**Ministère de l’Industrie, de l’Energie et des Mines**

****

**Audit Energétique sur Plan**

**Phase concernée : RT&R**

**Projet : [Construction de …………………………..]**

**Rapport élaboré par le binôme auditeur :**

* **[Mlle./Mme./M.] …………………………………... - Ingénieur**
* **[Mlle./Mme./M.] …………………………….…….. - Architecte**

**Version n° […]**

**[…Lieu…], le ………………………….**

|  |  |
| --- | --- |
| **L’ingénieur du binôme auditeur** | **L’architecte du binôme auditeur** |
| **[Signature & Cachet]** | **[Signature & Cachet]** |

abréviations

|  |  |
| --- | --- |
| AEP | Audit énergétique sur plan |
| BA | Binôme auditeur |
| Ca | Capacité |
| CB | Concept de base |
| CMEN | Commande asservie à l’éclairage naturel |
| CMPHU | Commande asservie programmable en fonction des horaires d’utilisation |
| CMPP | Commande asservie à la présence de personnes |
| DASVMult | Débit d’air soufflé avec vitesse multiple |
| ECD | Eau chaude domestique |
| ED&PDAO | Études définitives et Préparation des dossiers d’appel d’offres (phase) |
| EL | Electronique |
| FM | Ferromagnétique |
| GN | Gaz naturel |
| IC | Interrupteur crépusculaire |
| LED | Light emitting diode (DEL : Diode émettrice de lumière) |
| M.O. | Maître d’œuvre |
| MDO | Maître d’ouvrage |
| Nc | Nombre de circuits |
| Ncom | Nombre de compresseurs |
| NI | Niveau d’éclairement en fonction des horaires |
| PAC | Pompe à chaleur |
| Pc | Puissance calorifique |
| PC | Pas de changement |
| PCI | Pouvoir calorifique inférieur |
| PR | Commande programmable |
| Ptot | Puissance totale |
| Pu | Puissance unitaire |
| RACQC | Raccordement des circuits en quinconce |
| RT&R | Réalisation des travaux et Recollement (phase) |
| RTBNT | Réglementation Thermique des Bâtiments Neufs en Tunisie |
| TEP | Tonne d’équivalent pétrole |
| TND | Dinar tunisien |
| TRI | Taux de rendement interne |

Indicateurs de performance énergétique

|  |  |
| --- | --- |
| Cc | COP chauffage |
| COP | Coefficient of performance |
| CTST | Coefficient de transmission solaire thermique |
| CU | Coefficient d’utilisation |
| EERm | Energy Efficiency Ratio |
| EfLpTk | Efficacité de la lampe type k |
| FCcd | Facteur de compacité des locaux conditionnés |
| FCg | Facteur de compacité global |
| NivEcl Tj | Niveau d’éclairement par local ou zone type j |
| NivEcl Tn | Niveau d’éclairement |
| PANMod | Part de l’air neuf avec modulation de débit |
| PDAEVar | Part débit d’air extrait avec vitesse variable |
| PELTPIn | Puissance électrique totale pondérée installée |
| Ren Lum j | Rendement luminaire type *j* (j=1, nb de luminaires) |
| SLcp | Surface des locaux chauffés passivement |
| SLFD | Surface des locaux à forte densité orientés SO-O |
| SLrp | Surface des locaux refroidis passivement |
| STlc | Surface totale des locaux chauffés |
| STLFD | Surface totale des locaux à forte densité |
| STlr | Surface totale des locaux refroidis |
| TBVEst | Rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés : E-NE, E, E-SE, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVNord | Rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés NO-N-NE par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVOuest | Rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés SO-ESO-O-ONO, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVSud | Rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés : S-SE, S, S-SO, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| Ugmp | Coefficient de transmission global pondéré des murs extérieurs |
| Ugtp | Coefficient de transmission global pondéré des toitures exposées |
| Ugvp | Coefficient de transmission global pondéré des vitrages extérieurs |

**NOTE** : Toutes les notes apparaissant en rouge dans ce document doivent être prises en considération par le BA et ensuite effacées dans sa version finale.

Chaque section doit présenter, en premier lieu, les approches, valeurs et indicateurs proposés par les concepteurs. Le BA peut ensuite faire des recommandations aux endroits prévus à cette fin dans le rapport. Des annexes peuvent être insérées au besoin pour fournir des détails additionnels.

Table des matières

[1 Sommaire exécutif 5](#_Toc393875502)

[2 Introduction 6](#_Toc393875503)

[3 Evolution des caractéristiques de performance énergétique intégrées au projet à l’étape Réalisation des travaux et Recollement 7](#_Toc393875504)

[4 Contexte du projet 8](#_Toc393875505)

[4.1 Caractéristiques du projet 8](#_Toc393875506)

[5 Les dispositions de qualités thermique et énergétique du bâtiment 9](#_Toc393875507)

[5.1 Architecture et enveloppe 9](#_Toc393875508)

[5.1.1 Documents consultés 9](#_Toc393875509)

[5.1.2 Niveau de performance énergétique ciblé 9](#_Toc393875510)

[5.1.3 Caractéristiques des murs exposés 10](#_Toc393875511)

[5.1.4 Caractéristiques des vitrages extérieurs 11](#_Toc393875512)

[5.1.5 Caractéristiques des toitures exposées 13](#_Toc393875513)

[5.1.6 Autres dispositions architecturales et constructives 14](#_Toc393875514)

[5.1.7 Protection vis-à-vis du rayonnement solaire et des vents dominants 15](#_Toc393875515)

[5.1.8 Aménagements intérieurs et extérieurs 18](#_Toc393875516)

[5.1.9 Façades 18](#_Toc393875517)

[5.1.10 Ponts thermiques 18](#_Toc393875518)

[5.2 Installations de confort thermique 19](#_Toc393875519)

[5.2.1 Documents consultés 19](#_Toc393875520)

[5.2.2 Refroidissement 21](#_Toc393875521)

[5.2.3 Ventilation et traitement d’air 22](#_Toc393875522)

[5.3 Systèmes de production et de distribution de l’eau chaude sanitaire 25](#_Toc393875523)

[5.4 Compteurs divisionnaires ̶ Eau et combustible 26](#_Toc393875524)

[5.5 Eclairage 27](#_Toc393875525)

[5.5.1 Documents consultés 27](#_Toc393875526)

[5.6 Systèmes électriques 31](#_Toc393875527)

[6 Synthèse des mesures réalisées 35](#_Toc393875528)

[Annexe I Les intervenants 38](#_Toc393875529)

[Annexe II Liste des indicateurs quantitatifs 39](#_Toc393875530)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les intervenants au projet 8

Tableau 2: Le bâtiment projeté 8

Tableau 3 : Classification énergétique ciblée 10

Tableau 4 : Murs exposés 10

Tableau 5 : Composition des murs et choix des matériaux de construction, incluant l’isolation 11

Tableau 6 : Vitrages extérieurs 11

Tableau 7 : Répartition des baies vitrées 12

Tableau 8 : Toitures exposées 13

Tableau 9 : Composition des toitures exposées et choix des matériaux de construction, incluant l’isolation 13

Tableau 10 : Indicateurs de performance énergétique architecturaux 15

Tableau 11 : Protections solaires et des vents dominants 16

Tableau 12 : Protection contre les ponts thermiques 19

Tableau 13 : Conception des systèmes de chauffage 20

Tableau 14 : Conception des systèmes de refroidissement 21

Tableau 15: Modulation des besoins en air neuf 23

Tableau 16: Modulation d’extraction d’air 23

Tableau 17: Modulation du débit de soufflage sur les équipements de traitement d’air 24

Tableau 18: Systèmes d’échangeur de chaleur ̶ Ventilation 24

Tableau 19 : Conception des systèmes de ventilation 24

Tableau 20 : Conception des systèmes d’eau chaude sanitaire 25

Tableau 21: Compteurs divisionnaires ̶ Combustibles 27

Tableau 22 : Archivage des mesures et relevés ̶ Eau et gaz 27

Tableau 23 : Certification des composantes ̶ Eclairage intérieur 28

Tableau 24 : Caractéristiques de performance des luminaires, régulateurs et lampes intérieurs et extérieurs 29

