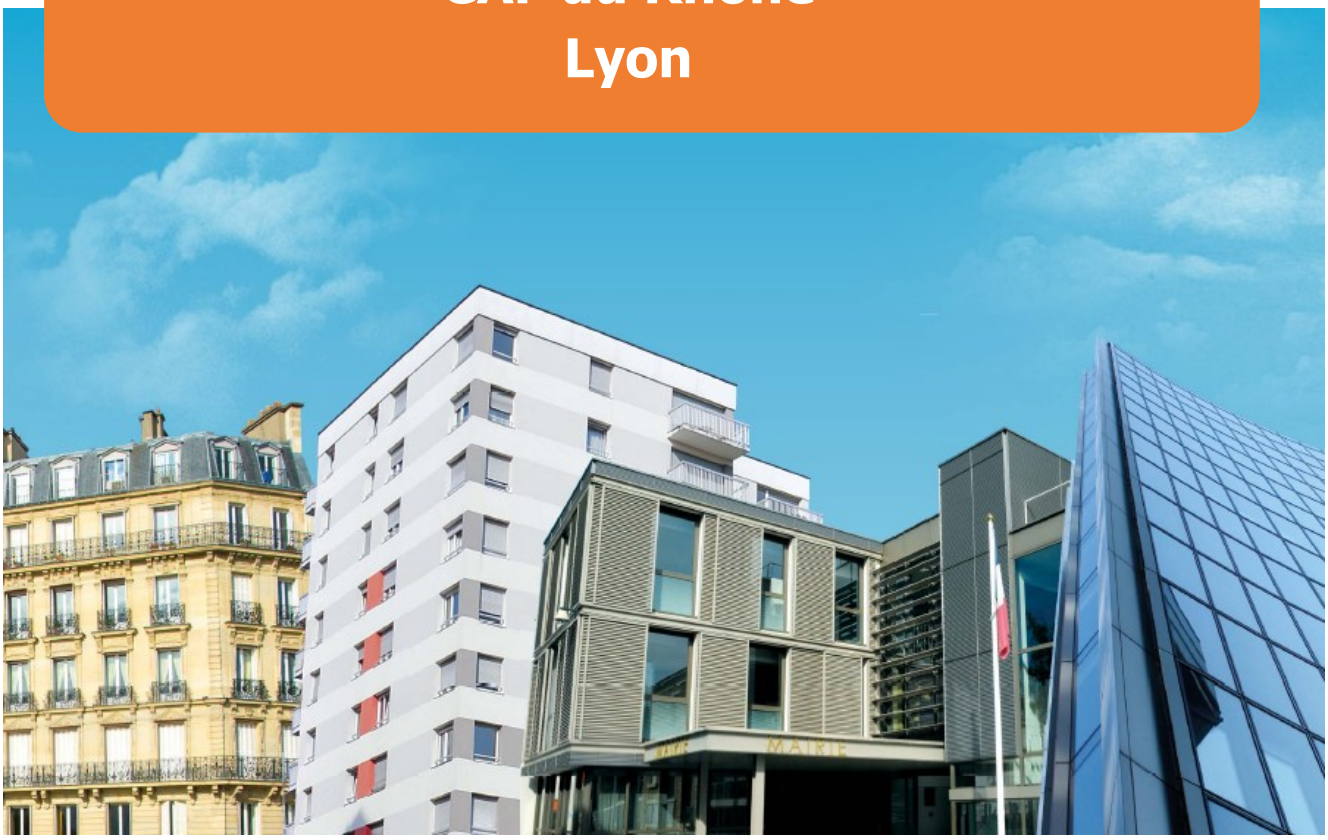
ENERGIE & SERVICE
Etude - Conseil - AMO - Maîtrise d'œuvre

Lyon, le 29/09/2026

Nos réf. : TLO/AVI/L/26/1372

CAF du Rhône
Lyon



COPROPRIÉTÉS | BAILLEURS SOCIAUX | COLLECTIVITÉS | **TERTIAIRE**

Mission d'AMO technique de diagnostic, de conception et de suivi des travaux de modernisation de la GTB du siège de la CAF du Rhône – LYON (69)

CCTP

Tél. 04 81 09 27 27 – 3 place Pierre Renaudel – 69486 LYON – contact.lyon@energieetservice.fr
→energieetservice.fr

