

METHODES DE CALCUL ET REFERENCES

ANNEXE 2.1 : PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE.....	2
A1.1 Cas général	2
A1.2 Travaux de rénovation lourde.....	2
ANNEXE 2.2 : CALCUL DES CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE	4
A1.3 Déperditions	4
A1.4 Renouvellement d'air	4
A1.5 Apports gratuits	5
A1.6 rendements moyens annuels d'exploitation	7
ANNEXE 2.3 : CALCUL DES CONSOMMATIONS DE CLIMATISATION.....	8
ANNEXE 2.4 : CALCUL DES CONSOMMATIONS D'EAU CHAUDE SANITAIRE	9
ANNEXE 2.5 : CALCUL DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES	12
ANNEXE 2.6 : ANALYSE ECONOMIQUE.....	14

ANNEXE 2.1 : PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE

A1.1 Cas général

Les coefficients U de chaque paroi et le coefficient U-bât sont calculés selon les règles Th-U de la réglementation thermique à partir des compositions des parois et les coefficients psi des liaisons décrites dans la fiche enveloppe. U- bat, est utilisé ultérieurement pour le calcul des besoins de chauffage.

Les valeurs coefficients U sont comparées aux valeurs limites indiquées dans les tableaux ci-dessous (arrêté du 3 mai 2007).

Type de parois	Exigence minimale sur le coefficient U en cas de travaux (W/m².K)
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toiture de pente supérieure à 60°	0,44
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,5
Toitures terrasses	0,4
Planchers de combles perdus	0,22
Rampants de toiture de pente inférieure à 60°	0,25
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,44
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,5
Ouvrants à menuiserie coulissante	2,6
Autres ouvrants	2,3

A1.2 Travaux de rénovation lourde

Le coefficient U-bât réf est calculé à partir des coefficients U et Psi de référence relatifs aux bâtiments existants, données dans les tableaux ci-dessous :

Type de parois	Coefficient U de référence pour les zones climatiques H1 et H2 (W/m².K)
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toiture de pente supérieure à 60°	0,36
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,36
Toitures terrasses	0,27
Planchers de combles perdus	0,27
Rampants de toiture de pente inférieure à 60°	0,27
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,27
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,27
Ouvrants à menuiserie coulissante	2,1
Autres ouvrants	2,1

Type de liaison	Coefficient psi de référence pour les zones climatiques H1 et H2 (W/m.K)
liaison plancher bas	0,5
Liaison plancher intermédiaire ou plancher sous combles aménageables	0,9
liaison planchers hauts	0,9

$U_{\text{bât-max}}$ correspond au coefficient $U_{\text{bât}}$ maximum à atteindre dans le cas d'une rénovation lourde et pour les bâtiments de plus de 1000 m² (Arrêté du 13 juin 2008). Pour les bâtiments autres qu'habitation, il est donné par :

$$U_{\text{bât-max}} = U_{\text{bât-ref}} \times 1,5 \quad [\text{W/m}^2.\text{K}]$$

Le coefficient U-bat est comparé au coefficient $U_{\text{bât-max}}$: $U_{\text{bat}} \leq U_{\text{bât-max}}$

ANNEXE 2.2 : CALCUL DES CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE

La consommation de chauffage est calculée à partir de l'expression générale ci-dessous. Les besoins terminaux de chauffage dépendent essentiellement :

- des déperditions thermiques par les parois (coefficient G1),
- des déperditions liées à la ventilation (coefficient G2),
- des apports gratuits
- du rendement d'exploitation.

$$C_{chauffage} = \frac{(G1 + G2) \times V_{chauffé} \times 24 \times DJU \times i \times (1 - F)}{1000 \times \eta_{ex}} \quad [\text{kWh/an}]$$

- DJU : degrés-jours unifiés trentenaires de la zone géographique considérée
- i : coefficient d'intermittence
- $(1-F)$: Facteur représentant les apports gratuits récupérés dépendant du type de bâtiment, des zones climatiques et de la ventilation (voir les valeurs forfaitaires dans le tableau ci-dessous)
- η_{ex} : Rendement d'installation (voir tableau ci-dessous)

A1.3 Déperditions

$$G1 = \frac{U_{bât} \times \sum S_{parois}}{V_{chauffé}} \quad [\text{W/m}^3 \cdot \text{K}]$$

