

MANUEL D'UTILISATION



Table des matières

Introduction	3
Présentation générale de l'outil.....	4
Première ouverture d'OPTICLIM™	4
Présentation de l'interface graphique	7
Les entrées	8
Onglet : Données météo	8
Onglet : Géométrie de la zone	9
Onglet : Description de la zone	11
Onglet : Protections solaires du bâtiment	20
Onglet : Mise en œuvre et maintenance	21
Bandeau de calcul : Simulation avec climatisation	24
Bandeau de calcul : Simulation sans climatisation	25
Les calculs.....	26
Les modes de calcul.....	26
La sauvegarde des calculs.....	26
Importation de simulations ou de bâtiment	27
Les sorties.....	28
Les étiquettes « énergie »	29
Les sorties numériques.....	33
Evolutions temporelles.....	35
Méthodologie sommaire de diagnostic	36
Avant la réalisation de l'étude	36
Visite sur site	37
Méthode de définition des zones thermiques du bâtiment	38
Calculs et investigations	41
Annexes.....	43
Glossaire	43
Evaluation de l'efficacité des split systems	44
Recommandations sur l'implantation des unités extérieures (et intérieures)	47

Introduction

OPTICLIM™ est un outil d'aide au dimensionnement et de calcul des consommations pour les bâtiments équipés de petite climatisation individuelle (de type split system). Cet outil a été développé pour guider les maîtres d'ouvrages souhaitant optimiser globalement les bâtiments équipés d'installations de ce type de climatisation en vue d'en réduire les consommations d'électricité.

En Guyane, la consommation liée à l'utilisation de la climatisation représente 30% des consommations d'électricité¹. Elle est de 19% pour la consommation des ménages.

La réduction de la consommation liée à la climatisation des bâtiments est basée sur la réduction des besoins de froid dans les bâtiments par des actions portant à la fois :

- sur l'enveloppe architecturale (essentiellement protection solaire et isolation thermique) ;
- sur l'efficacité intrinsèque, le dimensionnement, la mise en œuvre et la maintenance des climatiseurs ;
- sur la maîtrise des apports thermiques internes ;
- sur le comportement des usagers notamment sur leur participation à la gestion de l'intermittence du fonctionnement des climatiseurs et sur leur maîtrise des températures de consigne.

Ce présent document est destiné à proposer un aperçu des fonctionnalités de l'outil de dimensionnement et de diagnostic OPTICLIM™.

¹ Source : Observatoire Régional de l'Énergie et du Développement Durable de la Guyane (2013).

Présentation générale de l'outil

OPTICLIM™ permet d'évaluer le comportement thermique d'un bâtiment **simplifié**, équipé ou destiné à être équipé d'une unité de climatisation de type « split system ». Le bâtiment ou local concerné constitue donc une zone thermique unique de dimensions parallélépipédiques. L'outil devant être simple et rapide d'utilisation, un certain nombre d'hypothèses simplificatrices ont été nécessaires, elles sont explicitées dans la suite du présent document.

L'architecture du logiciel est la suivante :

- Une interface utilisateur ;
- Un noyau de calcul basé sur le code simulation dynamique de bâtiment « EnergyPlus ».

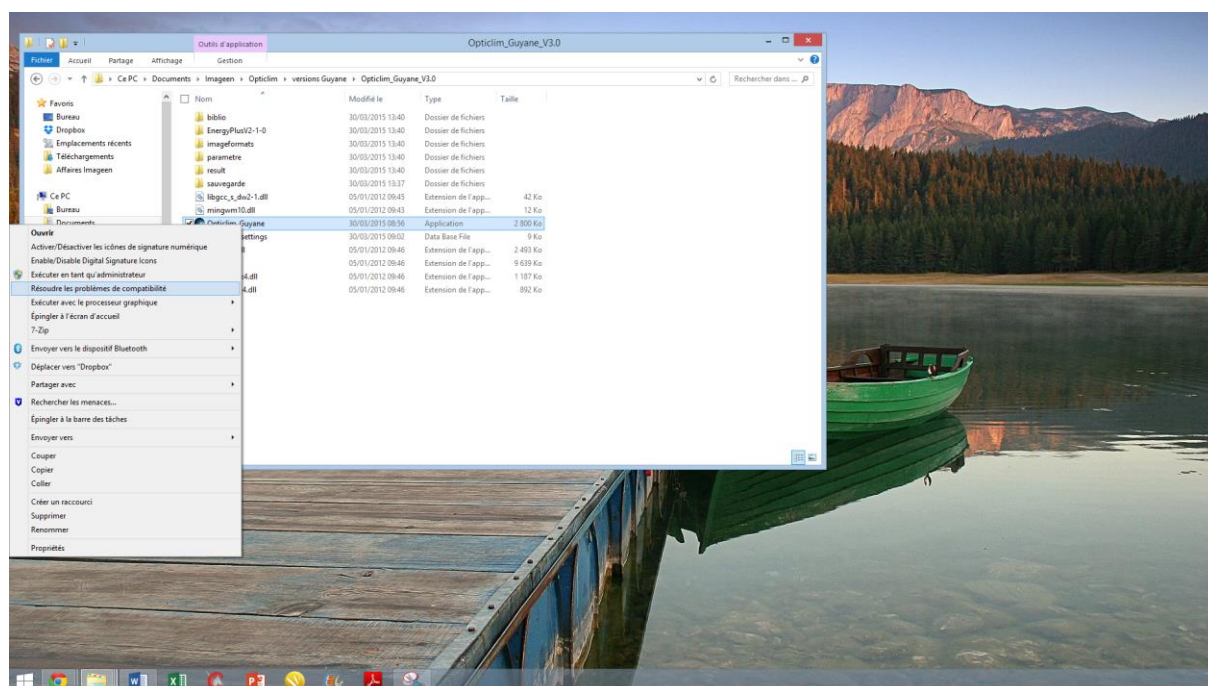
L'outil est destiné à évaluer le comportement d'un local représentant une zone thermique unique équipée d'une petite unité de climatisation de type « split system », mais il permet aussi la simulation d'une même zone sans climatisation afin d'évaluer la réelle nécessité de cette dernière par une évaluation de son confort hygro-thermique statistique pour différents vitesses d'air sur l'occupant à l'aide du diagramme de confort de Givoni.

PREMIERE OUVERTURE D'OPTICLIM™

A la première ouverture d'OPTICLIM™, un problème de compatibilité peut apparaître.

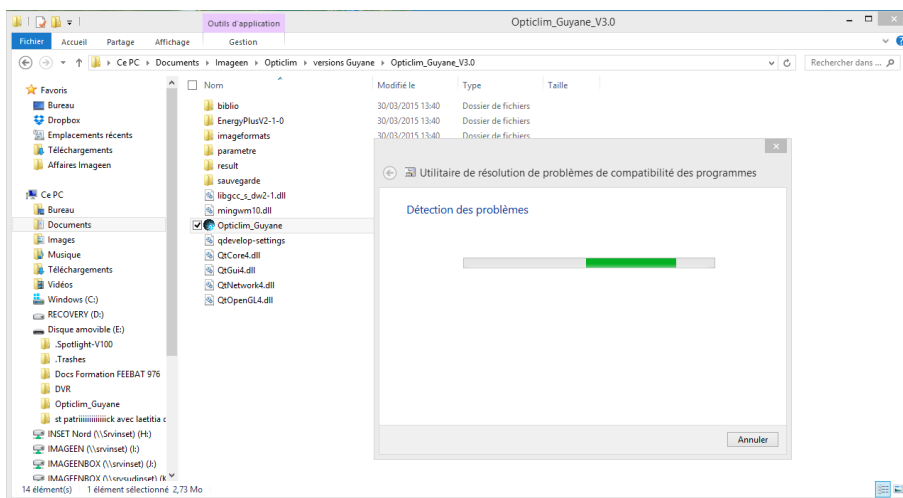
Cette procédure est à utiliser uniquement sur les versions de Windows exécutant en 64 bits, sinon il suffit de cliquer sur l'application « Opticlim_Guyane » et le logiciel démarre sans problème.

Dans le dossier « Opticlim_Guyane_V3.2 », cliquer droit sur l'application « Opticlim_Guyane »

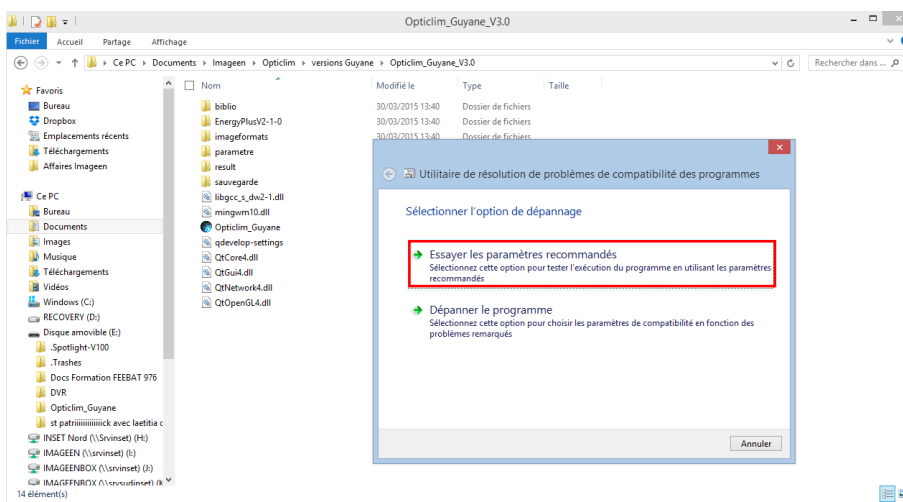


Choisir « Résoudre les problèmes de compatibilité »

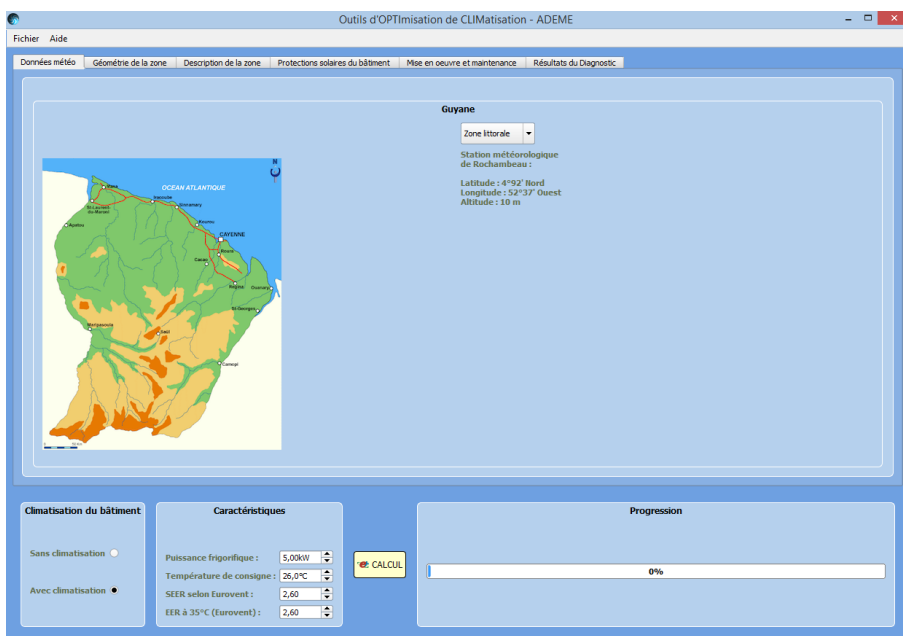
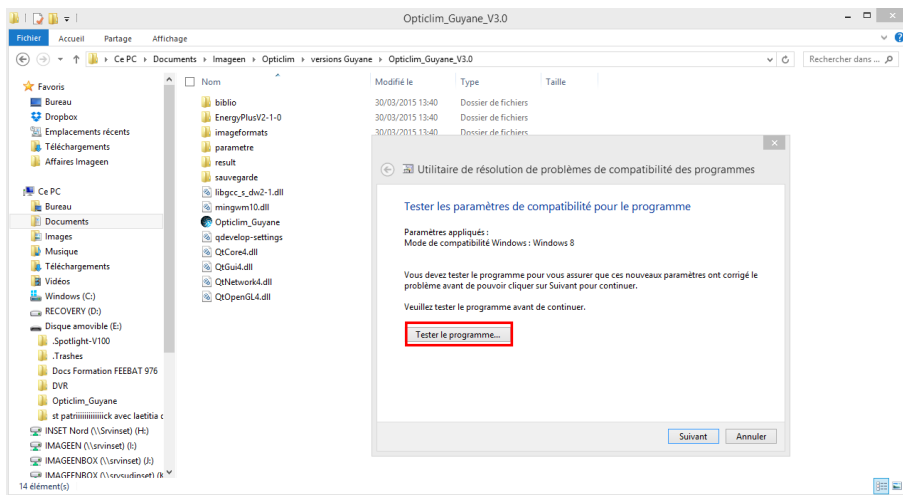
Un utilitaire Windows se lance