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 90 10 1402
SAS au capital de 292 500€ - Siège social : 143 rue Yves Le Coz 78000 Versailles – RCS Versailles B 338 335 201 / NAF 7112B

Patrimoine concerné

CAF du Rhône
67 Bd Marius Vivier Merle,
69003 LYON
Madame Sandrine BRAUN
Responsable des services généraux
sandrine.braun@caf69.caf.fr
Monsieur Fabrice DEGRIGNY
Responsable de service travaux et maintenance
fabrice.degrigny@caf69.caf.fr

Conseil

ENERGIE ET SERVICE

3 Place Pierre Renaudel
69383 LYON
Monsieur David MARTIN
Ingénieur Responsable d'agence de Lyon
david.martin@energieetservice.fr
Madame Astrid VIGEON
Ingénieure Responsable opérationnel
astrid.vigeon@energieetservice.fr
Monsieur Thibault LOUISNARD
Ingénieur chargé d'études
thibault.louisnard@energieetservice.fr

SOMMAIRE

1 Généralités 6
1.1 Objet de la consultation 6
1.2 Normes et règlements 6
1.2.1 Réglementations applicables 6
1.2.2 Documents techniques et textes officiels de référence 7
1.2.3 Normes et règles des installations techniques 7
1.3 Données de base 10
1.3.1 Calculs des conducteurs et câbles 10
1.3.2 Règles principales 11
1.3.3 Mise en œuvre de câbles 11
1.3.4 Niveaux de Performance 11
1.3.5 Convention ANSI/TIA 568D / Câblage 100 Ω 13
1.3.6 Prévision d'utilisation 13
1.4 Terminologie 13
1.4.1 Termes génériques 14
1.4.2 Termes liés à la GTB 15
1.5 Conditions d'exécution 15
1.5.1 Organisation du chantier 15
1.5.2 Gestion des déchets 16
1.5.3 Etudes et documents d'exécution 16
2 Gestion Technique du Bâtiment 17
2.1 Généralités 17
2.2 Rôle de la GTB 17
2.3 Prestations à charge 19
2.3.1 Limites de prestations 20
2.3.2 Architecture 21
2.4 Matériel 22
2.4.1 Serveur 22
2.4.2 Exploitation déportée ou mobile 25
2.4.3 Automates déportés 27
2.4.4 Réseau IP 28
2.4.5 Gestion des bureaux et salles de réunions 28
2.4.6 Station météo 30
2.5 Fonctions à réaliser par l'entreprise 31
2.5.1 Fonction CVC 31
2.5.2 Programmes horaires 32

2.5.3 Comptages 33
2.5.4 Temps de fonctionnement 34
2.5.5 Détection de fuite d'eau 34
2.5.6 Archivage 34
2.5.7 Logiciel de comptage 35
2.5.8 Accès distant 35
2.6 Conduite graphique 35
2.6.1 Présentation globale du logiciel (supervision) 35
2.6.2 Conduite graphique 36
2.6.3 Menu électricité 37
2.6.4 Conduites climatisation/ventilation 37
2.6.5 Menu confort 38
2.6.6 Plomberie/Sanitaires 38
2.6.7 Energies [logiciel spécifique] 38
2.6.8 Alarmes techniques 39
2.6.9 Programmes horaires 39
2.6.10 Historique 40
2.6.11 Alarmes 40
2.7 Gestion de l'Eclairage 45
2.7.1 Circulation bureaux 46
2.7.2 Escaliers 46
2.7.3 Hall d'accueil 46
2.7.4 Sanitaires 46
2.7.5 Locaux techniques 46
2.7.6 Parc de stationnement 47
2.8 Architecture Réseau/Système 47
2.8.1 Vue graphique 47
2.8.2 Performances du système 47
2.8.3 Mode dégradé 47
2.8.4 Interconnexion avec le Site de Villefranche-sur-Saône 47
2.9 Informations Entrées/Sorties 48
2.9.1 Surveillance des Entrées « Tout ou Rien » (TA ou TS) 48
2.9.2 Télécommande « Tout ou Rien » (TC) 49
2.9.3 Informations Analogiques d'Entrées (TM) 49
2.9.4 Informations Analogiques de Sorties (TR) 49
2.9.5 Informations de Télécomptage (TCP) 50
2.9.6 Programmation de Réactions à des Évènements 50
2.10 Rôle de l'installateur de GTB 50

