1 052 471 \$	
<u>Moins</u>						
Débours d'invest			990 000 \$	900 000 \$	600 000 \$	
VAN (10%)			445 341 \$	330 374 \$	452 471 \$	rapporte le plus d'argent
IR			1.45	1.37	1.75	le plus rentable
445 341 = 1 435 341 – 990 000			1.45 = 1 435 341 / 990 000			48

Analyse de probabilités : Exemple

Critère de choix

Critères de choix pour un décideur rationnel :

- ◆ À rendement égal, opter pour le projet le moins risqué.
- ◆ À risque égal, opter pour le projet dont le rendement est plus élevé.

	<u>V</u>	<u>Indice de rentabilité</u>
Projet A	0.08	1.45
Projet B	0.06	- risqué 1.37 - rentable
Projet C	0.15	+ risqué 1.75 + rentable

Analyse du risque

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

4

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

faire des simulations de VAN

UTILITÉ

cmb de temps ca va me prendre pour avoir VAN plus important
pour moi

Sert à évaluer le risque associé à la poursuite d'un projet sur un certain nombre d'années.

Pour chacune des années de la durée de vie du projet, il faut obtenir 2 types de données:

- **recettes annuelles nettes;**
- **valeurs résiduelles des investissements.**

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

PROCÉDURE :

Calculer la VAN du projet pour une année additionnelle, pendant chacune des années de la durée de vie du projet.

- ♦ Si la **VANA additionnelle > 0**, alors la valeur de la compagnie augmente si on prolonge le projet pendant un an de plus.
- ♦ Si la **VANA additionnelle < 0** la valeur de la compagnie diminue si on prolonge le projet pendant un an de plus.

VANA peut donc servir à déterminer la **durée de vie économique** d'un projet.

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

Exemple 12.4 :

Données:

<u>R</u> (\$)	<u>Année</u>	<u>Recettes nettes</u> (\$)
70 000	1	3 0000
55 000	2	50 000
40 000	3	50 000
30 000	4	30 000
10 000	5	10 000
0	6	5 000

Investissement: 100 000 \$

DPA= 20%; T = 50%; TRAM = 10%; n = 6 ans.

Économique de l'ingénieur – R. Derome p.272

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

Exemple 12.4 :

1. RECETTES NETTES ACTUALISÉES (EXPLOITATION) :

An-née	Recettes Nettes (\$)	Impôts 50% (\$)	R. nettes après imp. (\$)	P/F,10%,n	R. nettes act. A.imp (\$)	Cumul
1	30 000	15 000	15 000	0.9091	13 636	13 636
2	50 000	25 000	25 000	0.8264	20 661	34 298
3	50 000	25 000	25 000	0.7513	18 783	53 080
4	30 000	15 000	15 000	0.6830	10 245	63 326
5	10 000	5 000	5 000	0.6209	3 105	66 430
6	5 000	2 500	2 500	0.5645	1 411	67 841

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

Exemple 12.4 :

calcul mes déductions d'impôt de la DPA jusqu'à l'infini

2. ÉCONOMIES DUES À LA DPA :

$$\text{VAÉI} = 100\ 000 \times \frac{0.5 \times 0.2}{0.1 + 0.2} \times \frac{1 + 0.1/2}{1 + 0.1} = 31\ 818 \text{ \$}$$

0.33333 0.95455

3. VALEUR ACTUELLE DE LA VALEUR RÉSIDUELLE APRÈS IMPÔT :

$$\text{Année 1: } 70\ 000 \times (1 - \frac{0.5 \times 0.2}{0.1 + 0.2}) \times (P/F; 10\%, 1) = 42\ 424 \text{ \$}$$

$$\text{Année 1: } 70\ 000 \times (1 - 0.334) \times 0.9091 = 42\ 424 \text{ \$}$$

$$\text{Année 2: } 55\ 000 \times 0.666 \times 0.8264 = 30\ 303 \text{ \$}$$

$$\text{Année 3: } 40\ 000 \times 0.666 \times 0.7513 = 20\ 035 \text{ \$}$$

$$\text{Année 4: } 30\ 000 \times 0.666 \times 0.6830 = 13\ 660 \text{ \$}$$

$$\text{Année 5: } 10\ 000 \times 0.666 \times 0.6209 = 4\ 139 \text{ \$}$$

$$\text{Année 6: } 0$$

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

Exemple 12.4 :

