

CoDyBA

Manuel Utilisateur

Jean NOËL

Jean-Jacques ROUX



Jean NOËL (JNLOG)
Free-Lance Engineer
15 place Carnot
69002 Lyon
France
Site : <http://www.jnlog.com/>
Mel : contact@jnlog.com



CETHIL
INSA de Lyon - Bât. Freyssinet
40 avenue des Arts
69100 Villeurbanne
France

Juillet 2007

Tables des matières

I - PRESENTATION GENERALE	3
I - 1 - INTRODUCTION	3
I - 2 - PRISE EN MAIN DE CODYBA	3
I - 3 - DEFINITION D'UNE ENTITE	4
I - 4 - DESCRIPTION DES MENUS STANDARDS, AVEC LEURS RACCOURCIS	4
II - UNE ETUDE	5
II - 1 - DEFINITION D'UNE ETUDE	5
II - 2 - LE BATIMENT	6
II - 3 - LE SITE	7
III - LES OBJETS DE CODYBA	9
III - 1 - DEFINITION D'UN OBJET	9
III - 2 - LES TABLES D'UN BATIMENT	9
III - 3 - LES MATERIAUX D'UN BATIMENT	13
III - 4 - LES COMPOSANTS D'UN BATIMENT	15
IV - CALCUL	26
IV - 1 - HEURE D'ETE ET HEURE D'HIVER	26
IV - 2 - SELECTION DES VARIABLES DE SORTIES	26
IV - 3 - LANCEMENT D'UNE SIMULATION	26
IV - 4 - LES RESULTATS DE CALCUL	27
V - GLOSSAIRE	28
VI - CAS D'EXEMPLE	38
VI - 1 - DESCRIPTION DU CAS	38
VI - 2 - DONNEES DU CAS : MATERIAUX ET PAROIS	38
VI - 3 - DONNEES DU CAS : CHARGES INTERNES ET APPAREILS DE REGULATION	39
VI - 4 - DONNEES DU CAS : METEO	40
VI - 5 - DONNEES DU CAS	41
VI - 6 - PRESENTATION DES RESULTATS	44

Références

- [ASH93] ASHRAE HANDBOOK 1993, Fundamentals, SI Edition
- [JNL1] "Development of numerical shading devices models for the use in building thermal simulation"
Jean NOËL, JNLOG - Report n° 0402 - July 2004, http://www.jnlog.com/pdf/blinds_report.pdf
- [JJR] "Proposition de modèles simplifiés pour l'étude du comportement thermique des bâtiments"
J.-J. ROUX, Thèse de Docteur-Ingénieur, INSA Lyon, avril 84
- [CIS99] "CoDyBa - V6.0 : nouvelle version du code de calcul du COmportement DYnamique des BATiments"
J. BRAU, A. DUTA, J. NOËL, J.J. ROUX, CISBAT'99, Lausanne (Suisse), 22-23 septembre 99, pp 429-432
- [IBP1] "CoDyBa, a new design tool for buildings performance simulation"
J. NOEL, J.-J. ROUX, and P. S. SCHNEIDER
Seventh International IBPSA Conference, Rio de Janeiro, Brazil, August 13-15, 2001
- [IBP2] "Présentation et perspectives du logiciel CoDyBa"
J. NOEL, J.-J. ROUX et J. VIRGONE, Journée thématique SFT-IBPSA, mars 2005
- [CLI1] "Développements d'outils d'études dynamiques en thermique du bâtiment"
J. VIRGONE, J.-J. ROUX, Y. GAO, J. NOEL, Climamed 2004, Lisbonne, 16-17 avril 2004
- [CLI2] "Modélisation des stores vénitiens : influence de leur gestion d'ouverture sur les bilans thermiques d'été".
J.-J. ROUX, N. SAFER, M. WOLOSZYN, J. NOEL, Climamed 2005, Madrid, 24-25 février 2005
- [JITH5] "Etude dynamique d'une cavité contrôlée soumise à diverses sollicitations thermiques - Expérimentation et modélisation"
F. KUZNIK, J. VIRGONE et J. NOEL, JITH 2005

I - Présentation générale

CoDyBa est un outil de prévision du comportement thermique d'un bâtiment. Il permet d'établir un bilan énergétique et d'analyser l'influence de nombreux paramètres (comme la régulation, les vitrages, les protections solaires, l'inertie ou l'orientation d'un bâtiment, etc.).

Les données de base sont la géométrie (parois, fenêtres, volumes, etc.). Les paramètres principaux sont les conditions climatiques, les charges internes et les caractéristiques des appareils de régulation.

En sortie figurent les évolutions temporelles des températures d'air, des puissances fournies et cédées, ainsi que le cumul des puissances sensibles et latentes. Le confort thermique peut également être évalué.

I - 1 - Introduction

Fichier de configuration : les résultats de calcul sont présentés sous forme de chiffres décimaux dont le séparateur peut être la virgule (défaut) ou le point. Les tracés seront incorrects si le séparateur utilisé par votre ordinateur n'est pas celui de CoDyBa. Pour le modifier, éditer et modifier le fichier "config.txt" (situé au même niveau que l'exécutable de l'application), avec le bloc-note de Microsoft par exemple.

Les différentes fonctionnalités de CoDyBa :

- NZ** : mono-zone (**1Z**) ou multi-zones (**NZ**).
- EN** : gestion des énergies (rendements énergétiques et tarifs, EN1 à EN5).
- CM** : confort thermique (évaluation du confort thermique d'un bâtiment multi-zones).
- SD** : protections solaires sur les vitrages (**SD1**, ou **SD2** avec toutes les sorties).
- AF** : aéraulique (**AF1**, débits imposés ou **AF2**, débits fonction de la différence de pression).
- AS** : lame d'air comme couche d'une paroi.
- LE** : revêtement à faible émissivité sur les verres.

Les différentes versions de CoDyBa :

- Upgrade (UPG)** : passage de la version 6.4 à la version 6.5.
- Standard (STD)** : version de base pour la version 6.5 (Upgrade + SD1 + CM).
- Max (MAX)** : version comprenant le maximum de fonctionnalités.

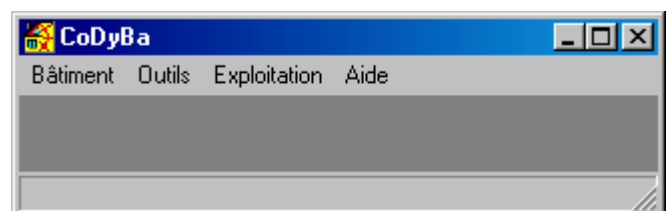
I - 2 - Prise en main de CoDyBa

Si vous débutez avec CoDyBa voici la liste des fonctionnalités à maîtriser :

- Qu'est-ce qu'une entité pour CoDyBa et comment la sélectionner avec la souris (chap. I-3) ?
- Appel de l'aide en ligne (chap. I-4).
- Qu'est-ce qu'une étude au sens de CoDyBa (chap. II-1) et qu'est-ce qu'un bâtiment (II-2-1) ?
- Ajout d'une entité par création (matériau ou composant, chap. III-3, note 2).
- Ajout d'un matériau (matériau de construction, verre, revêtement, etc., chap. III-3-1, note 5).
- Ajout d'une surface de séparation (paroi/fenêtre, chap. III-4-2-2-1), entre volumes (chap. III-4-2-2-4).
- Ajout et édition d'un profil (chap. III-2-2)
- Qu'est-ce qu'un régulateur (chauffage, climatisation, etc. chap. III-4-2-3).
- Qu'est-ce qu'une charge interne (équipement, éclairage ou personnel, chap. III-4-2-4).
- Sélection d'une météo (chap. II-3-3, note 5).
- Lancement d'un calcul (chap. IV-3).
- Faire afficher une courbe (chap. III-2-3).

Un double-click sur l'icône ou sur l'exécutable de CoDyBa fait s'afficher l'écran de l'application.

Cet écran permet d'accéder aux données d'un **bâtiment** (données d'une étude), aux outils (**météo** et **ombres lointaines**), au **traceur** de courbes.



I - 3 - Définition d'une entité

Définition une **entité** (ou objet) est un bloc de données ayant une existence propre et identifiable.

Notes Les entités uniques sont le **Bâtiment**, la **Bibliothèque de matériaux**, l'**Etude**, la **Météo**, les **Ombres lointaines**, le **Site** et la bibliothèque de **Tables**. Les entités génériques sont les **Composants** et les **Matériaux**.

Icône : rend accessible les données d'une entité.

Nom : il particularise chaque entité, même si deux entités distinctes peuvent porter le même.
























Utilisation de la souris dans la manipulation des entités :

1. "Simple-Click" sur bouton gauche : sélection d'une entité par le biais de son icône.
2. "Simple-Click" sur bouton droit : appel du menu contextuel lié à l'entité.
3. "Double-Click" sur bouton gauche : entrée dans l'entité sélectionnée.
4. "Double-Click" sur bouton droit : édition des données.

Par exemple, si un objet "volume" est sélectionné, le bouton gauche permet de rentrer dans le volume et d'atteindre les objets qu'il contient (parois intérieures, régulateurs, etc.), tandis que le bouton droit permet d'éditer les données associées (nom, volume, etc.).

Le "**glisser/déposer**" ("drag and drop") est utilisée pour **ajouter** une entité par extraction d'une autre étude, inclure une entité dans une autre ou **faire afficher une courbe** (chap. II-4-4)

I - 4 - Description des menus standards, avec leurs raccourcis

Menu	Opération	Bouton	Bouton	Touche	Raccourci
Fichier	Nouveau		--	--	--
	Ouvrir		--	--	--
	Enregistrer		--	--	--
	Enregistrer sous	--	--	--	--
	Fermer		--	--	--
Affichage	Grandes icônes		--	--	--
	Petites icônes		--	--	--
	Liste		--	--	--
	Détails		--	--	--
	Tableau <-> Courbes		--	--	--
Edition	Ajouter		--	Insertion	--
	Editer	--	--	--	--
	Copier	--	--	--	CTRL-C
	Supprimer		--	--	CTRL-X
	Dupliquer		--	--	CTRL-V
	Afficher info		--	--	--
	Déplacer vers le bas		--	--	--
	Déplacer vers le haut		--	--	--
Exportation	Imprimer		--	--	--
	Copier dans le presse-papier		--	--	--
Période	Période d'un jour		--	--	--
	Période d'une semaine		--	--	--
	Période d'une année		--	--	--
Ecran de saisie	Quitter en Enregistrant		Valider	--	--
	Quitter sans Enregistrer		Annuler	--	--
Aide générale et contextuelle ⁽¹⁾	Aide générale		Aide	F1	--

⁽¹⁾ L'**aide générale** affiche comme point d'entrée le sommaire ou l'index, tandis que l'**aide contextuelle** affiche directement la page liée à la donnée de la boîte de saisie où la touche F1 a été actionnée.

Un **menu contextuel** permet des actions spécifiques sur une entité. Il s'affiche par click-droit après sélection (ex : affichage de la liste des matériaux sur une couche).

Les **couleurs** utilisées dans les boîtes de saisie sont :

Gris : valeur non modifiable par l'utilisateur.

Jaune : valeur déterminée à partir d'autres valeurs de l'écran de saisie ou modifiable indirectement.

Blanc : valeur modifiable par l'utilisateur.

II - Une étude

II - 1 - Définition d'une étude



Une **étude** regroupe l'ensemble des données d'un cas de calcul : données de description d'un bâtiment, données numériques liées aux calculs et données d'accès aux résultats.

Propriétés

Bâtiment

Bibliothèque de matériaux du bâtiment

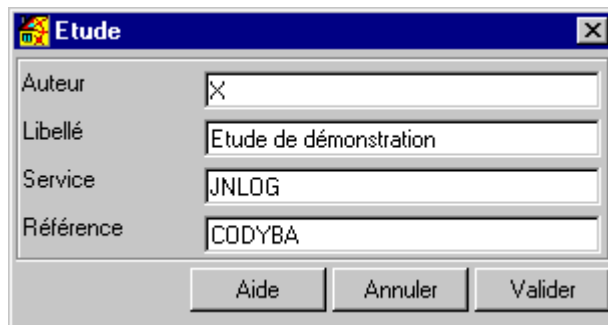
Site

Tables

Notes

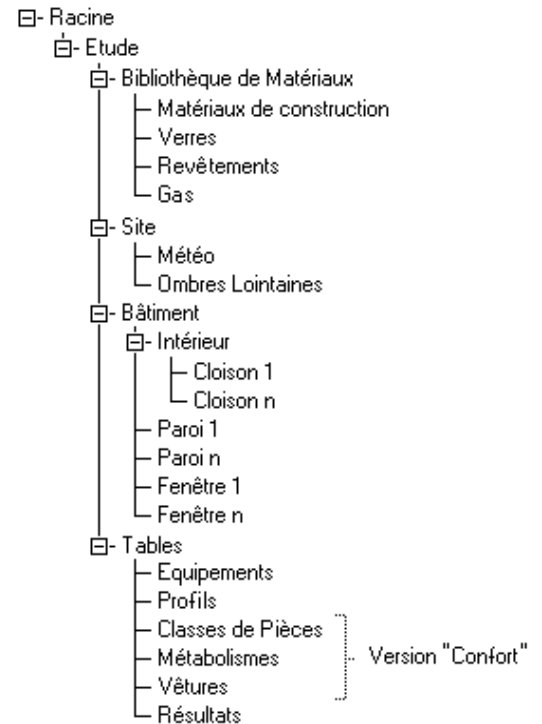
Les **éléments d'une étude** sont organisés de façon hiérarchique, selon l'arborescence de la figure de droite.

Les **données propres** d'une étude sont accessibles par double-click sur son icône (voir écran ci-dessous).



Les **fichiers d'un cas d'étude** sont les suivants (où ETUDE est le nom du cas de calcul) :

- ETUDE.CDB : description du bâtiment.
- ETUDE.RES : résultats de calcul.
- OMBRE.SHD : ombres lointaines.
- METEO.WTH : météo.