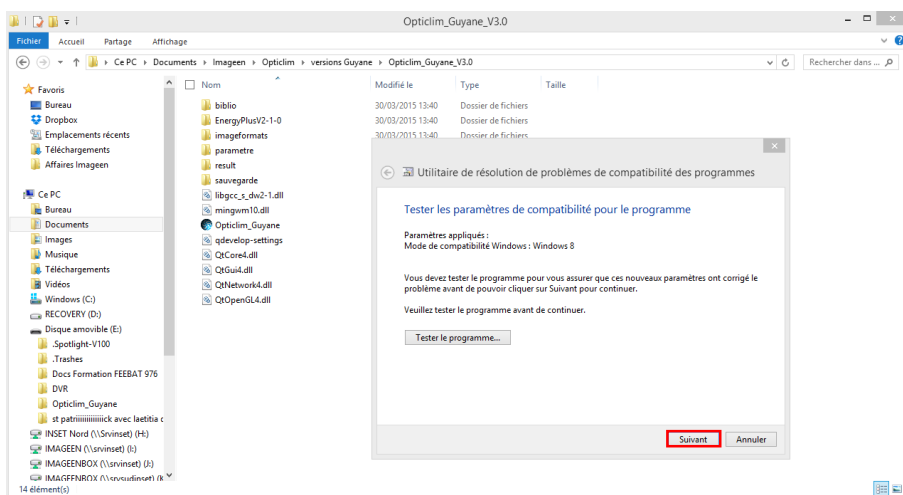
L'utilitaire demande de « Choisir l'option de dépannage », l'utilisateur clique sur « Essayer les paramètres recommandés »



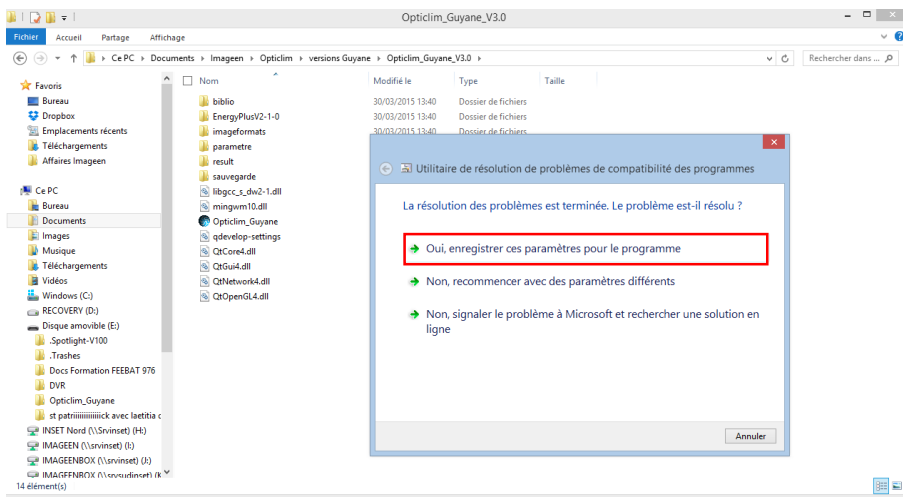
L'utilitaire propose de « tester le programme », l'utilisateur choisit cette option, le logiciel « Opticlim » démarre.



L'utilisateur peut fermer le logiciel pour revenir sur l'utilitaire et cliquer sur « Suivant »



Il suffit alors de cliquer sur « Oui, enregistrer ces paramètres pour le programme » pour ne plus devoir appliquer cette procédure à chaque ouverture du logiciel.



PRESENTATION DE L'INTERFACE GRAPHIQUE

L'interface propose 5 onglets d'entrées afin de définir l'ensemble des paramètres de description de la zone thermique étudiée. Un onglet permet de visualiser les résultats des calculs et donne aussi accès aux fichiers d'évolution temporelle de certaines grandeurs physiques de la zone (température, humidité...). En partie basse, une barre d'état donne en permanence des résultats partiels des simulations et permet de choisir le mode de calcul (avec ou sans climatisation).

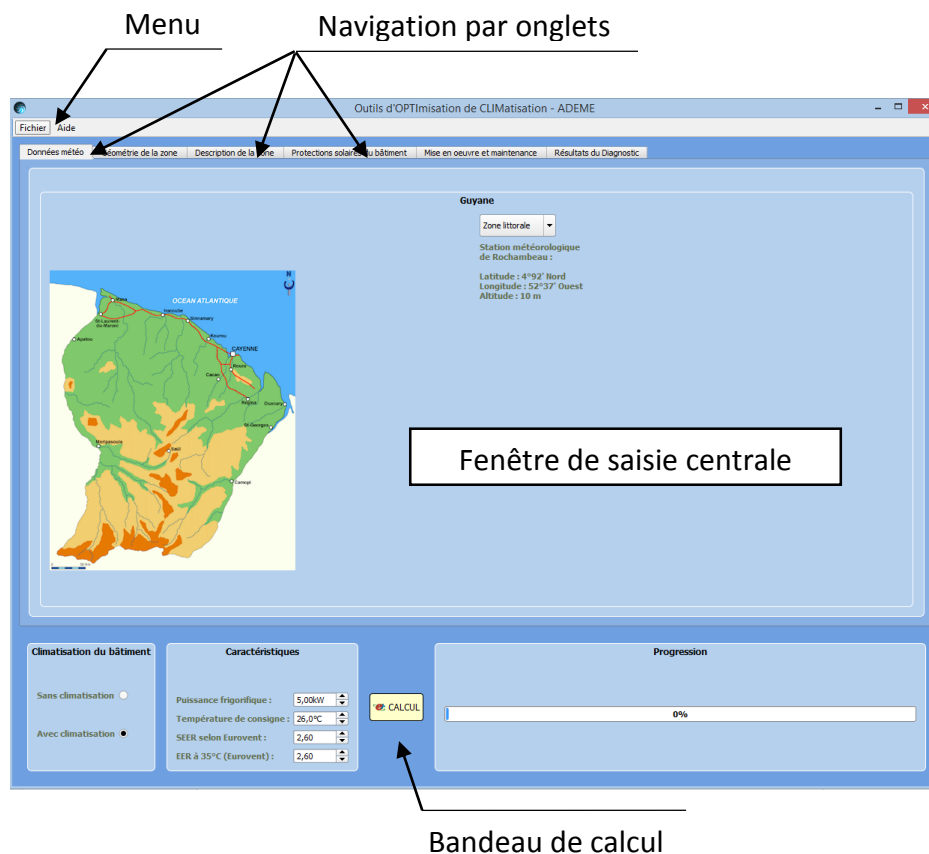


Figure 1. Présentation générale de l'interface

Les entrées

ONGLET : DONNEES METEO

Les études des performances de systèmes de climatisation sont dépendantes des zones climatiques d'implantation des bâtiments dont les données sont issues des stations météorologiques de La Réunion données ci-dessous (tableau 1).

Tableau 1. Coordonnées géographiques des stations météorologiques

Zone climatique	Station météorologique	Latitude	Longitude	Altitude
Zone littorale	Rochambeau	4°92' N	52°37' O	10 m
Zone intérieure	Saint-Georges	3°88' N	51°80' O	6 m

Le choix de la zone permet de sélectionner automatiquement le fichier de données météorologiques correspondant, pour réaliser les simulations. Ce fichier donne l'ensemble des conditions climatiques extérieures sur une période de un an et ce pour chacun des 2 fichiers météo proposés dans l'outil.



Figure 2. Carte de la Guyane

ONGLET : GEOMETRIE DE LA ZONE

L'outil étant destiné au dimensionnement de petites unités de climatisation de type split, les bâtiments simulés seront des locaux simples assimilables à une zone thermique unique c'est-à-dire avec un comportement thermique et des sollicitations homogènes. Ainsi les parois intérieures et les objets intérieurs de la zone n'étant pas prises en compte dans les simulations, elles sont supposées ne pas interférer avec le comportement thermique du local par leur inertie ou dans les transferts aérauliques. Ces parois sont donc de constitution « légère » et complètement ouvertes pour une bonne adéquation entre les résultats des simulations et le comportement hygrothermique réel du local. Par ailleurs, on suppose qu'elles n'ont pas de capacité hygroscopique particulière (échange hydrique avec l'air ambiant).

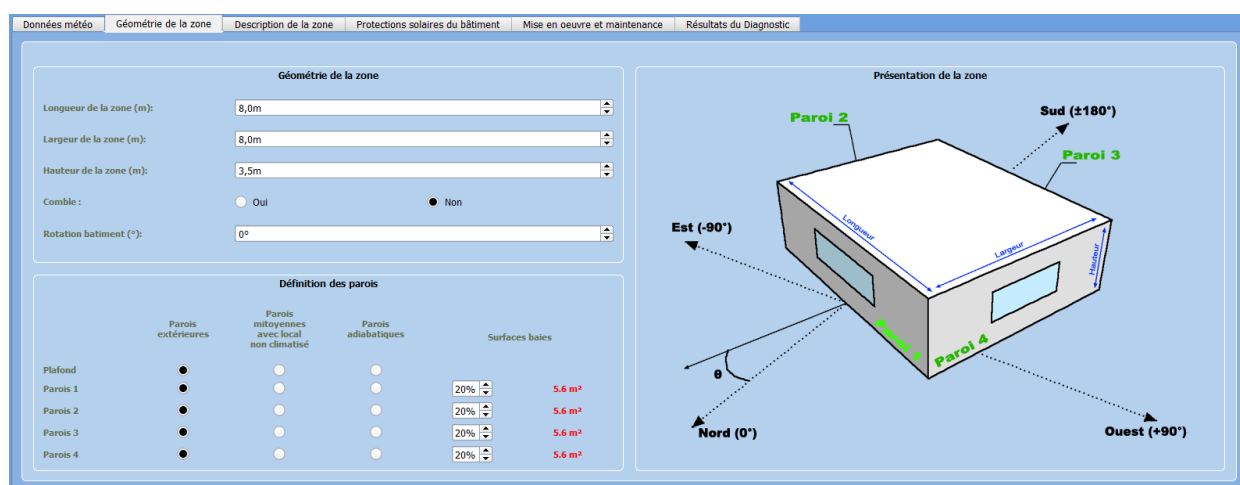


Figure 3. Onglet "géométrie de la zone"

Dans cet onglet, il convient de définir :

- les **dimensions intérieures** de la zone parallélépipédique² considérée (longueur, largeur et hauteur) ;
- la présence d'un **comble** éventuel (comble non ventilé ou faiblement ventilé, sans hauteur définie³) ;
- l'**orientation** du bâtiment par rapport au nord géographique – par défaut la paroi 1 est orientée vers le nord et l'angle est 0°.

² L'outil ne prend pas en compte les locaux non parallélépipédiques : en conséquence pour les pièces avec un plafond rampant ou une autre configuration il importera de se rapprocher de la configuration parallélépipédique qui aura le fonctionnement thermique le plus proche du local réel. Pour les toitures rampantes on fera ainsi en sorte qu'en donnant une hauteur fictive au local, la surface totale des parois extérieures exposées soit identique entre le cas réel et le cas simulé.

³ Tout espace de type faux plafond, comble, grenier (...) est considéré comme un comble non ventilé et/ou faiblement ventilé... s'il ne dispose pas d'ouvertures permanentes d'une surface totale égale à 25% de la surface totale du comble

- la liste des **parois** de la zone et leur caractérisation typologique en termes de transfert thermique. Trois typologies sont ainsi possibles :
 - parois donnant sur l'extérieur et donc soumises aux conditions météorologiques extérieures ;
 - parois mitoyennes avec un local non climatisé. La surface externe de cette paroi est considérée comme étant à la température ambiante sous abri et comme ne recevant d'apports solaires d'aucune sorte (directs, diffus ou réfléchis) ;
 - parois adiabatiques : ces parois sont supposées mitoyennes avec un local climatisé et elles sont supposées étanches à l'air. Ce local mitoyen est supposé être en permanence dans les mêmes conditions de température et d'hygrométrie que le local simulé et le flux thermique traversant ces parois est donc supposé nul. Une paroi décrite comme adiabatique ne sera traversée par aucun flux.
- pour les parois opaques extérieures (murs), le **pourcentage total des surfaces de fenêtres** ou baies (surface en tableau) par paroi avec sa conversion en m².

ONGLET : DESCRIPTION DE LA ZONE

Cet onglet permet de préciser les caractéristiques de l'enveloppe de la zone, de sa ventilation, de ses charges thermiques internes et de l'environnement du bâtiment. La copie d'écran de l'onglet est proposée ci-après (figure 4).

Figure 4. Onglet "Description de la zone"

CARACTERISTIQUES DE L'ENVELOPPE

L'outil prend en compte la contribution en termes de flux thermique des parois donnant sur l'extérieur ainsi que les parois donnant sur un local non climatisé. Les parois sont supposées de même constitution, de même traitement extérieur, possédant les mêmes typologies de menuiseries et donc de mêmes caractéristiques thermiques. Les parois adiabatiques et mitoyennes non climatisées sont grisées et non modifiables.