4. VANA POUR CHAQUE ANNÉE :

$$(VANA)_1 = -100\ 000 + 31\ 818 + 13\ 636 + 42\ 424 = -12\ 121 \text{ $}$$

$$\begin{aligned} (VANA)_2 &= -100\ 000 + 31\ 818 + (13\ 636 + 20\ 661) \\ &\quad + 30\ 303 = -3\ 581 \text{ $} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VANA)_3 &= -100\ 000 + 31\ 818 + (13\ 636 + 20\ 661) \\ &\quad + 18\ 783 + 20\ 035 = +4\ 934 \text{ $} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VANA)_4 &= -100\ 000 + 31\ 818 + (13\ 636 + 20\ 661) \\ &\quad + 18\ 783 + 10\ 245 + 13\ 660 = +8\ 804 \text{ $} \\ &\qquad \qquad \qquad \text{Max} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VANA)_5 &= -100\ 000 + 31\ 818 + (13\ 636 + 20\ 661) \\ &\quad + 18\ 783 + 10\ 245 + 3\ 105 + 4\ 139 = +2\ 388 \text{ $} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (VANA)_6 &= -100\ 000 + 31\ 818 + (13\ 636 + 20\ 661) \\ &\quad + 18\ 783 + 10\ 245 + 3\ 105 + 1\ 411 + 0 = -340 \text{ $} \end{aligned}$$

mon projet serait le plus rentable si je le faisait pendant 4 ans

Valeur actuelle nette d'abandon (VANA)

Exemple 12.4 :

VAN ADDITIONNELLE POUR CHAQUE ANNÉE

	<u>VANA</u>	<u>VAN</u> additionnelle	
Année 1:	(12 121) \$	(12 121) \$	
Année 2:	(3 581) \$	8 540 \$	-3581-(-12 121)=8540
Année 3:	4 934 \$	8 515 \$	4934-(-3581)=8540
Année 4:	8 804 \$	<u>3 870 \$</u>	.
Année 5:	2 388 \$	(6 416) \$	je commence à diminuer
Année 6:	(340) \$	(2 728) \$	

durée de vie éco. 4 ans

TRI < 10 %

de cmb VAN va augmenter ou diminuer par rapport à l'année précédente

Analyse du risque

Arbre de décision

5

Arbre de décision

- Outil d'analyse conduisant à la sélection des actions à adopter.
- Constitué de **nœuds connectés entre eux par des branches**.
- Exprime graphiquement la **séquence des décisions** à prendre et les **divers événements** qui peuvent se produire.
- **PROCÉDURE:**
 - Définir les **événements possibles** E_j
 - Déterminer les **actions** qui peuvent être entreprises
 - Déterminer la **valeur de chaque action combinée avec** E_j
 - Associer à chaque événement E_j une **probabilité**
 - Trouver la **valeur espérée de chaque solution**
 - **Choisir la meilleure** solution

Arbre de décision

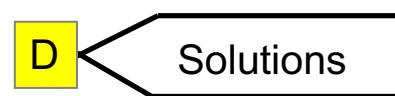
CONVENTIONS

- **Un carré** = nœud de **décision (D)**
- **Ronds** = nœuds **d'événements (E)** (incertitude)
- **Une branche** = une action
- **Scénario** = branche suivant un rond (avec probabilité)
- **Résultat** (valeur monétaire espérée ex. VAN) = conséquence monétaire

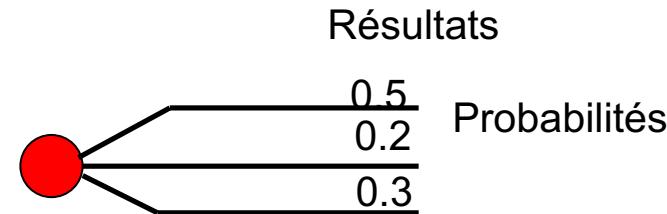
La résolution se fera en utilisant la **valeur monétaire espérée** comme valeur pour chaque nœud.