Tableau 25 : Niveaux d’éclairage et puissances au mètre carré, par zone 29

Tableau 26 : Stratégies de contrôle d’éclairage intérieur 30

Tableau 27 : Stratégies de contrôle de l’éclairage extérieur 31

Tableau 28 : Certification des composantes – Distribution électrique et systèmes 31

Tableau 29 : Systèmes de distribution et alimentation de secours 32

Tableau 30 : Système centralisé de mesurage 32

Tableau 31 : Contrôle des pointes, énergies renouvelables ou alternative 33

Tableau 32 : Dispositions pour les ascenseurs 33

Tableau 33 : Autres forces motrices 34

Tableau 34 : Mesure 1 ̶ Isolation thermique des toitures terrasses 35

Tableau 35 : Mesure 2 ̶ Isolation thermique des murs extérieurs 35

Tableau 36 : Mesure 3 ̶ Utilisation du double vitrage clair 36

Tableau 37 : Mesure 4 ̶ Réduction de la puissance installée de l’éclairage 36

Tableau 38 : Mesure 5 ̶ Utilisation de détecteurs de mouvement 36

Tableau 39 : Fiche récapitulative ̶ Résultats issus de l’ensemble des mesures 1 à 5 d’économies d’énergie 37

Liste des figures

[Figure 1 : Répartition des baies vitrées et ensoleillement des façades 17](#_Toc393876044)

[Figure 2 : Protection vis-à-vis des vents dominant d’hiver/d’été et optimisation des vents favorables 17](#_Toc393876045)

1. Sommaire exécutif

[*Note au BA: résumer, en une page, les principales dispositions destinées à optimiser l’usage de l’énergie pour le bâtiment. Ce résumé porte sur les principaux choix des thèmes suivants :*

*Enveloppe :*

*Niveau de performance ciblé*

*Orientation, compacité du bâtiment et aménagements intérieurs*

*Protection solaire et vents dominants*

*Matériaux de construction et produits d’isolation thermique utilisés*

*Chauffage et rafraîchissement passifs*

*Répartition des baies vitrées ainsi que menuiserie et vitrage utilisés*

*Installations de confort thermique*

*Type de technologie visée*

*Choix pour la gestion du bâtiment et de l’exploitation*

*Electricité :*

*Type de technologie visée*

*Choix pour la gestion de l’éclairage*

*Choix pour la gestion du bâtiment et de l’exploitation*

*Le sommaire vise les promoteurs qui désirent avoir une idée sommaire mais claire des éléments de performance énergétique réalisée.*]

1. Introduction

*[Note importante au BA : le manuel et le rapport type, pour la phase RT&R, ont des objectifs différents. Le manuel s’intéresse plus particulièrement à l’évolution du projet, entre la phase ED&DAO et la phase RT&R, alors que le présent rapport se veut un sommaire de l’impact de l’étude sur plan sur le bâtiment réalisé. Le présent rapport compare donc le bâtiment tel que construit au concept de base (CB) qui représente le bâtiment qui aurait été construit si le processus d’audit sur plan n’avait pas été appliqué. Le présent rapport doit donc retrouver tous les éléments qui améliorent la performance du bâtiment et qui ont été adoptés par les concepteurs, depuis le début du projet, sous l’influence du processus d’ASP.]*

Le présent rapport a pour but de faire une présentation des aspects des qualités thermique et énergétique qui sont incorporés au projet à la phase réalisation des travaux et recollement (RT&R) ainsi qu’une comparaison à la base de référence qui représente le bâtiment qui aurait été construit sans les apports du processus d’audit sur plan. Le rapport présente également les constats sur le projet complété et les recommandations pour projets futurs émises par le BA.

Il est développé à partir [*de l’examen de la documentation disponible à la phase Réalisation des travaux et Recollement (RT&R), de visites du site et d’entretiens avec le promoteur et l’équipe de conception du projet*].

Le rapport est subdivisé en deux parties distinctes. La première partie présente le contexte du projet. La seconde partie décrit les dispositions de qualités thermique et énergétique du bâtiment, en passant en revue l’architecture et l’enveloppe du bâtiment, les fluides énergétiques qui y seront utilisés, les usages de l’électricité, ainsi que les options de substitution énergétique et autres techniques innovantes.

1. Evolution des caractéristiques de performance énergétique intégrées au projet à l’étape Réalisation des travaux et Recollement

[*Note au BA : décrire les principaux changements entre les phases ED&PDAO et RT&R. Ne pas fournir de détails; le but est de préciser, en un maximum d’une page, une vue d’ensemble des changements apportés au projet réalisé.*]

1. Contexte du projet

Les principaux intervenants au projet sont présentés au Tableau 1. Le détail des coordonnées des intervenants sont mentionnés à l’‎Annexe I.

Tableau 1 : Les intervenants au projet

|  |  |
| --- | --- |
| Maître d’ouvrage |  |
| Maître d’ouvrage délégué |  |
| Maître d’œuvre |  |
| Bureau d’études ou ingénieur *fluide*s |  |
| Bureau d’études ou ingénieur *électricité* |  |
| Bureau de contrôle |  |
| Bureau de pilotage |  |

* 1. Caractéristiques du projet

Le Tableau 2 récapitule les principales informations sur le type, la vocation, la localisation du bâtiment projeté et les informations de base sur sa configuration.

Tableau 2: Le bâtiment projeté

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nom du projet | Ex. : Centre commercial Emeraude | |
| Localisation | Ex. : La Marsa | |
| Gouvernorat | Ex. : Tunis | |
| Catégorie du MDO | Public ou Privé | |
| Zone thermique | Ex. : ZT1 | |
| Région thermique | Ex. : RT2 | |
| Secteur | Code : ex. 2700 | Description :  Ex. : Commercial |
| Type de bâtiment | Code : ex. 2730 | Description :  Ex. : Centre commercial |
| Nombre de blocs | Ex. : 5 | |
| Nombre d’étages/bloc | Ex. : Bloc A : R+2 Bloc B : R+6 | |
| Coefficient d’occupation au sol | Ex. : 0.5 | |
| Coefficient d’utilisation foncière | Ex. : 3.6 | |

[*Note au BA : choisir le code et le type de bâtiment à partir du tableau de la section de référence présentée à la fin de ce document.*]

[*Note au BA : autres informations à insérer ici, si requises*]

1. Les dispositions de qualités thermique et énergétique du bâtiment
   1. Architecture et enveloppe

[*Note au BA : en principe, tout projet devrait avoir la qualité thermique comme cible du projet. Modifier le texte suivant si ce n’est pas le cas.*]

La qualité thermique de l’enveloppe du bâtiment constitue une des cibles du projet, conformément à la réglementation thermique des bâtiments à usage de xxx, en vigueur, qui exige la prise en compte de la qualité thermique de l’enveloppe du bâtiment pour toutes les phases du projet.

* + 1. Documents consultés

[*Note au BA : Choisir parmi les deux paragraphes suivants celui qui s’applique à la situation.*]

Le BA a pu consulter tous les documents exigés pour l’examen des aspects d’architecture et de l’enveloppe du projet avant la réalisation, en cours de réalisation et à la réception provisoire des travaux.

[Le BA a pu consulter certains des documents exigés pour la révision des aspects architecturaux et de l’enveloppe du projet avant la réalisation, en cours de réalisation et à la réception provisoire des travaux. Les documents suivants n’ont pu être consultés; [inclure la liste des documents non consultés à partir de la liste fournie dans le manuel.]

* + 1. Niveau de performance énergétique ciblé

Les niveaux d’exigence de référence (minimale) et de référence améliorée visés pour le bâtiment, ainsi que les différences entre le concept de base (CB) qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence de l’audit sur plan et la version améliorée, comme constatée à la phase RT&R, sont résumés au .

