

Maitriser les objectifs énergétiques dans les bâtiments en climat tropical humide dès la programmation

# LIVRET D'ACCOMPAGNEMENT

Outil Reducalor
Version 1.0  
Janvier 2023

**Localisation**

Station météo: Cayenne  
Secteur: Logement

**Géométrie**

Surface utile totale (m<sup>2</sup>): 500,0  
Nombre de niveaux: 4  
Rapport Longueur / Largeur: 2,2  
Taux de percement / plancher: 20%  
Orientation façades principales: Nord-Ouest / Sud-Est

**Climatisation**

Surface climatisée (%): 100%  
Température de consigne (°C): 26  
Fonctionnement du climatiseur: Permanent  
Installation: Centralisée DRV - Très Performant

**Ventilation**

VMC (m<sup>3</sup>/pers.h) | Planning: 0 | Jamais  
Potentiel de ventilation naturelle: Confort (50 vol/h)

**Occupation**

Densité d'occupants (m<sup>2</sup>/pers): 15  
Valeur d'ajustement occupation: -40

**Protection solaire**

Facteur solaire des murs: Réglementaire  
Facteur solaire des baies: Réglementaire  
Facteur solaire de la toiture: Réglementaire

**Equipements**

Brasseurs d'air: Très performant  
Ventilation: Sans objet  
Eau chaude sanitaire: Très performant  
Eclairage intérieur: Très performant  
Eclairage extérieur: Très performant  
Bureautique: Très performant  
Froid alimentaire: Performant  
Chaud alimentaire: Performant  
Autres: Sans objet  
Equip. spé. avec apports (W/m<sup>2</sup>): 2  
Equip. spé. sans apports (W/m<sup>2</sup>):

	Climatisation		Ventilation naturelle	
	Besoin (kWh/m <sup>2</sup> )	Horaires d'inconfort	% d'inconfort	
Janvier ✓	24	16h-19h	17%	
Février ✓	21	16h-18h	13%	
Mars ✓	24	16h-18h	13%	
Avril ✓	25	15h-20h	25%	
Mai ✓	27	14h-20h	29%	
Juin ✓	24	15h-19h	21%	
Juillet ✓	27	14h-21h	33%	
Août ✓	29	13h-21h	38%	
Septembre ✓	30	13h-22h	42%	
Octobre ✓	32	13h-22h	42%	
Novembre ✓	27	14h-21h	33%	
Décembre ✓	25	14h-20h	29%	

**Climatisation**

314 Besoin (kWh/m<sup>2</sup>clim.an)  
70 Consommation estimée (kWh/m<sup>2</sup>clim.an)

**Ventilation naturelle**

2442 Nombre d'heures annuel d'inconfort  
28% Pourcentage de temps d'inconfort (30°C) (%)  
0,4 Surchauffe moyenne (°C)

**Consommation**

120 Consommation surf. (kWh/m<sup>2</sup>.an)

---

## SOMMAIRE

---

<b>1</b>	<b>PRESENTATION.....</b>	<b>4</b>
1.1	OBJECTIFS.....	4
1.2	CONSTATS.....	4
1.2.1	Problématique.....	4
1.2.2	Etat des lieux.....	4
<b>2</b>	<b>INTERFACE.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DEFINITION DU BATIMENT.....</b>	<b>7</b>
3.1	LOCALISATION.....	7
3.2	GEOMETRIE.....	7
3.3	OCCUPATION.....	7
3.4	PROTECTION SOLAIRE.....	7
<b>4</b>	<b>DEFINITION DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES DE CLIMATISATION ET VENTILATION.....</b>	<b>8</b>
4.1	CLIMATISATION.....	8
4.2	VENTILATION.....	8
<b>5</b>	<b>CHOIX DES NIVEAUX DE CONSOMMATION DES EQUIPEMENTS.....</b>	<b>10</b>
5.1	CLIMATISATION.....	10
5.1.1	Généralités.....	10
5.1.2	Niveau de base.....	12
5.1.3	Performant.....	12
5.1.4	Très performant.....	14
5.2	BRASSEURS D'AIR.....	14
5.2.1	Généralités.....	14
5.2.2	Niveau de base.....	15
5.2.3	Performant.....	15
5.2.4	Très performant.....	15
5.3	VENTILATION.....	15
5.3.1	Généralités.....	15
5.3.2	Niveau de base.....	16
5.3.3	Performant.....	16
5.3.4	Très performant.....	16
5.4	EAU CHAUDE SANITAIRE.....	16
5.4.1	Généralités.....	16
5.4.2	Niveau de base.....	17
5.4.3	Performant.....	17
5.4.4	Très performant.....	17
5.5	ECLAIRAGE INTERIEUR.....	18
5.5.1	Généralités.....	18
5.5.2	Niveau de base.....	19
5.5.3	Performant.....	19
5.5.4	Très performant.....	19
5.6	ECLAIRAGE EXTERIEUR.....	19
5.6.1	Généralités.....	19
5.6.2	Niveau de base.....	20
5.6.3	Performant.....	20
5.6.4	Très performant.....	20
5.7	BUREAUTIQUE.....	20
5.7.1	Généralités.....	20

---

5.7.2 Niveau de base .....	21
5.7.3 Performant .....	21
5.7.4 Très performant.....	21
5.8 FROID ALIMENTAIRE .....	21
5.8.1 Généralités.....	21
5.8.2 Niveau de base .....	21
5.8.3 Performant .....	22
5.8.4 Très performant.....	22
5.9 CHAUD ALIMENTAIRE .....	22
5.9.1 Généralités.....	22
5.9.2 Niveau de base .....	22
5.9.3 Performant .....	22
5.9.4 Très performant.....	22
5.10 AUTRES .....	24
5.10.1 Généralités.....	24
5.10.2 Niveau de base .....	24
5.10.3 Performant .....	24
5.10.4 Très performant.....	24
<b>6 RESULTATS .....</b>	<b>25</b>
<b>7 DEBLOCAGE DU RISQUE DE SECURITE .....</b>	<b>26</b>

## 1.1 OBJECTIFS

L'outil REDUCALOR est une première dans le domaine de la programmation.

Ses objectifs sont de :

- Proposer un outil simple (adapté à des non-énergéticiens) **d'aide à la programmation énergétique en amont d'un projet de construction/réhabilitation**, pour **fixer des objectifs ambitieux mais réalistes et plus facilement atteignables**.
- Accorder les objectifs avec les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir.
- Réaliser l'accompagnement sur les bonnes pratiques en matière de programmation énergétique.
- Faire travailler ensemble des équipes d'ingénieurs, d'architectes et de programmistes interDOM avec des personnes ayant une connaissance pointue du terrain en matière d'énergétique du bâtiment.

## 1.2 CONSTATS

### 1.2.1 PROBLEMATIQUE

Les 2 leviers essentiels du confort hygrothermique et de la performance énergétique des bâtiments ultramarins sont :

- La **réduction des apports de chaleur** d'origine solaire ou interne (occupation, équipements).
- L'**évacuation de l'excédent de chaleur** par la ventilation naturelle ou par la climatisation.

La réduction des apports de chaleur est le **levier commun d'action** des bâtiments climatisés et naturellement rafraîchis.