Arbre de décision : structure de l'arbre décisionnel

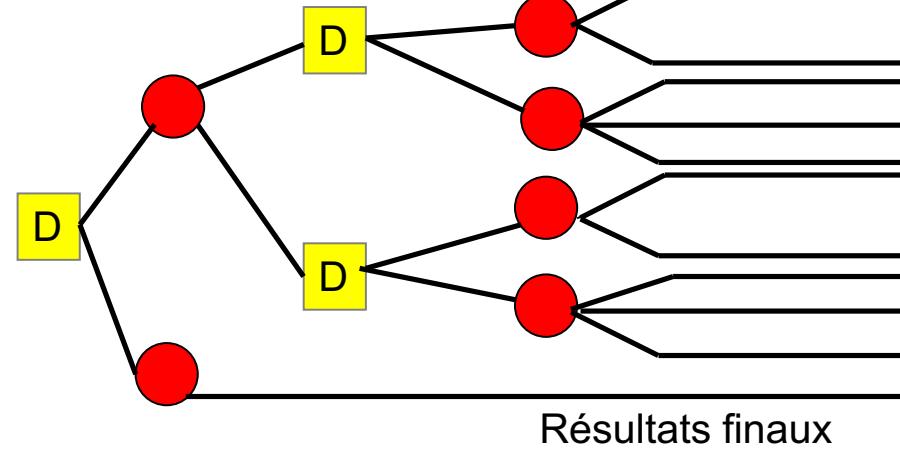
a) Noeud de décisions



b) Noeud de probabilités



c) Structure de l'arbre



calculer VAN sur
chaque bout de
branche

Arbre de décision : structure de l'arbre décisionnel

➤ ***Calcul de l'espérance de la VAN en $t_0 = 0$***

Afin de prendre la première décision, on commence à se placer au **point de décision le plus à droite**, c'est-à-dire le plus éloigné dans le temps. On remonte alors de l'arbre de décision en **remplaçant successivement chaque nœud d'événements par son résultat espéré** (espérance de la VAN) et **chaque point de décision par le résultat espéré maximum** (Maximisation de l'espérance de la VAN à chaque point de décision).

Arbre de décision : structure de l'arbre décisionnel

AVANTAGES

- Visuel
- Facile à comprendre et à interpréter
- Met en évidence les principaux risques et décisions

LIMITES

- Moins adapté aux cas comprenant un grand nombre de possibilités à moins d'augmenter la complexité de l'arbre (perd alors de sa qualité « visuelle »)
- **Non incrémental:** recommencer la construction de l'arbre si on veut intégrer de nouvelles données

Arbre de décision : Exemple 17.7

Jean Lamontagne, le directeur général d'une entreprise canadienne de transformation alimentaire, s'est vu offrir, par une chaîne internationale de supermarchés, de mettre sur le marché canadien sa propre marque de repas surgelés pour cuisson au micro-ondes. L'offre faite par les supermarchés entraîne une série de deux décisions, des décisions à prendre **maintenant** et des décisions à prendre **d'ici 2 ans**.

La décision à prendre **maintenant entraîne deux solutions** :

1. Louer des installations aux Émirats arabes unis (EAU), appartenant à la chaîne de supermarchés, laquelle convient de convertir immédiatement une usine de transformation au bénéfice de Jean;
ou
2. Construire et posséder une usine de transformation et d'emballage aux EAU. Les résultats possibles de la première étape sont de savoir si le marché est favorable ou défavorable, selon la réaction du public.

Arbre de décision : Exemple 17.7 (suite)