Tableau 3 : Classification énergétique ciblée

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Critère de performance | Niveau | |
| Concept de base (CB) | RT&R |
| Exigence minimale RTBNT | Ex. : classe 3 équivalant à xxxx kWh/ (m2 an) |  |
| Exigence améliorée visée par les concepteurs | Ex. : classe 1 équivalant à xxxx kWh/ (m2 an)  [*Note au BA : si aucune exigence améliorée n’est prévue, indiquer N/A dans cette case*] |  |
| Label visé par les concepteurs | Ex. : ECO-BAT gold |  |
| Recommandation du BA sur la classe et le label |  |  |

* + 1. Caractéristiques des murs exposés

Le tableau ci-dessous résume les informations sur les murs exposés du bâtiment, incluant leurs conductivité thermique, surface et orientation(s). Le tableau précise également les différences entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

[*Note au BA : une catégorie de murs doit être ajoutée chaque fois que le coefficient U change. Une catégorie de murs peut s’étendre sur plusieurs orientations et étages. Mettre un « x » dans la colonne PC (« pas de changement ») pour les murs qui n’ont aucune modification entre les phases ED&PDAO et RT&R. Le concept de Base (CB) est le choix qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan. Il sert à mesurer l’impact réel du processus sur l’amélioration de la performance énergétique du bâtiment.*]

Tableau 4 : Murs exposés

| No | Phase | PC | Surface (m2) | Fraction (%) | Coefficient U (W/m2,°C) | Niveau(x) | Orientation(s) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| 2 | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| n | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| Ugmp | CB |  |  | 100 % |  |  |  |
| RT&R |  |  | 100 % |  |  |  |

Le tableau ci-dessous résume la composition des murs et le choix des matériaux de construction, incluant l’isolation, ainsi que les constats sur le projet complété et les recommandations pour projets futurs du BA.

Tableau 5 : Composition des murs et choix des matériaux de construction,   
incluant l’isolation

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Tel que réalisé | Constat sur projet complété/ Recommandation pour projets futurs du BA |
| 1 |  |  |
| .. |  |  |
| N |  |  |

Les figures ci-dessous présentent les coupes de murs tels que construits, pour les différentes catégories identifiées au . Des photos sont également annexées.

[*Note au BA : vous pouvez insérer ici, si vous le désirez, des images des coupes de murs. La prise de photos durant les visites de chantier et leur incorporation en annexe sont fortement suggérées.*]

* + 1. Caractéristiques des vitrages extérieurs

Le Tableau 6 résume les informations sur les vitrages extérieurs du bâtiment, incluant leurs conductivité thermique, coefficient de transmission solaire thermique (CTST), orientation(s). Le tableau précise également les différences entre le concept de base (CB) qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

[*Note au BA : une catégorie de vitrages doit être ajoutée chaque fois que le coefficient U ou le coefficient de transmission solaire thermique du vitrage change. Une catégorie de murs peut s’étendre sur plusieurs orientations et niveaux. Mettre un « x » dans la colonne PC (« pas de changement ») pour les vitrages qui n’ont aucune modification entre les phases ED&PDAO et RT&R. Le concept de Base (CB) est le choix qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan. Il sert à mesurer l’impact réel du processus sur l’amélioration de la performance énergétique du bâtiment.*]

Tableau 6 : Vitrages extérieurs

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Phase | PC | Surface (m2) | Coefficient U (W/m2,°C) | CTST  (fraction) | Niveau(x) | Orientation(s) |
| 1 | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| .. | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| n | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| n | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| Ugvp | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
| SC | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |

*[Note au BA : il existe une relation entre les indices de répartition des baies vitrées, le voisinage du projet (ombre portée par d’autres bâtiments, le bâtiment projetée ou la végétation) et les caractéristiques de protection solaire du bâtiment. Au besoin, ajuster le texte ci-dessous pour faire le lien avec le résultat de l’indice de baies vitrées et tout autre élément qui peut affecter son influence sur les besoins énergétiques du bâtiment.]*

Le facteur de répartition des baies vitrées reflète les caractéristiques de conception qui permettent de réduire les pourcentages de baies vitrées sur les orientations défavorables est, sud-est, sud-ouest et ouest.

Le tableau ci-dessous présente les indicateurs de répartition des baies vitrées sur les différentes orientations ainsi que les changements entre le concept de base et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 7 : Répartition des baies vitrées

| Exigence | Indicateurs | Valeur ou niveau | | Conformité  (oui/non) | Définition |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CB | RT&R |
| Répartition des baies vitrées | TBVEst | Valeur | Valeur |  | **TBVEst** : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés E-N-E, E et S-E, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVSud | Valeur | Valeur |  | **TBVSud** : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés S-S-E, S et S-S-O, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVOuest | Valeur | Valeur |  | **TBVOuest** : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés SO-ESO-O-ONO, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |
| TBVNord | Valeur | Valeur |  | **TBVNord** : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientés N-O, N-N-O, N et N-E, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux vitrages extérieurs :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Caractéristiques des toitures exposées

Le tableau ci-dessous résume les informations sur les toitures exposées du bâtiment, incluant leurs conductivité thermique, surface et niveau(x). Le tableau précise également les informations ayant changé entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

[*Note au BA : une catégorie de toitures doit être ajoutée chaque fois que le coefficient U change. Une catégorie de toitures peut s’étendre sur plusieurs niveaux. Mettre un « x » dans la colonne PC (« pas de changement ») pour les vitrages qui n’ont aucune modification entre les phases ED&PDAO et RT&R. Le concept de Base (CB) est le choix qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan. Il sert à mesurer l’impact réel du processus sur l’amélioration de la performance énergétique du bâtiment.*]

Tableau 8 : Toitures exposées

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Phase | PC | Surface (m2) | Fraction (%) | Coefficient U (W/m2, o C) | Niveau(x) |
| 1 | CB |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |
| .. | CB |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |
| n | CB |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |
| Ugtp | CB |  |  | 100% |  |  |
| RT&R |  |  | 100% |  |  |

Le Tableau 9 résume la composition des toitures exposées et le choix des matériaux de construction, incluant l’isolation, ainsi que les les constats sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs du BA.

Tableau 9 : Composition des toitures exposées et choix des matériaux de construction, incluant l’isolation

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Tel que réalisé | Constat sur projet complété/ /Recommandations pour le futur du BA |
| 1 |  |  |
| .. |  |  |
| N |  |  |

Les figures ci-dessous présentent les coupes de toitures tels que construites pour les différentes catégories identifiées au . Des photos sont également présentées en annexe.

[*Note au BA : insérer ici des images des coupes de toitures*]

* + 1. Autres dispositions architecturales et constructives

Le présente les principaux indicateurs de performance énergétique tels que construits ainsi que les différences entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

L’exigence sur les aménagements intérieurs mesure le souci du concepteur de ne pas aménager d’espaces à forte densité d’occupation sur les façades orientées sud-ouest et ouest, qui sont très exposées au rayonnement solaire.

[*Note au BA : il peut être précisé si ce critère est compensé par d’autres facteurs. Exemple 1 : dans le présent projet, certains locaux à forte densité sont localisés sur des orientations défavorables, mais des stratégies ont été adoptées par le concepteur pour limiter les gains solaires dans ces locaux, en période d’été. Exemple 2 : un bâtiment adjacent projette une ombre portée sur les locaux à forte densité qui ne seront pas exposés à des forts gains solaires malgré leurs orientations.*]

Le facteur de compacité indique le rapport entre les surfaces de locaux climatisés et le volume total du bâtiment. Un facteur de compacité plus faible favorise une utilisation réduite d’énergie dans la plupart des cas.

Le facteur *chauffage et rafraîchissement passifs* permet d’établir la proportion des surfaces de plancher des locaux chauffés ou refroidis mécaniquement par rapport à ceux chauffés ou refroidis par des méthodes passives. Un facteur plus élevé est un indicateur d’un bâtiment optimisé pour réduire sa consommation énergétique.