### 1.2.2 ETAT DES LIEUX

La proposition d'outils tels que REDUCALOR trouve son origine dans les constats suivants :

- Absence de réglementation thermique ou énergétique dans le tertiaire en Guyane et à la Réunion, mais existence de démarches volontaires (PREBAT, PERENNE, QEA...)
- Peu de programmistes « locaux » (méconnaissance du contexte réglementaire ou climatique)
- Programmation de bâtiments tertiaires à qualité environnementale :
  - Pas d'exigences quantitatives en termes d'énergie ou alors inadaptées (références à des normes ou labels inappropriés (BBC, bas carbone, etc...)).
  - Méconnaissance des consommations énergétiques (pas ou plus d'observatoire de l'énergie, absence de centralisation des données).
  - Préconisations incohérentes (éclairage naturel / protection solaire, basse consommation/éclairage artificiel surdimensionné et/ou température de consigne trop basse).
  - Rappel à des critères thermiques liés au logement souvent inappropriés ou insuffisants (ventilation naturelle, isolation, etc...).

L'outil REDUCOLAR est réalisé sous tableur EXCEL.

Il est composé de deux parties :

- Encadré en rouge ci-dessous : **DONNEES D'ENTREE**
- Encadré en vert ci-dessous : **DONNEES DE SORTIE**



# Outil Reducalor

Version 1.0  
Janvier 2023

**Localisation** 

Station météo

Secteur

**Géométrie** 

Surface utile totale (m<sup>2</sup>)

Nombre de niveaux

Rapport Longueur / Largeur

Taux de percement / plancher

Orientation façades principales

**Climatisation** 

Surface climatisée (%)

Température de consigne (°C)

Fonctionnement du climatiseur

Installation

**Ventilation** 

VMC (m<sup>3</sup>/pers.h) | Planning

Potentiel de ventilation naturelle

**Occupation** 

Densité d'occupants (m<sup>2</sup>/pers)

Valeur d'ajustement occupation

**Protection solaire** 

Facteur solaire des murs

Facteur solaire des baies

Facteur solaire de la toiture

**Equipements** 

Brasseurs d'air

Ventilation

Eau chaude sanitaire

Eclairage intérieur

Eclairage extérieur

Bureautique

Froid alimentaire

Chaud alimentaire

Autres

Equip. spé. avec apports (W/m<sup>2</sup>)

Equip. spé. sans apports (W/m<sup>2</sup>)

	Climatisation	Ventilation naturelle	
	Besoin (kWh/m <sup>2</sup> )	Horaires d'inconfort	% d'inconfort
Janvier <input checked="" type="checkbox"/>	24	16h-19h	17%
Février <input checked="" type="checkbox"/>	21	16h-18h	13%
Mars <input checked="" type="checkbox"/>	24	16h-18h	13%
Avril <input checked="" type="checkbox"/>	25	15h-20h	25%
Mai <input checked="" type="checkbox"/>	27	14h-20h	29%
Juin <input checked="" type="checkbox"/>	24	15h-19h	21%
Juillet <input checked="" type="checkbox"/>	27	14h-21h	33%
Août <input checked="" type="checkbox"/>	29	13h-21h	38%
Septembre <input checked="" type="checkbox"/>	30	13h-22h	42%
Octobre <input checked="" type="checkbox"/>	32	13h-22h	42%
Novembre <input checked="" type="checkbox"/>	27	14h-21h	33%
Décembre <input checked="" type="checkbox"/>	25	14h-20h	29%

**Climatisation**

Besoin (kWh/m<sup>2</sup>clim.an)

Consommation estimée (kWh/m<sup>2</sup>clim.an)

**Ventilation naturelle**

Nombre d'heures annuel d'inconfort

Pourcentage de temps d'inconfort (30°C) (%)

0,4 Surchauffe moyenne (°C)

**Consommation**

Consommation surf. (kWh/m<sup>2</sup>.an)

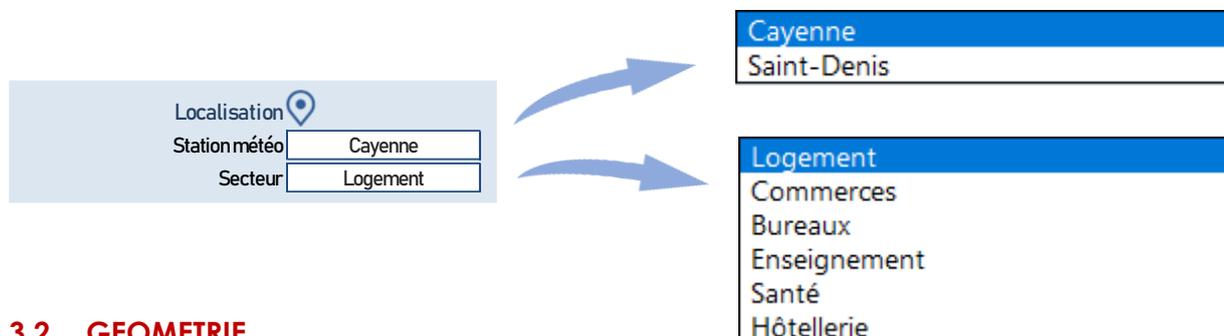
Concernant les données d'entrée, elles se répartissent en 3 catégories définies aux chapitres suivants :

- Celles relatives au bâtiment, son usage et à l'enveloppe, entourées en **orange**
- Celles propres à la définition des équipements techniques de climatisation et ventilation, entourées en **violet**
- Celles précisant les niveaux de performance attendus des équipements (consommations) en **bleu**

<b>Localisation</b> 		<b>Occupation</b> 	
Station météo	Cayenne	Densité d'occupants (m²/pers)	15
Secteur	Logement	Valeur d'ajustement occupation	-40
<b>Géométrie</b> 		<b>Protection solaire</b> 	
Surface utile totale (m²)	500,0	Facteur solaire des murs	Réglementaire
Nombre de niveaux	4	Facteur solaire des baies	Réglementaire
Rapport Longueur / Largeur	2,2	Facteur solaire de la toiture	Réglementaire
Taux de percement / plancher	20%		
Orientation façades principales	Nord-Ouest / Sud-Est		
<b>Climatisation</b> 		<b>Equipements</b> 	
Surface climatisée (%)	100%	Brasseurs d'air	Très performant
Température de consigne (°C)	26	Ventilation	Sans objet
Fonctionnement du climatiseur	Permanent	Eau chaude sanitaire	Très performant
Installation	Centralisée DRV - Très Performant	Eclairage intérieur	Très performant
		Eclairage extérieur	Très performant
		Bureautique	Très performant
		Froid alimentaire	Performant
		Chaud alimentaire	Performant
		Autres	Sans objet
		Equip. spé. avec apports (W/m²)	2
		Equip. spé. sans apports (W/m²)	
<b>Ventilation</b> 			
VMC (m³/pers.h)   Planning	0   Jamais		
Potentiel de ventilation naturelle	Confort (50 vol/h)		

### 3.1 LOCALISATION

- 2 stations météorologiques (Guyane et île de la Réunion)
- 6 secteurs d'activités



### 3.2 GEOMETRIE

- Morphologie simplifiée : définition manuelle de la surface totale, du nombre de niveaux, du rapport géométrique de la forme du bâtiment entre sa longueur et sa largeur
- Définition du taux de percement, utile pour la ventilation naturelle et l'éclairage. Il s'agit du rapport entre la surface d'ouverture en façade et la surface de plancher (remarque : il ne s'agit pas du taux de porosité tel que défini dans la RTAA où la surface d'ouverture est rapportée à la surface de façade)
- 4 possibilités d'orientation des façades principales