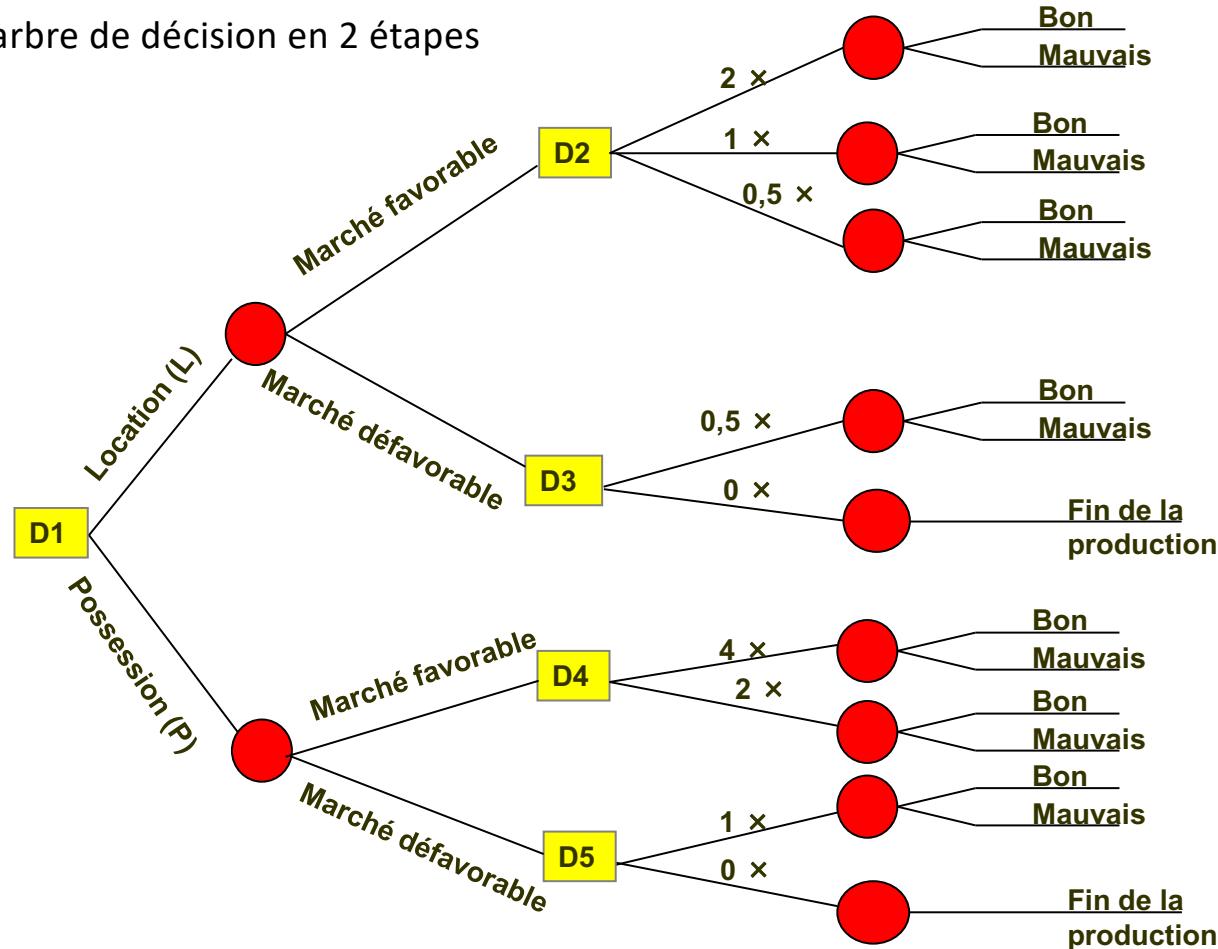
Les décisions à prendre d'ici 2 ans dépendent de la décision prise maintenant : *louer ou posséder*. Si Jean décide de louer, la réaction du marché signifiera doubler la production par rapport au volume original, ou avoir la même production, ou diminuer de moitié la production actuelle. **Une mauvaise réaction du marché entraînera une diminution de moitié de la production actuelle ou la fin définitive de la production aux EAU.** La future décision dépend de la réaction, **bonne ou mauvaise**, du marché.

La décision de **posséder** l'usine permettra à Jean de planifier la production pour les 2 prochaines années. **Si la réaction du marché est bonne, la production pourra doubler ou quadrupler.** Si la réaction n'est pas bonne, la production restera au même niveau ou sera interrompue.

Arbre de décision : Exemple 17.7 (suite)

Résultat

L'arbre de décision en 2 étapes



Arbre de décision : Exemple 2

Le service de recherche d'une entreprise a mis au point un nouveau produit dans son laboratoire. Des études effectuées par le service de production ont révélé que l'entreprise devrait engager des coûts additionnels pour développer ce nouveau produit avant de s'engager dans sa production en série. **Ces coûts de développement ont une probabilité de 30% de s'élever à 200 000\$ et une probabilité de 70% de s'élever à 350 000\$.** Le service de mise en marché estime que le cycle de vie de ce produit sera de **10 ans**. Il estime également que **les recettes annuelles nettes de ce projet ont une probabilité de 30% de s'élever à 50 000\$, une probabilité de 50% de s'élever à 60 000 \$ et une probabilité de 20% de s'élever à 75 000\$.**

Il n'y aura aucune valeur résiduelle de l'investissement effectué dans ce projet. Le **taux d'impôt est de 40%** et les coûts de développement du nouveau produit sont considérés comme des dépenses d'exploitation aux fins de l'impôt. Le **TRAM de l'entreprise est de 10% après impôt.**

TRAVAIL À FAIRE:

1. Tracez l'arbre de décision du projet;
2. Établissez la **VAN** de chacun des événements possibles du projet;
3. Calculez la **VAN** espérée du projet, c'est-à-dire l'espérance mathématique de la **VAN**;
4. Établissez finalement si le projet devrait être réalisé.