Tableau 10 : Indicateurs de performance énergétique architecturaux

| Exigence | Indicateurs | Valeur ou niveau | | Conformité (oui/non) | Définitions |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CB | RT&R |
| Aménagement intérieur | SLFD/ SLTFD | Valeur | Valeur |  | **SLFD** : surfaces des locaux à forte densité (>1pers/3 m2) orientées entre le sud-ouest et l’ouest  **STLFD** : surface totale des locaux à forte densité |
| Compacité | FCcd | Valeur | Valeur |  | **FCcd** : facteur de compacité des locaux conditionnés, égal au rapport entre les surfaces totales de locaux conditionnés ayant des parois en contact avec l’extérieur, y compris la toiture terrasse, par le volume total du bâtiment |
| FCg | Valeur | Valeur |  | **FCg** : facteur de compacité global, égal au rapport entre les surfaces totales de locaux ayant des parois en contact avec l’extérieur, y compris la toiture terrasse, par le volume total du bâtiment |
| FCcd / FCg | Valeur | Valeur |  | Ratio de compacité |
| Chauffage et rafraîchissement passifs | Slcp/STlc | Valeur | Valeur |  | **Slcp** : surface des locaux chauffés passivement  **Slrp** : surface des locaux rafraîchis passivement  **STlc** : surface totale des locaux chauffés  **STlr** : surface totale des locaux rafraîchis |
| Slrp/STlr | Valeur | Valeur |  |

Le BA émet les les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Protection vis-à-vis du rayonnement solaire et des vents dominants

Le Tableau 11 résume l’appréciation des éléments de conception contribuant à la réduction des gains solaires sur les orientations défavorables, de même que l’exposition aux vents défavorables. Il compare le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 11 : Protections solaires et des vents dominants

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Exigence | Niveau | | Commentaires et explications |
|  | CB | RT&R |  |
| Protections solaires | Faible □ | Faible □ | [*Note au BA : préciser les stratégies mises en œuvre pour la protection des façades sud-est et sud-ouest. Un graphique peut être inséré pour illustrer le niveau attribué.*]  Evaluation sommaire des protections solaires dues :  - Ombres propres : décrochements, arêtes verticales ou horizontales, etc.  - Ombres portées : constructions avoisinantes, végétations, etc. |
| Moyen □ | Moyen □ |
| Fort □ | Fort □ |
| Protection des vents dominants | Faible □ | Faible □ | [*Note au BA : préciser les stratégies mises en œuvre pour la protection des façades exposées aux vents défavorables d’hiver/d’été. Un graphique peut être inséré pour illustrer le niveau attribué.*]  Evaluation sommaire des protections contre les vents dominants, des constructions avoisinantes, des végétations, etc. |
| Moyen □ | Moyen □ |
| Fort □ | Fort □ |

En outre, le projet a intégré les dispositions suivantes pour favoriser l’ensoleillement bénéfique de l’hiver et canaliser les vents frais (brises) d’été vers le bâtiment.

* Point 1
* Point 2
* Point n

[*Note au BA : exemple d’un graphique résumant les indices de répartitions des baies vitrées et l’intensité du rayonnement solaire sur les différentes façades. Vous pouvez, si vous le désirez, y ajouter des informations sur les dispositifs de protection solaires.*]

La Figure 1 résume les taux de baies prévues par orientation ainsi que l’importance du rayonnement solaire sur chacune de ces orientations. Les barres de couleur indiquent le niveau d’intensité relative d’exposition au rayonnement solaire.

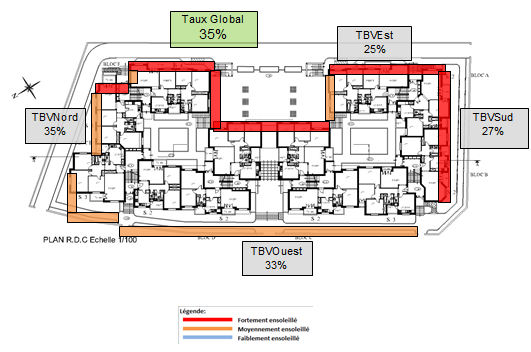
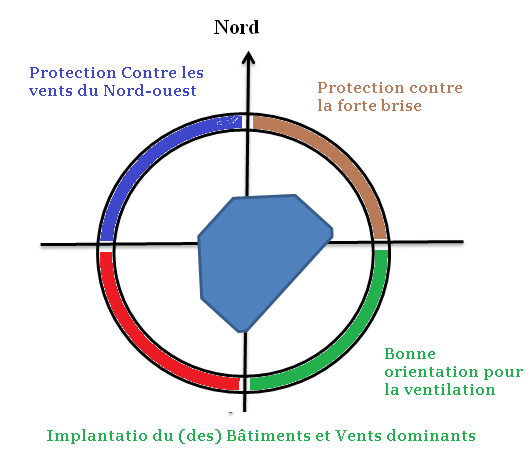


Figure 1 : Répartition des baies vitrées et ensoleillement des façades

*[Note au BA : exemple d’un schéma présentant les principales stratégies prévues pour contrôler l’impact du vent sur le bâtiment. Au besoin, décrire tout autre élément qui demande plus d’explications, dans la liste à puces de la figure qui suit.]*

La résume les principales dispositions architecturales qui ont été intégrées au bâtiment pour assurer une protection contre les vents défavorable et une utilisation optimisée des vents pour ventilation naturelle sur les orientations favorables.

****

Dispositions

- Plantation conifère

- Réduction des baies vitrées

Dispositions

- Maximiser le pourcentage des baies ouvrantes

Dispositions

- Plantation conifère

- Réduction des baies vitrées

Figure 2 : Protection vis-à-vis des vents dominant d’hiver/d’été et   
optimisation des vents favorables

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux protections solaires et à l’optimisation de l’exposition aux vents dominants :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Aménagements intérieurs et extérieurs

[*Note au BA : inclure toute autre disposition prévue par les concepteurs permettant d’améliorer la performance thermique du bâtiment.*]

Les dispositions suivantes, favorisant une réduction des besoins énergétiques, ont été intégrées au projet :

* La protection des locaux conditionnés du bâtiment contre l’influence de l’ambiance extérieure par des espaces tampons.
* En outre, le positionnement des locaux techniques a été réalisé de manière à ce qu’ils soient rapprochés des zones qu’ils desservent en vue de réduire la taille des réseaux et les pertes.
* L’optimisation des baies vitrées pour favoriser un éclairage naturel plutôt qu’artificiel.
* Dispositif rationnel de ventilation naturelle.

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux aménagements intérieurs et extérieurs :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Façades

Les diagrammes ci-dessous présentent les vues en élévation des différentes façades du bâtiment ainsi qu’un plan clef permettant de voir leur localisation dans l’ensemble. Des photographies sont présentées en annexe.

[*Note au BA : vous pouvez insérer ici, si vous le désirez, les images réduites des plans de façades et un plan clef. La prise de photos durant les visites de chantier et leur incorporation en annexe sont fortement recommandées.*]

* + 1. Ponts thermiques

Le Tableau 12 résume les concepts proposés ainsi que les constats du BA concernant les ponts thermiques aux jonctions structure/parois, concernant les changements entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 12 : Protection contre les ponts thermiques

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Traitement des ponts thermique | Mesure adoptée (oui/non) | | Conformité (oui/non) | Recommandation BA |
| **CB** | **RT&R** |
| Recouvrement adéquat des éléments verticaux de la structure |  |  |  |  |
| Recouvrement adéquat des éléments horizontaux de la structure |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

[*Note au BA : ajuster le paragraphe ci-dessous selon le contexte***]**

Une vérification de la qualité de la pose de l’isolant et des protections contre les ponts thermiques a été réalisée par une vérification de la répartition des températures de surface/par une mesure des températures de surface.

* 1. Installations de confort thermique
     1. Documents consultés

[*Note au BA : choisir parmi les deux paragraphes suivants celui qui s’applique à la situation.*]

Le BA a pu consulter tous les documents exigés pour la révision des installations de confort thermique du projet.