2.10.1 Généralités 50
2.10.2 Coordination avec les autres corps d'état 51
2.10.3 Formation 51
2.10.4 Essais coordonnés 52
3 Supportages et accessoires 53
3.1 Chemins de câbles 53
3.1.1 Caractéristiques générales 53
3.1.2 Respect du rayon de courbure des câbles 54
3.1.3 Compatibilité électromagnétique 54
3.1.4 Contraintes d'environnement / Prise en compte de tous les phénomènes de perturbation 55
3.1.5 Isolement des câbles courants faibles 55
3.1.6 Mise à la terre des chemins de câbles 55
3.1.7 Pose des câbles dans les chemins de câbles 55
3.1.8 Repérage des chemins de câbles 55
3.2 Fourreaux 56
3.2.1 Supports plastiques de type ATTACHE RAPIDES OU LYRES 56
3.2.2 Distribution 56
3.2.3 Identification et repérage 56
3.2.4 Mise en œuvre 56
4 Recette 57
4.1 Contrôle visuel 57
4.2 Contrôles de transmission haute fréquence sur cuivre, paire torsadée 58
4.3 Test du réseau capillaire 58
4.4 Test des rocades cuivre 58
4.5 Contrôles de transmission sur fibre optique 58
4.5.1 Photométrie 58
4.5.2 Réflectométrie 59
4.5.3 Tests rocades fibres optiques 59
4.6 Dossier de recette 59
4.7 Contrôle 60
4.7.1 Contrôle de la documentation 60
4.7.2 Contrôle des résultats des tests 60
4.7.3 Appareils de tests 60
4.8 Rappel de la documentation à fournir 60
4.9 Documents de fin de chantier 61
4.10 Garanties 62

1 Généralités

1.1 Objet de la consultation

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) a pour objet de définir les prestations dues par l'Entreprise au titre des travaux de modernisation de la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) du siège de la CAF du Rhône, situé au 67 Bd Marius Vivier Merle à LYON (69).

L'opération consiste principalement au remplacement des équipements obsolètes (automates et supervision) afin de garantir la pérennité des installations et d'optimiser l'ergonomie de conduite des équipements techniques (CVC, éclairage). L'architecture cible repose sur un système ouvert et interopérable utilisant le protocole BACnet IP.

Les travaux seront réalisés en milieu occupé, ce qui impose à l'entreprise une organisation rigoureuse pour limiter les nuisances et assurer la continuité de service des installations techniques.

1.2 Normes et règlements

La base de référence des spécifications techniques applicables au projet est constituée par des documents officiels non annexés matériellement au présent dossier. Ces documents sont réputés connus de l'entrepreneur et s'imposent à lui pour l'exécution des travaux. Toute non-conformité aux textes en vigueur à la date de signature du marché sera corrigée aux frais exclusifs de l'entreprise.

1.2.1 Réglementations applicables

1.2.1.1 Bâtiments de bureaux

Le bâtiment sera conforme aux dispositions du code du travail et, en complément, aux textes suivants (dernière version en vigueur) :

- Réglementation incendie et sécurité :
  - Dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique (arrêté du 25/06/1980 pour la partie ERP) et ses évolutions.
  - Arrêté du 26/02/2003 – Circuits et installations de sécurité et toutes ses modifications ultérieures (relatif à la continuité de service des circuits de sécurité).
- Accessibilité et santé :
  - Loi du 11 février 2005 et ses décrets d'application – Accessibilité des lieux de travail aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR).
  - Décret n°2006-1099 du 31/08/2006 – Lutte contre les bruits de voisinage et modification du code de la santé publique (applicable aux équipements CVC/GTB).
  - Décrets 92-332 et 92-333 du 31/03/1992 – Prescriptions minimales de sécurité et de santé sur les lieux de travail.
- Installations Électriques et Câblage :
  - Décret n°88-1056 du 14/11/1988 – Protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques.
- Efficacité Énergétique :
  - Décret n°2019-771 du 23 juillet 2019 (Décret Tertiaire) et ses arrêtés d'application (Méthode et Valeurs).

- Décret n° 2023-259 du 7 avril 2023 (Décret BACS) et ses arrêtés d'application, imposant l'installation et le fonctionnement d'un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments (BACS).