Arbre de décision : Exemple 2

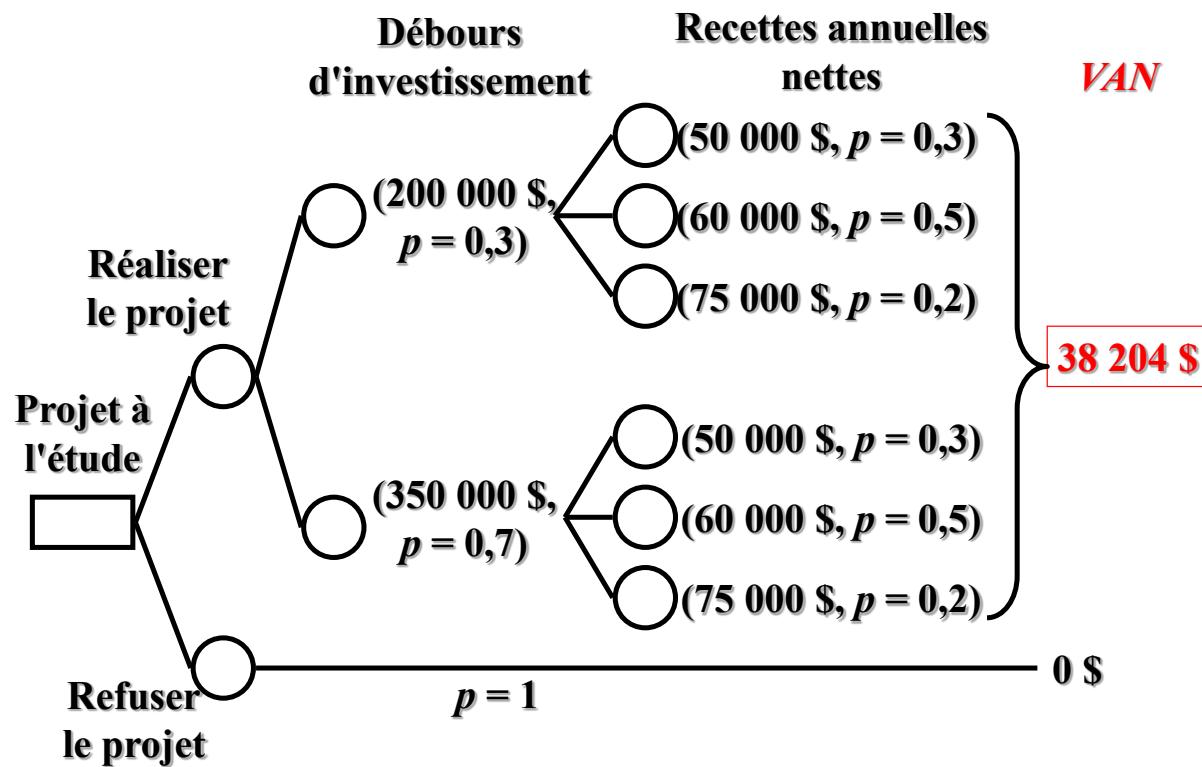
Traitements des données

- Coût de la recherche (déductible pour des fins fiscales):
 - 200 000 \$, probabilité de 30%
 - 350 000 \$, probabilité de 70%
- Cycle de vie: 10 ans
- Recettes annuelles nettes:
 - 50 000 \$, probabilité de 30%
 - 60 000 \$, probabilité de 50%
 - 75 000 \$, probabilité de 20%
- Valeur résiduelle : nulle
- TI=40%
- TRAM= 10 % après impôt

TRAVAIL À FAIRE:

1. Tracez l'arbre de décision du projet;
2. Établissez la VAN de chacun des événements possibles du projet;
3. Calculez la VAN espérée du projet, c'est-à-dire l'espérance mathématique de la VAN ;
4. Établissez finalement si le projet devrait être réalisé.

Arbre de décision : Exemple 2 (suite)



Arbre de décision : Exemple 2 (suite)

$50K \times (1-40\%)$

		Recettes annuelles nettes après impôt (40%)	(P/A, 10%, 10) = 6.1446	T _i 40%	TRAM 10%	n 10
Recettes annuelles nettes	P	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	p
50 000	0.3	30 000	184 337	120 000	64 337	* 0.09
60 000	0.5	36 000	221 204	120 000	101 204	* 0.15
75 000	0.2	45 000	276 506	120 000	156 506	* 0.06
50 000	0.3	30 000	184 337	210 000	-25 663	* 0.21
60 000	0.5	36 000	221 204	210 000	11 204	* 0.35
75 000	0.2	45 000	276 506	210 000	66 506	* 0.14
		30K x ((P/A))		VAN =	38 204	100%
			350K x (1-40%)	210K - 276K	Somme (VAN _i x P _i)	
						0,2 x 0,7

