

## 2 PERFORMANCES DES OUVRAGES

### 2.1. GENERALITES

Sont précisées ci-dessous les performances particulières auxquelles doivent répondre les ouvrages, en complément des normes et textes réglementaires. Celles-ci forment une obligation de résultat pour l'Entreprise titulaire du marché.

En préalable à la réalisation de l'ouvrage, l'Entreprise doit apporter toutes justifications nécessaires prouvant que les dispositifs mis en œuvre respectent ces contraintes et performances.

Les ouvrages seront conçus pour satisfaire aux principaux critères suivants :

- Isolation thermique performante des parties vitrés et opaques, conformément à la réglementation thermique, aux labels et certifications du projet ;
- Résistance mécanique aux différentes sollicitations (surcharges permanentes et d'exploitation, vent, ...) ;
- Etanchéité à l'eau et perméabilité à l'air ;
- Protections solaires sur les façades exposées ;
- Protection contre les chutes de personnes (allèges vitrées, garde-corps) ;
- Pérennité et facilité d'entretien ;
- Protection contre le vandalisme et l'effraction ;
- Protection contre l'incendie ;
- Isolement acoustique des façades suivant la notice acoustique.

### 2.2. PERFORMANCES MECANIQUES

#### 2.2.1. SOLLICITATIONS MECANIQUES

##### 2.2.1.1. Généralités

La détermination des actions sur les structures et leur vérification sont effectuées suivant les Eurocodes, amendées par leurs annexes nationales, selon leur dernière version en vigueur à la date de signature du marché.

La détermination des actions sur les éléments d'enveloppe et leur vérification sont effectuées suivant les DTU et cahiers du CSTB, selon leur dernière version en vigueur à la date de signature du marché.

Les façades sont conçues pour résister aux sollicitations suivantes :

- Les charges permanentes, i.e. le poids propre des éléments qui composent la façade ;
- Les charges de vent appliquées sur la façade (déterminées suivant l'Eurocode 1 - Partie 1-4) ;
- Les charges de neige appliquées aux verrières (déterminées suivant l'Eurocode 1 - Partie 1-3 et le DTU 39 pour les vitrages) ;
- Les charges sismiques appliquées sur la façade (déterminée suivant l'Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes, le guide de « dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti » (2014) et sa fiche technique d'application pour les façades légères, fiche COPREC n°49 : 2018) ;
- Les poussées horizontales sur les parois prises en compte déterminée suivant la norme NF EN 1991-1-1 et appliquées à 1 m du sol ;
- Les chocs pour les parois vitrées verticales (définis dans le DTU 39 P5, M50/900J et D1/10J) intervenant dans la protection des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide ;
- Les charges dues à la maintenance et dispositifs de nettoyage (exigence de la norme NF EN 1808) ;
- Les gradients thermiques (déterminée selon le DTU 33.1 P1.1 § 5.1.8) : les températures limites des matériaux prises en compte sont -20°C et +80°C.

NOTA : Les ouvrages à la charge du présent Lot ne participent pas à la stabilité du bâtiment.

##### 2.2.1.2. Charges permanentes

Les charges permanentes prise en compte dans le dimensionnement des éléments de façade sont conformes à la norme : NF EN 1991-1-1 (Mars 2003) - Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-1 : actions générales - poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments et son annexe nationale NF P06-111-2 (juin 2004) modifiée par la norme NF P06-111-2/A1 (mars 2009).

Les charges permanentes comprennent l'ensemble des charges des éléments structurels, des équipements et des finitions.

### **2.2.1.3. Surcharges d'exploitation**

De manière générale, les surcharges d'exploitation comprennent :

- Les surcharges d'exploitation définies par les règlements en vigueur (NF P 06 001 : Bases de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments ou Eurocode 1).
- Les surcharges particulières correspondant à la période de montage ;
- Les charges des appareils de nettoyage (conformément à la norme NF EN 1808), y compris les charges du personnel et les efforts dynamiques. Les charges d'entretien seront non concomitantes avec les charges climatiques ;
- Les éléments jouant le rôle de garde-corps ainsi que leurs supports devront résister à une charge de 1kN/ml située à 1m du niveau du sol. Voir également paragraphe sécurité des biens et des personnes.

### **2.2.1.4. Charges de vent**

Les charges de vent sur les façades et les éléments d'attache seront calculés selon la norme NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale française.

Le projet se situe dans la ville de Paris, au sein de la région 2. La valeur de base de la vitesse de référence du vent est prise égale à :  $v_{b,0} = 24,0 \text{ m.s}^{-1}$  (conformément Figure 4.3 de la norme NF EN 1991-1-4/NA). La catégorie de terrain retenue est la catégorie IV, correspondant aux zones urbanisées.

Les coefficients de pression externes seront adaptés en fonction de la localisation des ouvrages au niveau de la façade. Les coefficients de pression interne seront pris égal aux valeurs  $c_{pi} = +0,2$  et  $-0,3$  (lorsque la valeur de la perméabilité n'est pas connue avec certitude).

### **2.2.1.5. Charges de neige**

Les charges de neiges sur les façades et les éléments d'attache seront calculés selon la norme NF EN 1991-1-3 et son Annexe Nationale française.

Le projet se situe dans la ville de Paris, au sein de la région A. La valeur caractéristique des charges de neige au sol :  $s_k = 0,45 \text{ kN/m}^2$  (altitude inférieure à 200m).

Les charges de neige prises en compte dans les dimensionnements prennent en compte les accumulations dues aux différences de niveau entre toitures. Les coefficients de forme sont adaptés en fonction de la forme des ouvrages et de leur localisation dans le projet.

## **EFFETS DE NEIGE ET DE GIVRE**

De façon générale, le Lot Façades s'assurera de l'absence de risques de chutes de neige ou de givre en forme de plaques ou de stalactites depuis les ouvrages à sa charge, qui seraient dangereuses pour la sécurité du public. Il doit prévoir si nécessaire des dispositifs permettant d'éviter ces chutes. La justification de l'absence de givre ou de la prise en compte du givre pourra être réalisée suivant les normes ISO adaptée.

### **2.2.1.6. Charges dues aux variations thermiques**

Les actions thermiques sont déterminées conformément à l'EN 1991-1-5 et son Annexe Nationale française.

Les charges thermiques associées à la vérification des contraintes thermiques sur les vitrages sont conformes au Cahier CSTB 3242 : Conditions climatique à considérer pour le calcul des températures maximales et minimales des vitrages.

Le calcul des températures des composants et des efforts dans les joints de scellement des vitrages isolants sans protection solaire est défini par la norme NF P 78-470 (28 novembre 2015).

## **2.2.2. MOUVEMENTS ET DEFORMATIONS DES APPUIS**

Les dispositions prises pour toutes les typologies de façades concernant les organes de liaison de la façade à l'ossature primaire du bâtiment (ancrages, fixations) ou les autres éléments de la façade (joints ou films en particulier) doivent être en mesure d'absorber les effets des mouvements prévisibles générés ou transmis par la structure ou à s'en accommoder de manière à éviter des sollicitations dynamiques, permanentes ou momentanées sur les panneaux de façades.

Sauf spécifications contraires, les déplacements différentiels maximaux à prendre en compte pour les façades posées et réglées sont de  $\pm 5 \text{ mm}$  entre deux points d'appuis adjacents.

De façon générale, les déformations de la structure primaire seront limitées pour leur parts « nuisibles », c'est-à-dire tous mouvements induits par les charges climatiques, d'exploitation, et de fluage après la pose définitive et réglage définitif de la façade. Le système de façade devra pendant le cours de sa vie absorber ces mouvements.

Le cumul des mouvements à prendre en compte par le système de façade, doit inclure les déformées du support vis-à-vis de ses :

- Déformations sous charges climatique et d'exploitation ;
- Jeux et tolérances d'assemblage et usinage maximum ;
- Dilatation thermiques maximale ;
- Dilatations Hygrométrique maximale ;
- Tassement éventuel des fondations ;
- Eventuels fluages et retraits des matériaux ;
- Charges en phasage travaux et montage, mis en place progressive des charges de poids propres.

Les dispositifs de liaison et d'ancrage des façades à ossatures bois doivent permettre de transmettre les efforts de la façade à la structure primaire et de reprendre les écarts dimensionnels de l'ossature primaire, dans le respect des tolérances dimensionnelles de la façade.

Les systèmes d'ancrage et de calfeutrement doivent notamment être compatibles avec les déformations du plancher (charges permanentes après pose de la façade, fluage, charges d'exploitation, ...) et maintenir l'intégrité des films d'étanchéités à l'air et à la vapeur.

En aucun cas le panneau de façades à ossatures bois ne doit être sollicité par les déformations du gros œuvre.

Après réglage, toutes les fixations doivent être bloquées tout en tenant compte des degrés de libertés éventuels nécessaires pour gérer les déplacements différentiels et éviter des dommages sur les différents ouvrages.

### **2.2.3. PREVENTION DE L'EFFONDREMENT EN CHAÎNE**

La structure des supports de façade ne doit pas être susceptible d'effondrement en chaîne sous l'effet de la destruction accidentelle d'éléments secondaires. Dans un tel cas, un déplacement important est néanmoins admis, sans toutefois représenter un danger pour le personnel et le public.

Ces cas de charge sont considérés comme accidentels.

### **2.2.4. PERFORMANCES MECANIQUES**

Le dimensionnement et les vérifications doivent être établis selon les règles Eurocodes, les normes NF DTU 31.4, NF EN 13830 et NF P 28-002 (DTU 33.1), annexes et normes associées en ce qui concernent la structure de façade, les attaches, les remplissages et les habillages, la norme NF P 20-202 (DTU 36.5) pour les menuiseries métalliques.

#### **2.2.4.1. Performances mécaniques des ossatures bois**

Les justifications mécaniques et les dimensionnements doivent être réalisés selon l'Eurocode 5 (NF EN 1995-1-1) pris dans le corpus général des Eurocodes. D'une manière générale les justifications suivantes doivent être apportées pour les ossatures de façades et les ancrages :

- Vérification à l'ELU (Etat Limite Ultime) de la flexion et de la compression/flambement des montants d'ossature selon la norme NF EN 1995-1-1 ;
- Vérification à l'ELU de la compression transversale des traverses basses des panneaux d'ossature selon la norme NF EN 1995-1-1 ;
- Vérification à l'ELU de la flexion des éléments horizontaux (linteaux) selon la norme NF EN 1995-1-1 ;
- Vérification à l'ELS (Etat Limite de Service) de la flèche maximale des éléments horizontaux (linteaux). La flèche admissible est de 1/500 de la portée ou 10 mm, selon la valeur la plus petite ;
- Vérification à l'ELS (Etat Limite de Service) de la flèche maximale des montants. La flèche admissible est de 1/300 de la portée ou 10 mm, selon la valeur la plus petite ;
- Vérification à l'ELU de la capacité résistante des assemblages selon la configuration (vérification de l'ensemble des organes de fixation selon les types de sollicitation (cisaillement ou traction) ainsi que la justification des ferrures mécano-soudées selon la norme NF EN 1993-1-1. Il convient également de prendre en compte les éventuels excentrement) ;

Les reprises des descentes de charges doivent être justifiées, en particulier vis-à-vis des charges concentrées. La justification concerne également la stabilité des chevêtres des portes et fenêtres et leurs linteaux.

La liaison montant/traverse doit être justifiée en cas de reprise de cisaillement.

Les fixations des façades à la structure primaire doivent être justifiées et leur espacement être défini pour équilibrer les efforts verticaux et horizontaux.

La justification des composants et produits de construction doit s'effectuer soit uniquement par le calcul, soit par dimensionnement assisté par expérimentation. Dans ce dernier cas, les méthodes correspondantes sont définies par les normes suivantes (liste non exhaustive) :

- NF EN 594, pour les essais de raideur et résistance au contreventement des éléments de façade ossature bois ;
- NF EN 596, pour les essais de choc de corps mou sur élément de façade ossature en bois.

Pour la phase levage, les dispositifs d'attache et d'élingage doivent être dimensionnés pour conserver l'intégrité de la structure des éléments préfabriqués en limitant les déformations à 1/500, dans une limite de 5 mm.

#### **2.2.4.2. Performances mécaniques des menuiseries vitrées**

Selon DTU 36.5 P3

Les exigences de flèche pour les fenêtres sont classées selon la norme NF EN 12210.

Une rigidité minimale de tout élément menuisé est requise avec une flèche maximale de 1/150 de sa portée, sans dépasser 15mm sous 800Pa (P1) ou 1200 Pa (P3).

Si la fenêtre ou l'un de ses éléments doit résister aux chocs intérieurs ou extérieurs de sécurité, où dans le cas d'ensembles menuisés composés la flèche doit rester inférieure au 1/300 de sa portée (§7.1.2.4 DTU 36.5 P3).

#### **2.2.4.3. Performances mécaniques des remplissages vitrés**

Les éléments de remplissage en verre doivent être conformes au DTU 33.1, au DTU 39 (§ 5.1.3.2.1.2) et aux cahiers du Centre Scientifique Technique du Bâtiment (CSTB), à ses annexes et aux normes associées.

Dans le cas des vitrages extérieurs en appuis sur leur périphérie, verticaux ou inclinés, la flèche maximale au centre doit être inférieure au 1/60e du petit côté, et limitée à 30mm.

La flèche au milieu du bord libre d'un vitrage simple supporté sur deux bords opposés doit être limitée à 1/100 de la portée ou 30mm.

La flèche au milieu du bord libre d'un vitrage isolant supporté sur les deux bords opposés doit être limitée à 1/150e de la portée ou 20mm.

Quand l'élément de remplissage (vitrage ou élément opaque) participe à la protection contre la chute de personnes dans le vide (garde-corps), la flèche de l'élément menuisé le plus sollicité doit rester inférieure à 1/300e de sa portée, sous une pression de 800 Pa.

Les flèches maximales admissibles peuvent être réduites si l'intégrité d'une partie de l'ouvrage ou un élément de support le requiert.

Les contraintes à rupture des verres sont déterminées par des essais de laboratoire ou par défaut, selon les cahiers du CSTB 3488, 3448 et DTU 39 P5.

## **2.3. JEUX ET TOLERANCES ADMISSIBLES**

### **2.3.1. JEUX**

La conception des systèmes de façade prévoit des jeux suffisants pour absorber les tolérances et les mouvements des supports ainsi que les diverses déformations (charges, surcharges, dilatation, etc.) sans dommage pour les ossatures et les remplissages, sans dégradation de l'étanchéité et des performances, et sans altération du fonctionnement des parties mobiles, telles que les ouvrants.

### **2.3.2. TOLERANCES ACCEPTABLES DU SUPPORT**

Les tolérances dimensionnelles des supports existants ne doivent pas dépasser les valeurs suivantes par rapport aux dimensions nominales, afin de permettre la mise en œuvre de l'ossature bois.