1.2.2 Documents techniques et textes officiels de référence

Les documents officiels et normes techniques listés ci-après définissent les exigences de conception, de performance et de mise en œuvre des installations :

- Règles générales :
  - Les textes législatifs, décrets, arrêtés ministériels, circulaires et règlements en vigueur, publiés par la Direction des Journaux Officiels.
  - Les Documents Techniques Unifiés (DTU) publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).
- Normes Électriques :
  - Normes NF C 15-100 pour les installations Basse Tension.
  - Normes NF C 13-100 (HTA), C 13-200 (HTA) et C 14-100 (BT).
- Normes de Gestion Technique du Bâtiment (GTB) :
  - NF EN ISO 52120-1 (ex-EN 15232) : Performance énergétique des bâtiments, impact de l'automatisation, de la régulation et de la GTB.
  - NF EN 15500 : Régulation pour les applications CVC.
- Normes de Communication et Protocoles :
  - ISO 16484-5 (BACnet/IP) : Protocole de communication privilégié pour la nouvelle architecture de la GTB (interopérabilité).
  - IEEE 802.3 an : 10 Gigabit Ethernet (pour le réseau fédérateur si applicable).
  - Normes CEI/ISO/TIA/EIA : Relatives aux infrastructures de câblage et de sécurité des réseaux.
  - IEEE 802.3 bt (PoE++) : Standard Power over Ethernet pour l'alimentation des équipements de terrain.

1.2.3 Normes et règles des installations techniques

Les documents officiels représentés ci-après regroupent, d'une manière générale, les textes visant la réalisation des ouvrages.

1.2.3.1 Electricité Courants Forts

Normes françaises homologuées ou enregistrées, publiées par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour l'électricité :

- NF C 11-001 - Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
- NF C 12-101 et additifs - Protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- NF C 13-100 - Règles de construction et d'installation des postes d'abonnés établis à l'intérieur d'un bâtiment et raccordés à un réseau de distribution de 2ème catégorie.
- NF C 13-200 - Installations électriques à haute tension – Règles.
- NF C 14-100 - Installations de branchement de première catégorie, comprises entre le réseau de distribution de l'origine des installations intérieures.
- NF C 15-100 - Installations électriques à basse tension – Règles.
- Guide UTE C 15-103 - Choix des matériels électriques en fonction des influences externes.
- NF EN 62-305 - Protection contre la foudre.
- NF EN 12-464-1 - Éclairage des lieux de travail intérieurs.

1.2.3.2 Sécurité incendie

Les installations seront conformes aux normes de sécurité en vigueur et en particulier :

- Aux normes SSI NF S 61-930 à NF S 61-950 – Le système de sécurité incendie sera de catégorie A avec détection incendie non généralisée.
- A la norme NF S 61-937 pour tous les dispositifs actionnés de sécurité.
- Aux attendus du permis de construire.

1.2.3.3 Electromagnétisme

Les équipements GTB et leurs câblages doivent garantir leur bon fonctionnement dans l'environnement électromagnétique du bâtiment et ne pas perturber les autres systèmes. Seront applicables :

- Directive Européenne : La Directive CEM 2014/30/UE du Parlement européen et du Conseil, et sa transposition en droit français.
- Normes Génériques :
  - Série NF EN 61000 : Compatibilité Électromagnétique (CEM), en particulier les parties relatives à l'immunité et aux émissions pour les équipements industriels (environnement sévère).
  - Série NF EN 55000 : Exigences en matière d'émissions radioélectriques.

Nota – Cette énumération, indicative et non limitative, n'exclut pas les textes ou règlements particuliers applicables à des spécialités déterminées ou à des cas d'espèce. Les documents, textes et règlements applicables au projet seront ceux à jour et en vigueur à la date de signature du marché.