### 3.3 OCCUPATION

- Densité de personnes ramenées à la surface à rentrer manuellement
- Possibilité de modifier le nombre d'heures d'occupation fixées par les scénarios



### 3.4 PROTECTION SOLAIRE

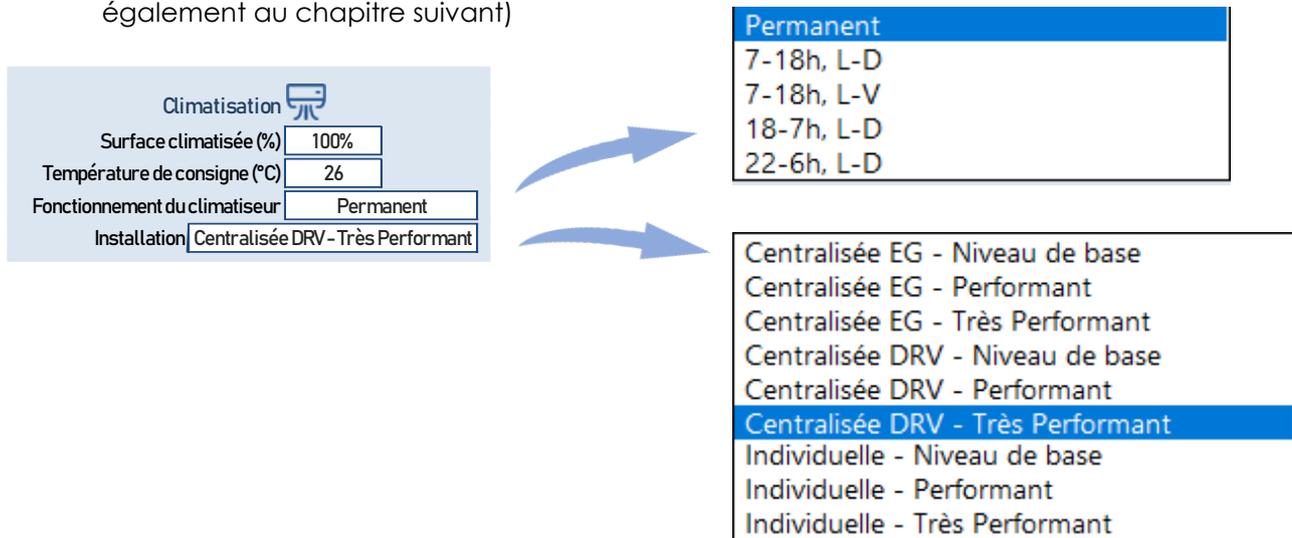
- 5 seuils de protection solaire possibles, fixés sur le niveau réglementaire de la RTAA pour les logements



## 4 DEFINITION DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES DE CLIMATISATION ET VENTILATION

### 4.1 CLIMATISATION

- Définition manuelle de la proportion de surface climatisée et de la température de consigne attendue
- 5 plages de fonctionnement de la climatisation (intermittence journalière et hebdomadaire)
- 3 possibilités de systèmes de climatisation avec pour chacune 3 niveaux de performance (voir également au chapitre suivant)



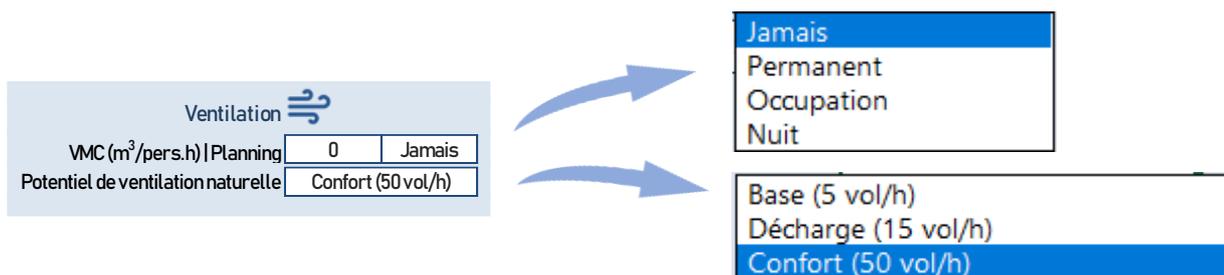
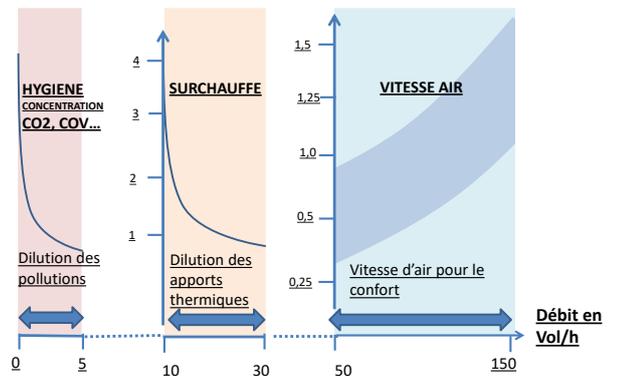
### 4.2 VENTILATION

- Précision manuelle du débit de ventilation mécanique moyen
- Sélection d’un planning d’usage de la ventilation mécanique
- Choix du potentiel de ventilation naturelle.

Défini de manière arbitraire, il permet de considérer, en fonction de l’importance de la surface d’ouvrant attendue, la capacité de ventilation attendue :

- base = capacité faible permettant essentiellement la ventilation hygiénique (5 volumes/h)
- décharge = capacité moyenne permettant de limiter la surchauffe (15 volumes/h)
- confort = capacité élevée permettant d’améliorer le confort (50 volumes/h)

**Les 3 dimensions de la ventilation**





## 5 CHOIX DES NIVEAUX DE CONSOMMATION DES EQUIPEMENTS

Le présent chapitre permet de définir le choix des données d'entrée fixant les niveaux de consommation par poste d'équipements.

Ils serviront de base aux calculs qui seront réalisés par l'outil et permettront de **fixer l'objectif de consommation globale du projet**.

En conséquence, l'abondance volontairement exigée par le programme d'équipements divers aura inévitablement tendance à augmenter les consommations de ces équipements d'une part, et souvent de la climatisation d'autre part (via les apports internes). Il conviendra donc de parfois modérer les niveaux d'exigences pour s'approcher au mieux des objectifs réels de consommation totale attendue.

Il va également de soi que la recherche de la meilleure performance, si elle est bien évidemment souhaitable, ne doit pas être sélectionnée de manière systématique et inconsidérée. Elle aura bien souvent un impact financier sur l'économie du projet et impliquera parfois des contraintes de conception.

Pour chaque poste de consommation, 3 niveaux sont proposés, de manière plus ou moins empirique, en fonction des attentes de la programmation : niveau de base, performant et très performant.

Sans objet
Niveau de base
Performant
Très performant

A titre informatif, la classification « niveau de base » pourra également signifier « très équipé » ; cette première classification conduisant au ratio de consommation le plus élevé, et ainsi de suite.

Un poste « non utilisé » sera déclaré « Sans objet ».

