CLIP mode d’emploi

Version Permis de bâtir

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

ATTENTION : CLIP 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 CLIP.

Toutes les pages de CLIP 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.

Pour passer à la version « Audit énergétique sur plan » voir menu en haut de page. 4
1. La page d'accueil 4
1.1. Les renseignements sur le projet 5
1.2. Affichage des arrêtés ministériels 5
2. Les commandes 5
2.1. "Calcul" 5
2.2. "Imprimer" 5
2.3. "Sauvegarde" 6
2.4. "Chargement" 6
2.5 L'aide 7
3. La saisie des entrées 7
3.1. L'enveloppe 8
3.1.1. Présentation générale des données à entrer 9
3.1.2. Les parois verticales (murs 1 et murs 2) 9
3.1.3. Les ouvertures 10
3.1.4. Ombrages 11
3.1.5. Les pares soleils 11
3.1.6. Les toitures 12
3.1.7. Les planchers 13
3.2. Création de nouvelles parois 13
3.2.1. Pour créer une paroi, un vitrage : 13
4. Les résultats 14
4.1. Les RESULTATS PRINCIPAUX 14
4.2. Le label 14
4.3 Les détails 16
4.3.1. Détails de la version en cours 16
4.3.3. Première comparaison 16
4.4. Les comparaisons dans CLIP 17
LES CALCULS DANS CLIP 19
1ère partie : Rôle et caractéristiques de CLIP 23
1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié 23
2. Avantages de l'outil informatique simplifié 23
3. Eléments caractéristiques de CLIP 24
3.1. Documents de base 24
3.2. Caractéristiques de l'outil informatique simplifié CLIP 24
2ème partie : Description du logiciel 27
1. Partition de l'immeuble 27
1.1. Premier outil : CLIP 27
1.2. Outil complémentaire : ASSEMBLAGE 27
2. Les calculs dans CLIP 28
Besoins thermiques 28
Consommations 29
3. Les résultats 30
3.1. Pour l'administration 30
3.2. Pour les concepteurs 30

4. COMPARAISON des VARIANTES 30
3ème partie : Conduite des calculs dans CLIP 31
Conduction 31
Murs et toits : 31
Vitres : 33
Inertie : 34
Renouvellement d'air 34
Soleil : 34
Sur les parois : 34
Fichiers d'ensoleillement 34
Brise-soleil 35
Degrés-heure 38
Apports internes 40
Calcul des besoins 42
Calcul des consommations 43
Label 43

Les méthodes employées dans CLIP sont détaillées à la suite de ce mode d'emploi (au delà de la page 17).

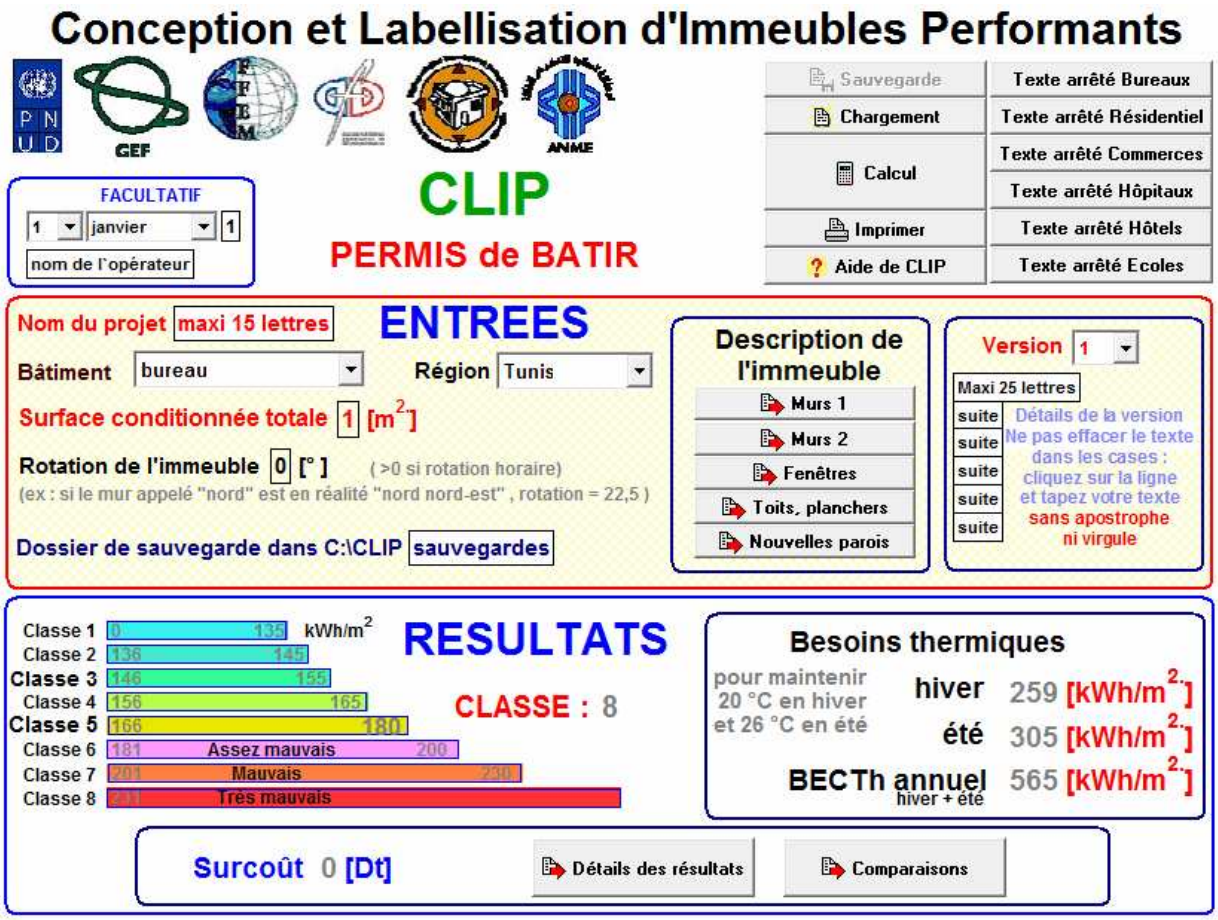
MODE D'EMPLOI

Pour passer à la version « Audit énergétique sur plan » voir menu en haut de page.

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

.



1.1. Les renseignements sur le projet

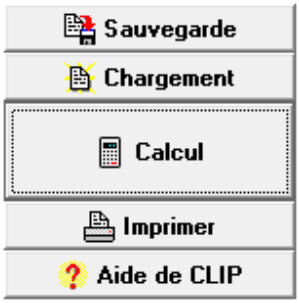
Attention : lorsqu'il faut taper du texte (ici le nom de l'opérateur, par exemple), il ne faut pas commencer par effacer le texte existant : cliquer sur ce texte existant pour le sélectionner, puis taper son propre texte.

Le premier cadre est facultatif, ses réponses ne modifient en rien les résultats. Mais si on conserve une copie papier du projet (avec la touche « Imprimer ») cela permet de situer le travail dans le temps	

1.2. Affichage des arrêtés ministériels

CLIP est créé pour aider les concepteurs à rendre leur projet compatible avec les arrêtés ministériels. On peut consulter ces arrêtés en cliquant sur les boutons correspondants. Les arrêtés concernant tous les types de bâtiment n'ont pas encore été publiés. Dès que les arrêtés seront publiés, on pourra les atteindre par ces boutons.	

2. Les commandes



2.1. "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 CLIP.

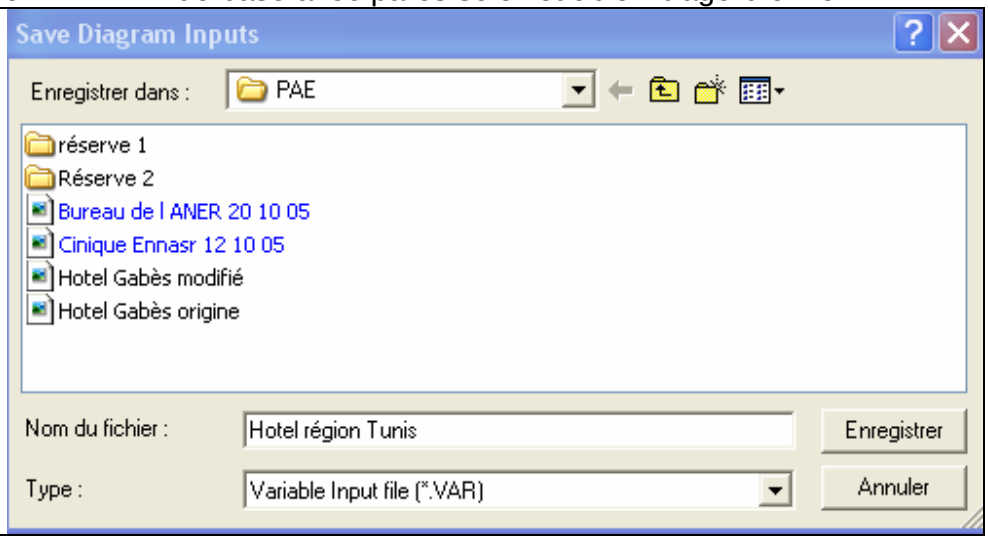
2.2. "Imprimer"

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 CLIP.
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).