Couleur ou teinte des parois opaques extérieures

La couleur ou teinte peut être définie suivant le tableau ci-après (Tableau 2) et affecte la valeur de l'absorptivité du rayonnement solaire de la face extérieure pour les calculs des échanges thermiques entre l'extérieur et la zone. En complément, la figure 6 propose des valeurs d'absorptivité pour différentes couleurs et teintes et pour différents matériaux de construction ainsi qu'un nuancier de couleur permettant de savoir au mieux dans quelle catégorie de teinte la paroi réelle se situe :

Tableau 2. Valeurs d'absorptivité retenues dans OPTICLIM™

Couleur	Claire	Moyenne	Foncée
Absorptivité α	0,4	0,6	0,8

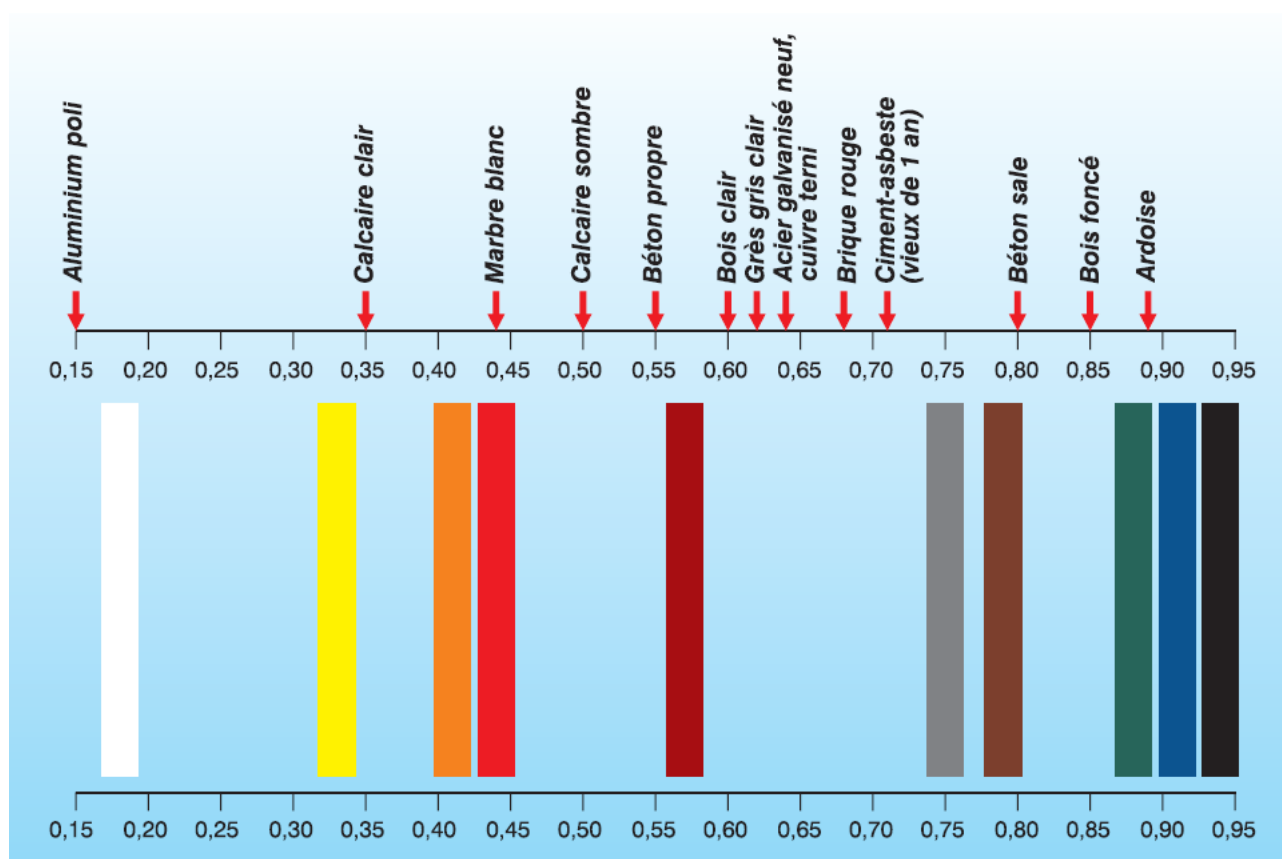


Figure 5. Absorptivité de différents matériaux de construction et nuancier des couleurs⁴

Constitution des parois opaques

LA TOITURE

OPTICLIM™ considère que la toiture est horizontale et de constitution qui peut être « légère » de type bac sec en tôle d'acier ou « lourde » de type toiture terrasse en béton. L'inclinaison et l'orientation de la toiture sont donc négligées.

LES MURS

Les parois verticales opaques (murs) peuvent être également « lourdes » ou « légères » :

- Parois « lourdes »
 - Voile béton de 18 cm
 - Parpaings creux de 18 cm
 - Brique en terre crue (BTC) de 20 cm
- Parois « légères »
 - bardage bois simple peau (bois de type pin d'épaisseur 2cm)
 - bardage bois double peau avec parement intérieur de type Placoplatre BA13⁵

⁴ Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Alain Liébard et André de Herde, Observ'ER

⁵ Les bardages en tôle ne sont pas pris en compte par l'outil

ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

L'isolation peut être définie par façade, par type d'isolant, ainsi que par son épaisseur. Seules les parois extérieures peuvent être revêtues d'isolant, les parois adiabatiques ayant par définition un flux nul. Les isolants utilisés sont caractérisés par la valeur de leur conductivité thermique. Ainsi les isolants minces réfléchissants qui fonctionnent grâce à leurs propriétés radiatives et à une mise en œuvre particulière (lame d'air étanche sur les deux faces de l'isolant) ne sont pas prises en compte dans le logiciel. Il en est de même pour les lames d'air, qu'elles soient ventilées ou non. Le tableau 3 ci-dessous donne les valeurs de conductivité pour des isolants classiques :

Tableau 3. Exemples de conductivité de matériaux isolants

Matériau	Conductivité en W/(m.K)
Enduit de plâtre	0,35
Bois	0,12 à 0,23 (valeur standard 0,15)
Laine de verre	0,035
Laine de roche	0,04
Liège expansé	0,05
Polystyrène expansé moyenne densité	0,035
Polystyrène expansé faible densité	0,043
Polystyrène extrudé	0,03
Polyuréthane	0,025
Copeaux de bois compressés, paille compressée	0,012

Menuiseries ou baiesCHOIX DU BATI

OPTICLIM™ permet de spécifier une typologie unique de menuiserie pour toute la zone. Les choix possibles pour les menuiseries sont les suivants :

- Cadre aluminium simple vitrage clair
- Cadre aluminium double vitrage clair (4-6-4)
- Cadre bois simple vitrage clair
- Cadre bois double vitrage clair (4-6-4)
- Cadre PVC simple vitrage clair
- Cadre PVC double vitrage clair (4-6-4)

TYPE DE VITRAGE

Il est possible de spécifier un type de vitrage clair, teinté ou réfléchissant. L'ensemble des caractéristiques physiques des vitrages sont données dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4. Caractéristiques des vitrages

Type menuiserie	Facteur de clair	U (Wm ⁻² K ⁻¹)	Epaiss vitrage (mm)	Vitrage Clair			Vitrage Teinté			Vitrage Réfléchissant		
				Fs	Réflectance	α	Fs	Réflectance	α	Fs	Réflectance	α
Alu SV	70%	4.73	0.006	0.62	0.32	0.065	0.35	0.32	0.33	0.19	0.73	0.08
Alu DV 4-6-4	70%	3.74	0.014	0.56	0.32	0.125	0.32	0.32	0.37	0.17	0.73	0.10
Bois SV	66%	4.08	0.006	0.59	0.27	0.141	0.33	0.27	0.40	0.18	0.66	0.16
Bois DV 4-6-4	66%	2.96	0.014	0.53	0.27	0.201	0.30	0.27	0.43	0.16	0.66	0.18
PVC SV	62%	3.54	0.006	0.56	0.36	0.081	0.32	0.36	0.32	0.17	0.72	0.10
PVC DV 4-6-4	62%	2.61	0.014	0.5	0.36	0.141	0.28	0.36	0.36	0.15	0.72	0.12

Avec α : coefficient d'absorption ou absorptivité

INFILTRATIONS PAR LES BAIES

La prise en compte des entrées parasites d'air (infiltrations) se fait en définissant le classement suivant la classification normalisée AEV (air, eau, vent) afin d'évaluer la perméabilité à l'air de chaque menuiserie. Le classement air « A » fait apparaître 5 niveaux par ordre de niveau d'étanchéité croissant : NC (non classé), A0, A1, A2, A3. Les débits correspondants pour un niveau de pression aéraulique normalisé sur la fenêtre sont donnés ci-dessous :

Tableau 5. Débits d'infiltration des différentes classes d'étanchéité

Classe d'étanchéité	Débit en m ³ /h.m ² d'ouvrant	Exemples de menuiseries correspondantes (par défaut)
NC	25	Louvres, vantelles (« jalousies », « nacos », ...)
A0	15	Coulissants standards
A1	7	Battants standards
A2	3	Menuiseries classées
A3	1,2	Menuiseries classées

A noter qu'en plus de ces valeurs, un renouvellement d'air variable exprimé en nombre de volume intérieur d'air renouvelé par heure (vol/h) est pris en compte pour tenir compte des ouvertures des portes extérieures lors des entrées et des sorties des personnes dans la zone. La valeur de ce taux de renouvellement d'air neuf est par défaut 0,4 vol/h. Ce point est développé de façon plus précise dans le paragraphe *les infiltrations liées à l'usage du bâtiment* ci-après.

CHARGES INTERNES ET VENTILATION

Les charges thermiques internes sont de 3 types :

- les personnes : leur influence est prise en compte en apports sensible et latent pour une activité moyenne le jour et la nuit :
 - Charge totale le jour : 113 W/pers
 - Charge totale la nuit : 75 W/pers

- les autres charges thermiques internes (équipements électriques, informatiques, etc.) : ces charges sont des charges supposées être purement sensibles. Le tableau 6 ci-dessous donne des valeurs indicatives moyennes de puissance pour les équipements électriques classiques :

Tableau 6. Exemples de puissances d'équipements électriques

Type d'équipement	Puissance (W)
Ecran plat d'ordinateur (17")	34
Ecran cathodique d'ordinateur (21")	100
Unité centrale d'ordinateur	50
Ordinateur portable	25
Téléphone de conférence	6 à 10
Scanner (en veille)	8
Imprimante jet d'encre (veille)	5
Imprimante laser (en veille)	23
Fontaine à eau réfrigérée	10
Fontaine à eau réfrigérée / chaude	56
Photocopieur	75
Fax	15
Accès wifi (box)	8
Frigidaire (env. 50L)	100
Frigidaire + congélateur (env. 100L + 30L)	300

- l'éclairage peut être défini en puissance totale en W ou par un ratio surfacique en W/m²

Il appartiendra à l'auditeur de définir quelles sont toutes les charges thermiques internes y compris les charges « cachées » qui ne sont pas intégrées directement dans l'outil OPTICLIM™ (veilles - souvent repérables par des LEDs, équipements sous tension même à l'arrêt, etc.) afin de ne pas les omettre dans le bilan thermique. Pour les équipements connectés sur prise, l'auditeur pourra faire ses propres mesures instantanées avec un équipement de mesure de puissance ou bien aura recours à la littérature technique en utilisant si possible plutôt des valeurs résultant de mesures que des valeurs théoriques et en se renseignant sur les comportements des occupants.

Les profils

Les fonctionnements des charges internes, de la ventilation (VMC et ventilation naturelle) et du système de climatisation doivent être affectés d'un profil permettant de préciser les horaires de fonctionnement. Il est possible de choisir des profils prédéfinis ou de les spécifier par créneau de 2 heures. Le choix des profils prédéfinis disponibles et les horaires correspondants sont précisés ci-après dans le tableau 7. Pour la ventilation et la climatisation, il est aussi possible de définir l'emploi du temps mensuel d'utilisation (figure 6).

Tableau 7. Profils prédéfinis

Nom du profil	Agenda	Horaire de fonctionnement
Bureau	Semaine de 5 j	8h à 17h
Commerce	Semaine de 6 j	10h à 18h
Ecole	Semaine de 5 j	8h à 12h et de 13h à 17h
Logement (chambre climatisée)	Semaine complète	21h à 7h
On	Semaine complète	24h/24
Off	Semaine complète	Jamais

Figure 6. Fenêtre de définition des profils

Ventilation

Les entrées d'air dans le bâtiment par les dispositifs de ventilation mécanique ou par les ouvrants (ventilation naturelle) permettent de modéliser les transferts d'air entre la zone simulée et l'extérieur avec un débit connu. Dans le cas d'un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC), ce débit est fixé par les débits d'air neuf de suivants :

- 18 m³/h/personne dans le cas général ;
- 25 m³/h/personne pour les bureaux et les locaux sans travail physique selon le code du travail ;
- 15 m³/h/personne pour les établissements scolaires du premier degré (crèches, écoles maternelles, primaires et collèges) ;
- 22 m³/h/personne pour les locaux de vente ou de restauration non-fumeur ;
- 30 m³/h/personne pour les locaux comportant des fumeurs.

Ces valeurs de débits réglementaires en France métropolitaine peuvent servir de base au dimensionnement de la ventilation en Guyane. Le débit total est calculé directement par OPTICLIM™ en fonction de l'occupation de la zone. Le débit est permanent ou affecté d'un profil ajustable (voir le paragraphe

Les profils ci-dessus).

Les infiltrations liées à l'usage du bâtiment

A l'instar de la ventilation, les infiltrations d'air liées à l'usage du bâtiment permettent de prendre en compte les renouvellements d'air induits par l'ouverture ponctuelle des ouvrants (portes principalement). La valeur de ces infiltrations est plafonnée à 10 vol/h. Une méthodologie d'évaluation des débits d'air dus à l'usage du bâtiment est proposée ci-dessous.