Seul le poste « Climatisation » fait l'objet d'un traitement légèrement différent avec notamment un choix de technologie suggéré.

Il est également laissé la possibilité d'entrer 2 types de consommation spécifique, de manière forfaitaire par ratio moyen de consommation au m<sup>2</sup>, selon s'ils fournissent ou non de la chaleur impactant ensuite les consommations de climatisation.

A noter que les niveaux de consommation sont fixés de manière différente selon la destination du bâtiment.

### 5.1 CLIMATISATION

#### 5.1.1 GENERALITES

Sont incluses dans ce poste les installations visant à rafraîchir les locaux dans les cas où les solutions de ventilation naturelle ne seraient pas prioritaires.

Le recours à la climatisation des locaux doit cependant être modéré autant que possible, et réalisé dans des locaux de conception architecturale adaptée (orientation des façades Sud ou Nord dans la mesure du possible, protections solaires accrues, bonne étanchéité des ouvrants, surface d'ouvrants limitée, apports internes limités...).

L'ajout de brasseurs d'air complémentaires sera également souhaitable et l'énergie fatale de l'installation de climatisation pourra, selon la technologie choisie, servir au réchauffage d'eau chaude pour des usages d'eau sanitaire ou batterie chaude de centrale de traitement d'air. Ces solutions amélioreront l'appréciation de l'installation de climatisation envisagée.

Trois types d'installations pourront être envisagées :

- Les solutions centralisées à eau glacée
- Les solutions centralisées de type DRV (ou VRV)
- Les solutions individuelles, type split-system (mono-split...)

Cependant, les solutions individuelles seront acceptées pour des surfaces totales limitées de locaux. Les appareils mobiles sont à proscrire.

Les critères de sélection dépendent :

- De l'adaptation de la technologie choisie en fonction de la surface et de la destination des locaux
- De la performance intrinsèque de la production de froid
- Du bon positionnement de la production de froid vis-à-vis du projet architectural (protections, distances...)
- De la qualité des équipements annexes (circulateurs, isolation...)
- Des possibilités de régulation et de gestion des appareils
- Du bon dimensionnement de l'installation
- De l'entretien/maintenance futur des équipements

Le tableau ci-après présente synthétiquement les 3 solutions envisageables :

	<b>Climatisation centralisée Eau glacée</b>	<b>Climatisation centralisée DRV</b>	<b>Climatisation individuelle</b>
<b>Technologie, qualité</b>	Type industriel. Durée de vie : 20 ans.	Matériel professionnel. 12 à 15 ans.	Type « grand public ». Durée de vie 7 ans
<b>Prestations</b>	Déshumidification faible. Filtration de l'air.	Bonne déshumidification.	Bonne déshumidification.
<b>Installation, mise en service</b>	Technicité importante. Réseau distribution. Groupe Froid par frigoriste.	Technicité moyenne à importante. Exigences de formation.	Technicité moindre. Filière métier pas toujours bien maîtrisée.
<b>Encombrement, esthétique</b>	Local technique. Condenseur extérieur. Unité intérieure intégrable.	Unité extérieure en toiture ou intégrable en local technique. Unité intérieure intégrable.	Unité extérieure en façade ou toiture. Unité intérieure apparente.
<b>Niveau sonore</b>	Nuisance limitée aux zones techniques.	Nuisances déportées en toiture ou autres.	Nuisances à proximité de l'unité extérieure.
<b>Gamme de puissance</b>	A partir d'une dizaine d'unités intérieures. Dimensionnement sur les besoins foisonnés, économie de 30% de la puissance. Possibilité de stockage froid.	De 16 à 64 unités intérieures, soit de 5 kW à 100 kW. Dimensionnement sur les besoins foisonnés, économie de 30% de la puissance.	Jusqu'à une dizaine de kW. Surpuissance pouvant aller jusqu'à 60%.
<b>Régulation</b>	Etalement de puissance.	Technologie inverter. Régulation fine et bonnes performances à charge partielle.	Technologie inverter en voie de généralisation.
<b>Conduite et maintenance</b>	Maintenance en grande partie hors locaux occupés. Nombre plus élevé de composants. Risques de condensation.	Maintenance en grande partie hors locaux occupés.	Maintenance en locaux occupés. Mise en régime rapide.
<b>Commande locale</b>	Réglage local des vitesses des ventilateurs. Régulation de la température d'eau de départ.	Réglage des vitesses des unités intérieures. Adaptation précise aux besoins de froid.	Réglage des vitesses des unités intérieures. Adaptation précise aux besoins de froid.
<b>Récupération d'énergie</b>	Production ECS sur condenseur.		

La classe d'efficacité énergétique d'un climatiseur est définie à partir de son niveau de rendement énergétique (EER) déterminé conformément aux procédures d'essai des normes harmonisées.

Le SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio ou coefficient d'efficacité énergétique saisonnier) définit aujourd'hui les classes. Il est calculé sur la base de valeurs mesurées de l'EER dans différentes conditions extérieures et pondérées en fonction du climat.

Les données climatiques prises en compte sont cependant peu adaptées aux DOM.  
Ces classes d'efficacité énergétique serviront néanmoins de base au choix des appareils.

Classe énergétique	SEER
<b>A+++</b>	SEER ≥ 8,5
<b>A++</b>	8,5 > SEER ≥ 6,1
<b>A+</b>	6,1 > SEER ≥ 5,6
<b>B</b>	5,6 > SEER ≥ 5,1
<b>C</b>	5,1 > SEER ≥ 4,6
<b>D</b>	4,6 > SEER ≥ 4,1
<b>E</b>	4,1 > SEER ≥ 3,6
<b>F</b>	3,6 > SEER ≥ 3,1
<b>G</b>	3,1 > SEER ≥ 2,6
<b>H</b>	2,6 > SEER

Pour les groupes de production à eau glacée, on s'appuiera sur la classification énergétique suivante :

Classe énergétique	Condensation à air	Condensation à eau	Condenseur séparé
<b>A</b>	EER ≥ 3,1	EER ≥ 5,05	EER ≥ 3,55
<b>B</b>	3,1 > EER ≥ 2,9	5,05 > EER ≥ 4,65	3,55 > EER ≥ 3,4
<b>C</b>	2,9 > EER ≥ 2,7	4,65 > EER ≥ 4,25	3,4 > EER ≥ 3,25
<b>D</b>	2,7 > EER ≥ 2,5	4,25 > EER ≥ 3,85	3,25 > EER ≥ 3,1
<b>E</b>	2,5 > EER ≥ 2,3	3,85 > EER ≥ 3,45	3,1 > EER ≥ 2,95
<b>F</b>	2,3 > EER ≥ 2,1	3,45 > EER ≥ 3,05	2,95 > EER ≥ 2,8
<b>G</b>	2,1 > EER	3,05 > EER	2,8 > EER

Conditions d'essais pour les valeurs d'EER :

- Température de sortie d'eau de 7 °C à l'évaporateur.
- Condenseur à air : température d'entrée d'air fixée à 35 °C.
- Condenseur à eau : température d'entrée d'eau fixée à 30 °C, et de sortie d'eau à 35 °C.
- Condenseur séparé : température de vapeur saturée/point de bulle de 45 °C.