- S_{parois} : Surfaces des parois en contact avec l'extérieur ou avec un local non-chauffé en m^2 ,
- $V_{chauffé}$: Volume chauffé du bâtiment en m^3 ,

A1.4 Renouvellement d'air

$$G2 = \frac{0,34 \times \dot{V}}{V_{chauffé}} \quad [\text{W/m}^3 \cdot \text{K}]$$

- $\dot{V}$: Débit volumique de renouvellement d'air en m^3/h ,
- $V_{chauffé}$: Volume chauffé du bâtiment en m^3 ,

Cas de la ventilation naturelle :

Le débit volumique DEBVENT dans le cas de la ventilation naturelle est calculé comme suit :

$$\text{DEBVENT} = \text{BFEN} \times \text{SFEN} \times (0,92 + 0,005 \times \text{HBAT}) \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- BFEN : coefficient de fenêtres, selon l'étanchéité – voir tableau ci-après,
- SFEN : surface de fenêtres,
- HBAT : Hauteur du bâtiment en mètres.

Catégorie de fenêtre	BFEN
- incertaine	5,9
- normale	2,7
- améliorée	1,2
- renforcée	0,45

A1.5 Apports gratuits

Le terme (1-F) représente les apports gratuits, 2 modes de calcul sont retenus pour déterminer (1-F) :

- le calcul forfaitaire si le bâtiment étudié répond aux hypothèses de base de ce mode de calcul,
- le calcul explicite pour les autres cas.

Utilisation de valeurs forfaitaires pour le terme (1-F)

Le terme (1-F) est calculé pour des cas standards à partir des coefficients C et D du tableau ci-dessous en utilisant le calcul suivant :

$$(1-F)=C.G1+D$$

Le coefficient correctif s'applique au terme (1-F) lorsque la surface des vitrages est de 40%.

Type de bâtiment	Inertie	VI : Ventilation n intermittente VP : permanente	Coefficient C	Coefficient D	Coefficient correctif bâtiments très vitrés (40%)
Bureaux	Faible	VI	0,25	0,1	0,75
		VP	0,3	0,1	
	Moyenne	VI	0,3	0,15	
		VP	0,3	0,2	
Enseignement primaire	Faible	VI	0,25	0,35	0,75
		VP	0,2	0,5	
	Moyenne	VI	0,3	0,4	
		VP	0,15	0,55	
Enseignement secondaire	Faible	VI	0,3	0,3	0,85
		VP	0,3	0,45	
	Moyenne	VI	0,4	0,3	
		VP	0,3	0,5	
Hôtels - zone d'hébergement	Faible	VP	0,5	0,1	0,85
	Moyenne	VP	0,5	0	
Bâtiments de soin - zone d'hébergement	Faible	VP	0,25	0,6	0,85
	Moyenne	VP	0,25	0,6	
Gymnase	Faible	VI	0,2	0,7	0,8
		VP	0,2	0,75	
	Moyenne	VI	0,2	0,75	
		VP	0,15	0,8	

Hypothèses de base du calcul forfaitaire de (1-F) :

- Scénarii d'occupations standards par type d'utilisation avec une température de consigne en période d'inoccupation de 8°C,
- Facteur solaire de 0,45, facteur de masque de 0,6, rapport surface claire/surface tableau de 0,75.
- Périodes de chauffage choisies selon les zones géographiques réglementaires.

Méthode de calcul explicite de (1-F)

La forme générale de F est :

$$F = \eta \cdot \frac{A_g}{(G1 + G2) \times V_{chauffé} \times 24 \times DJU \times i}$$

A_g représente les apports gratuits en kWh sur la période de chauffage (solaires et internes) et η représente le taux de récupération de ces apports.

Notre propos ici est d'explicitier notre méthode de calcul et par souci de clarté dans l'exposé, nous traiterons dans ce qui suit uniquement les aspects fondamentaux des calculs des apports internes et des apports solaires. Le guide CPC de l'AICVF donne dans le détail tous les modes de calculs pour tous les facteurs qui déterminent les apports gratuits.

- Apports internes :

Les apports internes proviennent des occupants, de l'éclairage électrique, de la bureautique, des procédés et des pertes récupérables du système ECS. Cette partie est évaluée dans le bilan du bâtiment.

