

ADEME



## Investissement d'une chaufferie automatique au bois

Analyse de la rentabilité économique et  
financière d'un projet

# SOMMAIRE

---

## **Rappel - Les étapes dans l'analyse d'un projet d'investissement**

### **Partie I - Analyse économique => comparaison économique des projets proposés**

- Illustration à partir d'un exemple
- Définition et calcul des critères de rentabilité
- tableau de synthèse des critères de rentabilité

### **Partie II - Analyse financière => recherche du meilleur mode de financement**

- Inventaire des principaux modes et instruments disponibles

### **Partie III - Exemples de 6 chaufferies collectives tertiaires au bois**

# Rappel

Les étapes de l'analyse d'un projet  
d'investissement

# Les étapes pour la décision d'une chaufferie

**ETUDE TECHNIQUE**

Etablissement d'une étude de faisabilité  
Dimensionnement technique du projet  
*=> proposition de solutions techniques*

**ANALYSE ECONOMIQUE**

Evaluation des coûts d'investissement (y compris subventions) et d'exploitation  
Etablissement du compte de résultat prévisionnel  
*=> comparaison des projets en terme de rentabilité économique*

**ETUDE DU MAÎTRE  
D'OUVRAGE**

Etablissement de la capacité d'auto-financement (CAF)  
*=> identification des moyens financiers disponibles par le maître d'œuvre*

**ANALYSE FINANCIERE**

Solution de financement adaptée (autofinancement, emprunt, crédit bail..)  
Sofergies, aides-subvention et autres incitations, tiers investisseurs  
*=> comparaison des projets en terme de rentabilité financière*

# Partie I

L'analyse économique

# Les 4 principaux critères de rentabilité

---

Afin de comparer chacune des solutions techniques retenues, l'analyse économique d'un projet établit les critères suivants :

- **TRB** : Temps de Retour Brut (hors financement)
- **CG** : Coût Global
- **VAN** : Valeur Actuelle Nette
- **TRI** : Taux de Rentabilité Interne

NB 1: Pour calculer ces critères, la détermination de la Capacité d'Auto-Financement (**CAF** ou « économie nette de charge ») du projet est indispensable.

NB 2: l'analyse économique fait abstraction du mode de financement. Avant d'aborder la phase financière, il faut s'assurer que le projet soit déjà économiquement rentable.

S'il satisfait aux critères du maître d'ouvrage, il convient alors d'identifier les solutions de financement et de recalculer ces mêmes critères en intégrant les frais financiers:

c'est l'analyse financière du projet

# Compte de résultat prévisionnel.....

---

- Lorsqu'un investissement est envisagé, un compte de résultat prévisionnel est établi afin de lister tous les postes de dépenses et recettes du projet.
- Une comparaison est effectuée entre la solution de référence et le ou les projet(s) alternatifs.

L'objectif est de calculer la Capacité d'Auto-Financement (CAF) prévisionnelle du projet bois, c'est-à-dire l'économie nette de charges réalisée par l'investissement dans le projet bois, comparée à la solution de référence (énergies fossiles)

# ...et comparaison des charges

Coût par an	référence	projet bois
<b>DEPENSES</b>		
combustibles (bois, gaz, électricité...)		
Chaufferie / réseaux / équipements		
Amortissement	<i>(pour mémoire)</i>	<i>(pour mémoire)</i>
Entretien / réparation		
Assurances/Etudes		
salaire		
Impôts et taxes		
<b>RECETTES</b>		
Vente de chaleur		
<b>TOTAL</b>		
	Dépenses - recettes	Dépenses - recettes

**CAF = TOTAL projet référence - TOTAL projet bois**

PS: Cette comparaison doit également être établie pour chaque année de la durée de vie moyenne d'un projet : **il est retenu 15 ans pour une chaufferie bois.**



# Exemple

**On souhaite comparer 3 projets d'investissement de chaufferie:**

- un projet standard A : rénovation de la chaufferie actuelle en gardant la même source d'énergie
- deux projets B et C: installation d'une chaufferie automatique au bois de taille différente

TTC	Projet A (référence)	B	C
investissement	200	500	900
Total charges annuelles (énergie, entretien, matériels,...)	200	150	100

# introduction à l'actualisation

- **Principe:** L'actualisation a pour but de prendre en compte l'évolution de la valeur de l'argent.

La valeur d'une somme d'argent d'aujourd'hui, à une année future « n », doit être appréciée moyennant l'application d'un coefficient d'actualisation.

Ce coefficient d'actualisation dépend :

- Du taux d'intérêt monétaire,
- De la dépréciation monétaire,
- Du taux de rendement de certains placements sur le marché.