Il est important de noter que cette méthodologie est donnée à titre indicatif pour des conditions moyennes pour des ouvertures sur une seule orientation du local simulé et sans pression extérieure importante (vent). L'évaluation précise des infiltrations réelles est en effet un travail extrêmement délicat et difficile qui dépend non seulement de la taille et de la position des ouvrants dans l'enveloppe mais aussi de leur géométrie, de leur orientation, des conditions aérodynamiques extérieures, de l'urbanisme du site, de la présence éventuelle de végétaux...

Si le local est ouvert peu de temps, ce qui est le cas dans la plupart des temps avec des locaux climatisés de type bureau, chambre, etc., une imprécision sur l'évaluation du renouvellement d'air n'aura que peu d'impact sur le bilan global. A contrario dans le cas de locaux très souvent ouverts (commerces notamment), cette évaluation sera délicate et il appartiendra alors au diagnostiqueur de développer sa propre méthodologie, y compris expérimentale, s'il souhaite utiliser OPTICLIM™. Ce type de cas pourra aussi conduire à utiliser d'autres outils qu'OPTICLIM™ et à effectuer des mesures en amont du diagnostic.

Dans la réalité concrète de l'analyse d'un projet à renouvellement d'air « parasite relativement élevé, cette valeur est souvent une variable dite « d'ajustement » qu'on peut être amené à « reconstituer » itérativement de manière relativement précise si on a consolidé les autres paramètres influençant sur les consommations (performance de l'enveloppe en matière de transferts conductifs et radiatifs, systèmes mis en œuvre, température de consigne, maintenance...). Cette approche sera d'autant plus facile qu'on disposera par exemple de données de consommations réelles sur des périodes de temps avec et sans renouvellement d'air, et a fortiori si ces périodes sont assez courtes.

Enfin on peut considérer en première approximation que la présence d'un sas sur l'entrée de la zone simulée diminue environ de moitié le renouvellement d'air par infiltrations dues à l'ouverture d'ouvrants.

CALCUL DU RENOUVELLEMENT D'AIR PAR INFILTRATIONS PARASITES

Le renouvellement d'air par infiltrations parasites noté *Infil*, exprimé en vol/h est donné par

$$Infil = \frac{Debit_{infiltration}}{V}$$

Avec :

$$Débit_{infiltration} = Coef_{debit} \times Coef_{pression} \quad \text{Débit en m}^3/\text{h}$$

$$Coef_{debit} = 3000 \times S_{Ouverture} \times Ratio_{ouverture}$$

$$Coef_{pression} = 1,23 + 0,003 \times H_{batiment}$$

$$Ratio_{ouverture} = \frac{\text{temps d'ouverture en heure}}{24}$$

Avec les définitions suivantes :

V Volume de la zone en m³

$S_{Ouverture}$ Surface de libre de passage de l'air à travers l'ouverture en m²

$H_{batiment}$ Hauteur du bâtiment en m

Le tableau 8 ci-après donne des exemples de valeurs d'infiltrations évaluées avec la méthodologie ci-dessus.

Tableau 8. Exemple de calcul des infiltrations liées à l'ouverture d'un ouvrant

	Taux d'infiltration en vol/h	
	12 minutes d'ouverture/jour	Ouverture en permanence
Hauteur ouverture (m)	2,1	2,1
Largeur ouverture (m)	0,9	0,9
Surface ouverture (m ²)	1,89	1,89
Temps ouverture en heures / jour	0,2	24
Coefficient de débit	47,25	5670
Hauteur de bâtiment (m)	2	2
Coefficient de pression	1,236	1,236
Débit de ventilation (m ³ /h)	58,40	7008,12
Renouvellement d'air (pièce de 40m ³) en nombre de vol/h	1,46	175,20

ENVIRONNEMENT DU BATIMENT

L'environnement du bâtiment décrit les caractéristiques de réflexion (albédo) et d'échauffement (absorption + émissivité) de la bande de sol de 3 m de large entourant le bâtiment. Les sols minéraux foncés (par exemple le bitume) favorisent le réchauffement de l'air autour du bâtiment et la création d'un îlot de chaleur. Les couleurs minérales claires (par exemple béton clair) ont tendance à davantage réfléchir le rayonnement solaire et à moins échauffer l'air. Elles demeurent toutefois thermiquement pénalisantes. Les solutions idéales sont les solutions de végétalisation périphérique notamment celles préconisée par ECODOM consistant à maintenir une végétalisation sur une bande de 3 m minimum (idéalement la bande végétale devrait avoir une largeur égale à la hauteur du bâtiment) autour de celui-ci suivant le schéma ci-dessous :

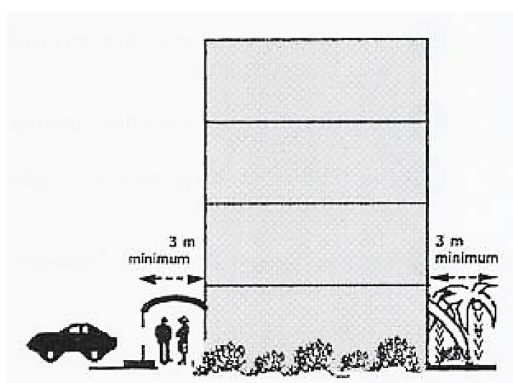


Figure 7. Environnement du bâtiment

Tableau 9. Valeur des albédos (réflexion) et des émissivités de la bande périphérique

Environnement	Albédo	Emissivité
Béton clair	0,3	0,93
Bitume foncé	0,1	0,92
Couvert végétal herbeux	0,2	0,75
Couvert végétal de haute tige	<0,1	0,75

Il est à noter que l'effet résultant de la nature de la bande des 3m entourant le bâtiment s'applique de manière identique quel que soit l'étage considéré.

ONGLET : PROTECTIONS SOLAIRES DU BATIMENT

Des protections solaires peuvent être simulées pour la toiture (sur-toiture ventilée), pour les parois opaques verticales (généralement des murs) et les baies extérieures.

Pour la toiture, la protection simulée correspond à une sur-toiture ventilée, de mêmes dimensions que la toiture et disposée à 0,5 m au-dessus de celle-ci.

Pour les parois opaques extérieures, la protection solaire proposée correspond un débord qui peut être obtenu à partir d'un débord de toiture ou d'une coursive et elle est supposée couvrir l'intégralité de la paroi.

Pour les baies, les protections solaires sont définies suivant trois types (figure 8) :

- casquette ou auvent simple ;
- casquette ou auvent avec retombée verticale à l'extrémité de la protection solaire ;
- lames mobiles opaques ou brise-soleil.

L'impact de la protection est calculé en évaluant son facteur solaire. Pour le logiciel OPTICLIM™, la valeur du coefficient de masque (C_m), utilisé pour le calcul du facteur solaire, correspond au ratio entre le rayonnement solaire direct incident sur la paroi ou le vitrage avec la protection solaire et le rayonnement solaire direct incident sans protection solaire. Les expressions littérales des facteurs solaires sont données au paragraphe *les sorties*.

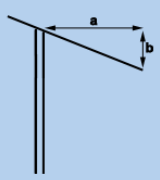
Il est important de préciser que les protections solaires comptabilisées pour les murs sont prises en compte pour la protection solaire des baies qui sont intégrées dans ces murs.

Protection solaire de la toiture

Aucune protection Sur-toiture ventilée

Toiture

Type de protection solaire des murs



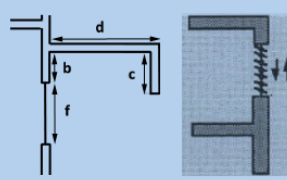
Aucune protection Débord de toiture

Paroi 1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 3	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 4	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dimensions des protections

	a	b
Paroi 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Paroi 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Type de protection solaire des vitrages



Aucune protection Casquette Lames pare soleil intégrées ou rapportées

Vitrage paroi 1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 2	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 3	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 4	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dimensions des protections

	f	b	d	c
Vitrage paroi 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vitrage paroi 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figure 8. Onglet "Protections solaires"

ONGLET : MISE EN ŒUVRE ET MAINTENANCE

Mise en œuvre	
	Oui Non
Raccord frigorifique calorifugé :	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Ventilation unité extérieure :	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
Longueur raccord frigo :	
	<input type="radio"/> moins de 5 m
	<input checked="" type="radio"/> de 5 à 10 m
	<input type="radio"/> de 10 à 15 m
	<input type="radio"/> de 15 à 20 m
	<input type="radio"/> de 20 à 25 m
	<input type="radio"/> de 25 à 30 m
	<input type="radio"/> plus de 30 m
Maintenance	
Pas de maintenance ou maintenance curative :	<input type="radio"/>
Maintenance légère :	<input type="radio"/>
Maintenance annuelle complète :	<input type="radio"/>
Maintenance à eau pulsée :	<input checked="" type="radio"/>

Figure 9. Onglet "Mise en œuvre et maintenance"



Figure 10. Exemples de mauvaise mise en œuvre et maintenance

MISE EN ŒUVRE

Le paramètre « mise en œuvre » modifie simultanément la performance :

- du niveau et de la durabilité de l'isolation thermique mise en œuvre sur les liaisons frigorifiques entre l'unité extérieure (UE) et l'unité intérieure (UI). Ainsi une bonne isolation thermique des liaisons frigorifiques signifie la présence de **coquilles isolantes continues sur toute la liaison frigorifique d'une épaisseur minimale de 19 mm et revêtues d'une protection mécanique durable métallique ou plastifiée et de couleur claire**. L'absence de respect d'une de ces trois conditions amènera à considérer que l'isolation des liaisons frigorifiques est mauvaise c'est à dire que l'installation est sans isolation (tableau 10) ;
- de l'implantation de l'UE dans une zone favorisant (ou pas) sa bonne ventilation (qui permet d'évacuer vers l'ambiance extérieure les calories transférées par le climatiseur ainsi que sa protection solaire. Il est spécifié en annexe des schémas de bonne et mauvaise mise en œuvre des unités extérieures ;
- la distance entre UE et UI définissant la longueur des liaisons frigorifiques avec les limites 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m et 30 m.

Le SEER et l'EER de l'installation sont affectés par les coefficients de réduction de performance K_m fournis dans le tableau 10 suivant :

Tableau 10. Coefficient de réduction des EER et SEER résultant du type de mise en œuvre

Isolant	Coefficient K_m			
	Réduction de l'EER et du SEER due à la mise en œuvre			
	Avec		sans	
Ventilation efficace de l'UE	oui	Non	oui	non
Longueur de la liaison frigorifique				
Moins de 5 m	1	0,97	0,93	0,91
5 à 10 m	0,97	0,96	0,86	0,83
10 à 15 m	0,96	0,95	0,79	0,74
15 m à 20 m	0,95	0,93	0,73	0,65
20 m à 25 m	0,93	0,91	0,61	0,54
25 m à 30 m	0,92	0,9	0,49	0,43
Plus de 30 m	0,80	0,7	0,45	0,40

MAINTENANCE

Le défaut de maintenance des systèmes de climatisation affecte à terme les performances de l'installation en dégradant l'efficacité énergétique instantanée (EER) et saisonnière (SEER) et entraînant donc une surconsommation énergétique. OPTICLIM™ tient compte, dans l'évaluation de la consommation électrique du système, de la dégradation du SEER suivant le tableau 11 ci-dessous et affecte un classement de maintenance en conséquence.

Tableau 11. Coefficient de réduction des EER et SEER résultant du type de maintenance

Type de maintenance	Coefficient de réduction de l'EER et du SEER	Classement
Contrat de maintenance « OPTICLIM™ » selon un procédé de type à eau sous pression	1	A
Maintenance annuelle complète (unité intérieure et extérieure) et nettoyage régulier des filtres	0,92	B
Maintenance « légère » : recharge annuelle de fluide frigorigène, pas de contrôle nettoyage des filtres	0,6	C
Pas de maintenance	0,5	D

BANDEAU DE CALCUL : SIMULATION AVEC CLIMATISATION

The screenshot shows a software interface for calculating air conditioning parameters. It is divided into two main panels. The left panel, titled 'Climatisation du bâtiment', has two radio buttons: 'Sans climatisation' (unselected) and 'Avec climatisation' (selected). The right panel, titled 'Caractéristiques', contains four input fields with up/down arrows: 'Puissance frigorifique' (5,00kW), 'Température de consigne' (26,0°C), 'SEER selon Eurovent' (2,60), and 'EER à 35°C (Eurovent)' (2,60). A yellow 'CALCUL' button is located to the right of these fields.

