

## **BC3 mode d'emploi**

**Ce texte donne le mode d'emploi de BC3. Il est accessible directement (en cliquant sur "Aide") sur la page d'accueil lorsqu'on utilise BC3.**

***ATTENTION : BC3 est prévu pour fonctionner en "option régionale France". Cela signifie que votre ordinateur doit impérativement être en "option régionale France" et le séparateur décimal doit être une virgule et pas un point.***

***Si ce n'est pas le cas :***

- 1) aller dans le menu "démarrer" de l'ordinateur***
- 2) cliquer sur "panneau de configuration"***
- 3) double cliquer sur "options régionales et linguistiques"***
- 4) dans "options régionales" sélectionner "français (France)"***
- 5) cliquer sur "personnaliser" et vérifier que le symbole décimal est bien une virgule.***
- 6) n'oubliez pas de revenir dans votre configuration habituelle en fin d'utilisation de BC3.***

Toutes les pages de BC3 sont imprimables sur papier ou au format PDF. On peut ainsi monter rapidement un dossier qui contient en quelques pages toutes les hypothèses et tous les résultats.

La livraison comprend quatre outils logiciels :

- **CLIP-BC3, version AUDIT ENERGETIQUE**, dont le rôle est de calculer les besoins, consommations en énergies primaire et finales, coûts et production de CO2 pour un projet de bâtiment
- **CLIP-BC3, version PERMIS DE BÂTIR**, dont le rôle est de calculer les besoins et les valeurs intervenant dans la réglementation thermique, pour un projet de bâtiment. Cette version sert à contrôler la validité réglementaire du projet.
- **ASSEMBLAGE**, qui permet d'assembler différentes zones d'un immeuble, chacune ayant été au préalable étudiée par CLIP-BC3
- **COMPARAISONS**, qui permet de comparer jusqu'à 7 versions d'un projet, ces 7 versions ayant été au préalable étudiée par CLIP-BC3

On passe d'un outil à un autre par le menu en haut de page, suivant les indications données dans chacun des outils, indications de la forme :

**Pour aller sur la version Permis de bâtir, assembler des zones  
ou comparer des résultats, cliquez ci-dessus sur :  
"CLIP-BC3 AUDIT / PERMIS / COMPARAISONS/ ASSEMBLAGE"**

MODE D'EMPLOI .....	5
1. La page d'accueil .....	5
2. La saisie des entrées .....	6
2.1. Saisons et intermittences .....	6
2.2. Le coût des énergies .....	6
2.3. Le projet .....	6
2.4. Description de l'immeuble .....	7
2.4.1. Présentation générale des données à entrer .....	7
2.4.2. Les parois verticales (murs 1 à 10 et murs 11 à 20) .....	8
2.4.3. Les ouvertures .....	9
2.4.4. Ombrages .....	10
2.4.5. Les pare soleils .....	10
2.4.6. Les toitures .....	11
2.4.7. Les planchers .....	11
2.4.8. Création de nouvelles parois .....	11
2.5. L'électricité solaire .....	12
2.6. Les versions .....	12
2.7. Les commandes .....	13
2.7.1. "CALCUL" .....	13
2.7.2. "Imprimer" .....	13
2.7.3. "Sauvegarde" .....	13
2.7.4. "Chargement" .....	14
2.7.5 « RESULTATS » .....	14
2.7.6 « Conseils » .....	14
2.8. Les équipements .....	15
3. Les résultats .....	17
3.1. Les résultats principaux .....	17
3.1.1. Besoins thermiques .....	17
3.1.2. Les consommations .....	18
3.1.3. Les durées d'inconfort .....	18
3.1.4. Les renseignements supplémentaires .....	18
3.1.5. Les coûts .....	19
3.1.6. La production d'énergie solaire .....	19
3.1.7. Le label .....	19
3.1.8. L'émission de gaz à effet de serre .....	20
3.1.9. Les premières comparaisons .....	20
4. Les comparaisons dans BC3 .....	20
5. L'assemblage .....	21
LES CALCULS DANS BC3 .....	23
1 <sup>ère</sup> partie : Rôle et caractéristiques de BC3 .....	26
1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié .....	26
2. Avantages de l'outil informatique simplifié .....	26
3. Eléments caractéristiques de BC3 .....	27
3.1. Documents de base .....	27
3.2. Caractéristiques de l'outil informatique simplifié BC3 .....	27

2 <sup>ème</sup> partie : Description du logiciel.....	30
1. Description générale.....	30
2. Les calculs dans BC3 .....	30
Besoins thermiques .....	30
Consommations .....	31
3. Les résultats.....	32
3.1. Pour l'administration .....	32
3.2. Pour les concepteurs.....	32
3 <sup>ème</sup> partie : Conduite des calculs dans BC3.....	34
Conduction .....	34
Murs et toits :.....	34
Vitres :.....	34
Ponts thermiques .....	34
Renouvellement d'air.....	35
Soleil : .....	35
Sur les parois :.....	35
Fichiers d'ensoleillement .....	35
Brise-soleil .....	35

**Les méthodes employées dans BC3 sont détaillées à la suite de ce mode d'emploi  
(au delà de la page 20).**

# MODE D'EMPLOI


**IMPORTANT** : à tout moment, vous pouvez sauvegarder le projet pour le compléter plus tard :

Cliquer sur "Lancer le calcul"(ne pas faire attention aux résultats qui n'ont aucune signification tant que la saisie n'est pas complète) Cette action a pour seul but d'activer la commande de sauvegarde.


Cliquer sur "Sauvegarde" puis suivre les indications données plus bas au paragraphe « *Sauvegarde* »).

Ainsi, vous pouvez à tout moment interrompre la saisie du dossier. Pour la reprendre plus tard, suivre le mode d'emploi de "*Chargement*" ci-dessous pour reprendre le dossier à compléter.

## 1. La page d'accueil



Pour aller sur la version Permis de bâtir, assembler des zones ou comparer des résultats, cliquez ci-dessus sur :  
**"CLIP-BC3 AUDIT / PERMIS / COMPARAISONS/ ASSEMBLAGE"**



cordieralain@sfr.fr

**SAISON**

Hiver : du 15 novembre au 31 mars  
 Eté : du 1 juin au 30 septembre

Température de régulation  
 hiver 20 [°C] | été 26 [°C]

**INTERMITTENCE**

Température de réduit : 20 [°C]

CHAUFFAGE de 1 [h] à 1 [h] de jour\_début à jour\_fin

coupure climatisation

CLIMATISATION de 1 [h] à 1 [h] de jour\_début à jour\_fin

VACANCES du 1 mois\_début au 1 mois\_fin

**TUNISIE version bêta 14-1.6**

Texte arrêté Bureaux  
 Texte arrêté Résidentiel  
 Texte arrêté Commerces  
 Texte arrêté Hôpitaux  
 Texte arrêté Hôtels  
 Texte arrêté Ecoles

**Projet**

Projet étudié le 15/02/2012 à 10:20:06

Bur\_25-Tunis (ne pas dépasser 15 lettres)

**Dossier de sauvegarde**  
 (ce dossier doit déjà exister dans C:\BC3)  
 sauvegardes

Bâtiment bureau  
 Région Tunis

**Version 1**

Bur\_RE25-BASE

suite Détails de la version  
 suite Ne pas effacer le texte  
 suite dans les cases :  
 suite cliquez sur la ligne  
 suite et tapez votre texte  
 suite sans apostrophe  
 suite ni virgule  
 suite 25 lettres maximum

Sauvegarde  
 Chargement  
 Imprimer  
 Aide de BC3  
 CALCUL  
 RESULTATS  
 Conseils

**Description de l'immeuble**

Murs 1 à 10 | Murs 11 à 20  
 Toits, planchers | Fenêtres  
 Nouvelles parois

Surface habitable 708  
 Pertes linéiques moyennes  
 Qualité menuiseries moyenne  
 Rotation de l'immeuble 0 [°] (>0 si rotation horaire)

**Coût de l'énergie**

Fuel 0,00 [Dt/l]  
 Electricité 0,00 [Dt/kWh]  
 Gaz 0,00 [Dt/m³] ou 0,00 [Dt/th]  
 Bois 0,00 [Dt/kg]

**Production d'électricité solaire**

Surface de capteurs 0 [m²] | Orientation sud  
 Rendement 0 [%] | Inclinaison 40°

Arrêt pendant les vacances oui  
 Coût 0 [Dt]

**Ventilation**

hiver 0,690 [l/s.m²]  
 été 0,690 [l/s.m²]  
 Infiltration 0,000 [l/m².s]

**Chauffage**

Type de chauffage au gaz par défaut  
 COP ou rendement (%) 85  
 Puissance chauffage 30 [kW]  
 Récupérateur aucun 0 [Dt]  
 % solaire 0 0 [Dt]

**Climatiseur**

Type de climatiseur électrique par défaut 0 [Dt]  
 COP 2  
 Puissance clim. 30 [kW]  
 Récupérateur aucun 0 [Dt]  
 % solaire 0 0 [Dt]

**Eau chaude**

Energie gaz 0 [Dt]  
 Economiseur non 0 [Dt]  
 % solaire 0 0 [Dt]

**Eclairage**

Densité (maximum) 15 [W/m²]  
 Economiseur Aucun  
 Coût 0 [Dt]

**Petit équip.**

(prises de courant (maximum)) 6 [W/m²]

## 2. La saisie des entrées

### 2.1. Saisons et intermittences

SAISON				INTERMITTENCE							
Hiver		Eté		coupure chauffage							
du	15	novembre		de	1 [h]	à	1 [h]	de	jour_début	à	jour_fin
au	31	mars									
<hr/>											
Température de régulation											
hiver		20	[°C]	été		26	[°C]				
<hr/>											
VACANCES											
du		1	mois_début	au		1	mois_fin				

Les saisons et les températures de consigne hiver et été ne sont pas fixées, on doit les entrer au clavier. On peut fixer des périodes d'intermittence dans la journée où chauffage et/ou climatisation seront coupés. On peut également fixer une période de vacances où tout sera arrêté.

Les entrées générales sont entrées sur la page d'accueil. Les entrées concernant les murs, toits, etc. se font dans les pages spécifiques qu'on atteint en cliquant sur les boutons correspondants (à droite : Immeuble).

### 2.2. Le coût des énergies

On doit entrer le coût de chaque énergie. On n'entre pas le coût des abonnements car cela ne changera pas d'une version à une autre du projet.

Coût de l'énergie	
Fuel	0,00 [Dt/l]
Electricité	0,00 [Dt/kWh]
Gaz	0,00 [Dt/m <sup>3</sup> ] ou 0,00 [Dt/th]
Bois	0,00 [Dt/kg]

### 2.3. Le projet

Projet		Projet étudié le 15/02/2012 à 10:20:06		Bâtiment	
Bur_25-Tunis		Dossier de sauvegarde		bureau	
(ne pas dépasser 15 lettres)		(ce dossier doit déjà exister dans C:\BC3)		Région	
sauvegardes				Tunis	

**Attention** : lorsqu'il faut taper du texte (un nom, un commentaire, par exemple), il ne faut pas commencer par effacer le texte existant : cliquer sur ce texte existant pour le sélectionner, puis taper son propre texte.