Exemple :

Avec un taux d'actualisation de 8% (couramment retenu dans le secteur de l'énergie)

Un montant de 100 € :

- aujourd'hui	vaut.....100 €	« d'aujourd'hui »
- dans n = 5 ans	vaut.....68 €	« d'aujourd'hui »
- dans n = 10 ans	vaut.....46 €	« d'aujourd'hui »

- **Formule :**  $V_0 = V_n(1+i)^{-n}$ 
  - $V_0$  est la valeur actualisée,
  - $V_n$  la valeur considérée à l'année « n »,
  - $i$  le taux d'actualisation.

# 1<sup>er</sup> critère: Temps de Retour Brut (1/3)

## Définition

---

### ■ Principe

temps nécessaire pour que le cumul des économies nettes de charges annuelles dégagées par le projet équilibrent l'investissement (ou le surcoût d'investissement)

### ■ Analyse

Critère simple à évaluer mais qui ne prend en compte **ni la durée de vie, ni la notion de risque du projet**

- Plus le temps de retour **est faible**, plus le projet est jugé **rentable**

- Le **TRB attendu est différent** selon l'acteur économique concerné :

\* Entreprise : TRB < entre 3 et 5 ans

\* Collectivité : TRB < entre 10 et 15 ans

# 1<sup>ier</sup> critère: Temps de retour Brut (2/3)

## CAF constante (formule simplifiée)

	A (référence)	B	C
investissement	200	500	900
<i>Surcoût d'investissement / référence</i>	-	$500 - 200 =$ <b>300</b>	$900 - 200 =$ <b>700</b>
Total charges annuelles (énergie, entretien, matériels,...)	200	150	100
<i>CAF du projet</i>	-	$200 - 150 =$ <b>50</b>	$200 - 100 =$ <b>100</b>
<i>TRB</i>	-	$300 / 50 =$ <b>6 ans</b>	$700 / 100 =$ <b>7 ans</b>

Sur ce critère, le projet B est le plus favorable malgré une CAF plus faible

# 1<sup>ier</sup> critère: Temps de retour Brut (3/3)

## CAF actualisée

- La CAF de chaque année est actualisé (taux de 5%) pour prendre en compte l'évolution du prix des énergies, l'inflation.

- Dès que le cumul de la CAF actualisée atteint le montant de l'investissement (ou du surcoût d'investissement), cela signifie que le coût de l'investissement a été récupéré sur cette durée.

	projet B		projet C	
	CAF actualisée	cumul	CAF actualisée	cumul
Année 1	50	50	100	100
Année 2	55	105	110	210
Année 3	60	165	120	330
Année 4	65	230	130	460
Année 5	70	300	140	600
Année 6	75	375	150	750
surcout d'investissement		300		700
<b>TRB</b>		<b>5 ans</b>		<b>5,7 ans</b>
<i>TRB (formule simplifiée)</i>		6 ans		7 ans

Sur ce critère, le projet B est le plus favorable

## 2<sup>ème</sup> critère: Coût global (1/3)

### Définition

#### Principe:

-Intégration de la valeur de l'**amortissement** dans le compte d'exploitation annuel prévisionnel

L'amortissement des investissements s'effectue sur la durée de vie du matériel :  
chaudières (15 à 20 ans), génie civil (30 ans), réseau de chaleur (30 ans),  
périphérique et équipements (5 ans)

=> **pour simplifier, on peut retenir 15 ans pour une chaufferie bois.**

-Calcul et comparaison des différents projets en valeur du total des charges annuelles

#### Analyse:

- Si le coût global **est inférieur** à celui de la référence, le projet est rentable

- Plus la différence en coût global est importante avec la référence, plus le projet **sera rentable**

- Pour prendre en compte la durée de vie du projet, il convient d'intégrer une hypothèse d'évolution du prix des combustibles, de l'inflation et d'actualiser le coût global

- On peut également exprimer le coût global en fonction des kWh fournis par la chaufferie (unité: euros HT/kWh)

## 2<sup>ème</sup> critère: Coût global (2/3)

### coût global constant (année 1)

cout par an	A (ref)	B	C
<b>ACHATS</b>			
- Bois	0	50	25
- Energie d'appoint	150	15	5
- Pièces de rechange	10	20	15
<b>SERVICES EXTERIEURS</b>			
- Sous-traitance	2	2	2
- Entretien / reparation	2	5	5
- Assurances	2	4	4
- Location	2	2	2
- Transport	2	2	2
<b>FRAIS DE PERSONNEL</b>			
	20	40	30
<b>IMPOTS ET TAXES</b>			
	10	10	10
<b>AMORTISSEMENT</b>			
	13	33	60
<b>COUT GLOBAL (TTC)</b>	<b>213</b>	<b>183</b>	<b>160</b>