Figure 11. Définition des caractéristiques du système

Les paramètres du système de climatisation sont ajustables dans le bandeau inférieur des onglets. Il faut au préalable pour pouvoir ajuster ces paramètres choisir le mode de calcul « avec climatisation ». Il est possible alors de spécifier (figure 11) :

- La puissance frigorifique du split installé, appelée « puissance frigorifique ». Cette puissance peut être trouvée sur la plaque technique disposée sur l'unité intérieure ou sur la documentation du constructeur, généralement disponible sur le site web du constructeur ou sur le site Eurovent (voir ci-dessous) ;
- La température maximale de la zone ou température de consigne. Elle est bridée volontairement à des valeurs supérieures à 20°C et inférieures à 30°C. Pour rappel, au regard des conditions climatiques de la Guyane, de la perception locale du confort hygrothermique, des exigences en matière de santé publique et de maîtrise de l'énergie, une température de consigne supérieure ou égale à 26°C est fortement recommandée (article R.131-29 du code de la construction) ;
- L'efficacité énergétique saisonnière SEER du split dénommée « SEER selon Eurovent » qui tient compte de conditions de fonctionnement des systèmes plus proche de la réalité. Cette valeur est donnée par les certifications d'Eurovent. Il est à noter que les systèmes dont le SEER est inférieur à 4,6 (classe B) sont interdits à l'importation depuis janvier 2014 (voir la note technique en annexe sur l'évaluation de l'EER et du SEER) ;
- L'efficacité énergétique du split à 35°C notée « EER à 35°C (Eurovent) » et donnée par la documentation du constructeur faisant référence aux certifications Eurovent des systèmes de climatisation (<http://www.eurovent-certification.com/>). Dans le cas où le matériel installé ne bénéficie pas d'une certification Eurovent il est convenu d'affecter la valeur par défaut de 2,6 à l'EER (voir la note technique en annexe sur l'évaluation de l'EER et du SEER) ;

BANDEAU DE CALCUL : SIMULATION SANS CLIMATISATION

Climatisation du bâtiment

Sans climatisation

Avec climatisation

Caractéristiques

Oui Non

Zone traversante :

Brasseur d'air :

Temp. d'air max :

Temp. opérative max :

Type de sortie

Diagramme de confort

Température annuelle

CALCUL

L'outil permet également de simuler la zone thermique en fonctionnement passif, sans climatisation. Cela permet d'analyser et d'optimiser le potentiel passif de la zone concernée afin d'ajuster le temps de fonctionnement annuel de la climatisation par exemple. Les paramètres à renseigner dans ce cas sont les suivants :

- Zone traversante pour indiquer si la zone considérée bénéficie d'ouvertures en façade qui permettent au flux d'air de la traverser. La notion de traversant est définie dans les fiches d'application de la RTAA DOM.
- Présence de brasseurs d'air dans la zone : il s'agit d'indiquer si la zone considérée est munie de brasseurs d'air en nombre suffisant (un brasseur d'air pour 10 à 20 m²).

La déclaration de ces deux paramètres permettra de dessiner ou non les zones de confort de Givoni associées à une vitesse d'air non nulle dans l'onglet des résultats.

Après la simulation, la température d'air maximale et la température opérative maximale de la zone (pendant la période d'occupation) seront automatiquement renseignées.

Deux types de sorties peuvent être choisies pour représenter l'évolution annuelle des conditions de confort :

- Le diagramme de confort
- L'évolution temporelle de la température annuelle.

Les calculs

LES MODES DE CALCUL

OPTICLIM™ permet deux modes de calcul :

- le mode « **sans climatisation** » qui permet d'évaluer le confort hygrothermique au cours de l'année dans le bâtiment et la pertinence du recours à la climatisation. Le bandeau de résultat affiche la valeur de la température sèche maximale dans la zone sans climatisation ainsi que la température opérative (ou encore température résultante qui tient compte de l'impact pour l'occupant de la température de l'air et de la température des parois) correspondante maximale pour toute la période de simulation. Pour une évaluation plus rigoureuse du confort hygrothermique, il convient de tracer a minima l'évolution de la température et de l'humidité relative de la zone à partir du fichier CSV (voir paragraphe « évolutions temporelles »).
- Le mode « **avec climatisation** ». Ce mode suppose deux séries de simulations distinctes. Lors de la première simulation, OPTICLIM™ évalue la puissance frigorifique optimale de la climatisation pour la zone considérée. Lors d'une seconde simulation, OPTICLIM™ évalue le comportement d'un climatiseur split dont la puissance frigorifique est connue et spécifiée par l'utilisateur. Le fonctionnement de la climatisation est défini par un profil permettant de spécifier les heures de fonctionnement durant la journée et les mois de fonctionnement durant l'année. Pour faire fonctionner la climatisation en permanence il faut choisir le profil d'occupation « ON ». La clim est alors toujours en fonctionnement - exemple : salle de serveurs informatiques.

LA SAUVEGARDE DES CALCULS

AVANT LES CALCULS

Avant d'avoir lancé les calculs, il est possible de sauvegarder les paramètres entrés par l'utilisateur en cliquant dans le menu « Fichier » sur l'option « Enregistrer ». Cette sauvegarde permet de créer un fichier texte (avec une extension « .txt ») qui enregistre les entrées déjà renseignées par l'utilisateur. Ce fichier texte peut être ensuite importé dans l'outil afin de lancer modifier les paramètres et de lancer la simulation ultérieurement (voir plus bas).

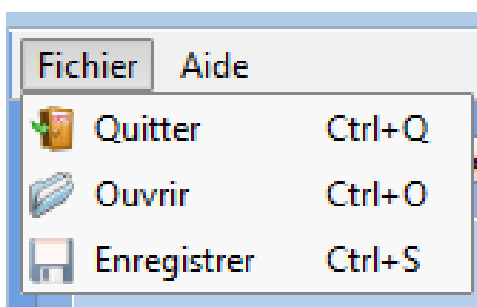


Figure 12. Menu "Fichiers"

APRES LES CALCULS

A la fin des calculs, OPTICLIM™ propose de faire une sauvegarde de la simulation. Lors de cette sauvegarde OPTICLIM™ enregistre 4 fichiers :

- Fichier 1 : fichier texte (avec une extension « .txt ») proposant les entrées et les principales sorties affichées dans l'onglet résultats. Ce fichier texte permet d'importer (menu « Fichier », option « importer ») une simulation déjà effectuée et de relancer le calcul (voir plus bas) ;
- Fichier 2 : fichier excel (avec une extension « .csv ») donnant toutes les variables de sortie calculées heure par heure. Ce fichier comporte sur les 24 premières lignes de données, les valeurs de la simulation de dimensionnement sur une journée unique correspondant à la plus chaude de l'année. Les 8760 lignes suivantes correspondent aux 8760 valeurs horaires de la simulation annuelle ;
- Fichier 3 : fichier image (extension « .jpeg ») correspondant à l'impression d'écran de l'onglet « résultats » ;
- Fichier 4 : fichier texte (extension « .eso ») contenant les résultats pour utilisation par d'autres logiciels (SketchUp, Ecotect, MC4, ect.).

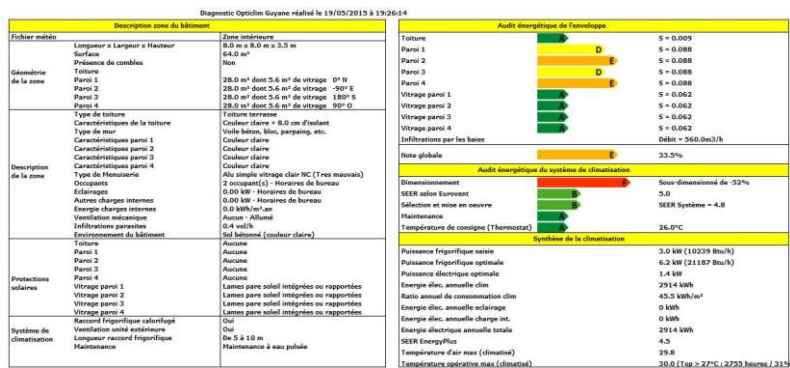
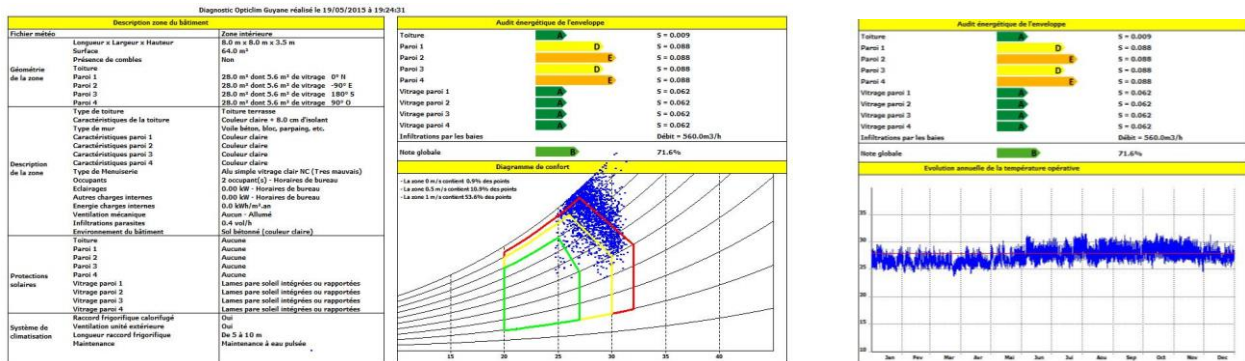
IMPORTATION DE SIMULATIONS OU DE BATIMENT

Pour récupérer un fichier de description de bâtiment ou une simulation déjà effectuée, il faut importer (menu « Fichier », option « importer », voir figure 12) le fichier texte (fichier 1). L'onglet résultats apparait vide, il faut donc relancer les calculs pour faire apparaitre les résultats.

Les sorties

OPTICLIM™ propose des sorties pour les deux modes de calcul :

- Sans climatisation avec le diagramme de confort ou l'évolution annuelle de la température (figure 13) ;
- Avec climatisation (figure 14).



Les valeurs de sortie du logiciel OPTICLIM™ sont de trois types :

- Des étiquettes « énergie »
- Des sorties en valeurs numériques
- Des évolutions temporelles par fichier .csv

LES ÉTIQUETTES « ENERGIE »

Les étiquettes permettent de qualifier de manière simple les performances de chacun des composants de l'enveloppe de la zone et des composants du système de climatisation lui-même. OPTICLIM™ propose donc une évaluation de chacun des types de parois opaques et des ouvrants ou baies en relation avec l'extérieur. Il qualifie aussi le niveau d'infiltration et établit une étiquette globale permettant de classer le bâtiment dans son niveau global de performance.

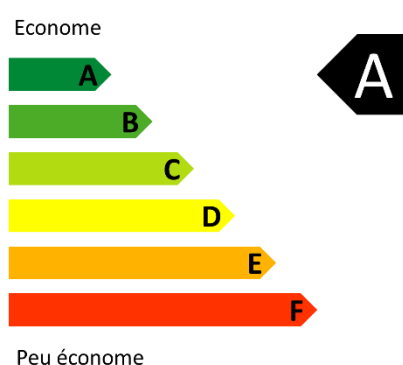


Figure 15. Etiquettes énergie

L'ENVELOPPE

La notation de l'enveloppe est réalisée à partir du tableau suivant. Le facteur solaire (S) de chaque paroi opaque et de chaque ouvrant ou baie en relation avec l'extérieur est calculé par OPTICLIM™ et est comparée à une valeur seuil, en fonction de l'orientation géographique de la paroi ou de la baie (tableau 12).

Tableau 12. Valeurs seuils pour le classement des parois opaques

Éléments extérieurs de l'enveloppe						Note
Toiture	Parois Nord et Sud	Parois Est et Ouest	Baies Nord et Sud	Baies Ouest et Est	Infiltration par les baies	
$S < 0,012$	$S < 0,045$	$S < 0,03$	$S < 0,25$	$S < 0,15$	A3	A
$0,012 < S < 0,015$	$0,045 < S < 0,055$	$0,03 < S < 0,035$	$0,25 < S < 0,3$	$0,15 < S < 0,2$	A2	B
$0,015 < S < 0,02$	$0,055 < S < 0,07$	$0,035 < S < 0,04$	$0,3 < S < 0,4$	$0,2 < S < 0,25$	A1	C
$0,02 < S < 0,03$	$0,07 < S < 0,09$	$0,04 < S < 0,06$	$0,4 < S < 0,5$	$0,25 < S < 0,3$	A0	D
$0,03 < S < 0,05$	$0,9 < S < 0,12$	$0,06 < S < 0,1$	$0,5 < S < 0,6$	$0,3 < S < 0,4$	NC	E
$0,05 < S$	$0,12 < S$	$0,1 < S$	$0,6 < S$	$0,4 < S$		F

Les facteurs solaires des murs et des vitrages sont calculés en régime dynamique (heure par heure) par le noyau de calcul EnergyPlus en faisant le ratio des flux solaires directs incidents ainsi que les flux transmis par les parois.

Pour les baies, le facteur solaire sans protection solaire est donné par les caractéristiques ci-dessous (tableau 13).

Tableau 13. Facteur solaire des vitrages

Type menuiserie	Facteur solaire S		
	Vitrage clair	Vitrage teinté	Vitrage réfléchissant
Alu SV	0,62	0,35	0,19
Alu DV 4-6-4	0,56	0,32	0,17
Bois SV	0,59	0,33	0,18
Bois DV 4-6-4	0,53	0,30	0,16
PVC SV	0,56	0,32	0,17
PVC DV 4-6-4	0,5	0,28	0,15

Note globale

Le classement global de l'enveloppe est proposé au travers de la note finale. Cette note est évaluée en calculant l'énergie transmise par les parois d'un bâtiment idéal de référence (bénéficiant d'une étiquette A pour toutes ses parois opaques et baies) et notée Q_{ref} . OPTICLIM™ compare l'énergie transmise selon les caractéristiques réelles du bâtiment considéré (notée Q) avec celle transmise au sein du bâtiment de référence (Q_{ref}) et affecte la note en se reportant au tableau 14 ci-dessous :

Tableau 14. Note globale de l'enveloppe en fonction du ratio Q_{ref}/Q

Ecart entre bâtiment réel et bâtiment de référence	Note globale
$0,8 < Q_{ref}/Q$	A
$0,7 < Q_{ref}/Q < 0,8$	B
$0,5 < Q_{ref}/Q < 0,7$	C
$0,4 < Q_{ref}/Q < 0,5$	D
$0,3 < Q_{ref}/Q < 0,4$	E
$Q_{ref}/Q < 0,3$	F

LE SYSTEME DE CLIMATISATION

Dimensionnement du système de climatisation

Il est évalué en comparant la puissance frigorifique réellement installée (« puissance frigorifique connue » disponible sur la fiche technique de l'unité intérieure) avec la puissance frigorifique optimale évaluée par le logiciel. L'écart est reporté dans le tableau suivant pour attribuer la valeur de l'étiquette. Il faut noter qu'un surdimensionnement n'est pas très pénalisant pour les systèmes avec une technologie de régulation « inverter » par contre pour les systèmes fonctionnant avec

une régulation ON/OFF, tout surdimensionnement implique une dégradation importante des performances.