1.2.3.4 Précâblage VDI

Le câblage de l'infrastructure de communication utilisée par la GTB Full IP (BACnet/IP) devra être conforme aux standards suivants (dernière version en vigueur) :

- Règles de l'Art et Généralités :
  - Règles de l'Art professionnelles F3I (dernière édition).
  - Prescriptions BICSI/NECA (dernière édition).
  - Norme UTE 15-900 concernant les distances minimales d'écartement entre les réseaux Courants Forts (CFO) et Courants Faibles (CFA).
  - Norme ISO 8877 – Connecteurs RJ45.
- Câblage Structuré Cuivre et Fibre :
  - ISO/IEC 11801 (dernière édition) et ANSI/TIA-568.C/D : Spécifications pour le câblage structuré générique.
  - Le câblage de distribution horizontale (vers les automates de zone) sera de Catégorie 6A (Classe EA) minimum pour supporter les applications 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3an) sur 100 mètres.
  - Série EN 50-173 et EN 50-174 : Normes spécifiques pour la partie Courants Faibles et l'installation des systèmes de câblage.
  - Série EN 50-288, EN 50-289, EN 50-290 : Normes détaillées pour les câbles cuivre et optique (conception, essais et blindage).
- Alimentation et Réseau Ethernet (GTB/CFA) :
  - Standard IEEE 802.3bt (PoE/PoE++) : Pour l'alimentation des équipements de terrain (automates, capteurs, Wi-Fi) depuis les switches, garantissant une puissance supérieure (jusqu'à 90W) si nécessaire.

- Standards IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5) et 802.11ax (Wi-Fi 6) : Concernant les points d'accès sans fil si le projet inclut la couverture Wi-Fi pour la supervision mobile.
- IEEE 802.1q (VLAN) : Pour la segmentation et la sécurité du réseau GTB.
- Adressage : Les équipements GTB devront être compatibles avec l'adressage IPv4 (RFC 1918) et intégrer la capacité matérielle et logicielle pour une évolution future vers l'adressage IPv6.

- Normes Câbles Optiques (Fédérateur) :
  - Séries CEI 60793 : Spécifications et méthodes de mesures pour les fibres optiques monomodes (SM) et multimodes (MM).
  - IEC 61754-20 : Connecteur LC (à conserver pour la compatibilité avec l'existant ou le choix du Maître d'Ouvrage).

<u>Normes câbles cuivre</u>

- Normes spécifiques aux précâblages :
  - EN 50-173 (toutes les parties) pour la partie courants faibles, notamment la partie générale (ISO 11801). La référence principale est la NF EN 50173-1, dont la version actuelle du référentiel est ISO/IEC 11801 (série 2017/2018).
  - EN.50.174 (toutes les parties) : Technologie de l'information – Installation du système de câblage (y compris les méthodes pratiques à l'intérieur du bâtiment).
  - EN 50-167 câbles capillaires écrantés pour transmission numérique
  - EN 50.168 câbles capillaires écrantés pour raccordement du terminal
  - EN 50-169 câbles de rocades écrantés pour transmission numérique
- EN 50-288 : câbles blindés et non blindés
- EN 50-289 : câbles de communication cuivre et optique
- EN 50-290 : câbles de communication conception, assurance qualité

<u>Normes câbles optiques</u>

- CEI 60793-1-1 : Spécifications générales
- CEI 60793-1-2 : Méthodes de mesures, environnement
- CEI 60793-1-3 : Méthodes de mesures, mécanique
- CEI 60793-1-4 : Mesures de transmission
- CEI 60793-A : Fibres multimodes (MM)
- CEI 60793-B : Fibres monomodes (SM)
- IEC 61 754-20 : Connecteur LC

<u>Le type de connecteur LC est utilisé pour le présent projet ; à valider avant commande</u>.

1.2.3.5 Gestion Technique du Bâtiment

- La norme NF EN ISO 52120-1 : Performance énergétique des Bâtiments, Impact de l'automatisation de la régulation et de la GTB
- ISO 16484-5 (BACnet/IP) : Protocole standard privilégié pour l'architecture supérieure et le réseau fédérateur de la GTB (interopérabilité).
- ANSI/EIA 709.1 (Lonworks) : Référence technologique applicable pour l'intégration des équipements existants (si le scénario de migration progressive l'exige).
- Norme KNX ISO/CEI 14-543 : Standard pour le bus de terrain et la régulation terminale (domotique et tertiaire).
- NF EN 15500 (dernière version en vigueur) : Régulation pour les applications de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) – Applicable pour la mise en place du module de zone "intelligent".

- CEN/TS 15379 : Terminologie et étendue des services liés à une GTB (pour la clarté des spécifications).
- Normes issues du groupe de travail BACS 247 – GTB ou BACS.
- Certification Qualité : Prescriptions et recommandations de l'association eu.bac (eu.bac Cert) dans le cadre de la certification des ouvrages de contrôle/commande et régulation terminale.