- Pour les surfaces horizontales, les tolérances suivantes doivent être respectées :
  - Planéité horizontale au droit de la future façade ossature bois : 7 mm rapportée à la règle de 2 m et 2 mm rapportée à un réglet de 200 mm ;
  - Horizontalité générale au droit du support de la façade de  $\pm 1$  % avec pour maximum 30 mm ;
  - Dimension de la dalle (longueur, largeur) comprise entre  $\pm 10$  mm ;

- Equerrage en plan compris entre  $\pm 10$  mm sur une distance de 10 m ;
- Planéité de la joue latérale de la dalle : 5 mm rapportée à la règle de 2 m et 2 mm rapportée à un réglelet de 200 mm ;
- Ecart de l'alignement des nez de dalle inférieure ou égal au maximum de 7 mm ou  $h/400$  (avec  $h$  : hauteur entre deux étages successifs).
- Pour les surfaces verticales les tolérances suivantes doivent être respectées :
  - Planéité verticale :
    - Sous réglelet de 200 mm, inférieure ou égale à 2 mm ;
    - Sous règle de 2 m, inférieure ou égale à 5 mm ;
  - Dimension (hauteur, longueur, épaisseur) comprise entre  $\pm 10$  mm ;
  - Equerrage dans le plan du mur compris entre  $\pm 10$  mm par étage.

Dans le cas où les supports existants ne respecteraient pas ces tolérances, un Ouvrage Complémentaire d'Interface Localisé [OCIL] sera dû par l'Entrepreneur pour parvenir à ces tolérances.

### **2.3.3. TOLERANCES DE FABRICATION**

Les dimensions des ensembles fabriqués en usine doivent rester dans les tolérances indiquées ci-après. Ces valeurs sont vérifiées à une température ambiante d'environ 20°C pour tenir compte des phénomènes de dilatation thermique.

#### **2.3.3.1. Eléments d'ossature courant**

- Hauteur :  $\pm 3$  mm sur la cote nominale ;
- Longueur :  $\pm 1$  mm/m sur la cote nominale avec une limite à  $\pm 5$  mm ;
- Epaisseur :  $\pm 2$  mm sur la cote nominale ;
- Rectitude des bords :  $\leq 1$  mm/m ;
- Faux équerrage :  $\leq 1$  mm/m avec une limite à 8 mm.

Pour les tolérances de planéité, lorsque l'on pose une règle de 2 m sur un endroit quelconque d'un élément de mur à ossature bois, cet élément doit présenter une déformation inférieure ou égale à 5 mm.

#### **2.3.3.2. Chevêtres**

- Tolérances dimensionnelles de la baie comprises entre  $\pm 5$  mm ;
- Tolérances de verticalité comprises entre  $\pm 3$  mm ;
- Tolérances d'horizontalité comprises entre  $\pm 3$  mm ;
- Rectitude des montants et traverses inférieure ou égale à 3 mm sous règle de 2 m.

#### **2.3.3.3. Vitrages**

- Composants verriers : Série NF EN 572
- Verre feuilleté : NF EN 12543-5
- Verre trempé : NF EN 12150-1
- Vitrage isolant : NF EN 1096-1
- VEC : cahier CSTB 3488

### **2.3.4. TOLERANCES DE POSE**

Les organes de fixation des éléments de façade, qu'ils soient fixés au gros œuvre ou solidaires des éléments de façade, sont conçus pour obtenir un parfait alignement des ouvrages et un parfait réglage par rapport aux axes, niveaux et nus théoriques, avec les tolérances définies ci-dessous. Cette conception et la mise en œuvre prévoient tous les systèmes de réglages et d'ajustements nécessaires pour atteindre cet objectif.

Les tolérances suivantes doivent être respectées sur les façades à ossature bois en œuvre :

- Pour la tolérance de verticalité, le faux-aplomb doit être inférieur ou égal au maximum des deux valeurs suivantes :
  - 5 mm sur une hauteur d'étage ; ou
  - $h/600$  (avec  $h$  la hauteur d'un étage) ;
- Pour la tolérance de raccordement, le désaffleurement entre éléments de structure de façades adjacentes ou superposées (y compris de part et d'autre d'un plancher) doit être inférieur ou égal à 3 mm ;

- Pour la tolérance de planéité, la mise en œuvre des éléments de paroi ne doit pas conduire à les déformer. La planéité mesurée à la règle de 2 m entre deux éléments de structure de façade superposés ne doit pas révéler une flèche supérieure à 5 mm ;
- Les tolérances dimensionnelles des façades du bâtiment doivent être comprises entre  $\pm 10$  mm pour une longueur / hauteur de 10 m avec une tolérance cumulée inférieure à 30 mm.

NOTE : Certains parements (extérieur ou intérieur) peuvent imposer une tolérance de raccordement ou de planéité réduites.

Lors de la pose, la rectitude, l'équerrage et la rigidité des éléments devront être assurés de façon parfaite.

Les ouvrages doivent être mis en place en conservant les jeux et les systèmes prévus pour assurer librement la dilatation des éléments de façade, tout en évitant le glissement sous leur propre poids.

## **2.4. CLASSEMENT AEV ET PERMEABILITE A L'AIR**

### **2.4.1. CLASSEMENT AEV**

Les façades dans les conditions inhérentes à la mise en œuvre et compte tenu des effets des actions climatiques, doivent réaliser « l'étanchéité à l'air et à l'eau » entre les ambiances intérieure et extérieure du bâtiment.

La notion d'étanchéité à l'air est à comprendre comme une limitation de la perméabilité c'est-à-dire un contrôle des flux d'air (donc y compris poussière, neige, insectes, etc.).

La notion d'étanchéité à l'eau est considérée comme l'absence de mouillage par l'eau de pluie des parties non prévues à cet effet et risquant d'être dégradés par elle. Il faut entendre par dégradation du fait du mouillage par l'eau de pluie, toute modification des caractéristiques du matériau considéré y compris la modification des caractéristiques thermiques pouvant porter atteinte à l'aptitude à la fonction.

La façade est indépendante au point de vue de son étanchéité à l'air et à l'eau. Elle doit assurer le hors d'eau et d'air sans la participation des ouvrages adjacents en interface.

Les façades mises en œuvre feront l'objet d'un classement AEV pour la perméabilité à l'air, l'étanchéité à l'eau et la résistance au vent. La classe d'étanchéité sera choisie en conformité avec la réglementation thermique et les certifications visées.

La classification et la méthodologie des essais des éléments de façades feront l'objet de procédures établies par l'entreprise et soumises au maître d'œuvre et au contrôleur technique pour validation.

Toute présence d'eau à l'intérieur de la façade ou derrière le plan d'étanchéité lors des essais en laboratoire ou sur chantier sera considérée comme défailante.

Les portes et fenêtres n'étant pas titulaires de PV d'essais AEV seront systématiquement soumis aux essais AEV par un laboratoire agréé dans la Communauté Européenne ou en présence d'un organisme de contrôle indépendant agréé.

#### **2.4.1.1. Châssis et portes**

Pour les portes et fenêtres, les normes suivantes sont d'application :

- La norme FD P 20-202-3 (DTU 36.5 P3) ;
- Les classes sont celles définies dans la norme NF P 20-302 (modifiée par la norme NF P20-302/A1) à partir des normes européennes NF EN 12207, NF EN 12208 et NF EN 12210 ;
- Les essais sont réalisés selon la norme NF P 20-501 à partir des normes européennes NF EN 1026, NF EN 1027 et NF EN 12211.

Conformément au DTU, le classement demandé pour les châssis ouvrants et portes :

- Perméabilité à l'air : Classe A\*4
- Etanchéité à l'eau : Classe E\*7
- Résistance au vent : Classe VC\*2

Les différents éléments des façades devront bénéficier de PV d'essais AEV et mécaniques.

Les remontées par capillarité sont stoppées.

#### **2.4.1.2. Mur à ossature bois**

La norme NF EN 13830 (Janvier 2004) – Norme de produit – Façades Rideaux, sera appliquée. La façade à ossature bois soumise à une différence de pression entre l'ambiance extérieure et l'ambiance intérieure pouvant résulter de l'action du vent ou/et de la mise en pression ou dépression du bâtiment ne doit pas permettre le passage d'un flux d'air pouvant :

- Nuire anormalement au confort des occupants ;
- Représenter une source de dépenses excessives pour le maintien en température des locaux.
- Les essais suivants sont obligatoires et à la charge de l'Entreprise titulaire du présent Lot :
  - Les essais en atelier pour vérifier l'étanchéité à l'air et à l'eau et la tenue au vent,
  - Les essais sur site pour vérifier l'étanchéité à l'eau et à l'air.

Pour les façades à ossature bois les normes suivantes sont d'application :

- Air : EN 12152 Performances et classement – EN 12153 Méthode d'essai
- Eau : EN 12154 Performance et classement – EN 12155 Méthode d'essai
- Vent EN 13116 Performances et classement – EN 12179 Méthode d'essai

Conformément aux normes de références Européennes, les classements demandés pour les façades à ossature bois sont :

- Critère de perméabilité à l'air : A4 ( $\leq 1,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  ou  $0,5 \text{ m}^3/\text{h.m}$ )
- Perméabilité à l'eau : R6 ( $P_{\text{max}} = 500 \text{ Pa}$ )

#### **2.4.2. PERMEABILITE A L'AIR**

Selon la notice de performance énergétique et environnementale jointe au marché. En cas de contradiction avec le présent document, cette dernière prévaut.

Parallèlement au classement AEV, la Réglementation thermique (RT 2012) définit la notion de perméabilité à l'air du bâti caractérisée par un coefficient de perméabilité à l'air appelé Q4Pa-surf. Ce dernier représente le débit de fuite par  $\text{m}^2$  de surface déperditive hors plancher bas sous une dépression de 4 Pa, et s'exprime en  $\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$ .

La perméabilité à l'air conditionne dans une large mesure les performances Environnementales d'un bâtiment en agissant à la fois sur ses performances énergétiques, la qualité du confort obtenue (thermique, acoustique et qualité d'air intérieur) et la conservation du bâtiment.

La perméabilité à l'air est liée aux défauts d'étanchéité du bâti. Elle est la cause des échanges d'air parasites à travers l'enveloppe. Les fuites d'air parasites se produisent à travers l'enveloppe quand celle-ci est soumise à une différence de pression d'air entre les ambiances intérieure et extérieure. Cette différence de pression peut être causée par :

- Le tirage thermique (effet cheminée) ;
- Le vent ;
- La ventilation mécanique (VMC).

La valeur limite fixée pour le niveau d'étanchéité à l'air de l'enveloppe des bâtiments du projet (perméabilité à l'air sous 4 Pa) est la suivante :

- $Q4PA_{\text{surf}} \leq 1.0 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  parois froides

Chaque entreprise devra veiller que la mise en œuvre de ses ouvrages soit réalisée avec un soin particulier concernant l'étanchéité à l'air notamment au niveau des :

- Menuiseries extérieures (éléments de menuiseries dont portes d'entrée, et liaisons menuiseries/façade) ;
- Liaisons entre les parois (par exemple angles du bâtiment) ;
- Équipements CVCD, plomberie, électriques (mise en place de manchons, calfeutrement autour des réseaux, ...)
- Trappes et tout élément traversant les parois.

La valeur de perméabilité visée par le présent projet étant inférieure à la valeur par défaut 1,7 m<sup>3</sup>/ (h.m<sup>2</sup>), l'Entrepreneur devra réaliser des essais de performances in situ conformément à la norme NF EN ISO 9972 et son guide d'application FD P50-784 en présence d'un organisme de contrôle indépendant agréé. Les essais sont effectués par une entreprise qualifiée et spécialisée. Le cahier des charges est établi selon un protocole rédigé par un thermicien.

## **2.5.PERFORMANCES DE SECURITE**

### **2.5.1. SECURITE INCENDIE**

Les prescriptions réglementaires en termes de sécurité incendie requises pour les ouvrages de façade sont données dans la notice sécurité et résumées ci-dessous. L'entrepreneur se réfère à la notice de sécurité du projet et prendra en compte toutes les exigences de ce document en ce qui concerne les façades. En cas de contradiction entre le présent document et la notice sécurité incendie, cette dernière prévaut.

#### **2.5.1.1. Contexte réglementaire**

La réglementation de sécurité et de protection contre les risques d'incendie et de panique est, en France, en relation avec l'activité et la taille des bâtiments ou des ouvrages concernés. D'une manière générale, les bâtiments et les locaux sont conçus et réalisés de manière à permettre en cas de sinistre :

- L'évacuation rapide de la totalité des occupants ou leur évacuation différée, lorsque celle-ci est rendue nécessaire, dans des conditions de sécurité maximale ;
- L'accès de l'extérieur et l'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie ;
- La limitation de la propagation de l'incendie à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Le présent projet est classé Code du Travail et entre dans la catégorie des bâtiments dont le plancher bas du niveau le plus haut est situé à plus de 8 mètres et jusqu'à 28 mètres y compris.

Le cadre réglementaire à considérer pour la sécurité incendie liée aux façades est l'Instruction Technique n°249 relative aux façades (arrêté du 24 mai 2010).

#### **2.5.1.2. Accessibilité Pompiers**

L'élévation Nord-Est situé en volume Nord du Bloc B est désignée accessible aux pompiers, en configuration « traditionnelle », c-à-d toutes les fenêtres de l'élévation sont réputées accessibles aux pompiers.

Une dérogation est demandée concernant les dimensions présentées par les opercules existantes.

#### **2.5.1.3. Résistance à la propagation verticale du feu par les façades comportant des baies**

La règle « C + D » concernant la création d'un obstacle au passage du feu d'un étage à l'autre ne s'applique pas.

La conception et l'exécution des jonctions façade rideau/plancher respecteront les préconisations de la Notice de Sécurité Incendie ainsi que les dispositions prescrites par l'IT249.

La tenue au feu des liaisons façade-plancher et des éléments à ossature bois est justifiée pour le degré de stabilité au feu requis pour la structure, à savoir SF60. L'étanchéité aux flammes et aux gaz chauds est assurée aux jonctions façade-plancher par la mise en œuvre d'un calfeutrement en laine minérale de roche (masse volumique minimale de 70 kg/m<sup>3</sup>) devant le nez de la dalle béton.

Une bavette en acier est fixée à chaque niveau.

#### **2.5.1.4. Réaction au feu des composants et équipements de façade**

Les façades doivent présenter des caractéristiques minimales de comportement au feu venant de l'intérieur ou de l'extérieur, afin de ne pas propager rapidement l'incendie durant la phase d'évacuation.

Les revêtements extérieurs de façade, les fermetures et éléments d'occultation des baies seront à minima de catégorie M2 ou C-s3, d0.

Les tableaux de baie situés à l'extérieur des vitrages, les cadres de menuiserie et leurs remplissages, les occultations extérieures, les grilles d'aération seront à minima de catégorie M3 ou D-s3, d0.

