

ingénieurs associés

La Seyne, le 11 Mai 2012
Réf : 4023-20120430-FC

COMPARATIF DES LOGICIELS « DURÉE DE VIE DES BÂTIMENTS ET COÛT GLOBAL »

ETUDE POUR LE COMPTE D'ENVIROBAT



Rédactrice :

BET ADRET

Floriane Curtil

Interlocuteur Envirobat :

ENVIROBAT

Nicolas Guignard

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	3
I.1. Préambule	3
I.2. Coût global actualisé	4
I.3. Périmètre de l'étude.....	4
I.4. Méthodologie	5
II. 1^{ÈRE} PARTIE : CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS LOGICIELS COMPARÉS.....	5
II.1. Logiciel de calcul du coût global énergétique (MEDDTL)	5
II.2. Logiciel du CSTB eva perf.....	6
II.3. Logiciel Bâtiments Durables Méditerranéens	6
II.4. Logiciel Life Cycle Cost Analysis	7
II.5. Logiciel Descword	8
III. 2^{ÈME} PARTIE : ETUDE DE CAS	11
III.1. Présentation du projet	11
III.2. Comparaison des résultats	12
IV. 3^{ÈME} PARTIE : QUELLES DONNÉES UTILISER ?	16
IV.1. Caractéristiques du projet	16
IV.2. Durée de vie du bâtiment.....	16
IV.3. Consommations du bâtiment	17
IV.4. Evolution du prix de l'énergie.....	17
IV.5. Coûts de maintenance et de renouvellement.....	18
V. CONCLUSION	19
VI. ANNEXE 1 : FICHES RÉCAPITULATIVES DES OUTILS DE CALCUL EN COÛT GLOBAL	20
VII. ANNEXE 2 : LIEN INTERNET DE TELECHARGEMENT DES LOGICIELS.....	22

I. INTRODUCTION

I.1. Préambule

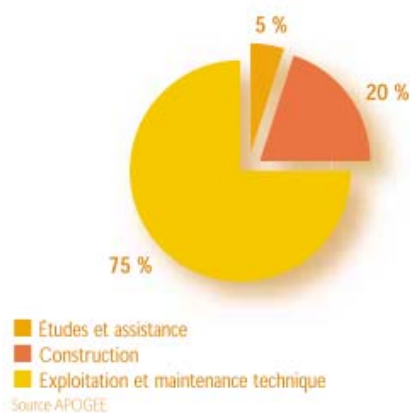
Depuis de nombreuses années, Envirobat s'est intéressé à la problématique de la maîtrise des coûts différés :

- Plusieurs articles ont été déposés sur le sujet sur l'enviroboite,
- Des envirodébats ont traité de ce sujet, du coût global et des bénéfices durables.
- Un appel à rédaction a été lancé par Envirobat pour réaliser une étude comparative des logiciels « Durée de vie des bâtiments et coût global », permettant de connaître leurs domaines d'application, leurs atouts, leurs limites, etc. Les logiciels proposés sont les suivants :
 - o Outil « plateforme de prise en compte de la durée de vie dans le bâtiment » (CSTB)
 - o Outil « évaluer le coût global de la construction » (MEDDTL)
 - o Outil « bénéfices durables » (BDM)
 - o Outil « LCCA » (ICLEI)
 - o Logiciel Descword (AJSOFT)

Au vu de l'augmentation du prix de l'énergie et de la prise en compte d'une vision durable, cette problématique ne peut que prendre de l'importance.

En effet, dans un bâtiment tertiaire, les coûts d'exploitation et de maintenance représentent en moyenne 75 % des dépenses totales. Les coûts d'investissement ne représentent que 20 % et les phases d'études environ 5 % (source Apogée, lettre du management immobilier n° 519, Avril 2005).

Répartition moyenne des types de coûts sur le cycle de vie d'un bâtiment tertiaire (hors foncier et frais financiers)



Le coût global permet d'intégrer, dans un indicateur, l'impact des choix de construction et les conséquences en exploitation. Les flux sont à prendre en considération dans les deux sens, puisqu'aujourd'hui le bâtiment peut devenir ressource (bénéfices durables). Il y a cependant des limites à ne raisonner qu'en économie, et il est important de prendre en compte les aspects environnementaux pour optimiser un projet.

Or, il est pour l'instant difficile de transformer en flux économique l'impact environnemental, qui n'est donc pas forcément pris en compte dans le calcul en coût global. Des mesures fiscales sont cependant à l'étude (taxe carbone par exemple) et des dispositifs d'incitation liés à la valorisation de certains impacts (Contrats d'Économies d'Énergie).

Dans le but de donner à chaque projet un coût global prenant en compte ses spécificités, il est très intéressant d'établir un comparatif des logiciels de calcul de coût global pour voir lequel est plus adapté à chaque type de projet. Ce comparatif a été réalisé pour les logiciels proposés par Envirobat.

1.2. Coût global actualisé

La notion de coût global immobilier est apparue durant les années 1970 ; il est défini comme suit :

Le coût global est constitué de l'ensemble des dépenses qu'un maître d'ouvrage devra effectuer depuis les études de faisabilité du projet jusqu'au recyclage de ses éléments constitutifs lors de sa déconstruction.

On peut distinguer 5 catégories de frais :

- Coûts de construction (études, achat du terrain, réalisation, taxes liées à la construction)
- Dépenses d'exploitation (énergie, nettoyage, gestion, taxes)
- Dépenses de maintenance (petit entretien, gros travaux, sinistres)
- Dépenses d'améliorations
- Coûts de démolition en fin de vie du bâtiment et coûts de recyclage

Selon la perspective d'utilisation du bâtiment, il est possible de ne pas prendre en compte le coût de démolition, si, en fin de vie, le choix de rénover le bâtiment est fait.

Plusieurs notions doivent être assimilées pour effectuer le calcul en coût global.

- Actualisation des coûts : L'actualisation consiste à ramener sur une même base des flux financiers non directement comparables qui se produisent à des dates différentes. Cela permet notamment de les comparer, et le taux d'actualisation est utilisé pour mesurer la pertinence du choix d'un investissement. Ce taux d'actualisation dépend de chaque profil d'investisseur et du rendement qu'il espère de son capital.
- Variation des prix : Les coûts différés par rapport à l'investissement (coûts d'exploitation et de maintenance) sont directement liés à l'évolution des prix. Cette évolution des prix comprend l'inflation, mais également la variation des prix spécifique à un type de produit. Actuellement, la variation des prix de l'énergie est caractéristique de cette variation des prix. En plus de l'inflation, la diminution des réserves de pétrole et de gaz entraîne une augmentation considérable du prix de l'énergie. L'hypothèse de l'évolution des prix est donc fondamentale dans l'approche du coût global.

1.3. Périmètre de l'étude

Le résultat d'une étude dépend directement du choix de son périmètre et de la précision des hypothèses.

La comparaison des logiciels de calcul en coût global ne doit pas faire oublier qu'un calcul doit être effectué pour répondre à une problématique précise. Cela peut concerner le choix d'un type constructif (ossature bois ou béton par exemple), d'un système technique, ou d'un système de maintenance.

Selon la problématique à laquelle le calcul doit apporter une réponse, l'étude s'effectue à différentes phases du projet. Ainsi, il peut être pertinent de réaliser le calcul dès la phase concours pour estimer par exemple l'influence du déplacement des utilisateurs sur le coût global du projet. Par contre, le choix d'un système technique et de sa maintenance nécessite de connaître le contexte du projet, et doit être effectué à un stade plus avancé.