II - 2 - Le Bâtiment

II - 2 - 1 - Définition d'un Bâtiment



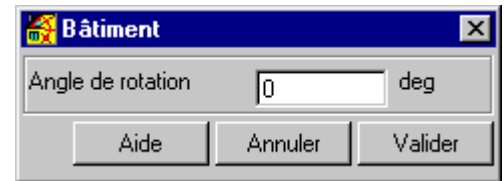
Un **Bâtiment** regroupe l'ensemble des données liées au bâtiment et à son enveloppe.

Propriétés

Angle de rotation

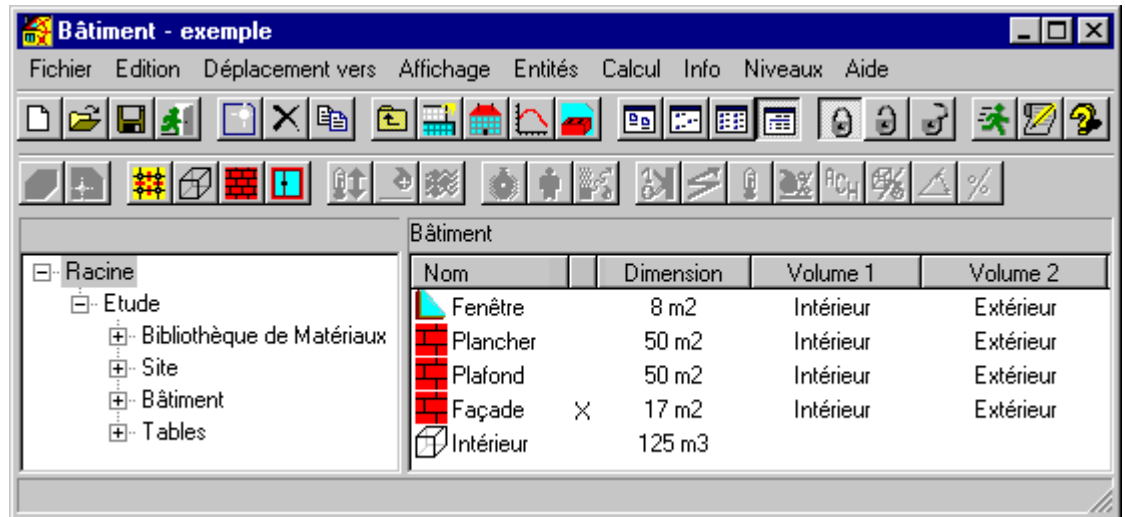
Notes

L'**angle de rotation** est utilisé pour la rotation en bloc de toutes les entités géométriques du bâtiment. Une rotation de 90 degrés met face à l'Ouest une surface orientée Sud.



Ecran d'un bâtiment :

Entre "Nom" et "Dimension" figure une colonne indiquant par un X si l'élément est en ou hors service.



Les **menus** spécifiques de cet écran et les **boutons** des barres d'outils sont :

"Déplacement vers"

"Entités"

"Calcul"

"Niveaux"

"Info"



Accès direct à certains groupes d'entités


Sélectionne un type d'entité


Lance le calcul


Sélection d'un niveau d'autorisation

Obtention d'un rapport

Niveaux : il existe 3 niveaux d'utilisation, de façon à bloquer certaines possibilités dans l'usage du logiciel. Le niveau de base correspond à un utilisateur non-spécialiste, il est fixé au lancement, et il vaut mieux ne passer que progressivement aux niveaux d'utilisation suivants.

Un **Rapport automatique** s'obtient par le menu "Info/Rapport" ou le bouton , et rassemble les données de l'étude dans un seul document. Son formatage permet une transformation en tableaux dans un traitement de texte. Il peut aussi être sauvegardé par sélection d'un des boutons de la fenêtre :

 Enregistrement du rapport sur disque. Le format employé est de type "Rich Text File", et si "ETUDE" est le nom de l'étude, ETUDE_D.rtf est le nom du fichier.

 Copie du rapport dans le presse-papier, pour récupération dans un logiciel de traitement de texte.

II - 2 - 2 - Définition de la bibliothèque de matériaux du bâtiment



La **bibliothèque de matériaux du bâtiment** regroupe les données des matériaux associées au bâtiment, qu'ils soient utilisés ou non.

Propriétés (Élément)

Matériau

II - 3 - Le site

II - 3 - 1 - Définition du site



Le **site** regroupe les données de l'environnement du bâtiment, à savoir les données du terrain alentour (**albédo**), les données de **météo** et les données d'**ombres lointaines**.

Propriétés	Albédo Météo	Ombres lointaines Profondeur de sol	Température de sol initiale
------------	-----------------	--	-----------------------------

- Notes**
1. **Profondeur de sol** : cette valeur caractérise le sol, qui sert de tampon thermique au bâtiment. Si la profondeur de sol est importante, le sol n'est pas influencé par le bâtiment et reste donc toujours à la *Température de sol initiale*.
 2. **Température de sol initiale** : dans le cas d'un sol ayant une importante profondeur, cette valeur correspond à la température permanente du sol. Dans le cas contraire, il s'agit de la température initiale du calcul.
 3. **Mode opératoire d'affichage de l'écran du site** : dans l'écran du bâtiment, sélectionner "Déplacement vers/Déplacer vers l'Etude", puis sélectionner à la souris l'entité "Site", et double-cliquer avec le bouton droit. La fenêtre suivante apparaît :

Albédo	<input type="text" value="0.39"/>	...
Profondeur de sol	<input type="text" value="2"/>	m
Température de sol initiale	<input type="text" value="12"/>	°C

Aide Annuler Valider

II - 3 - 2 - Définition des ombres lointaines



Les "ombres lointaines" sont les ombres dues aux obstacles naturels liés au site et aux bâtiments lointains (immeubles, montagnes, etc.) pouvant masquer le rayonnement solaire direct.

Propriétés	Azimut	Hauteur angulaire
------------	--------	-------------------

- Notes**
- Le bâtiment étant pris comme centre du repère, l'horizon est discrétisé en bandes azimutales de 10° de large, caractérisées par une hauteur angulaire moyenne du masque présent dans cette bande. La définition des ombres lointaines passe donc par la saisie d'une série de couples (**azimut, hauteur angulaire**). L'azimut varie entre -180° et +170°, et la hauteur angulaire de 0 à 90°.

L'écran est une variante de l'écran des profils (voir II-4-3).

Mode opératoire de définition d'un profil d'ombres lointaines :


- Dans l'écran de l'application, sélectionner "Outils/Ombres lointaines". L'écran des ombres lointaines apparaît alors.
- Eventuellement lire un fichier existant.
- Modifier les valeurs de hauteurs angulaires selon la procédure de modification d'un profil.

II - 3 - 3 - Définition de la météo



La **météo** regroupe les conditions climatiques avec lesquelles s'effectue la simulation.

Propriétés	Azimut du soleil Flux solaire diffus horizontal Flux solaire direct horizontal	Hauteur du soleil Humidité relative Température d'air	Température du ciel Vent (direction) Vent (vitesse)
------------	--	---	---

- Notes**
1. Les **fichiers de météo** portent l'extension WTH.
 2. L'ordre des variables dans le fichier météo est le suivant : Température d'air, Flux solaire direct horizontal, Flux solaire diffus horizontal, Humidité de l'air, Azimut du soleil, Hauteur du soleil, Température du ciel, Vitesse du vent, Direction du vent. La vitesse et la direction du vent ne sont pas utilisées dans les calculs.
 3. Le chemin complet du fichier météo est affiché dans la colonne "dimension" de l'entité "météo".
 4. Un fichier météo doit être obligatoirement associé à l'étude pour que le calcul puisse s'effectuer.
 5. **Mode opératoire de sélection d'un fichier météo :**
 - dans l'écran du bâtiment, sélectionner "Déplacement vers/Déplacer vers le Site" ou bouton .
 - sélectionner à la souris l'entité "météo", et double-cliquer avec le bouton droit.
 - à l'aide du sélecteur de fichier, sélectionner le fichier et valider.
 6. **Présentation de l'écran de la météo :**



Les **menus** spécifiques de cet écran sont :

Info : donne les Degrés-Jours-Unifiés à 18° et des cumuls de flux solaires

7. Mode opératoire de visualisation d'une météo

La météo est constituée d'un ensemble de variables, associées chacune à une table de valeurs et une icône. Ces tables sont accessibles par l'icône associée à la variable. La visualisation d'une météo passe donc par le tracé de courbe à partir des icônes des variables de météo.

Lorsqu'une météo vient d'être modifiée, il faut d'abord l'enregistrer dans un fichier avant de pouvoir visualiser l'une des variables.

8. Translation des valeurs de température

Il est possible d'effectuer une translation de la température d'air extérieure d'un fichier météo, afin de modifier le nombre de Degrés-Jours d'une météo.

III - 2 - 3 - Table de résultats

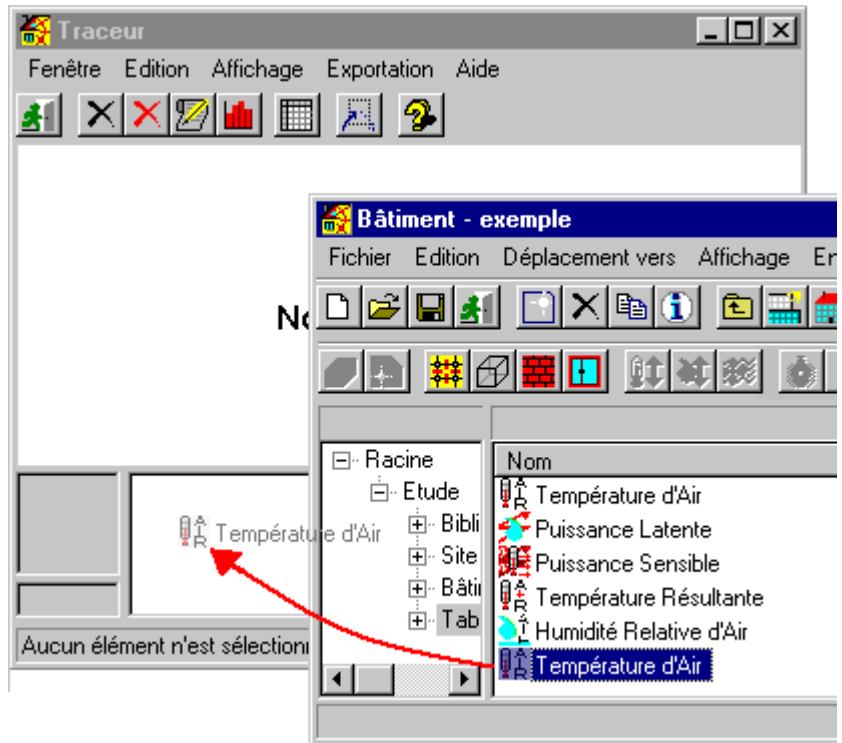
Définition Table permettant d'accéder à la liste des couplets (temps, valeurs) obtenus dans un calcul.



Propriétés **Icône** **Nom** **Période**

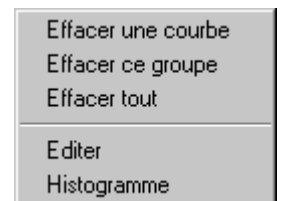
- Notes**
1. L'affichage d'une courbe se fait toujours par un "glisser/déposer" de l'icône représentative de la courbe, de sa position d'origine dans l'emplacement de réception du traceur. Cette procédure s'applique au tracé des variables de météo et des variables de sortie (résultats de calcul)
 2. Mode opératoire d'**affichage d'un tracé de courbe de résultat** :
 - Sur l'écran de l'application, sélectionner "Exploitation/Courbes" : l'écran de tracé apparaît.
 - Effectuer un "glisser/déposer" de l'icône de la courbe à faire afficher.

Exemple sur une courbe de résultats :

Un double-click 'droit' sur l'icône de la table dans l'écran du bâtiment donne accès à la position de la colonne dans le fichier de résultats, ainsi qu'à un rappel de la définition de la variable et son unité.



3. Dans le traceur, la sélection d'une icône de la table suivie d'un click 'droit' fait apparaître le **menu contextuel d'édition** ci-contre (ou 'édition' dans le menu principal).
4. Le sous-menu "**Editer**" du menu contextuel (ou le bouton ) permet d'obtenir des informations sur la courbe tracée (moyenne, valeurs maxi et mini, intégrale, etc.).
5. Le sous-menu "**Histogramme**" du menu contextuel (ou le bouton ) permet d'obtenir un histogramme de certaines courbes, dans un fichier 'texte' dont le nom est donné en bas de l'écran. La première colonne de ce fichier donne le temps de présence d'une valeur dans un certain intervalle, et les autres colonnes donnent des cumuls. Voir un exemple au chap. VI-6-2.
6. Si l'affichage est incorrect (absence du tracé de valeurs décimales), il faut peut être modifier le fichier de configuration (cf. I-1).



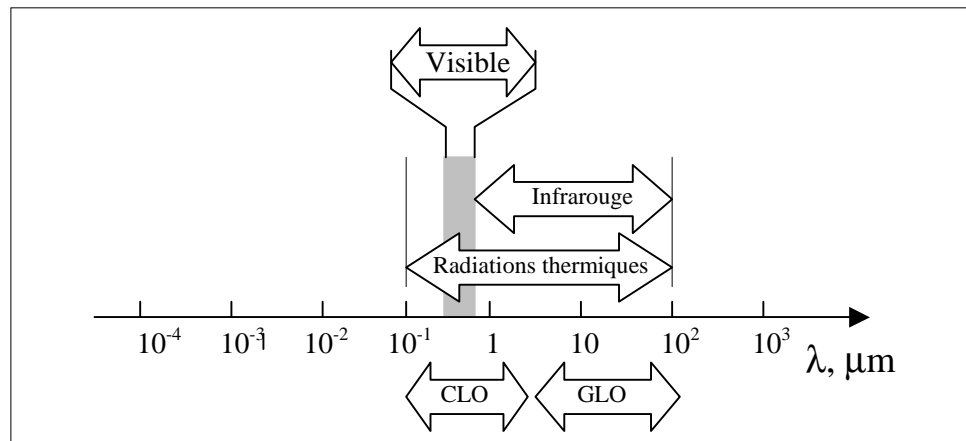
III - 3 - Les matériaux d'un Bâtiment

III - 3 - 1 - Définition d'un matériau

Définition Un **matériau** est un constituant possédant une liste de propriétés thermo-physiques.