- Apports solaires :

Les apports solaires sur une période donnée (on considère ici le mois) se calculent selon la relation suivante :

$$Q_s = E_n \cdot n_m \cdot \sum_i \sum_j Sse_{ij} \quad [\text{kWh/mois}]$$

Avec :

- E_m : l'irradiation moyenne mensuelle sur un plan vertical sud en l'absence d'ombrage, donnée en kWh/m².
- n_m : nombre de jours à prendre en compte dans le mois considéré.
- i : orientation i
- j : inclinaison j
- Sse_{ij} : surface sud-équivalente de paroi(s) vitrée(s) pour une orientation i et une inclinaison j

Surface sud équivalente :

$$Sse = A_{vit} \cdot F_e \cdot F_{ts} \cdot C_o \cdot I_m \quad [\text{m}^2]$$

où

- Avit est la surface en tableau d'une paroi vitrée [m²],
- Fts est le facteur de transmission solaire de la paroi vitrée. Fts peut se décomposer en deux facteurs $Fts = F1 \cdot Cor1$
 - o F1 est le facteur de transmission solaire d'une paroi équipée d'un simple vitrage clair
 - o Cor1 est un facteur correctif pour passer d'un simple vitrage à un autre type de vitrage
- Fe est le facteur de masque, on peut utiliser des valeurs forfaitaires données dans la méthode CPC
- CoIm est le coefficient correctif moyen mensuel d'orientation et d'inclinaison qui permet de passer d'un plan quelconque à un plan vertical

A1.6 rendements moyens annuels d'exploitation

Le rendement global d'exploitation est le produit des différents rendements affectés aux différents systèmes de production et de distribution :

$$\eta_{ex} = \eta_e \times \eta_r \times \eta_d \times \eta_g$$

Les valeurs forfaitaires sont données par le tableau suivant :

Type d'installations	Emission η_e	Régulation η_r	Distribution performante η_d	Distribution moyenne η_d	Génération η_g	Rendement exploitation η_{ex}
Chauffage effet « joule »	0,95	0,95	1	1	1	0,9 - 0,95
Installations centralisées à eau						
- gaz / fioul standard	0,95	0,9	0,9	0,8	0,8	0,55 – 0,65
- gaz condensation ou fioul TBT	1	0,9	0,9	0,85	0,85	0,65 – 0,70
- PAC	0,95	0,9	0,9	0,8	2,2 – 3,3	1,6 – 2,5
- Sous-station réseau urbain	0,95	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6 – 0,7
- Combustibles solides	0,95	0,9	0,9	0,8	0,5	0,3 – 0,35
Installations centralisées à air						
- Gaz / fioul standard	0,9	0,85	0,9	0,7	0,8	0,45 – 0,55
- PAC	0,9	0,85	0,9	0,7	1,8 – 2,6	1,2 – 1,9
- Sous-station réseau urbain	0,9	0,85	0,9	0,7	0,9	0,5 – 0,6

ANNEXE 2.3 : CALCUL DES CONSOMMATIONS DE CLIMATISATION

La consommation de climatisation dépend des apports par la ventilation, des apports par les parois vitrées et des apports internes.

$$C_{climatisation} = \frac{(G2 \times 24 \times V \times DJU_{été} + A_{parois} + A_{internes}) \times i}{1000 \times \eta_{clim}} \quad [\text{kWh}]$$

A : Apports en kWh

$DJU_{été}$: DJU pour la période de climatisation

η_{clim} : Rendement climatisation, il sera supérieur à 1 pour les systèmes pompe à chaleur

Les charges de ventilation correspondent au terme ($G2 \times V \times 24 \times DJU_{été}$)

Les apports par les parois vitrées sont donnés par :

$$A_{parois} = S_{paroi} \times I_{sol} \times f_g \times n_{clim} \quad [\text{kWh}]$$

S_{paroi} : Surface de paroi vitrée

I_{sol} : Irradiation solaire incidente moyenne en kWh/m².j, corrigée de l'orientation des parois

f_g : facteur solaire du vitrage

n_m : Nombre de jours de climatisation

Les apports internes sont estimés à partir de la consommation des équipements électriques et de l'utilisation des locaux.

ANNEXE 2.4 : CALCUL DES CONSOMMATIONS D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Note : la méthode exposée est tirée de la référence « Utilisation rationnelle d'énergie dans le bâtiment – Guide d'audit énergétique 1999 » Ademe – Costic

Hypothèses générales :

- ECS fournie à 50°C au point de puisage,
- Eau froide à 10°C.
- Elévation de température de 40°C, correspondant à environ 46,5 kWh/m³.

