

Formation Bâtiment Durable : Rénovation partielle et par phase

Bruxelles Environnement

ELEMENTS DE RENTABILITE

Anne-Laure MAERCKX

CENERGIE



BRUXELLES ENVIRONNEMENT

IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



Objectif(s) de la présentation

- Donner quelques notions d'analyse financière de rentabilité d'un investissement
- Donner un aperçu de la rentabilité des mesures en rénovation



Plan de l'exposé

- Comment calculer la rentabilité d'un investissement
- Rentabilité des mesures
 - ▶ Enveloppe
 - ▶ Techniques
 - › Chauffage
 - › ECS
 - › Energies renouvelables



Comment calculer la rentabilité d'un investissement

- Lors de travaux de rénovation partiels/phasés, il faut prioriser les actions
- Les choix faits entraînent des investissements
- Il faut comparer soigneusement les résultats de chaque alternative pour faire le bon choix



Concept de base : Capitalisation

- Capitalisation :

$$T = B (1 + i)^n$$

- ▶ Où:
 - T = Valeur capitalisée
 - B = 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?
 - ▶ $T = 100 * (1 + 0,05)^5 = 100 * 1,2763 = 127,63$ €



Concept de base : Actualisation

- Actualisation :

$$AW = \frac{T}{(1 + a)^n}$$

- ▶ Où:
 - AW = Valeur actuelle
 - T = Valeur future d'un gain
 - a = Taux d'actualisation
 - n = Durée

- Exemple : Combien d'argent faut-il placer sur un compte, si les intérêts s'élevent à 5% pour obtenir 100 € dans 5 ans?

- ▶ $VA = 100 / (1 + 0,05)^5 = 100 / 1,2763 = 78,35 \text{ €}$



Concept de base : 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



Concept de base : Augmentation du coût de l'énergie

- Arrêté ministériel déterminant les hypothèses énergétiques à prendre en considération lors des études de faisabilité technico-économique :

<u>Environnement</u>	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh élec produit, exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	395 kg CO ₂ /MWh
	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh de gaz exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	217 kg CO ₂ /MWh
	Coefficient d'émissions de CO ₂ par MWh de mazout exprimé en kg d'équivalent de CO ₂ par MWh (sur PCI)	306 kg CO ₂ /MWh
<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



Comment calculer la rentabilité d'un investissement

- Il existe différents critères de rentabilité
 - ▶ Temps de retour simple – TRS
 - ▶ Valeur actualisée nette – VAN
 - ▶ Taux de rentabilité interne – TRI
 - ▶ Temps de retour élaboré – TRE
 - ▶ Coût du combustible économisé – CCE



Temps de Retour Simple

- TRS = temps nécessaire pour récupérer le montant investi

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

► Où:

› I = Investissement initial du projet

› O_j = Gain annuel net du projet

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



Temps de Retour Simple

- TRS

- ▶ +

- › 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 entraîner 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)

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

► Où:

- › O = Revenus
 - › K = Frais
 - › C = Cash-flow
 - › a = taux d'actualisation
- Le projet est rentable si la VAN > 0
- Les gains et les dépenses sont actualisés à l'année initiale de l'investissement



Valeur Actualisée Nette

- VAN

- ▶ +

- › Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
 - › Les revenus couvrants la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte

- ▶ -

- › Calcul compliqué, peu intuitif
 - › 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

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

- ▶ Où:
 - › O = Revenus
 - › K = Frais
 - › C = Cash-flow
 - › **i = rendement interne de l'investissement**
- ▶ Le projet est rentable si TRI > taux d'actualisation



Taux de Rentabilité Interne

- TRI

- ▶ +

- › Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
 - › Les revenus couvrants la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte

- ▶ -

- › Calcul compliqué, peu intuitif
 - › On suppose que les cash-flows positifs peuvent être investis au TRI



Temps de Retour Elaboré

- TRE = durée qui annule la VAN

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

- ▶ Où:
 - › O = Revenus
 - › K = Frais
 - › C = Cash-flow
 - › a = taux d'actualisation
 - › **n = TRE**
- ▶ Le projet est rentable si $TRE < \text{Durée de vie du projet}$