Propriétés	Capacité calorifique	Coefficient d'émission GLO	Loi de corrélation Ra-Nu
	Coefficient d'absorption CLO	Coefficient de transmission CLO	Masse volumique
	Coefficient d'échange thermique	Conductivité thermique	Nom

- Notes**
1. Les propriétés des matériaux sont définies dans le glossaire.
 2. Les propriétés "**Loi de corrélation Ra-Nu**" et "**Coefficient d'émission GLO**" n'apparaissent que pour les gaz et pour les versions AS ou LE.
 3. "**Coefficient d'émission GLO**" n'apparaît que pour les versions AS ou LE. Ce coefficient est appliqué lorsque aucun revêtement n'est associé à la surface de la couche en contact avec la lame d'air : il s'agit donc d'une valeur par défaut qui dépend du matériau.
 4. La distinction "courtes" (CLO) et "grandes" (GLO) longueur d'ondes provient du découpage du spectre électromagnétique en deux parties, dans le domaine de fréquences qui intéresse la thermique du bâtiment. La partie CLO correspond au rayonnement solaire et la partie GLO au rayonnement des parois entre elles.



5. **Ajout d'un matériau** : se placer dans la bibliothèque de matériaux (par le bouton par exemple), choisir la classe du matériau à ajouter (« matériau de construction » , « verre » , etc.), cliquer sur le bouton ou item « **Ajouter** » du menu Edition.

III - 3 - 2 - Les différents matériaux

III - 3 - 2 - 1 - Matériau de construction



Un **matériau de construction** est un matériau solide et opaque.

Propriétés	Capacité calorifique Coeff. d'émission GLO	Conductivité thermique Masse volumique	Nom
-------------------	---	---	------------

Notes 1. "Coefficient d'émission GLO" n'apparaît que pour les versions AS (voir note ci-dessus).

III - 3 - 2 - 2 – Verre



Un **verre** est un matériau solide et transparent.

Propriétés	Capacité calorifique C. d'absorption CLO Coeff. d'émission GLO	C. de transmission CLO Conductivité thermique	Masse volumique Nom
-------------------	---	--	--------------------------------------

Notes 1. "Coefficient d'émission GLO" n'apparaît que pour les versions LE (voir note ci-dessus).

III - 3 - 2 - 3 - Gaz



Un **gaz** est un matériau fluide de faible densité.

Propriétés	Capacité calorifique Conductivité thermique	Loi de corrélation Ra-Nu Masse volumique	Nom
-------------------	--	---	------------

Notes 1. La propriété "**Loi de corrélation Ra-Nu**" n'apparaît que pour la version AS : sélection d'une pure résistance, de la corrélation de Raithby, de Yang ou de Wright.

III - 3 - 2 - 4 – Revêtement



Un **revêtement** est un matériau qui n'existe que sous forme de film sans épaisseur.

Propriétés	C. d'absorption CLO Coeff. d'échange thermique	Coeff. d'émission GLO	Nom
-------------------	---	------------------------------	------------

Notes 1. Lorsqu'un revêtement est appliqué à un verre, ce n'est pas le coefficient d'absorption du revêtement qui est utilisé, mais celui du verre.
2. Dans les versions AS et LE, les valeurs de l'émissivité du revêtement s'appliquent aux surfaces entourant la lame d'air.

III - 3 - 2 - 5 - Les Matériaux à Changement de Phase (MCP)



Un **matériau à changement de phase** est un matériau de construction, dont la capacité calorifique est une fonction de la température.

Propriétés	Capacité calorifique Coeff. d'émission GLO	Conductivité thermique Masse volumique	Nom
-------------------	---	---	------------

III - 4 - Les composants d'un Bâtiment

III - 4 - 1 - Définitions

III - 4 - 1 - 1 - Définition d'un composant

Définition La modélisation d'un bâtiment s'appuie sur une décomposition en "objets" élémentaires : les **composants** ("volumes", "parois", "fenêtres", "systèmes de régulation", etc.). Le modèle global du bâtiment est obtenu par la connexion de ces différents composants, associés à des sollicitations comme la météo et les charges internes.

Propriétés	Activité Etat	Nom Nombre d'items	Position Sortie de résultats
Notes	<ol style="list-style-type: none">1. Etat [Hors Service , En Service] : chaque composant peut être "Hors Service" ou "En Service", c'est-à-dire être pris ou non en compte dans la simulation tout en restant présent parmi les données.2. Activité [Hors Service , En Service] : dans le cas où cela a un sens, un composant peut posséder un profil d'états "En Service/Hors Service", c'est-à-dire que sa mise en service peut être variable dans le temps (concept équivalent à un bouton marche/arrêt).3. Nombre d'items [1 , -] : chaque composant peut apparaître n fois au même endroit dans le bâtiment. Il n'est pas nécessaire de définir n composants identiques : il suffit d'indiquer que dans le calcul il devra être pris en compte n fois.4. Position : chaque composant peut posséder une "position", c'est-à-dire un point de référence le positionnant dans l'espace. Cette donnée n'est pas actuellement utilisée dans le logiciel, mais servira entre autres pour le positionnement des bouches d'aération dans les volumes.5. Sortie de résultats [Sortie de résultats , Pas de sortie] : pour limiter l'encombrement, le choix est offert de sortir ou non les résultats obtenus par le calcul pour un composant. La sortie d'une courbe s'obtient si la sortie de la variable est autorisée (menu Calcul\Sorties) ET si l'objet propriétaire autorise la sortie de ses résultats, ET, dans le cas d'objets inclus, si aucun objet « père » n'interdit la sortie de résultats.		

III - 4 - 1 - 2 - Définition d'une zone



Une **zone** est un regroupement arbitraire de composants, selon une logique propre à l'utilisateur.

Propriétés **Nom**

Notes

1. Les "zones" ne sont disponibles que dans la version multi-zones (NZ) de CoDyBa.
2. Une zone peut contenir d'autres zones.

III - 4 - 2 - Les différents composants

III - 4 - 2 - 1 - Les volumes

III - 4 - 2 - 1 - 1 - Volume d'air



Un volume est un parallélépipède contenant un matériau unique, typiquement de l'air.

Propriétés	Classe de pièce	Nom	Sortie de résultats
	Hauteur	Position	Volume
	Largeur	Profondeur	

- Notes**
1. **Classe de pièce** : catégorie de pièce possédant des propriétés communes (version "Confort").
 2. **Hauteur** : dimension verticale du volume.
 3. **Largeur** : dimension horizontale du volume.
 4. **Profondeur** : dimension du volume dans la profondeur.
 5. **Volume** : produit des trois dimensions d'espace. C'est la valeur utilisée dans les calculs: les trois dimensions ne sont pas prises en compte en tant que telles.
 6. Les caractéristiques de l'**air** sont données par le matériau "air" de la bibliothèque de gaz.
 7. Dans la version multi-zones, il est possible d'ajouter des volumes d'air.
 8. La **Sortie de résultats** autorise ou non la sorties des variables liées aux composants inclus.

Ecran de saisie

La donnée "Classe de pièce" n'apparaît qu'avec la version "Confort" (CM).

Les données de position en X, Y et Z ne sont pas actuellement utilisées.

III - 4 - 2 - 1 - 2 - Définition des volumes spécifiques

III - 4 - 2 - 1 - 2 - 1 - Volume "miroir"

Définition Un volume "miroir" d'un volume V est un volume fictif dont toutes les variables en cours de calcul sont égales à celles de V. Il permet de réaliser des conditions de symétrie ("flux nul") dans une paroi.

Notes Le volume "miroir" d'un volume de nom VOLUME porte le nom VOLUME_Miroir (ajout systématique de l'extension "_Miroir").

III - 4 - 2 - 1 - 2 - 2 - Volume "sol"

Définition Un sol est un volume associé à un matériau solide.

Propriétés **Profondeur de sol** **Température de sol initiale**

- Notes**
1. Les propriétés de ce volume particulier sont modifiables dans l'écran du site.
 2. Le coefficient d'échange de la surface en contact avec le sol est pris élevé (100 W/m².K).
 3. Le matériau associé au Sol est "Matériau de Sol", qui figure dans la liste des matériaux.
 4. Si le Sol est utilisé, la variable "température" du Sol figure parmi les résultats.

III - 4 - 2 - 2 - Les surfaces de séparation

III - 4 - 2 - 2 - 1 - Définition d'une surface de séparation

Définition Une **surface de séparation** est une surface solide placée entre deux volumes.

Propriétés	Azimut Couche Etat Inclinaison K moyen	Hauteur Hauteur cavité Largeur Masque Nom	Nombre d'items Nombre de masques Position Pourcentage de clair Profondeur de fenêtre	Résistance thermique Revêtement Sortie de résultats Surface Volumes liés
------------	--	---	--	--

- Notes**
1. **Hauteur/Largeur** : dimension verticale et horizontale de la surface.
 2. **Surface** : calculée à partir de la longueur/largeur et de la hauteur. Dans le calcul, seule intervient la surface : la longueur/largeur et la hauteur ne sont pas directement prises en compte. Il faut bien faire attention à ce point lorsqu'une fenêtre est liée à une paroi.
 3. **Hauteur cavité** : dans la version AS, il s'agit de la hauteur servant à la détermination du nombre de Nusselt pour le calcul de la conductance conductive d'une lame d'air.
 4. **Volumes liés** : une surface de séparation relie deux volumes. Un volume d'air peut être aux volumes spécifiques suivants :
 1. volume "Extérieur avec rayonnement solaire"
 2. volume "Extérieur sans rayonnement solaire"
 3. volume "Extérieur sans aucun flux (flux nul)"
 4. volume "Miroir" (du volume en question)
 5. volume "Sol"
 6. autre (volume) : c'est-à-dire un volume d'air
 6. **Inclusion de surfaces de séparation** : une paroi peut contenir des parois et des fenêtres, une fenêtre ne peut rien contenir. Dans le cas où une surface de séparation est incluse dans une autre surface de séparation, la surface « mère » est décrétementée de la valeur de la surface « fille ».
 7. Actuellement, une fenêtre est toujours une surface de séparation reliant un volume d'air et le volume "Extérieur" (on ne peut relier 2 volumes d'air par une fenêtre).
 8. Les coefficients d'échange thermique convectifs sont gérés par le biais des revêtements.

III - 4 - 2 - 2 - 2 - Définition d'une couche

Définition Une **couche** est une surface possédant une épaisseur et constituée d'un unique matériau.

Propriétés	Epaisseur	Matériau
------------	-----------	----------

- Notes**
1. Les couches d'une surface de séparation figurent dans la grille suivante de son écran de saisie :

	Nom	Matériau	Epai. (m)	Conductivité (W/m.°C)	Capacité (J/kg.°C)	Masse vol. (kg/m3)	Absor. (-)	Trans. (-)
0	Intérieur	.....	-	-	-	-	-	-
1	Revêtement	Revêtement_Int	-	-	-	-	-	-
2	Couche 1	Isolant	0.1	0.041	670	200	0.2	0
3	Couche 2	Béton	0.15	1.75	653	2100	0.2	0
4	Revêtement	Revêtement_Ext	-	-	-	-	-	-
5	Extérieur	.....	-	-	-	-	-	-

2. Les opérations figurant dans le menu Edition de l'écran de la surface de séparation permettent d'**ajouter**, **supprimer** et **intervertir** les couches.
3. Pour **associer un matériau à une couche** : sélectionner la couche à la souris, faire apparaître le menu contextuel des matériaux (click droit), puis choisir un matériau dans la liste
4. Le volume "Extérieur" ou le volume ne peuvent figurer que dans la dernière ligne de la grille.
5. Dans la version AS, on peut placer une couche de gaz entre deux couches solides. On peut aussi placer entre la couche de gaz et la couche solide voisine un revêtement portant l'information sur l'émissivité GLO de l'interface gaz/solide. Si le revêtement est omis, le coefficient d'émissivité GLO du matériau de la couche solide est utilisé. Sinon c'est celui du revêtement. Cette possibilité est utilisée dans la version LE pour le traitement des verres "basse émissivité".

III - 4 - 2 - 2 - 4 - Définition d'une paroi



Surface de séparation dont au moins une couche est associée à un matériau opaque.

Propriétés

Azimut
Couche
Etat
Hauteur

Hauteur Cavité
Inclinaison
Largeur
Nom

Nombre d'items
Position
Résistance thermique
Revêtement

Sortie de résultats
Surface
Volumes liés

Notes

L'**inclinaison** d'une paroi définit son type, relativement à la surface liée au volume de la ligne 0 de la grille des couches. Pour un plancher on posera le pied sur le revêtement de la ligne 1. Pour un plafond on aura au dessus de la tête le revêtement de cette ligne 1.

Inclinaison (deg)	Type
0 - 35	plafond
35 - 135	mur
135 - 180	plancher

Une paroi est une "**cloison intérieure**" si elle est placée dans un volume d'air. Son inclinaison et son azimuth ne sont pas utilisées dans le calcul. De plus, on ne peut modifier ses volumes liés, puisque par définition il s'agit du volume d'air où elle se trouve.

Particularité du plancher : il est supposé recevoir totalement le flux solaire direct pénétrant par les surfaces vitrées et le redistribuer uniformément dans le volume d'air.

La version multi-zones (NZ) permet de placer une paroi entre deux volumes d'air : sélectionner l'un des deux volumes liés de la paroi (click gauche, sur la case intersection "0"- "Nom" de l'écran), faire apparaître le menu contextuel (click droit), et choisir un volume d'air dans la liste de ce menu.

La météo est automatiquement appliquée en tant que conditions aux limites à toute face "extérieure". Pour qu'un rayonnement solaire ne s'applique pas (cas d'un plafond sous un comble ventilé, par exemple), il faut préciser "Extérieur sans rayonnement solaire".