Décision: VAN >0; réaliser le projet

Analyse du risque

TRAM ajusté au risque

6

TRAM ajusté au risque (exemples):
dépendamment de la conjoncture économique

- **Sans risque (< 10 %)**
- **Risque faible (10-12 %):**
 - Projets de maintien de la position de l'entreprise (remplacement d'équipement, entretien des immeubles)
- **Risque moyen (15-18 %):**
 - Projets de réduction des coûts (améliorations de la productivité, achat de nouvelles machines plus efficaces)
- **Risque élevé (20-25 %):**
 - Projets d'expansion d'affaire (augmentation de la production, ajouts de nouveaux produits ou services)
 - Incertitude quant à la demande
- **Capital de risque (> 30 %)**

Analyse du risque

Analyse des scénarios (ou analyse des scénarii)

7

Analyse des scénarios (ou analyse des scénarii)

1. On établit **3 estimations pour chaque scénario** possible.
2. On dresse la **liste des indicateurs** et leurs effets possibles.
3. On élabore **des stratégies** qui tiennent compte du risque pour chaque scénario.
4. On reconnaît que les variables utilisées dans l'évaluation peuvent prendre différentes valeurs par rapport à celles estimées.
5. On se pose des questions du type: «Qu'adviendrait-il si ...?»
6. Les scénarios les plus communément utilisés sont: le **meilleur (optimiste)**, le **plus probable (réaliste)** et le **pire scénario (pessimiste)**.

Analyse des scenarios

Exemple

P_0	125 000 \$
PV_u	50 \$
Quantités vendues	2 000 unités
Cv_u	15 \$
CF	10 000 \$
R	40 000 \$
n	5 ans
T	40%
DPA	30%
TRAM	15%

VAN

Variation +/-20%	Scénario pessimiste	Scénario le plus probable	Scénario optimiste
P_0	150 000 \$	125 000 \$	100 000 \$
PV_u	40 \$	50 \$	60 \$
Quantités	1 600 unités	2 000 unités	2 400 unités
CV_u	18 \$	15 \$	12 \$
CF	12 000 \$	10 000 \$	8 000 \$
R	32 000 \$	40 000 \$	48 000 \$
Non-fermeture		-54 280 \$	41 421 \$
Fermeture		-54 372 \$	40 460 \$
			158 039 \$
			156 210 \$

Valeurs de référence

Analyse des scenarios

Exemple

P_0	125 000 \$
PV_u	50 \$
Quantités vendues	2 000 unités
Cv_u	15 \$
CF	10 000 \$
R	40 000 \$
n	5 ans
T	40%
DPA	30%
TRAM	15%

VAN

$$-54\ 280\ $(10\%)+41\ 421\ $(60\%)+158\ 039\ $(30\%)$$

Probabilité	Valeurs de référence		
	10%	60%	30%
Variation +/-20%	Scénario pessimiste	Scénario le plus probable	Scénario optimiste
P_0	150 000 \$	125 000 \$	100 000 \$
PV_u	40 \$	50 \$	60 \$
Quantités	1 600 unités	2 000 unités	2 400 unités
Cv_u	18 \$	15 \$	12 \$
CF	12 000 \$	10 000 \$	8 000 \$
R	32 000 \$	40 000 \$	48 000 \$
Non-fermeture	-54 280 \$	41 421 \$	158 039 \$
E(VAN) non-fermeture	66 836 \$		
Fermeture	-54 372 \$	40 460 \$	156 210 \$
E(VAN) fermeture	65 702 \$		

Analyse du risque

Méthode de Monte-Carlo

8

Méthode de Monte-Carlo

- Méthode développée dans les années 40
- Méthode plus puissante que l'arbre de décision
- Capable de produire des résultats très précis si les hypothèses sont respectées et si le nombre de simulations est suffisamment grand (>100)

Méthode de Monte-Carlo (suite)

Étape 1: Modèle analytique

- Formuler le modèle analytique décrivant le projet qui relie les différentes variables à l'indicateur de performance (exemple l'équation de la VAN). Classer les variables en **2 groupes**: variables dont les **valeurs sont connues** et les variables **aléatoires (V.A.)**.

Étape 2: Distribution de probabilités

- Développer une distribution de probabilités pour chaque variable aléatoire (V.A.) c'est-à-dire soumise à l'incertitude. Choisir la précision désirée sur cette distribution de probabilité (le pas de distribution de probabilité).

Étape 3: Échantillonnage aléatoire

Effectuer un échantillonnage aléatoire pour chaque variable aléatoire utilisée.