Le nom du projet ne doit pas dépasser 15 caractères. Le dossier de sauvegardes peut avoir n'importe quel nom (on peut ainsi en faire un par projet), mais il doit être situé dans C:\BC3.

Le type de bâtiment permet de fixer les apports annexes (éclairage, nombre d'occupants, ...) ainsi que leurs scénarios journaliers.

La région détermine à la fois la zone climatique et le fichier météo utilisé.

## 2.4. Description de l'immeuble

Description de l'immeuble		Surface habitable	708
Murs 1 à 10	Toits, planchers	Pertes linéiques	faibles
Murs 11 à 20	Fenêtres	Qualité menuiseries	bonne
Nouvelles parois		Rotation de l'immeuble	0 [°]
		( >0 si rotation horaire)	

On peut choisir entre trois possibilités de les ponts thermiques : ils sont très correctement traités (pertes linéiques faibles), assez bien traités (pertes linéiques moyennes) ou négligées (pertes linéiques fortes). On peut également choisir entre trois qualités de châssis de fenêtres

On peut étudier l'effet d'une rotation de l'immeuble. La rotation est positive si le mur nord tourne vers l'est (rotation dans le sens des aiguilles d'une montre). Si on a saisi un mur d'orientation Est et si on fait ensuite tourner l'immeuble de +45°, ce mur continue à porter le nom d'orientation Est mais, comme il est devenu Sud-Est, la nouvelle orientation apparaît à droite après calcul :

Rotation : 45 [°]	
Orientations	
d'origine	après rotation
Est	Sud-est

Les boutons permettent d'atteindre les pages dédiées à la saisie des murs, des toits et des fenêtres.

Si, dans les pages « murs » ou « toits », les menus déroulants ne comportent pas l'élément que vous souhaitez utiliser, vous pouvez le créer dans la page « nouvelles parois ».

### 2.4.1. Présentation générale des données à entrer

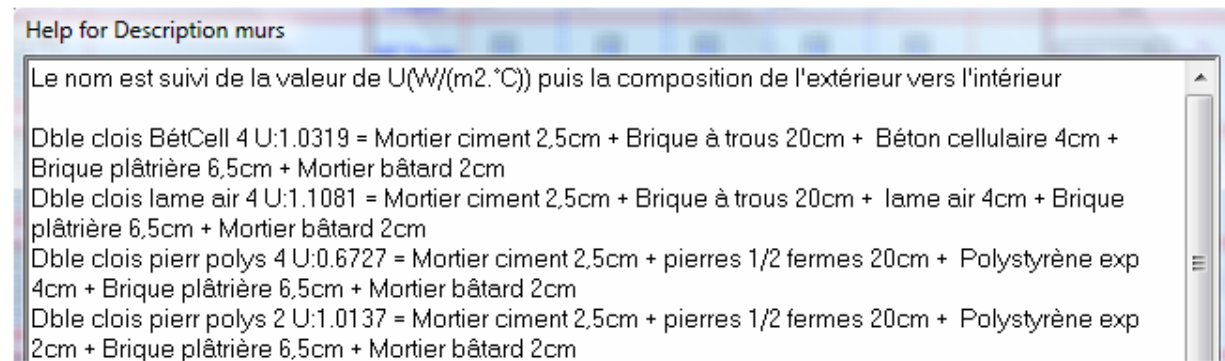
Les données à entrer sont sous deux formes : un choix sur un menu déroulant ; une valeur numérique à entrer.

Pour les murs et les toits, on trouve à droite du nom de la paroi la valeur du coefficient U (ici, $U = 1.1$ ) en unité SI. On peut donc choisir la paroi en tenant compte de son coefficient.	dble Clois 35 Lame Air 4 U:1.11
--	---------------------------------

Si on veut connaître la composition réelle de l'élément (mur, toit ou fenêtre) on peut cliquer sur le bouton correspondant

trois Description murs Fenêtres (N° 1)

On obtient :



## 2.4.2. Les parois verticales (murs 1 à 10 et murs 11 à 20)

Nombre de façades dans cette page : 1

1 dble Clois 35 Lame Air 4 U:1.11 Clair ombrage hiver 0 [%] été 0 [%]

Surf. brute 10 [m<sup>2</sup>] ☐ séparation espace tampon Coût 0 [Dv/m<sup>2</sup>]

On dispose de 20 murs au maximum (répartis sur 2 pages) pour construire le bâtiment. On n'est pas obligé de les utiliser tous et pour diminuer le temps de calcul, il faut commencer par donner le nombre de murs (façades) qui seront utilisés.

Chacun est défini par

- le type de mur (le menu déroulant propose les murs les plus courants). Quand on choisit un type de mur, la valeur correspondante de la conduction (K) s'affiche. Si le mur utilisé n'est pas dans la liste du menu déroulant, on peut l'ajouter (voir page "Nouvelles parois").
- par sa couleur
- sa surface brute (comprenant la surface des portes et fenêtres).
- s'il est ombragé (entrer le pourcentage d'ombrage moyen par saison estimé pour ce mur. L'ombrage par saison permet de tenir compte de la végétation à feuilles caduques).
- s'il s'agit d'un mur de séparation sur un espace tampon
- Le coût unitaire du mur. Cette valeur est facultative ; si on remplit cette donnée, on pourra connaître le surcoût des modifications ultérieures.



Le mur est aussi défini par son orientation. Il y a 8 orientations possibles qu'il faut entrer par le menu déroulant.

Si l'immeuble est dans son orientation initiale, on ne voit que le menu déroulant dans lequel on choisit l'orientation.

**Orientations**

d'origine      après rotation de 0 [°]

Sud

**Orientations**

d'origine      après rotation de 35 [°]

Nord      nord-est

On peut faire tourner l'immeuble de l'angle que l'on veut (voir plus bas), l'orientation qui a été affichée au début de l'étude peut ne plus être la bonne après rotation. On ne retouche pas à l'appellation (ici : Sud) qu'on avait affichée au début, mais le logiciel indique (après calcul) quelle est l'orientation réelle après rotation (orientation prise en compte dans les calculs).

### 2.4.3. Les ouvertures

Pour chaque mur il faut indiquer les fenêtres et les portes. On peut avoir cinq types de fenêtres (avec ou sans pare-soleil) par mur. Il faut indiquer :

**Fenêtres (N° Type entre 1 et 12, voir page "Fenêtres")**      **Portes**

N° Type	1	1	1	1	1	% vitr.
Surface totale	0 [m <sup>2</sup> ]	0 [m <sup>2</sup> ]	0 [m <sup>2</sup> ]	0 [m <sup>2</sup> ]	0 [m <sup>2</sup> ]	0 [%]

bois      0 [m<sup>2</sup>]  
Coût 0 [D/m<sup>2</sup>]

- le n° du type de fenêtre (ce numéro est celui relevé sur la page « Fenêtres », il est compris entre 1 et 12, voir plus bas)
- la surface totale de ce type de fenêtre (et pas la surface d'une seule fenêtre)

Le logiciel donne (après calcul) le pourcentage de vitrage de ce mur et l'affiche en dernière colonne bleue.

On entre également les portes. Lorsqu'une porte est en verre, elle est traitée comme une vitre.

Dans la page « Fenêtres » on définit d'abord le nombre de types de fenêtres qui seront utilisées. Il y a 12 types possibles et le nombre (ici : 2) permet d'abréger les calculs du logiciel. Un menu déroulant propose différents types de fenêtres. On peut en créer d'autres (voir page « Nouvelles parois »).

S'il n'y a pas de pare soleil, il ne faut remplir qu'une ou deux entrées par type de vitre : le type de vitrage (sur menu déroulant) et éventuellement le coût unitaire.

**N° VITRAGE nombre : 2**

**Propriétés des vitrages**

1	double bronze 6 6 6	Coût 0 [D/m <sup>2</sup> ]
2	simple clair 6mm	Coût 0 [D/m <sup>2</sup> ]

On peut entrer le coût unitaire de ce type de fenêtre si on souhaite comparer les coûts des différentes variantes.

#### 2.4.4. Ombrages

Dans la page « Fenêtres » ou « Murs ». Il peut y avoir des dispositifs d'ombrage tels que des lamelles horizontales ou verticales bâties près des vitrages. Ou la présence d'arbres ou de bâtiment voisin. Dans ce cas, on estime sur plan le pourcentage d'ombrage moyen créé par ces structures. Ici aussi on peut avoir un ombrage différent en hiver et en été.

Dans cet exemple, le deuxième type de vitre est sous un arbre à feuilles caduques.

#### OMBRAGE

(lamelles, ...)

hiver 0 [%]  
été 0 [%]

hiver 0 [%]  
été 60 [%]

#### 2.4.5. Les paires soleils

On les définit dans la page « Fenêtres »

S'il y a 2 types de paires soleil pour un même type de fenêtre, il faudra définir 2 fenêtres différentes, de même composition.

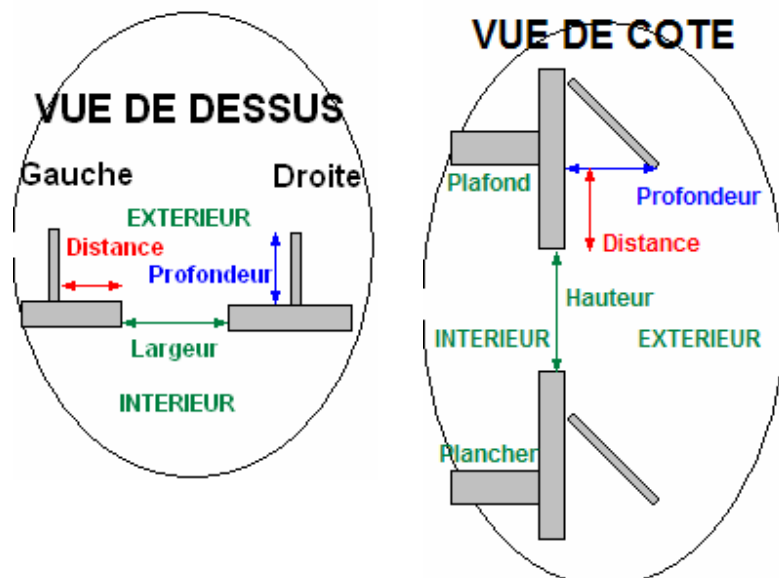
Il faut définir la fenêtre en hauteur et largeur. Puis les pare soleil en profondeur (avancée par rapport à la façade) et distance à la fenêtre.

Dans cet exemple, seul le premier type de vitrage est muni de paires soleil.