Objets de Bâtiment - Façade

Fenêtre Edition (Couches) Lier (Volumes) Aide

Identification Nom: <input type="text" value="Façade"/> Nb items ident.: <input type="text" value="1"/>	Etat En Service <input checked="" type="radio"/> Hors Service <input type="radio"/> Sortie résultats <input checked="" type="radio"/> Pas de sortie <input type="radio"/>	
Dimensions Surface: <input type="text" value="17"/> m ² Largeur: <input type="text" value="17"/> m Hauteur: <input type="text" value="1"/> m Position en X: <input type="text" value="0"/> m Position en Y: <input type="text" value="0"/> m Position en Z: <input type="text" value="0"/> m	Orientation Azimut: <input type="text" value="0"/> deg. Inclinaison: <input type="text" value="90"/> deg. Plafond <input type="radio"/> Plancher <input type="radio"/> Mur <input checked="" type="radio"/> Autre <input type="radio"/>	Divers Résistance: <input type="text" value="2.5247"/> °C.m ² /W
Relié à Extérieur avec rayonnement solaire <input checked="" type="radio"/> Extérieur sans rayonnement solaire <input type="radio"/> Extérieur sans aucun flux (flux nul) <input type="radio"/> Volume miroir <input type="radio"/> Sol <input type="radio"/> Autre <input type="radio"/>		

	Nom	Matériau	Epai. (m)	Conductivité (W/m.°C)	Capacité (J/kg.°C)	Masse vol. (kg/m3)	Absor. (-)	Trans. (-)
0	Intérieur	.....					
1	Revêtement	Revêtement Int						
2	Couche 1	Isolant	0.1	0.041	670	200	-	-
3	Couche 2	Béton	0.15	1.75	653	2100	-	-
4	Revêtement	Revêtement Ext						
5	Extérieur	.....					

F1 : Aide

La hauteur de la cavité n'apparaît que dans la version AS.

III - 4 - 2 - 2 - 5 - Définition d'une fenêtre



Surface de séparation dont toutes les couches sont associées à des matériaux transparents.

Propriétés	Azimut Couche Etat Hauteur	Inclinaison K moyen Largeur Masque	Nom Nombre d'items Position Pourcentage de clair	Profondeur de fenêtre Revêtement Sortie de résultats Surface
------------	-------------------------------------	---	---	---

Notes **Profondeur** : distance entre la surface externe de la vitre et la surface externe du mur.

Coefficient de clair : pourcentage de vitrage par rapport à la surface totale du tableau.

Quelques valeurs usuelles :

Nature de la menuiserie	Bois	Métal
Fenêtres et portes-fenêtres battantes		
fenêtres	0.70	0.70
portes-fenêtres avec soubassement	0.63	--
portes-fenêtres sans soubassement	0.74	0.74
Fenêtres et portes-fenêtres coulissantes		
fenêtres		0.77
portes-fenêtres sans soubassement	0.74	0.83

Le **K moyen** donne le coefficient d'échange global de la fenêtre. Il prend en compte le vitrage **et** le cadre. Les caractéristiques du ou des verres du vitrage ne sont pas utilisées directement pour la conduction thermique, mais pour l'inertie du vitrage (à travers leur épaisseur) dans un modèle identique à celui d'une paroi.

Quelques valeurs usuelles :

Références : [ASHRAE 93]

Type de vitrage	Menuiserie	Fermeture	
		bonne	autre
Simple	bois	3.7	4.2
	métal	4.2	4.8
Double (lame d'air 8 mm)	bois	2.5	2.8
	métal	3.0	3.3

La **lame d'air** intervient par son épaisseur et par le rayonnement des deux verres (la conductance de la lame d'air est la conductance de l'air augmentée de la conductance radiative).

L'écran de saisie est le suivant :

Objets de Bâtiment - Fenêtre
X

Fenêtre Edition (Couches) Lier (Volumes) Entités Aide

✓ ✗ 📄 ✕ ⬇️ ⬆️ ⬇️ ⬆️ ⬇️ ⬆️ ?

Identification

Nom:

Nb items ident.:

Etat

En Service: Hors Service:

Sortie résultats: Pas de sortie:

Divers

Clair: %

K moyen: W/m².°C

Résistance: °C.m²/W

Nb de masques:

Protection solaire:

Dimensions

Surface: m²

Largeur: m

Hauteur: m

Profondeur: m

Position en X: m

Position en Y: m

Position en Z: m

Orientation

Azimut: deg.

Inclinaison: deg.

Plafond: Plancher:

Mur: Autre:

	Nom	Matériau	Epai. (m)	Conductivité (W/m.°C)	Capacité (J/kg.°C)	Masse vol. (kg/m ³)	Absor. (-)	Trans. (-)
0	Intérieur	.....					
1	.....	Revêtements_3						
2	Couche 1	Verre	0.003	1.15	840	2700	0.08	0.85
3	Couche 2	Air	0.013	0.003	1000	1.29	-	-
4	Couche 3	Verre	0.003	1.15	840	2700	0.08	0.85
5	.....	Revêtements_4						
6	Extérieur	.....					

F1 : Aide

1. La donnée "Protection solaire" n'apparaît qu'avec les versions SD.
2. Dans la version LE, il est possible de placer un revêtement entre la couche de gaz et le verre, de façon à représenter un revêtement basse émissivité. Si le revêtement est omis, c'est le coefficient d'émissivité GLO du verre qui est utilisé.

III - 4 - 2 - 3 - Les régulateurs

III - 4 - 2 - 3 - 1 - Définition d'un régulateur

Définition Un **régulateur** est un appareillage disposant d'une certaine **puissance** en vue d'imposer une valeur particulière à une **variable** donnée d'un volume d'air.

Une classe de régulateurs regroupe les appareillages agissant sur la même variable. Par exemple, un appareillage "Chauffage" et un appareillage "Climatisation" appartiennent à la même classe. Les classes de régulateurs sont liées aux variables de **température**, d'**humidité**, de **pression** et de **débit**.

Propriétés	Activité Consigne Efficacité	Energie Etat Nom	Nombre d'items Puissance Type	Volumes liés
------------	------------------------------------	------------------------	-------------------------------------	--------------

- Notes**
1. **Consigne** : valeur à atteindre pour la variable du régulateur.
 2. **Efficacité** : efficacité du régulateur (donne la **puissance consommée** à partir de la **puissance injectée** nécessaire pour maintenir la consigne).
 3. **Energie** : énergie utilisée par le régulateur (version EN uniquement).
 4. **Puissance** : puissance nominale du régulateur.
 5. **Type** : La "**Fixation**" conduit à obtenir exactement la valeur de la consigne, mais ne donne pas en sortie la puissance nécessaire. L"**Addition**" et l"**Extraction**" tendent respectivement à empêcher la variable de descendre ou de monter par rapport à la consigne.
 6. Les activités, consignes et puissances sont à choisir dans des listes de profils possibles : il faut donc auparavant les avoir définis parmi les tables de profil.
 7. **A noter** que les régulateurs se placent **dans** les volumes d'air.

8. Ecran de saisie d'un **régulateur** (ci-contre de **température**) dans un volume d'air ::

9. Ecran de saisie d'un **régulateur** (ci-contre de **pression**) entre deux volumes d'air ::

10. La saisie d'un volume lié se fait par positionnement de la souris dans la zone de saisie (« 1^{er} volume » ou « 2eme volume »), suivie d'un click-droit et de la sélection d'un volume dans la liste qui s'affiche.

III - 4 - 2 - 3 - 2 - Les différents régulateurs

III - 4 - 2 - 3 - 2 - 1 - Régulateur de température



Un **régulateur de température** agit sur la variable température d'air d'un volume d'air.

Propriétés	Activité Consigne Efficacité	Energie Etat Nom	Nombre d'items Puissance Type	Résistance thermique Volumes liés
Notes	1. Dans le cas d'un régulateur de température placé entre deux volumes d'air, la donnée "utile" est la résistance thermique (valable dans certaines versions). La données "Volumes liés" permet alors d'associer les volumes d'air amont et aval.			

III - 4 - 2 - 3 - 2 - 2 - Régulateur d'humidité



Un **régulateur d'humidité** agit sur la variable humidité d'air d'un volume d'air.

Propriétés	Activité Consigne Efficacité	Energie Etat Nom	Nombre d'items Puissance Type	Résistance thermique Volumes liés
-------------------	---	---	--	--

III - 4 - 2 - 3 - 2 - 3 - Régulateur de pression



Un **régulateur de pression** est un appareillage imposant un débit unidirectionnel entre deux volumes d'air ("unidirectionnel " car le débit n'est imposé que dans un seul sens).

Propriétés	Activité Consigne (débit)	Etat Nom	Nombre d'items Type	Volumes liés
Notes	1. Ce type de régulateur n'est disponible que dans les versions aérauliques AF. 2. Le régulateur de pression agit entre deux volumes d'air quelconques. 3. Le "régulateur de pression" n'a pas de puissance, car sa consigne (le débit) est supposée être toujours atteinte. Le débit est volumique, imposé du "1er volume" vers le "2eme volume". 4. Par volume d'air, l'utilisateur doit veiller à l'équilibrage des débits entrants et sortants. 5. Le Type n'offre actuellement qu'une possibilité (« Flux constant »).			

III - 4 - 2 - 3 - 2 - 4 – Ventilateur



Un **ventilateur** est un appareillage imposant un débit bidirectionnel entre un volume d'air et l'extérieur. " bidirectionnel " car le flux de masse est nul (équilibre du flux massique entrant et du flux massique sortant).

Propriétés	Activité Consigne (débit)	Etat	Nom	Nombre d'items
Notes	1. Dans la version actuelle, le ventilateur agit entre le volume du local et l'extérieur. 2. Le "ventilateur" n'a pas de puissance, car sa consigne (le débit) est supposée être toujours atteinte. 3. La consigne peut être indifféremment un taux de renouvellement d'air ou un débit.			

III - 4 - 2 - 4 - Les charges internes

III - 4 - 2 - 4 - 1 - Définition d'une charge interne

Définition une **charge interne** est un appareillage équivalent à une source d'énergie dont la **puissance** est contrôlée. Cette puissance se décompose en deux parties : latente et sensible.

Puissance	Phénomène physique	Variable
Latent	Humidité	Humidité relative
Sensible	Radiatif courtes longueurs d'ondes (CLO)	Puissance CLO
	Radiatif grandes longueurs d'ondes (GLO)	Puissance GLO
	Convectif	Température d'air

La puissance sensible est répartie en radiations courtes et grandes longueurs d'ondes (CLO et GLO), et en convectif. Pour plus de détails, voir au chap. VI.

Propriétés	Activité	Etat	Puissance latente
	Efficacité	Nom	Puissance sensible
	Energie	Nombre d'items	

Notes Les charges internes n'ont pas un objectif de régulation. Elles n'apparaissent que dans les volumes d'air, car elles sont dues aux occupants, machines et éclairages. Elles sont prises en compte selon le schéma suivant :

Charge interne	Humidité	P. CLO	P. GLO	Conv.
Equipement	Oui	Oui	Oui	Oui
Eclairage	Non	Oui	Oui	Oui
Personnel	Oui	Non	Oui	Oui

Ecran de saisie général d'une charge interne : l'**Equipement**

A noter que les charges internes se placent **dans** les volumes d'air.

III - 4 - 2 - 4 - 2 - Les différentes classes de charges internes

III - 4 - 2 - 4 - 2 - 1 - Cas général : l'Equipement



Un **équipement** est le cas le plus général d'une charge interne.

Propriétés

Activité

Etat

Puissance latente

Efficacité

Nom

Puissance sensible

Energie

Nombre d'items

Notes

En général la documentation fournie avec les appareils permet de déterminer la valeur des apports internes engendrés par leur utilisation. Voici quelques valeurs usuelles ([ASH93]) :

Machine	Puissance sensible (W)
Imprimante laser	300
Terminal informatique	80 - 180
Micro-ordinateur	90 - 530
Petit photocopieur	460 - 1700
Gros photocopieur	1700 - 6600
Four micro-onde	400
Machine à café	1050

III - 4 - 2 - 4 - 2 - 2 - Eclairage



Un **éclairage** est une charge interne ne dégageant aucune humidité. Concrètement, il s'agit des sources de lumière des locaux.

Propriétés

Activité

Etat

Puissance latente

Efficacité

Nom

Puissance sensible

Energie

Nombre d'items

III - 4 - 2 - 4 - 2 - 3 - Personnel



Un **personnel** est une charge interne ne dégageant aucune énergie sous forme radiative courtes longueurs d'onde. Concrètement, il s'agit de personnes présentes dans les locaux.

Propriétés

Activité

Etat

Puissance latente

Efficacité

Nom

Puissance sensible

Energie

Nombre d'items

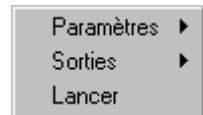
Notes

Différentes sources donnent les valeurs du métabolisme humain et sa répartition en enthalpie sensible et latente en fonction de la température ambiante. Ces valeurs correspondent à la quantité moyenne de chaleur et d'humidité dégagee par un homme adulte. Lorsque l'occupation d'un local est exclusivement féminine, on diminuera ces valeurs de 20%. Pour les enfants, on les réduira de 20 à 40% selon l'âge. Si la proportion est inconnue, on les réduira forfaitairement de 10%.

Une valeur usuelle est de 140 W.

IV - Calcul

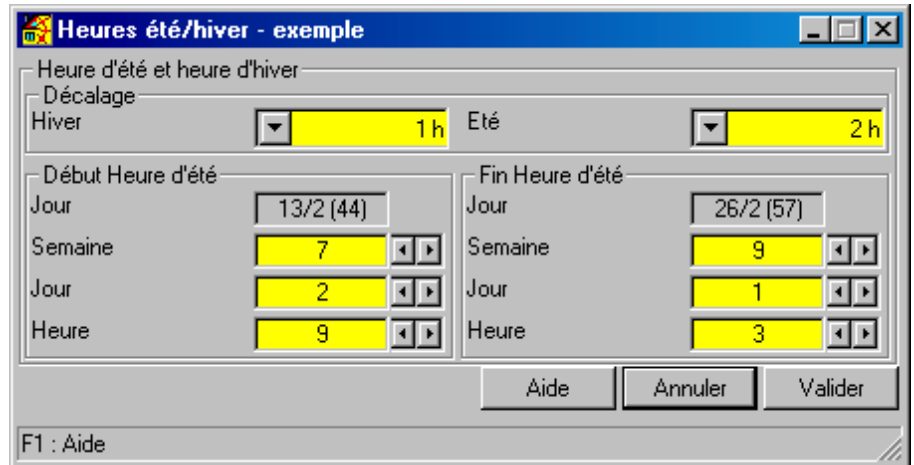
Le menu « calcul » de l'écran du bâtiment permet de lancer un calcul, après avoir éventuellement sélectionné les variables de sortie et modifié les paramètres de changement d'heure.