### **2.5.2. RISQUE DE CASSE THERMIQUE**

Une évaluation du risque de casse thermique doit être effectuée pour chaque configuration de vitrage, en conformité avec la norme NF DTU 39 P3 « Travaux de vitrerie-miroiterie Partie 3 : Mémento Calculs des Contraintes thermiques ».

Cette évaluation doit tenir compte de l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer le risque de casse thermique, notamment l'exposition du vitrage, les ombres portées et les surfaces rayonnantes situées à proximité du vitrage. Si nécessaire, l'évaluation fait appel à un calcul informatique, qui doit recevoir l'approbation du Contrôleur



Technique.

Sur la base de cette évaluation, le Lot Façades prend les mesures nécessaires pour supprimer les risques avérés de casse thermique. Selon le niveau du risque évalué, ces mesures peuvent notamment consister en :

- Rodage des chants et arêtes des vitrages exposés : finition dite « joint plat industriel » (rodage à la bande exclu) ;
- Réalisation des vitrages feuilletés à mesure fixe ;
- Durcissement ou trempe des vitrages exposés.

### **2.5.3. RISQUE DE CASSE SPONTANEE**

Tous les vitrages trempés subiront le Heat Soak Test conformément à la norme NF EN 14179. Les rapports de tests sont conservés, tenus à la disposition du Maître d'œuvre et fournis au Maître d'ouvrage dans le DOE à la fin du chantier.

### **2.5.4. SECURITE DES PERSONNES**

#### **2.5.4.1. Généralités**

Sauf indication contraire, les façades seront conçues en conformité avec la réglementation et les normes françaises en vigueur concernant la sécurité des personnes. En particulier les façades à ossature bois seront conformes à la norme NF EN DTU 31.4 qui définit les exigences de performance des façades à ossature bois soumises à une énergie de choc.

Les garde-corps et ossatures et remplissages concourant à la sécurité aux chutes de personnes dans le vide seront conformes aux normes en vigueur et en particulier :

- NF P 01-012 (Juillet 1988) : Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier.
- NF P 01-013 (Août 1988) : Essais des garde-corps - Méthodes et critères.
- NF P 08-302 (Octobre 1990) : Murs extérieurs des bâtiments – Résistance aux chocs – Méthode d'essais et critères.
- NF P 08-301 (Avril 1991) : Essais de choc sur parois verticales des constructions - Définition des corps de choc - Modalités des essais de choc.
- Décret n°65-48 (Janvier 1965) concernant la composition des garde-corps courant.
- DTU 39 P5 : Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 5 : Mémento Sécurité.
- NF EN 12543 (Octobre 2011) : Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité.
- NF EN 14449 (Octobre 2005) : Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Évaluation de la conformité/norme de produit.

#### **2.5.4.2. Vitrages assurant un rôle garde-corps**

Dans le cas des vitrages assurant la fonction de garde-corps, le vitrage doit satisfaire aux exigences de résistance aux chocs de corps dur de 10J et de corps mou de 900J, et être conforme aux normes en vigueur et en particulier aux normes NF P01-012, NF P28-002 (DTU33.1), NF P78-201 (DTU39) et normes associées.

Conformément aux prescriptions du FD DTU 39 P5 « Travaux de vitrerie-miroiterie, Partie 5 : Mémento Sécurité » :

- La convenance des épaisseurs des panneaux vitrés est à justifier au cas par cas en fonction des dimensions des panneaux ;
- Tous les panneaux de vitrage disposés au niveau des voies de circulation piétonnes doivent être munis de dispositifs de manifestation visuels ;
- Des essais de choc doivent être menés sur les compositions de vitrages prévues, les conditions de réalisation de l'essai étant calibré en fonction des conditions de mise en œuvre des panneaux ;
- Les remplissages vitrés des portes et des parties attenantes aux portes situées dans les façades vitrées sont constitués de vitrages de sécurité (verre trempé ou verre feuilleté), à l'intérieur comme à l'extérieur.

La résistance aux chocs des vitrages est testée selon la norme NF P 08-302.

#### **2.5.4.3. Exigences de résistance au choc des façades à ossature bois**

La norme P08-302 définit les sollicitations de chocs auxquelles un mur extérieur peut être soumis en fonction :

- De la situation du mur extérieur : hauteur de la paroi au-dessus du sol ;
- Du type d'activité qui peut se dérouler au voisinage du mur.

Elle définit également les critères de résistance, d'une part du point de vue de la sécurité des personnes et, d'autre part, vis-à-vis de la conservation des performances des parois.

### **RESISTANCE AU CHOCS EXTERIEURS**

La résistance aux chocs extérieurs de sécurité et de conservation des performances sont assurées par le revêtement extérieur de la paroi.

### **RESISTANCE AU CHOCS INTERIEURS DE SECURITE ET DE CONSERVATION DES PERFORMANCES**

Prescriptions permettant de ne pas endommager le voile de stabilité lorsqu'il est positionné côté intérieur de la paroi:

- Toutes solutions conformes pour l'usage considéré au NF DTU 25.41 « Ouvrages en plaques de plâtre – Plaques à faces cartonnées » ;
- Lattage bois support de plaque de section minimale 25 mm x 45 mm avec un entraxe maximal de 600 mm + 2 épaisseurs de BA 13 (lattage vertical ou horizontal) ou 1 épaisseur de BA18 (lattage vertical).

## **2.6.PERFORMANCES ENERGETIQUES ET ENVIRONNEMENTALES**

### **2.6.1. DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE**

La qualité Environnementale des bâtiments consiste à maîtriser les impacts des bâtiments sur l'Environnement extérieur et à créer un Environnement intérieur sain et confortable. Elle suppose une prise en compte de l'Environnement à toutes les étapes de l'élaboration et de la vie des bâtiments : programmation, conception, construction, gestion, utilisation, et déconstruction, ... Tous les acteurs de la construction sont concernés.

Un bâtiment conçu, réalisé et géré selon une démarche Environnementale est donc un bâtiment qui possède toutes les qualités habituelles d'un bâtiment (architecture, fonctionnalité, usage, performance technique...) mais dans des conditions telles que ses impacts sur l'Environnement et les hommes sont durablement minimisés, à toutes les échelles et à toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment.

Les entreprises devront tout mettre en œuvre pour atteindre les objectifs Environnementaux du projet et en particulier celles permettant l'obtention des certifications décrites dans la Notice Environnementale du dossier marché.

Un contrôle attentif sera effectué afin de vérifier que les performances environnementales demandées sont bien respectées pour tous les matériels, matériaux, systèmes et produits de construction mis en œuvre par les entreprises. La mise en œuvre de ces différents systèmes ayant par ailleurs un impact notoire sur la qualité (notamment l'étanchéité à l'air, l'isolation, ...), une attention particulière sera également demandée aux entreprises à ce sujet.

#### **2.6.1.1. Certifications et Labels du Projet**

L'entrepreneur s'attachera à respecter les exigences contenues dans le CCTC qui fixe plus en détail les exigences de la démarche de qualité environnementale et notamment son annexe 2 : charte de chantier à faible impact environnemental et son annexe 6 : label BBC rénovation.

UNESCO étant une organisation de statut international, les constructions sur le site Miollis ne sont pas obligatoirement soumis à la Réglementation Energétique Française (RT Existant, RT 2012, RE 2020...). Toutefois, le MOA souhaite inscrire le projet de rénovation du bâtiment V de l'UNESCO dans une démarche de certification environnementale ambitieuse avec objectif de label énergétique.

Il est ainsi demandé d'une part de respecter les exigences de la RT Existant Global, le bâtiment ayant été construit après 1948 et présentant un coût de rénovation supérieure à 25% du coût de construction.

Pour mémoire, le principe de la RT rénovation global est un gain de 30% minimum sur la consommation d'énergie Cep par rapport à l'état initial, avec un maximum à 165kWhEp/m²an.

Le présent projet fait l'objet d'autre part d'une démarche de qualité environnementale avec la recherche d'une labélisation BBC Effinergie Rénovation, certifiée par Prestaterre certifications.

L'objectif principal de cette labélisation vise à améliorer la performance énergétique du bâtiment au-delà d'un seuil défini par la réglementation thermique pour les bâtiments existants.

Cette labélisation intervient à toutes les étapes du projet et contrôle le respect des exigences aussi bien en phases préalables de conception qu'en phase de réalisation. Le projet doit répondre à un ensemble d'exigences détaillées autour de thèmes définies par le référentiel BEE TERTIAIRE RENOVATION fourni par Prestaterre certifications. Des

justifications sont attendues par les entreprises et sont détaillées dans les CCTP. Elles sont présentées également dans le document Label BBC Effinergie Rénovation – Note justificative / Annexe aux prescriptions communes.

L'entreprise est responsable de l'obtention en phase « réalisation » du label BBC Effinergie Rénovation et devra fournir toutes preuves nécessaires pour répondre aux exigences dans le cadre de son marché.

Dans ce cadre l'entreprise doit se conformer aux exigences spécifiques induites par la démarche de certification et fournir toutes preuves nécessaires pour répondre aux exigences dans le cadre de son marché notamment l'ensemble des documents techniques des matériaux, produits et équipements mis en œuvre. Ce CCTP a été élaboré dans le respect du profil environnemental et de la performance énergétique visés pour l'opération. Les prestations, produits ou marques décrits sont donnés à titre indicatif. Leurs performances sont intégrées à l'étude environnementale et thermique du projet. Ils pourront éventuellement être remplacés le cas échéant par des produits de qualité équivalente. Ces caractéristiques seront alors justifiées.

#### **2.6.1.2. Démarche de réemploi**

La démarche de qualité environnementale met également en place une démarche d'économie circulaire par le réemploi de matériaux issus des travaux de curage du bâtiment. Les CCTP intègrent les exigences spécifiques attendues dans le cadre de cette démarche.

#### **2.6.1.3. Certification de l'entreprise**

Le contractant principal sera certifié ISO 14001. Elle justifiera de sa certification au stade de la candidature.

#### **2.6.1.4. Certifications des produits**

Parmi les exigences, nous rappelons que tous les matériaux doivent être conformes aux normes françaises (ou EN lorsqu'elles existent) et posséder un Avis Technique valide, accepté par l'A.F.A.C. et respectant les réserves de cet organisme.

Les différents produits, systèmes ou procédés utilisés aient des caractéristiques d'aptitude à l'emploi évaluées et vérifiées. Pour remplir les conditions ci-dessus, les produits utilisés devront bénéficier d'une des garanties suivantes:

- Certification par un organisme accrédité par un membre de l'European Accreditation (EA) (en France : CSTB, ACERMI, NF, etc.) ;
- Pass Innovation (feu vert) ;
- Agrément Technique Européen (ATE) ;
- Evaluation Technique Européenne (ETE) ;
- Appréciation Technique Expérimentale (ATEX) favorable ;
- Document Technique d'Application (DTA) ;
- Avis technique (AT ou Atec), direct ou issu d'une « confirmation d'agrément » par l'un des membres de l'UEATc (équivalents européens).

Le matériel choisi devra répondre aux exigences ci-dessous :

- Approvisionnement aisé ;
- Echange standard des composants possibles ;
- Garantie d'approvisionnement des consommables.

L'entreprise devra fournir les Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires (FDES) ou les EPD (Environmental Product Declaration) correspondant aux matériaux proposés, accompagné des quantités mises en œuvre.

#### **2.6.1.5. Précisions sur les produits de préparation et de mise en œuvre**

Autant que possible, tous les produits de construction seront issus de filières d'approvisionnement durables. Les usines de fabrication certifiées ISO 14001 permettent de répondre à la demande.

Les joints, colles, mastics, scellement, mousses, vernis, produits de finitions, ... seront préférentiellement non étiquetés dangereux (Xn, T, T+, ...) ou sans les phrases de risques suivantes liées : cancérigène, mutagène, reprotoxique, allergies, difficultés respiratoires, ...

Toutes les colles seront sans solvant et devront bénéficier d'un niveau EC1+ (très faible émission de COV) suivant le classement Emicode.

Plus particulièrement, la qualité de l'air intérieur sera un sujet à suivre sur ce projet et un objectif à atteindre.

Afin de respecter cette qualité d'air intérieur, les produits et matériaux de constructions et de décorations utilisés en contact avec l'air intérieur devront respecter l'arrêté du 30 avril 2009.

Tous les produits en contact direct avec l'air intérieur devront disposer d'un étiquetage sanitaire en COV/formaldéhyde A+ selon l'étiquetage santé du Décret n° 2011-321 du 23/03/11.

Tous les isolants thermiques et acoustiques devront être certifiés ACERMI et disposer de l'étiquetage sanitaire A+. Les produits d'isolation en laine minérale devront être également certifiés EUCB.

Les isolants thermiques et acoustiques devront répondre aux objectifs fixés dans la note de calcul RT et la Notice Acoustique.

Les isolants thermiques en contact avec l'air intérieur n'émettront pas de particules ou de fibres cancérogènes. Ils auront fait l'objet de tests de cancérogénicité prévus par la directive Européenne 97/69/CE du 5/12/97 transposée en droit français le 28/8/98.

L'entreprise devra fournir en EXE pour chaque isolant :

- La fiche technique de l'isolant ;
- L'ACERMI de l'isolant ;
- La FDES (Fiche Environnementale et Sanitaire) des isolants ;
- Le bon de livraison de l'isolant ;
- Un plan de repérage mentionnant la référence du produit/conductivité thermique/Résistance thermique/épaisseur ;
- Surface approximative de l'isolant (+/- 10%).

#### **2.6.1.6. Particularité du matériau bois**

##### **TRACABILITE DES BOIS**

Tous les bois utilisés seront de provenance légale et proviendront de la zone Europe. Seront interdites toutes essences de bois recensées dans les annexes I, II et III de la Convention sur le Commerce International des Espèces de faune et de flores sauvages menacées d'Extinction (CITES).

Tous les bois présenteront le label PEFC ou le label FSC garantissant leur provenance d'une forêt durablement gérée. Ces exigences s'appliquent également pour les bois d'utilisation temporaire sur le chantier (coffrage, liteaux, bastaings, palissades, etc.)

La provenance des bois et le choix de sources légales devront être justifiés pour l'ensemble des entreprises par la transmission des certificats d'origine des bois.

##### **TRAITEMENT DES BOIS**

Dans la mesure du possible on privilégiera les essences naturellement durables, sans traitement préventif pour la classe d'emploi. Si un traitement est requis, les produits de traitement utilisés seront certifiés CTB P+ et adaptés à la classe de risque. Une attestation avec les procès-verbaux et certificats de traitement seront fournis avant la mise en œuvre des bois pour avis au Maître d'œuvre et au Contrôleur technique.

La durabilité naturelle ou conférée du bois (normes NF EN 350-2 et NF EN 351-1) est adaptée à la classe d'emploi (déterminée dans la norme NF EN 335).

#### **2.6.1.7. Démarche chantier propre**

Il est attendu que l'intervention de l'entreprise se fasse dans une démarche de chantier à faible impact environnemental dont les attendus sont spécifiés dans la Charte de chantier à faible impact environnemental / Annexe au Prescriptions communes.