Temps de Retour Elaboré

- TRE

- ▶ +

- › Tient compte de la valeur temporelle de l'argent
 - › Les revenus couvrants la durée de vie entière du projet entrent en ligne de compte

- ▶ -

- › Calcul compliqué, peu intuitif, itératif
 - › On suppose que l'on peut prêter et emprunter au même taux d'intérêt



Coût du Combustible Economisé

- CCE

$$\text{CCE} = \frac{\text{coût mesure (EUR/an)} - \text{coût évité (EUR/an)}}{\text{économie d'énergie (kWh/an)}}$$

- ▶ Le coût d'exploitation de la mesure est transposé en annuités sur la durée de vie de l'investissement.
- ▶ La mesure est rentable si le CCE est inférieur au prix unitaire du combustible (EUR/kWh).



Coût du Combustible Economisé

- CCE

- ▶ +

- › 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



Critères de rentabilité – Un Investissement est rentable si ...

- Temps de retour simple – TRS
 - ▶ $\text{TRS} < \text{Durée de vie économique}$
- Valeur Actualisée Nette – VAN
 - ▶ $\text{VAN} > 0$
- Taux de Rentabilité Interne – TRI
 - ▶ $\text{TRI} > \text{Taux d'actualisation}$
- Temps de Retour Elaboré – TRE
 - ▶ $\text{TRE} < \text{Durée de vie économique}$
- Coût du Combustible Economisé - CCE
 - ▶ $\text{CCE} < \text{Coût du combustible}$



Critères de rentabilité – Cas concret...

Rénovation d'un immeuble de bureaux : PEB vs Basse Energie vs Passif

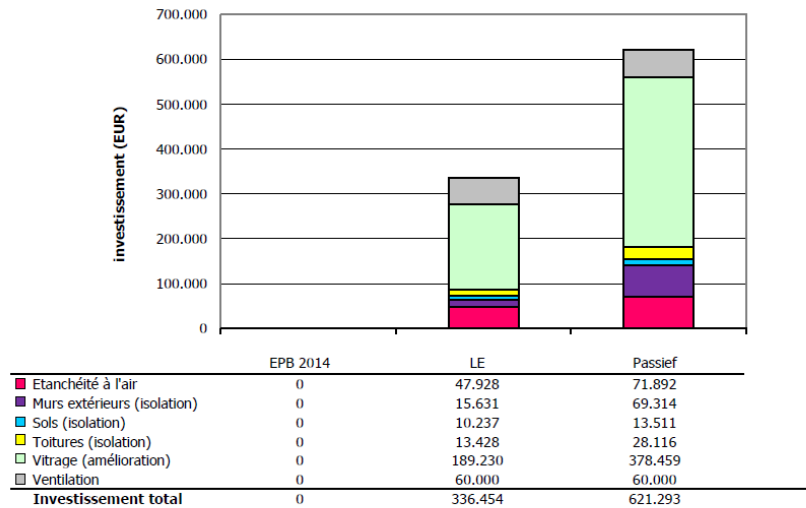


Figure 14: investissements



	PEB	BE	Passif
Investissement total (EUR)	0	336.454	621.293
Surinvestissement par rapport à la référence (EUR)	-	336.454	621.293
Investissement par m ²	0	63	117
Coûts liés à la consommation d'énergie (EUR/an)	105.950	86.511	81.128
Bénéfices électricité verte (EUR/an)	0	0	0
Coûts bénéfiques total (EUR/an)	105.950	86.511	81.128
Flux de trésorerie en année (EUR)	-	19.439	24.822
Flux de trésorerie cumulé sur 15 ans (EUR)	-	38.637	-142.332
TRS Temps de Retour Simple(jaar)	-	17,3	25,0
TRE Temps de Retour Elaboré (jaar)	-	13,8	18,3
TRI Taux de Rentabilité Interne (%)	-	5%	3%
Valeur Résiduelle après 15 ans (EUR)	-	199.303	389.196
VAN Valeur Actuelle Nette 15j (EUR)	-	105.906	36.572