Les hypothèses comportant de fortes incertitudes, il paraît peu pertinent d'effectuer un calcul en coût global pour obtenir un budget prévisionnel. Plus le périmètre de l'étude est restreint, plus le résultat du calcul a du sens, d'autant plus s'il est utilisé pour comparer des solutions. On préconise donc d'utiliser ces outils en analysant l'écart entre des solutions (en pourcentage) plutôt que la valeur absolue du coût global.

D'une manière générale, l'étude en coût global doit être réalisée dès la conception, pour influencer sur les bases du projet.

Cet impact doit éventuellement être croisé avec les autres impacts environnementaux et économiques (énergie grise, étude de faisabilité énergétique, etc).

I.4. Méthodologie

Dans un premier temps, une liste de 5 logiciels de calculs de coût global a été définie par Envirobat. La première partie de ce dossier cherche donc à les présenter en insistant sur leurs différences et sur ce qui fait leur force. On précise que cette liste n'est pas exhaustive : beaucoup de structures développent leur propre base et outil en interne, outils parfois plus adaptés à la problématique de calcul en coût global d'un projet.

Puis, le coût global d'un projet sera calculé à l'aide des différents logiciels, afin de mieux percevoir les facilités et la pertinence des résultats de chaque outil.

Enfin, la dernière partie développera des moyens de trouver les données d'entrée utilisées pour le calcul. En effet, le calcul de coût global n'est pertinent que si les hypothèses le sont, et que ces hypothèses sont adaptées à l'outil utilisé.

II. 1^{ÈRE} PARTIE : CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS LOGICIELS COMPARÉS

II.1. Logiciel de calcul du coût global énergétique (MEDDTL)

Un logiciel gratuit a été mis en place par le ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement (MEDDTL), créé en partenariat avec le CSTB. L'analyse en coût global s'effectue en 4 étapes :

- Le projet : description du projet et du mode d'analyse (type de bâtiment et surface)
- Paramètres généraux : définition de la période d'analyse et des taux d'actualisation
- Périmètre d'application : saisie des postes de coûts pertinents pour le projet
- Evaluation : obtention des résultats de l'analyse ainsi définie

Hypothèses :

- Taux d'actualisation, taux d'inflation et taux d'inflation des fluides
- Coûts de maintenance, d'entretien et d'investissement
- Des ratios sont proposés dans les bâtiments de logements, bureaux, enseignement et santé

Interface :

L'interface graphique est très facile à prendre en mains, ce qui permet, si on connaît les hypothèses, de réaliser le calcul en quelques minutes.

Périmètre de prise en compte du coût global :

Le coût global prend en compte les coûts d'investissement, de fonctionnement, de maintenance, de déconstruction, et l'impact environnemental ou sanitaire du projet (coût de la tonne de CO₂). Il permet donc d'avoir un périmètre de coût global très large, ce qui peut également avoir l'inconvénient d'avoir besoin d'hypothèses importantes pour que le résultat du calcul soit pertinent.

Présentation des résultats :

Un rapport automatique est généré, comportant les hypothèses saisies et les résultats du calcul. Il n'est pas possible de conserver l'étude ou de comparer plusieurs solutions entre elles.

II.2. Logiciel du CSTB eva perf

Un logiciel gratuit a été mis en place par le CSTB. Ce logiciel, contrairement aux autres, n'est pas utilisé pour calculer le coût global d'un projet, mais pour établir une base de données sur la durée de vie des éléments d'un bâtiment.

Actuellement, la plateforme n'est plus utilisée.

Il nous a par conséquent été impossible de tester ce logiciel.

II.3. Logiciel Bâtiments Durables Méditerranéens

Un logiciel gratuit a été mis en place par l'association Bâtiments Durables Méditerranéens. Bien qu'il soit possible de calculer le coût global d'une seule solution, ce logiciel est utilisé pour comparer plusieurs solutions et valoriser une solution « durable », prenant en compte l'impact des matériaux, le confort des occupants et les performances énergétiques du bâtiment.

Hypothèses :

- Distance domicile – travail ou domicile – visiteur, et mode de déplacement
- Coût de l'aménagement des modes doux, des menuiseries, de l'isolation, etc
- Métré précis (notamment le bois pour le stockage des GES), dont la surface déperditive (peuvent être issues du calcul réglementaire)
- Les hypothèses de maintenance sont détaillées. Des ratios sont proposés, mais il est préférable de ne pas les utiliser. Par exemple, le ratio proposé pour les coûts de fonctionnement P2 est proportionnel à la consommation énergétique. Il n'est donc pas possible de valoriser un système où les coûts d'entretien sont maîtrisés.
- Les consommations d'énergie peuvent être issues de simulations thermiques dynamiques, d'une évaluation ou d'un calcul réglementaire.

Interface :

Il s'agit d'un tableur excel comportant une quinzaine d'onglets. Pour chaque onglet, il convient de renseigner les cases jaunes, qui forment les hypothèses. Le temps de saisie est relativement long, puisque pour trois cas différents, il faut renseigner les hypothèses. D'autre part, pour insérer des valeurs pertinentes, un temps de recherche est nécessaire pour donner précisément les coûts de chaque poste.

Périmètre de prise en compte du coût global :

La déconstruction du bâtiment n'est pas prise en compte actuellement, mais est en phase d'élaboration. Il en est de même pour le calcul de l'énergie grise, qui sera à terme intégrée dans l'outil. Par contre, comme dans un bilan carbone, le déplacement des usagers jusqu'au bâtiment est pris en compte. D'autre part, l'outil intègre l'impact sur le confort d'été et d'hiver et sur le bien-être des occupants, à travers un pourcentage de personnes en bonne santé ou une augmentation de productivité.

Résultats :

Les résultats se présentent sous la forme de tableaux récapitulatifs, d'étiquettes énergétiques, de diagrammes présentant la répartition des coûts d'investissement, la répartition du coût global direct par poste, et la répartition du coût global étendu (investissement + fonctionnement + externalités). En revanche, le coût global ne peut être calculé que pour une durée de vie du bâtiment de 30 ans. Cela minimise l'importance de la maintenance dans le coût global de l'opération, par rapport à une durée de vie supérieure.

II.4. Logiciel Life Cycle Cost Analysis

Un logiciel gratuit a été mis à disposition en Angleterre, pour comparer différentes solutions environnementales du bâtiment. La prise en main du logiciel est assez longue, d'une part car tout est en anglais (vocabulaire très spécifique) et parce que les onglets sont peu clairs (par exemple, les résultats sont éparpillés dans différents onglets, au milieu des hypothèses). Une fois le logiciel pris en main, la saisie prend un peu de temps, puisqu'il faut créer plusieurs profils à comparer.

Hypothèses :

On n'a pas besoin des mètres, mais il faut rentrer la consommation du bâtiment, et le coût de la maintenance. Il n'y a pas de sous-catégories, il faut seulement entrer une valeur.

Attention, toutes les valeurs sont à rentrer en pieds carrés (square feet) et en dollars américains.

Interface :

Tableau excel avec un onglet par étape. Les résultats sont présentés sur des onglets séparés.

Vocabulaire utile :

Bundle : paquet. On regroupe plusieurs « mesures », ce qui permet de comparer des solutions qui comprennent à la fois un système PAC et un système d'éclairage réduit par exemple.