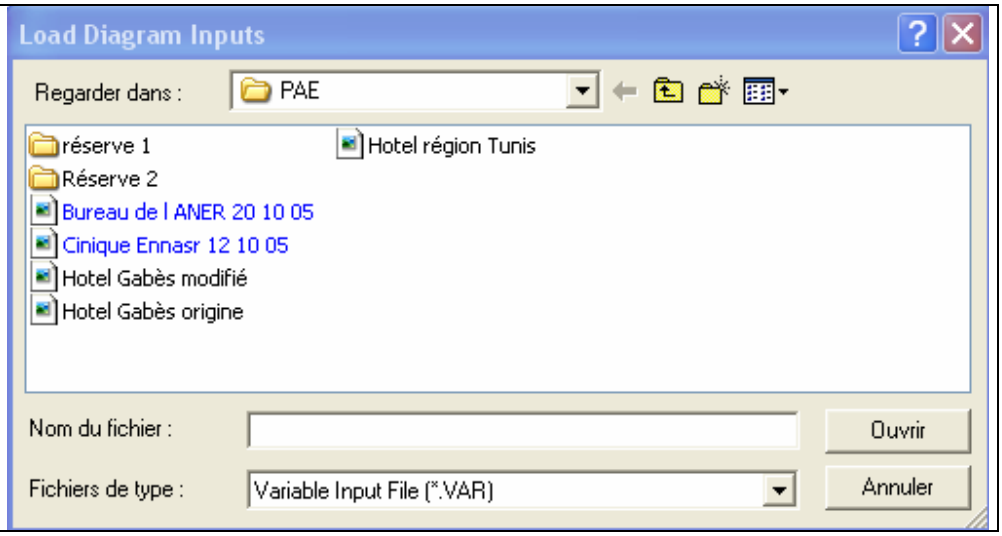
Remarque : si on dispose d'un logiciel d'écriture au format PDF (on en trouve gratuitement sur Internet), on peut imprimer les pages au format PDF. Pour cela, cliquer sur « file » (menu supérieur) puis sur « print » ou « print setup » et choisir l'imprimante PDF. Cela permet de garder une page électronique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

2.3. "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 : « EPPM de base avec pares soleil et dble vitrage bronze »

Cliquer sur « Sauvegarde » : on est invité à choisir un nom pour la sauvegarde et un dossier où on pourra le retrouver.	

2.4. "Chargement"

C'est le processus inverse de la sauvegarde: on peut charger un dossier qu'on avait sauvegardé pour reprendre le travail. On clique sur le projet à	

reprendre et sur "ouvrir".	

2.5 L'aide

Quand on clique sur Aide, on obtient le texte que vous êtes en train de lire avec le mode d'emploi et les méthodes de calcul.	Aide de CLIP

3. La saisie des entrées

Le cadre cerclé de rouge doit être renseigné :

Les détails de ce cadre sont définis ci-dessous :

Les six lignes contiennent la description sommaire de la version étudiée. La longueur de la case s'adapte à la longueur du nom ou du commentaire. Les commentaires sont importants si on veut comparer les variantes du projet dans les pages « Détails des résultats » et « Comparaisons ».	

Attention, si on ne change pas le numéro de version, on écrase les résultats précédents. Lorsqu'on entre la version originale, il faut choisir la « version numéro 1 ». Pour toutes les autres variantes, on choisira la version « 2 », ou « 3 », etc.. On pourra comparer les différentes versions dans les pages « Détails des résultats » et « Comparaisons » (voir plus bas).

On doit donner le nom du projet, le type de bâtiment et la région.
Pour les régions, on a porté le nom des villes : il peut y avoir plusieurs villes situées dans chaque région.

On entre ensuite des données générales :
La surface habitable conditionnée totale. Dans cette version de CLIP toutes les zones conditionnées ont un même taux de renouvellement d'air et une même densité d'éclairage, si bien qu'on ne définit qu'une seule zone comprenant toute la surface habitable.

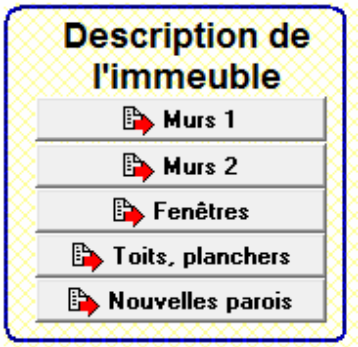
On peut faire tourner l'immeuble de la quantité désirée, par exemple pour choisir une meilleure implantation.

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 :

Avant de lancer CLIP, il faut avoir créé un dossier où seront sauvegardés les résultats. Le dossier « Sauvegardes » est déjà créé, mais on peut en créer d'autres pour chaque projet. Ces dossiers doivent être impérativement dans C:\CLIP\

3.1. L'enveloppe

On décrit l'enveloppe et les équipements dans les pages ci-dessous :



3.1.1. 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	Description murs Fenêtres (N° 1

3.1.2. Les parois verticales (murs 1 et murs 2)

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
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).	Orientations d'origine — après rotation de 35 [°] Nord — nord-est

3.1.3. 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 :

- 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	N° — VITRAGE nombre : 2 — Propriétés des vitrages 1 — double bronze 6 6 6 — Coût 0 [Dt/m²] 2 — simple clair 6mm — Coût 0 [Dt/m²] On peut entrer le coût unitaire de ce type de fenêtre si on souhaite comparer les

type de vitrage (sur menu déroulant) et éventuellement le coût unitaire.	coûts des différentes variantes.

3.1.4. Ombrages

Dans la page « Fenêtres ». 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 [%]

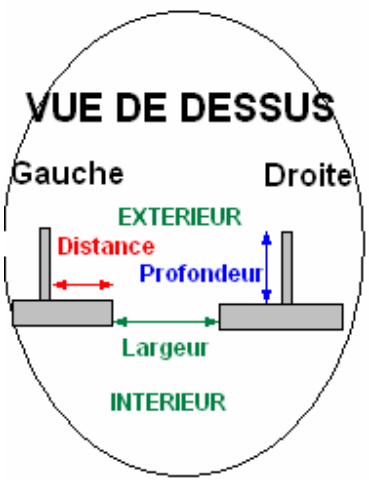
3.1.5. Les pares soleils

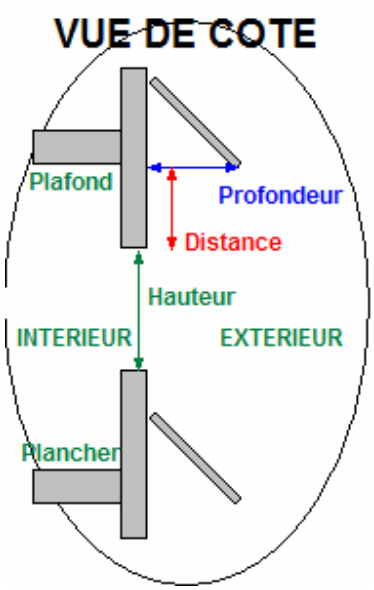
On les définit dans la page « Fenêtres »
S'il y a 2 types de pares soleil pour un même type de fenêtre, il faudra définir 2 fenêtres différentes, de même composition.
Il faut définir la fenêtre en hauteur et largeur. Puis les pares soleil en profondeur (avancée par rapport à la façade) et distance à la fenêtre.
Dans cet exemple, seul le premier type de vitrage est muni de pares soleil.

PARE SOLEIL (voir figures)									
Fenêtre :			Profondeur			Distance			
Hauteur	Largeur		Gauche	Droite	Dessus	Gauche	Droite	Dessus
1,4 [m]	2 [m]	hiver	0,8 [m]	0,8 [m]	1,5 [m]	0,5 [m]	0,5 [m]	0,2 [m]
		été	0,8 [m]	0,8 [m]	1,5 [m]	0,555 [m]	0,5 [m]	0,2 [m]
0 [m]	0 [m]	hiver	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]	0 [m]
		été	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

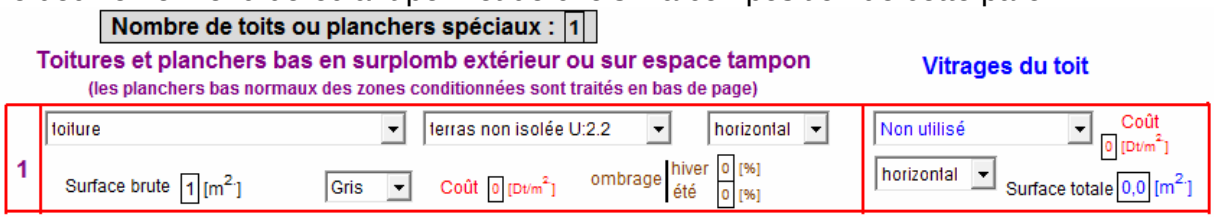
On peut avoir des configurations de pares soleil différentes en hiver et en été..





3.1.6. 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.

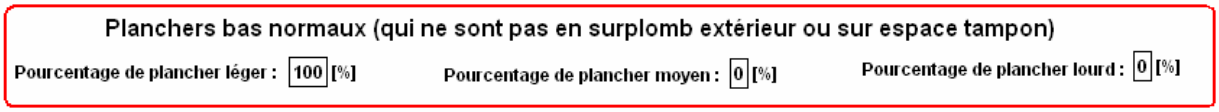


On dispose de 6 possibilités différentes de toits ou de planchers bas spécial. (On n'est pas tenu de les utiliser toutes mais <u>on doit spécifier le nombre de types de toits utilisés</u>).
On les définit en composition (la valeur de K suit le nom du toit), surface brute projetée horizontalement et couleur. Si le toit est partiellement ou totalement ombragé, on indique le pourcentage d'ombrage.
En cas de coupole, de voûte ou de toiture inclinée, la surface du toit est modifiée forfaitairement suivant les géométries usuelles. 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^2 pour comparer le coût des variantes du projet.

3.1.7. Les planchers

La composition du plancher influe sur l'inertie thermique du bâtiment. Cette inertie thermique est prise en compte assez grossièrement dans CLIP (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.