Afin de prolonger en chantier la démarche Environnementale initiée en conception, il convient que les entreprises puissent être attentives aux aspects suivants :

- Economiser les ressources naturelles : énergie, eau, sol, matières premières ;
- Limiter les pollutions de l'air, de l'eau et des sols ;
- Réduire les nuisances sonores ;
- Favoriser une meilleure prise en compte entre le bâtiment et son Environnement proche ;
- Conserver la biodiversité et les équilibres écologiques,

- Assurer des conditions de vie saines et confortables à l'intérieur des bâtiments.

## 2.6.2. PERFORMANCES THERMIQUES

Le calcul des caractéristiques thermiques des éléments d'enveloppe pour le projet seront réalisés suivant les normes suivantes :

Parties opaques	NF EN ISO 6946 Composants et parois de bâtiments - Résistance thermique et coefficient de transmission thermique, Méthode de calcul
Matériaux transparents	NF EN ISO 673 Verre dans la construction - Détermination du coefficient de transmission thermique U, Méthode de calcul
Façades	NF EN ISO 10077-1 (juin 2012) : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 1 : généralités NF EN ISO 10077-2 (mars 2013) : Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul de coefficient de transmission thermique - Partie 2 : méthode numérique pour les encadrements

Les données concernant la transmission surfacique thermique U des parties vitrées seront conformes à la notice thermique. Les valeurs en tant qu'objectif sont à respecter pour les façades suivantes :

- $U_g \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_p \leq 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_w \leq 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{global} \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Les performances réelles des façades étudiées et mises en œuvre par le Lot Façades devront au moins atteindre les valeurs indiquées, et devront être validées par calculs en phase exécution (obligation de résultat) en intégrant les ponts thermiques éventuels.

Le calcul des ponts thermiques est effectué selon la norme NF EN ISO 14683 (2008) : Ponts thermiques dans les bâtiments - Coefficient de transmission thermique linéique - Méthodes simplifiées et valeurs par défaut.

Tous les vitrages isolants disposeront d'une couche dont le  $U_g = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (selon EN 673) calculée selon une paroi dont l'angle d'inclinaison est de  $90^\circ$ .

Indépendamment des objectifs ci-dessus, l'Entrepreneur en charge du présent Lot mettra en place :

- Des vitrages à remplissage Argon ;
- Des rupteurs thermiques dans les profils de menuiserie, de longueurs adaptées ;
- Des isoblocs entre le dormant et le châssis pour les ouvrants à isolation renforcée ;
- Des intercalaires type « warm edge » pour le scellement des vitrages isolants, référence produit : SWISSPACER ULTIMATE de chez SAINT-GOBAIN ;
- D'une épaisseur d'isolation adaptée dans les panneaux opaques avec cadre à rupteur de pont thermique.

La diminution de performance du vitrage liée aux déperditions d'Argon devra être inférieure à 10% en 10 ans, conformément à la norme EN1279-3. Ces valeurs devront être garanties.

NOTA : Les remplissages opaques comporteront des isolants d'une épaisseur minimum selon notice RT joint au dossier marché dont le  $\lambda$  est de minimum  $0,032 \text{ W/m.K}$ .

## 2.6.3. PERFORMANCES ENERGETIQUES ET LUMINEUSES

Les parois transparentes doivent offrir un compromis acceptable entre les besoins d'éclairage naturel exprimés par le facteur de transmission lumineuse TL et le niveau de protection solaire requis, particulièrement en été, exprimé par le facteur solaire g.

Le calcul du facteur solaire g et de la transmission lumineuse TL pour le projet est réalisé suivant les normes suivantes :

Protections solaires	NF EN 13363-2 (novembre 2005) : Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages - Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse - Partie 2 : méthode de calcul détaillée (Indice de classement : P50-771-2) NF EN 13363-1 +A1 (décembre 2007) : Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages - Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse - Partie 1 : méthode simplifiée (Indice de classement : P50-771-1) ISO 15099 Performance thermique des fenêtres, portes et stores – Calculs détaillés NF EN 14500 (juillet 2008) : Fermetures et stores - Confort thermique et lumineux - Méthodes d'essai et de calcul (Indice de classement : P25-516) NF EN 14501 (décembre 2005) : Fermetures et stores - Confort thermique et lumineux - Caractérisation des performances et classification (Indice de classement : P25-517)
----------------------	---

La gestion des apports solaires est assurée par des vitrages sélectifs à faible émissivité. Ces vitrages exercent leur action réfléchissante sur les rayons invisibles (UV et infrarouges) mais laissent pénétrer à l'intérieur un maximum de lumière. Les vitrages sont à isolation thermique renforcée avec des intercalaires dits "à bords chaud" qui agissent comme un rupteur de ponts thermiques aux bords du vitrage.

Les performances doivent satisfaire les conditions normales d'utilisation définies par les normes NF EN ISO 10077 (2017) et NF EN ISO 52022-3 (2017).

L'Entrepreneur devra présenter le calcul réglementaire RT des facteurs solaires et des transmissions lumineuses des parois pour validation par la maîtrise d'œuvre.

Les données concernant la transmission lumineuse et le facteur solaire des vitrages seront conformes à la notice thermique jointe au dossier Marché. Les valeurs en tant qu'objectif sont indiquées ci-après pour les vitrages clairs avec ou sans stores :

- $TL_g \geq 70 \%$  (Tolérance : +/- 2%)
- $S_g \leq 35 \%$  (Tolérance : +/- 2%)
- $TL_{gs} \leq 10 \%$  (Tolérance : + 0%/- 4%)
- $S_{gs} \leq 15 \%$  (Tolérance : + 0%/- 4%)

Références couches à basse émissivité et de contrôle solaire sur la face #2 des vitrages :

- Cool-lite Xtreme 70/33 de chez SAINT-GOBAIN
- Stopray Ultra 70 de chez AGC INTERPANE
- Ipasol neutral 70/37 de chez AGC-INTERPANE
- Silverstar Combi grey 70/35 de chez GLASTRÖCH
- Super Neutral 70/35 de chez GUARDIAN

Les performances réelles des façades étudiées et mises en œuvre devront au moins atteindre ces valeurs, et devront être validées en phase exécution tenant compte des configurations « critiques » qui conditionnent le dimensionnement des équipements de climatisation.

Ces valeurs sont données à titre indicatif et l'Entreprise a une obligation de résultat vis-à-vis des objectifs fixés pour le projet.

Des fiches techniques et échantillons pour chaque composition de vitrage sont présentés à la maîtrise d'œuvre pour validation. Les valeurs seront précisées suivant la norme NF EN 410 (Avril 2011) : « Verre dans la construction - Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages ».

Ces valeurs sont données à titre indicatif et l'Entreprise a une obligation de résultat vis-à-vis des objectifs fixés pour le projet.

#### **2.6.4. VISA THERMIQUE DES FAÇADES**

L'entrepreneur doit fournir dès la phase études pour validation par la maîtrise d'œuvre un tableau récapitulatif des performances énergétiques. Ce tableau décrit sur chaque ligne une typologie ou sous-typologie de façade différente (géométrie, matériau, performances, remplissage vitré ou opaque, sérigraphie, protection solaire...) et on retrouve les informations suivantes :

- $U_f$
- $U_g$
- $U_w$
- $U_{global}$  façade FOB
- $S_g$
- $S_w$
- $TL$
- $TL_w$
- Protection solaire prévue
- $S_w$  avec protection solaire
- $TL$  avec protection solaire
- Surface de chaque ouvrage et de l'ensemble des ouvrages

Ce tableau est envoyé vierge au début et est complété progressivement à la maîtrise d'œuvre pour validation avec transmission des notes de calculs associées.

### **2.6.5. RISQUE DE CONDENSATION**

Les façades ne doivent pas présenter de risque d'infiltration d'eau ou de condensation. L'Entrepreneur veillera à l'absence de tout défaut de ventilation de la lame d'air à l'arrière du revêtement extérieur qui peut générer un risque accru de condensation dans les parois.

Aucun des éléments constitutifs de la façade à ossature bois ne doit dépasser 30% d'humidité. Les conditions d'humidité en tout point des éléments participant à la stabilité de la façade à ossature bois ne devront pas être supérieures à 20% pendant plus de 8 semaines par an. Cette limite est portée à 23% pour les éléments n'intervenant pas à la stabilité de la façade à ossature bois (tasseaux, isolants, plaques de plâtre, ...).

Les risques de condensations superficielles et de condensation dans la masse seront évalués en fonction des conditions d'hygrométrie et de température des locaux et de la température extérieure.

Le Lot Façades doit s'assurer de l'absence de risque de condensation persistante à tout point des ouvrages à sa charge, et notamment à l'intérieur des parements intérieurs des façades dans les conditions du projet.

Le Lot Façades doit justifier l'absence de condensation par le calcul au sein modules verriers, jonctions, acrotères, continuités de rive, et autres « vides clos ». Il en assure la ventilation par l'air extérieur des zones à risque, afin de permettre l'évaporation rapide des eaux de condensation éventuelles.

L'absence de condensation interstitielle sera évaluée suivant les Recommandations Professionnelles « Système Constructifs à Ossature Bois – Maîtrise des Performances Thermiques » et suivant la norme NF EN ISO 13788 (avril 2013) : Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments - Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse - Méthodes de calcul.

Tous les matériaux mis en contact lors de l'exécution devront présenter une comptabilité durable, afin d'éviter tout risque de corrosion et d'altération chimique ou physique. Les rétentions d'eau de pluie ou de condensation devront être évitées.

### **2.6.6. CONFORT D'USAGE**

La qualité des façades a un très fort impact sur le confort des usagers. En plus de limiter les besoins énergétiques, les performances thermiques assurent le confort des usagers en évitant les surchauffes en été et l'effet de paroi froide en hiver. La proportion de vitrage et les dispositifs d'occultation sont adaptés en fonctions des différents usages pour permettre un confort visuel optimal.

#### **2.6.6.1. Ouvrants de confort**

Toutes les façades du projet sont équipées d'ouvrant de confort à la française permettant une ventilation naturelle des locaux en complément des équipements mécaniques.

#### **2.6.6.2. Eblouissement et occultations**

Les stores intérieurs seront conformes à la norme NF EN 13120+A1 (Mars 2014) : Stores intérieurs — Exigences de performances y compris la sécurité.

Le projet prévoit la mise en place de store toiles enrouleurs manuels pour l'ensemble des façades extérieures des bureaux du projet.

Pour le confort visuel des occupants (éblouissement), l'Entrepreneur du présent Lot devra s'assurer du respect d'un facteur de transmission lumineuse vitrage + store :  $TL_{gs} \leq 10 \%$ .

Ces valeurs sont données à titre indicatif et l'Entreprise à une obligation de résultat vis-à-vis des objectifs fixés pour le projet.

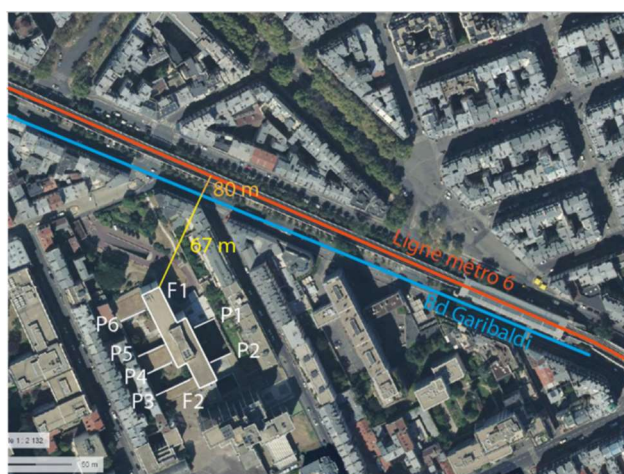
Une évaluation de l'échauffement de l'espace situé entre le vitrage et l'occultation intérieur et du risque de casse thermique doit être effectuée par l'Entrepreneur du présent Lot pour chaque configuration de vitrage, en conformité avec la norme NF DTU 39 P3 « Travaux de vitrerie-miroiterie Partie 3 : Mémento Calculs des Contraintes thermiques » (cf. §2.4.5).

## 2.7.PERFORMANCES ACOUSTIQUES

### 2.7.1. ISOLEMENT VIS-A-VIS DE L'ESPACE EXTERIEUR

L'environnement acoustique est défini dans la Notice Acoustique du projet. Le titulaire du présent lot se rapportera à la Notice Acoustique, pour les performances d'isolation phonique requise en façade. Il prévoira également l'ensemble des essais prévus dans la notice acoustique ainsi que les plans, coupes détails et documents demandés dans la notice. Les performances acoustiques des façades sont données dans ce CCTP à titre indicatif, et il faudra en tout état de cause et en priorité respecter les performances de la Notice Acoustique. L'entrepreneur prendra en compte dans son offre de prix les prescriptions du rapport de l'acousticien pour les façades et les ouvrages en interface (cloisonnement intérieur par exemple).

A titre informatif, l'arrêté préfectoral du 15 novembre 2000 fixe le classement acoustique des infrastructures terrestres sur la commune de Paris. Ainsi, le Boulevard de Garibaldi est classé en catégorie 3 et la ligne de métro 6, aérienne, en catégorie 4.



Catégorie	Niveau sonore environnant
1	+ de 81 dB
2	entre 76 et 81 dB
3	entre 70 et 76 dB
4	entre 65 et 70 dB
5	entre 60 et 65 dB

Repérage des voies de transport terrestre classée autour du site (source : Réhabilitation bâtiment V UNESCO – V-Diag, p66/298)

La performance acoustique des façades est quantifiée par l'indice d'isolement acoustique standardisé pondéré aux bruits aériens extérieurs :  $D_{nT,A,tr}$ .

Le texte de référence pour déterminer l'isolement acoustique minimal vis-à-vis des infrastructures de transport terrestre est l'arrêté du 23 juillet 2013, modifiant l'arrêté du 30 mai 1996.

En tissu ouvert ou en rue en U, la valeur de l'isolement acoustique standardisé pondéré  $D_{nT,A,tr}$  minimal des pièces est donnée dans le tableau ci-dessous par catégorie d'infrastructure :

Distance horizontale (m)		0	10	15	20	25	30	40	50	65	80	100	125	160	200	250	300
Catégorie de l'infrastructure	1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	
	2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30		
	3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30						
	4	35	33	32	31	30											
	5	30															

Le Bâtiment Haut est éloigné du boulevard Garibaldi (cat. 3) par une distance de 67m minimum, et éloigné du Métro aérien ligne 6 (cat. 4) par une distance de 80m minimum.

Les façades doivent donc à minima respecter des valeurs d'isolement acoustique suivantes :

- Toutes façades :  $D_{nT,A,tr} \geq 32$  dB.