Baseline : Cela correspond à un scénario. On peut créer plusieurs scénarios pour ensuite les comparer

Rebates and incentives : rentrer dans cette catégorie les gains financiers liés à l'opération (subventions, aides, etc)

Step 5 Measures : permet de prendre en compte les apports qualitatifs (sur la qualité de l'air, le confort visuel, etc)

Périmètre de prise en compte du coût global :

Les coûts de démolition du bâtiment ne sont pas pris en compte. Le coût des études peut être pris en compte si on l'inclut au coût d'investissement initial, mais ce n'est pas précisé.

Résultats :

Les résultats sont donnés sous forme de tableaux et de graphes récapitulatifs. Il est possible de comparer plusieurs solutions.

II.5. Logiciel Descword

Le logiciel Descword est un logiciel de maîtrise d'œuvre composé de nombreux modules (estimation des coûts de construction, rédaction des CCTP et DPGF, calcul des métrés, gestion des appels d'offres, gestion financière du chantier), dont le module DescWord – coût global. Ce module réalise le coût global de l'immeuble en récupérant les données du module « métré », et des coûts d'investissement du module « estimation des coûts ». Ce module, en plus de calculer le coût global du projet, calcule aussi l'énergie grise du projet, notamment à l'aide des FDES de chaque matériau.

Le module de ce logiciel coûte 1300 € HT, et le contrat annuel de maintenance et d'assistance est de 160 € HT. Une aide en ligne permet d'avoir des formations à distance en voyant l'écran du formateur, ainsi que d'être pris en charge par le service de maintenance de l'entreprise.

Grâce à ce système, il a été possible d'avoir une présentation en ligne du logiciel, bien qu'il n'ait pas été possible d'obtenir une version de démonstration.

Hypothèses :

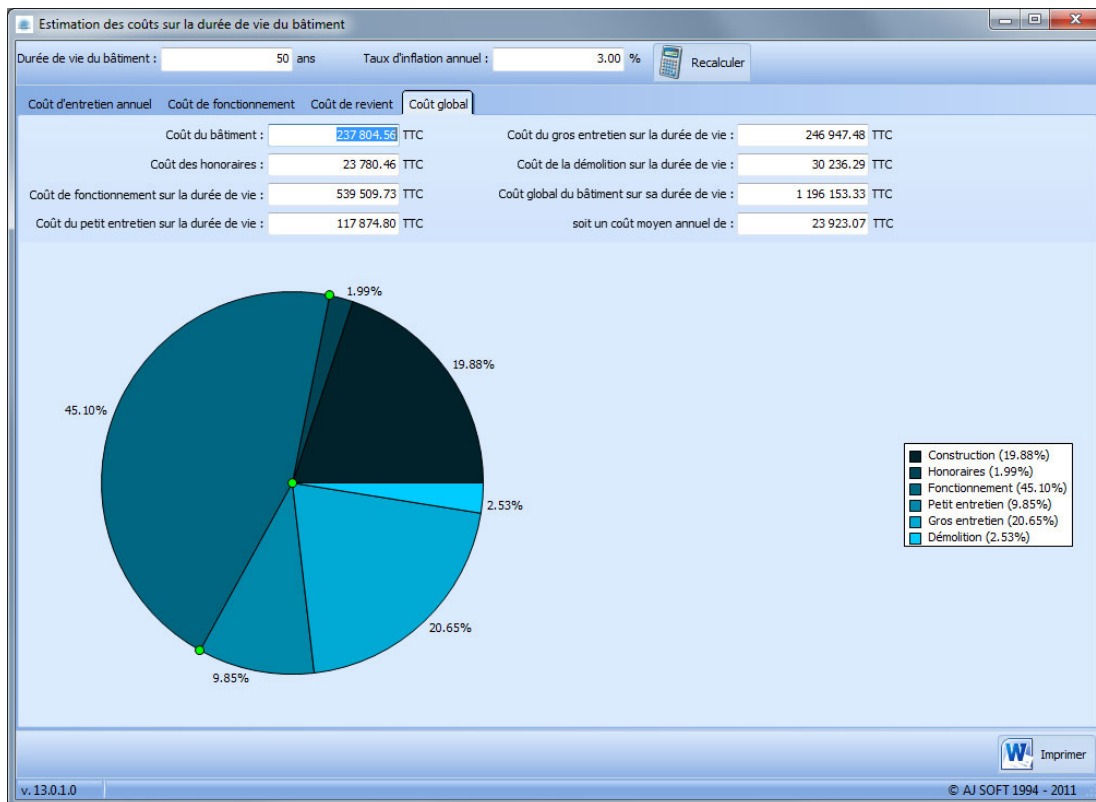
- Pour le calcul des consommations, il faut indiquer les périodes d'occupation et le choix du contrat d'électricité
- Le choix des matériaux de construction permet de calculer à la fois le coût de l'entretien courant, de démolition, de renouvellement, ainsi que l'impact environnemental (via les fiches FDES)
- Il est nécessaire de détailler les surfaces déperditives, les surfaces vitrées, ainsi que la surface de chaque matériau utilisé.

Périmètre de prise en compte du coût global

Les coûts liés à la démolition et les coûts des études sont pris en compte.

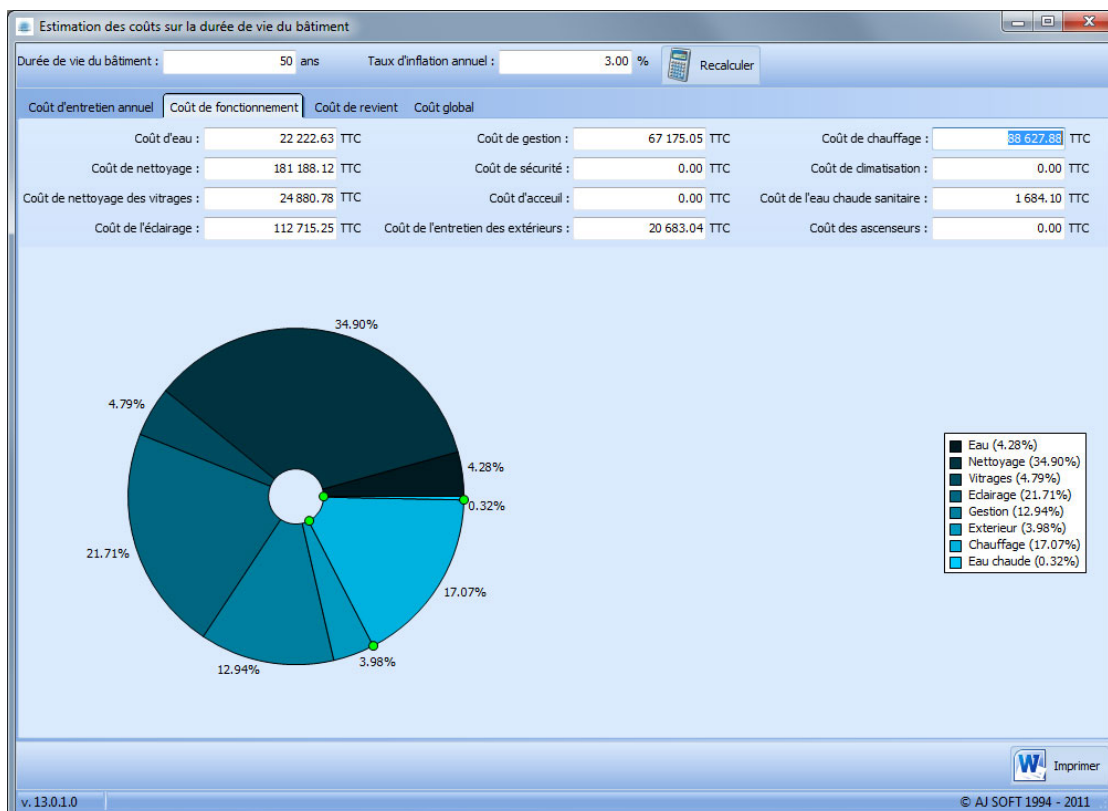
Résultats :

Les résultats se présentent sous la forme de camemberts permettant de visualiser la répartition de l'investissement, des coûts de fonctionnement, des coûts d'entretien annuels, de gros entretien, des études, et de la démolition en fin de vie de l'immeuble en fonction de la durée de vie prédéfinie.