3.2. Création de nouvelles parois

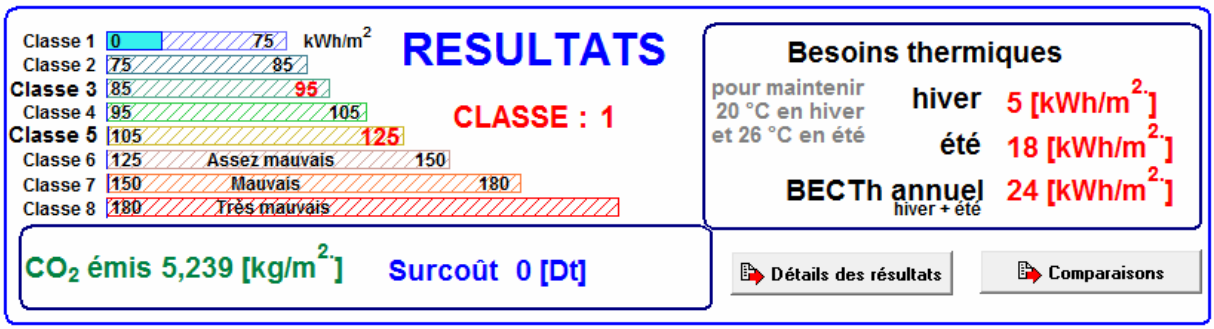
Le mode d'emploi est rappelé dans la page «Nouvelles parois »

3.2.1. Pour créer une paroi, un vitrage :

Cliquer sur "Ajout d'un mur supplémentaire" ou "Ajout d'un toit supplémentaire" ou "Ajout d'un vitrage de mur ou de toit nouveau".
Entrer un nom pour cette paroi (ou vitrage). Ce nom peut comprendre jusqu'à 24 lettres, 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 respectant l'emplacement de l'isolant, l'intérieur et l'extérieur. Donner l'épaisseur de chaque couche.
Pour un vitrage, entrer les données demandées.
Puis lancer le calcul.
Ne pas oublier de décocher « Ajout d'un … »
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 ». Même procédure pour les vitrages (vitrages.txt), les toits (toits.txt) ou les matériaux (Matériaux.txt).
Si le matériau n'existe pas dans le menu déroulant, on peut l'ajouter :
Dé-cliquer (si on l'avait cliqué) "Ajout d'un mur supplémentaire" ou "Ajout d'un toit supplémentaire" et cliquer "Ajout d'un matériau nouveau".
Entrer le nom, la conductivité et la masse volumique du matériau.
Lancer le programme.
Le nouveau matériau fait désormais partie du menu déroulant.
Dé-cliquer "Ajout d'un matériau nouveau" et cliquer sur "Ajout d'un mur supplémentaire" ou "Ajout d'un toit supplémentaire" pour finir de créer sa nouvelle paroi.

4. Les résultats

Les résultats essentiels sont sur la page d'accueil. On peut avoir des détails complémentaires en cliquant sur le bouton « Détails des résultats».
On peut comparer différentes versions en cliquant sur « Comparaisons ».
:



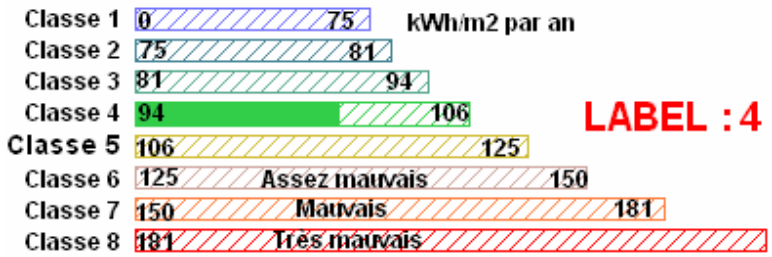
4.1. Les RESULTATS PRINCIPAUX

CLIP affiche le surcout des modifications, si on a pris soin de remplir les données unitaires dans les pages Murs, Toits, etc.. On peut trouver des détails (voir plus bas) ou faire des comparaisons (voir plus bas) en cliquant sur les boutons correspondants

C'est sur le besoin annuel (ici 24 kWh/m2) que se base le logiciel pour calculer le label (ici 1 ; le faible remplissage de la barre Classe 1 indique qu'on est très éloigné de la classe 2)	

4.2. Le label

CLIP attribue un label pour les besoins : (rappel, les besoins représentent la somme de ce qu'il faut apporter en chauffage et en climatisation pour assurer le confort en hiver et en été).



Ce label est présenté comme pour les appareils électroménagers. Il est basé sur les performances d'un bâtiment conforme à la réglementation minimum : le pourcentage de 100% est attribué au maximum de consommation d'un immeuble da la classe 5. En d'autres termes, 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^2 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^2 par an). Pour satisfaire à la règlementation, l'immeuble de bureau doit au maximum être dans la classe 5 si c'est un immeuble privé et 3 si c'est un immeuble public (voir arrêté sur les immeubles de bureau).

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^2 par an). Si le besoin calculé était 105 kWh/m^2 par an, la barre de la classe 4 serait presque entièrement remplie.

Exemple de répartition des classes pour les bureaux et le résidentiel :

La classe 1 correspond à moins de 60 % du maximum de la réglementation minimale (dans le cas d'un bureau : 125 kWh/m^2 par an)

La classe 2 est entre 60 et 68 %,

La classe 3 est entre 68 et 77 %,

La classe 4 est entre 75 et 85 %,

La classe 5 est entre 85 et 100 %,

La classe 6 est entre 100 et 120 %,

La classe 7 est entre 120 et 145 %,

La classe 8 est au dessus de 145 %,

4.3 Les détails

4.3.1. Détails de la version en cours

Apports et pertes en kWh/m²

	HIVER	ETE
SOLEIL	76	135
dont : apports solaires sur les murs	0	0
apports solaires sur les toits	19	41
apports solaires par les vitres	57	94
CONDUCTION U_{moyen} = 2,6 [W/(m2°C)]	289	144
RENOUVELLEMENT D'AIR	20	8
APPORTS INTERNES	18	9

Répartition des besoins thermiques

42 [%] pour le chauffage, soit 178 [kWh/m²]
58 [%] pour la climatisation, soit 246 [kWh/m²]

CLIP donne les valeurs des pourcentages de baies vitrées et le commentaire correspondant (ici : moyen) en accord avec la réglementation tunisienne.	**Baies vitrées** Taux global (TGBV) 10 [%] faible Taux relatif de baies vitrées nord 0 [%] — sud 0 [%] nord-est 10 [%] — sud-ouest 0 [%] est 0 [%] — ouest 0 [%] sud-est 0 [%] — nord-ouest 0 [%]

4.3.3. Première comparaison

Nom et version	Commentaires		Besoins	Label	Coût surcoût (Dinars)
Version d'origine $Bur_{RE25\text{-}base}$ n°1	$Bur_{RE25\text{-}BASE}$ suite suite	suite suite suite	Hiver 38 [kWh/m2] Eté 91 [kWh/m2] Annuel 129 [kWh/m2]	6	0 0
Version précédente $Bur_{RE25\text{-}base}$ n°2	$Bur_{RE25\text{-}BASE}$ avec double vitrage suite	suite suite suite	Hiver 29 [kWh/m2] Eté 65 [kWh/m2] Annuel 94 [kWh/m2]	3	0 0
Version actuelle $Bur_{RE25\text{-}base}$ n°3	$Bur_{RE25\text{-}BASE}$ avec double vitrage et terrasse isolée	suite suite suite	Hiver 22 [kWh/m²] Eté 50 [kWh/m²] Annuel 73 [kWh/m²]	1	0 0

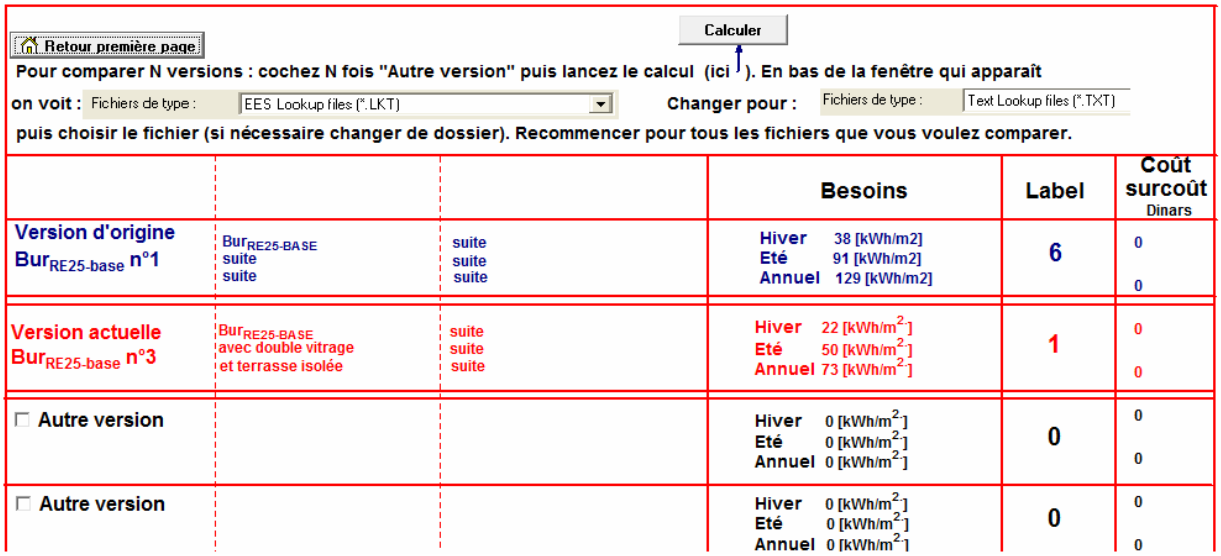
On peut voir 3 résultats : la dernière version (en rouge) qu'on peut comparer

- à la version originale (pour voir le chemin parcouru depuis le début de l'étude)
- à la précédente version (pour voir l'influence de la dernière modification).