En conséquence, si l'écart de température différent de 40°C, les résultats sont corrigés par le rapport : $\Delta T \text{ réel} / 40$.

Formules générales de calcul

- Besoins terminaux

Besoins terminaux d'eau chaude (par an) : TERC

$$\text{TEREC} = \text{TERECJ} \times \text{NJE} \quad [\text{kWh/an}]$$

- o TERCJ : consommation terminale quotidienne moyenne [kWh/j],
- o NJE : nombre de jours de consommation d'eau chaude par an [j/an].

Calculs de TERCJ (consommation terminale journalière moyenne) suivant le type d'activité :

TYPE DE LOCAUX / Activité	FORMULE CALCUL TERCJ	Remarque
INTERNATS, FOYERS	$2,8 \times N$	N = nombre d'occupants
CASERNES	$1,9 \times N$	N = nombre d'occupants
HOTELS	$3,4 \times N_4 + 2,5 \times N_0$	N ₄ = nombre de lits, N ₀ = nombre de salles de bains
RESTAURATION		N ₁ = nombre de places assises, N ₂ = nombre de repas servis par jour
- restauration d'hôtel	$1,45 \times N_1$	
- restauration indépendante normale	$0,55 \times N_2$	
- restauration rapide	$0,15 \times N_2$	
CUISINES		N ₂ = nombre de repas servis par jour
- cuisine collective avec préparation complète	$0,6 \times N_2$	
- cuisine collective relais d'une cuisine centrale	$0,3 \times N_2$	
HOPITAUX	$6,0 \pm 0,2 \times N_4$	N ₄ = nombre de lits
BUREAUX	$0,22 \times N$	N = nombre d'occupants

CENTRES SPORTIFS		N3 = nombre de visiteurs par jour
- salles de sports avec douches	3 x N3	
- Piscines, avec douches	4 x N3	
BUANDERIES	40 x M	M = kg de linge lavé par jour

Pertes annuelles de distribution PEREC

$$\text{PEREC} = \text{PERUNITJ} \times \text{LTUB} \times \text{RATIOEC} \times \text{NJE} \quad [\text{kWh/an}]$$

- o PERUNITJ : pertes au mètre (voir ci-dessous) par jour,
- o LTUB : longueur du tube [m],
- o RATIOEC : ratio de fonctionnement quotidien,
- o NJE : nombre de jours de fonctionnement par an [j/an].

Le ratio de fonctionnement quotidien RATIOEC est la durée quotidienne relative de fonctionnement du service d'eau chaude. Par exemple, si le service est interrompu pendant 6 heures par jour :

$$\text{RATIOEC} = (24-6)/24 = 0,75$$

Pertes unitaires des tuyauteries PERUNITJ

Hypothèse de base : écart de température de 40 degrés entre l'eau chaude et l'ambiance,

- Tubes nus :

- o $\text{PERUNITJ} = 0,135 + 36 \times \text{DTUB} \quad [\text{kWh m}^{-1}\text{j}^{-1}]$
- o DTUB : diamètre extérieur du tube, en mètres.

- Tubes calorifugés (ce qui est très fortement conseillé pour le bouclage)

$$\text{PERUNITJ} = \frac{(\text{DTUB} + 0,72 \times \text{EISO})(0,15 + 25 \times \text{DTUB})}{(\text{DTUB} + 0,72 \times \text{EISO}) + (0,045 + 7,5 \times \text{DTUB}) \times \text{RISO}}$$

avec : $\text{RISO} = \text{LAMBISO}/\text{EISO}$

- o EISO : épaisseur du calorifuge [m],
- o LAMBISO : conductivité thermique du calorifuge [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$], pour laquelle on pourra prendre les valeurs suivantes :

Isolant	LAMBISO
Plastique expansé	0,04
Caoutchouc cellulaire	0,04
Fibres minérales	0,05

- Si l'écart de température entre l'eau de bouclage et l'ambiance est différent de 40°C, on corrigera PERUNITJ au prorata de l'écart.
- Si l'installation comporte des tronçons de différents diamètres, il est nécessaire de coter, au moins approximativement, les longueurs correspondantes, et d'étendre la formule à tous ces diamètres.