PARE SOLEIL (voir figures)								
Fenêtre :		Profondeur			Distance			
Hauteur	Largeur	Gauche	Droite	Dessus	Gauche	Droite	Dessus	
0,8 [m]	1,2 [m]	0,5 [m]	0,8 [m]	0,5 [m]	0 [m]	0,2 [m]	0 [m]	
0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	

Sur cette page, des figures permettent de bien définir les 8 paramètres nécessaires par type de fenêtre

On peut avoir des configurations de paires soleil différentes en hiver et en été..



## 2.4.6. Les toitures

On les définit dans la page "Toits, planchers".

Le premier menu déroulant permet de choisir entre une toiture ou un plancher spécial : plancher en surplomb sur l'extérieur ou plancher séparant l'espace conditionné d'un espace tampon. Les planchers normaux sont traités plus bas.

Le deuxième menu déroulant permet de choisir la composition de cette paroi.

<b>Nombre de toits ou planchers spéciaux : 1</b>									
<b>Toitures et planchers bas en surplomb extérieur ou sur espace tampon</b> (les planchers bas normaux des zones conditionnées sont traités en bas de page)								<b>Vitrages du toit</b>	
1	toiture	Terrasse non isolée U:2.1921	horizontal	Non utilisé	Coût				
	Surface brute 236 [m <sup>2</sup> ]	Clair	Coût 0 [Dt/m <sup>2</sup> ]	ombrage	hiver 0 [%]	été 0 [%]	indifférent	Surface totale 0,0 [m <sup>2</sup> ]	Coût 0 [Dt/m <sup>2</sup> ]

On dispose de 6 possibilités différentes de toits ou de planchers bas spécial. (On n'est pas tenu de les utiliser toutes mais on doit spécifier le nombre de types de toits utilisés). On les définit en composition (la valeur de K suit le nom du toit), surface brute projetée horizontalement et couleur. Si le toit est partiellement ou totalement ombragé, on indique le pourcentage d'ombrage.

En cas de toiture inclinée, il faut indiquer l'orientation et l'inclinaison du toit. Cette orientation est indifférente dans le cas d'un toit horizontal. S'il y a un vitrage, on le définit ici.

Si la toiture utilisée n'est pas répertoriée dans le menu déroulant, on a la possibilité de l'ajouter dans la page "[Nouvelles parois](#)", comme pour les murs. Même remarque pour les vitrages de toiture.

On peut (facultatif) entrer le coût au m<sup>2</sup> pour comparer le coût des variantes du projet.

## 2.4.7. Les planchers

La composition du plancher influe sur l'inertie thermique du bâtiment. Cette inertie thermique est prise en compte assez grossièrement dans BC3 (elle ne peut être traitée correctement que dans un code fonctionnant en transitoire, ce qui ne peut pas être le cas d'un outil simplifié).

On entre simplement la proportion de planchers légers, moyens ou lourds. La surface de ces plancher est définie dans la page « équipement » : c'est la surface des zones occupées.

<b>Planchers bas normaux (qui ne sont pas en surplomb extérieur ou sur espace tampon)</b>		
Pourcentage de plancher léger : 100 [%]	Pourcentage de plancher moyen : 0 [%]	Pourcentage de plancher lourd : 0 [%]

## 2.4.8. Création de nouvelles parois

Le mode d'emploi est rappelé dans la page « Nouvelles parois »

Choisir « oui » pour « création d'un nouveau mur » ou « ... toit » ou « ... matériau » ou « ... vitrage »

Entrer un nom pour cet élément. Ce nom peut comprendre jusqu'à 24 lettres, 50 pour les matériaux ; la longueur de la case s'adapte à la longueur du nom. Pour une paroi opaque, choisir sur les menus déroulants la composition des couches, en indiquant l'emplacement de l'isolant et en respectant l'intérieur et l'extérieur. Donner l'épaisseur de chaque couche.

Pour un vitrage, ou un matériau, entrer les données demandées.

Puis lancer le calcul.

Ne pas oublier de remettre sur « Non »

La paroi ou le vitrage fait désormais partie des menus déroulants. Le nom apparaîtra, suivi automatiquement de la valeur de K

**Remarque :** Si on s'est trompé et qu'on souhaite supprimer le mur créé : ouvrir le fichier texte « MURS.txt » et effacer la ligne qu'on vient de créer. Recommencer pour le fichier « NOMS\_MURS.txt » et « COMPOSITION\_MURS.txt ». Même procédure pour les vitrages (vitrages.txt), les toits (toits.txt) ou les matériaux (Matériaux.txt).

## 2.5. L'électricité solaire

Production d'électricité solaire				Arrêt pendant les vacances	
Surface de capteurs	<input type="text" value="0"/> [m²]	Orientation	<input type="text" value="sud"/>		<input type="text" value="oui"/>
Rendement	<input type="text" value="0"/> [%]	Inclinaison	<input type="text" value="40°"/>		Coût <input type="text" value="0"/> [Dj]

Cette électricité sera déduite de la consommation d'électricité.

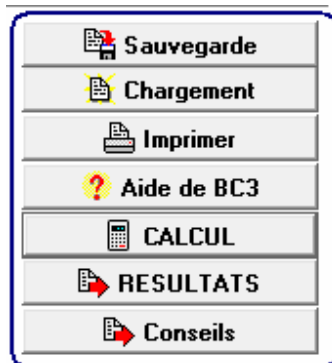
## 2.6. Les versions

Souvent on souhaite comparer plusieurs versions du projet. On peut le faire facilement dans BC3, mais la lecture de cette comparaison est grandement facilitée si on prend soin de noter pour chacune des versions quelques mots représentatifs.

(Rappel : cliquez sur le texte existant et taper son propre texte SANS EFFACER).

Version	
<input type="text" value="Bur_RE25-BASE"/>	<input type="text" value="3"/>
<input type="text" value="vitres isolées"/>	de la version
<input type="text" value="toit isolé"/>	pas effacer le texte
<input type="text" value="suite"/>	dans les cases :
<input type="text" value="suite"/>	cliquez sur la ligne
<input type="text" value="suite"/>	et tapez votre texte
	sans apostrophe
	ni virgule
	25 lettres maximum

## 2.7. Les commandes



### 2.7.1. "CALCUL"

Permet d'effectuer le calcul et d'afficher les résultats (il est nécessaire de cliquer sur "continue" qui s'affiche en cours de calcul). Il y a cette même commande dans toutes les pages de BC3.

Le calcul prend généralement un temps compris entre 10 et 40 secondes.

### 2.7.2. "Imprimer"

Cette commande permet d'obtenir une copie de la page en vue de constituer le dossier du projet. Il y a cette même commande dans toutes les pages de BC3.

Vérifier d'abord que l'imprimante est bien configurée : dans la bande de menus supérieure, cliquer sur « file », puis sur « print setup » et configurer correctement l'imprimante (paysage, couleur ou niveaux de gris, qualité de l'impression).

**Remarque** : si on dispose d'un logiciel d'écriture au format PDF, on peut imprimer les pages au format PDF. Pour cela, cliquer sur « file » (menu supérieur) puis sur « print » ou « print setup » et choisir l'imprimante PDF. Cela permet de garder une page électronique pour compléter un dossier.

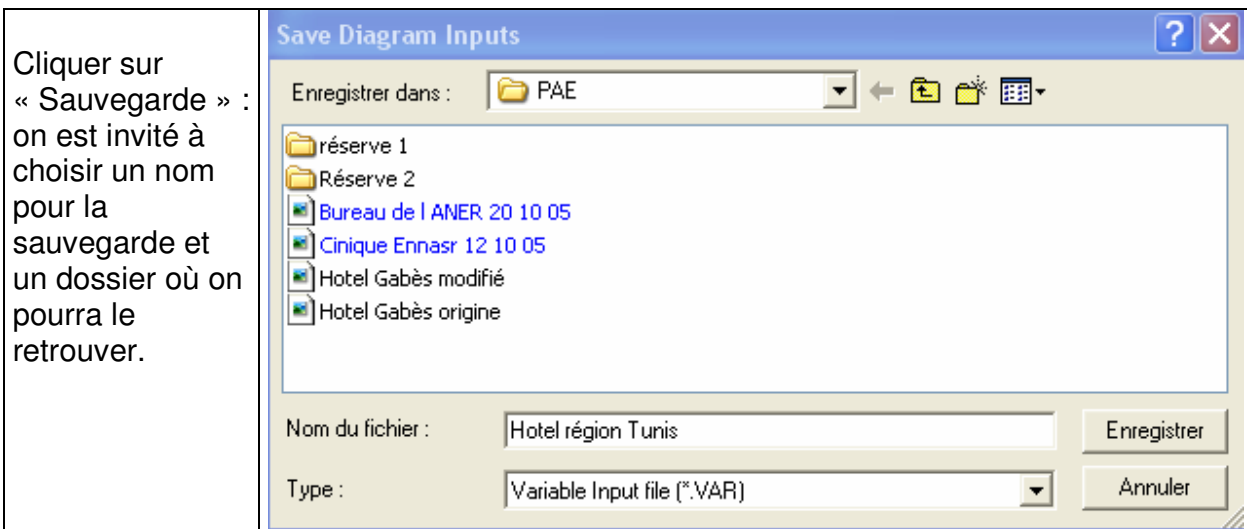
### 2.7.3. "Sauvegarde"

Cette commande n'est activée que lorsque le calcul est effectué. Elle permet de garder le travail en l'état pour pouvoir le reprendre ultérieurement.

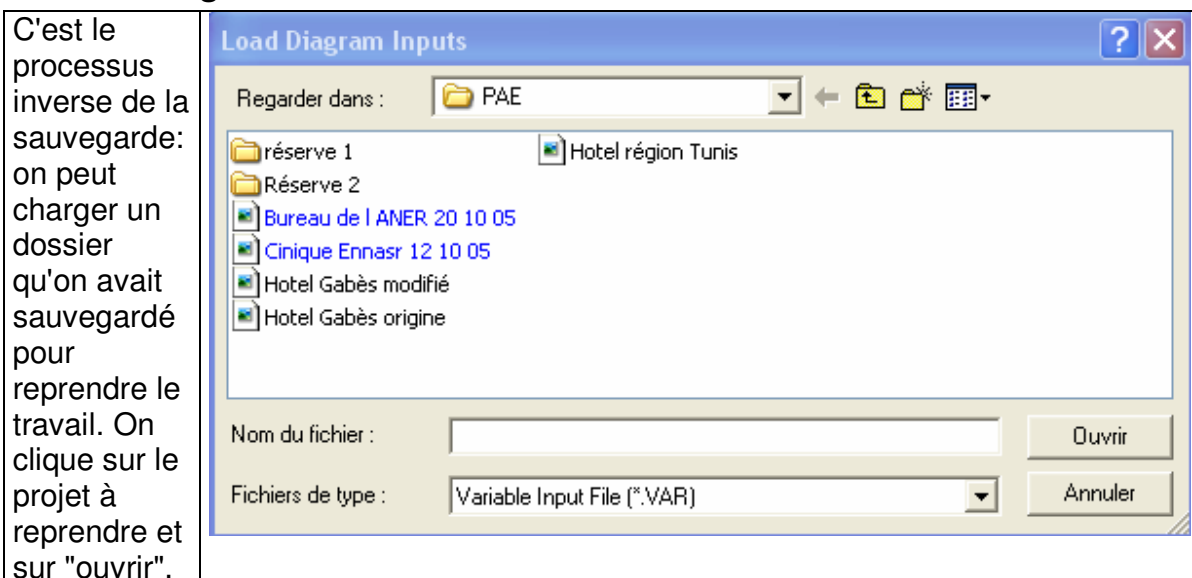
Il est recommandé de **sauvegarder l'état initial du projet**, pour pouvoir par la suite le comparer aux versions successives. On le fera tant que "version numéro 1" est choisi.