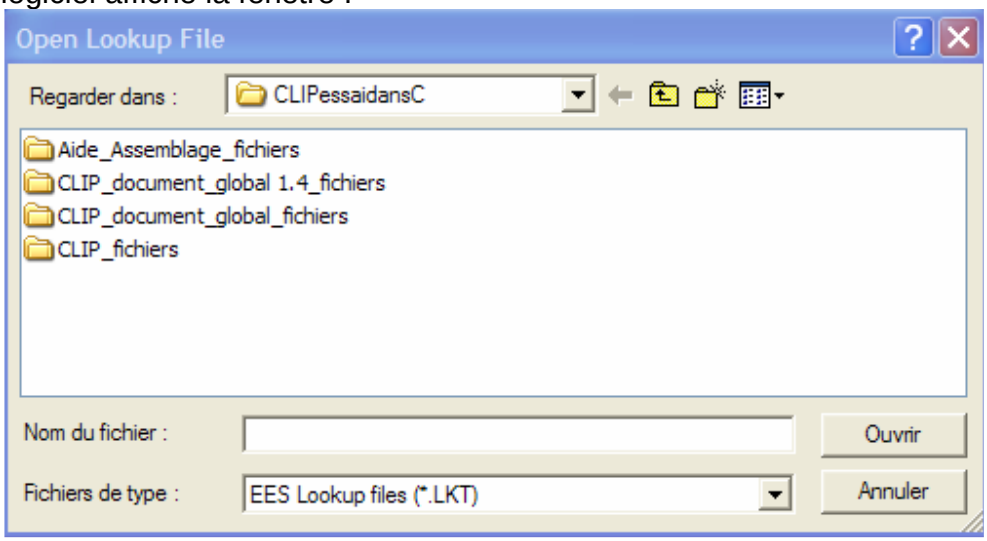
4.4. Les comparaisons dans CLIP

La page « Comparaisons » sert surtout aux concepteurs pour améliorer leur projet. Il permet de comparer la version actuelle du projet (résultats rouges), avec toutes les modifications qu'on lui a apportées à la première version du projet (résultats bleus), pour voir les progrès accomplis depuis le début.

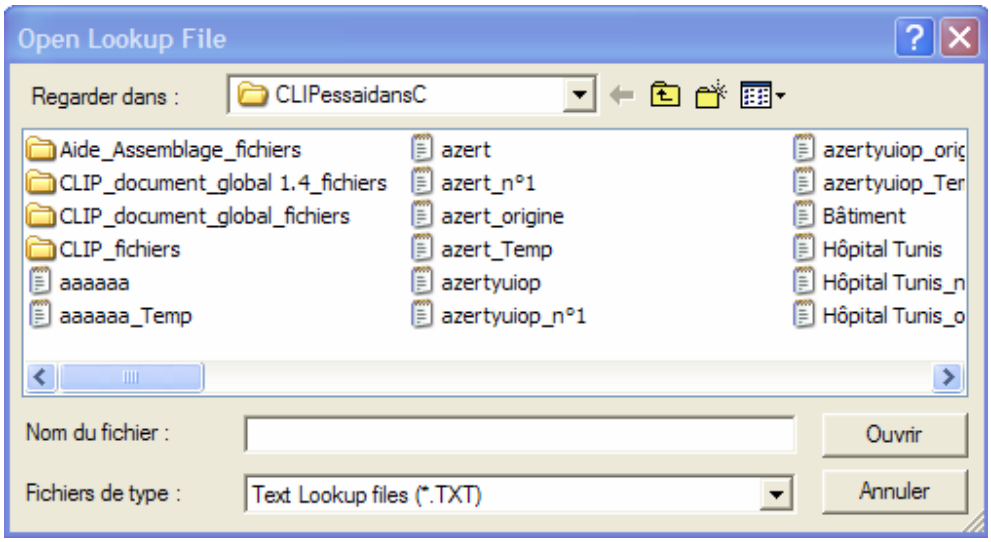
On peut comparer avec cinq autres versions. Pour cela, cliquer sur « Autre version » n°1 et « Autre version » n°2 (si on a deux fichiers à ajouter) et lancer le calcul.



Le logiciel affiche la fenêtre :



Sur la ligne du bas on lit « EES Lookup files [*.LKT] . On change le type de fichiers en cliquant sur la flèche de droite pour obtenir « Text Lookup files [*.TXT] » :



Dans cette fenêtre, on choisit le nom de la première variante composée du nom de l'immeuble suivi du numéro de la variante (« n°1 » , « n°2 », etc.).
Quand on a choisi la première variante, le logiciel affiche de nouveau la fenêtre pour choisir la deuxième variante. On procède de même.

Quand on a choisi toutes les variantes, le logiciel affiche le nom de chaque variante, les commentaires de chacune et les résultats.
Lorsqu'une des versions comparées est le produit de l'assemblage de plusieurs parties (ici c'est la variante 3), les commentaires sont remplacés par le nom des parties qui ont été assemblées.

LES CALCULS DANS CLIP

Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie

Réglementation thermique et énergétique des bâtiments neufs, secteur tertiaire

CLIP

Conception et Labellisation d'Immeubles Performants

2010

1. La page d'accueil 4
1.1. Les renseignements sur le projet 5
1.2. Affichage des arrêtés ministériels 5
2. Les commandes 5
2.1. "Calcul" 5
2.2. "Imprimer" 5
2.3. "Sauvegarde" 6
2.4. "Chargement" 6
2.5 L'aide 7
3. La saisie des entrées 7
3.1. L'enveloppe 8
3.1.1. Présentation générale des données à entrer 9
3.1.2. Les parois verticales (murs 1 et murs 2) 9
3.1.3. Les ouvertures 10
3.1.4. Ombrages 11
3.1.5. Les pares soleils 11
3.1.6. Les toitures 12
3.1.7. Les planchers 13
3.2. Création de nouvelles parois 13
3.2.1. Pour créer une paroi, un vitrage : 13
4. Les équipements ..... **Erreur ! Signet non défini.**
4.1. Les zones ..... **Erreur ! Signet non défini.**
5. Les résultats 14
5.1. Les RESULTATS PRINCIPAUX 14
5.2. Le label 14
5.3 Les détails 16
5.3.1. Les données ..... **Erreur ! Signet non défini.**
5.3.2. Détails de la version en cours 16
5.3.3. Première comparaison 16
5.4. Les comparaisons dans CLIP 17
LES CALCULS DANS CLIP 19
1ère partie : Rôle et caractéristiques de CLIP 23
1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié 23
2. Avantages de l'outil informatique simplifié 23
3. Eléments caractéristiques de CLIP 24
3.1. Documents de base 24
3.2. Caractéristiques de l'outil informatique simplifié CLIP 24
2ème partie : Description du logiciel 27
1. Partition de l'immeuble 27
1.1. Premier outil : CLIP 27
1.2. Outil complémentaire : ASSEMBLAGE 27
2. Les calculs dans CLIP 28
Besoins thermiques 28
Consommations 29
3. Les résultats 30
3.1. Pour l'administration 30

3.2. Pour les concepteurs 30
4. COMPARAISON des VARIANTES 30
3ème partie : Conduite des calculs dans CLIP 31
Conduction 31
Murs et toits : 31
Vitres : 33
Inertie : 34
Renouvellement d'air 34
Soleil : 34
Sur les parois : 34
Fichiers d'ensoleillement 34
Brise-soleil 35
Degrés-heure 38
Apports internes 40
Calcul des besoins 42
Calcul des consommations 43
Label 43

1ère partie : Rôle et caractéristiques de CLIP

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.
CLIP 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'et 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_2 produite annuellement par le fonctionnement de l'immeuble.

1. Buts du développement de l'outil informatique simplifié

La réalisation de l'outil (appelé CLIP) 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.

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 CLIP une précision égale à celle qu'on peut espérer de logiciels lourds comme TRNSYS ou DOE-2.

3. Eléments caractéristiques de CLIP

3.1. Documents de base

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

la météorologie des dix régions climatiques de la Tunisie,
les consommations énergétiques forfaitaires pour l'éclairage, l'eau chaude sanitaire, etc. de chaque type de bâtiment

- les besoins et consommations de référence, correspondants à la réglementation minimale 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 CLIP

L'outil CLIP doit définir où se situe la performance du bâtiment envisagé par rapport à la réglementation thermique et énergétique minimale en usage en Tunisie. 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.

Les performances du bâtiment complet, avec ses équipements, à travers les consommations (en énergie primaire) 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_2.

Les estimations des besoins et les consommations sont exprimées en kWh/m^2.an. La surface considérée est celle conditionnée.

Le label est présenté sous une forme analogue à celle utilisée pour les réfrigérateurs en Tunisie.

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_2, 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 hospitalier (hôpitaux, dispensaires, 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 dix régions climatiques recensées par l'ANME. L'outil informatique simplifié CLIP peut s'appliquer dans ces dix régions.

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

CLIP permet de décomposer le bâtiment en zones plus petites. Par exemple, on peut traiter en deux fois un bâtiment dont le rez-de-chaussée est composé de commerces et les étages d'appartements. Un outil complémentaire (fourni avec CLIP) permet d'assembler ces deux parties. Cette décomposition peut aussi être utilisée si on souhaite étudier un bâtiment partie par partie, pour avoir une vue plus fine des résultats.

CLIP 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.

CLIP 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 CLIP.

CLIP comprend une base de données météorologiques des différentes régions climatiques de la Tunisie (10 régions). En effet, l'outil permet, par la sélection de la région climatique, l'activation de la base de données correspondante.