### 5.1.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base, les 3 types d'installation pourront être envisagés.  
Cependant, les classes énergétiques minimales suivantes sont à exiger :

Type d'installation	Climatisation centralisée Eau glacée	Climatisation centralisée DRV	Climatisation individuelle
<b>Exigence minimale</b>	Classe B (EER ≥ 2,9)	Classe A+ (SEER ≥ 5,6)	Classe A+ (SEER ≥ 5,6)

Aussi, le programme n'aura pas d'exigences particulières sur :

- L'emplacement des groupes de production (protection aux intempéries et à l'ensoleillement) et l'optimisation des linéaires de tuyauteries
- La gestion des équipements (horaires de fonctionnement, limitation des consignes de température intérieure, dispositifs de coupure des unités intérieures...)
- La performance énergétique des auxiliaires et autres : calorifuge des tuyauteries, circulateurs performants et équilibrage dans le cas des productions à eau glacée, puissance des ventilateurs des unités intérieures,
- L'exigence d'un dimensionnement précis des installations dès l'avant-projet
- La récupération de chaleur pour d'autres usages dans le cas des groupes eau glacée et/ou l'association de brasseurs d'air

### 5.1.3 PERFORMANT

En niveau performant, les **exigences minimales** de performances énergétiques sont les suivantes :

Type d'installation	Climatisation centralisée Eau glacée	Climatisation centralisée DRV	Climatisation individuelle
<b>Exigence minimale</b>	Classe A (EER ≥ 3,1)	Classe A++ (SEER ≥ 6,1)	SEER ≥ 7

En outre, le programme devra spécifier des attendus complémentaires concernant **au moins 2 des 5 points suivants** :

- L'emplacement des groupes de production (protection aux intempéries et à l'ensoleillement) et l'optimisation des linéaires de tuyauteries
- La gestion des équipements (horaires de fonctionnement, limitation des consignes de température intérieure, dispositifs de coupure des unités intérieures...)
- La performance énergétique des auxiliaires et autres : calorifuge des tuyauteries, circulateurs performants et équilibrage dans le cas des productions à eau glacée, puissance des ventilateurs des unités intérieures,
- L'exigence d'un dimensionnement précis des installations dès l'avant-projet
- La récupération de chaleur pour d'autres usages dans le cas des groupes eau glacée et/ou l'association de brasseurs d'air

#### 5.1.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant, les **exigences minimales** de performances énergétiques sont les suivantes :

Type d'installation	Climatisation centralisée Eau glacée	Climatisation centralisée DRV	Climatisation individuelle
<b>Exigence minimale</b>	EER ≥ 3,4 (sur l'air, A sinon)	SEER ≥ 7	Classe A+++ (SEER ≥ 8,5) si autorisée

A noter que la climatisation individuelle n'est pas conseillée pour tout ensemble de locaux de surface supérieure à 200 m<sup>2</sup> à l'exception des hôtels.

En outre, le programme devra spécifier des attendus complémentaires concernant **au moins 3 des 5 points suivants** :

- L'emplacement des groupes de production (protection aux intempéries et à l'ensoleillement) et l'optimisation des linéaires de tuyauteries
- La gestion des équipements (horaires de fonctionnement, limitation des consignes de température intérieure, dispositifs de coupure des unités intérieures...)
- La performance énergétique des auxiliaires et autres : calorifuge des tuyauteries, circulateurs performants et équilibrage dans le cas des productions à eau glacée, puissance des ventilateurs des unités intérieures,
- L'exigence d'un dimensionnement précis des installations dès l'avant-projet
- La récupération de chaleur pour d'autres usages dans le cas des groupes eau glacée et/ou l'association de brasseurs d'air

## 5.2 BRASSEURS D'AIR

### 5.2.1 GENERALITES

Ce poste concerne les brasseurs d'air à installer dans les locaux traités en ventilation naturelle et/ou climatisés. Ces brasseurs d'air seront à prévoir en plafond, sauf exigence spécifique.

A noter que l'implantation de brasseurs d'air en plafond nécessite des hauteurs suffisantes (on préconise un espace minimum entre le plan de rotation des pales et le plafond de 30 cm -

idéalement 50 cm) qui peut avoir un impact sur la hauteur des niveaux et par suite sur l'économie du projet.

Les critères de sélection dépendent de :

- La quantité de brasseurs d'air ramenée à la surface (classiquement, environ 1 brasseur d'air pour 15 m<sup>2</sup> de surface voire 20 m<sup>2</sup> en logement selon la RTAA)
- Le diamètre des pâles
- La technologie attendue (courant continu, nombre de vitesses...) ou la performance : rapport débit / puissance électrique absorbée, consommation de veille, puissance absorbée maxi (physiquement, le brasseur d'air réchauffe la pièce)

### 5.2.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base, il n'y a pas d'exigences spécifiques concernant les équipements ni leur quantité. En outre, le choix de ce niveau pourra également être lié à un usage quotidien important (par exemple dans le cas de locaux peu ventilés ou avec beaucoup d'apports internes).

### 5.2.3 PERFORMANT

Le niveau performant correspondra à des brasseurs d'air :

- En quantité modérée avec un usage moyen
- Avec pâles de diamètre supérieur ou égal à 1,4 m pour des locaux classiques
- En courant continu
- Avec 3 vitesses minimum
- Dont la performance en grande vitesse est comprise entre 120 et 150 m<sup>3</sup>/h par W
- Sans gestion spécifique

### 5.2.4 TRES PERFORMANT

Le niveau très performant améliore le niveau performant de la façon suivante :

- Quantité ou usage faible
- Performance en grande vitesse supérieure à 450 m<sup>3</sup>/h par W et en petite vitesse supérieure à 150 m<sup>3</sup>/h par W
- Avec détection de présence

## 5.3 VENTILATION

### 5.3.1 GENERALITES

Ce poste concerne les équipements de ventilation mécanique dans leur ensemble, qu'il s'agisse d'extracteurs muraux, de ventilateurs de conduit, de caissons de ventilation simple flux ou double flux ou de centrales de traitement d'air (contribuant ou non au rafraichissement des locaux).

Il sera ici considéré un respect des exigences réglementaires classiques sauf pour les locaux traités en ventilation naturelle de manière appropriée.

Il est important de préciser que l'apport d'air neuf a un impact important sur les consommations de climatisation par l'augmentation des apports latents (humidité). Aussi, pour un bâtiment fortement climatisé, il conviendra de dégrader le niveau de performance attendu pour mieux coller aux probables surconsommations engendrées par la ventilation, quand bien même celle-ci serait bien optimisée.

Pour rappel, on pourra se baser sur les valeurs suivantes :

<b>Locaux d'entrée d'air neuf - Débit minimal</b>	
Enseignement : classes, salles d'études, écoles maternelles, élémentaires et collèges	15 m <sup>3</sup> /h par occupant
Ateliers	18 m <sup>3</sup> /h par occupant
Bureaux et locaux assimilés : locaux d'accueil, bibliothèques, poste, banques	18 m <sup>3</sup> /h par occupant
Locaux de réunions : salles de réunions, de spectacles, de culte, clubs, foyers	18 m <sup>3</sup> /h par occupant
Locaux de vente : boutiques, supermarchés	22 m <sup>3</sup> /h par occupant
Locaux de restauration : cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22 m <sup>3</sup> /h par occupant
Autres établissements	18 m <sup>3</sup> /h par occupant
<b>Locaux d'extraction d'air vicié - Débit minimal</b>	
Salle de bains ou de douches	15 m <sup>3</sup> /h par local
Salle de bains ou de douches commune avec cabinet d'aisances	15 m <sup>3</sup> /h par local
Cabinet d'aisances	15 m <sup>3</sup> /h
Cuisines collectives	15 m <sup>3</sup> /h par repas
Office relais	25 m <sup>3</sup> /h par repas
Moins de 150 repas servis simultanément	20 m <sup>3</sup> /h par repas
De 150 à 500 repas servis simultanément	15 m <sup>3</sup> /h par local

Les critères de sélection dépendent de :

- L'importance des débits introduits
- L'intermittence d'usage
- L'efficacité énergétique des ventilateurs (consommation en Wh/m<sup>3</sup>), voire l'optimisation des réseaux (limiter les pertes de charge pour moins de consommations)
- La modulation des débits en fonction de l'occupation (détecteur de présence, humidité, CO<sub>2</sub>...)