IV - 1 – Heure d'été et heure d'hiver

Depuis 1945 l'heure légale française est en avance d'une heure par rapport à son fuseau de référence (méridien de Greenwich). Elle est fixée à GMT+1 h.

Elle est en avance sur l'heure solaire moyenne de Greenwich (1 h en "hiver", 2 h en "été"). Le changement d'heure a lieu le dernier dimanche du mois de mars (on avance sa montre d'une heure à 2 h du matin) et le dernier dimanche du mois d'octobre (on recule sa montre d'une heure à 3 h du matin).



IV - 2 – Sélection des variables de sorties

Dans la fenêtre du bâtiment, le menu "Calcul/Sortie" permet de choisir les variables qui seront parmi les sorties de calcul. Par exemple, pour visualiser le flux solaire transmis par la fenêtre F placée dans la zone Z, il faut :

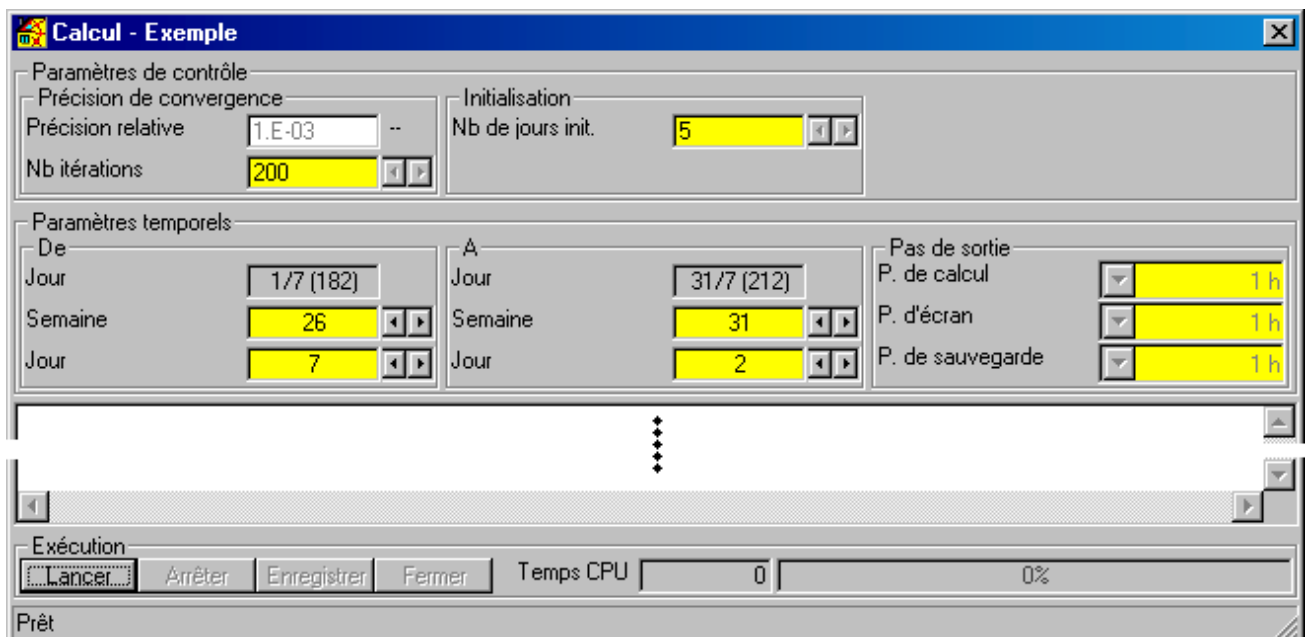
- 1° : demander la sortie des "flux solaires reçus par les fenêtres" dans le menu "Calcul/Sortie"
- 2° : cocher la case "sortie de résultats" dans l'écran de données de F
- 3° : cocher la case "sortie de résultats" dans l'écran de données de Z

Dans le cas d'une inclusion multiple d'éléments (composant placé dans une zone, elle-même placée dans une zone, etc.), le fait de cocher la case "pas de sortie" d'une zone Z fait qu'aucune sortie ne se fera pour les variables associées aux composants situés dans cette zone Z.

IV - 3 - Lancement d'une simulation

IV - 3 – 1 – L'écran de calcul

1.



Pour lancer une simulation, faire apparaître l'écran suivant en sélectionnant dans la fenêtre du bâtiment «Calcul/Lancer» (ou bouton , ou CTRL-R).

2. Modifier éventuellement les valeurs des paramètres de contrôle (les valeurs par défaut sont bien réglées).
3. Cliquer sur le bouton "Lancer" pour démarrer le calcul
4. Pour interrompre le calcul, "**Stop**" pour stopper définitivement le calcul, "**Suspendre**" pour stopper momentanément le calcul, "**Relancer**" pour relancer après une suspension.
5. En final, le bouton "**Enregistrer**" envoie sur fichier le compte-rendu de calcul.

IV - 3 - 2 - Paramètres de contrôle

Les paramètres de contrôle sont utilisés pour piloter les opérations de calcul et fixer les fréquences de sortie des résultats (écran et fichiers).

Précision relative ([0.00001 , 0.001] sans unité) : erreur relative admissible à chaque pas de temps, à prendre entre 0,001 et 0,00001, même si une valeur de 0.01 est acceptable pour un calcul approximatif.

Nombre d'itérations ([100 , 32000] sans unité) : nombre maximum d'itérations pour obtenir la convergence du système d'équations à chaque pas de temps.

Nombre de jours d'initialisation ([0 , 32000] sans unité) : nombre de jours pendant lequel un calcul est effectué afin d'obtenir des conditions initiales acceptables pour démarrer le calcul. Une "bonne" valeur est 3 (c'est un minimum) pour une structure légère et d'au moins 10 pour une structure lourde.

Pas de temps "calcul" ([100 , 32000] sans unité) : pas de temps du calcul.

Pas de temps "écran" ([100 , 32000] sans unité) : affichage des résultats du calcul.

Pas de temps "sauvegarde" ([100 , 32000] sans unité) : sortie sur fichier des valeurs des variables.

Bornes du calcul : le calcul s'effectue entre un temps initial et un temps final, déterminés en fonction d'une semaine, d'un jour et d'une heure (par défaut 0 s'il s'agit du temps initial et 24 s'il s'agit du temps final).

Certains problème de convergence dans les calculs peuvent être résolus par un abaissement du pas en temps.

IV - 4 - Les résultats de calcul

Les résultats des calculs sont des courbes et des valeurs globales.

Les résultats sous forme de valeurs globales pour les volumes d'air figurent en fin de calcul dans l'écran de calcul, mais sont perdus à la fermeture de la fenêtre de cet écran (sauf enregistrement sur fichier du compte-rendu de calcul). Ils sont également accessibles dans l'écran de tracé, après affichage de la courbe correspondante.

Les résultats sous forme de courbe au cours du temps concernent (pour un volume d'air intérieur) :

1. la température d'air extérieure et l'humidité relative d'air extérieure
2. les rayonnements solaires directs et diffus sur le plan horizontal
3. la température d'air résultante intérieure, l'humidité relative d'air intérieure
4. la puissance sensible et la puissance latente
5. etc.

Pour l'affichage de ces courbes, voir la rubrique "Faire afficher une courbe". Certaines n'apparaissent parmi les résultats que si leur sortie a été demandée.


Une puissance positive correspond à de l'énergie injectée dans le volume d'air (chauffage, humidification), tandis qu'une puissance négative correspond à de l'énergie ôtée (refroidissement, déshumidification).

Les résultats de calcul sont présentés sous forme de chiffres décimaux dont le séparateur peut-être la virgule ou le point. Par défaut, le séparateur est la virgule, ce qui peut conduire à des affichages incorrects de résultats dans le cas où le séparateur par défaut de l'ordinateur est le point. Pour définir le point comme séparateur, il faut modifier le fichier de configuration "config.txt" (voir chap. I-1).

V - Glossaire

V - 1 - Glossaire des grandeurs

V - 1 - 1 - Angle

 Définition habituelle.

Unité : Degrés

Bornes : [- , -]

V - 1 - 2 - Azimut

C'est l'angle formé par la projection sur le plan horizontal d'une direction particulière, et le sud.

Unité : Angle


Bornes : [-180 , +180]

Notes 1. Dans le cas d'une **surface** (paroi, fenêtre), la "direction particulière" est la normale extérieure à la surface (normale extérieure). Dans le cas d'un **accident de terrain** masquant le bâtiment (ombres lointaines), il s'agit de sa position angulaire.

2. Quelques valeurs fixées :

Orientation	Azimut
Nord	+180
Ouest	+90
Est	-90
Sud	0

V - 1 - 3 - Booléen (tout ou rien)

 Grandeur associée à des variables à deux états (tout ou rien, OUI ou NON, ...).

Unité : sans unité

Valeurs : 0 ou 1

Notes La valeur 1 correspond à "OUI", "VRAI", etc.


V - 1 - 4 - Capacité calorifique

La capacité calorifique traduit la propriété caractéristique d'un corps de pouvoir emmagasiner ou céder une quantité de chaleur.

Unité : J/kg.K

Bornes :] 0 , -]

V - 1 - 5 - Coefficient d'échange thermique

 Coefficient h reliant un flux thermique à un écart de température : Flux = h*Ecart de température

Unité : W/m².K

Bornes : [0 , -]

V - 1 - 6 - Conductivité thermique

Coefficient caractéristique d'un matériau, intervenant dans la loi de Fourier de transfert de chaleur par conduction en régime permanent.

Unité : W/m.K

Bornes : [0 , -]

V - 1 - 7 - Facteur G

Le facteur G est la fraction globale du rayonnement transmis par un appareillage rapporté au rayonnement incident. Il donne la fraction de l'énergie solaire incidente qui est transmise et absorbée par l'appareillage, et transformée en chaleur dans le bâtiment. Ce facteur inclut la transmission 'primaire' (part d'énergie transmise directement par la surface transparente de l'appareillage) et la transmission 'secondaire' (part d'énergie absorbée par l'appareillage et restituée à l'intérieur sous forme de chaleur).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Notes Il peut y avoir un facteur G pour les rayonnements direct, diffus, et global (obtenu à partir des facteurs G direct et diffus par pondération avec les flux solaires direct et diffus). D'autre part, on peut définir un facteur G pour une protection solaire seule, pour une fenêtre sans protection solaire, pour l'assemblage d'une fenêtre et d'une protection solaire, etc.

V - 1 - 8 - Flux surfacique

$\frac{\text{FLUX}}{\text{m}^2}$ Puissance par unité de surface.

Unité : W/m²

Bornes : [- , -]

V - 1 - 9 - Flux volumique

$\frac{\text{FLUX}}{\text{m}^3}$ Puissance par unité de volume.

Unité : W/m³

Bornes : [- , -]

V - 1 - 10 - Fraction



Ratio de deux variables ayant les mêmes unités, donnant une valeur comprise entre 0 et 1.

Unité : sans unité

Bornes : [0 , 1]

V - 1 - 11 - Hauteur angulaire

C'est l'angle formé par une direction particulière et sa projection sur le plan horizontal.

Unité : Angle

Bornes : [0 , 90]

V - 1 - 12 - Humidité relative



C'est le rapport de la pression partielle de vapeur de l'air humide à la température considérée sur la pression partielle de vapeur saturante à la même température.

Grandeur : Pourcentage

Bornes : [0 , 100]

Notes La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est donnée par l'humidité spécifique qui est la masse de vapeur d'eau contenue dans la masse d'air humide contenant 1 kg d'air sec.

V - 1 - 13 - Humidité spécifique



C'est la masse de vapeur d'eau qui est contenue dans la masse d'air humide que renferme un kilogramme d'air sec. Humidité spécifique = masse de vapeur d'eau / masse d'air sec (kg d'eau/kg d'air sec).

Unité : g/kg air sec

Bornes : [0 , -]

Notes La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est donnée par l'humidité spécifique qui est la masse de vapeur d'eau contenue dans la masse d'air humide contenant 1 kg d'air sec.

V - 1 - 14 - Inclinaison

C'est l'angle formé par une direction particulière et la verticale du lieu.

Grandeur : Angle

Bornes : [0 , 90]

V - 1 - 15 - Masse volumique

Caractéristique définie comme le rapport d'une masse de matière au volume occupé par cette masse.

Unité : kg/m³

Bornes :] 0 , -]

V - 1 - 16 - Note



Valeur attribuée à un état d'un système permettant de comparer deux états entre eux, la valeur attribuée se situant dans une échelle de valeurs.

Unité : sans unité

Bornes : [mini de l'échelle , maxi de l'échelle]

V - 1 - 17 - Pourcentage



Définition habituelle.

Unité : sans unité (%)

Bornes : [0 , 100]

V - 1 - 18 - Puissance



Rapport entre un travail fourni et le temps mis à le fournir.

Unité : Watt (W)

Bornes : [- , -]

V - 1 - 19 - Température



Grandeur caractérisant l'énergie thermique d'un corps.

Unité : Kelvin (K) ou Celsius (°C)

Bornes : [- , -]

V - 1 - 20 - Unité monétaire



Unité de compte utilisée pour un paiement, par exemple pour le paiement de l'énergie utilisée dans le bâtiment.

Unité : U

Bornes : [0 , -]

V - 1 - 21 - Unité monétaire instantanée



Quantité d'unité monétaire par unité de temps.

Unité : U/s

Bornes : [- , -]

Notes L'unité est "U/S" mais l'affichage dans le logiciel se fait en $0.01 * U/s$ (en centième), pour des raisons pratiques d'affichage de valeurs proches de l'unité : centième d'euro, cent américain, pence britannique.

V - 1 - 22 - Vitesse

Rapport entre un déplacement et le temps mis à l'effectuer

Unité : m/s

Bornes : [- , -]

V - 2 - Glossaire des variables

V - 2 - 1 - Activité



Etat "En Service" ou "Hors Service" à un instant donné.