CLIP 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.

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

CLIP permet la saisie de type de portes, de type de fenêtres et de pares 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.

CLIP permet de récapituler les différentes options envisagées par rapport au bâtiment de référence, grâce à un outil complémentaire (fourni avec CLIP).

L’outil permet à l’utilisateur de sauvegarder les calculs du projet à évaluer dans une base de données résultat. Il lui permet aussi l’identification du projet par son nom, son adresse, le nom de son promoteur, etc.

2ème partie : Description du logiciel

1. Partition de l'immeuble

Le logiciel se présente sous la forme de trois outils complémentaires. Dans la plupart des cas, les deux premiers outils suffisent.

1.1. Premier outil : CLIP

C'est l'outil qui permet de définir et calculer un immeuble ou une partie d'immeuble :
Situé dans une des 10 régions de Tunisie. Les caractéristiques des régions sont les degré heures hiver et été ainsi que les ensoleillements sur 8 parois verticales (nord, nord-est, est, etc.) et sur un plan horizontal, intégrés pour l'hiver et pour l'été. Ces caractéristiques sont incluses dans le logiciel.
Faisant partie d'une des six catégories suivantes : bureaux, hôtel, hôpital, école, commerce, habitation. Ces catégories ont chacune des scénarios d'éclairage, petit équipement, eau chaude sanitaire et présence d'occupants qui leurs sont propres. Ces valeurs sont incluses dans le logiciel .

1.2. Outil complémentaire : ASSEMBLAGE

Un immeuble complet peut être composé de plusieurs parties de vocations différentes (commerces au rez-de-chaussée et bureaux au dessus, par exemple). Dans ce cas, chaque partie est traitée avec CLIP et un autre outil (ASSEMBLAGE) permet de réunir l'immeuble complet.
L'outil d'assemblage permet d'assembler jusqu'à 6 parties
Ainsi, on peut :
Assembler deux parties distinctes d'un même bâtiment (dans l'exemple ci-dessous on a supposé qu'une partie du bâtiment d'un hôtel est destinée à servir de bureaux)
Assembler les différentes zones d'un immeuble, par exemple lorsqu'on veut différencier ce qui se passe au rez-de-chaussée, à l'étage courant ou au dernier étage.

L'outil "Assemblage" demande le nom des parties à assembler. Ce sont les noms sous lesquels les parties ont été étudiées avec CLIP. On lance le calcul : Assemblage va chercher les résultats de CLIP pour les parties choisies, affiche les résultats de chaque partie, pour chaque saison, en indiquant la valeur initiale et celle qu'on avait trouvée après avoir amélioré le projet grâce à CLIP. Assemblage fait une somme pondérée par les surfaces de ces valeurs et affiche les résultats de l'immeuble entier, ainsi que les labels obtenus.
Les seules manœuvres à faire sont donc d'entrer le nom des parties, de cliquer sur "calculer" et de choisir les fichiers à assembler.

Remarque : On peut utiliser l'outil "Assemblage" si on souhaite découper finement un même immeuble d'une même vocation. Par exemple, on peut souhaiter étudier séparément le rez-de-chaussée, les étages courants et le dernier étage d'un immeuble de bureau. Dans ce cas on

utilisera trois fois CLIP et une fois Assemblage : on aura la vision de ce qui se passe dans les trois entités qui nous intéressent et une vision globale de l'immeuble.

2. Les calculs dans CLIP

Dans la conception de CLIP, 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. CLIP 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.

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 <u>température intérieure fixe</u>. 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 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
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 pas compte des pertes linéiques par une valeur forfaitaire proportionnelle aux pertes surfaciques
On utilise les degré-heures. La méthode de calcul des degrés heures a été modifiée, elle est indiquée plus bas.

Les saisons sont fixées :

a. La saison d'hiver dure du 15 novembre au 31 mars. La température de référence est 20 °C

b. La saison d'été dure du 1er juin au 30 septembre. La température de référence est 26 °C

Les pertes par renouvellement d'air, basées sur le taux de renouvellement d'air. On utilise les degré-heures modifiés.

Le soleil à travers les fenêtres (le facteur solaire par type de vitrage est inclus dans le logiciel) ; sur les parois verticales et horizontales opaques, en utilisant trois possibilités de couleur : clair, gris et sombre. Sur les parois opaques, l'apport solaire tient compte de l'isolation et du coefficient d'échange superficiel.

Les apports annexes dus aux habitants, à l'éclairage, au petit équipement (prises de courant). Comme pour le soleil, ces apports sont des gains en hiver, des pertes en été. Ces apports annexes, dans le cas du secteur tertiaire, participent beaucoup au bilan final et leur estimation est très importante. Ainsi, pour les bureaux, on calcule les apports annexes sur les périodes d'occupation :

a- Journée normale de semaine : de 8 h à 18 h

b- Samedi : de 8 h à 13 h

c- Dimanche : rien

d- Séance unique (juillet et août) : de 8 h à 14 h.

L'inertie isolée. Pour avoir la partie utile des apports, on corrige les apports par un facteur qui les diminue pour tenir compte de l'inertie et des déperditions thermiques. Dans cette correction il y a un facteur qui dépend des masses intérieures à l'isolant.

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^2 conditionné et exprimée en kWh/m^2. 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.).
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 CLIP.

3.1. Pour l'administration

Le label. On compare les besoins annuels aux valeurs de la réglementation minimum et on leur attribue un label basé sur les études de l'ANME concernant les besoins d'un immeuble de ce type à Tunis.

3.2. Pour les concepteurs

Les résultats en kWh/m^2. On a les résultats des calculs pour chaque saison, pour les besoins et pour les consommations. On a également la production de CO_2.
Les comparaisons. On garde sur des fichiers qui sont stockés sur le disque dur, dans le dossier où se trouve CLIP, 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 "Assemblage" vu plus haut. 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. à 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. à la version précédente (on sait ainsi quelle amélioration ou dégradation a apporté la dernière modification du projet).

4. COMPARAISON des VARIANTES

Au cours de l'étude d'un projet avec CLIP, 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.
Lorsqu'une des variantes est le résultat d'un assemblage avec ASSEMBLAGE, les commentaires sont remplacés par les noms des parties qui ont été assemblées.

3ème partie : Conduite des calculs dans CLIP

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 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 règlementation.

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 sur).
La résistance superficielle vaut :
resSup_mur = 0.17 °C/J
resSup_hiv_toit=0,1 °C/J
resSup_ete_toit=0,22 °C/J

Ci-dessous les parois incluses dans les menus déroulants :

Double cloison de 35 non isolée : PDC-BC_MI0

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Lame d'air	0,04	1,2	
Brique 12 trous à plat 200	0,2	700	0,47
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,35		

Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MI2

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Polyst,Expan-M,20mm	0,02	20	0,04
Brique 12 trous à plat 200	0,2	700	0,47
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,33		

Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MI4

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Polyst,Expan-M,40mm	0,04	20	0,04
Brique 12 trous à plat 200	0,2	700	0,47
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,35		

Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MPol4

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
BétonCell-Polyt_4cm	0,04	410	0,1
Brique 12 trous à plat 200	0,2	700	0,47
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,35		

Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MI2MPE

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Polyst,Expan-M,20mm	0,02	20	0,04
Pierres de taille mi-dures	0,2	2200	1,7
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,33		

Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MI4MPE

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Polyst,Expan-M,40mm	0,04	20	0,04
Pierres de taille mi-dures	0,2	2200	1,7
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,35		

Mur 8': Double cloison de 35 isolée : PDC-BC_MI6

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Brique platrière sur champs 65	0,065	700	0,47
Polyst,Expan-M,60mm	0,06	20	0,04
Brique 12 trous à plat 200	0,2	700	0,47
Enduit extérieur (ciment) 25	0,025	2100	1,4
	0,37		

Plancher terrasse non isolé : Toit_H165-T0

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Corps creux terre cuite 160	0,16	817	0,94
Béton Armé 50	0,05	2400	1,75
Béton 100	0,1	2300	1,4
Mortier de pose (ciment) 30	0,03	2100	1,4
Etanchéité	0,005	2100	0,7
	0,365		

Plancher terrasse isolé : Toit_H165-TI4

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]

Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Corps creux terre cuite 160	0,16	817	0,94
Béton Armé 50	0,05	2400	1,75
Polyst, Expan-T, 40 mm	0,04	30	0,04
Béton 100	0,1	2300	1,4
Mortier de pose (ciment) 30	0,03	2100	1,4
Etanchéité	0,005	2100	0,7
	0,405		

Plancher terrasse isolé : Toit_H165-TI6

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Corps creux terre cuite 160	0,16	817	0,94
Béton Armé 50	0,05	2400	1,75
Polyst, Expan-T, 60 mm	0,06	30	0,04
Béton 100	0,1	2300	1,4
Mortier de pose (ciment) 30	0,03	2100	1,4
Etanchéité	0,005	2100	0,7
	0,425		

Plancher terrasse isolé : Toit_H165-Poly10

	ei [m]	ri [Kg/m3]	Conductivité Thermique [W / m.°C]
Enduit intérieur 20 (Batard)	0,02	1900	1,15
Corps creux terre cuite 160	0,16	817	0,94
Béton Armé 50	0,05	2400	1,75
BétonCell-polyt-10 cm	0,1	410	0,1
Mortier de pose (ciment) 30	0,03	2100	1,4
Etanchéité	0,005	2100	0,7
	0,365		

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.
Ci-dessous les caractéristiques des vitres incluses dans les menus déroulants :