L'entrepreneur présentera les procès-verbaux d'essais acoustiques pour confirmer la performance des différents systèmes qu'il met en œuvre. L'entrepreneur devra utiliser uniquement de éléments ayant fait l'objet d'essais acoustiques en laboratoire. La mise en œuvre sur chantier devra respecter strictement les dispositions constructives du modèle mesuré en laboratoire concernant les feuillures, les joints, les assemblages et le mode de pose de vitrages.



Tous les éléments vitrés devront être certifiés par PV d'essai acoustique concernant la menuiserie complète (menuiserie, joints et vitrage) et non le vitrage seul. Les performances acoustiques s'appliquent aussi bien aux parties fixes qu'aux ouvrants et portes. En complément des performances acoustiques de l'ensemble menuisé, une condition supplémentaire exigée est que le vitrage seul justifie d'un indice d'affaiblissement acoustique  $R_{a,tr}$  identique ou supérieur à celui de l'ensemble menuisé (châssis, vitrage, joints,...).

Les façades devront être conçues et testées si nécessaire pour atteindre les niveaux d'atténuation acoustique vis-à-vis de l'extérieur indiqués dans la notice acoustique émise par le BET Acoustique. Suivant cahier de charge du BET Acoustique, l'Entrepreneur devra éventuellement réaliser à sa charge les essais nécessaires au contrôle in-situ des performances acoustiques. Ces essais seront effectués suivant les normes en vigueur par un laboratoire agréé pour le Maître d'œuvre et feront l'objet de comptes rendus détaillés diffusés avant la réception des travaux.

L'entreprise devra s'assurer de la parfaite mise en œuvre de ses menuiseries en particulier vis-à-vis de l'étanchéité à l'air afin que les façades (structures incluses) respectent les niveaux d'isolement acoustique bruit route définis dans la notice acoustique réalisée par l'acousticien.

### **2.7.2. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS ENTRE NIVEAUX**

Se référer aux exigences de la Notice Acoustique.

Les jonctions au droit du plancher seront constituées au minimum d'un bourrage de laine minérale de forte masse volumique et de parements en tôle d'acier en partie haute et en partie basse.

### **2.7.3. ISOLEMENT AUX BRUITS AERIENS ENTRE LOCAUX D'UN MEME NIVEAU**

Se référer aux exigences de la Notice Acoustique.

La jonction entre les cloisons de compartimentage et les montants de façade doit être conçu de manière à respecter les critères de performance précisés dans la notice Acoustique, tout en assurant le maintien des jeux requis pour accommoder les mouvements différentiels entre montants et cloisons.

## **2.8.PERFORMANCES DE DURABILITE D'ASPECT ET D'ENTRETIEN**

### **2.8.1. DURABILITE**

L'horizon de pérennité optimisé pour les ouvrages de façades est de 30 ans. L'horizon de pérennité optimisé est la durée sur laquelle un ouvrage donné doit être en mesure de remplir pleinement les fonctions pour lesquelles il a été conçu et réalisé, dans des conditions normales d'entretien et de maintenance, sans intervention de gros travaux ou renouvellement. Les performances des ouvrages respecteront les critères de performance tout au long de la durée de vie de l'ouvrage.

L'Entrepreneur fournira les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire [FDES] de tous les produits mise en œuvre dans le cadre du présent marché. Chaque FDES devra être conforme à la norme NF EN 15804+A1 et son complément EN 15804/CN, être validée par un organisme agréé et contenir obligatoirement :

- Les caractéristiques type du produit : les matières premières utilisées, les produits complémentaires, les emballages ;
- L'unité fonctionnelle (UF) du produit. Elle définit un produit type, représentatif des différentes « options » disponibles, ce qui permet de quantifier la fonction remplie par le produit dans le bâtiment.
- La durée de vie de référence [DVR] estimée. Il s'agit de la durée de vie théorique du produit pour un usage normal avec un entretien normal ;
- Les opérations de nettoyage et d'entretien ;
- Les impacts environnementaux (consommations énergétiques, pollution de l'air et de l'eau, déchets solides, etc.) ;
- La contribution du produit à l'optimisation de la qualité sanitaire et de la qualité de vie du bâtiment futur.

Les matériaux à plus longue durée de vie et dont le nettoyage et l'entretien utilisent le moins de produits nocifs pour l'environnement et la santé seront privilégiés.

Toutes les fixations doivent être freinées pour la durée de vie de l'ouvrage, après réglage, tout en tenant compte du ou des degrés de liberté éventuels. Par frein, il faut entendre tout dispositif empêchant le desserrage autrement que par une action volontaire.

## 2.8.2. PRODUITS ET MATERIAUX

Tous les produits et matériaux mis en œuvre doivent être résistants aux intempéries (pluie, neige et vent), aux UV, aux agressions chimiques, aux attaques d'insectes et d'oiseaux ainsi qu'à la pollution, dans la mesure où ils y sont exposés.

Tous les produits et matériaux mis en œuvre sont compatibles sans dégradation de leurs performances avec une maintenance et un nettoyage régulier des ouvrages.

Tous les éléments métalliques doivent recevoir une protection anti-corrosion durable ou posséder des propriétés les rendant inattaquables aux différents agents chimiques et atmosphériques pendant la durée légale.

L'Entreprise doit prévoir toutes les dispositions permettant d'éviter les corrosions galvaniques dans le cas d'assemblages multi-métaux, en particulier dans le cas des interfaces entre acier inoxydable et acier noir.

Ces dispositions sont à concevoir de façon à ne pas entraver le fonctionnement structurel des ouvrages et ne pas provoquer de salissures sur les ouvrages ainsi que, par coulure, sur les ouvrages connexes.

## 2.8.3. TOLERANCES D'ASPECT

### 2.8.3.1. Vitrages

L'homogénéité de teinte et d'aspect des vitrages est exigée, et doit être obtenue par une homogénéité des compositions de vitrages situés dans une même façade, par un contrôle rigoureux et systématique des vitrages à couches avant et après assemblage puis livraison sur le site, par une fabrication à partir de glaces issues d'un même float. Le vitrage ne devra pas déformer l'image perçue de l'extérieur depuis l'intérieur.

Qualité optique	Critères d'acceptation selon les normes NF P 78-301 (verre étiré), NF P 78-302 (verre recuit), NF P 78-303 (verre feuilleté), NF P 78-304 (verre trempé).
Irrégularités d'aspect	Seules les irrégularités de type discontinus et ponctuels (bulle, larme, rayure, grain) seront tolérées ; critères d'acceptation selon clauses afférentes du PR EN 12150 (NF P 78-221).

Les vitrages et plus particulièrement les vitrages trempés ne devront pas posséder de déformations et d'irrégularité d'aspect (défauts ponctuels, défauts de planéité locale ou globale) susceptible de gêner un observateur regardant l'environnement extérieur à travers le vitrage.

Dans le cas de présence de compositions différentes dans une même façade, en raison de contraintes techniques ou des performances différentes, ces variations devront être justifiées et soumises à l'approbation de la Maitrise d'œuvre, notamment par des présentations d'échantillons de taille suffisante (au moins 1mx1m), mettant en situation les différentes configurations.

### 2.8.3.2. Tôles et parements de finition

L'homogénéité de teinte et d'aspect des tôles et parements de finition est exigée, et doit être obtenue par une rigueur dans les approvisionnements, tous les produits de même nature devant être issus d'un même fabricant, le cas échéant d'une même campagne de traitement de finition, par un contrôle rigoureux et systématique des produits réceptionnés avant et après assemblage puis livraison sur le site, par une mise en œuvre conforme aux prescriptions, en particulier respectant les orientations de pose, les précautions concernant la mise en place et le retrait des films protecteurs, etc.

Le respect des teintes ou des finitions choisies par le Maître d'Œuvre sera contrôlé par la fourniture en plusieurs exemplaires et la conservation des échantillons correspondants, au titre de témoins.

## 2.8.4. REVETEMENTS ET FINITIONS

L'entrepreneur doit prévoir toutes les dispositions permettant d'éviter les corrosions galvaniques dans le cas d'assemblages multi-métaux, et particulièrement dans le cas du zinc.

La protection des éléments métalliques par thermolaquage est conforme à la norme NF P 24-351 (modifiée par les normes NF P 24-351A1 et NF P 24-351A2).

En particulier, le traitement de surface des aciers comprendra, à minima :

- Un traitement anticorrosion réalisé sur des ouvrages conçus et galvanisés conformément à la norme NF EN ISO 14713, sur des aciers de classe A ou B selon la norme NF A35-503 et suivi d'un parachèvement afin d'en finaliser l'aspect.
- Un dérochage chimique et/ou mécanique suivi d'un lavage/rinçage de la pièce.
- Dégazage à une température supérieure à 200 °C pour éviter le bullage.
- Peinture anti-corrosion. Le système de peinture poudre sera de classe de durabilité Haute conformément à la norme NF EN ISO 12944 et sous label QUALISTEELCOAT.

La protection des éléments en aluminium par thermolaquage est conforme à la norme NF EN 12206-1.

Tous les éléments thermolaqués en aluminium sont sous label QUALILAQUAGE et QUALIMARINE. Le Thermolaquage sera à base de poudre thermoplastique agréée de qualité « superdurable » ou classe 2 selon le référentiel QUALICOAT.

Le prélaquage (laquage en continu et avant formage) sera sous label ECCA Premium®. Le laqueur sera membre de l'ECCA. Les laquages seront de type PVDF.

Les tôleries sont de nuance 5005 H14 ou H24, les profilés sont de nuance AW 6060 ou AW 6063 conformément à la norme NF EN 573-3.

Des échantillons témoins des revêtements par thermolaquage sur profils et tôles d'habillage sont présentés au début du chantier et conservés après acceptation pour servir de référence (dimension minimum des échantillons pour les tôles 500 x 500mm et 1 ml pour les profilés). Il sera indiqué la référence colorimétrique, la finition, la brillance, la classe, l'épaisseur, la référence fournisseur.

Les mêmes niveaux de garantie de qualité et d'aspect sont à produire pour la finition des tôles en acier inoxydable.

L'atmosphère extérieure directe du site est considérée comme entrant dans la classe C3 « Corrosivité atmosphérique moyenne » au sens de la norme EN ISO 12944-2 et dans la classe E13 « Atmosphère sévère urbaine ou industrielle » au sens de la norme NF P 24-351. L'atmosphère intérieure est considérée comme entrant dans la classe I2 « Hygrométrie Moyenne » au sens de la norme NF P 24-351.

Sauf mention contraire la teinte et la brillance de la finition est à déterminer par l'Architecte.

Le réemploi des parements et habillages métalliques extérieurs existants exigera un traitement anticorrosion à préciser selon essais sur prototypes. Ce traitement devra être conforme aux exigences du présent chapitre.

### **2.8.5. EVACUATION DES EAUX PLUVIALES**

Les ouvrages ne doivent pas présenter de zones de rétention d'eau dans les conditions de charges réglementaires.

Toutes les typologies doivent être conçues de manière :

- A drainer et rejeter à l'extérieur du plan de façade les eaux de ruissellement et d'infiltration.
- A être équipées pour rejeter ces eaux vers les caniveaux ou chéneaux en pied d'ouvrage sans causer de fuites vers l'intérieur.

En cas d'ouvrage de façade intégrant des systèmes de récupération d'eaux pluviales, de type chéneaux, les sections des chéneaux seront dimensionnées conformément au DTU 60.11 pour garantir la bonne évacuation de ces eaux sans déverser ni produire de fuites vers l'intérieur du bâtiment.

L'entrepreneur veillera à ce que tout ouvrage bois exposé aux intempéries soit de conception dite « drainante » afin d'optimiser son comportement dans le temps. Cela consiste à éviter les zones de stagnation d'eau, limiter l'épaisseur des pièces, éloigner les bois du sol (20 cm minimum) et désolidariser les pièces pour permettre leur ventilation et leur séchage conformément au Fascicule AFNoR FD P20-651.

### **2.8.6. STRATEGIE DE MAINTENANCE ET MOYEN D'ACCES AUX FAÇADES**

#### **2.8.6.1. Généralités**

L'ouvrage doit être conçu pour faciliter les travaux de nettoyage et de maintenance ainsi que les réparations occasionnelles. La méthodologie des moyens d'accès pour toutes les façades devra être soumise pour approbation au bureau de contrôle. Tous les équipements dus par le lot Façades seront systématiquement remplaçables en cas de dédommagement ou de panne.

Le remplacement d'un panneau de vitrage doit pouvoir s'effectuer aisément suivant le type de montage utilisé et la dimension des vitrages sans démontage d'éléments de l'ossature ou de panneaux contigus.

Les charges tant verticales qu'horizontales et les déplacements ou accélérations induites par les systèmes de nettoyages devront rester compatibles avec l'ouvrage et ses composants.

Les manuels d'entretien, de remplacement et de maintenance feront partie du DIUO (Dossier d'Intervention Ulérieur sur l'Ouvrage).

#### **2.8.6.2. Fréquence de nettoyage et préconisations pour l'entretien des façades**

La fréquence de nettoyage sera déterminée en fonction des angles de vue, nature de la vision (contre-jour sur fond clair, fond opaque), des distances, des types de vitrage (extra-clair, sérigraphie, auto-nettoyant, ...), des types de connections (continues, ponctuelles, ...), de la présence de canalisations et d'aspérités, maintenance (sprinklage, détecteur de fumée, load speakers, ...), des entrées et sortie d'air.

Le projet se situe ambiance urbaine dense (exposition pollution « moyenne ») pour laquelle les surfaces naturellement lavées par les eaux de pluie (exigence « normale ») requièrent en général un nettoyage semestriel (2 fois par an).

Le nettoyage des parties non lavées naturellement par les eaux de pluie (exigence « élevée ») doit s'effectuer, souvent, plus fréquemment que pour les surfaces exposées, à savoir trois fois par an minimum.

Lorsque le maintien permanent de l'aspect décoratif constitue une exigence toute particulière, le nettoyage devra être effectué plus fréquemment en fonction de cette exigence d'aspect, à savoir quatre fois par an minimum.

#### **2.8.6.3. Poids, dimensions et remplacement des éléments verriers**

Le lot Façades établira une cartographie complète des poids et dimensions des éléments verriers ainsi que tous les équipements servant au remplacement comme les palonniers à ventouse et les treuils.

La présente spécialité présentera au bureau de contrôle et au maître d'œuvre la méthodologie complète décrivant étape par étape le remplacement des éléments de chaque typologie de façade.

Les chants accessibles des vitrages pendant les opérations d'entretien ou de maintenance ne doivent présenter ni arête vive ni état de surface susceptible de causer des blessures.