### 5.3.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base, il n'y a pas d'exigences particulières sur les équipements de ventilation. Seuls les débits réglementaires sont alors précisés dans le programme.

### 5.3.3 PERFORMANT

En niveau performant, il sera attendu :

- Une consommation électrique inférieure à **0,25 Wh/m<sup>3</sup>**
- Un ralenti hors occupation

### 5.3.4 TRES PERFORMANT

Le niveau très performant améliore le niveau performant de la façon suivante :

- Une consommation électrique inférieure à **0,2 Wh/m<sup>3</sup>**
- Une modulation des débits en fonction du taux d'occupation
- Une optimisation des réseaux de ventilation

## 5.4 EAU CHAUDE SANITAIRE

### 5.4.1 GENERALITES

La production d'eau chaude sanitaire par énergie renouvelable (solaire thermique voire solaire photovoltaïque) ou par récupération de chaleur sur groupe de production de froid (dans le cas de besoins importants) sera privilégiée sauf impossibilité technique ou besoins ponctuels très faibles.

Les critères de sélection dépendent de :

- Les besoins en eau chaude (et leur température)
- La source de production de l'eau chaude

- L'adéquation de l'installation avec les besoins et l'optimisation des réseaux de distribution
- L'isolation des ballons de stockage et des réseaux
- La qualité générale des équipements techniques et notamment les circulateurs
- La qualité des équipements de soutirage (robinetterie)...

#### 5.4.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base, on retrouvera les solutions techniques suivantes :

- Production par ballon(s) électrique(s) **individuel(s)** à accumulation de classe énergétique minimale **D** selon directive Erp
- Production par ballon(s) électrique(s) **centralisé(s)** à accumulation de classe énergétique minimale **C** selon directive Erp
- Production par **énergie solaire avec 50% de couverture et appoint électrique**, avec ou sans bouclage
- Celles des bâtiments avec de **forts besoins** dont l'installation pourrait être classée en « **performant** » pour des besoins modérés

#### 5.4.3 PERFORMANT

En niveau performant, on retrouvera les solutions techniques suivantes :

- Production par **énergie solaire avec 70% de couverture minimum (en sortie de ballon solaire) et appoint électrique**, avec ou sans bouclage
- **Récupération de chaleur sur groupe eau glacée avec appoint électrique**, avec ou sans bouclage
- Celles des bâtiments avec de **forts besoins** dont l'installation pourrait être classée en « **très performant** » pour des besoins modérés

En compléments, il pourra être conseillé :

- Des constantes de refroidissement des ballons de stockage d'au minima :
  - o 0,1 Wh/24h/L/K pour les 500 litres,
  - o 0,08 Wh/24h/L/K pour les 1000 litres,
  - o 0,06 Wh/24h/L/K pour les 1500 litres,
  - o 0,05 Wh/24h/L/K pour les 2000 litres et plus
- Des circulateurs avec un Indice d'Efficacité Energétique (IEE) < 0,23 (classe A)
- Une isolation des tuyauteries de classe minimale 2
- Une optimisation des réseaux
- Une robinetterie performante

#### 5.4.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant, on retrouvera les solutions techniques suivantes :

- Production par **énergie solaire avec 70% de couverture minimum, sans appoint électrique**, sans bouclage ou avec bouclage performant et bien dimensionné
- **Récupération de chaleur sur groupe eau glacée sans appoint électrique**, sans bouclage ou avec bouclage performant et bien dimensionné

En compléments, il pourra être conseillé :

- Des constantes de refroidissement des ballons de stockage d'au minima :
  - o 0,07 Wh/24h/L/K pour les 500 litres,
  - o 0,06 Wh/24h/L/K pour les 1000 litres,
  - o 0,05 Wh/24h/L/K pour les 1500 litres,
  - o 0,04 Wh/24h/L/K pour les 2000 litres et plus
- Des circulateurs avec un Indice d'Efficacité Energétique (IEE) < 0,23 (classe A)
- Une isolation des tuyauteries de classe minimale 3
- Une optimisation des réseaux et un dimensionnement précis des besoins

- Une robinetterie performante

## 5.5 ECLAIRAGE INTERIEUR

### 5.5.1 GENERALITES

Les critères de sélection dépendent :

- des niveaux d'éclairage requis
- de la qualité de l'éclairage naturel
- de l'efficacité des sources lumineuses et autres critères qualitatifs (température de couleur, rendu des couleurs, uniformité, éblouissement...)
- de la gestion des équipements (détection, horloge, etc.) ...

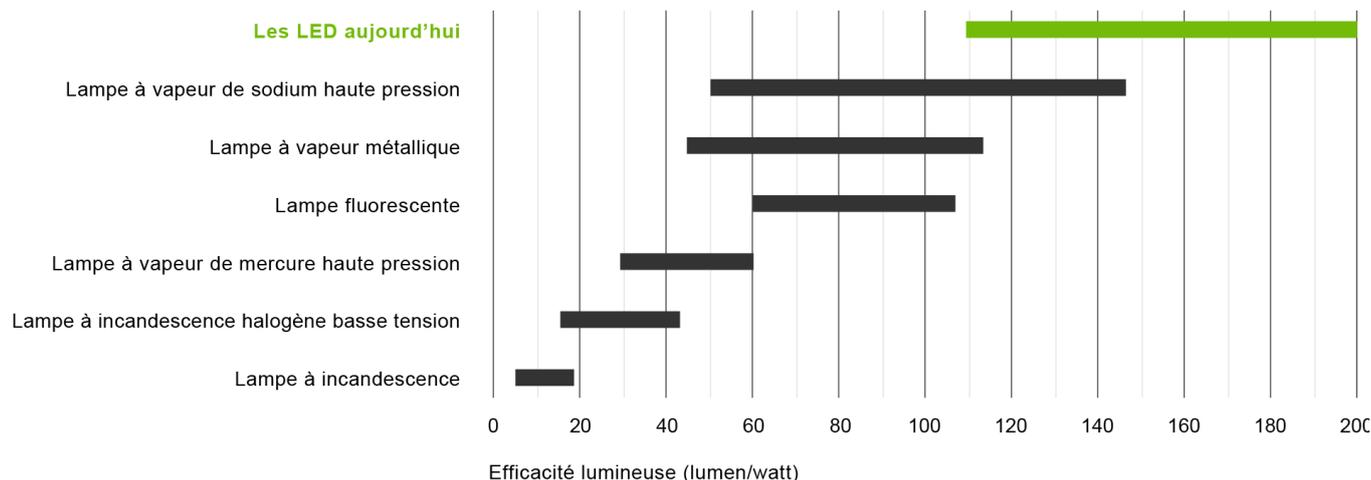
Le niveau d'éclairage pourra se baser sur ces valeurs proposées, issues du code du travail