- a) Pour chaque V.A., dresser un tableau similaire au tableau #1 montrant les résultats possibles, leurs probabilités d'occurrence et les différents intervalles de classes.
- b) Pour chaque V.A., générer un nombre aléatoire Z (**voir tableau #2**). Repérer l'intervalle auquel correspond Z puis inscrire le résultat approprié.
- c) Inscrire dans le modèle analytique de l'étape 1 les valeurs des V.A. pour calculer le résultat (ex VAN)

Étape 4: Répéter l'échantillonnage

Répéter la procédure d'échantillonnage plusieurs fois (>100)

Étape 5: Résumé

Calculer les paramètres de distribution et préparer la présentation graphique (histogramme) des résultats de la simulation. Résumé des résultats statistiques.

Méthode de Monte-Carlo (suite)

Tableau #1: Échantillonnage aléatoire - pour étape 3 (a)

Résultat		Probabilité	Nombre aléatoire (Z)
i	x_i	$p(x_i)$	Intervalle d'affectation
1	x_1	$p(x_1)$	$0 \leq Z < p(x_1)$
2	x_2	$p(x_2)$	$p(x_1) \leq Z < p(x_1) + p(x_2)$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$m-1$	x_{m-1}	$p(x_{m-1})$	$p(x_1) + \dots + p(x_{m-2}) \leq Z < p(x_1) + \dots + p(x_{m-1})$
m	x_m	$p(x_m)$	$p(x_1) + \dots + p(x_{m-1}) \leq Z < 1$

Méthode de Monte-Carlo (suite)

Tableau #2: étape 3 (b) à appliquer à toutes les variables aléatoires

Nombre aléatoire	Valeur de X	Étape 3 (c) Résultat (calcul de la VAN)
Générer Z	affecter une valeur à X (un des x_i) en utilisant le tableau #1 étape 3 (a)	Calculer le résultat en appliquant le modèle analytique à l'étape 1

Méthode de Monte-Carlo (suite)

Pharma-Excel, un laboratoire pharmaceutique, évalue un projet de recherche et développement concernant l'amélioration de pilules de vitamine. Étant la première recherche dans le domaine pour Pharma, les dirigeants n'ont aucune idée précise sur les flux monétaires du projet. L'étude de faisabilité préliminaire a permis d'obtenir les valeurs suivantes (supposez qu'elles sont indépendantes):

Tableau #3

Investissement initial	Probabilité	Flux nets annuels	Probabilité
1 000 000 \$	0.20	100 000 \$	0.125
1 250 000 \$	0.20	350 000 \$	0.125
1 500 000 \$	0.20	600 000 \$	0.125
1 750 000 \$	0.20	850 000 \$	0.125
2 000 000 \$	0.20	1 100 000 \$	0.125
		1 350 000 \$	0.125
		1 600 000 \$	0.125
		1 850 000 \$	0.125

TRAM=15%, durée n = 10. Ignorez l'impôt.

Appliquez la méthode de Monte-Carlo pour simuler la VAN du projet.

Méthode de Monte-Carlo (suite)

Tableau #3

VAN (15%)=-I₀+Flux nets annuels x (P/A,15%,10)

Investissement initial	Probabilité	Intervalle d'affectation
1 000 000 \$	0.20	$0 \leq Z < 0.2$
1 250 000 \$	0.20	$0.2 \leq Z < 0.4$
1 500 000 \$	0.20	$0.4 \leq Z < 0.6$
1 750 000 \$	0.20	$0.6 \leq Z < 0.8$
2 000 000 \$	0.20	$0.8 \leq Z < 1$
Flux nets annuels	Probabilité	Intervalle d'affectation
100 000 \$	0.125	$0 \leq Z < 0.125$
350 000 \$	0.125	$0.125 \leq Z < 0.25$
600 000 \$	0.125	$0.25 \leq Z < 0.375$
850 000 \$	0.125	$0.375 \leq Z < 0.5$
1 100 000 \$	0.125	$0.5 \leq Z < 0.625$
1 350 000 \$	0.125	$0.625 \leq Z < 0.75$
1 600 000 \$	0.125	$0.75 \leq Z < 0.875$
1 850 000 \$	0.125	$0.875 \leq Z < 1$

Méthode de Monte-Carlo (exemple)

Tableau #4

n=	10	ans
TRAM=	15%	
(P/A;15%;10)=	5.0188	VAN (15%)=-I ₀ +Flux nets annuels x (P/A,15%,10)