Grandeur : Booléen

Bornes : (0 , 1)

V - 2 - 2 - Azimut du soleil



C'est l'angle formé dans le plan horizontal, par la direction du sud et la projection de la direction des rayons solaires.

Grandeur : Angle

Bornes : [-180 , +180]

V - 2 - 3 - Coefficient d'absorption CLO

Le **coefficient d'absorption CLO** correspond au coefficient d'absorption moyen pour les courtes longueurs d'onde.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Notes Quelques valeurs courantes du coefficient d'absorption CLO ([ASH93]) :

Matériau	Coefficient d'absorption
Asphalte, peinture noire	0.91 - 0.94
Ardoise, peinture bleue	0.81 - 0.90
Peinture rouge, marron	0.71 - 0.80
Béton brut	0.61 - 0.70
Tuile, marbre rouge	
Béton clair, peinture alu	0.51 - 0.60
Brique rouge, marbre, acier	0.41 - 0.50
Peinture beige	0.31 - 0.40
Peinture blanche	0.21 - 0.30
Laque cellulosique blanche	0.11 - 0.20

V - 2 - 4 - Coefficient d'émission GLO

Le **coefficient d'émission GLO** correspond au coefficient d'émission moyen pour les grandes longueurs d'onde.

Grandeur : Coefficient d'émission

Bornes : [0 , 1]

Notes Quelques valeurs courantes du coefficient d'émission GLO :

Matériau	Coeff. d'émission GLO	Matériau	Coeff. d'émission GLO
Ardoise	0.66	Maçonnerie	0.91
Béton rugueux	0.92	Mortier de chaux rugueux	0.88
Bois lisse	0.74	Papier mat	0.94
Brique	0.91	Pierre calcaire	0.40
Crépi de chaux	0.93	Plâtre	0.92
Enduit de plâtre lisse	0.30	Tissu de coton	0.78
Enduit de plâtre rugueux	0.74	Verre	0.90

V - 2 - 5 - Coefficient de transmission CLO

Le **coefficient de transmission CLO** correspond au coefficient de transmission moyen pour les courtes longueurs d'onde (flux solaire).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

V - 2 - 6 - Coût du kWh



Le coût du kWh est le prix à payer en unité monétaire pour une consommation d'énergie de 1 kWh.

Grandeur débit volumique horaire (m³/h) Bornes : [0 , -]

Notes 1. L'unité du coût du kWh n'est pas précisée : elle doit être définie selon le pays.

V - 2 - 7 - Coût énergétique instantané



Prix à payer pour l'usage de la puissance consommée à cet instant.

Grandeur unité monétaire instantanée Bornes : [0 , -]

Notes 1. La "puissance consommée" est celle qu'il faut fournir à un appareillage pour obtenir qu'il restitue une "puissance injectée". Ces deux puissances sont reliées par le rendement ("efficacité").

V - 2 - 8 - Débit volumique



Débit volumique en m³/heure.

Grandeur débit volumique horaire (m³/h) Bornes : [0 , -]

V - 2 - 9 - Direction du vent



La "direction du vent" est l'orientation du vent.

Grandeur : Angle Bornes : [- , -]

Notes Cette variable de météo n'est pas utilisée actuellement dans le logiciel.

V - 2 - 10 - Efficacité



L'efficacité est le rapport entre la "**puissance injectée**" et la "**puissance consommée**" par un appareillage.

Grandeur : -- Bornes :] 0 , -]

Notes 1. La "**puissance consommée**" C est reliée à "**puissance injectée**" I par la formule $C = \eta * I$, où η est l'efficacité.

V - 2 - 11 - Facteur d'émission CO2



Le facteur d'émission CO2 est la quantité de CO2 produite par la mise à disposition (consommation) d'une énergie de 1 kWh.

Unité : kg CO2 / kWh Bornes :] 0 , -]

V - 2 - 12 - Facteur G direct du vitrage



Le facteur G direct du vitrage est la fraction globale du rayonnement direct transmis par une fenêtre sans protection solaire rapporté au rayonnement direct incident.

Grandeur : Fraction Bornes : [0 , 1]

V - 2 - 13 - Hauteur angulaire du soleil



C'est l'angle formé par la direction des rayons solaires et la projection de cette direction sur un plan horizontal.

Grandeur : Angle Bornes : [0 , 90]

V - 2 - 14 - Humidité d'air



Caractérise la quantité d'eau présente dans l'air.

Grandeur : Humidité relative Bornes : [0 , 100]

V - 2 - 15 - Production de CO2 instantanée



La production de CO2 instantanée définit la quantité de CO2 produite par unité de temps.

Unité : g CO2 / h Bornes : [0 , -]


V - 2 - 16 - Puissance



Définition habituelle.

Grandeur : Puissance Bornes : [0 , -]


V - 2 - 17 - Puissance latente

 Puissance liée à la chaleur latente, c'est-à-dire à la chaleur qui provoque une modification de l'état physique d'un corps (fusion, solidification, évaporation, condensation, etc.) sans modifier sa température.

Grandeur : Puissance

Bornes : [0 , -]


V - 2 - 18 - Puissance sensible

 Puissance liée à la chaleur sensible, c'est-à-dire à la chaleur qui provoque une élévation de température (ou une diminution), sans en provoquer de modification.

Grandeur : Puissance

Bornes : [0 , -]


V - 2 - 19 - Puissance CLO Globale

 Puissance du rayonnement CLO (ou SWR, « Short Wave Radiation ») injectée dans un volume d'air à la fois par le rayonnement solaire ayant traversé les fenêtres et par les charges internes.

Grandeur : Puissance

Bornes : [0 , -]


V - 2 - 20 - Puissance CLO Solaire

 Puissance du rayonnement CLO (ou SWR, « Short Wave Radiation ») injectée dans un volume d'air par le rayonnement solaire ayant traversé les fenêtres et par les charges internes.

Grandeur : Puissance

Bornes : [0 , -]


V - 2 - 21 - Rayonnement solaire diffus sur le plan horizontal

 C'est le flux dû au rayonnement solaire qui arrive du soleil après diffusion par l'atmosphère. Ce flux est reçu par un plan horizontal

Grandeur : Flux surfacique

Bornes : [0 , 1000]


V - 2 - 22 - Rayonnement solaire direct sur le plan horizontal

 C'est le flux dû au rayonnement solaire provenant directement du soleil. Ce flux est reçu par un plan horizontal.

Grandeur : Flux surfacique (W/m²)

Bornes : [0 , 1400]


V - 2 - 23 - Taux de renouvellement d'air

 Equivalent à un débit volumique calculé en fonction du volume d'air auquel il se rapporte.

Grandeur : taux (en vol/heure)

Bornes : [0 , -]

V - 2 - 24 - Température

 Définition habituelle.

Grandeur : Température

Bornes : [- , -]


V - 2 - 25 - Température d'air

 La "température d'air" s'applique à l'air d'un volume gazeux.

Grandeur : Température

Bornes : [- , -]


V - 2 - 26 - Température radiante moyenne

 La "température radiante moyenne" est associée à un volume d'air, et se définit comme la température moyenne pondérée des surfaces entourant le volume gazeux (la pondération s'effectuant par les surfaces).

Grandeur : Température

Bornes : [- , -]

V - 2 - 27 - Température d'air résultante

 La "température d'air résultante" d'un volume gazeux est la demi-somme de la température d'air et de la température d'air radiante moyenne.

Grandeur : Température

Bornes : [- , -]

V - 2 - 28 - Température du ciel



Température de la voûte céleste.

Grandeur : Température

Bornes : [- , -]

V - 2 - 29 - Visibilité du soleil



Variable booléenne indiquant si le soleil est visible ou non par le bâtiment.

Grandeur : Booléen

Bornes : [- , -]

Notes La visibilité du soleil prend les valeurs 0 (invisible) ou 1 (visible).
Le soleil peut être invisible soit parce qu'il est caché par un masque lointain (ombres lointaines), soit parce qu'il est en dessous de l'horizon (nuit).

V - 2 - 30 - Vitesse du vent



Vitesse du vent.

Grandeur : Vitesse

Bornes : [- , -]

Notes Cette variable de météo n'est pas utilisée actuellement.

V - 2 - * - Glossaire des variables d'une fenêtre

V - 2 - * - 1 - Coefficients optiques indépendants des flux solaires

Coefficient de transmission 'direct-direct' (BDT) de la fenêtre



Coefficient de transmission 'direct-direct' de la fenêtre (BDT), pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient de transmission direct-diffus (BdT) de la fenêtre



Coefficient de transmission 'direct-diffus' (BdT) de la fenêtre, pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient de transmission 'direct-direct'+ 'direct-diffus' (BDT+BdT) de la fenêtre



Coefficient de transmission 'direct-direct'+ 'direct-diffus' (BDT+BdT) de la fenêtre, pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient d'absorption 'direct' (BDA) de la fenêtre



Coefficient d'absorption 'direct' (BDA) de la fenêtre, pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient de transmission 'diffus' (dT) de la fenêtre (par rapport au ciel)



Coefficient de transmission 'diffus-diffus' (dT) de la fenêtre, par rapport au flux solaire diffus en provenance du ciel (avant prise en compte par les masques proches et lointains), pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient de transmission 'diffus' (dT) de la fenêtre (par rapport au sol)



Coefficient de transmission 'diffus-diffus' (dT) de la fenêtre, par rapport au flux solaire diffus en provenance du sol (avant prise en compte par les masques proches et lointains), pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient d'absorption 'diffus' (dA) de la fenêtre (par rapport au ciel)



Coefficient d'absorption 'diffus' (dA) de la fenêtre, par rapport au flux solaire diffus en provenance du ciel (avant prise en compte par les masques proches et lointains), pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient d'absorption 'diffus' (dA) de la fenêtre (par rapport au sol)



Coefficient d'absorption 'diffus' (dA) de la fenêtre, par rapport au flux solaire diffus en provenance du sol (avant prise en compte par les masques proches et lointains), pondéré par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

V - 2 - * - 2 - Coefficients optiques liés aux flux solaires

Coefficient de transmission 'diffus-diffus' (dT) de la fenêtre (moyenne pour le ciel et le sol)



Rapport du flux solaire diffus total (provenant du sol et du ciel, après prise en compte des masques proches et lointains) transmis par la surface sur la somme des flux solaires diffus incident (provenant du sol et du ciel, avant prise en compte par les masques proches et lointains).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient d'absorption 'diffus-diffus' (dA) de la fenêtre (moyenne pour le ciel et le sol)



Rapport du flux solaire diffus total (provenant du sol et du ciel, après prise en compte des masques proches et lointains) absorbé par la surface sur la somme des flux solaires diffus (provenant du sol et du ciel, avant prise en compte par les masques proches et lointains).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient de transmission global de la fenêtre (moyenne selon les flux direct et diffus)



Rapport des flux solaires direct et diffus transmis par la surface (après prise en compte des masques proches et lointains) sur les flux solaires diffus et direct incidents avant prise en compte par les masques proches et lointains.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Coefficient d'absorption global de la fenêtre (moyenne selon les flux direct et diffus)



Rapport des flux solaires direct et diffus absorbés par la surface (après prise en compte des masques proches et lointains) sur les flux solaires diffus et direct incidents avant prise en compte par les masques proches et lointains.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

V - 2 - * - 2 - Facteurs thermiques (facteurs G)

Facteur G Direct du vitrage



Fraction donnant le rayonnement direct transmis par le vitrage rapporté au rayonnement direct incident.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Facteur G Diffus du vitrage



Facteur G diffus moyen du vitrage, obtenu par pondération des facteurs G diffus sans protection solaire (ciel et sol) par les flux solaires diffus (ciel et sol).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Facteur G Moyen du vitrage



Facteur G Moyen du vitrage : facteur G moyen du vitrage, obtenu par pondération des facteurs G sans protection solaire direct et diffus (ciel et sol) par les flux solaires direct et diffus (ciel et sol).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Facteur G Direct de la fenêtre (vitrage + protection solaire)



Facteur G direct de la fenêtre, obtenu par pondération des facteurs G direct avec et sans protection solaire par la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Facteur G Diffus de la fenêtre (vitrage + protection solaire)



Facteur G diffus moyen de la fenêtre, obtenu par pondération des facteurs G diffus de la fenêtre avec et sans protection solaire par les flux solaires diffus (ciel et sol) et la couverture de la protection solaire.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Facteur G Moyen de la fenêtre (vitrage + protection solaire)



Facteur G moyen de la fenêtre, obtenu par pondération des facteurs G direct et diffus de la fenêtre par les flux solaires direct et diffus (ciel et sol).

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

V - 2 - * - Glossaire des variables d'une protection solaire

V - 2 - * - 1 - Angle des lamelles



Angle des lamelles du store vénitien.

Grandeur : Angle

Bornes : [-90 , +90]

V - 2 - * - 2 - Couverture de la protection solaire



C'est le rapport de la surface du vitrage couverte par la protection solaire rapporté à la surface du vitrage.

Grandeur : Pourcentage

Bornes : [0 , 100]

V - 3 - Glossaire général

V - 3 - 1 - Albédo

Fraction du flux incident, dirigé ou diffus, renvoyé dans toutes les directions par réflexion-diffusion sur la surface réceptrice.

Grandeur : Fraction

Bornes : [0 , 1]

Notes Une surface noire possède un albédo très faible, alors qu'un albédo voisin de l'unité caractérise une surface blanche, dans le domaine des radiations lumineuses. Quelques valeurs classiques sont données dans le tableau suivant :

Sol	Albédo
Prairies et herbages	0.15 - 0.30
Sols cultivés	0.10 - 0.25
Terre sablonneuse	0.15 - 0.25
Sable clair	0.25 - 0.4
Plan d'eau calme	0.05
Eau de mer	0.04
Neige fraîche	0.8 - 0.9
Neige ancienne	0.45 - 0.7

V - 3 - 2 - Degrés-Jour Unifiés à 18 °C

Le nombre de **degrés-jour** pour une certaine période correspond à la somme des différences entre une température T_0 fixée et la température d'air extérieure lorsque celle-ci est inférieure à T_0 . Dans le cas des Degrés-Jour Unifiés à 18 °C, $T_0 = 18$ °C.