Pertes des éléments de production PERPRODEC

$$\text{PERPRODEC} = \text{PERUNITJ} \times \text{SURFEC} \times \text{NJEK}$$

- o PERUNITJ : pertes unitaires journalières [kWh/m²/j],
- o NJEC : nombre de jours de fonctionnement par an [j/an],
- o SURFEC : surface extérieure des échangeurs ou ballons [m²],

Hypothèse : l'écart entre l'eau et l'ambiance est de 40 degrés :

- Réservoir non calorifugé :

$$\text{PERUNITJ} = 9,6 \quad [\text{kWh.m-2.j-1}]$$
- Réservoir calorifugé :

$$\text{PERUNITJ} = 1,05 / (0,12 + \text{RISO}) \quad [\text{kWh.m-2.j-1}]$$

Bilan

$$\text{COPRIMEC} = (\text{TEREC} + \text{PEREC} + \text{PERPRODEC}) \times \text{COPEC}$$

- o COPRIMEC : consommation primaire eau chaude [kWh/an],
- o TERC : besoins terminaux [kWh/an]
- o PEREC : pertes de distribution [kWh/an]
- o PERPRODEC : pertes de production [kWh/an]
- o COPEC : coefficient de production

Le coefficient de production correspond au rendement de production du système :

- Pour des chauffe-eau électriques, on prendra COPEC égal à 1.
- Pour une production centralisée à partir de la chaufferie ou de la sous-station, on prendra COPEC égal au rendement de génération (voir tableau annexe 2).

ANNEXE 2.5 : CALCUL DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES

Les consommations électriques sont calculées selon la méthode Ademe-Costic : « Guide d'audit énergétique ». Nous reprenons ici les formules générales.

Consommation annuelle globale de l'éclairage : COPRILUM

$$\text{COPRILUM} = \sum_{j=1}^{\text{NTZES}} \text{PUILUM}_j \times \text{NHJ}_j \times \text{NJLUM}_j \quad [\text{kWh/an}]$$

- o NTZES : Nombre total de zones à éclairage similaire,
- o PUILUM_j : Puissance totale électrique des luminaires dans la zone considérée [kW],
- o NHJ_j : Nombre d'heures de fonctionnement journalier dans la zone considérée,
- o NJLUM_j : Nombre de jours de fonctionnement annuel de l'éclairage pour la zone considérée.

PUILUM_j est égal à :

$$\text{PUILUM}_j = \sum_{j=1}^{\text{NTZES}} \text{NLUMPID}_j \times \text{NLAMP}_j \times \text{PUILAMP}_j$$

- o NLUMPID_j : Nombre de luminaires de puissance identique,
- o NLAMP_j : Nombre de lampes de puissance identique par luminaire,
- o PUILAMP_j : Puissance électrique d'une lampe [kW].

Consommation annuelle globale de la VMC : COPRIVMC

$$\text{COPRIVMC} = \sum_{j=1}^{\text{NTZVMC}} \text{COPRIVMC}_j \quad [\text{kWh/an}]$$

- o NTZVMC : Nombre total de zones de VMC,
- o COPRIVMC_i : Consommation annuelle de VMC par zone en [kWh/an].

Pour chaque ventilateur la consommation électrique annuelle est déterminée par :

$$\text{COPRIVMC}_j = \text{PUIEXTR}_j \times \text{NHVMC}_j \quad [\text{kWh/an}]$$

- o COPRIVMC_j : Consommation annuelle de la VMC
- o PUIEXTR_j : Puissance électrique de l'extracteur en kW
- o NHVMC_j : Nombre d'heures de fonctionnement annuel de la VMC.

Dans le cas d'un fonctionnement continu, NHVMC_j = 8760 h

Dans le cas d'un extracteur à deux vitesses, la formule devient :

$$\text{COPRIVMC}_j = \text{PMAXEXTR}_j \times \text{NHVMCMAX}_j + \text{PMINEXTR}_j \times \text{NHVMCMIN}_j$$

- o PMAXEXTRj : Puissance extracteur grande vitesse en kW
- o NHVMCMAXj : Nombre d'heures de fonctionnement annuel en grande vitesse
- o PMINEXTRj : Puissance extracteur petite vitesse en kW
- o NHVMCMINj : Nombre d'heures de fonctionnement annuel en petite vitesse.