## 3 DESCRIPTION DES OUVRAGES DE FACADES

### 3.1. FACADES A OSSATURE BOIS

#### 3.1.1. GENERALITES

Le projet prévoit la rénovation complète des façades du bâtiment haut. Le choix des matériaux du projet s'inscrit dans une démarche de haute qualité environnementale qui pourra perdurer dans le temps grâce à sa qualité. Les nouvelles façades seront à ossature bois avec isolation renforcée. Les menuiseries de la façade et les vitrages seront remplacés pour des raisons de performances thermiques et acoustiques. La façade rénovée comportera ainsi des remplissages vitrés de type doubles vitrages isolants à basse émissivité et à fort contrôle solaire et des menuiseries aluminium à rupteur de ponts thermiques. Tous les châssis vitrés seront des ouvrants de confort à la française. La façade comportera également des stores toiles intérieurs de type « low-e ».

Dans un souci de cohérence architecturale, le dessin global de la façade existante sera préservé. Les façades sont conçues d'une part pour respecter l'aspect extérieur de la façade existante et d'autre part pour s'inscrire dans une démarche de bas-carbone par la revalorisation de l'existant en conservant avec remise en état un maximum d'éléments de l'existant. Ainsi, la tôle métallique extérieure du corps opaque des modules existants, les joues latérales qui font office de brise-soleil, avec leurs encadrements et les caillebotis, avec leurs consoles d'appui, seront remis en état et conservés en tant que parement extérieur.

De façon générale, pour les éléments neufs, la préfabrication en atelier sera préférée systématiquement. Tous les accessoires, fixations sur chantier seront prévus dans la mesure du possible par assemblages mécaniques sans percement ni soudure.

NOTA : L'épaisseur de la façade rénovée sera plus importante que celle de l'existant ; le nu des façades sera décalé vers l'extérieur. En conséquence, les panneaux d'angle ne seront pas réutilisés, du fait de l'épaississement de la façade courante. Ils seront refaits à neuf, en gardant l'expression originelle.

#### 3.1.2. LOCALISATION

Voir plans architecte et carnet de détails Façades.

A titre indicatif : Bâtiment Haut - Bloc B [Niveaux R+1 à R+8]

Nous distinguons au sein de cette typologie :

- Les façades à ossature bois courantes [Elévations Long-pans, Orientations Sud-Ouest et Nord-Est],
- Les façades à ossature bois d'angle convexes et concaves [Jonctions Long-pans/ Pignons et Retours],
- Les façades à ossature bois des pignons [Elévations Pignons et Retours, Orientations NO et SE].

#### 3.1.3. DIMENSIONS

Les dimensions apparaissent sur les plans et élévations de l'architecte et sur les plans de détail.

Dimension modulaire de la façade : environ 2900 ou 3200Ht x 1400 mm

Dimension des châssis vitrés ouvrants à la française (hors tout) : environ 1750Ht x 1050 mm

Les panneaux préfabriqués de façade auront à maxima une longueur de 4 trames (5600 mm). Cette limite est imposée par les contraintes de levage.

#### 3.1.4. PERFORMANCES

- Performances thermiques, énergétiques et lumineuses :
  - Facteur solaire  $g$  :  $\leq 40\%$
  - Transmission lumineuse TL : 70% environ
  - Thermique – Vitrage seul  $U_g$  :  $\leq 1.1 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - Thermique – Parties opaques  $U_p$  :  $\leq 1.0 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - Thermique – Châssis vitrés  $U_w$  :  $\leq 2.0 \text{ W/m}^2.\text{K}$
  - Thermique – Façade complète  $U_{cw}$  :  $\leq 1.4 \text{ W/m}^2.\text{K}$(Valeurs cible intégrant les pertes linéaires au droit des châssis et des cadres)
- Isolation acoustique : suivant notice acoustique, à titre indicatif :
  - $D_{nTA,tr} \geq 32 \text{ dB}$
  - $RA_{tr} (R_w + C_{tr}) \geq 33 \text{ dB}$
  - Se référer à la notice acoustique pour dispositions constructives à respecter en termes d'isollements latéral et vertical entre locaux.
- Sécurité incendie :

- Solution constructive sans C+D conforme à l'IT 249 visant à éviter le passage des flammes ou des gaz chauds à la jonction façades-planchers.
- L'élévation Nord-Est située en volume Nord du Bloc B est désignée accessible aux pompiers, en configuration « traditionnelle », c-à-d toutes les fenêtres de l'élévation sont réputées accessibles aux pompiers. Une dérogation est demandée concernant les dimensions présentées par les opercules existantes.
- Dans le cas où une prescription de verre feuilleté sera exigée pour des raisons acoustique ou de protection contre la chute, chaque châssis de l'élévation concerné sera muni d'un clé pompier placé en face extérieure. Dans le cas contraire, le vitrage isolant sera constitué de feuilles de verre recuit monolithique et l'accès pompiers se fait par bris de glace.
- Sécurité des personnes :
  - Présence d'un garde-corps épais en allège conforme à la norme NF-P01-012.
  - L'épaisseur du ventilo-convecteur, couplé avec l'épaisseur du parement interne, présentent un décalage latéral de 60 cm à minima vis-à-vis du nu intérieur de l'ouvrant vitré. Ce volume opaque présente en conséquence une configuration « garde-corps épais » suivant NF P 01-012. La hauteur minimale à respecter pour un garde-corps épais de largeur 60 cm est de 70 cm.
  - La rive basse du module vitré se trouve actuellement à +65cm par rapport au plancher fini en configuration existante.
  - Dans le cadre de la rénovation du clos et couvert, les modules seront hissés de 10cm par rapport à leur alignement actuel, afin de classer la zone opaque en garde-corps épais pour assurer la protection des personnes vis-à-vis des risques de chute.

### **3.1.5. DESCRIPTION DETAILLEE**

#### **3.1.5.1. Références normatives**

- FD P20-651 [Juin 2011] : Durabilité des éléments et ouvrages en bois.
- NF DTU 31.1 [Juin 2017] : Travaux de bâtiment - Charpente en bois
  - Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types (CCT)
  - Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux (CGM)
  - Partie 2 : cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)
- NF DTU 31.2 [Mai 2019] : Travaux de bâtiment - Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
  - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT)
  - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM)
  - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)
- NF DTU 31.4 [Mai 2020] : Travaux de bâtiment – Façades à ossature bois
  - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT)
  - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM)
  - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)
- NF DTU 36.5 [Octobre 2010] : Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures
  - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT)
  - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM)
  - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)
  - Partie 3 : Mémento de choix en fonction de l'exposition
- NF DTU 44.1 [Août 2012] : Etanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics
  - Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types (CCT)
  - Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM)
  - Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS)
- NF P23-305+A1 [Juin 2017] : Menuiseries en bois - Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois.
- NF EN 335 [Mai 2013] : Durabilité du bois et des matériaux à base de bois - Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois.
- NF EN 594 [Août 2011] : Structures en bois - Méthodes d'essai - Essai de raideur et résistance au contreventement des murs à ossature en bois.
- NF EN 596 [Mai 1995] : Structures en bois - Méthodes d'essai - Essai de choc de corps mou sur murs à ossature en bois.
- NF EN 1990 : Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures, ainsi que des amendements et ses annexes nationales.
- NF EN 1991 : Eurocode 1 - Actions sur les structures, ainsi que des amendements et ses annexes nationales.

- NF EN 1995 : Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois, ainsi que des amendements et ses annexes nationales.
- NF EN 12153 [Octobre 2000] : Façades rideaux - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai.
- NF EN 12155 [Octobre 2000] : Façades rideaux - Détermination de l'étanchéité à l'eau - Essai de laboratoire sous pression statique.
- NF EN 12179 [Octobre 2000] : Façades rideaux - Résistance à la pression du vent - Méthode d'essai.
- NF EN 12871 [Août 2013] : Panneaux à base de bois - Détermination des caractéristiques de performance des panneaux travaillants utilisés en planchers, toitures et murs.
- NF EN 13183-2 [Juin 2002] : Teneur en humidité d'une pièce de bois scié - Partie 2 : estimation par méthode électrique par résistance.
- NF EN 16351 [Novembre 2015], Structures en bois - Bois lamellé croisé – Exigences.
- NF EN ISO 12944 [Décembre 2017], Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture.
- NF EN ISO 11600

NOTA : Les dates d'édition sont données à titre indicatives ; il incombe au titulaire d'appliquer chaque Norme dans sa dernière version en vigueur à la date de signature du Marché.

### **3.1.5.2. Système**

Façade filante verticale à ossature bois, positionnées devant la structure primaire non porteuse et ne participant pas à la stabilité du bâtiment comprenant les éléments suivants, décrits de l'intérieur vers l'extérieur :

- Tasseaux horizontaux (support de parement intérieur en plaque de plâtre hors lot) pour ménager un espace technique permettant le passage des câbles électriques, cet espace technique pouvant être isolé,
- Pare vapeur posé sur panneau de stabilité à base de bois,
- Montants et traverses des panneaux ossature bois,
- Remplissage isolation de l'ossature bois,
- Organes d'ancrages aux poteaux métalliques de la structure primaire,
- Calages et calfeutrements acoustiques et thermiques avec la structure primaire,
- Pare pluie souple posé sur panneau de stabilité à base de bois,
- Tasseaux bois et cornières métalliques support de bardage métallique,
- Accessoires (bardages et habillages métalliques extérieurs, bavettes de recouvrement, ...),
- Détail acoustique au droit des jonctions verticaux et horizontaux entre locaux, constitué d'une tôle d'acier et d'une couche viscoélastique, prescriptions et mise en œuvre suivant exigences de la notice acoustique

Le calepinage des montants et traverses de l'ossature bois tient compte de la présence de châssis vitrés ouvrants, assure la reprise des consoles de support des caillebotis extérieurs, et prévoit les interfaces d'ancrage contre les poteaux métalliques qui servent d'appui aux panneaux FOB.

La façade à ossature bois sera mis en œuvre principalement par préfabrication d'éléments qui sont ensuite assemblés sur chantier. Une édification sur site est possible pour les éléments constituant le parement extérieur : consoles, caillebotis, cassettes métalliques à bords arrondis, joues de fenêtres et leurs encadrements.

NOTA : les panneaux d'angles rentrants et sortants présentent un rayon de courbure en parement extérieur. Ils sont réalisés par raccordement à 90° de deux panneaux FOB avec une découpe en biseau pour accommoder la géométrie de la tôle arrondie qui constitue le parement extérieur.

L'assemblage entre les façades en angle doit comporter au moins trois montants. Côté intérieur, la continuité du film pare-vapeur doit être assurée. Côté extérieur la continuité du pare-pluie doit être assurée

### **3.1.5.3. Fonctionnement statique et support**

Façades filantes réalisées en bandes horizontales posées avec appuis multiples. Les panneaux sont ancrés en pieds indépendamment par niveau sur les porteurs verticaux de la structure primaire par l'intermédiaire d'équerres ponctuelles de support réglable espacées d'une trame structurelle (1,40 m). Les équerres ponctuelles seront boulonnées contre les poteaux existants en charpente métallique, en se servant des percements existants pour réaliser les assemblages (percements existants réalisés aux intervalles verticaux régulières de 60cm environ). La tenue au vent en tête de panneau pourra être effectué :

- Par l'intermédiaire d'équerres ponctuelles de support réglable fixées de manière traversante à la dalle béton de 90 mm ;
- Par l'intermédiaire d'une fixation coulissante (assemblage caché) au panneau directement supérieur de type tourillon ou autre ;

- Par l'intermédiaire d'une fixation sur les poteaux métalliques par le biais des percements existants.

Les équerres sont réalisées en acier de nuance selon la norme NF EN 10025.

Classe de protection à la corrosion : C3, en raison de leur inaccessibilité pour inspection régulière. La protection anticorrosion sera assurée par galvanisation.

En cas de doute sur la résistance de la dalle béton, des essais d'arrachement devront être effectués selon les recommandations du CISMA (2014).

Les fixations et les espacements sont dimensionnés pour équilibrer les efforts horizontaux et verticaux dans les panneaux FOB. Chaque panneau sera appuyé indépendamment dans le sens vertical et horizontal afin d'assurer la libre dilatation. Les panneaux ne devront en aucun cas participer au contreventement du bâtiment.

Caractéristiques des poteaux existants : profils reconstitués soudés en « I » en acier, 150\*400\*8mm, protection contre la corrosion par complexe de peinture, avec couche de finition appliqué sur une primaire à minium de plomb. Dans le cadre des travaux de rénovation, les poteaux seront floqués pour assurer une protection SF1h, puis encoffrés pour assurer le degré d'isolement acoustique demandé (Travaux hors du présent Lot). Le titulaire du présent Lot doit se coordonner avec les entreprises responsables des travaux interfaces pour optimiser le phasage, l'accessibilité et l'enchaînement des opérations (Pose équerres / Pose FOB / Flocage/ Coffrage...).

#### **3.1.5.4. Ossature bois**

Montants et traverses des panneaux ossature bois réalisés en bois massif ou bois massif abouté conforme à NF EN 15497, de classe mécanique C24 minimum conformément à la norme NF EN 338, et préservé à minima pour la classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335 vis-à-vis du risque biologique liés aux champignons lignivores, insectes à larves xylophages et des termites.

Sections des montants et traverses suivant justification mécanique. Section minimale de 45x145mm (Epaisseur x Largeur) pour une humidité de 18%.

Entraxe maximum entre montants : 600mm

Les justifications mécaniques et les dimensionnements seront réalisés selon l'Eurocode 5.

Assemblage entre montants et traverses : au minimum par deux pointes crantées, torsadées ou annelées, ou des vis, enfoncées d'au moins une fois l'épaisseur de la pièce à fixer dans le dernier élément assemblé.

Au droit des chevêtres de menuiseries, il sera mis en place des montants d'appui (sous la traverse d'appui, et au-dessus de la traverse de linteau) et les traverses seront renforcées (mise en place d'un linteau) pour permettre la transmission des charges verticales au droit des ouvertures.

Au droit des consoles de support des caillebotis, des renforts seront rajoutés dans les panneaux FOB pour assurer la transmission des charges de flexion et de cisaillement depuis les points d'application des efforts par les consoles de caillebotis, vers les appuis contre les poteaux existants.

L'humidité des éléments d'ossature en bois doit être inférieure ou égale à 18 % au moment de l'assemblage des éléments d'ossature, avec un écart entre deux éléments au maximum de 4 %. Le taux d'humidité des éléments doit être déterminé selon la méthode décrite par la norme NF EN 13183-2.

La flèche verticale admissible sera de 1/500 de la portée entre appuis verticaux, dans une limite de 5 mm.

La flèche latérale admissible sous charges de vent sera de H/300.

#### **3.1.5.5. Isolation**

Les ouvrages d'isolation comprennent la mise en œuvre des produits d'isolation thermique et acoustiques.

Mise en œuvre entre ossature, d'un isolant d'épaisseur 145mm et possédant un coefficient  $\lambda \leq 0,041$  W/m.K conforme à la notice environnementale du projet. La densité minimale sera de 30kg/m<sup>3</sup> pour les isolants thermiques. Conformément à la notice acoustique, au droit des jonctions avec les cloisonnements internes verticaux et horizontaux, la densité de l'isolant sera portée localement à 80kg/m<sup>3</sup> pour assurer l'isolement acoustique.