Grandeur : Unité °C.jour

Bornes : [0 , -]

Notes Le calcul des Degrés-Jour Unifiés à 18 °C est effectué selon deux formules de calcul :

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{DJU}(T_0) = \sum_{\text{jours}} \left\{ \begin{array}{l} T_0 - \frac{1}{2}(T_{\min} + T_{\max}) \text{ si } \frac{1}{2}(T_{\min} + T_{\max}) < T_0 \\ 0 \text{ sinon} \end{array} \right. \rightarrow \text{"min/max"} \\
 \text{DJU}(T_0) = \int_{\text{jours}} \left\{ \begin{array}{l} T_0 - T(t) \text{ si } T(t) < T_0 \\ 0 \text{ si } T(t) \geq T_0 \end{array} \right. dt \rightarrow \text{"intégrale"}
 \end{array} \right.$$

V - 3 - 3 - Repérage angulaire

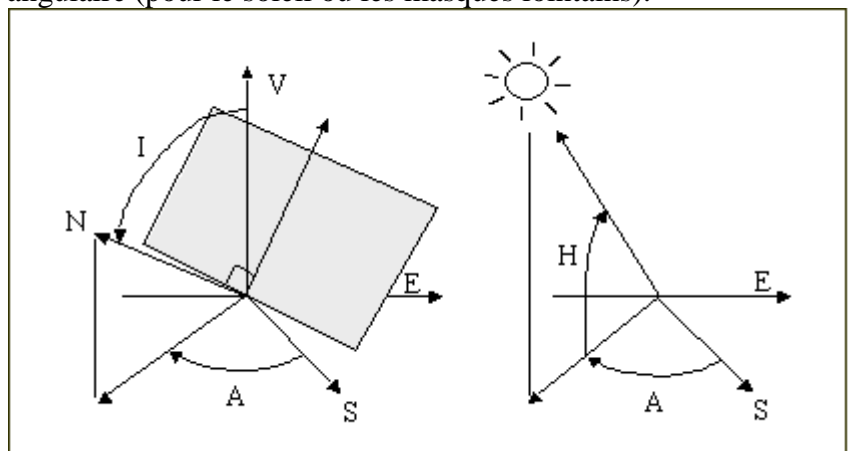
Système de coordonnées angulaires définissant une orientation à partir d'un point donné.

Grandeur :

Bornes :

Le **soleil**, les **masques lointains** et les **surfaces** utilisent deux angles pour se positionner dans l'espace : l'azimut et l'inclinaison (pour les surfaces) ou la hauteur angulaire (pour le soleil ou les masques lointains).

E Est **A** Azimut
S Sud **H** Hauteur angulaire
V Verticale du lieu **I** Inclinaison
N Normale à la surface



V - 3 - 4 - Résistance thermique d'une surface de séparation

La **résistance thermique** (R) d'une surface de séparation est liée à ses constituants (couches) par la formule :

$$\frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{\lambda_i}$$

Grandeur :

Bornes :

R est la résistance thermique (en K.m²/W)
n est le nombre de couches de la surface de séparation
w est l'épaisseur de la couche
λ est la conductivité thermique de la couche

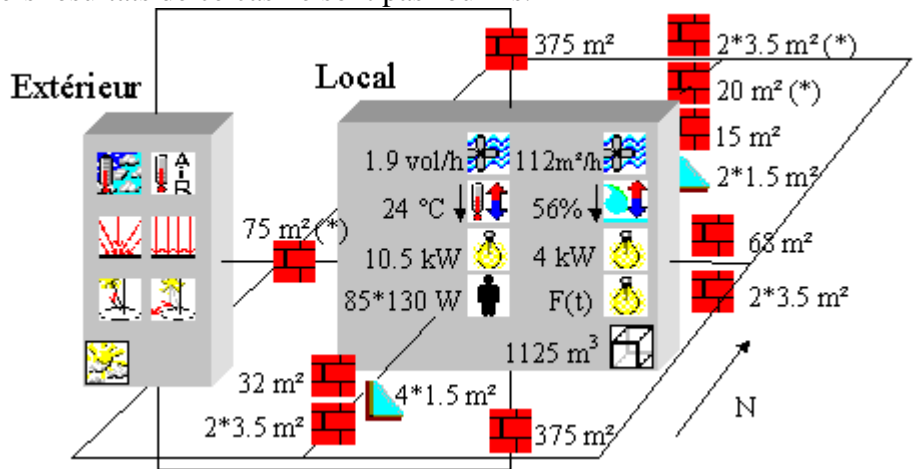
VI - Cas d'exemple

Pour pouvoir exécuter un calcul sur ce cas, il faut le charger et lui réassocier un fichier météo. En effet, au moment de l'installation du logiciel, le lien entre le fichier de données du cas et le fichier de météo devient invalide. Pour cette même raison, les fichiers résultats de ce cas ne sont pas fournis.

VI - 1 - Description du cas

Description : on va de déterminer les puissances nécessaires pour assurer une température et une humidité constantes dans un local de bureaux situé aux Etats-Unis à 40° de latitude Nord.

Ce cas est traité en référence (cf. [ASH93]) par deux méthodes "manuelles".



L'albédo du sol est de 0.2. Les locaux adjacents situés au Nord et à l'Ouest (indiqués par l'astérisque *) ne sont pas climatisés, et leur température d'air est toujours égale à la température extérieure.

La simulation est effectuée pour le 21 juillet avec un pas de temps de 60 minutes, et 5 jours d'initialisation et une précision relative de calcul de 0.001.

VI - 2 - Données du cas : matériaux et parois

Les parois (cf. [ASH93] p26.35) : les couches sont données de l'intérieur vers l'extérieur.

Entité	Nb	Surf. (m²)	Azimut Incl. (°)	U value (W/m².K)	Ep. (mm)	Matériaux des couches	Abs. int/ext (%)
Fenêtre Sud	4	1.5	0 / 90	4.6	3	Verre	
					3	Verre	
Fenêtre Nord	2	1.5	180 / 90	4.6	3	Verre	-- / --
					3	Verre	
Porte Sud	2	3.5	0 / 90	---	13	Revêtement de finition	44 / 44
					25	Bois	
Porte Est	2	3.5	-90 / 90	---	13	Revêtement de finition	44 / 44
					25	Bois	
Porte Nord de séparation	2	3.5	180 / 90	---	13	Revêtement de finition	44 / 44
					25	Bois	
Mur Ouest de séparation	1	75	90 / 90	---	200	Brique	88 / 88
					100	Brique de revêtement	
Mur Nord de séparation	2	20	180 / 90	---	200	Brique	88 / 88
					100	Brique de revêtement	
Plancher	1	375	- / 180	---	100	Béton haute densité	88 / 88
					100	Béton faible densité	
					2	Acier	
					51	Isolant	
					10	Feutre bitumé	
Toit		375	- / 0	---	12	Pierre	88 / 88
					20	Plâtre	
					200	Béton haute densité	
Mur Nord	1	15	180 / 90	---	20	Plâtre	88 / 44
					200	Béton haute densité	
Mur Est	1	68	-90 / 90	---	20	Plâtre	88 / 44
					200	Béton haute densité	
Mur Sud	1	32	0 / 90	---	20	Plâtre	88 / 44
					200	Brique	
					100	Brique de revêtement	

Les fenêtres n'ont pas de masques et sont placées au nu extérieur. Leur coefficient de clair vaut 0.55 (cf. [ASH93] p26.35).

Les coefficients d'absorption valent 0.44 et 0.88 respectivement pour les surfaces claires et pour les surfaces foncées ou de couleur indéterminée (cf. [ASH93] p26.5).

A noter que le plancher est supposé reposer sur un sol parfaitement isolant : les échanges thermiques sont négligés (cf. [ASH93] p26.7). Dans cet exemple, le plancher est donc considéré comme isolé de l'extérieur, tout en contribuant à l'inertie thermique.

Les matériaux : leurs caractéristiques proviennent de (cf. [ASH93] Table 11, p26.19), sauf celles du verre qui sont les valeurs par défaut.

Matériau	λ (W/m.K)	C (J/k.kg)	ρ (kg/m ³)	τ (-)	α (-)
Pierre	1.436	881	1670	---	---
Acier	45	920	7689	---	---
Béton faible densité	0.173	840	641	---	---
Revêtement de finition	0.415	1090	1249	---	---
Bois	0.121	2510	593	---	---
Verre	1.15	1000	840	0.85	0.08
Feutre bitumé	0.19	1670	1121	---	---
Isolant rigide	0.043	840	32	---	---
Béton haute densité	1.038	840	977	---	---
Brique	0.727	840	1922	---	---
Plâtre	0.727	840	1602	---	---
Brique de revêtement	1.333	920	2002	---	---

L'air est tel que $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ et $C_p = 1025 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$ (cf. [ASH93] p26.15).

VI – 3 - Données du cas : charges internes et appareils de régulation

Description (cf. [ASH93] p26.34).

Les 85 personnes présentes dans la journée de 8h à 18h effectuent un travail de bureau (75 W sensible, 55 W latent, 67% du sensible en convectif).

Une ventilation constante de 2138 m³/h (1.9 vol/h) est assurée en permanence. Une ventilation occasionnelle existe (infiltration), liée au passage des personnes : 2.8 m³/personne/passage à raison de 10 personnes/heure. Les fenêtres et parois sont considérées imperméables.

La consigne d'humidité spécifique est fixée à 0.0104 kg(vapeur)/kg(air sec), ce qui donne environ 56 % d'humidité relative à 24 °C pour la consigne du deshumidificateur.

Eclairage : les lampes "tungstène" fonctionnent en continu avec la même puissance. Pour les lampes "fluorescentes", l'auteur de l'article donne les puissances suivantes (cf. p26.36) :

heure	radiant / convectif (W)	heure	radiant / convectif (W)	heure	radiant / convectif (W)
0-1	3825 / 0	8-9	3189 / 10500	16-17	6409 / 10500
1-2	3554 / 0	9-10	3700 / 10500	17-18	6695 / 10500
2-3	3305 / 0	10-11	4176 / 10500	18-19	5911 / 0
3-4	3074 / 0	11-12	4619 / 10500	19-20	5498 / 0
4-5	2859 / 0	12-13	5031 / 10500	20-21	5113 / 0
5-6	2659 / 0	13-14	5413 / 10500	21-22	4755 / 0
6-7	2473 / 0	14-15	5770 / 10500	22-23	4422 / 0
7-8	2299 / 0	15-16	6101 / 10500	23-24	4112 / 0

L'éclairage "fluorescent" sera donc modélisé sous la forme de deux lampes : l'une avec une puissance convective constante de 10.5 kW et fonctionnant de 8h à 18h, et l'autre avec une puissance radiante profilée (voir tableau précédent) et fonctionnant de façon permanente.

En conséquence, les charges internes et appareils de régulation sont :

Entité	Nb	Activité	Nominal	Consigne	Particularités
Deshumidification	1	constante	100 kW	56 %	-
Fluorescent radiatif	1	constante	10 kW	-	clo/glo : 50/50 %
Fluorescent convectif	1	profilée	10.5 kW	-	conv : 100 %, de 8h à 18h
Lampes tungstène	1	constante	4 kW	-	clo/glo/conv : 40/40/20 %
Climatisation	1	constante	100 kW	24 °C	-
Infiltration	1	profilée	112 m ³ /h	-	2.8 m ³ /h/personne pour 10 pers./h de 8h à 18h
Ventilation	1	constante	1.9 vol/h	-	-
Occupants	85	profilée	130 W	-	lat/clo/glo/conv : 42/0/19/39 %, de 8h à 18h

VI - 4 - Données du cas : météo

Conditions climatiques données en référence : température sèche maximum de 35 °C, avec une variation journalière de 11 °C, humidité spécifique de 0.0159 kg(vapeur)/kg(air sec) (cf. [ASH93] p26.34)

Les **données de météo** prises pour le calcul sont :

Heure	T air (°C)	H air (%)	A soleil (deg)	H soleil (deg)	F direct (W)	F diffus (W)
1	25.4	78.46	-151.0	0	0	0
2	24.9	80.83	-144.6	0	0	0
3	24.4	83.28	-136.2	0	0	0
4	24.1	84.79	-126.8	0	0	0
5	24	85.3	-117.3	4.2	0	1
6	24.2	84.28	-108.4	14.8	66.5	33.5
7	24.8	81.31	-99.7	26.0	221.5	56.5
8	25.8	76.62	-90.7	37.4	388.5	70.5
9	27.2	70.56	-80.2	48.8	532	79
10	28.8	64.28	-65.8	59.8	644	85
11	30.7	57.63	-41.9	69.2	714	88
12	32.5	52.05	0	73.4	737	89
13	33.8	48.39	41.9	69.2	714	88
14	34.7	46.03	65.8	59.8	644	85
15	35	45.27	80.2	48.8	532	79
16	34.7	46.03	90.7	37.4	388.5	70.5
17	33.9	48.12	99.7	26.0	221.5	56.5
18	32.7	51.46	108.4	14.8	66.5	33.5
19	31.3	55.7	117.3	4.2	0	1
20	29.8	60.68	126.8	0	0	0
21	28.6	65.03	136.2	0	0	0
22	27.5	69.33	144.6	0	0	0
23	26.6	73.09	151	0	0	0
24	26	75.72	-153.4	0	0	0

Température d'air ("T air") : elle est donnée en référence (cf. p26.36, ligne 2).

Humidité ("H air") : du fait de l'obligation dans CoDyBa de choisir une valeur arrondie à l'unité, la valeur de **16 g/kg air sec** est choisie comme humidité spécifique de l'extérieur (au lieu de 15.9 g/kg air sec). L'humidité relative est calculée en fonction de l'humidité spécifique et de la température d'air extérieure.

Repérage angulaire du soleil ("A. sol." et "H. sol.") : l'azimut et la hauteur du soleil sont calculés dans le module météo par la donnée de la latitude de 40 ° Nord et le jour du 21 juillet.

Flux solaires horizontaux ("F. direct" et "F. diffus") : en référence est donnée uniquement la somme des flux solaires directs et diffus (cf. [ASH93] p26.36, ligne 3). Pour CoDyBa, les flux direct et diffus ont donc été reconstitués "au mieux".

Température du ciel : elle est prise égale à la température d'air extérieur.