1.3 Données de base

L'entrepreneur fournira, au maître d'œuvre et au bureau de contrôle, les notes de calculs permettant de dimensionner l'installation, ainsi que tous les documents demandés par le bureau de contrôle.

Dans le cas où un point du projet ne serait pas conforme à une publication en vigueur, au jour de la signature du marché, l'entreprise devra le signaler au maître d'œuvre, avant la remise de son offre. Dans le cas contraire, tous les frais d'une modification du projet, à la suite d'une non-conformité, une fois le marché passé, seront à la charge de l'entreprise.

Toute installation non conforme à la réglementation en fin de chantier sera totalement refusée.

1.3.1 Calculs des conducteurs et câbles

1.3.1.1 Chute de tension – Réseau privatif basse tension en bâtiment

Les chutes de tension totales maximales pour les réseaux gérés par la NF C 15-100 (privatif) seront de :

- 6 % pour l'éclairage, prises de courant et petits équipements (soit 4 % pour les distributions principales et 2 % pour les distributions secondaires);
- 8 % pour la force motrice en régime « normal » (soit 4 % pour les réseaux principaux et 4 % pour les réseaux secondaires) ;
- 15 % pour les DAS en très basse tension de protection.

1.3.1.2 Calcul des conducteurs

Les conducteurs seront calculés pour les chutes de tension ci-dessus, et en tenant compte des autres facteurs, conformément aux normes en vigueur, en particulier pour :

- le calibre nominal du relais de protection
- la température maximale sur le parcours du câble,
- l'intensité de court-circuit,
- le mode de pose du conducteur, les effets de proximité, la mise en parallèle de plusieurs conducteurs sur une même phase,
- la protection amont, le régime du neutre,
- les calculs seront effectués tous les câbles en charge ; pour les câblages dits de « sécurité », les conducteurs seront déterminés pour 1,5 In minimum sans protection thermique, y compris les transformateurs.

Les sections minimales utilisées seront les suivantes :

- 1,5 mm² pour les circuits d'éclairage, de contrôle et de commande,
- 2,5 mm² pour les PC de 10/16 A,
- 4 mm² pour les PC de 20 A,
- 6 mm² pour les PC et circuits 32 A.

1.3.2 Règles principales

En plus, ou en rapport avec les spécifications du constructeur et fournisseur du système de câblage, l'entreprise prendra en compte, a minima, les contraintes suivantes :

- La distance du terminal utilisateur à la ressource du sous-système horizontal sera de 100 m maximum.
- Sans point de consolidation, la longueur du câble du sous-système horizontal sera de 90 m maximum.
- Avec un point de consolidation, la longueur du câble du sous-système horizontal sera de 90 m maximum.
- Sans point de consolidation, la longueur totale des cordons de ressource, de brassage et de poste de travail ne dépassera pas 10 m.
- Sans point de consolidation, la longueur maximum des cordons d'interconnexion et de poste de travail ne dépassera pas 10 m.
- La longueur d'un câblage cuivre ou fibre de sous-système rocade ne dépassera pas les longueurs autorisées par les applications existantes ou prévues. Afin de rester éligible au 10 Gigabit Ethernet, les cheminements choisis lors des études d'exécution ne devront pas excéder 500 ml sur fibre optique OM4.

1.3.3 Mise en œuvre de câbles

L'installateur s'assurera que la traction maximum admissible sur les câbles cuivre aussi bien que les câbles à fibres optiques n'est pas dépassée pendant la pose de ceux-ci et que les rayons de courbure minimum autorisés sont respectés pendant et après la pose. Le câble cuivre de distribution horizontale proposé devra accepter un rayon de courbure acceptable conforme aux spécifications du constructeur vis-à-vis de la section de corps en conservant toutes ses performances maximales garanties.

Dans le cas de cheminement peu accessible ou dans le cas de manque de chemin de câble, l'installateur maintiendra les faisceaux de câbles à l'aide de colliers directement fixés sur la structure du bâtiment. Le serrage de ces colliers sera faible en respect de la technologie de la catégorie 6A et supérieure (par bandes scratch par exemple type PatchSee).

Toute dérogation à ces règles amènera l'installateur à fournir la main d'œuvre et les produits nécessaires pour rectifier cette situation.