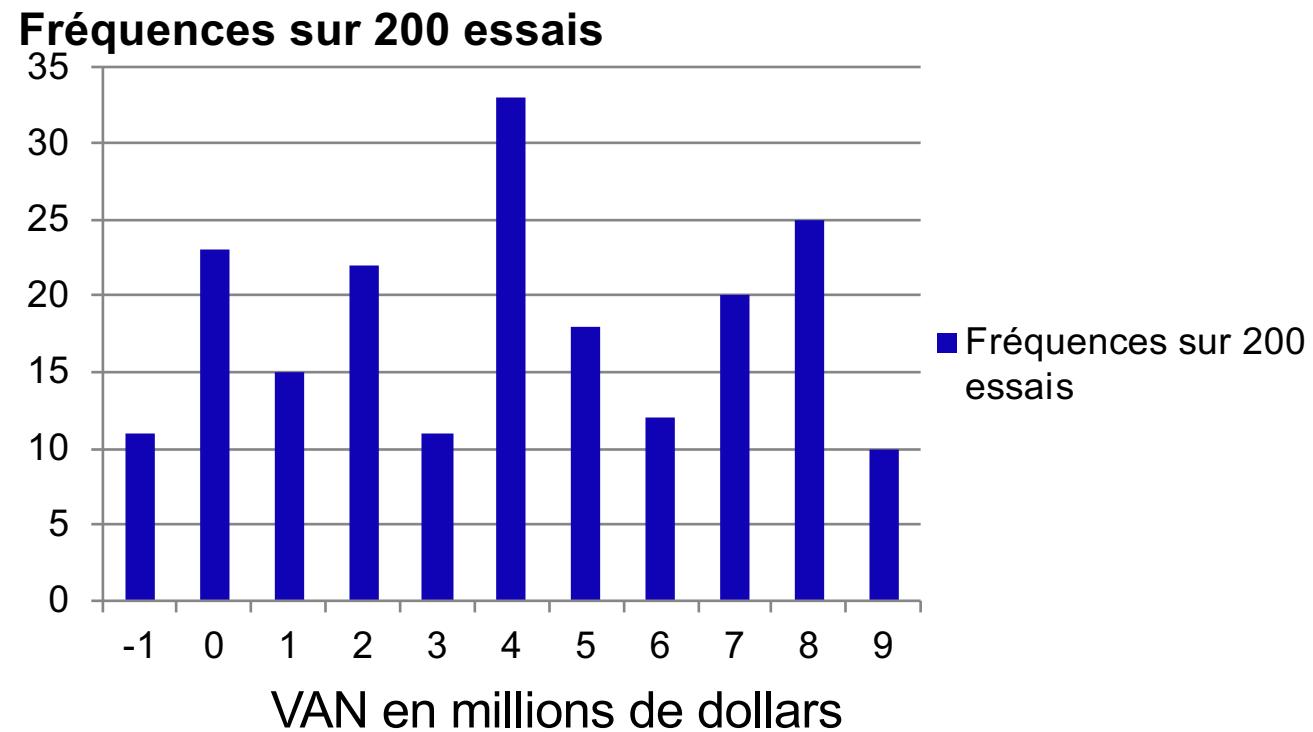
Résultats partiels de la simulation de Monte Carlo

No de l'échantillon	Nombre aléatoire (Z1)	Investissement	Nombre aléatoire (Z2)	Flux nets annuels	VAN (15%)
1	0.81220	2 000 000 \$	0.99912	1 850 000 \$	7 284 722 \$
2	0.53672	1 500 000 \$	0.26678	600 000 \$	1 511 261 \$
3	0.44857	1 500 000 \$	0.67808	1 350 000 \$	5 275 338 \$
4	0.81144	2 000 000 \$	0.52489	1 100 000 \$	3 520 645 \$
5	0.79537	1 750 000 \$	0.37713	850 000 \$	2 515 953 \$
6	0.98475	2 000 000 \$	0.06647	100 000 \$	-1 498 123 \$
:	:	:	:	:	:
200 essais		VANmin		VANmax	VANmoy
P(VAN>0) à 80%		-1 498 123 \$		8 284 722 \$	3 972 981 \$

Projet acceptable

Méthode de Monte-Carlo (exemple)

Distribution des fréquences



Méthode de Monte-Carlo (suite)

- **Avantages:**

- Peut générer un plus grand nombre de scénarios donc donne plus d'information
- Une fois le programme réalisé, exige un minimum d'effort humain
- Très utile en finance

- **Inconvénients:**

- Analyse plus rigoureuse
- Peut exiger un temps ou une capacité de calcul supérieur

TRAVAIL À FAIRE

- Chapitres 9 et 12: ÉI

Problèmes #

9.3, 9.8, 9.10, 9.11, 9.12, 9.22, 9.27 (remplacer 2 000 000 par 200 000), 9.34

12.5, 12.7, 12.12, 12.13

- Chapitre 17: ÉI

Problèmes #

17.4, 17.6, 17.8, 17.18, 17.23 (changer le signe de la valeur la plus probable à +50 000), 17.24, 17.27, 17.30 et 17.35