

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DE L'ÉNERGIE :
RESPONSABLE ÉNERGIE

PRINTEMPS 2025

Financement et rentabilité



Sur base de la présentation conçue par Cenergie

David PLUNUS

écorce
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



- Donner quelques notions d'analyse financière de rentabilité d'un investissement



THÉORIE : COMMENT CALCULER LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT

- ▶ **Introduction**
- ▶ **Concepts de base**
- ▶ **Critères de rentabilité**

EXEMPLES : COMMENT CALCULER LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT



- ▶ Dans la vie courante, dans les entreprises, il faut prendre sans cesse des décisions.
- ▶ Souvent ces décisions demandent aussi des investissements.
- ▶ Il faut comparer soigneusement les résultats de chaque alternative afin de faire un bon choix



Capitalisation

$$F = VA(1 + i)^n$$

► Où :

F = Valeur capitalisée (Future)
VA = Valeur actuelle du gain futur
i = Taux d'actualisation
n = Durée de vie économique

- Exemple : Placement de 100 € pendant 5 ans à un taux d'actualisation de 5%. Combien obtenez-vous ?
- $F = 100 \cdot (1 + 0,05)^5 = 100 \cdot 1,2763 = 127,63 \text{ €}$



Actualisation

$$VA = \frac{VF}{(1 + Ta)^n}$$

► Où :

VA = Valeur actualisée

VF = Valeur future d'un gain

Ta = Taux d'actualisation

n = Durée

- Exemple : Combien d'argent faut-il placer sur un compte, si les intérêts s'élèvent à 5% pour obtenir 100 € dans 5 ans ?
- $VA = 100 / (1 + 0,05)^5 = 100 / 1,2763 = 78,35 \text{ €}$



Durée de vie d'un projet

- ▶ Durée de vie technique
 - Période au terme de laquelle un équipement ne pourra plus remplir sa fonction (réparations trop nombreuses et trop coûteuses, réparation pas possible, ...)
- ▶ Durée de vie économique
 - Période au terme de laquelle il ne sera plus rentable de continuer le projet, vu les performances techniques concurrentes
- ▶ Les calculs de rentabilité se font selon la durée de vie économique
 - Cogénération : certificats verts garantis pour 10 ans → durée de vie économique = 10 ans



Augmentation du coût de l'énergie

- Arrêté ministériel déterminant les hypothèses énergétiques à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique :
https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/user_files/agbr_mb20080724_hypotheses_energetiques_peb_bil.pdf?_ga=2.188096365.451878683.1653317169-1142548113.1653317169

<u>Energie</u>	Evolution annuelle du prix de l'électricité hors inflation	5,87 %/an
	Evolution annuelle du prix du gaz hors inflation	5,87 %/an
	Evolution annuelle du prix du mazout hors inflation	3,26 %/an
<u>Economie</u>	Intervalle possible du taux d'actualisation hors inflation	4,5-6,5 %/an
	Inflation	2,00 %/an



CRITÈRES DE RENTABILITÉ

- ▶ Temps de retour simple – TRS
- ▶ Valeur actualisée nette – VAN
- ▶ Taux de Rentabilité Interne – TRI
- ▶ Temps de retour élaboré – TRE
- ▶ Coût Actualisé de l'Energie – CAE/LCOE



THÉORIE : COMMENT CALCULER LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT

EXEMPLES : COMMENT CALCULER LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT



EXEMPLE D'INVESTISSEMENT

Temps de retour simple

Investissement	45 kWc
Orientation	S
Production spécifique	950 kWh/kWc
Production annuelle	42.750 kWh/an
Coût de l'électricité	0,11 €/kWh
Prix injection	0,03 €/kWh
Taux d'autoconsommation	35 %

Coûts

Investissement	1.850	€/kWc
	83.250	€
Entretien	2	€/module
	250	Forfait
	520	€/an
Onduleur	2.000	€/12 ans

Bénéfices

Electricité autoconsommée	1.646	€/an
Electricité réinjectée	834	€/an
Nombre de Certificats Verts	90	CV/an
Facteur multiplicateur	2	
Valeur CV	90	€
Revenus CV @90€/CV	8.080	€/an
Revenus Annuels	10.559	€/an



Temps de retour simple

- TRS = temps nécessaire pour récupérer le montant investi

$$\text{TRS} = \frac{I}{G_a}$$

- Où :