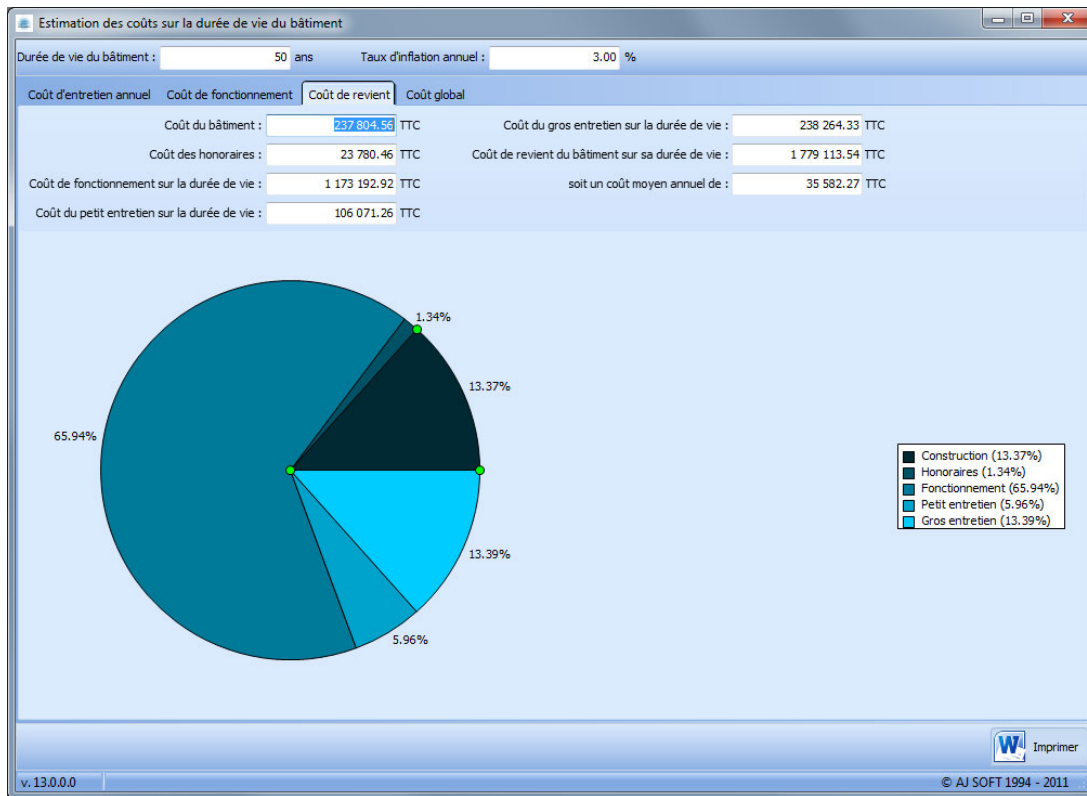


Répartition du coût global

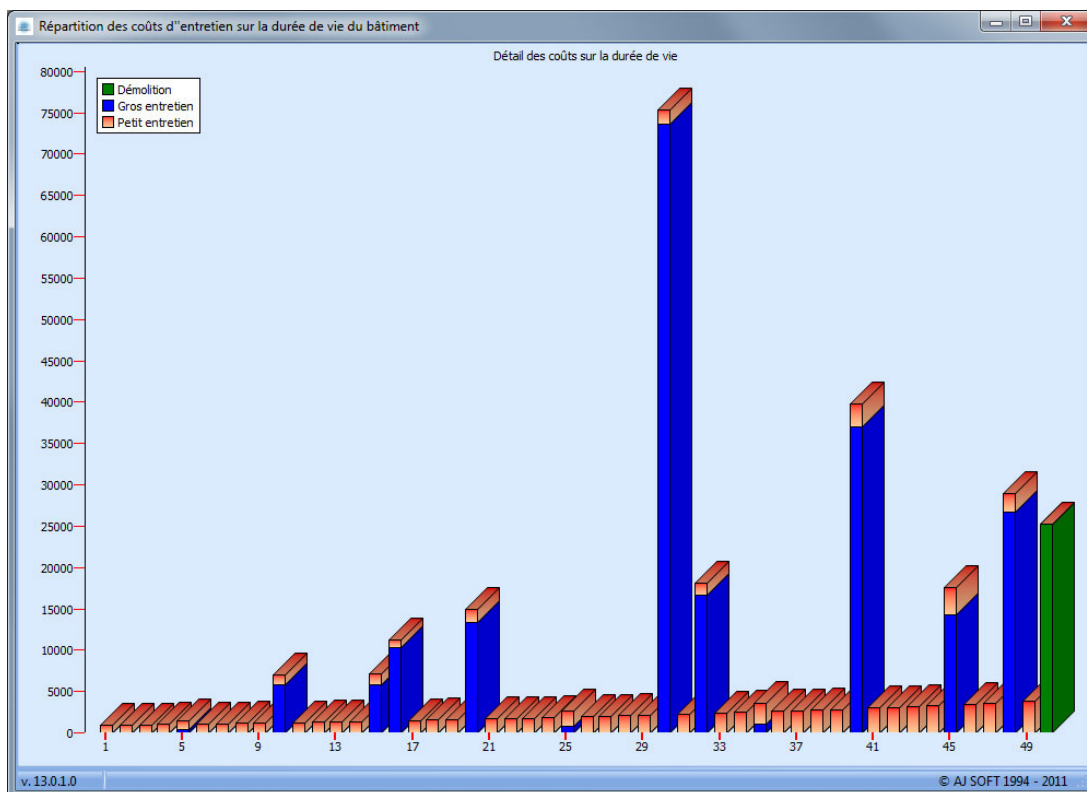
D'autres graphes sont disponibles :



Répartition des coûts de fonctionnement



Répartition du coût de revient



Répartition du coût de l'entretien pour la durée de vie du bâtiment

Des rapports sont générés automatiquement pour présenter les principales hypothèses et les résultats.

III. 2ÈME PARTIE : ETUDE DE CAS

III.1. Présentation du projet

Le calcul de coût global a été mené sur un cinéma de la région toulonnaise, d'une surface SHON d'environ 1500 m². Il s'agit d'un établissement composé de 3 salles de cinéma, de bureaux, et d'un grand hall d'accueil où est située une boutique.



Le choix de ce projet a été fait en fonction des données disponibles et de son ambition environnementale.