Figure 15: Rentabilité



Comparaison des travaux

- La rentabilité des mesures dépend fort du contexte
- Une étude de faisabilité est recommandée pour comparer les différents scénarios et leurs impacts financiers
- Le TRS reste le critère le plus simple à utiliser en 1ère approche



Comparaison des travaux

- Enveloppe:

- ▶ 1) **Etanchéité à l'air**

- › Mise en place de rappels de porte, création de sas, sensibilisation
 - › Mise en place de joints aux raccords fenêtres/gros-oeuvre
 - !! Ventilation des locaux
 - Investissement faible pour des économies directement réalisables



Source: www.assaabloy.be/



Crédit Photos et Plans: J. Kessler
Projet Batex [216_Luther]



Comparaison des travaux

- Enveloppe

- ▶ 2) **Isolation de la toiture**

- › Isolation des combles

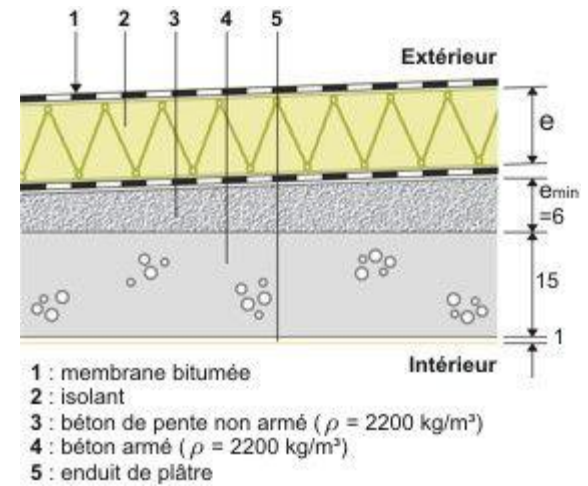
- Réalisable si les combles ne sont pas habités
 - TRS: 3 à 5 ans

- › Isolation de la toiture plate/à versants

- rentable surtout si l'étanchéité est à refaire → on combine les travaux
 - TRS: 5 à 10 ans



[029_V_Woestyn]
Source : Yvan GLAVIE



Source : energie plus



Comparaison des travaux

- Enveloppe

- ▶ 3) **Isolation de la façade par l'intérieur**

- › Attention à la gestion des ponts thermiques: sources de déperdition, risque de condensation de surface
 - › TRS: 5 à 25 ans (possibilité d'exécuter les travaux soi-même)

- ▶ 4) **Isolation de la façade par l'extérieur**

- › Peut être simple (pignons aveugles) ou compliquée (présence de terrasses,...)
 - › TRS: 10 à 25 ans, selon la situation



Crédit Photos: J. Kessler



Crédit Photo: J. Kessler

Source : Formation « Rénovation à haute performance énergétique : détails techniques » - BATEX: points clés et solutions pratiques, retour architecte – Julien KESSLER



Comparaison des travaux

- Enveloppe

- ▶ 5) **Châssis et vitrage**

- › Mesure peu rentable (TRI de l'ordre de 20 ans)
 - › Impact positif sur le confort essentiellement

- ▶ 6) **Isolation de la dalle**

- › Rentabilité fonction de l'accessibilité de la dalle

- ▶ 7) **Protections solaires**

- › En cas de surchauffe
 - › Dans le logement, impact sur le confort essentiellement



[077_Ducpetiaux]
Source : Yvan GLAVIE



[091_Fineau]
Source : Yvan GLAVIE



Comparaison des travaux

- Techniques: Chauffage

- ▶ 1) **Régulation**

- › Programmation horaire sur base de l'occupation (ralenti nocturne,...)
 - › Réglage de la courbe de chauffe
 - Travaux peu coûteux en matériel (prévoir un peu de temps)
 - Economies de 5 à 30% selon la situation de départ