On aura intérêt à **conserver également toutes les étapes décisives**. Pour cela, lorsqu'on a fini les modifications, faire une sauvegarde en prenant soin de modifier le numéro de version (et en ajoutant quelques commentaires qui symbolisent la version).

Le nom des fichiers sauvegardés peut être très long : en profiter pour mettre des noms explicites. Exemple : « Immeuble de base avec paves soleil et dble vitrage bronze »



## 2.7.4. "Chargement"



## 2.7.5 « RESULTATS »

Quand on clique sur RESULTATS, on obtient la page contenant tous les résultats, qui seront détaillés plus loin.

## 2.7.6 « Conseils »

Quand on clique sur ce bouton, on obtient une page dans laquelle CLIP-BC3 a indiqué les points qui, après analyse du projet, lui semblent intéressant d'améliorer. Ces conseils, surtout utiles dans le cas d'utilisation de CLIP-BC3 à des fins pédagogiques, concernent le projet en cours :

## Enveloppe

Après examen du projet, voici quelques suggestions de BC3 pour améliorer l'enveloppe de votre projet :

l'isolation moyenne de l'immeuble doit vraiment être améliorée : coefficient U total actuel = 2,183 W/m<sup>2</sup>°C

vous pourriez songer à diminuer la surface totale de vitrages : taux de vitrage actuel = 25 %

vous devriez diminuer la surface des vitrages orientés EST

## Equipements

Après examen du projet, voici quelques suggestions de BC3 pour améliorer les équipements de votre projet :

Vous pourriez mettre un récupérateur sur l'air extrait (chauffage et climatisation)

vous ne faites pas du tout appel à l'énergie solaire, c'est dommage !

## 2.8. Les équipements

Description de l'équipement		Climatiseur		Eau chaude		Eclairage		petit équip.	
<b>Ventilation</b>	<b>Chauffage</b>	<b>Type de climatiseur</b>	<b>Coût</b>	<b>Energie</b>	<b>Coût</b>	<b>Densité maximale</b>	<b>Prises de courant (maximum)</b>		
hiver 0,700 [l/s.m <sup>2</sup> ]	Type de chauffage au gaz par défaut	électrique par défaut	0 [€]	gaz	0 [€]	4,0 [W/m <sup>2</sup> ]	4 [W/m <sup>2</sup> ]		
été 0,700 [l/s.m <sup>2</sup> ]	COP ou rendement (%) 85,0	COP 2,0							
<b>Infiltration</b>	Puissance installée 0 [kW]	Puissance installée 0 [kW]		Economiseur non	0 [€]	Economiseur			
0,000 [l/s.m <sup>2</sup> ]	Récupérateur aucun	Récupérateur aucun	0 [€]	% solaire 0	0 [€]	Aucun			
	% solaire 0	% solaire 0	0 [€]			Coût 0 [€]			

- Le taux de renouvellement d'air. Pour le renouvellement d'air, on utilise comme unité le nombre de litres par seconde pour un mètre carré de plancher. On peut aussi entrer un taux d'infiltration.
- Le mode de chauffage et la présence éventuelle d'un échangeur. Le rendement ou le COP du chauffage par défaut est affiché si on a choisi, par exemple, « au gaz par défaut ». Si on souhaite fixer le rendement, il suffit de choisir « au gaz autre rendement » et fixer la valeur du rendement (attention, ne pas laisser 0, cela entraînerait une erreur de calcul). Il faut indiquer la puissance installée de la chaudière, cela servira lors du calcul de la consommation énergétique.
- Le type de climatiseur et la présence éventuelle d'un échangeur. Le COP est pris par défaut ou peut être donné si on choisit un climatiseur « défini par le COP » ou à gaz. Dans ce cas, entrer la valeur (non nulle) du COP. Indiquer aussi la puissance (électrique, par exemple) de la pompe à chaleur.
- Le type d'énergie utilisée pour chauffer l'eau, la présence d'un économiseur d'eau chaude sanitaire ou d'un système solaire.
- La puissance installée d'éclairage par m<sup>2</sup>, ainsi que la présence d'un système économiseur.
- La puissance utilisée par le petit équipement (ordinateur, réfrigérateur, etc.).

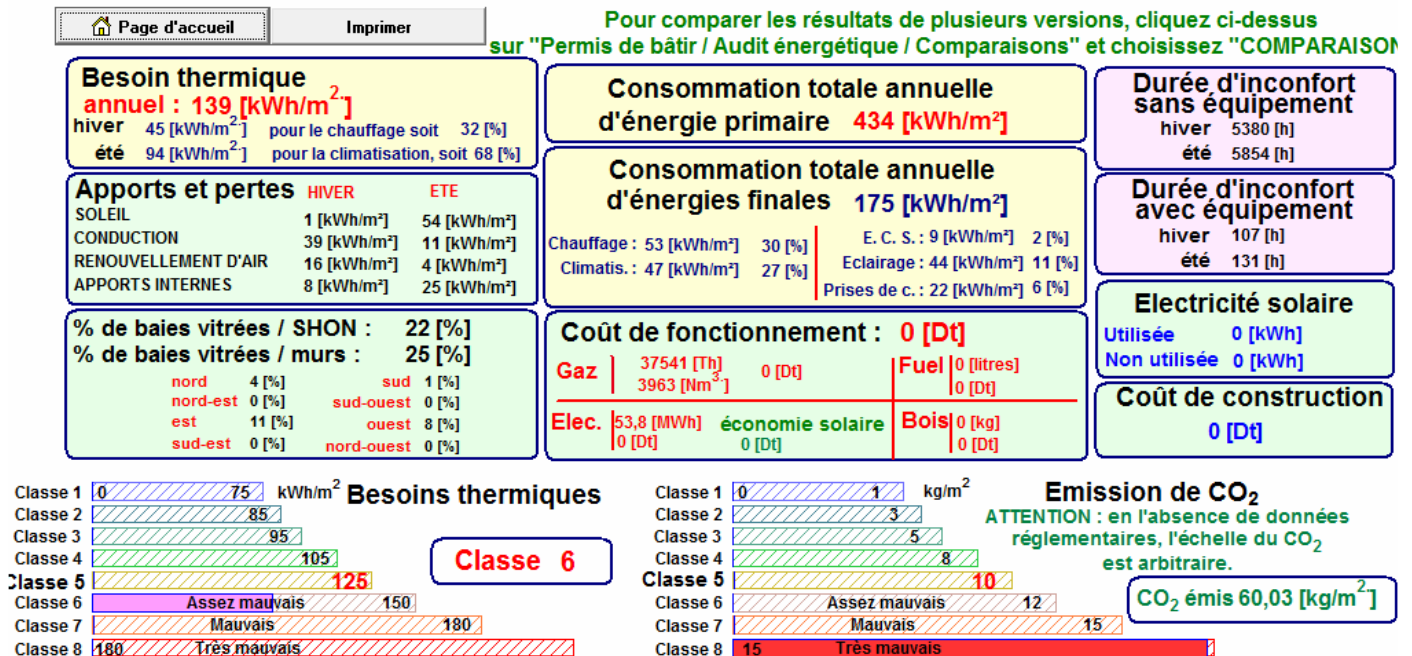
On peut ajouter le prix unitaire des équipements.

Les rendements par défaut sont les rendements de l'installation complète. Dans le cas de chauffage par fuel ou gaz, on suppose un apport électrique égal à 5% (et 95 % pour le fuel ou le gaz) de la consommation de chauffage.



### 3. Les résultats

Les résultats sont regroupés sur une page.



Nom et version	Commentaires		Besoins	Consommations annuelles	Label	CO <sub>2</sub> kg/(m <sup>2</sup> an)	Coût (Dinars)
Version d'origine Bur <sub>25</sub> -Tunis n°1	Bur <sub>RE25</sub> -BASE	suite	Hiver 45 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 93 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 139 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 175 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 434 [kWh/m <sup>2</sup> ]	6	60,03	0
Version précédente Bur <sub>25</sub> -Tunis n°1	Bur <sub>RE25</sub> -BASE	suite	Hiver 45 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 93 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 139 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 175 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 434 [kWh/m <sup>2</sup> ]	6	60,03	0
Version actuelle Bur <sub>25</sub> -Tunis n°1	Bur <sub>RE25</sub> -BASE	suite	Hiver 45 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 94 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 139 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 175 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 434 [kWh/m <sup>2</sup> ]	6	60,03	0

#### 3.1. Les résultats principaux

Ils sont situés dans des cadres jaunes :

##### 3.1.1. Besoins thermiques

Dans certains pays (Tunisie, ...) c'est sur les besoins thermiques et non sur les consommations qu'est définie la classe de l'immeuble.

**Besoin thermique**  
**annuel : 139 [kWh/m<sup>2</sup>]**  
 hiver 45 [kWh/m<sup>2</sup>] pour le chauffage soit 32 [%]  
 été 94 [kWh/m<sup>2</sup>] pour la climatisation, soit 68 [%]

La séparation entre hiver et été permet de voir si la performance annuelle n'est pas obtenue au détriment d'une saison.

### 3.1.2. Les consommations

La consommation d'énergie primaire sert de base à la réglementation dans beaucoup de pays. Les consommations finales sont réparties entre les différents postes et entre les différentes énergies. Ceci permet d'optimiser les équipements. On note également le pourcentage d'électricité solaire.

**Consommation totale annuelle d'énergie primaire 434 [kWh/m²]**

**Consommation totale annuelle d'énergies finales 175 [kWh/m²]**

Chauffage : 53 [kWh/m²]	30 [%]	E. C. S. : 9 [kWh/m²]	2 [%]
Climatis. : 47 [kWh/m²]	27 [%]	Eclairage : 44 [kWh/m²]	11 [%]
		Prises de c. : 22 [kWh/m²]	6 [%]

### 3.1.3. Les durées d'inconfort

La durée d'inconfort sans les équipements (chauffage et climatisation) est un renseignement annexe qui permet de juger – comme les besoins thermiques – de la qualité architecturale.

La durée d'inconfort avec les équipements qualifie l'ensemble architecture plus équipements.

**Durée d'inconfort sans équipement**

hiver 3104  
été 713

**Durée d'inconfort avec équipement**

hiver 23 [h]  
été 3 [h]

### 3.1.4. Les renseignements supplémentaires

Les apports et pertes permettent d'optimiser l'architecture.