En effet, un travail a été mené sur le projet pour limiter son coût global tout en choisissant des systèmes techniques et architecturaux respectueux de l'environnement.

Le bâtiment est en structure béton isolée par l'extérieur, et dont l'objectif est d'atteindre le niveau BBC : il est représentatif des bâtiments construits actuellement.

Il semble donc intéressant de voir quels éléments influent sur le coût global d'un projet comme celui-ci, et quelle est sa répartition par poste.

Les hypothèses de consommations d'énergie proviennent des sources suivantes :

- Chauffage : simulation thermique dynamique et calcul de déperditions pour les salles de cinéma
- Climatisation : simulations thermique dynamiques
- Ventilation : calcul réglementaire
- Eau : estimation
- ECS : calcul de déperditions du ballon et estimation des besoins en ECS
- Eclairage : calcul réglementaire
- Ascenseur : ratios à partir des données de rapports du bureau d'études Enertech
- Projection et autres usages : estimations basées sur la puissance des équipements installés

Coût de l'énergie et de l'eau :

1ère année :

Eau : 3 € HT/m³ ; abonnement 30 € HT /an

Electricité (tarif jaune, version UM 180 kVA) : 6,128 c€ HT le kWh (moyenne annuelle estimée) ;
abonnement 5421.6 € HT /an

Années suivantes : + 2 % par an

Pour la prise en compte des coûts de fonctionnement et de maintenance, le calcul a été effectué, lorsque les hypothèses n'étaient pas connues, en prenant les hypothèses proposées par chaque outil.

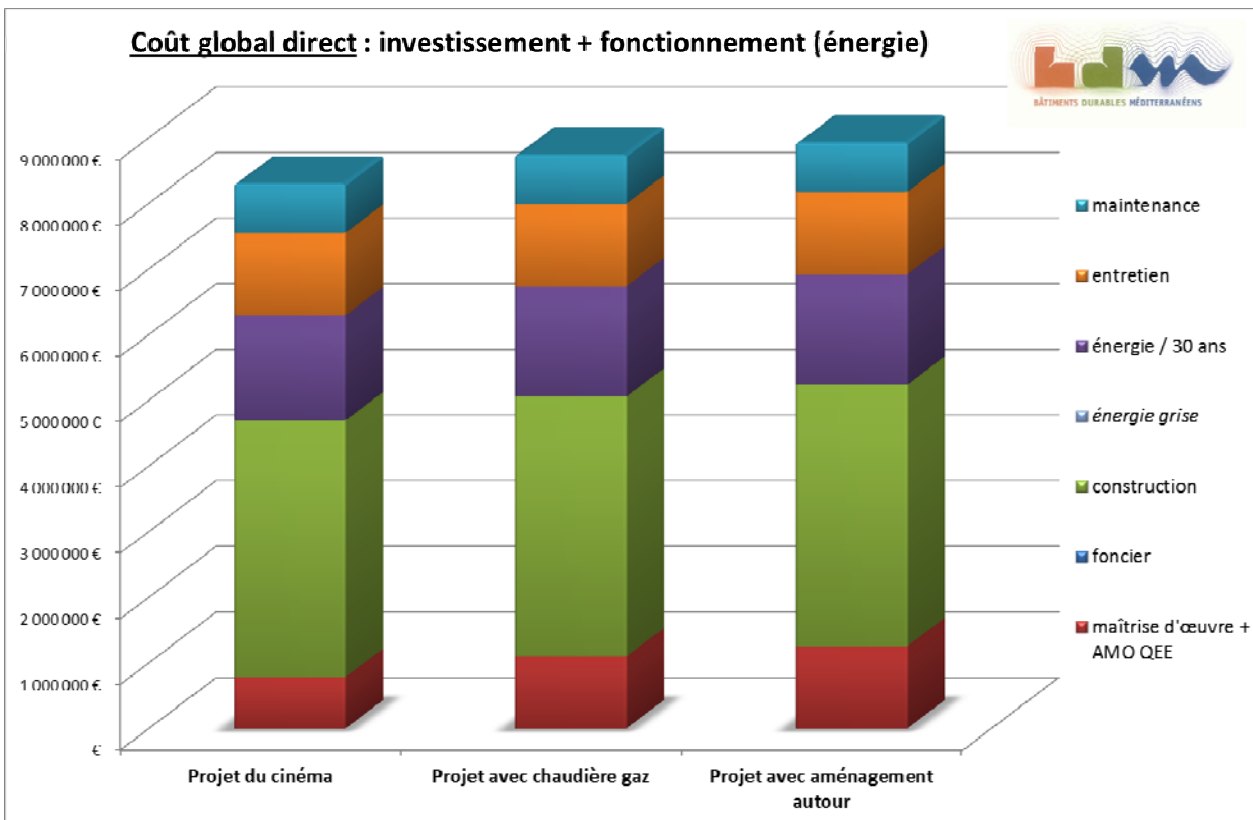
III.2. Comparaison des résultats

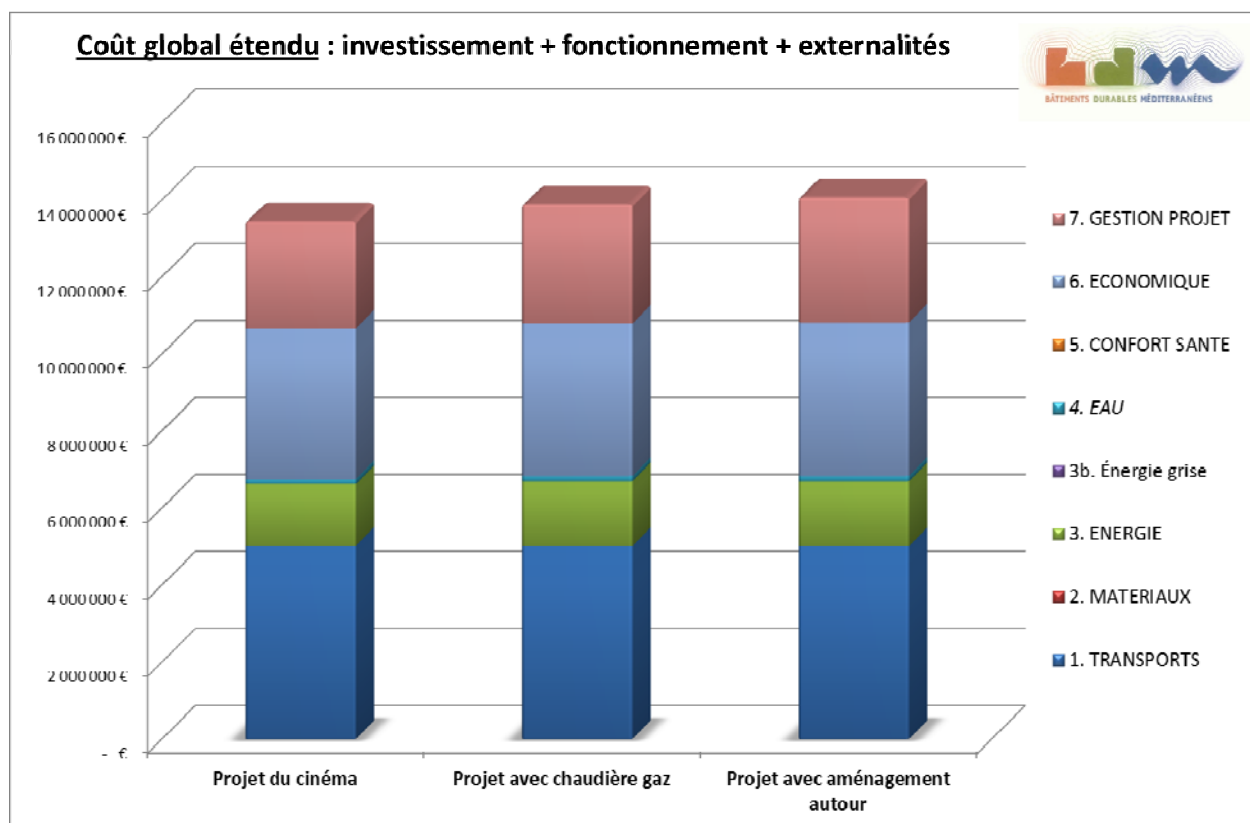
Logiciel de calcul du coût global énergétique