VI - 5 - Données du cas

Etude

Etude C:\JNLOG\CDB_650g\exemple.cdb
 Auteur NOEL
 Libellé Cas d'exemple
 Service JNLOG
 Référence Exemple
 Date 24/7/7 9:10
 Version de CoDyBa 6.50g

Paramètres de contrôle

Simulation du 21/7 au 21/7
 P. de calcul 60 mn
 P. d'écran 60 mn
 P. de sauvegarde 60 mn
 Nb de jours init. 5
 Nb itérations 200
 Précision relative 1.E-03

Site

Albédo 0.2
 Profondeur du sol 2 m
 Temp. initiale du sol 12 °C
 Rotation du bâtiment 0 deg
 Météo C:\JNLOG\CDB_650g\Samples\Meteo2.wth
 Fichier Ombres Aucun fichier

Matériau	l (W/m.K)	r (kg/m3)	Cp (J/kg.K)	t (-)	a (-)	e (-)	h (W/m².K)
Air	0.026	1.2	1025	---	---	---	
Verre	1.15	840	1000	0.85	0.08		
Isolant rigide	0.043	32	840				
Matériau de Sol	2	1800	1100				
Pierre	1.436	1670	881				
Feutre bitumé	0.19	1121	1670				
Plâtre	0.727	1602	840				
Revêtement de finition	0.415	1249	1090				
Bois	0.121	593	2510				
Acier	45	7689	920				
Brique de revêtement	1.333	2002	920				
Béton faible densité	0.173	641	840				
Béton haute densité	1.038	977	840				
Brique	0.727	1922	840				
Vertical Extérieur 88	---	---	---	0	0.88	0.9	11.7
Vertical Intérieur 88	---	---	---	0	0.88	0.9	4.09
Vertical Extérieur 44	---	---	---	0	0.44	0.9	11.7
Vertical Intérieur 44	---	---	---	0	0.44	0.9	4.09
Rev. sans importance	---	---	---	0	0.6	1	1
Plafond Intérieur 88	---	---	---	0	0.88	0.9	6.1
Plancher Intérieur 88	---	---	---	0	0.88	0.9	1
Vitrage Intérieur	---	---	---	0	0.6	0.9	4.09
Plancher Extérieur 88	---	---	---	0	0.88	0.9	15
Vitrage Extérieur	---	---	---	0	0.6	0.9	11.7

Profil

Valeur
 Puissance Infinie 1000000 W
 Activité constante Permanente
 Activité constante Permanente
 Activité constante Permanente
 Activité constante Permanente
 Angle de store par défaut 45 deg.
 Angle de store par défaut 45 deg.
 Angle de store par défaut 45 deg.
 Consigne Climatisation (24 °C) 24 °C
 Consigne d'humidité par défaut 50 %
 Consigne d'humidité par défaut 50 %
 Consigne d'humidité par défaut 50 %
 Consigne de chauffage par défaut 18 °C
 Consigne de chauffage par défaut 18 °C
 Consigne de chauffage par défaut 18 °C
 Consigne de climatisation par défaut 24 °C
 Consigne de climatisation par défaut 24 °C
 Consigne de climatisation par défaut 24 °C
 Débit d'infiltration 112 m3/h
 Horaires bureaux Profil d'activité
 Humidité d'Air Hr=56% 56 %
 Puissance de 100 W 100 W

Puissance de 100 W	100 W
Puissance de 100 W	100 W
Puissance Fluorescent Convectif	10500 W
Puissance Fluorescents radiatif	Profil de Puissance
Puissance Lampes Tungstene	4000 W
Puissance Occupants	130 W
Taux de renouvellement d'air par défaut	1 vol/h
Taux de renouvellement d'air par défaut	1 vol/h
Taux de renouvellement d'air par défaut	1 vol/h
Taux de ventilation	1.9 vol/h

Volumes V (m3)
Intérieur 1125

Volumes Surfaces rattachées (S m²)
Intérieur Fenêtres Nord (1.5)
Fenêtres Sud (1.5)
Mur Est (68.01)
Mur Nord (15)
Mur Nord de séparation (20.01)
Mur Ouest de séparation (75)
Mur Sud (32.01)
Plafond (375)
Plancher (375)
Porte Est (3.5)
Porte Nord de séparation (3.5)
Porte Sud (3.5)

Surfaces	type	S (m ²)	R (m ² .°C/W)	Az	In volumes reliés
Fenêtres Nord	Fenêtre	1.5*2	0.2173 180	90	Intérieur/Extérieur
Fenêtres Sud	Fenêtre	1.5*4	0.2173 0	90	Intérieur/Extérieur
Mur Est	Paroi	68.01	0.2201 -90	90	Intérieur/Extérieur
Mur Nord	Paroi	15	0.2201 180	90	Intérieur/Extérieur
Mur Nord de séparation	Paroi	20.01	0.3501 180	90	Intérieur/Extérieur sans
rayonnement solaire					
Mur Ouest de séparation	Paroi	75	0.3501 90	90	Intérieur/Extérieur sans
rayonnement solaire					
Mur Sud	Paroi	32.01	0.2201 0	90	Intérieur/Extérieur
Plafond	Paroi	375	1.8251 0	0	Intérieur/Extérieur
Plancher	Paroi	375	0.0963 0	180	Intérieur/Extérieur sans aucun
flux (flux nul)					
Porte Est	Paroi	3.5*2	0.2379 -90	90	Intérieur/Extérieur
Porte Nord de séparation	Paroi	3.5*2	0.2379 180	90	Intérieur/Extérieur sans
rayonnement solaire					
Porte Sud	Paroi	3.5*2	0.2379 0	90	Intérieur/Extérieur

Surfaces

Fenêtres Nord
géométrie 2 items, L=1.5 H=1 (m), Az=180 In=90 (deg), pas de masque
revêtement Vitrage Intérieur / Vitrage Extérieur
données Clair=55 %, prof. cadre=0 m, K jour/nuit=4.6 W/m².K
couches [1]= 0.003 m de Verre
[2]= 0.013 m de Air
[3]= 0.003 m de Verre

Fenêtres Sud
géométrie 4 items, L=1.5 H=1 (m), Az=0 In=90 (deg), pas de masque
revêtement Vitrage Intérieur / Vitrage Extérieur
données Clair=55 %, prof. cadre=0 m, K jour/nuit=4.6 W/m².K
couches [1]= 0.003 m de Verre
[2]= 0.013 m de Air
[3]= 0.003 m de Verre

Mur Est
géométrie 68.01 m², Az=-90 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 88 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.02 m de Plâtre
[2]= 0.2 m de Béton haute densité

Mur Nord
géométrie 15 m², Az=180 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 88 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.02 m de Plâtre
[2]= 0.2 m de Béton haute densité

Mur Nord de séparation
géométrie 20.01 m², Az=180 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 88 / Vertical Extérieur 88
couches [1]= 0.2 m de Brique
[2]= 0.1 m de Brique de revêtement

Mur Ouest de séparation

géométrie 75 m², Az=90 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 88 / Vertical Extérieur 88
couches [1]= 0.2 m de Brique
[2]= 0.1 m de Brique de revêtement

Mur Sud

géométrie 32.01 m², Az=0 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 88 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.02 m de Plâtre
[2]= 0.2 m de Béton haute densité

Plafond

géométrie 375 m², Az=0 In=0 (deg)
revêtement Plafond Intérieur 88 / Plancher Extérieur 88
couches [1]= 0.1 m de Béton faible densité
[2]= 0.002 m de Acier
[3]= 0.051 m de Isolant rigide
[4]= 0.01 m de Feutre bitumé
[5]= 0.012 m de Pierre

Plancher

géométrie 375 m², Az=0 In=180 (deg)
revêtement Plancher Intérieur 88 / Rev. sans importance
couches [1]= 0.1 m de Béton haute densité

Porte Est

géométrie 2 items, 3.5 m², Az=-90 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 44 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.013 m de Revêtement de finition
[2]= 0.025 m de Bois

Porte Nord de séparation

géométrie 2 items, 3.5 m², Az=180 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 44 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.013 m de Revêtement de finition
[2]= 0.025 m de Bois

Porte Sud

géométrie 2 items, 3.5 m², Az=0 In=90 (deg)
revêtement Vertical Intérieur 44 / Vertical Extérieur 44
couches [1]= 0.013 m de Revêtement de finition
[2]= 0.025 m de Bois

Régulateurs et Charges Internes**Climatisation**

objet 1 item de type 'climatisation'
activité Activité constante
puissance Puissance Infinie
consigne Consigne Climatisation (24 °C)

Deshumidification

objet 1 item de type 'deshumidificateur'
activité Activité constante
puissance Puissance Infinie
consigne Humidité d'Air Hr=56%

Fluorescent convectif

objet 1 item de type 'éclairage'
activité Horaires bureaux
Puissance Puissance Fluorescent Convectif (Lat/Conv/GLO/CLO 0% 100% 0% 0%)

Fluorescent radiatif

objet 1 item de type 'éclairage'
activité Activité constante
Puissance Puissance Fluorescents radiatif (Lat/Conv/GLO/CLO 0% 0% 50% 50%)

Infiltration

objet 1 item de type 'ventilateur'
activité Horaires bureaux
puissance Débit d'infiltration

Lampes tungstene

objet 1 item de type 'éclairage'
activité Activité constante
Puissance Puissance Lampes Tungstene (Lat/Conv/GLO/CLO 0% 20% 40% 40%)

Occupants

objet 85 item de type 'personnel'
activité Horaires bureaux
Puissance Puissance Occupants (Lat/Conv/GLO/CLO 42% 39% 19% 0%)

Ventilation

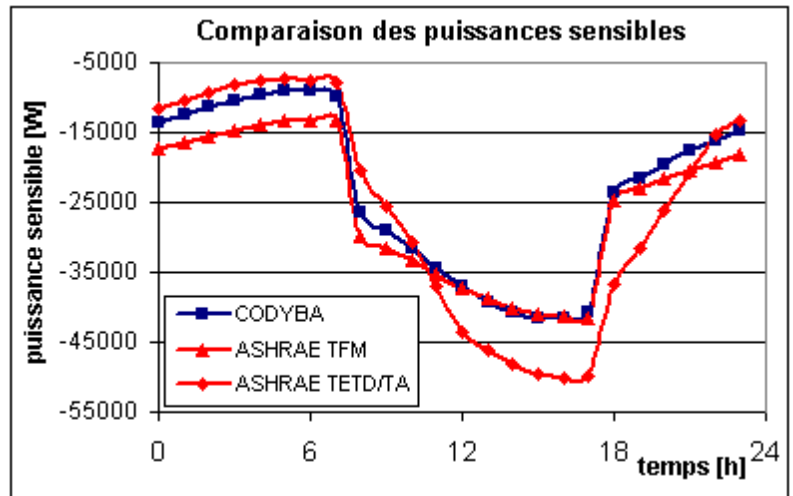
objet 1 item de type 'ventilateur'
activité Activité constante
puissance Taux de ventilation

VI - 6 - Présentation des résultats

VI - 6 - 1 - Présentation des résultats de température

Tracé de la puissances sensible

Commentaires : les résultats ASHRAE sont obtenues par deux méthodes, une méthode par fonction de transfert (TFM, cf. [ASH93] p. 26.36, ligne 52) et une méthode de "total equivalent temperature differential values and a system of time-averaging" (TETD/TA, cf. [ASH93] p. 26.60, ligne 52).



VI - 6 - 2 – Histogramme de température résultante

Le tableau ci-contre donne les fréquences de répartitions de température résultante par tranche de températures

La 1ere colonne donne la période d'occupation de l'intervalle $[X, X+1[$, facteur à multiplier par le pas en temps (ici une heure). La 2eme colonne donne le cumul de la période d'occupation avant $X+1$ exclus. La 3eme colonne donne le cumul de la période d'occupation après X inclus

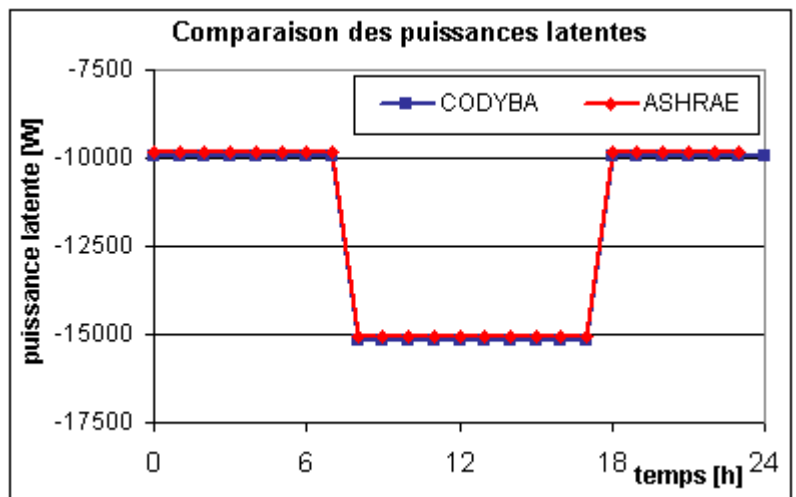
	Col. 1	Col. 2	Col. 3
[23:24[	0	0	24
[24:25[	0	0	24
[25:26[	6,91	0	24
[26:27[	12,8	6,91	17,09
[27:28[	4,29	19,71	4,29
[28:29[	0	24	0
[29:30[	0	24	0

VI - 6 - 3 - Présentation des résultats d'humidité

Tracé de la puissance latente

Commentaires : l'absence d'écarts significatifs s'explique par le fait que ces valeurs résultent de facteurs simples, sans intermédiaire d'une modélisation.

En dehors de la plage horaire 8h-18h, seule la ventilation est à prendre en compte pour le calcul de la puissance latente P :



$$P = 10011 \text{ W} \quad (2500000 * 1.2 * 2138 / 3600 * (0.016 - 0.01409))$$

Dans la plage horaire 8h-18h, il faut rajouter les charges latentes dues aux occupants et l'infiltration. Il faut donc rajouter à la puissance P les puissances $P1$ et $P2$:

$$P1 = 4675 \text{ W} \quad (85 * 55)$$

$$P2 = 524 \text{ W} \quad (2500000 * 1.2 * 112 / 3600 * (0.016 - 0.01409))$$

D'où une puissance latente totale de **15210 W**.