Les taux de vitrage (global et par orientation) sont parfois inclus dans les normes réglementaires. Ce sont des données importantes à connaître.

<b>Apports et pertes</b>	<b>HIVER</b>	<b>ETE</b>
SOLEIL	1 [kWh/m²]	54 [kWh/m²]
CONDUCTION	39 [kWh/m²]	11 [kWh/m²]
RENOUVELLEMENT D'AIR	16 [kWh/m²]	4 [kWh/m²]
APPORTS INTERNES	8 [kWh/m²]	25 [kWh/m²]

**% de baies vitrées / SHON : 22 [%]**

**% de baies vitrées / murs : 25 [%]**

nord	4 [%]	sud	1 [%]
nord-est	0 [%]	sud-ouest	0 [%]
est	11 [%]	ouest	8 [%]
sud-est	0 [%]	nord-ouest	0 [%]

### 3.1.5. Les coûts

Si on a pris soin d'entrer les coûts unitaires, on a le coût total des éléments dont on a entré le prix.

CLIP-BC3 calcule le coût de fonctionnement annuel de l'immeuble.

Coût de construction

0 [Dt]

Coût de fonctionnement : 0 [Dt]

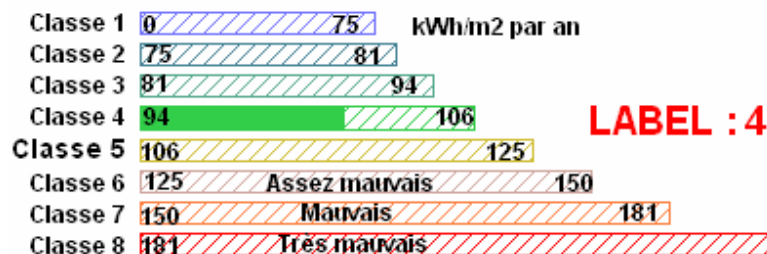
Gaz	37541 [Th] 3963 [Nm <sup>3</sup> ]	0 [Dt]	Fuel	0 [litres] 0 [Dt]
Elec.	53,8 [MWh] 0 [Dt]	économie solaire 0 [Dt]	Bois	0 [kg] 0 [Dt]

### 3.1.6. La production d'énergie solaire

La quantité d'électricité solaire recueillie par les capteurs photovoltaïques est prioritairement utilisée pour satisfaire la consommation d'électricité de l'immeuble ? S'il en reste, on peut soit réduire la surface des capteurs, soit la revendre.	<div>Electricité solaire</div> <div>utilisée 0 [kWh]</div> <div>non utilisée 0 [kWh]</div>
---	--

### 3.1.7. Le label

BC3 attribue un label pour les besoins ou les consommations en énergie primaire (dépend du pays : besoins en Tunisie, consommations en Turquie, ...).



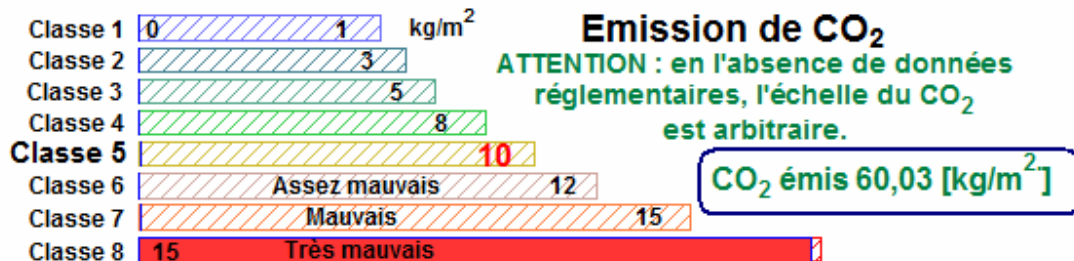
Ce label est présenté comme pour les appareils électroménagers. Il est basé sur les performances d'un bâtiment : on a fixé une valeur maximale que doit avoir un immeuble pour être en classe 5 ; s'il dépasse cette valeur il passe dans les classes suivantes (6, 7 ou 8) et s'il est inférieur à cette valeur il reste classe 5 jusqu'à ce qu'il soit inférieur à 85 % de cette valeur, il passe alors en classe 4, etc..

Dans l'exemple ci-dessus, il s'agit d'un immeuble de bureaux dont la limite a été fixée à 125 kWh/m<sup>2</sup> par an (les limites indiquées sur cette figure sont donc valables pour des bureaux uniquement) et le label correspond à la classe 4 (le besoin calculé est 101 kWh/m<sup>2</sup> par an). Pour satisfaire à la réglementation, l'immeuble de bureau doit au maximum être dans la classe 5.

On voit sur cet exemple que la barre de la classe 4 est partiellement remplie : l'importance de la zone remplie donne la situation actuelle du projet (ici 101 kWh/m<sup>2</sup> par an). Si le besoin calculé était 105 kWh/m<sup>2</sup> par an, la barre de la classe 4 serait presque entièrement remplie.

### 3.1.8. L'émission de gaz à effet de serre

Cette émission est exprimée en équivalent CO<sub>2</sub>.



Certains pays disposent d'une réglementation fixant un label pour le CO<sub>2</sub>, comme pour les besoins ou les consommations. Actuellement ce n'est pas encore le cas pour tous les pays, mais le cas est prévu dans BC3.

### 3.1.9. Les premières comparaisons

BC3 montre les valeurs des résultats principaux pour la version originale, la version actuelle et la version précédente.

En comparant la version actuelle et la version originale, on peut mesurer le progrès accompli depuis le début (et le surcoût des améliorations).

En comparant la version actuelle et la version précédente, on peut mesurer le progrès accompli (et le surcoût) de la dernière amélioration.

C'est ici qu'on voit l'intérêt de mettre quelques mots de description quand on change de version.

Nom et version	Commentaires		Besoins	Consommations	Label	CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>	Coût €
<b>Version d'origine</b> <b>Bur<sub>25</sub>-Trap10 n°1</b>	Bur <sub>RE25</sub> -BASE suite suite	suite suite suite	Hiver 131 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 18 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 149 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 209 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 314 [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>8</b>	<b>14,88</b>	<b>0</b>
<b>Version précédente</b> <b>Bur<sub>25</sub>-Trap10 n°2</b>	Bur <sub>RE25</sub> -BASE vitrage isolant suite	suite suite suite	Hiver 119 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 3 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 122 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 190 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 284 [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>8</b>	<b>13,47</b>	<b>0</b>
<b>Version actuelle</b> <b>Bur<sub>25</sub>-Trap10 n°3</b>	Bur <sub>RE25</sub> -BASE vitrage isolant Electricité solaire	suite suite suite	Hiver 119 [kWh/m <sup>2</sup> ] Eté 3 [kWh/m <sup>2</sup> ] Annuel 122 [kWh/m <sup>2</sup> ]	finale 174 [kWh/m <sup>2</sup> ] primaire 231 [kWh/m <sup>2</sup> ]	<b>8</b>	<b>10,29</b>	<b>0</b>

## 4. Les comparaisons dans BC3

La page « Comparaisons » sert surtout aux concepteurs pour améliorer leur projet. Il permet de comparer les versions du projet, avec toutes les modifications qu'on lui a apportées. Le mode d'emploi est indiqué sur la page.

Pour revenir au logiciel CLIP-BC3, cliquez ci-dessus  
sur "CLIP-BC3 / COMPARAISONS" et choisissez "CLIP-BC3"

Pour comparer N versions : cochez "Fichier n°1", "Fichier n°2", ..., "Fichier n°N".

Lancez le calcul en cliquant ici : 

Dans la fenêtre qui s'ouvre, choisir le fichier (si nécessaire changer de dossier).

Recommencer pour tous les fichiers que vous voulez comparer.

	Besoins kWh/m <sup>2</sup>	Consommations kWh/m <sup>2</sup>	Label	CO <sub>2</sub> kg/(m <sup>2</sup> an)	Coût
<input type="checkbox"/> Fichier n°1	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°2	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°3	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°4	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°5	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°6	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0
<input type="checkbox"/> Fichier n°7	Hiver 0 Eté 0 Annuel 0	finale 0 primaire 0	0	0,00	0

## 5. L'assemblage

On peut étudier séparément plusieurs parties d'un immeuble, par exemple pour un immeuble ayant des commerces au rez-de-chaussée et des bureaux au dessus. Une fois ces deux parties étudiées, on peut les assembler pour connaître les caractéristiques de besoin ou consommation de l'ensemble ? Pour cela, on fait appel à l'outil « ASSEMBLAGE », par le menu en haut de page.

La saisie des parties constituant l'immeuble (il peut y en avoir jusqu'à 7) est similaire à la saisie des versions pour comparaisons.

Le résultat est donné sous la forme suivante :

[Retour page d'accueil](#)

Pour aller sur CLIP-BC3 ou comparer les résultats de plusieurs versions, cliquez ci-dessus sur "CLIP-BC3 / COMPARAISONS/ASSEMBLAGE" et choisissez "COMPARAISONS" ou "CLIP-BC3"

## RESULTATS

### Besoin thermique

annuel : 0 [kWh/m<sup>2</sup>]      hiver 0 [kWh/m<sup>2</sup>]  
été 0 [kWh/m<sup>2</sup>]

### Consommation d'énergie primaire

annuelle : 0 [kWh/m<sup>2</sup>]

### Consommations d'énergies finales

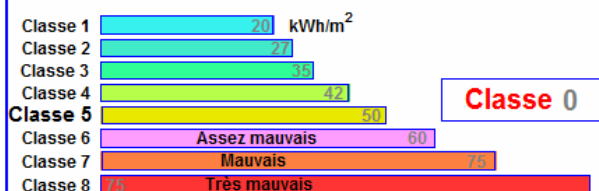
Consommations annuelles : 0 [kWh/m<sup>2</sup>]

pour le chauffage	0 [kWh/m <sup>2</sup> ]	Gaz	0 [%]
pour la climatisation	0 [kWh/m <sup>2</sup> ]	Fuel	0 [%]
pour l'eau chaude :	0 [kWh/m <sup>2</sup> ]	Electricité	0 [%]
pour l'éclairage :	0 [kWh/m <sup>2</sup> ]	dont 0 [%] d'électricité solaire	
pour les prises :	0 [kWh/m <sup>2</sup> ]	Bois	0 [%]

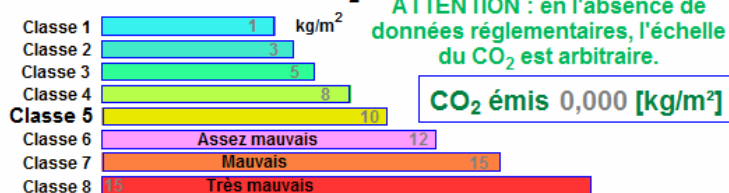
### Taux global de baies vitrées 0 [%]

nord 0 [%]    nord-est 0 [%]    est 0 [%]    sud-est 0 [%]    sud 0 [%]    sud-ouest 0 [%]    ouest 0 [%]    nord-ouest 0 [%]

### Label thermique ou énergétique



### Label en émission de CO<sub>2</sub>



ATTENTION : en l'absence de données réglementaires, l'échelle du CO<sub>2</sub> est arbitraire.