Le projet	Paramètres généraux	Périmètre du projet	Résultat du calcul
Le projet			Paramètres généraux
Le projet			Périmètre du projet* (en k€ HT)
Nature : Autres (surface en m² SHON)	Période d'analyse : 30 an(s)	Construction :	4 732
Date de livraison : 09/2012	Variation : 5 an(s)	Exploitation :	395
Surface : 1560 m²	Taux d'actualisation : 4,0%	dont Energies :	113
Mode d'analyse : Détaillé	Taux d'inflation général : 2%	Maintenance :	1 883
	Taux d'inflation fluides : 2%	Fin de période :	56
		Externalités :	-23
Résultats de l'analyse (en k€ HT)			+d'infos
Coût global :	Analyse sur 25 an(s)	Analyse sur 30 an(s)	Analyse sur 35 an(s)
Coût global avec externalités :	6 778	7 066 [7 066,090]	7 328
	6 758	7 044 [7 043,572]	7 302
<i>*Les montants sont cumulés et actualisés</i>			
Rappel des coûts saisis			

Sur 30 ans, on obtient environ **6 095 k€**.

Outil BDM





Récapitulatif dépenses / 30 ans	Projet du cinéma	Projet avec chaudière gaz	Projet avec aménagement autour
1. TRANSPORTS	5 016 986 €	5 016 986 €	5 016 986 €
2. MATERIAUX	- €	- €	- €
3. ENERGIE	1 600 821 €	1 681 107 €	1 680 894 €
3b. Énergie grise	- €	- €	- €
4. EAU	131 662 €	131 662 €	131 662 €
5. CONFORT SANTE	- €	- €	- €
6. ECONOMIQUE	3 910 106 €	3 959 681 €	3 984 468 €
7. GESTION PROJET	2 785 151 €	3 095 120 €	3 254 364 €
coût durable (sur 30 ans)	13 444 726 €	13 884 555 €	14 068 373 €

Le coût global comprenant l'investissement et les coûts de fonctionnement est de **8 428 k€**. En prenant en compte les externalités, il s'élève à **13 445 k€**.

LCCA

cine			
Notes:	ASHRAE 90.1-2007		
	Present Value	Annual Value	Qualitative Benefits:
Capital Costs	(\$4 700 000)	(\$344 378)	
Salvage Costs	\$0	\$0	
Energy Costs	(\$173 986)	(\$12 748)	
Water Costs	\$0	\$0	
OM&R Costs	(\$102 562)	(\$7 515)	
Rebates & Incentives	\$0	\$0	
Taxes	\$1 000	\$73	
Other Costs	\$353 270	\$25 885	
Total	(\$4 622 279)	(\$338 683)	

Sur 30 ans, on obtient environ **4 622 k€** en prenant en compte les externalités positives de l'opération. Le coût global s'élève sinon à **4 977 k€**.

Analyse rapide des résultats

Les coûts globaux du projet calculés par les logiciels sont les suivants :

	MEDDTL	BDM	BDM avec externalités	LCCA
Coût global (k€)	6 095	8 428	13 445	4 977

Ces résultats mettent en relief plusieurs aspects :

- Le périmètre choisi est un élément fondamental du calcul. Par exemple, pour un même logiciel (outil BDM), le coût global augmente de 60 % en prenant en compte les externalités du projet. Il est donc essentiel que la maîtrise d'ouvrage et le bureau d'études chargé du calcul valident ensemble le périmètre avant de commencer un calcul.
- Bien qu'en partant sur des hypothèses proches, la différence du résultat entre les logiciels est importante (plus de 30 %). La prise en compte de postes supplémentaires est à l'origine de ces écarts.

Ces observations confirment l'idée que le coût global d'un projet est très difficile à appréhender, et que le calcul doit être effectué pour comparer des solutions ou répondre à une problématique précise. De plus, la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre doivent valider avant la réalisation du calcul le périmètre et le but du calcul en coût global.

Avis sur les logiciels après l'étude de cas

Les différents logiciels ont des utilités très différentes. Le choix d'un logiciel de calcul en coût global est donc directement lié à l'avancement du projet, à la volonté ou non de comparer plusieurs solutions, et au périmètre que l'on souhaite prendre en compte.

Logiciel de calcul du coût global énergétique (MEDDTL)

La prise en main de ce logiciel est facile, et le temps de saisie est relativement court. Cet outil est donc très utile pour avoir un ordre de grandeur du coût global du projet. De plus, les hypothèses proposées pour les coûts d'investissement, d'entretien et de maintenance peuvent être utiles à un maître d'ouvrage pour estimer le budget dont il aura besoin sur 30 ans.

Ce logiciel est donc l'outil adapté quand on n'a peu d'informations sur le projet, qu'il s'agit d'un projet « classique » (structure béton, systèmes techniques courants) et que le calcul en coût global est effectué pour avoir un ordre de grandeur du budget de l'opération, même si les incertitudes sont très importantes.

Outil BDM

C'est un outil très détaillé qui permet une prise en compte large du coût global, excepté de la déconstruction du bâtiment. Bien qu'il puisse être utilisé pour calculer le coût global d'un seul projet, il est conseillé de l'utiliser pour valoriser le projet par rapport à un projet de référence. Ainsi, cela met en avant un projet à forte ambition énergétique ou un projet « durable », où le confort du bâtiment et ses externalités s'ajoutent à l'ambition énergétique du projet.

Bien que très complet, la prise en main de l'outil excel est intuitive, et la saisie relativement rapide. Les hypothèses sont très détaillées (le coût d'entretien est divisé en coût d'entretien de peinture, d'espaces verts, de vitres, etc), ce qui permet de ne pas oublier des postes.

Pour effectuer une étude, il faut connaître un certain nombre d'hypothèses pour que le calcul en coût global soit pertinent. Il ne semble pas pertinent d'utiliser cet outil en phase amont du projet, lorsque le choix des systèmes techniques n'est pas décidé et que le bâti n'est pas fixé.

Le calcul ne peut s'effectuer que sur une durée de vie de 30 ans, ce qui valorise moins une solution minimisant les coûts de maintenance.

LCCA

L'interface de LCCAid est très peu intuitive, et requiert une maîtrise parfaite de l'anglais. D'autre part, il est nécessaire d'utiliser le système anglo-saxon pour les unités (ft²), d'exprimer les coûts en dollars, de réévaluer les impacts environnementaux en fonction de la production d'énergie française (sur l'électricité notamment), et de s'adapter aux législations américaines (taxe carbone).