			Propriétés du Vitrage		
			SHGC	SC	Tvis
Single Clear -6mm	6,172	Simple Vitrage clair, ép.=6 mm	0,815	0,95	0,881
Single Bronze -6mm	6,172	Simple Vitrage Bronze, ép.=6 mm	0,61	0,71	0,534
Single Clear Low-e2 -6mm	4,270	Simple Vitrage faible émissivité, ép.=6 mm	0,719	0,84	0,81
Single Clear Pyr -6mm	6,121	Simple Vitrage Réfléchissant, ép.=6 mm	0,499	0,58	0,334
Double Clear IG - 6/6/6mm	3,163	Double Vitrage Isolant, ép.= 6 / 6 / 6 mm	0,695	0,81	0,781
Double Bronze IG - 6/6/6mm	3,160	Double Vitrage Isolant Bronze, ép.= 6 / 6 / 6 mm	0,492	0,57	0,473
Double Low-e (e2=.04 Clear IG 6/12/6mm)	1,658	Double Vitrage isolant à faible émissivité, ép. = 6 / 12 / 6 mm	0,417	0,48	0,682

Inertie :

L'inertie ne peut pas être prise en compte d'une manière satisfaisante dans un logiciel non dynamique. On peut seulement essayer de reproduire son effet par des coefficients correcteurs
L'inertie des parois est donnée par : Inertie[i]=masse[i]*surface[i]
Où masse[i] est la masse par m^2 de paroi.
On a une formule identique pour l'inertie interne à l'isolation, qui donne : Inertie_Is[i].
Cette inertie entre dans le coefficient : ratio=Soleil/(coef_inertie*(besoin_DH-GainsGratuit))
où coef_inertie=Inertie_totale/Inertie_Istotale
Inertie_totale/Inertie_Istotale le rapport de l'inertie interne à l'isolant à l'inertie totale
besoin_DH est la somme des pertes par conduction et renouvellement d'air et GainsGratuit la somme des apports internes.

Renouvellement d'air

Le renouvellement d'air de la zone [j] correspond à une perte thermique de :
Renouv_air[j]=taux_ren[j]*3,6*surf_eq[j]*0,34*DH/1000
Où taux_ren[j] est le taux de renouvellement, surf_eq[j] la surface de la zone considérée.
DH représente les degré-heures.
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 :
Sol[i]=psol[i]*surface[i]*U[i]*alph[i]*resSup
Où psol[i] est l'éclairement solaire et alph[i] l'absorbtivité, définie par la couleur du mur.

Sur les vitres :

Sol_v[i]=psol[i]*coef_v[i] où coef_v[i] est donné pour chaque type de vitre choisi sur le menu déroulant. Les coefficients solaires les « shading coefficients » de l'ASHRAE.

Fichiers d'ensoleillement

On a extrait des fichiers météo de l'ANME les ensoleillements sur une surface horizontale et sur 8 façades (Nord, Nord-est, Est, etc.), intégrés sur les saisons, pour chaque région. Si on fait tourner l'immeuble d'un certain angle, les valeurs des ensoleillements sont interpolés entre les valeurs qui l'encadrent.
Les fichiers fournis par l'ANME donnent :
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).
Mais les apports solaires ne sont importants que tant que la température extérieure est inférieure à 20 °C en hiver (au-delà le soleil provoque une surchauffe et ne participe plus au chauffage de la maison) ou supérieure à 26 °C en été (en deçà, le soleil ne provoque pas de surchauffe et on n'a pas besoin de climatiser).

Pour les mêmes raisons, les apports internes ne participent au calcul des besoins que durant les mêmes périodes. On a donc calculé la fraction du temps pendant laquelle ces apports internes doivent être pris en compte.

Ci-dessous un exemple de données d'ensoleillement (et de degré-heures qu'on définira plus bas) produit pour ce travail. Les valeurs données sur ces tableaux sont incluses dans le logiciel.

Calculer | Tunis | Avec correction solaire

HIVER				ETE			
REFERENCE :	20 [°C]			REFERENCE :	26 [°C]		
Jour de début	15	novembre	319 ème jour	Jour de début	1	juin	152 ème jour
Jour de fin	31	mars	90 ème jour	Jour de fin	30	septembre	273 ème jour
Degré-heures	25772			Degré-heures	6732		
Proportion gains gratuits	0,9483			Proportion gains gratuits	0,5099		
Nord	62 [kWh/m2]			Nord	118 [kWh/m2]		
Nord-est	67 [kWh/m2]			Nord-est	165 [kWh/m2]		
Est	130 [kWh/m2]			Est	250 [kWh/m2]		
Sud-est	244 [kWh/m2]			Sud-est	279 [kWh/m2]		
Sud	319 [kWh/m2]			Sud	259 [kWh/m2]		
Sud-ouest	250 [kWh/m2]			Sud-ouest	287 [kWh/m2]		
Ouest	134 [kWh/m2]			Ouest	271 [kWh/m2]		
Nord-ouest	67 [kWh/m2]			Nord-ouest	188 [kWh/m2]		
Nord	62 [kWh/m2]			Nord	118 [kWh/m2]		
Horizontal	314 [kWh/m2]			Horizontal	724 [kWh/m2]		

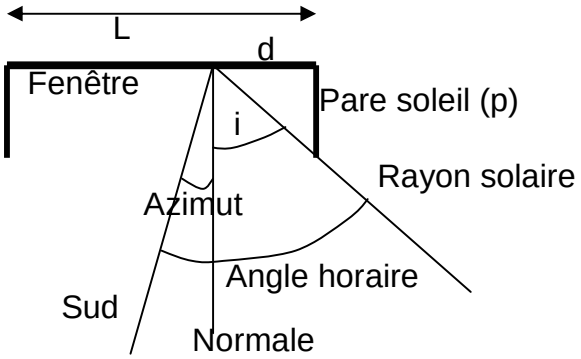
Brise-soleil

Nous avons dû refaire tous les calculs de brise soleil pour avoir leurs effets moyennés sur la journée. Il a fallu donc faire tous les calculs de brise soleil, à partir de formules géométriques et cosmographiques.

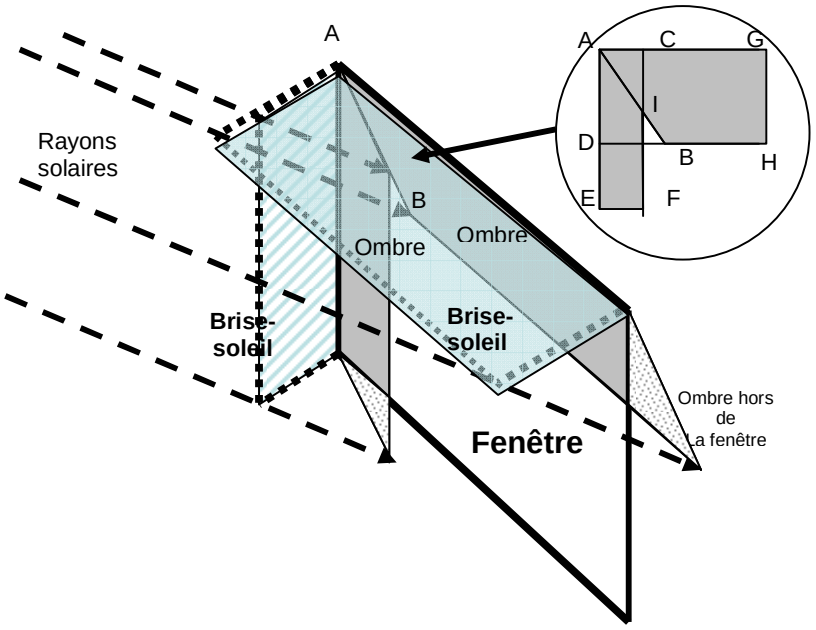
Solaire direct :

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 * 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' * tg (h)
Les surfaces ombragées sont :
Pare soleil latéral : d * H
Pare soleil supérieur (casquette) : d' * L



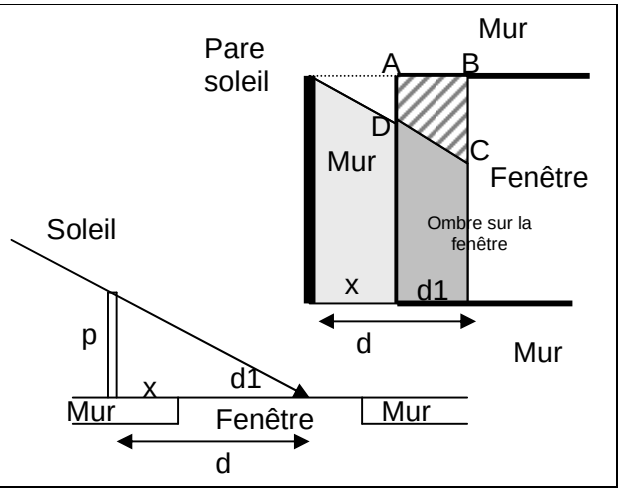
Les surfaces d'ombre calculées ci-dessus sont les aires ACFE et ADHG.
Cette méthode donne une erreur systématique lorsque le soleil est haut (pour les côtés) ou l'angle i grand (pour la casquette) : le pare soleil latéral laisse au soleil le triangle ACI et le pare soleil casquette laisse au soleil le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



Pare soleil latéral :
Aire ACFE : p * tg(j) * H
Aire ACI : ½ * p * tg(j) * p * tg(h) =½ p^2 * tg(j) * tg(h)

Aire ombragée : p * tg(j) * (H – ½ p * tg(h))
Pare soleil supérieur :
Aire ombragée : p' * tg(h) * (L – ½ p' * 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.
Aire ombragée : p' * tg(h) * (L – 1/4 p' * tg(j)– 1/4 p' * 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*tg(j)-x)*H – aire (ABCD)
avec :
aire (ABCD)=½ p^2 * tg(j) * tg(h)(1-x/(p.tg(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.