Espace	Éclairage (lux)
	Code du travail
Bureau (poste de travail)	200 à 300
Autres locaux de travail	120
Locaux aveugles à travail permanent	200
Circulations horizontales	40
Circulations verticales	60
Entrepôts (occupation temporaire)	60
Stockage (occupation permanente)	120
Vestiaires - sanitaires	120
Bureau de dessin	300
Tâches imposant précision, contrôles fins, colorimétrie	400 à 600

La norme EN 12 464-1 propose quant à elle les valeurs suivantes (entre parenthèses, les valeurs que nous suggérons) :

Type de bâtiment	Espace	Éclairage (lux)
Immeuble de bureaux	Bureaux fermés	500 (300)
	Bureaux paysagers	500 (300)
	Salles de réunion	500 (300)
Bâtiment d'enseignement	Salles de classe	300
	Salles de classe pour adultes	500 (300)
	Amphithéâtres	500
Hôpitaux	Salle d'hôpital, éclairage général	100
	Consultation	300
	Consultation et soins	1000
Hôtels et restaurants	Restaurant, salle à manger	300
Etablissement sportif	Salles de sport	300
Locaux de commerce	Zones de vente	300
	Caisses	500
Zones de circulation	Couloir	100
	Escaliers	150

A titre informatif, le tableau ci-dessous présente des ordres de grandeur de l'efficacité lumineuse (en lumen/W) de différentes sources lumineuses (source fournisseur) :



En conséquence, l'éclairage par LED est naturellement privilégié.

Enfin, les classes d'efficacité sont définies ainsi :

Classe d'efficacité	Efficacité lumineuse lm/W
A	Supérieur à 210 lumen par watt
B	185 à 210 lumen par watt
C	160 à 185 lumen par watt
D	135 à 165 lumen par watt
E	110 à 135 lumen par watt
F	85 à 110 lumen par watt
G	Inférieur à 85 lumen par watt

### 5.5.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Efficacité des sources lumineuses > 60 lumen /W
- Puissance installée > 8 W/m<sup>2</sup>
- Pas de gestion spécifique de l'éclairage

### 5.5.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Efficacité des sources lumineuses > 100 lumen /W
- Puissance installée < 8 W/m<sup>2</sup>
- Gestion de l'éclairage par détection selon usage des locaux

### 5.5.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

- LED généralisée
- Puissance installée < 5 W/m<sup>2</sup>
- Gestion de l'éclairage par détection selon usage des locaux, système d'extinction centralisé (programmation horaire éventuelle)
- Dimensionnement précis des équipements

## 5.6 ECLAIRAGE EXTERIEUR

### 5.6.1 GENERALITES

Les critères de sélection dépendent :

- des niveaux d'éclairement requis
- de l'efficacité des sources lumineuses et autres critères qualitatifs (température de couleur, rendu des couleurs, uniformité, éblouissement...)
- de la gestion des équipements (détection, horloge, etc.) ...

A titre informatif, on pourra également se baser sur ces exigences :

Zones	Tâches et activités	$E_{moy}$ (lux)	$E_{min} / E_{moy}$	GR	Ra
<b>Circulation générale</b>	Trottoirs piétons	5	0,25	50	20
	Véhicules lents	10	0,40	50	20
	Véhicules 40 km/h maxi	20	0,40	45	20
	Passages piétons	50	0,40	45	20
<b>Site industriel</b>	Manutention de courte durée	20	0,25	55	20
	Manutention continue	50	0,40	50	20
	Plate-forme de chargement	100	0,50	45	20
<b>Parc de stationnement automobile</b>	Circulation peu intense	5	0,25	55	20
	Circulation moyenne	10	0,25	55	20
	Circulation intense	20	0,25	55	20

Nota : E : éclairage – GR : indice d'éblouissement – Ra : indice de rendu des couleurs (IRC)

### 5.6.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Efficacité des sources lumineuses > 60 lumen /W
- Pas de gestion spécifique de l'éclairage

### 5.6.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Efficacité des sources lumineuses > 100 lumen /W
- Gestion de l'éclairage par détection de luminosité et/ou présence

### 5.6.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

- LED, voire sodium HP ou BP et/ou solutions solaires (nota : attention aux lampes utilisées pour la protection de la faune)
- Gestion de l'éclairage par détection de luminosité et/ou et extinction partielle la nuit
- Dimensionnement précis des équipements

## 5.7 BUREAUTIQUE

### 5.7.1 GENERALITES

Ce poste concerne l'ensemble des équipements suivants :

- Les ordinateurs portables et fixes et leurs écrans
- Les imprimantes, photocopieuses, scanners, broyeurs de papier
- Les télévisions, vidéoprojecteurs
- Les onduleurs individuels...

On distinguera 2 situations :

- Les projets où le matériel est prévu au programme
- Les projets où le matériel n'est pas prévu au programme mais dans les quantités sont estimables

Les critères de sélection dépendent de :

- La performance des équipements
- La quantité d'équipements
- Leur gestion (extinction, veille en particulier)

A noter l'existence du label Energy Star qui permet de définir l'efficacité énergétique des équipements.

Pour les classements suivants, on partira du principe que les équipements sont utilisés fréquemment. Dans le cas d'usages plus faibles, on pourra améliorer le niveau de performance sélectionné.

### 5.7.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Performance des équipements non demandée
- Quantité importante : ratio de puissance  $> 15 \text{ W/m}^2$
- Pas de gestion spécifique des équipements demandée

### 5.7.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Label Energy Star
- Quantité moyenne :  $5 \text{ W/m}^2 < \text{ratio de puissance} < 15 \text{ W/m}^2$
- Gestion des équipements possible (extinction, veille...)

### 5.7.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

- Label Energy Star
- Quantité faible : ratio de puissance  $< 5 \text{ W/m}^2$
- Gestion des équipements organisée (extinction, veille...)

## 5.8 FROID ALIMENTAIRE

### 5.8.1 GENERALITES

Ce poste concerne l'ensemble des équipements suivants :

- Les frigidaires, congélateurs
- Les fontaines à eau...

Le froid négatif des petits commerces n'entre en revanche pas en compte dans ce poste et pourra être intégré en équipements spécifiques.

On distinguera 2 situations :

- Les projets où le matériel est prévu au programme
- Les projets où le matériel n'est pas prévu au programme mais dans les quantités sont estimables

Les critères de sélection dépendent de :

- La performance des équipements
- La quantité d'équipements
- Leur adaptation aux besoins (volumes notamment)

La performance des équipements sera définie par la classe énergétique :

### 5.8.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Performance des équipements C ou D
- Et/ou
- Quantité relativement importante



### 5.8.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Performance des équipements B
- Et/ou
- Quantité moyenne

### 5.8.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

- Performance des équipements A
- Et/ou
- Quantité faible

## 5.9 CHAUD ALIMENTAIRE

### 5.9.1 GENERALITES

Ce poste concerne l'ensemble des équipements suivants :

- Les tables de cuisson électriques
- Les fours électriques (classiques, micro-ondes)
- Les cafetières, bouilloires...