- I = Investissement initial du projet
- G_a = Gain annuel net du projet

- Le projet est rentable si le TRS est inférieur à sa durée de vie économique



TRS

TRS		
Investissement	83.250	€
Bénéfices annuels	10.559	€/an
TRS	7,9 ans	



Temps de retour simple

- ▶ +
 - Calcul simple, rapide
- ▶ -
 - Ne tient pas compte de l'évolution de la valeur monétaire ni de la durée de vie du projet.
 - Ne tient pas compte des cash-flows après la période de temps de retour
 - Ne tient pas compte de la grandeur de l'investissement.
- ▶ Critère trop simpliste ne tenant pas compte des gains générés après la période de temps de retour
 - ➡ Ce critère seul peut donc entrainer des mauvais choix



Valeur actualisée nette

- ▶ VAN = cash-flow actualisés = différence entre les revenus annuels actualisés et les dépenses annuelles actualisées sur la durée de vie du projet (investissement initial compris)

$$VAN = \sum_{a=0}^n \frac{Ca}{(1 + Ta)^a} = \sum_{a=0}^n \frac{Ga}{(1 + Ta)^a} - \sum_{a=0}^n \frac{Fa}{(1 + Ta)^a}$$

- ▶ Où :

G	= gains
F	= frais
C	= cash flow
Ta	= Taux d'actualisation
a	= année
n	= durée de vie

- ▶ Le projet est rentable si la VAN > 0
- ▶ Les gains et les dépenses sont actualisés à l'année initiale de l'investissement



BASE DE CALCUL DE LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT

VAN

Ta = taux d'actualisation = 4,5%

Années	Frais	Gains	Cash Flow	$(1+Ta)^a$	
0	-42.750 €		-42.750 €	1,000	-42.750 €
1		10.039 €	10.039 €	1,045	9.607 €
2		10.386 €	10.386 €	1,092	9.511 €
3		10.750 €	10.750 €	1,141	9.420 €
4		11.135 €	11.135 €	1,193	9.337 €
5		11.540 €	11.540 €	1,246	9.260 €
6		11.968 €	11.968 €	1,302	9.190 €
7		12.420 €	12.420 €	1,361	9.127 €
8		12.898 €	12.898 €	1,422	9.070 €
9		13.403 €	13.403 €	1,486	9.019 €
10		13.938 €	13.938 €	1,553	8.975 €
				VAN	49.766 €



BASE DE CALCUL DE LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT

VAN

Ta = taux d'actualisation = 4,5%

VAN = 49.766 €

Années	Cash Flow	Intérêts	Capital	Solde restant dû	Banque
0	-42.750 €			-42.750 €	49.766 €
1	10.039 €	-1.924 €	8.115 €	-34.635 €	52.005 €
2	10.386 €	-1.559 €	8.827 €	-25.807 €	54.345 €
3	10.750 €	-1.161 €	9.589 €	-16.219 €	56.791 €
4	11.135 €	-730 €	10.405 €	-5.813 €	59.347 €
5	11.540 €	-262 €	11.278 €	5.465 €	62.017 €
6	11.968 €	246 €	12.214 €	17.679 €	64.808 €
7	12.420 €	796 €	13.216 €	30.894 €	67.724 €
8	12.898 €	1.390 €	14.288 €	45.183 €	70.772 €
9	13.403 €	2.033 €	15.436 €	60.619 €	73.957 €
10	13.938 €	2.728 €	16.666 €	77.285 €	77.285 €



Valeur actualisée nette

► +

- Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
- Les revenus couvrant la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte
- Formule Excel simple = VAN(4,5%;A1:A10)
- Concept vulgarisé = « Réaliser ce projet = placer 49.766 € à la banque pendant 10 ans à un taux de 4,5% »

► -

- On suppose que l'on peut prêter et emprunter au même taux d'intérêt



Taux de rentabilité interne

► TRI = taux d'actualisation qui annule la VAN

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} = \sum_{j=0}^n \frac{O_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+i)^j} = 0$$

► Où :

- G = Gain
- F = Frais
- C = Cash Flow
- i = Rendement interne de l'investissement
- a = Année
- n = Durée de vie

- Le projet est rentable si TRI > taux d'actualisation (prêt)
- Exprime le coût du capital nécessaire à l'investissement