Durée d'amortissement : 15 ans  
(amortissement linéaire)

Sur ce critère, le projet C est le plus favorable

## 2<sup>ème</sup> critère: Coût global (3/3)

### coût global actualisé sur 15 ans

	A	B		C	
	CG act	CG act	Economie cumulée	CG act	Economie cumulée
Année 1	213	183	30	160	53
Année 2	228	193	65	165	116
Année 3	243	203	105	170	189
Année 4	258	213	150	175	272
Année 5	273	223	200	180	365
Année 6	288	233	255	185	468
Année 7	303	243	315	190	581
Année 8	318	253	380	195	704
Année 9	333	263	450	200	837
Année 10	348	273	525	205	980
Année 11	363	283	605	210	1 133
Année 12	378	293	690	215	1 296
Année 13	393	303	780	220	1 469
Année 14	408	313	875	225	1 652
<b>Année 15</b>	<b>423</b>	<b>323</b>	975	<b>230</b>	<b>1 845</b>

#### **Hypothèses :**

*Inflation de 1,5% par an*

*Augmentation des prix des énergies classiques de 2% par an*

*Taux d'actualisation 5%*

*Coût global calculé sur 15 ans = durée vie moyenne projet*

Sur ce critère, le projet C est le plus favorable



# 3<sup>ème</sup> critère: Valeur actuelle Nette (1/2)

## définition

### ■ Principe:

La Valeur Actuelle Nette (VAN) consiste à calculer la **valeur actualisée** des différentes économies de charges annuelles attendues sur la durée de vie du projet en intégrant **l'investissement initial**.

### ■ Formule:

$$VAN = -I_0 + CAF_1 + CAF_2 + \dots + CAF_n$$

-  $I_0$  est le coût de l'investissement à l'année 0

-  $CAF_x$  : la capacité d'AutoFinancement actualisée de l'année x,

- n la durée d'actualisation retenu (équivalent +/- à la durée de vie de l'installation)

*NB: une fonction (TRI) sur Excel permet de le calculer*

### ■ Analyse:

- L'investissement est rentable dès que la **VAN est > 0**

- Le projet pour lequel la VAN est la **plus élevée**, est jugé le **plus rentable**

# 3<sup>ème</sup> critère: Valeur actuelle Nette (2/2)

## Valeur Actuelle Nette sur 15 ans

	Projet B		Projet C	
	Valeur courante	valeur actualisée	Valeur courante	valeur actualisée
Surcoût d'investissement	<b>-300</b>	<b>-300</b>	<b>-700</b>	<b>-700</b>
CAF année 1	50	46,3	100	92,6
CAF année 2	55	47,2	110	94,3
CAF année 3	60	47,6	120	95,3
CAF année 4	65	47,8	130	95,6
CAF année 5	70	47,6	140	95,3
CAF année 6	75	47,3	150	94,5
CAF année 7	80	46,7	160	93,4
CAF année 8	85	45,9	170	91,8
CAF année 9	90	45	180	90
CAF année 10	95	44	190	88
CAF année 11	100	42,9	200	85,8
CAF année 12	105	41,7	210	83,4
CAF année 13	110	40,4	220	80,9
CAF année 14	115	39,2	230	78,3
CAF année 15	120	37,8	240	75,7
<b>TOTAL = VAN</b>		<b>367,4</b>		<b>634,9</b>
taux d'actualisation		5%		5%

### Hypothèses :

- Inflation de 1,5% par an
- Augmentation des prix des énergies classiques de 2% par an
- Taux d'actualisation 5%
- VAN calculé sur 15 ans = durée vie moyenne projet

Sur ce critère, le projet C est le plus favorable

# 4<sup>ième</sup> critère: Taux de Rentabilité Interne (1/2)

## Définition

### ■ Principe:

- C'est le taux d'actualisation qui aboutit à une valeur nulle de la VAN.
- Pour juger de l'opportunité de tout investissement, l'utilisation du TRI est obligatoire:
  - \* comparaison avec le taux de rémunération de l'argent en vigueur sur le marché
  - \* comparaison avec la rémunération du capital escompté par l'investisseur (objectifs financiers, appréciation du risque financier)