Tableau 15. Valeurs seuils pour le classement du dimensionnement de la climatisation

Ecart entre le dimensionnement par OPTICLIM™ et la puissance connue	Etiquette
Puissance connue < 30% d'écart avec le calcul OPTICLIM™	A
30% de + puissance donné par OPTICLIM™ < puissance connue < + 50% Puissance donné par OPTICLIM™	B
50% de + puissance donné par OPTICLIM™ < puissance connue < 70% puissance donné par OPTICLIM™	C
70% de + Puissance donné par OPTICLIM™ < puissance connue < 90% puissance donné par OPTICLIM™	D
Puissance connue > + 90% d'écart avec calcul OPTICLIM™	E

Choix du système : SEER selon Eurovent

Une étiquette est associée à la sélection du système grâce à la valeur de SEER indiquée dans les caractéristiques du système, cellule « SEER selon Eurovent ». La correspondance entre les valeurs de SEER et les étiquettes est donnée dans le tableau 16.

Tableau 16. Valeurs seuils pour le classement du SEER du système

SEER	Classe
SEER > 8,5	A+++
6,1 < SEER ≤ 8,5	A++
5,6 < SEER ≤ 6,1	A+
5,1 < SEER ≤ 5,6	A
4,6 < SEER ≤ 5,1	B
4,1 < SEER ≤ 4,6	C
3,6 < SEER ≤ 4,1	D
3,1 < SEER ≤ 3,6	E
2,6 < SEER ≤ 3,1	F
SEER ≤ 2,6	G

Attention : depuis janvier 2014, tous les systèmes dont le SEER est inférieur à 4,6 sont interdits à l'importation

La sélection et la mise en œuvre

Ce paramètre est évalué en tenant compte de la valeur entrée dans la cellule « SEER selon Eurovent » spécifiée dans le volet « caractéristiques du système » et la qualité de l'installation telle qu'elle est évaluée dans l'onglet « mise en œuvre et maintenance ».

OPTICLIM™ calcule une valeur du SEER liée à la performance inhérente du système installé ainsi qu'à sa mise en œuvre, notée $SEER_{syst}$, en multipliant la valeur de SEER « selon Eurovent » par le coefficient de réduction du à la mise en œuvre K_{MEO} , donné dans le tableau 17 et celui du à la maintenance K_{MAI} , donné dans le tableau 18.

$$SEER_{syst} = K_{MEO} \times K_{MAI} \times SEER_{selon\ Eurovent}$$

Tableau 17. Coefficient de réduction des EER et SEER résultant du type de mise en œuvre

Isolant	Coefficient K_{MEO}			
	Réduction de l'EER du à la mise en œuvre			
	Avec		sans	
Ventilation efficace de l'UE	oui	Non	oui	non
Longueur de la liaison frigorifique				
Moins de 5 m	1	0,97	0,93	0,91
5 à 10 m	0,97	0,96	0,86	0,83
10 à 15 m	0,96	0,95	0,79	0,74
15 m à 20 m	0,95	0,93	0,73	0,65
20 m à 25 m	0,93	0,91	0,61	0,54
25 m à 30 m	0,92	0,9	0,49	0,43
Plus de 30 m	0,80	0,7	0,45	0,40

L'étiquette associée à la valeur finale de $SEER_{sys}$ est donnée dans le tableau 16.

La maintenance

L'étiquette de maintenance est évaluée comme suit :

Tableau 18. Classement résultant du type de maintenance

Type de maintenance	Coefficient K_{MAI} de réduction du SEER Eurovent	Proposition classement
Contrat de maintenance à eau pulsée	1	A
Maintenance annuelle complète et nettoyage régulier des filtres	0,92	B
Maintenance « légère » : recharge annuelle de fluide frigorigène, pas de contrôle nettoyage des filtres	0,6	C
Pas de maintenance	0,5	D

LES SORTIES NUMERIQUES

L'ENVELOPPE

Outre la caractérisation et l'évaluation par les étiquettes énergie, OPTICLIM™ propose des valeurs numériques pour qualifier les parois en calculant des facteurs solaires comme précisé plus haut.

LE SYSTEME

Puissance frigorifique saisie

C'est la puissance frigorifique telle qu'elle est spécifiée dans le volet « caractéristiques » exprimée en W et en BTU/h (1 W = 3,415 BTU/h ou encore 1 BTU/h = 0,298 W).

Puissance frigorifique optimale

C'est la puissance frigorifique calculée par OPTICLIM™ qui est nécessaire pour que la zone soit maintenue à la température de consigne spécifiée dans le volet « caractéristique » pendant la période d'utilisation de la climatisation en fonction des apports thermiques externes et internes, des usages et du renouvellement d'air dans le local.

Puissance électrique optimale

C'est la puissance électrique nécessaire correspondant à la puissance frigorifique optimale et obtenue en divisant cette puissance frigorifique optimale par le $SEER_{EnergyPlus}$, soit :

$$Puissance\ électrique\ optimale = \frac{Puissance\ frigorifique\ optimale}{SEER_{EnergyPlus}}$$

Energie électrique annuelle clim :

Elle est calculée à partir de l'énergie frigorifique annuelle évaluée par OPTICLIM™, délivrée dans la zone et à partir de la valeur du $SEER_{EnergyPlus}$ par :

$$Energie\ électrique\ annuelle = \frac{Energie\ frigorifique\ annuelle}{SEER_{EnergyPlus}}$$

Ratio annuel de consommation

OPTICLIM™ calcule le rapport entre la consommation d'énergie électrique annuelle et la surface climatisée (en kWh/m².an).

SEER condition d'opération EnergyPlus : efficacité saisonnière évaluée par EnergyPlus

Le modèle de système de traitement d'air utilisé dans OPTICLIM™ permet d'évaluer la dégradation de la performance du split en fonction du surdimensionnement et de ses conditions d'opération (température intérieure et extérieure). La valeur de $SEER_{EnergyPlus}$ proposée tient en outre compte de l'influence de la maintenance et de la mise en œuvre qui dégrade la performance globale du système. Voir la note sur l'évaluation du SEER en annexe 2.

La température d'air maximale

Cette température est la température d'air maximale dans la zone sur la période de simulation (1 an) en ne comptabilisant que les périodes durant lesquelles la zone est occupée (et où la

climatisation fonctionne). Si la puissance installée est supérieure ou égale à la puissance optimale cette valeur doit être proche de la valeur de consigne (sans pour autant être forcément égale car lors des périodes de redémarrage de la climatisation, la température de la zone n'atteint pas la valeur de consigne immédiatement sur le pas de temps de calcul du logiciel).

La température opérative maximale

Cette température est la valeur maximale atteinte sur la période où la climatisation fonctionne. Elle traduit mieux les conditions de confort réelles dans la zone car elle tient compte à la fois de la température de l'air et de la température des parois de la zone.

Le nombre d'heures où la température opérative est plus de 1°C supérieure à la température de consigne ($T_{\text{opérative}} > T_{\text{consigne}} + 1^{\circ}\text{C}$) est également indiqué. Il permet de mettre en garde sur les performances du bâti qui peuvent entraîner des températures opératives trop importantes et donc des risques d'inconfort.

Il est à noter que ce nombre d'heures considère uniquement les heures où la climatisation est en fonctionnement. Par exemple pour un fonctionnement de bureau (8 heures par jour, 5 jours par semaine), une valeur de 500 heures représente plus de 3 mois complets où les occupants risquent d'être en situation d'inconfort thermique.

Le pourcentage du temps (climatisé) où la température opérative est plus de 1°C supérieure à la température de consigne est ajouté pour permettre une lecture plus aisée.

EVOLUTIONS TEMPORELLES

Elles sont accessibles par un fichier avec extension « .csv » utilisable avec Excel.

Le format de fichier CSV doit être converti en spécifiant un séparateur de colonne de type « virgule ». Il sera aussi peut être nécessaire, pour tracer les courbes, de remplacer le séparateur de décimale anglo-saxon (le point) par le séparateur virgule.

Nota : la fonction « rechercher et sélectionner » disponible dans l'onglet accueil d'Excel permet de remplacer automatiquement les points par des virgules (et inversement).

Les principales valeurs proposées dans le fichier sont données ci-après:

- Date/Time : Temps
- Environment:Outdoor Dry Bulb [C](Hourly) : température sèche extérieure
- Environment:Outdoor Relative Humidity [%](Hourly): humidité relative extérieure
- Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2](Hourly) : rayonnement direct incident (total : ensemble des parois extérieures ?) sur les parois extérieures opaques et baies
- Zone Mean Air Temperature [C](Hourly) : température d'air moyenne horaire de la zone
- Zone Infiltration Total Heat Loss [J](Hourly) pertes thermiques par infiltration
- Zone Infiltration Total Heat Gain [J](Hourly): gains thermiques par infiltration
- Zone/Sys Sensible Cooling Rate[W](Hourly) : puissance sensible en froid
- Zone Air Relative Humidity[%](Hourly) : humidité relative de la zone.

A titre d'exemple la figure 16 présente la courbe d'évolution de la température intérieure tracée à partir des données contenues dans le fichier résultat. Cette courbe permet d'identifier une période de l'année pendant laquelle la température du local fonctionnant sans climatisation est inférieure à 26°C et permet d'envisager un fonctionnement passif du bâtiment et ainsi l'arrêt complet du système de climatisation.

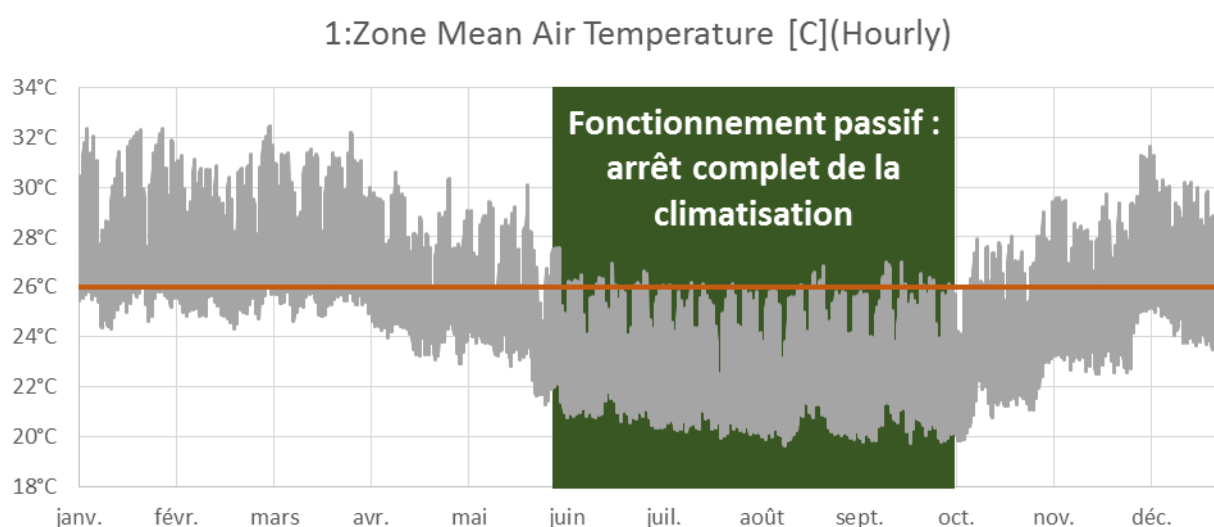


Figure 16. Courbe d'évolution de la température intérieure tracée à partir du fichier de résultat

Méthodologie sommaire de diagnostic

AVANT LA REALISATION DE L'ETUDE

Lors du contact préalable à la visite sur site le prestataire demandera au maître d'ouvrage de lui préparer et de lui envoyer afin qu'il puisse préparer sa visite et faire une pré-analyse les documents suivants :

- A minima :
 - une copie des factures de consommations d'électricité du bâtiment sur 3 ans ;
 - une copie des factures de réalisation des installations de climatisation
 - une copie des contrats ou factures de maintenance si elles existent ;
 - un synoptique ou document d'information de l'usage du bâtiment en termes de zonage énergétiques homogènes. Ce document pourra être remplacé par des informations données lors d'un entretien in situ avec un responsable du bâtiment mais il a surtout pour objet de donner les moyens au prestataire d'effectuer un échantillonnage des zones caractéristiques qui seront à simuler par l'outil OPTICLIM™ ;
 - une information sur les évolutions futures à court ou moyen terme du bâtiment qui pourraient rendre l'intérêt opérationnel de l'étude obsolète à court terme ;
 - une information sur les diverses raisons qui ont motivé la demande de réalisation de cette étude OPTICLIM™.
- idéalement, outre les informations minimales ci-dessus, les documents supplémentaires suivants :
 - jeu de plans du bâtiment ;
 - CCTP du bâtiment pour les divers lots enveloppe et équipements techniques ;
 - descriptif du bâtiment en particulier des parois et des composants ;
 - toute autre information utile à la réalisation de la mission y compris des informations sur les inconforts, les pathologies ou certaines contraintes d'intervention ;

Nous recommandons fortement au prestataire de ne pas entreprendre son étude OPTICLIM™ avant de disposer des documents minimum car la qualité et l'efficacité de son travail s'en trouveraient extrêmement compromises.