Les échelles thermiques ou d'émission de CO<sub>2</sub> ne sont efficaces que si les différentes parties de l'immeuble appartiennent toutes au même type de bâtiment.

## **LES CALCULS DANS BC3**

# **BC3**

**Besoins, Consommations, Coûts, CO2**

2011

MODE D'EMPLOI .....	5
1. La page d'accueil .....	5
2. La saisie des entrées .....	6
2.1. Saisons et intermittences .....	6
2.2. Le coût des énergies .....	6
2.3. Le projet .....	6
2.4. Description de l'immeuble .....	7
2.4.1. Présentation générale des données à entrer .....	7
2.4.2. Les parois verticales (murs 1 à 10 et murs 11 à 20) .....	8
2.4.3. Les ouvertures .....	9
2.4.4. Ombrages .....	10
2.4.5. Les pare soleils .....	10
2.4.6. Les toitures .....	11
2.4.7. Les planchers .....	11
2.4.8. Création de nouvelles parois .....	11
2.5. L'électricité solaire .....	12
2.6. Les versions .....	12
2.7. Les commandes .....	13
2.7.1. "CALCUL" .....	13
2.7.2. "Imprimer" .....	13
2.7.3. "Sauvegarde" .....	13
2.7.4. "Chargement" .....	14
2.7.5 « RESULTATS » .....	14
2.7.6 « Conseils » .....	14
2.8. Les équipements .....	15
3. Les résultats .....	17
3.1. Les résultats principaux .....	17
3.1.1. Besoins thermiques .....	17
3.1.2. Les consommations .....	18
3.1.3. Les durées d'inconfort .....	18
3.1.4. Les renseignements supplémentaires .....	18
3.1.5. Les coûts .....	19
3.1.6. La production d'énergie solaire .....	19
3.1.7. Le label .....	19
3.1.8. L'émission de gaz à effet de serre .....	20
3.1.9. Les premières comparaisons .....	20
4. Les comparaisons dans BC3 .....	20
5. L'assemblage .....	21
LES CALCULS DANS BC3 .....	23
1 <sup>ère</sup> partie : Rôle et caractéristiques de BC3 .....	26
1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié .....	26
2. Avantages de l'outil informatique simplifié .....	26
3. Eléments caractéristiques de BC3 .....	27
3.1. Documents de base .....	27
3.2. Caractéristiques de l'outil informatique simplifié BC3 .....	27
2 <sup>ème</sup> partie : Description du logiciel .....	30



1. Description générale.....	30
2. Les calculs dans BC3 .....	30
Besoins thermiques .....	30
Consommations.....	31
3. Les résultats.....	32
3.1. Pour l'administration .....	32
3.2. Pour les concepteurs.....	32
3 <sup>ème</sup> partie : Conduite des calculs dans BC3.....	34
Conduction .....	34
Murs et toits :.....	34
Vitres : .....	34
Ponts thermiques .....	34
Renouvellement d'air.....	35
Soleil : .....	35
Sur les parois : .....	35
Fichiers d'ensoleillement .....	35
Brise-soleil .....	35

## **1<sup>ère</sup> partie : Rôle et caractéristiques de BC3**

Pour entrer dans une phase opérationnelle, la réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs dans le secteur tertiaire doit disposer d'outils d'utilisation et d'évaluation simples par les professionnels et les agents de contrôle.

BC3 calcule plusieurs choses :

- Le besoin de chauffage de l'immeuble, son besoin de climatisation et fait la somme de ces besoins. Peu importe si l'immeuble est réellement chauffé ou climatisé : ce sont les énergies qu'il faudrait apporter pour que le confort soit assuré. Plus ces valeurs sont faibles, plus on pourra se passer de chauffage et climatisation. Ces valeurs illustrent les qualités thermiques de l'enveloppe. C'est sur la valeur annuelle des besoins thermiques qu'est fondée le label.
- Les consommations énergétiques pour faire fonctionner l'immeuble et, éventuellement, le chauffer ou le climatiser. Ces valeurs sont exprimées en énergie primaire, par saison et annuellement.
- La quantité de CO<sub>2</sub> produite annuellement par le fonctionnement de l'immeuble.
- Le surcoût des modifications apportées.

### ***1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié***

La réalisation de l'outil (appelé BC3) a deux buts principaux :

Disposer d'un outil informatique simplifié qui permet à l'administration de procéder à la labellisation des bâtiments du secteur tertiaire en fonction de leurs performances thermique et énergétique. Cet outil doit aussi pouvoir faire un audit énergétique sur plan.

Disposer d'un outil informatique simplifié qui permet d'aider les concepteurs (architectes et ingénieurs thermiciens) dans leur travail de mise au point des améliorations relatives à la qualité thermique et énergétique du bâtiment.

### ***2. Avantages de l'outil informatique simplifié***

Réduire le nombre de paramètres à saisir au niveau de l'évaluation des performances thermique et énergétique du bâtiment à étudier.

Garantir une rapidité d'exécution des calculs nécessaires pour l'évaluation des performances thermique et énergétique du bâtiment à étudier.

Assurer une bonne fiabilité au niveau des résultats des calculs.

Avoir un outil de travail convivial, ne nécessitant aucun apprentissage, utilisable par des personnes non spécialisées, mais cependant utile aux spécialistes.

Permettre la comparaison des différentes variantes du projet, au cours de son évolution.

Offrir une présentation permettant d'avoir, sur 6 pages maximum, imprimable sur papier ou en PDF, toutes les données et résultats afin de monter rapidement le dossier du projet.

Remarque : il ne faut pas attendre de BC3 une précision égale à celle qu'on peut espérer de logiciels lourds comme TRNSYS ou DOE-2.

### **3. Eléments caractéristiques de BC3**

#### **3.1. Documents de base**

L'outil informatique simplifié s'appuie sur les éléments suivants :

- la météorologie des régions climatiques. Les données utilisées sont les données horaires sur les 8760 heures de l'année : température sèche, éclairement solaire direct sur un plan perpendiculaire au rayon, éclairement solaire total sur un plan horizontal.

- les scénarios horaires et par jour de la semaine, d'occupation et de consommations énergétiques forfaitaires pour l'éclairage, l'eau chaude sanitaire, etc. de chaque type de bâtiment, provenant de documents de l'ASHRAE

les spécifications de chaque pays (réglementation thermique et énergétique des bâtiments) :

- les besoins et consommations de référence, correspondants à la réglementation actuelle, pour chaque bâtiment. Ces valeurs servent de point de comparaison pour établir le label.
- Les règles d'attribution des différents niveaux de label pour chaque type de bâtiment et chaque région.

#### **3.2. Caractéristiques de l'outil informatique simplifié BC3**

L'outil BC3 doit définir où se situe la performance du bâtiment envisagé par rapport à la réglementation thermique et énergétique. De cette analyse doit découler l'attribution d'un label de performances thermique portant sur l'année entière. Deux aspects sont pris en compte :

Les performances de l'enveloppe, par l'estimation séparée des besoins en chauffage et des besoins en climatisation. Pour les bâtiments non chauffés et (ou) non climatisés, ces valeurs permettront de voir si le bâtiment est apte à apporter le confort thermique souhaité et sa capacité à être ultérieurement équipé. Le calcul des besoins se fait heure par heure tout au long des saisons de chauffage et de climatisation.

Les performances du bâtiment complet, avec ses équipements, à travers les consommations (en énergie primaire et en énergie finale) de chauffage, climatisation et consommations annexes (éclairage, eau chaude sanitaire, etc.). On obtient également la performance de l'immeuble en termes de production annuelle de gaz à effet de serre, en kilogrammes d'équivalents CO<sub>2</sub>.

Les estimations des besoins et les consommations sont exprimées en kWh/(m<sup>2</sup>.an). La surface considérée est celle conditionnée.

L'outil sera utilisé par les concepteurs comme aide à l'amélioration du projet à étudier. Il leur permet donc d'apprécier les améliorations apportées successivement au projet, par rapport à la version initiale. Il donne aussi le label des performances thermique et énergétique atteint après chaque amélioration.

Pour chaque modification apportée, on peut apprécier son impact sur les besoins, les consommations et la production de CO<sub>2</sub>, ce qui signifie que les résultats sont détaillés par postes de consommation.

L'outil peut s'appliquer à plusieurs types de bâtiments. La liste minimum de bâtiments concernés comprend :

- les bâtiments à usage de bureaux (administrations, banques, assurances, ...)
- les bâtiments à usage hôtelier (hôtels,...)
- les bâtiments à usage d'hébergement hospitalier (hôpitaux, cliniques)
- les bâtiments à usage d'enseignement ( Ecoles, Lycées, Foyers universitaires, ...)
- les bâtiments à usage de commerce (commerces, centres commerciaux, ...)
- les bâtiments à usage d'habitation (Logements sociaux, économiques et standing)

Ces bâtiments peuvent être situés dans une des régions climatiques. L'outil informatique simplifié BC3 peut s'appliquer dans ces régions.

L'outil BC3 peut être utilisé sur les ordinateurs compatibles PC.

BC3 permet à l'utilisateur, par l'introduction d'un nombre restreint de données, l'évaluation des performances thermique et énergétique du bâtiment tertiaire à traiter.

BC3 comprend une base de données pour tous les éléments de l'enveloppe (matériaux, film d'air, etc.) utilisés dans le secteur tertiaire. Il permet à l'utilisateur l'accès à des listes de choix pour la sélection d'un type de mur déterminé, d'un type de fenêtre déterminé, d'un type de porte déterminé, etc. L'utilisateur peut enrichir ces bases de données par des valeurs personnelles autres que celles fournies avec BC3.

BC3 comprend une base de données météorologiques des différentes régions climatiques. En effet, l'outil permet, par la sélection de la région climatique, l'activation de la base de données correspondante.

BC3 calcule les coefficients U des murs, par façade plutôt que globalement, ainsi que les calculs de déperdition. Certains utilisateurs peuvent proposer d'isoler certaines parois et pas d'autres. Les compositions de murs peuvent également changer pour différentes façades en fonction des choix de l'utilisateur. Cette flexibilité est essentielle dans ledit outil.

BC3 permet le traitement de différents types de planchers et de différents types de toitures.

BC3 permet la saisie de type de portes, de type de fenêtres et de pare-soleil différents, et pour chaque façade du bâtiment. Il est en effet possible que des utilisateurs veuillent utiliser un type de fenestration seulement sur quelques orientations et un autre type sur d'autres.

BC3 permet de récapituler les différentes options envisagées par rapport au bâtiment de référence.