- ▶ 2) **Isolation des conduites**

- › Passage des conduites dans les locaux non-chauffés
 - › TRS: 1 à 8 ans



Source : energie plus



Comparaison des travaux

- Techniques: Chauffage

- ▶ 3) **Nouvelle chaudière**

- › Augmentation du rendement de l'installation
 - Economie d'environ 5% à ... 30%
 - Economie supplémentaire si passage du mazout au gaz, par exemple

- ▶ 4) **Vannes thermostatiques, vannes de zone**

- › Réglage plus fin des températures dans le logement



[040_Aéropolis]
Source : Cenergie



Source : energie plus



Comparaison des travaux

- Techniques: ECS

- ▶ 1) **Isoler**

- › Boucle de circulation si présente
 - › Conduites de distribution
 - › Ballons de stockage

- ▶ 2) **Passer à une production décentralisée**

- › Pertes de la boucle sont éliminées

- ▶ 3) **Robinetterie à économie d'eau**

- › Réducteurs de débit,...

- ▶ 5) **Pompe à chaleur (ballon thermodynamique)**

- › Bon COP, attention aux résistances électriques

- ▶ 4) **Chauffe-eau solaire**

Rentabilité en grande partie fonction de la consommation en ECS.



Source : Atlantic



Comparaison des travaux

- Techniques: Energies renouvelables...

...La cerise sur le gâteau

- ▶ 1) **Panneaux solaires photovoltaïques**

- › Rentabilité en RBC : 7-9 ans (avec CV)

- ▶ 2) **Pompes à chaleur**

- › Rentabilité très variable (type de PAC, installations techniques: émetteurs basse température, combinaison chauffage + ECS,...)

- ▶ 3) **Panneaux solaires thermiques**

- › Rentabilité: très variable, en fonction des consommations.

- › TRS de l'ordre 15 ans...

- › ... si l'installation fonctionne comme prévu.



Source : Cenergie



Outils, sites internet, etc... intéressants :

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



Références Guide Bâtiment Durable et autres sources :

- Guide Bâtiment Durable:
<http://www.bruxellesenvironnement.be/guidebatimentdurable>

Chercher par Thématiques | Chercher par Parois et systèmes | (Très) Basse énergie et passif | Glossaire | Table des matières | Liens |

Introduction

Bruxelles Environnement a mis au point le présent GUIDE BÂTIMENT DURABLE pour soutenir la conception et la réalisation de bâtiments à haute qualité environnementale prenant en compte le confort, la qualité de vie et la santé des occupants, ainsi que la faisabilité économique. Ce guide identifie les différentes solutions concrètes qu'il est possible de mettre en œuvre en matière de construction et rénovation durables dans une métropole comme Bruxelles. Outil de référence, il s'adresse aux concepteurs et à leurs interlocuteurs que sont les maîtres d'ouvrage et les entrepreneurs.

[Plus d'info](#)

Première visite ?

Découvrez comment utiliser ce guide pratique en 2 min.

13 janv. 2014 - **Séminaire Bâtiment durable - Exigences PEB passif 2015, par où commencer ?**

Comment construire en adéquation avec la nouvelle réglementation? Découvrez la réponse le 13 février 2014 de 8h30 à 16h3 ...

13 janv. 2014 - **Séminaire Bâtiment Durable - Minimiser et valoriser les déchets de chantier**

Intéressé(e) ? Inscrivez-vous au séminaire du 24 janvier 2014 de 9h00 à 13h00 à Bruxelles

[Toutes les actualités](#)

Gestion du projet, chantier, bâtiment

Environnement physique

Energie

Mobilité

Environnement humain

Eau

Développement de la nature

Matière

Bien être, confort et santé



Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Il existe différents critères d'analyse financière d'investissements
- La rentabilité des mesures prises dépend fortement du contexte
- L'amélioration du confort n'est pas quantifiable mais constitue aussi un critère de décision
- Une étude de faisabilité / audit est recommandée pour dégager les mesures les plus intéressantes
- Profiter des opportunités pour réaliser des travaux économiseurs d'énergie



Contact

Anne-Laure MAERCKX

Conseillère construction durable

Coordonnées

 : 02/513.96.13

E-mail : anne_laure.maerckx@cenergie.be