[Le BA a pu consulter certains des documents exigés pour la révision des installations de confort thermique du projet. Les documents suivants n’ont pu être consultés; \*\*Inclure la liste des documents non consultés à partir de la liste fournie dans le manuel.]

Le résume les principales caractéristiques de la conception des systèmes de chauffage ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence d’un processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 13 : Conception des systèmes de chauffage

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Paramètre de conception | Choix adoptés (Note au BA : ne conserver que les choix applicables au projet dans les cas de choix multiples) | | Conformité  (oui/non) | Recommandation BA |
| CB | RT&R |
| Type d’équipement | A : Chaudière  B : PAC  C : Chaudière + PAC |  |  |  |
| Chaudière | | | | |
| Nombre d’unités |  |  |  |  |
| Puissance unitaire, Pu (kW) |  |  |  |  |
| Marge de puissance du brûleur |  |  |  |  |
| Puissance totale (Ptot) installée (kW) |  |  |  |  |
| Rendement sur PCI des équipements (fournis par les manufacturiers) | pour chaudière  COP chauffage pour PAC] |  |  |  |
| Rendement sur PCI des équipements (testés sur site après la construction) |  |  |  |  |
| Etages de puissance des équipements | [Nombre d’allures] |  |  |  |
| Chaudière à condensation | Oui ou Non |  |  |  |
| Certification des équipements de production calorifique exigée | Oui ou Non |  |  |  |
| Pompe à Chaleur | | | | |
| Nombre d’unités |  |  |  |  |
| Puissance calorifique unitaire (kW) |  |  |  |  |
| Puissance électrique absorbée (kW) |  |  |  |  |
| COP chauffage (Cc) (données du manufacturier) |  |  |  |  |
| COP chauffage (Cc) (mesurée après installation) |  |  |  |  |
| Nombre de circuits (Nc) |  |  |  |  |
| Nombre de compresseurs (Ncom) |  |  |  |  |
| Puissance calorifique installée par m2 de surface chauffée (W/m2) |  |  |  |  |
| Cascade des générateurs |  |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux systèmes de chauffage :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Refroidissement

Le résume les principales caractéristiques de la conception des systèmes de refroidissement ainsi que les différences entre le concept de base qui aurait été adopté par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 14 : Conception des systèmes de refroidissement

| Paramètre de conception | Proposé par le projet/ tel que réalisé  (Note au BA : ne conserver que les choix applicables au projet dans les cas de choix multiples) | | Conformité  (oui/non) | Constat BA pour le projet actuel/ Recommandation pour projets futurs |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ED&PDAO | RT&R |
| Groupe frigorifique ou PAC 1 [Note au BA : recopier au besoin selon le nombre d’unités] | | | | |
| Nombre d’unités (Nu) |  |  |  |  |
| Puissance frigorifique unitaire (kW) |  |  |  |  |
| Puissance totale (Ptot) installée (kW) |  |  |  |  |
| Rendement unitaire des équipements exigés (EERm) |  |  |  |  |
| Etages de puissance des équipements (Nc et Ncom) | [Nombre de circuits et Nombre de compresseurs] |  |  |  |
| Certification énergétique des appareils | Oui ou Non |  |  |  |
| Systèmes à détente directe |  |  |  |  |
| Nombre d’unités |  |  |  |  |
| Puissance frigorifique unitaire (kW) |  |  |  |  |
| Puissance totale (Ptot) installée (kW) |  |  |  |  |
| Rendement unitaire des équipements exigés (EERm) |  |  |  |  |
| Etages de puissance des équipements (Nc et Ncom) | [Nombre de circuits et Nombre de compresseurs] |  |  |  |
| Certification énergétique des appareils | Oui ou Non |  |  |  |
| Puissance frigorifique installée par m2 de surface refroidie (W/m2) |  |  |  |  |
| Adoption d’un procédé ou un équipement contribuant à la maîtrise de l’énergie  (Climatisation au gaz, cogénération, etc. | Oui ou Non |  |  |  |
| Exigence sur le rendement des pompes de circulation | global = |  |  |  |
| Vérification des vitesses des pompes dont la puissance dépasse 5 kW | Pompe, puissance et type de contrôle de vitesse. |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs à la conception des systèmes de refroidissement, qui seraient susceptibles d’améliorer la performance énergétique du bâtiment :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  + 1. Ventilation et traitement d’air

L’évaluation de la modulation des besoins en air neuf, dans les locaux pour lesquels ces besoins sont supérieurs à 1 000 m3/h en usage continu et 2 000 m3/h en usage intermittent, ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été choisi en l’absence de l’audit sur plan et le projet tel que réalisé à la phase RT&R, sont présentés au Tableau 15.

Tableau 15: Modulation des besoins en air neuf

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Type de modulation | Débit  total | Indicateur PANMod (%) | | Evaluation (C/NC) |
|  |  | CB | RT&R |  |
| Modulé |  |  |  | [*Note au BA : il est exigé une modulation des besoins en air neuf pour des débits supérieurs ou égaux à 1 000m3/h, pour un usage continu de plus de 6 h/jour et pour des débits supérieurs ou égaux à 2 000m3/h pour un usage intermittent*]  [*Note au BA : PANMod : part de l’air neuf total avec débit modulé*] |
| Constant |  |  |  |

Légende (Evaluation) :  
- C : conforme  
- NC : non conforme

Le projet prévoit l’installation des extracteurs d’air pour des débits supérieurs ou égaux à 5 000 m3/h en usage continu et 10 000m3/h. Le mode de fonctionnement des systèmes alimentant les principaux locaux du bâtiment, ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été choisi en l’absence de l’audit sur plan et le projet tel que réalisé à la phase RT&R, sont présentés dans au Tableau 16.

Tableau 16: Modulation d’extraction d’air

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Type de modulation | Débit  total | Indicateur PDAEvar  (%) | | Evaluation (C/NC) |
|  |  | CB | RT&R |  |
| Modulé |  |  |  | [*Note au BA : iI est recommandé une récupération d’énergie sur l’air rejeté pour un débit supérieur ou égal à 2 000 m3/h en usage continu, pendant au moins 6 h/jour, pour un débit supérieur ou égal à 5 000 m3/h en usage intermittent*.]  [Note au BA : PDAEvar : part de l’air extrait total avec débit variable] |
| Constant |  |  |  |

Légende (Evaluation) :  
- C : conforme  
- NC : non conforme

Le débit de soufflage d’air est prévu pour être modulé sur des équipements de traitement d’air ayant des débits de soufflage supérieurs ou égaux à 10 000 m3/h. La disposition retenue pour les principaux locaux ou zones, ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été choisi en l’absence de l’audit sur plan et le projet tel que réalisé à la phase RT&R, sont présentés au Tableau 17.

Tableau 17: Modulation du débit de soufflage sur les équipements de traitement d’air

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Type de modulation | Débit  total | Indicateur DASVMult  (%) | | Evaluation (C/NC) |
|  |  | CB | RT&R |  |
| Modulé |  |  |  | [*Note au BA : il est exigé un recours à la variation de vitesse sur les équipements de traitement d’air dont le débit unitaire est supérieur ou égal à 10 000 m3/h.*]  [Note au BA : DASVMult : part de l’air soufflé avec vitesse multiple] |
| Constant |  |  |  |

Légende (Evaluation) :  
- C : conforme  
- NC : non conforme

Des échangeurs de chaleur sont prévus aux systèmes importants identifiés au Tableau 18.

Tableau 18: Systèmes d’échangeur de chaleur ̶ Ventilation

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Système | Débit  total | Efficacité échangeur de chaleur  (%) | | Evaluation (C/NC) |
|  |  | CB | RT&R |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Légende (Evaluation) :  
- C : conforme  
- NC : non conforme

Le résume les principales caractéristiques de la conception des systèmes de ventilation ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été choisi en l’absence de l’audit sur plan et le projet tel que réalisé à la phase RT&R.