### ■ Formule:

Pour le calculer, il faut procéder par itération du taux d'actualisation

*NB: une fonction (TRI) sur Excel permet de le calculer*

### ■ Analyse:

- si le TIR est **supérieur ou égal au taux d'actualisation**, le projet est rentable

Certains seuils peuvent être définis (secteur de l'énergie):

- rentabilité faible : TRI < 10%
- très bonne rentabilité : TRI > 15%

- Le projet pour lequel le TRI est le **plus élevé**, est jugé le **plus rentable**

# 4<sup>ème</sup> critère: Taux de Rentabilité Interne (2/2)

## Exemple de calcul

	Projet B		Projet C	
	Valeur courante	Valeur actualisée	Valeur courante	Valeur actualisée
Surcoût d'investissement	<b>-300</b>	<b>-300</b>	<b>-700</b>	<b>-700</b>
CAF année 1	50	41,1	100	84,3
CAF année 2	55	37,1	110	78,2
CAF année 3	60	33,2	120	71,9
CAF année 4	65	29,5	130	65,7
CAF année 5	70	26,1	140	59,7
CAF année 6	75	23,0	150	53,9
CAF année 7	80	20,1	160	48,5
CAF année 8	85	17,5	170	43,4
CAF année 9	90	15,3	180	38,8
CAF année 10	95	13,2	190	34,5
CAF année 11	100	11,4	200	30,6
CAF année 12	105	9,8	210	27,1
CAF année 13	110	8,5	220	24,0
CAF année 14	115	7,3	230	21,1
CAF année 15	120	6,2	240	18,6
TOTAL = VAN		<b>0</b>		<b>0</b>
<b>TRI (taux pour VAN = 0)</b>		<b>21,8%</b>		<b>18,6%</b>

### Hypothèses :

*Inflation de 1,5% par an*

*Augmentation des prix des énergies classiques de 2% par an*

*TRI calculé sur 15 ans = durée vie moyenne projet*

Sur ce critère, le projet B est le plus favorable

# Synthèse de l'analyse économique

Leçon n°1: Il n'y a pas de critère idéal de sélection

⇒ **le choix du projet doit s'appuyer sur ces 4 indicateurs** mais également sur le **montant de l'investissement à réaliser**

Leçon n°2: Néanmoins, deux critères simples sont à considérer **par le maître d'ouvrage** pour l'analyse économique:

- le coût global
- la VAN

	B	C
Surcoût d'investissement / A	300	700
C.A.F. annuelle	50	100

"Meilleur" projet
B
C

	B	C
TRB	6 ans	7 ans
Coût global année 1	198	187
Coût global actualisé sur 15 ans	4 020	3 330
VAN sur 15 ans	367,4	634,9
TRI sur 15 ans	21,80%	18,60%

B
C
C
B

Dans cet exemple, c'est le projet C qui est à retenir

# Partie II

Etablissement des critères d'analyse  
financière

# Les différents modes de financement

---

- **Autofinancement**

⇒ Apports de fonds propres par le propriétaire du projet

- **Emprunt (classique ou prêt bonifié)**

⇒ Financement bancaire classique par un prêt à taux fixe, variable ou bonifié (taux inférieur au marché)

- **Location**

⇒ Apport financier (dépôt de garantie) mais il n'y a pas de transfert de propriété

- **Crédit bail**

⇒ Prise en charge à 100% de l'investissement par un tiers investisseur à qui l'on transfère la propriété sur la période du contrat

- **Sofergies**

⇒ Crédit bail dédié aux investissements en énergie et environnement

# Autres instruments de financement

## ■ Financement par tiers investisseur

⇒ Prise en charge à 100% de l'investissement et de l'exploitation par un tiers investisseur à qui l'on transfère la propriété sur la période du contrat

## ■ Aides / subventions

⇒ ADEME, Conseil Régional, Conseil Général, Fonds Européens (FEDER)

## ■ FOGIME (*outil complémentaire à un financement*)

⇒ Fond de Garantie pour des investissements de maîtrise de l'énergie et d'utilisation d'énergies renouvelables

## ■ Marché carbone (*depuis le 1/01/05*)

=> Vente des permis d'émissions CO2 lié à l'utilisation de l'énergie bois

## ■ Exonération /réduction de la Taxe Professionnelle

## ■ Fiscalité: amortissement accéléré

⇒ possibilité d'amortissement de l'équipement sur 12 mois



# Partie III

6 exemples de chaufferies bois

# 4 chaufferies analysées

---

	< 300 kW	1 à 2 MW	5 à 10 MW
Avec réseau	Fichier 1 RC	Fiche 2 RC	Fiche 3 RC
Sans réseau	Fiche 1		