Rajoutons enfin que le MO a l'obligation :

- de permettre l'accès aux locaux au prestataire, y compris les locaux techniques, combles, toitures, ...
- de tenir au courant son personnel de la réalisation de cette étude et de son objet et de mettre le prestataire en contact avec les personnes qui ont une connaissance du fonctionnement du bâtiment aussi bien technique que comportementale;
- plus globalement de permettre au prestataire la réalisation de sa mission dans de bonnes conditions (par fourniture d'un endroit pour qu'il s'installe pendant sa/ses visites).

VISITE SUR SITE

La visite sur site a pour objet principal de collecter les données techniques et non techniques nécessaires à la réalisation de l'étude.

Outre la prise de connaissance des documents non transmis avant sa venue par le représentant du maître d'ouvrage, le prestataire effectuera :

- La collecte des données techniques manquantes sur le bâti, les systèmes (climatisation, équipements générant des apports internes), leur maintenance, ...
- La collecte des données comportementales en particulier la mesure de températures instantanées pendant les périodes de fonctionnement de la climatisation si le diagnostic est effectué pendant cette période, sachant que la température de consigne de la climatisation a une influence de premier ordre sur les consommations énergétiques du bâtiment;
- L'échantillonnage de zones thermiquement homogènes qu'il faudra simuler individuellement puisque OPTICLIM™ est basé sur l'utilisation d'un code de simulation thermique dynamique mono-zone. Ce dernier point de définition de l'échantillonnage est essentiel et ne devra :
 - o Ni faire l'objet de « raccourcis » trop rapides assimilant deux zones trop différentes l'une à l'autre car cette méthode nuirait à la qualité du diagnostic OPTICLIM™ ;
 - o Ni faire l'objet du découpage du bâtiment en un nombre de zones trop important qui pourrait nuire, à l'intérieur d'un temps global imparti au diagnostic par le prestataire qui est limité, nuire au nombre de cas de simulations qui devraient être réalisés pour chaque zone.

Sur ce dernier point d'échantillonnage, nous recommandons au prestataire de traiter comme zones thermiquement semblables des zones de configuration géométriques identiques ou quasi identiques (ex : bureaux semblables de même orientation et caractéristiques de parois extérieures) y compris si les profils d'apports internes sont légèrement différents.

Cette visite sur site pourra avoir été d'autant mieux préparée que le prestataire disposera des données fournies par le maître d'ouvrage avant sa venue sur place.

Le prestataire n'a pas l'obligation de commencer l'analyse énergétique du bâtiment et les calculs de simulation pendant sa visite sur site.

Nous lui recommandons néanmoins toutefois de réaliser a minima sur le site les investigations suivantes :

- évaluation de la consommation énergétique totale du bâtiment à partir des factures électriques ;
- premières simulations des consommations énergétiques du bâtiment dans son état actuel pour toutes les zones.

Ces premiers calculs lui permettront en effet de voir si et dans quelle mesure les calculs corroborent les données réelles, et ce afin de voir les hypothèses qui auraient pu être mal appréhendées.

Il est difficile de dire quel pourcentage de la consommation totale du bâtiment doit représenter la climatisation mais une fourchette très large est de l'ordre de 30% à 80% et plus souvent de 50% à

70% selon le niveau d'équipements électriques installés et la gestion de l'intermittence saisonnière.

Une chose est certaine si les calculs donnent des consommations trop éloignées de cette fourchette, ils devront être itérés en réalisant une analyse critique des hypothèses qui avaient été retenues dans un premier temps.

Un tableau de saisi des informations est proposé avec l'outil. Il peut être imprimé et rempli sur place, ou renseigné en format Excel sur le site avec un ordinateur portable. Ce tableau permet de rassembler la plupart des données nécessaires aux simulations. L'utilisation de ce tableau suppose que le zonage thermique du bâtiment a été fait et que l'auditeur sait quel est le nombre de zones à simuler.

METHODE DE DEFINITION DES ZONES THERMIQUES DU BATIMENT

RAPPEL : ZONAGE THERMIQUE

Le zonage thermique consiste à identifier des zones dans un bâtiment ayant un comportement thermique identique. On constitue des groupes pièces pour étudier le bâtiment sur un nombre plus limité de zone. Cette méthode permet aussi de réaliser des diagnostics de bâtiments complets à l'aide de l'outil OPTICLIM™ bien que cet outil soit destiné à l'étude de locaux monozones.

Dans le cas des diagnostics thermiques ou des bilans thermiques de bâtiments, l'objectif est de réduire l'étude du bâtiment à un nombre de zones thermiques limité, représentatives du comportement global du bâtiment.

Le zonage thermique s'appuie sur l'évaluation des sollicitations du bâtiment. Ainsi une zone thermique regroupera des pièces ayant des sollicitations similaires. Il s'agit d'identifier donc la contribution des chacune des charges suivantes dans le bilan du bâtiment :

- L'ensoleillement
- Les charges externes
- Les charges internes (occupation, éclairage, autres charges internes sensibles et latentes)
- Pour le cas spécifique des études OPTICLIM™ : le système de climatisation individuel installé.

Ensoleillement

L'identification de charge identique d'ensoleillement suppose que l'orientation des pièces de la zone ainsi que les protections solaires soient identiques.

Autres charges externes

Hormis l'ensoleillement, les transferts aérauliques avec l'extérieur constituent des sollicitations fortes d'un bâtiment. Une zone thermique regroupera donc des pièces ayant des ouvertures sur l'extérieur et une fréquence d'ouvertures identiques. Par exemple un hall d'accueil du public ne peut être assimilé à un bureau ayant une porte donnant sur l'extérieur de même dimension. Cependant il est possible de regrouper ces pièces à condition de faire la somme des débits d'air

passant par chacune des ouvertures, ce qui est généralement assez difficile car il faut pouvoir estimer les temps d'ouverture de portes.

Charges internes

Deux paramètres interviennent pour évaluation des charges internes : la puissance installée (en W ou kW) et le planning d'utilisation. Elles se définissent sous deux formes : les charges sensibles (éclairage, informatique et matériel électrique en général) et les charges latentes liées à un dégagement de vapeur d'eau dans les bâtiments (activité de cuisine, toilettes, etc...).

Les occupants d'un local dégagent à la fois des charges sensibles et latentes.

Système de climatisation

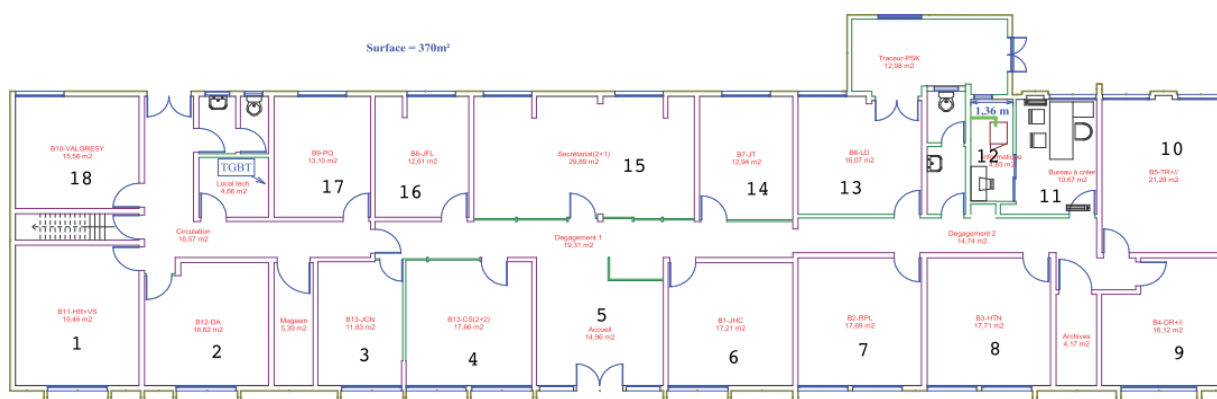
Le diagnostic OPTICLIM™ tenant compte des caractéristiques du split system, le zonage devra s'appliquer à des pièces équipées d'un système rigoureusement identique tant pour le modèle que pour la mise en œuvre et sa maintenance.

METHODE DE ZONAGE THERMIQUE OPTICLIM™

L'objectif du diagnostic OPTICLIM™ est d'avoir une estimation des performances énergétiques d'un bâtiment et des systèmes de climatisation dont il est équipé. Afin de réduire le temps d'analyse pour un bâtiment complexe comportant un nombre important de locaux, un zonage thermique est possible. La méthode préconisée est celle consistant à décrire le bâtiment en « multi-monozone » et de vérifier les consommations par une simulation de l'ensemble du bâtiment sous la forme d'une seule monozone. Pour les simulations « multimonzones » il faut identifier différentes zones thermiques possibles du bâtiment. Le diagnostic s'opère sur un local unique représentant chacune des zones thermiques et traité comme une monozone. On obtient les consommations globales du bâtiment en additionnant les consommations de chacune des monozones.

Description multi-monozone

Un exemple de schéma d'un bâtiment à diagnostiquer est proposé ci-dessous :

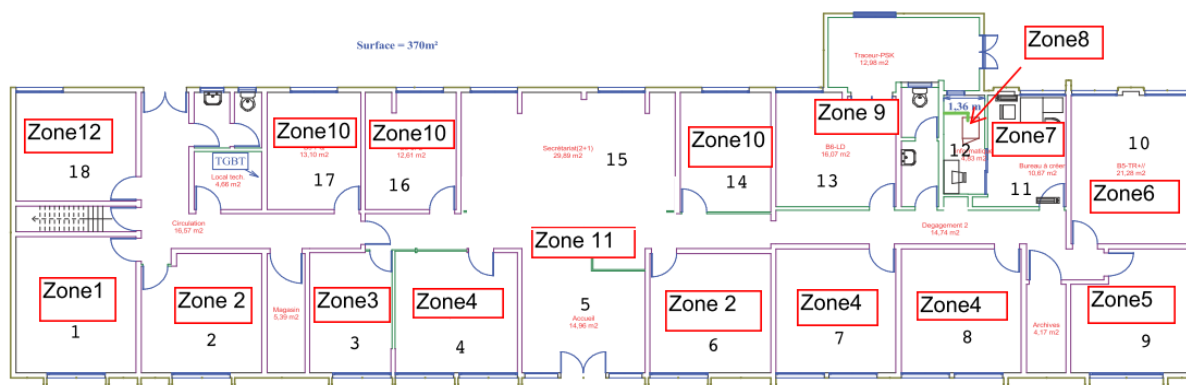


La liste des charges est spécifiée dans le tableau ci-dessous :

Bureau	Surface (m ²)	Eclairage (w)	Surface vitrée (m ²)	Split system	Charges internes	Charges internes (W)	Orientation
1	19	216 W	2,5	LG LS-E0981CL 900 Btu/h	2 portables + écran	220	N
2	17	144 W	2,5	LG LS-E0981CL 900 Btu/h	1 portable + écran	160	N
3	12	144 W	2,5	LG LS-E0981CL 900 Btu/h	1 portable + écran	160	N
4	17	144 W	4,2		1 portable + écran	160	N
5	15	216 W	11	YORK 18 000 BTU	1 imprimante		N
6	17	216 W	2,5	LG LS-E0981CL 900 Btu/h	1 portable + écran	160	N
7	17	144 W	4,2		1 portable + écran	160	N
8	17	144 W	4,2	TOP COOL KF 32GNA12 9000btu/h	2 portables + écran	220	N
9	16	144 W	2,9	GALAXIE 9000 btu/h	2 portables + écran	220	N
10	21	144 W	3,6	TOP COOL KF 32GNA12 9000btu/h	2 portables + écran	220	S
11	11	144 W	1,8	GREE GSSC24 24 000 btu	2 portables + écran	220	S
12	5	72 W	0	GREE GSSC24 24 000 btu	1 serveur info		S
13	16	368 W	3,2	GREE GSSC7 7000btu/h	3 portables + écran	280	S
14	13	144 W	2	GREE GSSC7 7000btu/h	1 portable + écran	160	S
15	30	288 W	5,4	YORK 18000 btu/h	2 portables + écran	220	S
16	13	144 W	1,8	GREE GSSC7 7000btu/h	1 portable + écran	160	S
17	13	144 W	1,8	GREE GSSC12 12000 btu/h	3 portables + écran	280	S
18	16	224 W	1,8	GREE GSSC12 12000 btu/h	1 portable + écran	160	S

Pour appartenir à la même zone thermique, deux bureaux doivent :

- avoir la même orientation ;
- avoir une surface au sol identique à 10% près ;
- avoir le même nombre de façades donnant sur l'extérieur ;
- avoir des charges internes identiques à 10% près.



L'attribution des bureaux par zone est proposée ci-après.

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bureaux	1	2,6	3,4	4,7,8	9	10	11	12	13	14,16,17	5+15	18

Le zonage a permis de réduire l'étude de 18 locaux à 12 locaux. La validation de ce « découpage » s'obtient en réalisant la simulation de l'ensemble du bâtiment comme un bâtiment monozone.