Tableau 19 : Conception des systèmes de ventilation

| Paramètre de conception | Proposé par le projet  (Note au BA : ne conserver que les choix applicables au projet dans les cas de choix multiples) | | Conformité  (oui/non) | Recommandation BA |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **CB** | **RT&R** |
| Programmation de la ventilation des locaux | A : Disposition prévue dans les pièces du marché  B : Disposition non prévue dans les pièces du marché |  |  |  |
| Commande par des microswitchs des unités terminales de traitement d’air installées dans les locaux individuels | A : Disposition prévue dans les pièces du marché  B : Disposition non prévue dans les pièces du marché |  |  |  |
| Programmation du fonctionnement des unités terminales de traitement d’air installées dans les locaux individuels | A : Disposition prévue dans les pièces du marché  B : Disposition non prévue dans les pièces du marché |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux systèmes de ventilation.

* Point 1
* Point 2
* Point n
  1. Systèmes de production et de distribution de l’eau chaude sanitaire

Le résume les principales caractéristiques de la conception des systèmes d’ECD ainsi que les changements entre le concept de base qui aurait été choisi en l’absence de l’audit sur plan et le projet tel que réalisé à la phase RT&R.

Tableau 20 : Conception des systèmes d’eau chaude sanitaire

| Paramètre de conception | Proposé par le projet  (Note au BA : ne conserver que les choix applicables au projet dans les cas de choix multiples) | | Conformité  (oui/non) | Recommandation BA |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ED&PDAO | RT&R |
| Préchauffage de l’eau chaude sanitaire par récupération | A : Disposition prévue dans les pièces du marché  B : Disposition non prévue dans les pièces du marché |  |  |  |
| Générateur d’eau chaude sanitaire | | | | |
| Puissance calorifique (Pc) (kW) |  |  |  |  |
| Rendement minimal sur PCI | ƞ = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |  |
| Résistance thermique minimale de l’isolant | R = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (m2°K)/W |  |  |  |
| Équipement de régulation prévu et fonctionnel. | Oui ou Non |  |  |  |
| Accumulateurs, échangeurs et échangeurs-accumulateurs | | | | |
| Capacité (Ca) en litres |  |  |  |  |
| Puissance calorifique (Pc) (kW) | ƞ = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  |  |  |
| Résistance thermique minimale de l’isolation | R = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (m2°K)/W |  |  |  |
| Equipement de régulation prévu et fonctionnel. | Oui ou Non |  |  |  |
| Chauffage solaire | | | | |
| Rendement optique, B (en %) |  |  |  |  |
| Coefficient de déperdition K (W/m2ºK) |  |  |  |  |
| Equipement de régulation prévue et fonctionnel. | Oui ou Non |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux systèmes d’eau chaude sanitaire :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  1. Compteurs divisionnaires ̶ Eau et combustible

Des compteurs d’eau froide ou eau chaude sanitaire sont exigés pour :

* Bâtiments isolé ayant une surface couverte ≥ 200 m2;
* Usage spécifique nécessitant une consommation estimée à plus de 5 m3 par jour.

Pour le gaz naturel, un compteur est exigé pour tout usage spécifique faisant intervenir un ou plusieurs équipements dont la puissance totale dépasse 45 kW d’équivalent.

Le Tableau 21 résume les points de lecture exigés dans la réglementation et identifie la présence des compteurs à la phase RT&T.

Tableau 21: Compteurs divisionnaires ̶ Combustibles

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bâtiment/Zone ou usage spécifique | Fluide mesuré | Compteur | | | Conformité  (oui/non) |
| CB | | RT&R |
|  | Eau ou combustibles | A : compteur installé  B : compteur non installé | A : compteur installé  B : compteur non installé | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  | |  |

Le résume les dispositions pour l’archivage des mesures et relevés, relatifs à la consommation, et le suivi d’énergie.

Tableau 22 : Archivage des mesures et relevés ̶ Eau et gaz

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Critère | Système | | Evaluation  (oui/non) |
| CB | RT&R |
| Equipement pour l’archivage des mesures et relevés | A : équipement prévu  B : équipement non prévu |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

* 1. Eclairage

Cette section présente les caractéristiques de performance énergétique associées aux installations électriques.

* + 1. Documents consultés

[*Note au BA : choisir parmi les deux paragraphes suivants celui qui s’applique à la situation*]

Le BA a pu consulter tous les documents exigés pour la révision des installations électriques du projet.

[Le BA a pu consulter certains des documents exigés pour la révision des installations électriques du projet. Les documents suivants n’ont pu être consultés; [inclure la liste des documents non consultés à partir de la liste fournie dans le manuel.]

Le Tableau 23 résume les principales dispositions concernant la certification des composantes de l’éclairage intérieur ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 23 : Certification des composantes ̶ Eclairage intérieur

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Paramètre de conception  de l’éclairage | Conformité (oui/non) | | Critères de conformité |
| CB | RT&R |
| Certification luminaire |  |  |  |
| Certification lampe particulières |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs à la conception de l’éclairage intérieur :

* Point 1
* Point 2
* Point n

Le Tableau 24 résume les caractéristiques de performance des luminaires et des lampes associées ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

[*Note au BA : mettre un « x » dans la colonne PC (« pas de changement ») pour les luminaires qui n’ont aucune modification entre les phases ED&PDAO et RT&R*]

Tableau 24 : Caractéristiques de performance des luminaires,  
régulateurs et lampes intérieurs et extérieurs

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Identification  du type de luminaire | Phase PC | | Efficacité lumineuse des lampes (EfLpTk) (lumens par watt) | Facteur de puissance (fraction) | Type de régulateur de puissance (ballast) (FM/EL) | Rendement des luminaires (RenLum j) (CU) | Conformité (oui/non) |
|  | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
|  | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |
|  | CB |  |  |  |  |  |  |
| RT&R |  |  |  |  |  |  |

Légende (Régulateurs de puissance [ballast]) :  
- FM : ferromagnétique  
- EL : électronique

Le Tableau 25 résume la puissance totale installée par mètre carré, pour les différents espaces du bâtiment, ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 25 : Niveaux d’éclairage et puissances au mètre carré, par zone

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Zone | Niveau d’éclairage (NivEcl Tn) (Lux) | | Puissance  par m2 (PELTPIn) (W/m2) | | Conformité (oui/non) | Critères de conformité |
|  | CB | RT&R | CB | RT&R |  |  |
|  |  |  |  |  |  | Conformité aux critères généraux, selon le type de bâtiment, et conformité aux choix de la phase ED&PDAO  Commerces et bureaux :  16 W/m²  Enseignement –Etablissement sanitaire sans hébergement – Salle de spectacles, de conférence  – Industrie : 15 W/m²  Etablissement sanitaire avec hébergement – Hôtellerie et restauration – Locaux non mentionnés dans une autre catégorie : 12 W/m²  Etablissement sportif – Stockage – Transport : 10W/m²  Zone où l’éclairage général est insuffisant pour assurer seul le confort visuel :  3 W/m²/100 lux |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

Les stratégies de contrôle de l’éclairage intérieur retenues, ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R, sont résumées au Tableau 26.

Tableau 26 : Stratégies de contrôle d’éclairage intérieur

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Local | Contrôle | Puissance par m2 (PELTPIn) (W/m2) | | Conformité (oui/non) | Critères de conformité |
|  |  | CB | RT&R |  |  |
|  |  |  |  |  | [Note au BA : inscrire le code ou les codes appropriés dans la colonne Contrôle.]  Dans les grands espaces non confinés (bureaux paysagés, ateliers, etc.), il y a lieu de subdiviser l’espace en diverses zones, où il est possible de commander l’installation d’éclairage indépendamment des autres zones.  Dans les locaux profitant d’éclairage naturel :  - un dispositif de commande doit permettre de régler la puissance des luminaires les plus proches des fenêtres et de ceux qui leurs sont contigus en fonction de l’éclairement naturel ;  - Les circuits de raccordement des luminaires doivent permettre d’assurer ces fonctions.  Commande asservie à la présence de personnes  Commande programmable en fonction des horaires d’utilisation  Raccordement des circuits en quinconce (1 luminaire sur 3 pour les couloirs).  Exigence minimale : une commande par local |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Légende (Contrôle) :  
- CMPP : contrôle par détection de présence  
- CMEN : modulation des puissances d’éclairage en fonction de l’éclairage naturel  
- CMPHU : programmation des horaires  
- RACQC : raccordement des circuits en quinconce

Les stratégies de contrôle de l’éclairage extérieur retenues, ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R, sont résumées au Tableau 27.