Consommation annuelle des équipements informatiques COPRIMINFO

$$COPRIMINFO = \sum_{i=1}^{NEID} [(PUITEINFONi \times NHJMi) + (PUITEINFOVi \times NHJVi)] \times NJINFO$$

- o COPRIMINFO : Consommation annuelle des équipements informatiques [kWh/an],
- o NEID : Nombre d'équipements informatiques identiques,
- o PUITEINFONi : Puissance totale d'un ensemble d'équipements identiques en mode marche [kW],
- o PUITEINFOVi : Puissance totale d'un ensemble d'équipements identiques en mode veille [kW],
- o NHJMi : Nombre d'heures de fonctionnement journalier en mode marche,
- o NHJVi : Nombre d'heures de fonctionnement journalier en mode veille,
- o NJINFO : Nombre de jours de fonctionnement annuel des équipements informatiques.

PUITEINFON est égal à :

$$PUITEINFON = COND \times NEINFOID \times PUIEINFON$$

- o COND : Coefficient lié au rendement de l'onduleur,
- o NEINFOID : Nombre d'équipements informatiques identiques,

PUITEINFOV est égal à :

$$PUITEINFOV = COND \times NEINFOID \times PUIEINFOV$$

Les valeurs suivantes sont à prendre pour COND :

	COND
1 onduleur pour 6 micro-ordinateurs et plus	1,1
1 onduleur pour moins de 6 micro-ordinateurs	1,25
Pas d'onduleur	1

ANNEXE 2.6 : ANALYSE ECONOMIQUE

- Taux d'actualisation (a)

Le taux d'actualisation (a) est pris égal à 4%.

Estimation basé sur les taux actuariels de la banque de France sur 30 ans.

- Taux d'inflation (i)

Le taux d'inflation des prix de l'énergie est pris égal à 6% (i).

Le taux d'inflation du prix des travaux dans le bâtiment est pris égal à 2% (ie)

- Rapport taux d'inflation sur taux d'actualisation (r)

Travaux et maintenance : $r = \frac{1+i}{1+a}$

Energie : $r_e = \frac{1+i_e}{1+a}$

- Temps de retour

On distingue deux temps de retour sur investissement : le temps de retour sur investissement brut, et le temps de retour sur investissement actualisé. Ils sont calculés par rapport aux économies d'énergie réalisées.

Le temps de retour sur investissement brut est le rapport du coût d'investissement [€ TTC] sur les économies financières annuelles réalisées [€ TTC/an].

Le temps de retour sur investissement actualisé tient compte de l'actualisation des coûts et de l'inflation des prix.

Il est défini comme étant l'année où le cumul des économies annuelles d'exploitation [€ TTC] depuis la mise en place de la solution est égal au coût d'investissement [€ TTC].

L'inflation (i) sur le coût de l'énergie est de 6%.

Le taux d'actualisation (a) est de 4% (taux actuariels de la banque de France sur 30 ans).

La formule suivante sera alors utilisée :

on recherche l'égalité suivante, $C_{inv} = \sum_{j=1}^n (r_e)^j \times C_{eco}$

d'où $n = \frac{\ln(1 - (1 - r_e)^{C_{inv}/C_{eco}})}{\ln(r_e)}$

Avec :

n le nombre d'années

C_{inv} le coût d'investissement à l'année des travaux (notée 20XX), exprimé en € TTC

C_{éco} les économies annuelles réalisées à l'année 20XX, exprimées en € TTC/an

Les coûts d'investissement et les économies annuelles réalisées sont ramenée à l'année de prévision des travaux (année 0) sur la base d'un taux d'inflation de l'énergie de 6% et d'un taux d'inflation des coûts de la construction de 2% (indice BT01).

$$C_{inv} = C_{inv(année2010)} . r^{année20XX - 2010}$$

$$C_{éco} = C_{éco(année2010)} . r^{année20XX - 2010}$$

- Coût global actualisé

Le coût global actualisé est utilisé pour comparer deux solutions concurrentes entre elles. Il estime le coût de la solution sur 40 ans en prenant en compte les coûts d'investissement, les coûts d'entretiens et les coûts de remplacement actualisées chaque années.

$$CGA = \sum_{j=2010}^{20XX} (r)^{j-2010} \times C_{inv_j} + \sum_{j=2010}^{20XX} (r)^{j-2010} \times C_{m_j} + \sum_{j=2010}^{20XX} (r_e)^{j-2010} \times C_{éco_j}$$

Avec :

C_{inv_j} : Coût de l'investissement à l'année j

C_{m_j} : Coût de la maintenance et le l'entretien à l'année j

$C_{éco_j}$: Economies à l'année j