Description monozone de l'ensemble du bâtiment

Cette description sert à la validation des hypothèses faites lors de la description « multi-monozone », notamment sur la consommation d'électricité globale du bâtiment. Cette description ne peut s'appliquer au système car celui-ci n'est pas unique dans le bâtiment. Il convient de choisir un système dont la puissance est égale à la somme des puissances des splits systems installés en lui affectant un EER moyen.

CALCULS ET INVESTIGATIONS

L'outil de calcul OPTICLIM™ est présenté dans les paragraphes précédents qui donnent le contexte général, les usages et limitations ainsi que les inputs et outputs de l'outil et en particulier le système de notation A, B, ..., G des divers paramètres conceptuels.

Le prestataire effectuera plusieurs simulations pour chaque zone caractéristique représentative du bâtiment :

- Dans un premier temps un certain nombre de simulations de la situation actuelle et ce afin de faire une véritable « photographie » de l'état énergétique actuel du bâtiment pour donner une valeur de performance à chacun des paramètres qui va influencer sur son comportement énergétique à savoir :

- Chacun des paramètres d'enveloppe ;
 - Le paramètre « dimensionnement du système de climatisation »;
 - Les paramètres de conception et de mise en œuvre ;
 - La maintenance.
- Dans un second temps pour simuler divers cas consistant à apporter une ou des améliorations pour chacun des paramètres pour lesquelles, il est possible, important, voire essentiel d'agir pour se rapprocher de la note A de la catégorie correspondante.

Les résultats de chaque simulation retenue seront cantonnés dans la même feuille de suivi que celle ayant servi à cantonner les inputs des simulations.

Il est important de remarquer :

- que les simulations sur la situation actuelle tout comme chaque amélioration fera l'objet de plusieurs « runs » notamment en termes de gestion ou pas de l'intermittence et ce afin d'évaluer :
 - les consommations énergétiques maximales théoriques en fonctionnement permanent ;
 - la connaissance de paramètres tels que la température résultante (ou température opérative Top) dont une valeur élevée (cas des bâtiments mal protégés de l'ensoleillement en particulier au niveau de la toiture), pourra conduire le prestataire à itérer ses calculs pour prendre en compte des températures de consignes plus faibles puisque, de facto ce réglage de thermostat à 24°C, 23°C voire moins sera nécessaire pour obtenir un confort équivalent à celui obtenu à 25°C dans un bâtiment efficacement protégé du soleil. Une fois les améliorations impactantes sur Top effectuées, le prestataire pourra revenir à une température proche de la consigne normale de fonctionnement ;
- que les améliorations sur les divers paramètres seront effectuées, au moins dans un premier temps en faisant varier un seul paramètre à la fois afin de mesurer l'influence de chacun sur les performances énergétiques. Ce sera le cas en particulier des simulations sur les paramètres du bâti ;
- que des simulations spécifiques ayant les objectifs suivants devront être réalisées :
 - optimisation comportementale comprenant l'optimisation de la température de consigne et l'optimisation de la gestion de l'intermittence du bâtiment ;
 - optimisation des apports internes ;
- que si les simulations faisant varier les différents paramètres sont effectuées de manière indépendante il est clair qu'il existe une interdépendance entre bâti et système et que par exemple des améliorations sur le bâti pourront conduire à une diminution de la puissance installée ;
- qu'un des outputs, et non des moindres, des simulations sera de sortir, pour chaque cas, des profils de température annuelle dans le bâtiment fonctionnant sans climatisation permettant de mettre en évidence les périodes pendant lesquelles les températures se situeront dans la zone de confort afin de donner au MO des recommandations de gestion volontaire éventuellement « dirigistes » de cette intermittence (par exemple non autorisation de fonctionnement de la climatisation pour certaines périodes de l'année).

Annexes

GLOSSAIRE

Absorptivité (sans unité) : part du flux solaire incident qui est absorbé par un matériau. Cette grandeur dépend de la teinte et de l'état de surface du matériau (noté α , de 0,4 à 1).

Transmissivité (sans unité) : part du flux solaire incident qui est transmise par un matériau transparent ou semi transparent.

Réflexivité (sans unité) : part du flux solaire incident qui est réfléchi par un matériau.

Température opérative (K) : la température opérative (ou température résultante) permet de tenir compte non seulement de la température de l'air ambiant du local mais aussi du rayonnement des parois entourant l'utilisateur d'un bâtiment et caractérise ainsi mieux ses conditions de confort que la seule température ambiante. Elle se détermine, en première approximation, par la formule suivante :

$$T_{opérative} = \frac{T_{air} + T_{parois}}{2}$$

Albédo (sans unité) : c'est la part de rayonnement solaire réfléchi par l'environnement d'un bâtiment (sol, autres constructions...) et dont une partie vient impacter indirectement le bâtiment.

Conductivité (en W/(m.K)) : la conductivité thermique est une grandeur physique caractérisant le comportement des matériaux lors du transfert thermique par conduction. Cette constante apparaît par exemple dans la loi de Fourier (voir l'article conduction thermique). Elle représente la quantité de chaleur transférée par unité de surface et par une unité de temps sous un gradient (écart) de température.

Résistance thermique (en m².K/W) : la définition de la résistance thermique d'un matériau intrinsèque est donnée par :

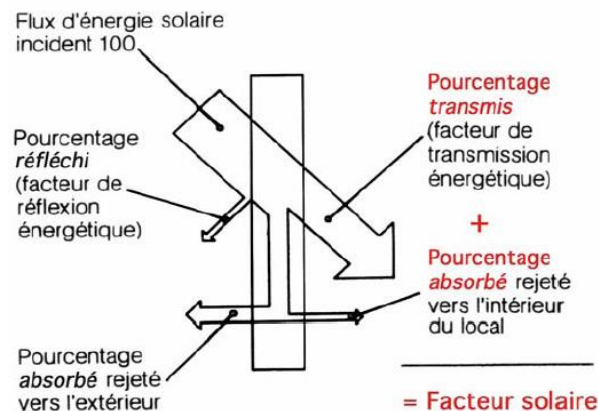
$$R = \frac{e}{\lambda} [m^2.K.W^{-1}]$$

Avec

e : épaisseur du matériau [m]

λ : conductivité du matériau [$W.m^{-1}.K^{-1}$]

Facteur solaire (sans unité) : le facteur solaire est la proportion de l'énergie solaire qui traverse une paroi comparée avec l'énergie solaire reçue à l'extérieur de la paroi.



EVALUATION DE L'EFFICACITE DES SPLIT SYSTEMS

L'EFFICACITE DES SYSTEMES DE CLIMATISATION

La performance des « split systems » s'évalue en calculant de ratio entre le froid produit et l'électricité utilisée par le système. Cette notion n'est malheureusement pas suffisante, il faut préciser dans quelles conditions ces quantités sont évaluées. Il faut donc distinguer les méthodes d'évaluation Européennes établies par EUROVENT et les méthodes américaines établies par le « Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute » (AHRI) car ces méthodes font référence à des conditions de fonctionnement des systèmes très différentes.

EER

Un premier critère de performance envisagé est l'EER (Energy Efficiency Ratio) qui est un ratio entre la puissance frigorifique instantanée produite par rapport à la puissance électrique instantanée absorbée pour des conditions de fonctionnement stabilisées du système et avec des températures d'air intérieur et extérieur bien définies et généralement prises à $T_{\text{int}} = 26^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{ext}} = 35^{\circ}\text{C}$. Sa définition suivant la norme européenne EN 14511:2004 est la suivante :

$$EER_{\text{Europe}} = \frac{\text{Puissance froid instantanée [W]}}{\text{Puissance électrique instantanée [W]}}$$

Attention les américains utilisent des unités différentes qui donnent des valeurs d'EER très différentes :

$$EER_{\text{USA}} = \frac{\text{Puissance froid instantanée [Bu/h]}}{\text{Puissance électrique instantanée [W]}}$$

Il apparait donc :

$$EER_{USA} = 3,413 \cdot EER_{europe}$$

SEER

Les conditions envisagées pour le calcul de EER ($T_{ext} = 35^{\circ}\text{C}$) sont assez extrêmes et beaucoup de systèmes ne fonctionnent que très peu de temps avec des températures extérieures aussi élevées. Ainsi les constructeurs préfèrent parler de l'efficacité saisonnière afin de tenir compte des conditions réelles de fonctionnement des systèmes. Le SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) se définit comme le ratio entre l'énergie frigorifique produite sur une saison de climatisation par l'énergie électrique consommée pendant cette saison suivant la formule :

$$SEER = \frac{\text{Energie frigo produite sur une saison [Wh]}}{\text{Energie electrique consommee sur la saison [Wh]}}$$

L'organisme américain AHRI a introduit le SEER qui tient compte non seulement de conditions d'opération (T_{int} et T_{ext}) variables mais aussi du fonctionnement à charge partielle du split dû à son surdimensionnement. L'AHRI a donc établi une méthode d'évaluation du SEER en tenant compte de conditions climatiques plus habituelles et conformes au climat américain.

ESEER

L'organisme Eurovent propose une approche similaire à celle de l'AHRI mais adaptée aux conditions climatiques européennes sous la forme d'un coefficient noté ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio). Les conditions climatiques prises en compte sont plus conformes aux conditions européennes puisque la température extérieure la plus basse envisagée est 19°C au lieu de $12,8^{\circ}\text{C}$ pour la méthode AHRI. Il faut noter l'existence d'une méthode italienne (EMPE) dont les conditions climatiques sont caractéristiques du climat méditerranéen. Toutes ces méthodes tiennent compte du fonctionnement à charge partielle du système.

CALCUL DE L'EFFICACITE SAISONNIERE

Le calcul de l'efficacité saisonnière dépend donc de l'organisme de référence mais la formule générale est identique :

$$ESEER = A.EER_{100\%} + B.EER_{75\%} + C.EER_{50\%} + D.EER_{25\%}$$

Les coefficients A, B, C, D sont donnés suivant les organismes dans le tableau ci-dessous :

PLR	ESEER (Eurovent)			SEER (AHRI)			EMPE (Italie)		
	Text ($^{\circ}\text{C}$)	Coefficients		Text ($^{\circ}\text{C}$)	Coefficients		Text ($^{\circ}\text{C}$)	Coefficients	
100%	35	A	3%	35	A	1%	35	A	10%
75%	30	B	33%	26,7	B	42%	31,3	B	30%
50%	25	C	41%	18,3	C	45%	27,5	C	40%
25%	19	D	23%	12,8	D	12%	23,8	D	20%

Où le PLR (Part Load Ratio) représente le taux de fonctionnement à charge partielle du système calculé comme le rapport entre l'énergie frigorifique réellement fournie par le système sur une période et l'énergie maximum que pourrait fournir ce système sur la même période en fonctionnant en permanence.

FONCTIONNEMENT A CHARGE PARTIELLE

Le fonctionnement cyclique ou à charge partielle des splits est dû à l'intervention de la régulation qui permet d'ajuster la température intérieure de la zone à la valeur de consigne souhaitée. Ainsi pour adapter la puissance frigorifique au besoin d'un local, le split va enchaîner des phases de marche et des périodes d'arrêt. On définit ainsi le PLR (Part Load Ratio) qui vaut 1 si la puissance du split est égale aux charges de la zone et tend vers 0 si le système est largement surdimensionné. Un PLR de 1 suppose que le split est en fonctionnement en permanence. Des études récentes montrent que ce type de fonctionnement transitoire entraîne des dégradations des performances pour des PLR faibles (inférieurs à 0,5) mais donne aussi lieu à de meilleures performances pour des PLR de 0,6 (voir figure ci-dessous). Ceci s'explique, entre autre, par le fait que le taux de compression étant plus faible, le rendement isentropique du compresseur est meilleur.

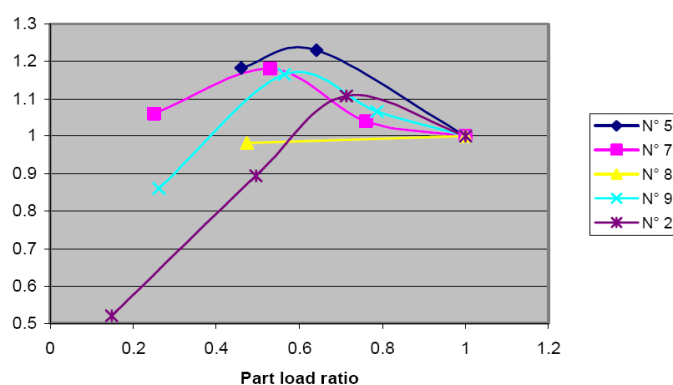


Figure 17. Réduction et augmentation de l'efficacité par rapport à l'efficacité nominale à pleine charge, en fonction du PLR pour 5 modèles de split

RECOMMANDATIONS SUR L'IMPLANTATION DES UNITES EXTERIEURES (ET INTERIEURES)

Il s'agit de permettre une évacuation efficace de la chaleur au niveau des unités extérieures grâce à une implantation éloignée d'obstacles et, a fortiori d'espaces de confinement (abris fermés, vides sanitaires non ventilés, etc.) et/ou d'espaces soumis à des apports climatiques importants (combles, ...). La logique est la même pour les unités intérieures : le positionnement des unités doit permettre une bonne aspiration de l'air ambiant pour pouvoir dissiper efficacement les frigories dans l'espace à rafraîchir.