Tableau 27 : Stratégies de contrôle de l’éclairage extérieur

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Localisation | Type de Contrôle | | Conformité (oui/non) | Critères de conformité |
| CB | RT&R |
|  |  |  |  | Selon les types de fonction :   * Commandes par interrupteurs crépusculaires * Régulation du niveau d’éclairement en fonction des horaires d’utilisation * Commandes programmables |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Légende (Contrôle) :  
- IC : interrupteur crépusculaire  
- NI : niveau d’éclairement en fonction des horaires  
- PR : commandes programmables

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs relatifs aux systèmes d’éclairage et à leur contrôle :

* Point 1
* Point 2
* Point n
  1. Systèmes électriques

Le Tableau 28 résume les principales dispositions concernant la certification des composantes de l’éclairage intérieur ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 28 : Certification des composantes – Distribution électrique et systèmes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Paramètre de conception  de l’éclairage | Conformité (oui/non) | | Critères de conformité |
| CB | RT&R |
| Certification ascenseurs |  |  |  |
| Certification transformateurs |  |  |  |
| Autre |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Le Tableau 29 résume les caractéristiques des systèmes de distribution électrique et d’alimentation de secours, ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 29 : Systèmes de distribution et alimentation de secours

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Donnée | Valeur | | Conformité  (oui/non) |
| CB | RT&R |
| Transformateurs |  |  |  |
| - Puissance transformateur(s) en kVA |  |  |  |
| - Pertes fer + pertes cuivre en kW |  |  |  |
| - Rendement transformateur |  |  |  |
| Compensation énergie réactive |  |  |  |
| - Puissance de la batterie |  |  |  |
| - Nombre de gradins |  |  |  |
| Groupe électrogène |  |  |  |
| - Puissance du groupe (kW) |  |  |  |
| - Puissance de la cogénération (kW) |  |  |  |
| Puissance PV (kW) |  |  |  |

Le Tableau 30 résume les dispositions pour l’installation de compteurs divisionnaires et d’un système centralisé de mesurage et d’archivage qui permettent une gestion optimisée de l’utilisation de l’énergie électrique, ainsi que les différences entre le cas de base qui aurait été choisi par les concepteurs en l’absence du processus d’audit sur plan et le bâtiment tel que construit à la phase RT&R.

Tableau 30 : Système centralisé de mesurage

| Circuit ou Critère | kW | Compteur ou système centralisé  (oui/non) | | Conformité (oui/non) | Recommandations |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| CB | RT&R |
| Compteur No 1 |  |  |  |  |  |
| Compteur No i |  |  |  |  |  |
| Est-ce qu’un système centralisé de mesurage et d’archivage des consommations électriques divisionnaire est prévu? |  |  |  |  | Compteurs divisionnaires recommandés pour :  - les usages spécifiques, faisant intervenir un ou plusieurs équipements (y compris éclairage), dont la puissance totale installée dépasse 15 kW ; et  - pour toutes les parties détachées de bâtiment dont la puissance installée dépasse 5kW  Prévoir un système de centralisation de mesurage des consommations d’énergie avec des outils automatisés d’archivage et de gestion.  Note : prévoir la possibilité d’accès pour installer des équipements de mesurage de consommation d’énergie sur chaque départ. |

Le Tableau 31 résume les paramètres de conception pour le contrôle des pointes et l’incorporation des énergies renouvelables ou d’une solution alternative, ainsi que les différences entre les phases ED&PDAO et RT&R.

Tableau 31 : Contrôle des pointes, énergies renouvelables ou alternative

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Paramètre de la conception | Stratégie incorporée  au projet | | Description |
| ED&PDAO | RT&R |
| Installation de systèmes de gestion technique de bâtiment | Contrôle des pointes |  | Ex. : délestage de certains équipements en période de pointe |
| Mobilisation des énergies renouvelables ou solution alternative d’approvisionnement en électricité | Utilisation de la cogénération ou des énergies renouvelables |  | Ex. 1 : cogénération, microcogénération  Ex. 2 : PV |

Le Tableau 32 résume les exigences minimales pour les systèmes d’ascenseurs ainsi que les différences entre les phases ED&PDAO et RT&R :

Tableau 32 : Dispositions pour les ascenseurs

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ascenseurs | Valeur | | Conformité (oui/non) | Critères de conformité |
| CB | RT&R |
| Norme volontaire VDI 4707 |  |  |  | Recommandé : A ou B |
| Rendement moteur |  |  |  | >0,9 |
| Type de commande et régulation |  |  |  | Variateur de vitesse |
| Type de réducteur |  |  |  | Gearless |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Le Tableau 33 résume les améliorations aux moteurs des autres systèmes du bâtiment:

Tableau 33 : Autres forces motrices

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ascenseurs | Valeur | | Conformité (oui/non) | Critères de conformité |
| CB | RT&R |
| Variation de vitesse |  |  |  | De préférence, dotés d’un variateur de vitesse |
| Rendement minimaux |  |  |  | Avoir des rendements minimaux exigés selon la gamme de puissance et de vitesse |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Le BA émet les constats suivants sur le projet complété ou recommandations pour projets futurs, relatifs aux systèmes électriques :

* Point 1
* Point 2
* Point n

1. Synthèse des mesures réalisées

Les mesures suivantes ainsi que les données clefs sur leur envergure sont notées aux tableaux suivants :

[Note au BA : dans chaque tableau, vous devez identifier l’unité qui est la plus susceptible de bien représenter l’envergure de la mesure implantée. Par exemple, les mètres carrés de murs ou toiture pour l’isolation, la quantité de luminaires efficaces, etc. Quelques exemples sont fournis ci-dessous.]

Tableau 34 : Mesure 1 ̶ Isolation thermique des toitures terrasses

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Description | Unité | Quantité | Prix unitaire hors taxes (TND) | | Surcoût total hors taxes  (TND) |
| Solution de référence | Solution améliorée |
| 1 | Plus-value de la mise en place de la forme de pente en béton cellulaire au lieu du béton ordinaire, dotée du coté inférieur d’un film pare-vapeur en polyane (fourniture et pose) | m2 |  |  |  |  |
| Investissement total hors taxes (TND) | | | | | |  |

Tableau 35 : Mesure 2 ̶ Isolation thermique des murs extérieurs

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Description | Unité | Quantité | Prix unitaire hors taxes (TND) | | Surcoût total hors taxes  (TND) |
| Solution de référence | Solution améliorée |
| 2 | Plus-value de la mise en place de panneaux de laine de roche de 4,5 cm d’épaisseur, dotés de pare-vapeur du côté intérieur, dans l’espace réservé initialement pour lame d’air (fourniture et pose) | m2 |  |  |  |  |
| 3 | Plus-value de la mise en place d’enduit plâtre de 2,5 cm à la place d’enduit ciment (fourniture et pose) |  |  |  |  |  |
| 4 | Plus-value de la mise en place de caissons en polystyrène expansé pour les cages des volets roulants à la place de leur exécution en maçonnerie (fourniture et pose) |  |  |  |  |  |
| Investissement total hors taxes (TND) | | | | | |  |

Tableau 36 : Mesure 3 ̶ Utilisation du double vitrage clair

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Description | Unité | Quantité | Prix unitaire hors taxes (TND) | | Surcoût total hors taxes  (TND) |
| Solution de référence | Solution améliorée |
| 5 | Plus-value de la mise en place de baies vitrées en aluminium, équipées de double vitrage clair 6/6/6 (mm) à la place de baies vitrées en aluminium équipées de simple vitrage clair 6 mm (fourniture et pose). | m2 |  |  |  |  |
| Investissement total hors taxes (TND) | | | | | |  |