Les largeurs et hauteur des isolants doivent correspondre aux dimensions de la cavité augmentée de 5 mm avec une tolérance de 0 à + 5 mm sur cette surcote, de manière à réaliser un contact continu entre l'ossature et l'isolant sur toute la périphérie. La hauteur des cavités à remplir d'isolant ne doit pas dépasser 3,00 m pour limiter le risque de tassement. Pour des cavités de hauteur supérieure à 3,00 m, une entretoise supportant le poids de l'isolant et fixée mécaniquement aux montants d'ossature doit être mise en œuvre.



Les matériaux isolants doivent être à base de laine minérale manufacturés en panneaux, panneaux roulés rigides ou semi-rigides avec ou sans surfaçage. Un autre type d'isolant (par exemple, isolant biosourcé comme de la ouate de cellulose) pourra être mis en place si visé dans le cadre d'un avis technique d'un système de façade à ossature bois.

Si le surfaçage de l'isolant a une perméabilité à la vapeur d'eau telle que la valeur  $s_d$  du revêtement soit supérieure à 0,18 m, l'isolant doit être posé en une seule couche.

Les isolants thermiques mis en œuvre devront être certifiés ACERMI et disposer de l'étiquetage sanitaire A+. Les produits d'isolation en laine minérale devront être également certifiés EUCB.

Les isolants doivent être protégés des reprises d'humidité et des intempéries lors de la fabrication des murs, du levage, du transport, du stockage intermédiaire sur chantier, et jusqu'à la mise hors d'eau des parois.

#### **3.1.5.6. Panneau de stabilité**

Les panneaux de stabilités seront positionnés côté intérieur (côté « chaud ») des montants d'ossature et seront de type panneau OSB 3 selon NF EN 300 ou panneau de particules P5 ou P7 selon NF EN 312. Les propriétés mécaniques sont celles listées dans la norme NF EN 12369-1 pour ces classes de résistance et l'épaisseur effective. L'épaisseur minimale du panneau de stabilité sera de 12 mm.

L'Entrepreneur pourra néanmoins proposer une configuration alternative, à condition de justifier sa proposition par la mise à disposition de résultats d'essais précédemment réalisés par un laboratoire indépendant agréé : par exemple, il pourra proposer de positionner le panneau de stabilité côté extérieur (côté « froid ») des montants d'ossature. La position et la nature de ce panneau, ayant une incidence sur les transferts de vapeur d'eau dans la paroi, peut entraîner des prescriptions spécifiques sur la nature de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau.

Les panneaux de stabilité seront fixés (couturés) à l'ossature sur toute leur périphérie. Un jeu fonctionnel minimal de 4 mm est ménagé entre deux panneaux intérieurs au droit d'un montant d'ossature.

Prescriptions concernant la fixation du panneau de stabilité sur l'ossature bois :

- L'enfoncement des pointes et agrafes dans le bois d'ossature doit être supérieur ou égal à 35 mm.
- L'enfoncement des vis dans le bois d'ossature doit être supérieur ou égal à 25 mm.
- Les organes de fixation doivent être enfoncés à une profondeur permettant que la partie supérieure de leur tête affleure avec la surface du panneau. L'enfoncement maximal de la tête dans l'épaisseur du panneau ne doit pas excéder 1 mm.
- Les fixations ne doivent pas être disposées à moins de 10 mm des bords des panneaux.
- À défaut de justification, leur écartement doit être inférieur ou égal à 150 mm en périphérie et inférieur ou égal à 300 mm sur les éléments intermédiaires d'ossature.

#### **3.1.5.7. Pare vapeur**

Par défaut, une barrière de diffusion à la vapeur d'eau de type membrane pare-vapeur souple de type A et conforme à la norme NF EN 13984 dont la valeur  $s_d$  est supérieure ou égale à 18 m sera mise en œuvre.

L'Entrepreneur pourra optimiser la valeur  $s_d$  de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau moyennant des justifications appropriées (règle dite « du facteur 5 » ou simulation numérique par exemple) à soumettre à la validation de la MOE et du bureau de contrôle. Le facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau est déterminé obligatoirement par essai selon :

- NF EN ISO 12572 [Octobre 2016] : Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau - Méthode de la coupelle
- NF EN 12086 [Mai 2013] : Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau
- NF EN 1931 [Octobre 2000] : Feuilles souples d'étanchéité - Feuilles d'étanchéité de toiture bitumineuses, plastiques et élastomères - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau.

La fixation temporaire de positionnement du pare-vapeur sur la structure peut se faire par agrafage, clouage ou adhésivage. La fixation définitive du pare-vapeur est obtenue en prenant en pince la membrane entre les montants d'ossature par l'intermédiaire des tasseaux verticaux ou horizontaux supports éventuels des parements intérieurs. Les tasseaux sont de largeur minimale 45 mm et d'épaisseur minimale 25 mm, d'entraxe inférieur ou égale à 600 mm. Les fixations ne doivent pas solliciter le pare vapeur en traction. La continuité entre les lés de film pare-vapeur est obtenu par un recouvrement de 10cm et un pontage au ruban adhésif.

L'entrepreneur pourra également mettre en œuvre des pastilles de diamètre minimal 25 mm, positionnées sous la tête des agrafes tous les 300 mm maximums. Les brins des agrafes doivent avoir une longueur supérieure ou égale à 15 mm.

#### **3.1.5.8. Pare pluie**

Mise en œuvre, en face extérieure du panneau FOB, d'un pare-pluie souple conforme à la norme NF EN 13859 de type membrane Hautement Perméable à la Vapeur d'eau (H.P.V.) durablement résistante aux UV en polyester non-tissé associé à une enduction en résine polyacrylique colorée pour façades ajourée. L'aptitude à l'emploi du pare-pluie devra être justifié en fonction des conditions de joints libres entre panneaux de bardage extérieurs.

- Stabilité aux UV : Test de vieillissement QUV 5.000h UV (phase chantier de 6 mois selon le DTU 31.2).
- Résistance à la pénétration de l'eau avant vieillissement : Etanche W1 [EN 1928].
- Réaction au feu : A minima Euroclasse E [EN 13501-1].
- Résistance aux températures : -40 °C à +80 °C.
- Flexibilité à basse température : -30 °C [EN 1109].
- Transmission de la vapeur d'eau :  $S_d \leq 0,12$  m [EN ISO 12572 – Climat C].
- Résistance à la rupture avant vieillissement : A minima 370/270 N/5 cm [EN 12311-1].
- Résistance à la rupture après vieillissement (5.000 h UV) : A minima 290/230 N/5 cm [EN 12311-1, EN 13859-2].
- Résistance à la déchirure au clou : A minima 150/150 N [EN 12310-1].
- Stabilité dimensionnelle : A minima 1,5%.
- Couleur standard au choix de l'architecte.
- Conforme au DTU 31.2 et DTU 41.2.
- Garantie 10 ans fabricant, Marquage CE.

Référence qualité : Ecrans DELTA-FASSADE COLOR de chez Dörken ou STAMISOL EXTREME COLOR de chez FERRARI.

Les recouvrements horizontaux entre lés de pare-pluie souple doivent être réalisés dans le sens de l'écoulement de l'eau et doivent être supérieurs ou égaux à 100 mm et a minima pincé sous tasseau ou profilé et jointoyé avec bande adhésive.

Les recouvrements horizontaux entre lés de pare-pluie souple peuvent être réalisés à sec (sans collage).

Les recouvrements entre lés ne doivent pas dépasser quatre superpositions de pare-pluie.

La membrane pare-pluie sera assemblée contre un substrat rigide, de type panneau de stabilité, et sera maintenu définitivement en place par pincement entre le substrat et les rails/cadres qui servent à la fixation des éléments du parement extérieur. Les rails eux-mêmes seront ancrés à travers le substrat contre l'ossature bois. Y compris tasseaux complémentaires intermédiaires fixés dans les montants de l'ossature.

Les dispositifs de fractionnement du revêtement extérieur (solins métalliques, bavette pare-feu, etc.) doivent être mis en place avant la pose du pare-pluie, sauf éventuelle contre-indication. Dans cette éventualité, le pare-pluie doit être reconstituée autour des zones transpercées par un recouvrement intégral qui fera l'objet d'essais ayant pour objectif la justification d'une performance équivalente.

Une joint néoprène sera mis en place verticalement entre les parements métalliques à chaque trame pour protéger le pare-pluie des rayonnements UV.

#### **3.1.5.9. Tasseaux**

Mise en œuvre de tasseaux en bois massif classe 3 support des membranes et doublures éventuellement des habillages et bardage extérieurs.

Section minimale : 27x45mm

Entraxe maximal : 600mm ou selon axe des montants bois

Fixation au droit des montants bois par clouage ou vissage

## **3.2. HABILLAGES DES FACADE**

Les murs à ossature bois seront recouverts par le parement extérieur « d'origine », constitué des éléments récupérés des façades existantes, nettoyés et remis en état.

L'entrepreneur devra remettre en état les matériaux et éléments de façades existants qui lui seront mises à disposition par le lot n°02 notamment :

- Remise en état des panneaux modulaires en acier galvanisé thermolaqué :
  - Enlèvement complet du revêtement thermolaqué existant par une technique non-destructive au choix de l'entreprise,
  - Remise en forme des éventuels déformations localisées,
  - Reconstitution d'un complexe de protection anticorrosion par traitement 2 faces, compris préparation de surface + galvanisation ou primaire riche en zinc + couche de finition par peinture ou thermolaquage, teinte blanche ; durée de vie du système de 60 ans ;
- Remise en état des joues de vitrage et bordures de châssis en aluminium :
  - Nettoyage approfondi, remise en forme des éventuels déformations localisées ;
  - Après inspection par la MOE la décision sera prise, par typologie d'élément, de procéder au réemploi dans l'état ou de procéder à un thermolaquage avant réemploi. Dans ce cas, prévoir un traitement 2 faces. (Nota : la ré-anodisation est contre-indiquée, par risque d'un aspect surfacique non-homogène) ;
- Remise en état des brise-soleils en caillebotis aluminium : Nettoyage approfondi, remise en forme des éventuels déformations localisées, réemploi dans l'état ;
- Remise en état des consoles en aluminium servant au support des brise-soleils : Nettoyage approfondi, réemploi dans l'état.

Les panneaux modulaires en acier thermolaqué seront fixés sur les montants de l'ossature bois par le biais de rails à boutonniers neufs en aluminium, fabriqués sur mesure pour cet emploi. Pour la pose sur MOB, les ossatures métalliques seront de conception bridée. La tenue mécanique des principes d'accrochage comportant des encoches devra être justifiée par des essais statiques conformément au cahier du CSTB 3747.

Les joues en aluminium seront réassemblées par groupe de quatre plis, raccordées ensemble par vissage aux angles, après montage dans la rainure prévue à cet effet dans le cadre extérieur du châssis existant.

Les cadres extérieur et intérieur du châssis existant seront réassemblés entre eux par la méthode de clipsage/vissage prévue à l'origine. Le cadre extérieur, qui retient le cadre intérieur, est raccordé à l'ossature bois par le biais d'un profil d'encadrement neuf, en aluminium, fabriqué sur mesure pour cet emploi, dans la même forme cintrée que le cadre existant. Le format du profil d'encadrement est au choix de l'entreprise ; à titre d'exemple, il pourrait être réalisé en tôle pliée complétée par un profil creux rectangulaire pour rigidifier l'ensemble.

Les consoles en aluminium seront fixées par vissage directement sur les montants du mur à ossature bois, à travers les réservations existantes prévues à cet effet.

Les caillebotis existants qui portent entre consoles seront posés dito existant.

L'entrepreneur prévoira par ailleurs l'ensemble des tôles de calfeutrement, fixations, raccords, bavettes, sujétions de drainage, de ventilation, d'étanchéité et d'isolation qui seront requis pour compléter ce parement.

Notamment sont compris les prestations suivantes :

- Tôle de fermeture périphérique en aluminium 20/10<sup>e</sup> thermolaquée perforée au pourtour des châssis ;
- Finition basse par lisse tubulaire en aluminium thermolaqué,
- Cassettes de sous-face en pied de façade en acier galvanisé 20/10<sup>e</sup> thermolaqué y compris platine avec réservations type boutonniers pour reprise des cassettes. Calepinage au choix de l'architecte.

### **3.2.1. COUVERTINES**

Les couvertines d'acrotères couronnent et protègent les éléments de la façade cadre et assure le rejet des eaux de pluies vers l'étanchéité de couverture. Elles protègent également l'habillage de façade de coulures d'eau excessives.

Elles sont à la charge du présent lot, elles sont en aluminium thermolaqué de teinte et brillance au choix de l'architecte, d'une épaisseur minimale de 30/10<sup>ème</sup>. Elles sont assemblées entre elles par éclissage étanche selon un calepinage cohérent avec celui de la façade, à soumettre à l'architecte. Elles sont fixées sur le support de façade par l'intermédiaire de pattes ponctuelles. Elles sont isolées et étanchées de manière à ne pas représenter un point faible. Elles permettent également les mouvements différentiels entre les éléments constitutifs et intègrent le traitement des joints de dilatation et les points singuliers d'interfaces entre les différents types.

Une membrane type EPDM positionnée sous la couvertine et fixée mécaniquement aux supports en béton vient renforcer l'étanchéité. Une interface est à réaliser avec les supports éventuels des garde-corps.

Nous rappelons que la nature, le nombre et la position des fixations des différents constituants sont fonction des procédés et doivent être détaillées dans la notice du fournisseur et être dimensionnés et justifiés, notamment vis-à-

vis des effets de vent et de neige, ainsi que vis-à-vis des charges d'exploitation lorsque la couverture constitue une zone de stationnement normale ou précaire.

A minima, les couvertines doivent être capables de supporter sans déformation permanente une charge ponctuelle de 1kN en n'importe quel point.

Dans le respect de l'architecture existante, le bord côté façade des couvertines sera arrondi (3/4 de cercle). Il est obtenu en soudant à la tôle de couverture un profilé tubulaire extrudé conformément aux détails du carnet de détail façade. L'entreprise pourra proposer un autre mode d'assemblage ou façonnage dans la mesure où la géométrie de l'existant est respectée. L'entreprise pourra le cas échéant présenter une solution tout aluminium anodisé, reprenant la modénature existante (arrondi 3/4 de cercle).

### 3.3. CHASSIS VITRES

Les menuiseries aluminium seront réalisées à partir d'un système constructif en provenance d'un fabricant / gammiste notoirement connu du type Wicono ou de qualité et de technicité équivalente.

Ces menuiseries seront composées de profilés à rupture de pont thermique réalisés en alliage d'aluminium 6060 T66 de qualité bâtiment Hydro CIRCAL 75R ou de qualité et de technicité équivalente.