On distinguera 2 situations :

- Les projets où le matériel est prévu au programme
- Les projets où le matériel n'est pas prévu au programme mais dans les quantités sont estimables

Les critères de sélection dépendent de :

- La performance des équipements
- La quantité d'équipements
- La fréquence d'utilisation
- Leur adaptation aux besoins

La performance des équipements sera définie par la classe énergétique :

Pour les classements suivants, on partira du principe que les équipements sont utilisés moyennement. Dans le cas d'usages plus forts ou plus faibles, on pourra déplacer le curseur du niveau de performance sélectionné.



### 5.9.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Performance des équipements B
- Et/ou
- Quantité relativement importante

### 5.9.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Performance des équipements A et A+
- Et/ou
- Quantité moyenne

### 5.9.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

- Performance des équipements A++

Et/ou - Quantité faible

## 5.10 AUTRES

### 5.10.1 GENERALITES

Ce poste concerne divers équipements non classés jusqu'alors :

- Les machines à laver, à sécher
- Les distributeurs de boisson...

Pour rappel, un poste équipements spécifiques est également proposé et pourra être utilisé pour tout appareil branché ponctuellement aux prises de courant ou pour tout équipement technique spécialisé.

On distinguera 2 situations :

- Les projets où le matériel est prévu au programme
- Les projets où le matériel n'est pas prévu au programme mais dans les quantités sont estimables

Les critères de sélection dépendent de :

- La performance des équipements
- La quantité d'équipements
- La fréquence d'utilisation
- Leur adaptation aux besoins

La performance des équipements sera définie par la classe énergétique :



Classes les **plus efficaces** recommandées



Les classes énergétiques marquées en gris ne sont pas encore disponibles

Pour les classements suivants, on partira du principe que les équipements sont utilisés moyennement. Dans le cas d'usages plus forts ou plus faibles, on pourra déplacer le curseur du niveau de performance sélectionné.



### 5.10.2 NIVEAU DE BASE

En niveau de base :

- Performance des équipements : 3<sup>ème</sup> classe énergétique

Ou - Ratio de puissance > 10 W/m<sup>2</sup>

Et/ou - Quantité relativement importante et/ou usage fort

### 5.10.3 PERFORMANT

En niveau performant :

- Performance des équipements : 2<sup>ème</sup> classe énergétique

Ou - 5 W/m<sup>2</sup> < Ratio de puissance < 10 W/m<sup>2</sup>

Et/ou - Quantité moyenne et/ou usage moyen

### 5.10.4 TRES PERFORMANT

En niveau très performant :

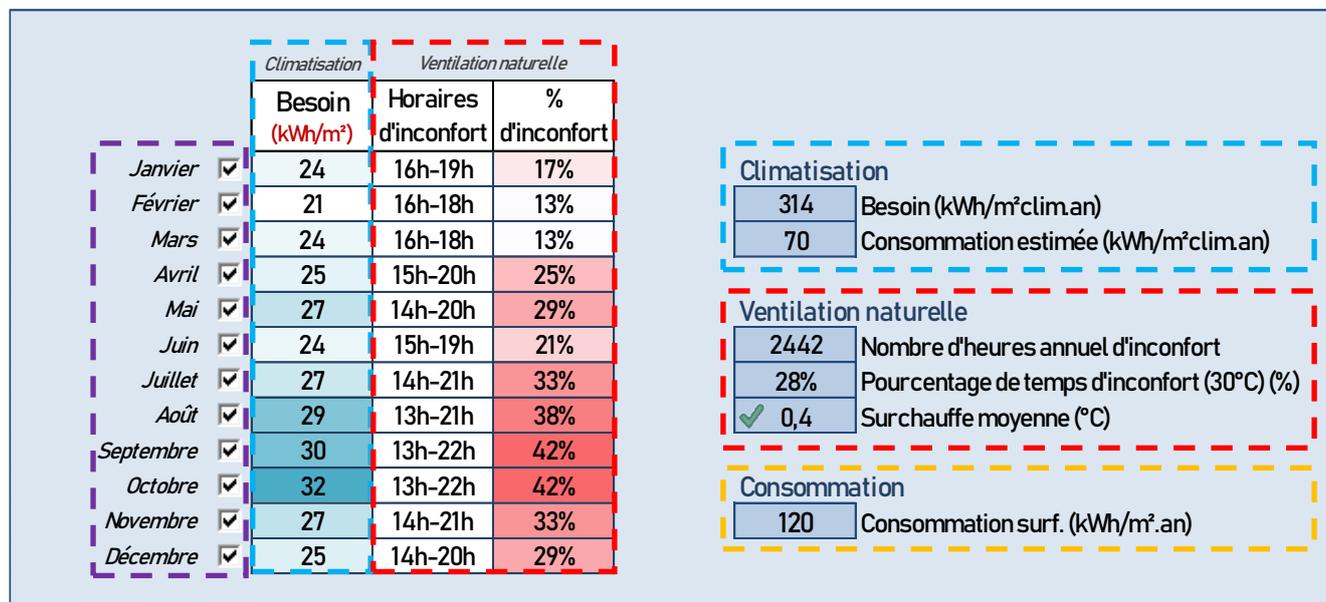
- Performance des équipements : 1<sup>ère</sup> classe énergétique

Ou - Ratio de puissance < 5 W/m<sup>2</sup>

Et/ou - Quantité faible et/ou usage faible

Les données de sortie permettent :

- d'avoir une idée du confort hygrométrique atteignable sur l'ensemble des mois de l'année.
- de calibrer les objectifs programmatiques en fonction des efforts consentis sur la conception de l'enveloppe, de performances des équipements et de la sobriété comportementale attendue des futurs occupants.



Sont ainsi fournis :

- en **BLEU**, les résultats propres à la climatisation, avec les besoins par mois dans le tableau de gauche, les besoins annuels et la consommation estimée du poste climatisation selon la technologie choisie et son niveau de performance à droite
- en **ROUGE**, les résultats propres à la ventilation naturelle lorsqu'elle est présente avec les périodes d'inconfort, le nombre d'heures d'inconfort et son pourcentage annuel par rapport à une référence de 30°C, puis la surchauffe moyenne estimée
- en **ORANGE**, la consommation totale estimée en fonction de tous les équipements définis

A noter qu'il est possible de désélectionner quelques mois de non usages du bâtiment (partie de gauche en violet).

## 7 DEBLOCAGE DU RISQUE DE SECURITE

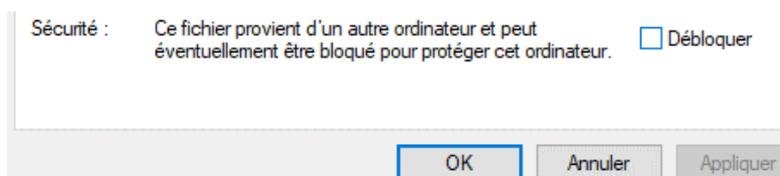
---

Lors de la copie du fichier, il est possible que le message suivant apparaisse lors de son ouverture :



Pour supprimer ce blocage, procéder de la sorte :

- Click droit de la souris sur le fichier
- Propriétés
- Dans l'onglet, cocher « Débloquer » et valider :



Après l'ouverture, vous pouvez activer le contenu des macros :