Les valeurs de tangente(j) et tangente(h) varient à toute heure de l'année. Pour avoir une valeur moyenne de ces tangentes sur une période donnée (exemple : la saison d'hiver ou d'été), on calcule ces tangentes pour toutes les heures de cette période où le soleil frappe la fenêtre et on en fait la moyenne. Utilisées avec les ensoleillements intégrés sur la saison pour l'orientation et la surface corrigée de l'ombrage de la fenêtre, cela permet d'avoir l'apport du soleil direct par la fenêtre.

Calcul de tangente(j) :
Oméga= angle horaire (dépend de l'heure) ; delta= déclinaison (dépend de la saison) ; phi= latitude ; $heure_{sol}$=heure solaire ; alpha=azimut de la paroi. (les angles sont repérés par rapport au sud : sud=0° ; est=-90° ; ouest=+90°)

$$heure_{sol} := heure - 12$$

$$\omega := heure_{sol} \cdot 15$$

$$\delta := 23{,}45 \cdot \sin\left[360 \cdot \left(\frac{286 + jour_{an}}{365}\right)\right]$$

tg(j) = tg(alpha-oméga)

Calcul de tangente(h) :
Calcul de la hauteur h du soleil sur un plan horizontal

$$h := \arcsin(\cos(\phi) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(\omega) + \sin(\phi) \cdot \sin(\delta))$$

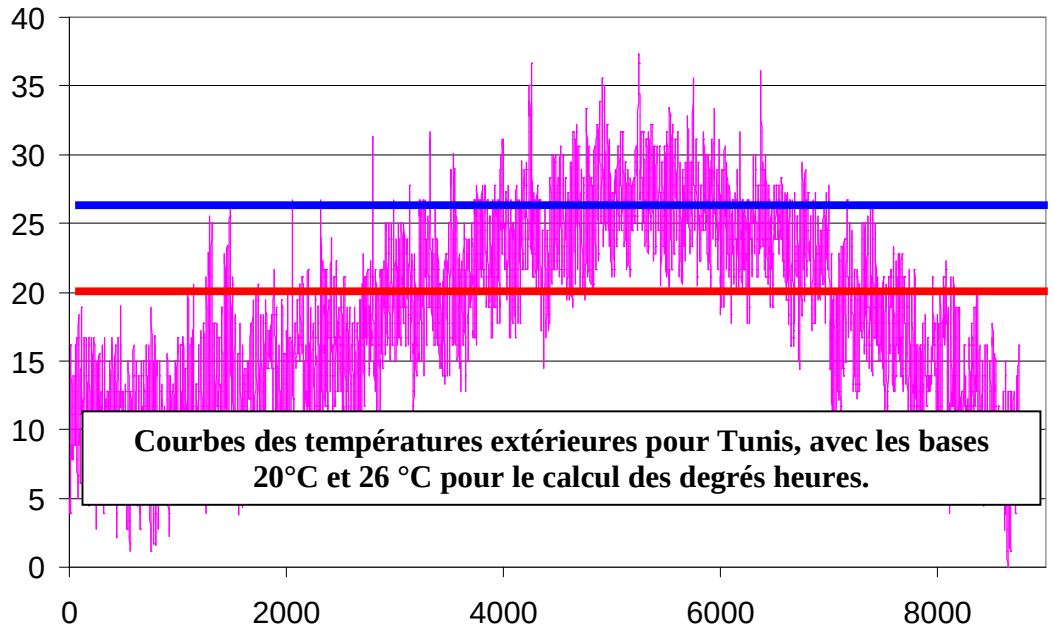
	HIVER			ETE		
orientation	droite	gauche	haut	droite	gauche	haut
Nord -180°	0	0	0	0,483	0,483	0,0083
-135°	0,9437	0	0,054	0,8031	0	0,2114
Est -90°	0,7153	0	0,2223	0,5104	0,0185	0,4472
-45°	0,4449	0,0627	0,3227	0,2374	0,2374	0,4625
Sud 0°	0,2772	0,2772	0,3271	0,2444	0,2444	0,4243
45°	0,0627	0,4449	0,3227	0,2374	0,2374	0,4625
Ouest 90°	0	0,7153	0,2223	0,0185	0,5104	0,4472
135°	0	0,9437	0,054	0	0,8031	0,2114
Nord 180°	0	0	0	0,483	0,483	0,0083

Tableau des tg(j) (colonnes "droite" et "gauche") et tg(h) (colonne "haut") pour Tunis.

Exemple : fenêtre sud-est de 3 m de large, 2 m de haut, 2 pares soleil de 0.8 m et une casquette de 1 m. En hiver :
Surface ombragée=1*0.4449(2-1/2*1*0.3227)+1*0.0627(2-1/2*1*0.3227)+0.8*0.3227(3-1/4*0.8*0.4449-1/4*0.8*0.0627) = 1.63 m^2
Cette fenêtre de 6 m^2 reçoit donc le soleil sur une surface de 4.37 m^2.
ou 27 % de la vitre est ombragée en moyenne pour l'hiver.

Degrés-heure

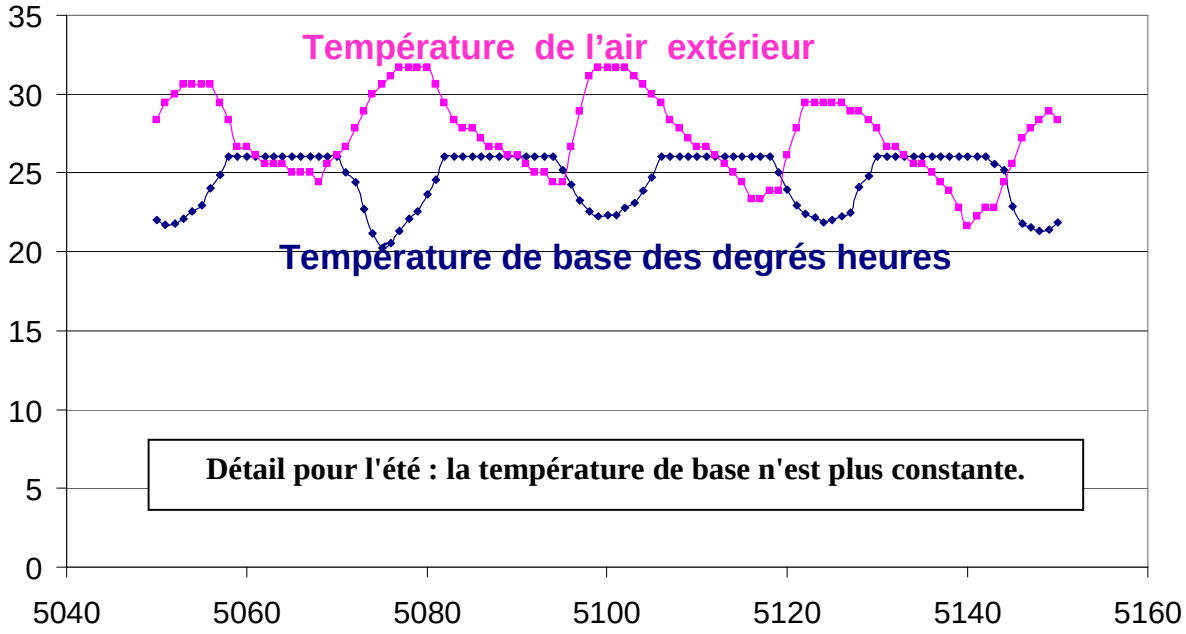
La méthode habituelle consiste à examiner le fichier météorologique heure par heure et à cumuler sur la saison le nombre de degrés qui séparent la température extérieure et la température de base (20 °C en hiver, 26 °C en été). Pour l'été on ne considère que les températures extérieures supérieures à 26 °C, et pour l'hiver inférieures à 20 °C. (Voir figures ci dessous).

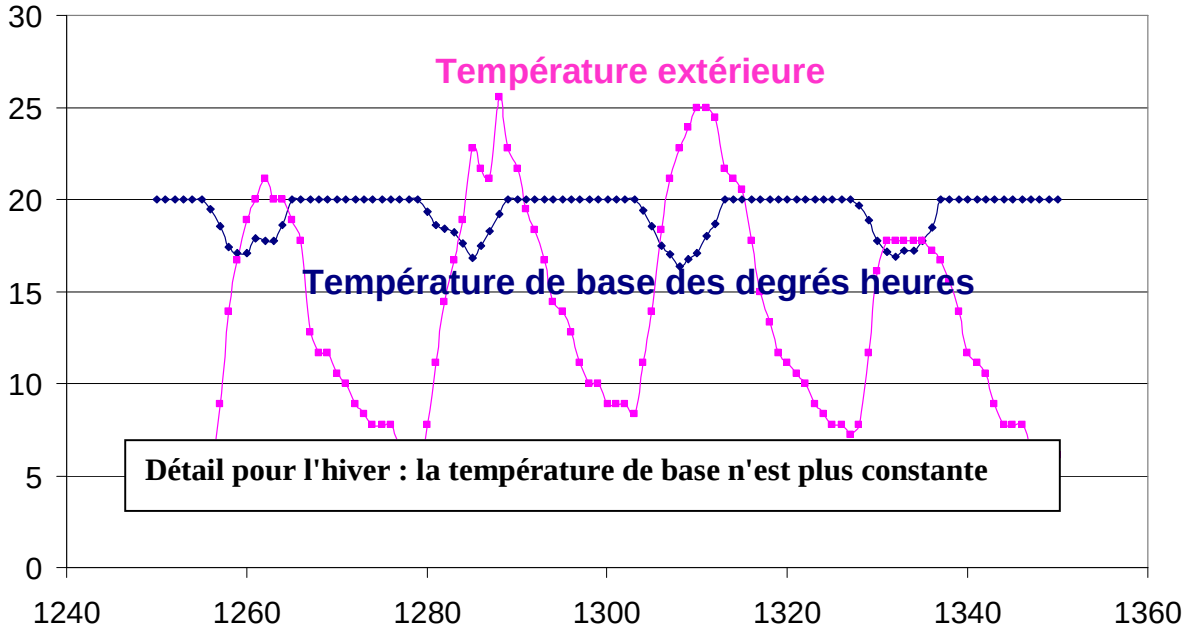


Courbes des températures extérieures pour Tunis, avec les bases 20°C et 26 °C pour le calcul des degrés heures.