Bien que plus complet que le logiciel réglementaire du MEDDTL, cet outil fonctionne sur le même principe : on doit saisir le coût d'investissement, les coûts de maintenance annuels, et il calcule le coût global sur 30 ans.

D'autre part, les résultats en sortie du logiciel sont des tableaux peu parlants, ce qui ne permet pas une mise en valeur rapide de la répartition du coût global.

Descword

Ce logiciel payant est performant, puisqu'il prend en compte toutes les phases du cycle de vie (de la conception à la démolition), et qu'il possède une base de données importante sur les matériaux utilisés. Par exemple, en choisissant un faux plafond en plâtre, la fiche du matériau sera déjà pré-remplie avec les impacts environnementaux du produit (pour le calcul d'énergie grise), sa durée de vie, son prix, et le coût lié à son entretien (P2 et P3).

L'interface, bien que complète, est plutôt intuitive. La saisie peut être fastidieuse dans le cas de projets de grande surface, puisqu'il faut entrer le mètre pour chaque composant. C'est pour cela que l'utilisation de ce module couplé avec les autres modules du logiciel permet de gagner beaucoup de temps et d'utiliser directement les informations saisies dans les DPGF (DPGF qui sont créés automatiquement dans un des modules). On conseille donc cet outil aux personnes déjà équipées du logiciel, puisque les avantages principaux sont le chaînage avec un mètre déjà réalisé et la possibilité d'effectuer un calcul d'énergie grise en parallèle du calcul de coût global.

Après avoir fini le calcul, un rapport est généré automatiquement en présentant les principales hypothèses ainsi que les résultats. La présentation est soignée et permet un gain de temps important.

IV. 3ÈME PARTIE : QUELLES DONNÉES UTILISER ?

Le coût global du projet doit être calculé avec des hypothèses pertinentes. Les hypothèses nécessaires au calcul en coût global sont de plusieurs types :

- Caractéristiques physiques du projet (surface, isolation, structure, géographie, coûts d'investissement, etc)
- Consommations du bâtiment
- Evolution du prix de l'énergie
- Coûts de maintenance et de renouvellement

Dans le cas où une étude est effectuée en créant un outil en interne, ces hypothèses doivent figurer dans le calcul pour assurer sa pertinence et sa fiabilité.

Plusieurs sources doivent être utilisées afin d'estimer au plus près les hypothèses ci-dessus.

IV.1. Caractéristiques du projet

Ces données sont faciles à obtenir dès qu'on est à un stade avancé du projet. Il s'agit des surfaces du bâtiment, des matériaux choisis, des systèmes techniques choisis, du coût d'investissement, etc.

IV.2. Durée de vie du bâtiment

Le coût global d'un projet dépend de la durée de vie du bâtiment. Plus le calcul est effectué sur une plage importante, plus les coûts différés vont prendre de l'importance par rapport au coût d'investissement. D'autre part, si on considère un renouvellement des systèmes techniques tous les 15 ans, une durée de vie du bâtiment de 31 ans sera pénalisante par rapport à une durée de vie de 40 ans.

IV.3. Consommations du bâtiment

Pour les consommations de chauffage et de refroidissement, on préconise d'utiliser les estimations de consommations issues de simulations thermiques dynamiques. En effet, ces consommations prennent en compte les spécificités du site et sont beaucoup plus réalistes que les consommations conventionnelles issues du calcul réglementaire.

Si les consommations sont basées sur celles du calcul réglementaire, faute d'avoir réalisé une simulation thermique dynamique, l'analyse du coût global doit s'effectuer en sachant qu'il s'agit de consommations conventionnelles, qui seront différentes des consommations réelles du bâtiment.

Si aucune étude plus précise n'a été réalisée, il est possible d'approcher les consommations des auxiliaires électriques et de ventilation en partant sur les consommations conventionnelles du calcul réglementaire.

Les consommations en eau froide peuvent être approchées par des ratios ou en faisant des hypothèses sur la fréquence d'utilisation des équipements consommateurs (arrosage, sanitaires, cuisine, etc).

L'évaluation des consommations d'électricité est quant à elle compliquée, et peut s'effectuer en utilisant les rapports sur le sujet du bureau d'études Enertech.

IV.4. Evolution du prix de l'énergie

Du fait de la prise de conscience des limites des énergies fossiles, le prix des énergies a augmenté ces dernières années. La diminution des réserves fossiles et l'augmentation des besoins énergétiques laissent entrevoir une augmentation continue pour les prochaines années.

Divers scénarios sont établis, et il est compliqué de faire une estimation juste de l'augmentation future des prix de l'énergie.

Plusieurs sources permettent d'avoir une idée de l'évolution des tarifs :

- Le Comité de Régulation de l'Energie (CRE) comporte une base de données avec les prix de l'énergie en France (gaz et électricité) par trimestre. Le CRE a prévu une hausse du prix de l'électricité de 30 % en France d'ici 2016, soit une augmentation moyenne annuelle de 6.7 %.
- Entre novembre 2000 et avril 2011, le prix du gaz a augmenté de 68.5 %, soit une augmentation moyenne de 5 % par an.
- Le prix de l'électricité n'a cessé d'augmenter ces dernières années, surtout pour les tarifs jaunes et verts

Date	Tarifs Bleus	Tarifs jaunes	Tarifs verts
16 août 2008	+ 2%	+ 6%	+ 8%
15 août 2009 *	+ 1,9%	+ 4%	+ 5%
15 août 2010 *	+ 3,2%	+ 4,5%	+ 5,5%
1 ^{er} juillet 2011	+ 1,7%	+ 3,2%	+ 3,2%
*Hausse moyenne tenant compte d'une modification tarifaire en structure.			

source : CRE

Face à l'incertitude de l'évolution du prix des énergies, il est préférable de calculer différents scénarios d'évolution des prix. L'ADEME préconise par exemple trois scénarios d'évolution du prix du gaz : 4 % par an, 6 % par an et 8 % par an.

De manière à ne pas se placer dans un cas trop défavorable, on conseille de prendre une augmentation hors inflation de 3 % pour l'électricité et 4 % pour le gaz.

IV.5. Coûts de maintenance et de renouvellement

Les coûts de maintenance et de renouvellement sont déterminants du résultat du calcul de coût global. En effet, comme observé dans l'introduction, ces coûts représentent près de 75 % du coût global du projet. Ces coûts doivent être estimés avec le plus de précision possible, afin de différencier et valoriser un système technique robuste.

Coût de maintenance

Les coûts de maintenance et d'entretien sont étroitement liés au type de contrat. En effet, les coûts de la sous-traitance de l'entretien ou d'un personnel s'occupant d'un bâtiment sont très différents.

Plusieurs solutions permettent d'approcher le coût de maintenance :

- Constitution d'une base de données personnelle des contrats de maintenance par type de projet et par type de système,
- Recours à des bases de données détenues par des professionnels du secteur.