L'aluminium devra être de type « recyclé » avec au moins 75 % de déchets post-consommation et qui justifiera d'une empreinte carbone à environ 2.0 kg de CO<sub>2</sub>e/kg d'aluminium (1,5 -2,3 Kg CO<sub>2</sub>). Dans le cas d'aluminium avec valorisation en fin de vie, la matière qui était présente dans les bâtiments et qui en a été extraite est réintégrée dans le circuit. La part minimum de 75 % de ces matériaux post-consommation (> 75 % de matériau en fin de vie) est prouvée par une certification indépendante.

#### 3.3.1. CHASSIS FIXES ET FENETRES A LA FRANCAISE

##### 3.3.1.1. Description détaillée

La façade intégrera des châssis fixes et des ouvrants à la française de type VEP avec création ou adaptation de filière pour respecter l'épure architecturale. Les châssis sont posés en tableau et fixés directement à l'ossature bois.

Les châssis seront réalisés en alliage d'aluminium 6060 extrudé à plusieurs chambres avec rupture thermique conformes aux normes NF EN 14024 et NF EN 755.

Les profilés en aluminium sont composés de deux coquilles reliées entre elles par deux barrettes isolantes à base de polyamide. La forme de ces barrettes, parfaitement à fleur avec les profilés, ne permet pas la rétention des eaux d'infiltration. Des accessoires complémentaires seront prévus pour améliorer la performance thermique de la menuiserie, notamment un joint de battement central alvéolaire en bi-composant et un bouclier thermique en fond de feuillure en PE.

Les dormants et ouvrants courants seront masqués depuis l'extérieur par les habillages de façade. L'ensemble des dormants et ouvrants seront cintrés aux angles en respectant le rayon de courbure des châssis existant à savoir environ 143 mm. Le procédé respectera les étapes suivantes :

- Livraison des demi-coquilles de profil en Brut avec barrette RPT,
- Cintrage des profils - dormants, ouvrants et parecloses (pareclose à créer pour assurer un parfait clippage),
- Sertissage des profils cintrés – dormants, ouvrants,
- Assemblage des profils - dormants et ouvrants - par soudure assurant un assemblage étanche,
- Abrasion de la soudure et thermolaquage (type RAL standard). Aucun craquèlement ou cloques de laquage ne sera admis.
- Montage de l'ensemble des joints + accessoires + quincailleries effectuées en usine. Des gabarits d'assemblage permettront une fabrication standardisée et garantiront un parfait assemblage et fonctionnement des fenêtres.

Y compris :

- Parecloses cintrées en 2 parties pour un assemblage sur site de face avec jonction à l'horizontale.
- Paumelles seront de type deux lames réglables pour ouvrant à la française.
- Fermeture trois points de type gâche et rouleau avec tringle sur la partie verticale rectiligne.
- Raidisseurs ouvrant à la française côté paumelle.

La quincaillerie et la visserie utilisée sera d'une gamme compatible et approuvée par le gammiste qui utilise des ferrures spécifiquement adaptées au système et testées par le fabricant du système pour les ouvrants à la française.

La quincaillerie sera grade 5 (EN NF 1670). La quantité de verrouillages en fonction de la taille de l'ouvrant et conformément au chapitre 2 « Performance des ouvrages ».

Les châssis installés dans la façade réputé accessible aux pompiers seront munis d'un système de fermeture trois points permettant le déverrouillage manuel par poignée en face intérieure, et par clé pompier en face extérieure du châssis.

Référence qualité : Wicono WicLine 65 (produit dont la faisabilité du cintrage au rayon demandé a été vérifiée par prototypage).

L'Entrepreneur pourra proposer une variante en bois des châssis fixes et à la française.

### **3.3.1.2. Caractéristiques mécaniques**

Sauf spécifications particulières, les niveaux des caractéristiques mécaniques des fenêtres doivent respecter les valeurs du DTU 36.5 et de la norme NF P 20-302.

La résistance selon la norme NF EN 13115, les efforts de manœuvre de la fenêtre, mesurés selon la norme NF EN 12046-1, avant et après essais de contreventement, torsion statique et endurance à l'ouverture fermeture répétées décrits ci-dessous, doivent être de classe 2.

La résistance au contreventement de la fenêtre mesurés selon la norme NF EN 14608 et classée selon la norme NF EN 13115, ainsi que sa résistance à la torsion statique, mesurée selon la norme NF EN 14609 et classée selon la norme NF EN 13115, doivent être au moins de classe 2.

L'endurance à l'ouverture fermeture répétée de la fenêtre, mesurée selon la norme NF EN 1191 et classée selon la norme NF EN 12400, doit être au moins de classe 2 (mécanisme ne permettant qu'un seul mouvement).

### **3.3.1.3. Remplissages vitrés**

Vitrages isolants sous certification CEKAL de composition indicative 44.2Si/16 [90% Arg]/6 avec intercalaire à bords chauds :

- Verre extérieur : vitrage feuilleté acoustique clair 44.2, recuit, de 8,76 mm d'épaisseur, avec couche de contrôle solaire faiblement émissive en position 2 de type choisi par l'Architecte parmi les références suivantes :
  - Cool-lite Xtreme 70/33 de chez SAINT-GOBAIN
  - Stopray Ultra 70 de chez AGC INTERPANE
  - Ipasol neutral 70/37 de chez AGC-INTERPANE
  - Silverstar Combi grey 70/35 de chez GLASTRÖCH
  - Super Neutral 70/35 de chez GUARDIAN
- Lame d'air de 16 mm avec 90% d'Argon,
- Verre intérieur : vitrage clair, recuit, de 6 mm d'épaisseur.

Intercalaires : Les vitrages comporteront des intercalaires thermiques chauds (« warm edge ») de type SWISSPACER ULTIMATE de chez Saint-Gobain ou équivalent. Teinte des intercalaires au choix de l'Architecte.

Façonnage des bords de type JPI ou JPP.

### **3.3.1.4. Remplissages vitrés**

Chaque châssis ouvrant sera muni d'un contact de feuillure dont les principales caractéristiques techniques sont :

- Contacts magnétiques encastrables
- 3 fils
- Contacts secs NO/NF
- Réglable

Ces contacts secs, de type « tout ou rien », serviront à couper la climatisation/chauffage du local en cas d'ouverture de la fenêtre. Ils seront installés en partie basse des vantaux pour faciliter le raccordement vers le régulateur du ventilo-convecteur positionné en allège. Chaque contact sera équipé de 3m de câblage à ramener à proximité du ventilo-convecteur lors de la pose du châssis. Les raccordements des contacts seront prévus au Lot GTB.

### **3.3.2. PORTES**

Fourniture et pose de portes battantes à un vantail à ouverture à l'anglaise (vers l'extérieur), en profilés extrudés en alliage d'aluminium 6060 à rupture de pont thermique conforme à la norme NF P24-507, sous marquage CE et NF.

Le profil formant plinthe comportera une étanchéité avec seuil réglable en aluminium ou en inox 304L à la suisse.

Le châssis de porte sera complété sur les deux faces par une cache en tôle métallique à découpe arrondi, qui reprend la géométrie des portes existantes avec châssis à bords arrondis qui sont implantés en façade du Bâtiment Haut.

Référence qualité : Porte ADS 75HD.II de chez SCHUCO ou techniquement équivalent.

#### **3.3.2.1. Localisation et Dimensions**

Une porte par niveau, implanté au droit de l'escalier de secours en Pignon Sud-Est. Voir plans architecte et carnet de détails Façades.

Les dimensions apparaissent sur les plans et élévations de l'architecte et sur les plans de détail.

#### **3.3.2.2. Description**

Les profilés tubulaires du dormant, profondeur 75 mm maximum, et de l'ouvrant devront être assemblés en coupes d'onglets au moyen d'équerres en alliage d'aluminium épousant la forme des tubulures.

L'assemblage est fait par sertissage ou goupille selon la section du profilé utilisé, assurant ainsi un auto-serrage. L'assemblage est renforcé par l'injection entre la toile des profils et les équerres d'une colle bi-composant, exempt de solvant, à base de polyuréthane.

Les profilés en aluminium sont composés de deux coquilles reliées entre elles par deux barrettes isolantes à base de polyamide. La forme de ces barrettes, parfaitement à fleur avec les profilés, ne permet pas la rétention des eaux d'infiltration. Un coussin en mousse à alvéoles fermées renforce l'isolation du profilé et complète l'étanchéité dans la zone de barrette isolante et de la coquille extérieure.

Les remplissages vitrés sont maintenus par des parclozes munies de clips plastiques, assurant un montage sous pression constante grâce aux joints de vitrage à lèvres en bi-composant (EPDM + Mousse d'EPDM à cellules fermées). Ces joints noirs sont dits à effacement et présentent une faible section vue. Ils réalisent l'étanchéité entre le profil et le remplissage vitré.

L'étanchéité entre dormant et ouvrant est réalisée par deux joints en EPDM, qui viennent en compression lors du verrouillage de l'ouvrant. L'étanchéité entre le seuil et l'ouvrant est réalisée par 2 joints en EPDM noir.

Fixation de l'ensemble sera réalisée par pose en tableau dans la façade à ossature bois.

#### **3.3.2.3. Equipements**

Chaque vantail sera muni à minima des équipements suivants :

- Ferme-porte simple action encastré dans le vantail de la porte de type Geze à bras à coulisse référence Boxer ou équivalent. Il sera adapté au poids et dimensions du vantail et aura un régulateur de fermeture intégré ;
- Contacteur d'ouverture ;
- Paumelles en type et quantité nécessaires, en nombre suffisant pour reprendre le poids des ouvrants sans déformation pendant les phases d'ouverture et fermeture et en position ouverte. Paumelles cachées (invisibles porte fermée) ;
- Verrouillage par serrure à mortaiser à clef à canon européen (intérieur et extérieur). Têtière en U en acier inoxydable munie d'embouts en plastique noir servant de fixation par les tourillons spéciaux. Les accessoires seront positionnés latéralement dans la rainure des profilés ;
- Tenue de la porte par poignée au choix de l'Architecte. Liaison par carré de 10 mm. Quincaillerie en acier inoxydable de chez Dorma ou équivalent.
- Butée de porte.

L'entreprise du présent lot doit les câblages nécessaires au raccordement des portes aux différents terminaux (contrôle d'accès, contacts d'intrusion, boîtiers verts...).

Equipements complémentaires selon tableau de porte.

### 3.3.2.4. Performances

Performances mécaniques, thermiques, spectrophotométriques, acoustiques et de sécurité incendie : voir chapitre 2 - « Performances des ouvrages ». Voir également notice thermique et dossier acoustique joints au dossier marché. Les portes auront au minimum les caractéristiques de la zone de façade sur laquelle ils sont implantés (thermique, acoustique et étanchéité). Ils ne devront en aucun cas représenter un point faible capable de dégrader les performances générales de la façade.

Autres performances :

- Manœuvrabilité : Classe 2 [NF EN 12217 et NF EN 12046-2]
  - Force max de fermeture ou nécessaire pour déclencher le mouvement : 50 N,
  - Quincaillerie actionnée manuellement : Couple maximum : 5 Nm/Force max. : 50 N,
  - Quincaillerie actionnée manuellement avec les doigts : Couple max. : 2,5 Nm/Force max. : 10 N.
- Résistance mécanique : Classe 3 [NF EN 119, NF EN 947, NF EN 948, NF EN 949, NF EN 950]
  - Charge verticale : 800 N,
  - Torsion statique : 300 N,
  - Choc de corps mou et lourd : 120 J,
  - Choc de corps dur : 5 J
- Endurance mécanique : Classe 7 – 500 000 cycles [NF EN 12400 et NF EN 1191]
- Résistance à la corrosion quincaillerie : Classe 5 [NF EN 1670 et NF EN ISO 9227]
- Sécurité des personnes :
  - Suivant DTU 39 P5, l'Entrepreneur veillera à la protection des personnes vis-à-vis des risques de blessures en cas de heurt : les remplissages vitrés des portes sont constitués de vitrages de sécurité (verre trempé ou verre feuilleté), à l'intérieur comme à l'extérieur.

### 3.3.2.5. Finitions

La comptabilité physico-chimique de tous les composants susceptibles d'être en contact ou proches les uns des autres doit pouvoir être justifiée.

Protection des éléments aluminium par thermolaquage. Teinte RAL au choix de l'architecte.

## 3.4. OCCULTATIONS

### 3.4.1. DESCRIPTION DETAILLEE

L'occultation solaire et le contrôle de l'ambiance lumineuse des façades sont réalisés par la mise en œuvre de stores intérieurs verticaux rectangulaires. Les stores seront conformes à la norme NF EN 13120+A1.

Ils sont positionnés en partie supérieure de la partie vision en pose de face sur le mur à ossature bois. Les stores seront déroulés sur toute la hauteur du clair de vitrage. L'enroulement de la toile se fera dans le sens horaire.

L'ouverture et la fermeture de la protection solaire sera assurée par manœuvre manuelle adaptée à la dimension et à la hauteur des stores (avec système à chaînette réglée et ressort de compensation).

Y compris, notamment :

- Barre de charge en aluminium extrudé. La barre de charge aura pour fonction le lestage de la toile ;
- Axe du store compatible avec dimensions de la toile ;
- Coffre de store en aluminium extrudé thermolaqué (RAL au choix de l'architecte) de type « Box 55 » de chez GRIESSER ou équivalent compatible avec dimensions et le type de toile.

La position et les dimensions de la toile sont à justifier par rapport au risque d'échauffement de l'espace situé entre le vitrage et la toile.

Les stores doivent pouvoir être entretenus et remplacés aisément, sans intervention sur les ouvrages voisins. L'entrepreneur devra fournir une procédure d'intervention de nettoyage, de maintenance et de remplacement pour tous les éléments composant l'installation des stores.

### 3.4.2. PERFORMANCES

Voir notice thermique, étude RT et dossier acoustique joints au dossier marché. A titre indicatif :

- Transmission Lumineuse vitrage + store : TLgs  $\leq$  10 %
- Facteur solaire vitrage + store : Sgs  $\leq$  15%

Ces performances seront à justifier par un calcul suivant la norme NF EN ISO 52022-3 « Performance énergétique des bâtiments - Propriétés thermiques, solaires et lumineuses des composants et éléments du bâtiment - Partie 3 : Méthode de calcul détaillée des caractéristiques solaires et lumineuses pour les dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages ».

Comportement au feu conforme à la notice de sécurité incendie.

#### **3.4.3. TOILES DE PROTECTION SOLAIRE**

Toile réfléchissante low-e de type Screen SATINE 5500 LOW-E de chez MERMET ou techniquement équivalent compatible avec les contraintes thermiques et spectrophotométriques et les contraintes d'échauffement dans les éléments vitrés.

### **3.5. MAINTENANCE**

Le nettoyage intérieur et extérieur des surfaces vitrées s'effectue depuis l'intérieur du bâtiment par l'intermédiaire des ouvrants à la française.

Le nettoyage et maintenance des surfaces opaques est effectué ponctuellement, par l'intermédiaire d'équipements d'accès provisoires de type échafaudage sur pied.