BASE DE CALCUL DE LA RENTABILITÉ D'UN INVESTISSEMENT

TRI

Ta = taux d'actualisation = 22,8% = TRI

Années	Frais	Gains	Cash Flow	$(1+Ta)^a$	
0	-42.750 €		-42.750 €	1,000	-42.750 €
1		10.039 €	10.039 €	1,228	8.176 €
2		10.386 €	10.386 €	1,508	6.889 €
3		10.750 €	10.750 €	1,851	5.807 €
4		11.135 €	11.135 €	2,273	4.899 €
5		11.540 €	11.540 €	2,791	4.135 €
6		11.968 €	11.968 €	3,427	3.493 €
7		12.420 €	12.420 €	4,207	2.952 €
8		12.898 €	12.898 €	5,166	2.497 €
9		13.403 €	13.403 €	6,343	2.113 €
10		13.938 €	13.938 €	7,789	1.790 €
				VAN	0 €



Taux de rentabilité interne

► +

- Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
- Les revenus couvrant la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte
- Formule Excel simple = TRI(A1:A10)
- Concept vulgarisé = « Réaliser ce projet = obtenir un rendement de 22,8% sur le capital investi »

► -

- Le capital remboursé n'est plus générateur du TRI



Temps de retour élaboré

- TRE = durée qui annule la VAN

$$VAN = \sum_{a=0}^n \frac{Ca}{(1 + Ta)^a} = \sum_{a=0}^n \frac{Ga}{(1 + Ta)^a} - \sum_{a=0}^n \frac{Fa}{(1 + Ta)^a} = 0$$

- Où :

G	= revenus
F	= frais
C	= cash flow
Ta	= Taux d'actualisation
a	= année
n	= TRE

- Le projet est rentable si $TRE < \text{Durée de vie du projet}$



Ta = taux d'actualisation = 4,5%

Années	Frais	Gains	Cash Flow	(1+Ta) ^a	
0	-42.750 €		-42.750 €	1,000	-42.750 €
1		10.039 €	10.039 €	1,045	9.607 €
2		10.386 €	10.386 €	1,092	9.511 €
3		10.750 €	10.750 €	1,141	9.420 €
4		11.135 €	11.135 €	1,193	9.337 €
5		11.540 €	11.540 €	1,246	9.260 €
				VAN	4.385 €



Temps de retour élaboré

- ▶ +
 - Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
 - Les revenus couvrant la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte
- ▶ -
 - Pas très différent du temps de retour simple pour des taux d'actualisation faibles



Coût Actualisé de l'énergie

► CAE / LCOE

$$\text{CAE} = \frac{\text{VAN Coûts totaux sur la durée du projet}}{\text{VAN de l'énergie produite sur la durée du projet}}$$

- La valeur actualisée de l'énergie produite sur la durée totale du projet est mise en rapport avec tous les coûts liés à l'investissement .
- La mesure est rentable si le CAE est inférieur au prix unitaire de l'énergie (EUR/kWh).



LCOE

Investissement initial	83.250
Entretien	520
CV	8080
Actualisation	2%
Valeur Actuelle Investissement	83.250
VAN Total Coûts	€ 11.948,85
Production d'énergie annuelle	14,963
Production d'énergie actualisée	229.989 kWh
LCOE	0,05 €/kWh



Coût du combustible économisé

- ▶ +
 - Calcul simple
 - Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
 - Tient compte de la durée de vie entière de la mesure
- ▶ -
 - Ne tient pas compte de la grandeur de l'investissement



Un investissement est rentable

- ▶ Temps de retour simple (TRS) ➡ $TRS < \text{Durée de vie économique}$
- ▶ Valeur actualisée nette (VAN) ➡ $VAN > 0$
- ▶ Taux de Rentabilité Interne (TRI) ➡ $TRI > \text{Taux d'actualisation}$
- ▶ Temps de retour élaboré (TRE) ➡ $TRE < \text{Durée de vie économique}$
- ▶ Coût actualisé de l'énergie (CAE/LCOE) ➡ $CAE < \text{Coût unitaire de l'énergie}$





- ▶ Il existe différents critères d'analyse financière d'investissements
- ▶ Les critères simples peuvent conduire à des mauvais choix
- ▶ Les critères plus complets sont plus difficiles à maîtriser ... mais sont essentiels pour réaliser de bons choix





Guide bâtiment durable

- ▶ ER03 : LA RENTABILITE DES ENERGIES RENOUVELABLES



Outil excel

- ▶ Fonction NPV (rate;value1;[value2];...) (VAN en français)
- ▶ Fonction IRR (values;[guess]) (TRI en français)



David PLUNUS

Administrateur délégué

écorce

☎ +32 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