L'outil permet à l'utilisateur de sauvegarder les calculs du projet à évaluer dans une base de données résultat

## 2<sup>ème</sup> partie : Description du logiciel

### 1. Description générale

C'est un outil qui permet de définir et calculer un immeuble ou une partie d'immeuble : Situé dans une zone climatique (montagne, etc.) et relevant d'un fichier météorologique propre.

### 2. Les calculs dans BC3

Dans la conception de BC3, on a toujours essayé de trouver le bon compromis entre la sophistication du logiciel et la simplicité d'utilisation. Certes il est possible, avec l'informatique moderne, de compliquer les calculs pour avoir des résultats plus fiables, mais cela entraîne toujours une multiplication des entrées nécessaires et un degré de finesse de ces entrées accru. BC3 doit pouvoir être utilisé, entre autres, par des personnes (administratifs, par exemple) qui ne sont pas spécialistes en thermique de l'habitat. Nous avons donc choisi de favoriser la simplicité d'utilisation. Bien sûr cela entraîne un nombre réduit d'entrées et des résultats moins précis. Pour le calcul des besoins thermiques, nous avons choisi d'abandonner la méthode des degrés-heures pour effectuer un calcul heure par heure. Mais pour conserver la simplicité et la rapidité du logiciel, nous ne calculons pas le transfert de chaleur dans les parois avec les méthodes utilisées dans les logiciels lourds (différences finies, etc.) mais nous appliquons simplement la relation  $Q=U.A.(T_i-T_e)$ . Cela signifie que deux éléments importants sont ignorés : l'inertie thermique et le retard à la transmission de cette quantité de chaleur. Nous verrons plus bas (3<sup>ème</sup> partie, Conduction) comment nous pallions cet inconvénient.

### Besoins thermiques

Voici un extrait du manuel de DOE-2, qui définit bien ce que sont les charges thermiques, ou besoins, d'un immeuble :

*"Calcul des charges. La première étape consiste à calculer les pertes de chaleur et les apports de chaleur des zones du bâtiment ainsi que les charges de chauffage et de refroidissement imposées sur les systèmes de CVCA du bâtiment. Ce calcul est effectué pour une température de zone fixée dans le temps et il est couramment appelé Calcul des charges. Il répond à la question : quelle quantité de chaleur faut-il ajouter ou extraire pour maintenir la zone à température constante à mesure que les conditions météorologiques extérieures et l'activité interne varient dans le temps et que la masse du bâtiment absorbe et libère de la chaleur?"*

*Le module des charges de DOE-2 calcule les charges de chauffage et de refroidissement d'un bâtiment en supposant une température intérieure fixe. Les calculs sont effectués pour la plupart à l'aide des algorithmes et techniques standard de l'ASHRAE. La charge est divisée en composants qui sont calculés heure par heure. Les composants sont divisés en deux classes : externes et internes. Les composants externes sont les charges causées par la conduction thermique dans les murs et les fenêtres, l'infiltration par les fenêtres et les murs et l'apport*

*solaire à travers les fenêtres. Les composants internes sont les charges produites par les personnes, les luminaires et l'équipement à l'intérieur du bâtiment."*

C'est donc la quantité de chaleur, rapportée au  $m^2$  conditionné, (exprimée en kWh/ $m^2$ ), nécessaire pour assurer 20 °C (par exemple) pendant la période d'hiver et 26 °C pendant la période d'été. Les besoins annuels sont la somme des besoins d'hiver et d'été.

Ces besoins tiennent compte

1) Des pertes par conduction : on part des valeurs de U et des surfaces de chaque élément (paroi, fenêtre, etc.) pour calculer les pertes par conduction. On tient compte des pertes linéiques. On tient également des apports solaires à travers les parois opaques (murs et toits) en utilisant trois possibilités de couleur : clair, gris et sombre.

Remarque : Ces apports à travers les parois arrivent à l'intérieur de l'habitat avec un retard que notre méthode de calcul ne peut pas estimer. Pour pallier cet inconvénient, nous tenons compte à l'heure h des apports à travers ces parois à l'heure h-1.

Il y a un autre inconvénient à notre méthode de calcul : l'inertie n'est pas calculée. Pour compenser, nous utilisons la méthode suivante :

- Nous créons une variable « masse efficace » qui tient compte de la masse de la paroi et surtout de la partie de cette masse interne à l'isolation, qui agit plus directement sur les températures que la partie externe à l'isolation
- Nous créons à l'heure h une autre variable « inertie efficace » qui tient compte du bilan des apports et pertes à l'heure h-1. Cette variable d'inertie s'ajoute au bilan des apports et pertes à l'heure h. Ainsi, si le bilan précédent était négatif, cette variable « inertie efficace » permet de corriger le bilan à l'heure h par un mécanisme analogue à une réelle inertie.

2) Les pertes par renouvellement d'air, basées sur le taux de renouvellement d'air.

3) Le soleil à travers les fenêtres avec le calcul à chaque heure de l'effet des éventuels brises soleil.

4) Les apports annexes dus aux habitants, à l'éclairage, au petit équipement (prises de courant). On part des données de l'ASHRAE utilisées dans le logiciel DOE2, avec un scénario heure par heure journalier et hebdomadaire pour chaque type d'apport annexe et chaque type de bâtiment. Comme pour le soleil, ces apports sont des gains en hiver, des pertes en été. Ces apports annexes, participent beaucoup au bilan final et leur estimation est très importante.

On fait, heure par heure, le bilan des apports et des pertes. Si ce bilan est négatif, il n'y a pas lieu de chauffer (ou climatiser) : on conserve le résultat pour calculer la variable d'inertie au temps suivant, mais on ne comptabilise pas ce bilan dans les besoins. Par contre, on le comptabilise s'il est positif.

## Consommations

Revenons aux définitions du manuel DOE-2 :

*"La première étape consiste à déterminer les besoins en combustible de l'équipement primaire comme les chaudières et les refroidisseurs et la production d'énergie des collecteurs solaires, etc. pour répondre à la demande énergétique des systèmes CVCA. Ce calcul de la centrale répond à la question : quelles sont les quantités requises de combustible et d'énergie électrique pour alimenter le système CVCA secondaire, étant donné le rendement et les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement et des composants de la centrale?"*

*Le programme Centrale convertit l'énergie fournie à l'équipement de chauffage et de refroidissement des locaux en énergie effectivement consommée par les chaudières, refroidisseurs, pompes, moteurs, etc. Il fait la somme de la demande horaire en électricité consommée par les luminaires, ventilateurs et l'équipement et du combustible consommé par les chaudières et les moteurs. Il tient compte également de toute chaleur récupérée. À partir de ces totaux, il produit des rapports de consommation énergétique mensuelle et annuelle."*

C'est donc l'énergie nécessaire pour couvrir les besoins et les consommations annexes, rapportée au m<sup>2</sup> conditionné et exprimée en kWh/m<sup>2</sup>. La consommation annuelle est celle d'été, plus celle d'hiver, plus la consommation de demi-saison pour les consommations annexes.

Cette consommation tient compte

De la couverture des besoins de chauffage, en tenant compte du rendement du type de chauffage, de la présence d'échangeurs, de la présence de ventilateurs.

De la couverture des besoins de climatisation, en tenant compte du COP du type de climatiseur, de la présence d'échangeurs, de la présence de ventilateurs.

De la couverture des besoins d'éclairage, en tenant compte de la présence d'économiseurs.

De la couverture des besoins d'eau chaude sanitaire, en tenant compte de la présence d'installation solaire.

De la couverture des besoins de petit équipement (ordinateurs, etc.).

De l'existence de systèmes solaires (électricité solaire et thermique solaire).

Toutes ces consommations annexes sont très importantes dans le bilan énergétique du fonctionnement d'un immeuble du secteur tertiaire, aussi leurs valeurs doivent être bien adaptées aux besoins tunisiens.

### **3. Les résultats**

Les résultats sont présentés sous plusieurs formes, pour satisfaire tous les utilisateurs potentiels de BC3.

#### **3.1. Pour l'administration**

Le label. On compare les besoins annuels aux valeurs de la réglementation minimum et on leur attribue un label concernant les besoins ou la consommation de l'immeuble.

#### **3.2. Pour les concepteurs**

Les résultats en kWh/m<sup>2</sup> annuels. On a les résultats des calculs pour chaque saison pour les besoins. On a également la production de CO<sub>2</sub> et le surcoût des modifications.

Les comparaisons. On garde sur des fichiers qui sont stockés sur le disque dur, dans le dossier où se trouve BC3, les résultats du premier calcul (concernant la version originale du projet) et les résultats du dernier calcul (concernant la dernière modification qu'on a apportée au projet. Ces fichiers sont utilisés par l'outil "COMPARAISONS". Ces fichiers et les valeurs de référence de la réglementation inclus dans le logiciel permettent :

- a. de comparer les résultats de la dernière simulation aux valeurs réglementaires (on sait ainsi à tout moment où on en est par rapport à la réglementation en vigueur)
- b. de comparer avec la première version, telle qu'elle a été fournie par le concepteur au début de l'étude (on sait ainsi à tout moment le progrès accompli depuis le début de l'étude)
- c. de comparer à la version précédente (on sait ainsi quelle amélioration ou dégradation a apporté la dernière modification du projet).



Au cours de l'étude d'un projet avec BC3, on progresse vers la solution la plus intéressante par approximations successives. Il peut être intéressant de comparer toutes les variantes entre elles. Pour cela, la page COMPARAISON des variantes permet de récapituler les variantes choisies avec les commentaires et les résultats principaux : besoins et consommations hiver, été et annuels, ainsi que les classes de label correspondantes.

## 3<sup>ème</sup> partie : Conduite des calculs dans BC3

Les calculs pour les besoins thermiques sont effectués heure par heure sur les 8700 heures de l'année.

### **Conduction**

Toutes les données ci dessous sont calculées paroi par paroi puis sommées sur toutes les parois.

#### **Murs et toits :**

Les coefficients de transfert thermiques  $U[i]$  sont inclus dans le logiciel pour chaque type de paroi (choisie sur menu déroulant) ou calculé par le logiciel pour les parois créées par l'utilisateur. Les parois incluses dans les menus déroulants sont celles utilisées par l'ANME pour des simulations utilisées pour établir la réglementation.

Le transfert de chaleur par degré Celsius  $UA[i]$  à travers la paroi  $[i]$  de surface brute  $surface[i]$  vaut :  $UA[i] = U[i] * surface[i]$

Avec  $surface[i] = (surface\_brute[i] - surf\_v[i] - surf\_p[i])$

où  $surf\_v[i]$  est la surface de la paroi occupée par les vitres et  $surf\_p[i]$  la surface des portes (nulle pour un toit, bien sûr).

#### **Vitres :**

$UA\_v[i] = U\_v[i] * surf\_v[i]$  où  $U\_v[i]$  est le coefficient de transfert thermique des vitres et  $surf\_v[i]$  leur surface.