Pour cette dernière solution, on cite notamment :

- L'association Apogée Périgée (pour le tertiaire), qui possède une branche « ingénierie de la maintenance et de l'exploitation »
- L'UNARC (pour l'habitat collectif), qui gère les charges dans les copropriétés, et essaie de réduire la source des charges : maintenance des ascenseurs, entretien courant, maintenance des installations techniques, etc. Elle tient à jour pour ses adhérents une base de données OCSCAR.
- L'USH (Union sociale pour l'Habitat, pour le logement), qui collecte depuis 2007 les charges locatives et leurs détails dans toutes les régions françaises. Cet organisme cherche à connaître les charges « dans un monde HLM où la situation économique des locataires est parfois tendue », d'autant plus avec la montée de la précarité énergétique.
- La FPI (Fédération des Promoteurs immobiliers)

Coût de renouvellement

En 2002, un groupe de travail composé notamment de EDF et GDF s'est réuni pour définir une méthode conventionnelle de calcul du coût global énergétique des bâtiments. Dans ce document, une annexe indique, pour chaque équipement, sa durée de vie minimale et maximale.

On préconise de s'appuyer sur cette base de données pour choisir la durée de vie des équipements.

V. CONCLUSION

Cette étude a permis de comparer les logiciels de coût global et de leur associer des cas où il est pertinent de les utiliser. Une fiche récapitulative pour chaque logiciel est proposée en annexe.

De manière générale, l'outil collaboratif « bénéfices durables » de BDM paraît l'outil le plus adapté à la majorité des projets. En effet, il concilie facilité d'utilisation, richesse des postes de coûts et propositions d'hypothèses.

Dans le cas d'une estimation plus grossière du coût global d'un projet, le logiciel mis en place par le ministère du développement durable est intéressant, puisqu'en quelques minutes, il est possible d'obtenir le résultat du calcul. En effet, pour des bâtiments de logements ou de bureaux, les propositions de chiffrage peuvent donner une première idée du budget nécessaire pour les années futures. Cependant, ce résultat est à prendre avec beaucoup de précautions étant donnée la simplicité du calcul et l'incertitude des hypothèses.

Le module « coût global » du logiciel Descword est un outil efficace, qui peut être utilisé pour un calcul précis de coût global, et qui a l'avantage de calculer l'énergie grise des matériaux mis en œuvre. En cas de possession du logiciel Descword, il est possible de récupérer les métrés des DPGF et de les insérer dans le calcul de coût global. L'acquisition du module de coût global du logiciel coûte 1300 € HT.

Le logiciel Life Cycle Cost Analysis (LCCA), quant à lui, ne paraît pas adapté à un calcul de coût global en France. En effet, l'interface est peu intuitive, les hypothèses doivent être remplies en unités Anglo-Saxonnes (\$ et ft²), et la présentation des résultats est peu parlante.

Le calcul en coût global pour une même étude a montré des résultats très différents selon les outils utilisés. Cela met en relief l'influence des hypothèses, qui pourtant comportent de très grandes incertitudes. En effet, les consommations énergétiques prévisionnelles sont soumises aux aléas de régulation et de gestion, les coûts de maintenance sont difficilement chiffrables, l'évolution du prix de l'énergie est incertain, la durée de vie du bâtiment inconnue... Un calcul en coût global n'est qu'une tentative d'approche d'un coût comprenant certains coûts différés, et ne peut en aucun cas constituer un engagement ou un chiffre à comparer avec la réalité.

Il semble donc plus approprié d'utiliser le critère de coût global pour répondre à une problématique détaillée, afin de concentrer le travail de recherche sur quelques hypothèses spécifiques, et ainsi de limiter leurs incertitudes. Cela a également l'avantage d'éviter la lourdeur d'un calcul complet de coût global.

Enfin, le calcul de coût global doit être croisé avec d'autres indicateurs économiques, environnementaux, énergétiques et sociaux, afin de concilier ces critères et de construire un « véritable » bâtiment durable.

VI. ANNEXE 1 : FICHES RÉCAPITULATIVES DES OUTILS DE CALCUL EN COÛT GLOBAL

« Evaluer le coût global de la construction »	
Auteurs : MEDDTL / CSTB	Prix : gratuit
Interface : logiciel sur internet	
Périmètre : des études de conception à la démolition du bâtiment	
Temps pour réaliser une étude : très rapide	
Hypothèses : peu détaillées	
Résultats : génération d'un rapport automatique	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Facilité et rapidité du calcul • Génération d'un rapport automatique • Proposition de ratios pour les coûts 	<ul style="list-style-type: none"> • Hypothèses peu détaillées • Les études ne peuvent être sauvegardées
Outil à utiliser pour avoir une estimation rapide du coût global d'un projet classique	

«outil collaboratif BDM de bénéfices durables»	
Auteurs : BDM (Daniel Fauré et Armand Dutreix)	Prix : gratuit
Interface : tableur excel	
Périmètre : conception, maintenance, transport des occupants. Pas la fin de vie	
Temps pour réaliser une étude : plutôt rapide	
Hypothèses : détaillées	
Résultats : graphes et tableaux	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Calcul détaillé • Permet de comparer les projets • Proposition de ratios pour les coûts • Hypothèses énergétiques liées au calcul RT 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de prise en compte de la fin de vie • Nécessite d'être à un stade suffisamment avancé pour connaître certaines hypothèses • Calcul sur une durée de vie de 30 ans
Outil à utiliser pour valoriser une solution durable et effectuer un calcul détaillé	

«Life Cycle Cost Analysis»	
Auteurs : ICLEI	Prix : gratuit
Interface : tableur excel	
Périmètre : conception, maintenance. Pas la fin de vie et les études de conception	
Temps pour réaliser une étude : lent (prise en main peu intuitive)	
Hypothèses : détaillées	
Résultats : tableaux	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Calcul détaillé • Permet de comparer les projets 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de prise en compte de la fin de vie • Outil peu intuitif • Unités anglaises
Outil déconseillé	

«Descword – module Coût global »	
Auteurs : Ajsoft	Prix : 1300 €HT + 160 € HT pour l'assistance
Interface : logiciel	
Périmètre : des études de conception à la démolition du bâtiment	
Temps pour réaliser une étude : moyennement rapide	
Hypothèses : détaillées	
Résultats : graphes et rapport automatique	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Service d'aide en ligne • Calcul d'énergie grise en même temps • Chaînage possible avec les autres modules pour le métré (+ 1450 € HT) • Génération d'un rapport automatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût • Nécessite d'être à un stade suffisamment avancé pour connaître les hypothèses et avoir les DPGF • Métré fastidieux sans le module « métré »
Outil complet intéressant en cas d'utilisation de Descword, mais très cher	

VII. ANNEXE 2 : LIEN INTERNET DE TELECHARGEMENT DES LOGICIELS

- Outil gratuit « Evaluer le Coût Global de la construction » du MEDDTL/CSTB en ligne.
www.coutglobal.developpement-durable.gouv.fr (Français)

- Outil gratuit « Bénéfices durables» de BDM à télécharger. Evaluation des bénéfices des constructions durables.
http://enviroboite.net/spip.php?page=notice&id_document=784&id_rubrique=12 (Français)

- Outil (UE) gratuit « LCCA Tool » d'I.C.L.E.I. (Local Governments for Sustainability) à télécharger. Life Cycle Cost Analysis Tool - Calculate Life Cycle Cost, Energy Consumption and CO2.
<http://prev.procuraplus.org/index.php?id=526> (Anglais)

- Logiciel payant « DescWord » d'AJSOFT - Coût Global et ACV simplifiée (Energie-GES-Eau).
www.ajsoft.fr/DW_Cout_Global.htm (Français)

- Outil gratuit « Plateforme de prise en compte de la durée de vie dans le bâtiment » du CSTB en ligne.
www.eva-perfs.fr (Français).