Cette méthode n'est pas satisfaisante dans un pays où le soleil est très présent. En effet, en hiver, la présence de soleil diminue la température extérieure en dessous de laquelle il faut chauffer. L'ASHRAE indique une valeur de 18.5 °C comme température moyenne en dessous de laquelle il faut chauffer, compte tenu d'un fort ensoleillement. Cette valeur a été confirmée par nos calculs.

La température de déclenchement du chauffage est donc comprise entre 20 °C, en cas d'absence de soleil, et environ 18.5 °C en cas d'ensoleillement maximum. On a donc calculé les degrés heures sur une base fluctuante entre ces deux valeurs, suivant l'ensoleillement, heure par heure. L'écart entre la température de base et 20 °C est calculé linéairement en fonction de l'ensoleillement.
Il est évident que cet écart dépend de la proportion de vitrage, ce qui ne peut pas être pris en compte dans le traitement du fichier météorologique. La fonction donnant cet écart a été établie pour un bâtiment moyennement vitré (25% de vitrage). Pour tenir compte du taux réel de vitrage, c'est dans CLIP que la correction est faite, pour tenir compte de la différence entre le taux réel de vitrage et les 25 % de vitrage qui ont servi à l'élaboration des degré heure modifiés.
Pour l'été, le mécanisme est identique : on peut avoir à climatiser pour une température extérieure inférieure à 26 °C suivant l'ensoleillement. En été, la base des degrés heures est comprise entre 26 et 22 °C environs.





Apports internes

Les apports internes sont calculés en tenant compte de scénarios (de présence humaine, d'éclairage, d'utilisation des prises de courant, de soutirage d'eau chaude sanitaire) propres à chaque type de building. Ils comprennent :
l'éclairage

les prises de courant
les ventilateurs
la présence des occupants

Ci-dessous les données incluses dans le logiciel. Elles sont en kWh/m^2, intégrées sur l'année ou la saison.
Nomenclature :
Pour l'année entière :prises = petit équipement ; ECS = eau chaude sanitaire ; ecl = éclairage ; usag = occupants ; ventilateurs = ventilateurs situés dans la zone.
Pour l'hiver : même notation suivie de _ch
Pour l'été : même notation suivie de _cl

En ce qui concerne les bureaux, on part des données fournies par l'enquête menée pour l'ANME et dont les résultats sont présentés ci-dessous. On a regroupé les heures de la journée en blocs de 2 ou 3 heures (sauf la nuit) pour pouvoir utiliser ce tableau si on utilise la Bin Méthode. Les chiffres sont les pourcentages de présence ou de puissance installée.

Eclairage							
Semaine	Dates	1/1 à 31/5	1/6 à 30/6	1/7 à 31/7	1/8 à 31/8	1/9 à 15/9	16/9 à 30/9
		30/9 à 31/12					
1	20 h à 6 h	0	0	0	0	0	0
2	6 h à 9 h	57	37	20	13	10	37
3	9 h à12 h	50	63	33	22	22	63
4	12 h à 14 h	60	45	28	18	8	45
5	14 h à 17 h	70	50	3	2	22	80
6	17 h à 20 h	9	17	0	0	3	0
Samedi	Dates	1/1 à 31/5	1/6 à 30/6	1/7 à 31/7	1/8 à 31/8	1/9 à 15/9	16/9 à 30/9
		30/9 à 31/12					
1	20 h à 6 h	0	0	0	0	0	0
2	6 h à 9 h	10	7	2	2	7	7
3	9 h à12 h	10	10	3	3	10	10
4	12 h à 14 h	0	5	2	2	5	5
5	14 h à 17 h	0	0	0	0	0	0
6	17 h à 20 h	0	0	0	0	0	0

Petit équipement et présence des occupants							
Semaine	Dates	1/1 à 31/5	1/6 à 30/6	1/7 à 31/7	1/8 à 31/8	1/9 à 15/9	16/9 à 30/9
		30/9 à 31/12					
1	20 h à 6 h	0	0	0	0	0	0
2	6 h à 9 h	70	42	53	43	37	42
3	9 h à12 h	67	95	87	70	85	95
4	12 h à 14 h	78	35	71	57	31	35
5	14 h à 17 h	73	95	7	6	85	95
6	17 h à 20 h	3	13	0	0	12	13
Samedi	Dates	1/1 à 31/5	1/6 à 30/6	1/7 à 31/7	1/8 à 31/8	1/9 à 15/9	16/9 à 30/9

		30/9 à 31/12					
1	20 h à 6 h	0	0	0	0	0	0
2	6 h à 9 h	10	7	7	7	7	7
3	9 h à12 h	10	10	10	10	10	10
4	12 h à 14 h	0	5	5	5	5	5
5	14 h à 17 h	0	0	0	0	0	0
6	17 h à 20 h	0	0	0	0	0	0

Pour les autre types d'immeubles, on est parti des données du manuel de DOE-2, en attendant d'avoir les valeurs tunisiennes propres.

'bureau' : prises=23,56 ; ECS=8,5 ; ecl=26,06 ; usag=9,422 ; ventilateurs=31,29 ; prises_ch=9,421; ECS_ch=3,24 ; ecl_ch=11,71 ; usag_ch=3,768 ; ventilateurs_ch=7,82 ; prises_cl=6,862 ; ECS_cl=2,83 ; ecl_cl=5,367 ; usag_cl=2,745 ; ventilateurs_cl=10,43

'hôpital' : prises=20 ; ECS=50; ecl=50 ; usag=26 ; ventilateurs=30 ; prises_ch=6 ; ECS_ch=5,30 ; ecl_ch=16 ; usag_ch=10 ; ventilateurs_ch=10,9 ; prises_cl=8 ; ECS_cl=7,07 ; ecl_cl=25 ; usag_cl=11 ; ventilateurs_cl=14,6

'hôtel' : prises=8,5 ; ECS=78,8 ; ecl=45,4 ; usag=26,4 ; ventilateurs=43,8 ; prises_ch=2,13 ; ECS_ch=19,7 ; ecl_ch=11,36 ; usag_ch=6,6 ; ventilateurs_ch=10,9 ; prises_cl=2,84 ; ECS_cl=26,28 ; ecl_cl=15,15 ; usag_cl=8,8 ; ventilateurs_cl=14,6

'école' : prises=14,5 ; ECS=14 ; ecl=66,3 ; usag=33,05 ; ventilateurs=31,29 ; prises_ch=3,63 ; ECS_ch=3,5 ; ecl_ch=16,57 ; usag_ch=8,26 ; ventilateurs_ch=7,82 ; prises_cl=4,84 ; ECS_cl=4,66 ; ecl_cl=22,09 ; usag_cl=11,02 ; ventilateurs_cl=10,43

'commerce' : prises=8,7 ; ECS=2,7 ; ecl=104,7 ; usag=9,08 ; ventilateurs=37,54 ; prises_ch=2,18 ; ECS_ch=0,68 ; ecl_ch=26,16 ; usag_ch=2,27 ; ventilateurs_ch=9,39 ; prises_cl=2,91 ; ECS_cl=0,91 ; ecl_cl=34,88 ; usag_cl=3,03 ; ventilateurs_cl=12,51

'habitation' : prises=19,3 ; ECS=25,2 ; ecl=18,4 ; usag=29,8 ; ventilateurs=43,8 ; prises_ch=4,84 ; ECS_ch=6,43 ; ecl_ch=4,6 ; usag_ch=7,45; ventilateurs_ch=10,95 ; prises_cl=6,45 ; ECS_cl=8,58 ; ecl_cl=6,13 ; usag_cl=9,93 ; ventilateurs_cl=14,6

Calcul des besoins

Le calcul des besoins est fait en tenant compte des pertes dues aux degré-heures et des apports bruts, comprenant les apports internes et l'énergie solaire, corrigés par le facteur d'inertie.
Pour le calcul des besoins thermiques, ces apports internes sont corrigés par la présence éventuelle d'économiseurs et par un facteur représentant l'énergie d'origine interne ou solaire utile en hiver (on néglige donc les apports annexes dès que la température de l'air extérieur est supérieure à la température de consigne d'hiver) ou pénalisante en été (température extérieure supérieure à la consigne d'été)

Pour l'année entière, on somme les besoins d'hiver et d'été.

Calcul des consommations

Le calcul des consommations est fait en ajoutant :
La couverture des besoins, en tenant compte des rendements de chaudière et des COP des climatiseurs.
Les consommations annexes (totales, puisqu'il faut payer l'énergie de l'éclairage, etc., quelle que soit la température extérieure).

a. Éclairage
b. Prises de courant
c. Ventilateurs
d. Eau chaude sanitaire

Pour l'année entière, on somme les besoins d'hiver, de demi saison et d'été
Les consommations sont exprimées en énergie primaire.

Label

Le label est obtenu en comparant les résultats annuels des calculs à des valeurs de référence fournies par l'ANME, sur des immeubles répondant juste à la réglementation minimale. On utilise la grille par l'ANME pour associer un label à un pourcentage de cette référence