### **Ponts thermiques**

On peut choisir entre trois possibilités : les ponts thermiques sont très correctement traités (pertes linéiques faibles), assez bien traités (pertes linéiques moyennes) ou négligées (pertes linéiques fortes).

On tient compte des ponts thermiques aux jonctions mur-sol, mur-terrasse, mur-plancher d'étage et façade-mur de refend.. Le calcul des longueurs concernées est fait en supposant que la maison est sur un plan carré : le côté est la racine carrée de la surface totale des toits et il y a un mur de refend tous les 5 mètres. Il est évident que ce mode de calcul entraîne des erreurs mais elles sont assez minimes, compte tenu de toutes les approximations qui sont faites.

Les valeurs forfaitaires en W/m.K de ces ponts thermiques sont données ci-dessous (la dénomination abrégée est suivie de la valeur) :

'pth\_faible-toit' 0,1 'pth\_faible-etage' 0,1 'pth\_faible-sol' 0,1 'pth\_faible-refend' 0,1 'pth\_moyen-toit' 0,2 'pth\_moyen-etage' 0,6 'pth\_moyen-sol' 0,2 'pth\_moyen-refend' 0,2 'pth\_fort-toit' 0,4 'pth\_fort-etage' 0,9 'pth\_fort-sol' 0,3 'pth\_fort-refend' 0,3

## **Renouvellement d'air**

Le renouvellement d'air de la zone [j] correspond à une perte thermique de :

$$\text{Renouv\_air}[j] = \text{taux\_ren}[j] * 3,6 * \text{surf\_eq}[j] * 0,34 / 1000$$

Où  $\text{taux\_ren}[j]$  est le taux de renouvellement,  $\text{surf\_eq}[j]$  la surface de la zone considérée.

On somme sur toutes les zones.

## **Soleil :**

### **Sur les parois :**

On suppose que l'influence du soleil sur les parois est une fonction de sa couleur, mais aussi de sa capacité à absorber dans sa structure cette énergie, donc de son isolation et des échanges avec l'ambiance :

$$\text{Sol}[i] = \text{psol}[i] * \text{surface}[i] * U[i] * \text{alph}[i] * \text{resSup}$$

Où  $\text{psol}[i]$  est l'éclairement solaire et  $\text{alph}[i]$  l'absorbivité, définie par la couleur du mur.

### **Sur les vitres :**

$\text{Sol\_v}[i] = \text{psol}[i] * \text{coef\_v}[i]$  où  $\text{coef\_v}[i]$  est donné pour chaque type de vitre choisi sur le menu déroulant ( coefficients solaires SC de l'ASHRAE).

## **Fichiers d'ensoleillement**

On utilise des fichiers météo pour calculer toutes les heures les ensoleillements sur une surface horizontale et sur 8 façades (Nord, Nord-est, Est, etc.). Si on fait tourner l'immeuble d'un certain angle, les valeurs des ensoleillements sont interpolées entre les valeurs qui l'encadrent.

Les fichiers d'origine donnent, heure par heure :

L'éclairement solaire direct sur un plan normal au faisceau

L'éclairement total (direct plus diffus) sur un plan horizontal.

On procède ainsi :

On calcule l'ensoleillement direct sur les 8 façades verticales et sur un plan horizontal

On calcule l'ensoleillement total sur un plan horizontal

Par différence on calcule le rayonnement diffus sur le plan horizontal

On ajoute la moitié de ce diffus au direct qui arrive sur chaque paroi pour avoir le rayonnement total sur ces parois (on a divisé par deux car la portion de ciel vue par un mur est la moitié de ce qu'elle est pour le sol. Cela suppose un diffus isotrope).

## **Brise-soleil**

BC3 calcule toutes les heures l'effet des brises soleil

Solaire direct :

Pour chaque heure du jour on calcule l'angle horaire et on en déduit l'angle  $j$  pour l'azimut de la fenêtre de hauteur  $H$  et largeur  $L$ . Soit  $p$  la profondeur du pare soleil.

La partie ombragée d peut être calculée :

$$d = p * \operatorname{tg}(j)$$

On fait ce calcul pour le brise soleil droit et le gauche.

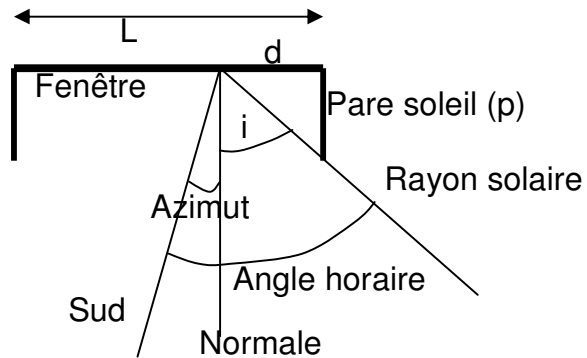
On utilise une formule du même genre pour calculer l'ombre d'une casquette de profondeur p' (en utilisant la hauteur du soleil h et non l'angle j) :

$$d' = p' * \operatorname{tg}(h)$$

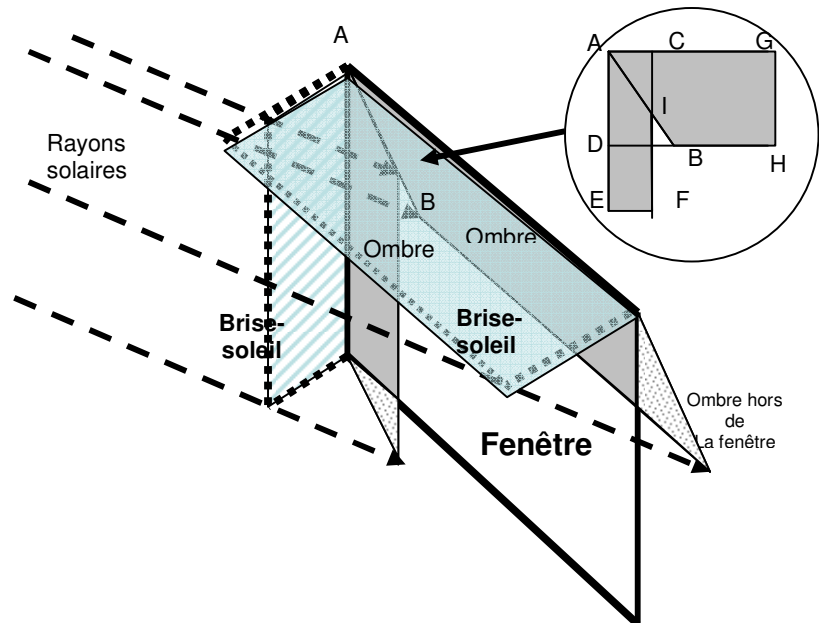
Les surfaces ombragées sont :

Pare soleil latéral :  $d * H$

Pare soleil supérieur (casquette) :  $d' * L$



Les surfaces d'ombre calculées ci-dessus sont les aires ACFE et ADHG. Cette méthode donne une erreur systématique lorsque le soleil est haut (pour les côtés) ou l'angle i grand (pour la casquette) : le pare soleil latéral laisse au soleil le triangle ACI et le pare soleil casquette laisse au soleil le triangle ADB. Les aires de ces triangles rectangles peuvent être calculées et on en déduit la surface ombragée.



Pare soleil latéral :

$$\text{Aire ACFE} : p * \operatorname{tg}(j) * H$$

$$\text{Aire ACI} : \frac{1}{2} * p * \operatorname{tg}(j) * p * \operatorname{tg}(h) = \frac{1}{2} p^2 * \operatorname{tg}(j) * \operatorname{tg}(h)$$

$$\text{Aire ombragée} : p * \operatorname{tg}(j) * (H - \frac{1}{2} p * \operatorname{tg}(h))$$

Pare soleil supérieur :

$$\text{Aire ombragée} : p' * \operatorname{tg}(h) * (L - \frac{1}{2} p' * \operatorname{tg}(j))$$

Attention : Ici il y a deux triangles qui peuvent rester au soleil : à droite et à gauche. Mais ces deux triangles n'existent pas en même temps, aussi on ne le compte pas deux fois mais on fait la moyenne.

$$\text{Aire ombragée} : p' * \operatorname{tg}(h) * (L - \frac{1}{4} p' * \operatorname{tg}(j) - \frac{1}{4} p' * \operatorname{tg}(j'))$$

On calcule la moyenne de l'ombrage dû au pare soleil droit, gauche et haut. Les surfaces ombragées par chaque pare-soleil s'ajoutent.

Si le pare soleil n'est pas au ras de la fenêtre, la distance ombragée de la fenêtre est  $d1$  et pas la distance calculée  $d$ . Si  $x$  est la distance entre le pare soleil et la vitre, on a :

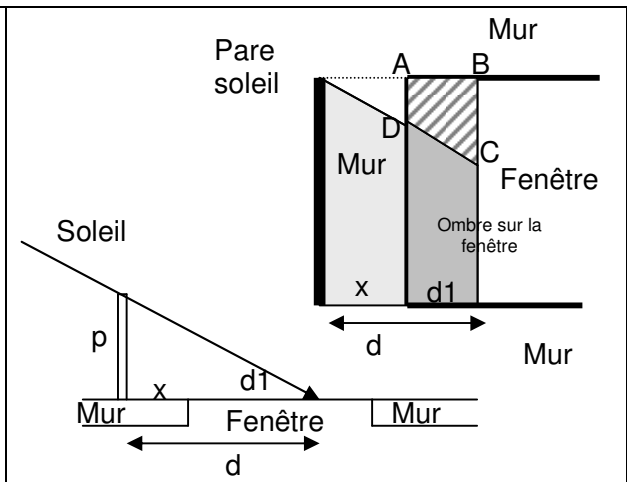
$$d1 = d - x$$

L'aire ombragée devient :

$$(p \cdot \tan(j) - x) \cdot H - \text{aire (ABCD)}$$

avec :

$$\text{aire (ABCD)} = \frac{1}{2} p^2 \cdot \tan(j) \cdot \tan(h) (1 - x / (p \cdot \tan(j)))$$



Pour calculer l'apport du rayonnement solaire direct sur la fenêtre, on diminue la surface réelle de la fenêtre ( $H * L$ ) de la surface d'ombrage calculée pour chaque brise soleil.

Les paramètres pour définir l'action d'un pare soleil sur une fenêtre sont :

hauteur de la fenêtre  $H$

largeur de la fenêtre  $L$

profondeur du pare soleil  $p_g$  (gauche),  $p_d$  (droite)  $p_c$  (au dessus)

distance pare soleil - fenêtre  $x_g$  (gauche),  $x_d$  (droite)  $x_c$  (au dessus)

S'il n'y a qu'un type de fenêtres sur une paroi, on entre les valeurs de la fenêtre moyenne. S'il y a deux types de fenêtres très différents sur une seule paroi, il faudra entrer deux murs de même composition et orientation, chacun avec un type de fenêtre, la somme des surfaces de paroi étant égale à la surface réelle du mur.

Le programme nécessite donc ces entrées et procède au calcul de la réduction des apports solaires.