Tableau 37 : Mesure 4 ̶ Réduction de la puissance installée de l’éclairage

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Description | Unité | Quantité | Prix unitaire hors taxes (TND) | | Surcoût total hors taxes  (TND) |
| Solution de référence | Solution améliorée |
| 6 | Plus-value de la mise en place de spots équipés de lampes LED de puissance 6 W, à la place de spots équipés de lampes halogènes de puissance 50 W. (fourniture et pose) | U |  |  |  |  |
| Investissement total hors taxes (TND) | | | | | |  |

Tableau 38 : Mesure 5 ̶ Utilisation de détecteurs de mouvement

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Description | Unité | Quantité | Prix unitaire hors taxes (TND) | | Surcoût total hors taxes  (TND) |
| Solution de référence | Solution améliorée |
| 7 | Mise en place de détecteurs de mouvement (fourniture et pose) | U |  |  |  |  |
| Investissement total hors taxes (TND) | | | | | |  |

Le tableau de la page suivante présente les données énergétiques et financières résumées pour l’ensemble des mesures.

Tableau 39 : Fiche récapitulative ̶ Résultats issus de l’ensemble des mesures 1 à 5 d’économies d’énergie

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Mesure  No | **Description de la mesure** | **Economies annuelles réalisées** | | | | | Investissement matériel | | | TRI (an/mois) | | | Planning |
| Energie | | | Argent (TND HT) | | Total | Quote-part Etat | Quote-part M.O. | M.O. | | Etat |
| m3 de GN | kWhe | TEP | M.O. | Etat | Brut | Net |
| 1 | Isolation thermique des toitures terrasses | 923 | 8 255 | 2,84 | 2 350 | 1 566 | 4 250 | 850 | 3 400 | 1/10 | 1/5 | 0/7 | 2011-2014 |
| 2 | Isolation thermique des murs extérieurs | 5 537 | 4 127 | 6,50 | 2 977 | 3 660 | 28 800 | 5 760 | 23 040 | 9/8 | 7/9 | 1/7 | 2011-2014 |
| 3 | Utilisation du double vitrage clair | 4 614 | 16 510 | 8,45 | 5 683 | 5 701 | 33 600 | 6 720 | 26 880 | 5/11 | 4/9 | 1/5 | 2011-2014 |
| 4 | Réduction de la puissance installée de l’éclairage | - | 11 026 | 2,56 | 2 701 | 1 393 | 10 950 | 2 190 | 8 760 | 4/1 | 3/3 | 1/7 | 2011-2014 |
| 5 | Utilisation de détecteurs de mouvement | - | 4 730 | 1,10 | 1 159 | 597 | 400 | 80 | 320 | 0/4 | 0/3 | 0/2 | 2011-2014 |
| La combinaison de toutes les mesures | | 7 752 | 35 980 | 16,12 | 11 567 | 8 939 | 78 000 | 15 600 | 62 400 | 6/7 | 5/5 | 1/9 | 2011-2014 |

1. Les intervenants

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Maître d’ouvrage : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |
| Maître d’ouvrage délégué : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |
| Maître d’œuvre : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |
| Bureau d’études ou Ingénieur *fluides* : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |
| Bureau d’études ou ingénieur *électricité* : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |
| Bureau de contrôle : | | |
| Adresse : | | |
|  | | |
| Tel : | Fax : | Courriel : |

1. Liste des indicateurs quantitatifs

ARCHITECTURE ET ENVELOPPE

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Indicateur | Désignation | Unité | Introduit dans la phase | A actualiser dans les phases |
| SLFD | Surface des Locaux à forte densité orientés SO-O | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| STLFD | Surface totale des locaux à forte densité | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| FCcd | Facteur de compacité des locaux conditionnés | m2/m3 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| FCg | Facteur de compacité global | m2/m3 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| TBVEst | TBVEst : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientées : E-NE,E,E-SE, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés | % | PF & APS | APD, DAO & RT |
| TBVSud | TBVSud : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientées : S-SE, S, S-SO, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés | % | PF & APS | APD, DAO & RT |
| TBVOuest | TBVOuest : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientées SO-ESO-O-ONO, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés | % | PF & APS | APD, DAO & RT |
| TBVNord | TBVNord : rapport des surfaces des baies vitrées des locaux conditionnés, orientées NO-N-NE, par la surface totale des baies vitrées des locaux conditionnés | % | PF & APS | APD, DAO & RT |
| SLcp | Surface des locaux chauffés passivement | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| SLrp | Surface des locaux refroidis passivement | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| STlc | Surface totale des locaux chauffés | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| STlr | Surface totale des locaux refroidis | m2 | PF & APS | APD, DAO & RT |
| Ugmp | Coefficient de transmission global pondéré des murs extérieurs | W/m2 °K | APD | DAO & RT |
| Ugtp | Coefficient de transmission global pondéré des toitures exposées | W/m2 °K | APD | DAO & RT |
| Ugvp | Coefficient de transmission global pondéré des vitrages extérieurs | W/m2 °K | APD | DAO & RT |

INSTALLATIONS DE CONFORT THERMIQUE

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Indicateur | Désignation | Unité | Introduit dans la phase | A actualiser dans les phases |
| CSt | Conception standard |  | PF & APS | APD & DAO |
| CAm | Conception améliorée |  | PF & APS | APD & DAO |
| CCT | Installation de chauffage centralisée |  | APD | DAO & RT |
| CDC | Installation de chauffage décentralisée |  | APD | DAO & RT |
| CMX | Installation de chauffage mixte |  | APD | DAO & RT |
| CLS | Part des locaux traités par chauffage statique | % | APD | DAO & RT |
| CLVD | Part des locaux traités par ventilos et/ou unités à détente | % | APD | DAO & RT |
| CLCP | Part des locaux traités par centrales d’air ou PAC air/air | % | APD | DAO & RT |
| RCT | Refroidissement centralisé |  | APD | DAO & RT |
| RDC | Refroidissement décentralisé |  | APD | DAO & RT |
| RMX | Refroidissement mixte |  | APD | DAO & RT |
| ECSCT | Eau chaude sanitaire centralisée |  | APD | DAO & RT |
| ECSDC | Eau chaude sanitaire décentralisée |  | APD | DAO & RT |
| ECSAc | Eau chaude sanitaire à accumulation |  | APD | DAO & RT |
| ECSSIn | Eau chaude sanitaire semi-instantanée |  | APD | DAO & RT |
| ECSIn | Eau chaude Sanitaire instantanée |  | APD | DAO & RT |
| PANMod | Part de l’air neuf avec modulation de débit | % | DAO | RT |
| PDAEVar | Part débit d’air extrait avec vitesse variable | % | DAO | RT |
| DASVMult | Débit d’air soufflé avec vitesse multiple | % | DAO | RT |
| Pspe(ref) | Puissance frigorifique installée par m2 de surface refroidie | (W/m2) | RT |  |
| Pspe(CH) | Puissance calorifique installée par m2 de surface chauffée | (W/m2) | RT |  |

ELECTRICITÉ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Indicateur | Désignation | Unité | Introduit dans la phase | A actualiser dans les phases |
| NivEcl Tj | Niveau d’éclairement par local ou zone type j | lx | APD | DAO & RT |
| PELTPIn | Puissance électrique totale pondérée installée | KW | DAO | RT |
| Ren Lum j | Rendement luminaire type j ( j=1, nb de luminaires) | lm/W | DAO | RT |
| EfLpTk | Efficacité de la lampe type k | lm/W | DAO | RT |
| CMPP | Commande asservie à la présence de personnes |  | DAO | RT |
| CMEN | Commande asservie à l’éclairage naturel |  | DAO | RT |
| CMPHU | Programmable en fonction des horaires d’utilisation |  | DAO | RT |
| RACQC | Raccordement des circuits en quinconce |  | DAO | RT |