Les câbles à fibres optiques seront testés sur touret avant leur mise en place. L'installateur protégera les entrées de câbles dans les fourreaux, les entrées de bâtiment, les trous d'hommes... à l'aide de produit étanchéifiant.

L'installateur sera responsable de la mise à la terre correcte des nouveaux dispositifs le nécessitant.

L'entreprise devra protéger ses câbles et équipements durant toute la durée du chantier contre les poussières et les chocs.

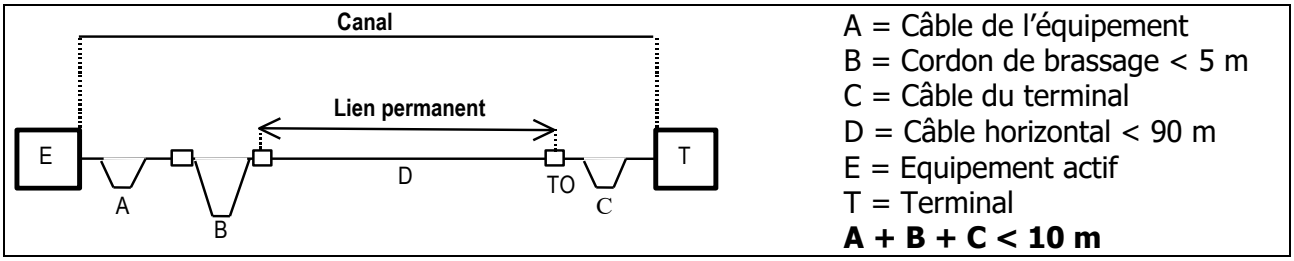
1.3.4 Niveaux de Performance

La norme définit deux notions pour évaluer les performances de transmission :

- le canal (chanel),
- le lien permanent (permanent link).

Comme indiqué sur le schéma ci-après, le canal correspond à la chaîne complète incluant les cordons (A, B et C) de la figure ci-après. Les extrémités des cordons A et C sont insérées respectivement dans l'injecteur et le testeur pour réaliser les mesures.

Quant au lien permanent, il est composé de la partie « fixe » de l'installation du câblage allant de la prise terminale à la première connectique de la baie de brassage.



Les performances correspondant à la classe EA seront conformes, au minimum, à la norme ISO/IEC 11801 – Edition 2017/2018 et à la dernière version à la date de réalisation du DRAFT IEEE 802.3.

Câblage cuivre

Il est prévu un précâblage banalisé à l'aide de câbles 4p de catégorie 6A.

Câblage optique

L'OM4 a été choisie pour ce bâtiment (amélioration du profil d'indice de performance) pour une meilleure bande passante EMB.

Longueur d'ondes	**850 nm**			**1300 nm**		
Type de Fibre	OM1	OM2	OM3/OM4	OM1	OM2	OM3/OM4
Bande passante mini (MHz.Km)	200	500	2000/4700	500	500	500/> 500
Ouverture numérique	0,275			± 0,015		
Perte d'insertion max	0,50 dB					
Connecteur Epissure	0,30 dB					

Fibre type	**OM1**	**OM1 Enhanced**	**OM2 (G651)**	**OM2 Enhanced**	**OM3**	**OM3 + OU OM4**	**SM (G652)**
Attenuation	@ 850 nm (dB/km)						@1310 nm
Typical	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 2.6	≤ 2.6	≤ 2.6	≤ 2.6	≤ 0.35
Max.	≤ 3.5	≤ 3.5	≤ 3.2	≤ 3.2	≤ 3.2	≤ 3.2	≤ 0.42
Attenuation	@ 1300 nm (dB/km)						@1550 nm
Typical	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.22
Max.	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 1.3	≤ 0.28
Application	Transmission max. distance @ 850 nm						
Fast Ethernet	300 m	300 m	300 m	300 m	300 m	300 m	-
1 Gigabit Ethernet	275 m	550 m	550 m	630 m	860 m	920 m	-
10 Gigabit Ethernet	33 m	82 m	82 m	110 m	300 m	500 m	-
Fibre Channel 1	300 m	500 m	500 m	750 m	860 m	1000 m	-
Fibre Channel 2	150 m	330 m	300 m	380 m	500 m	650 m	-
Fibre Channel 4	70 m	160 m	150 m	190 m	270 m	380 m	-
Application	Transmission max. distance @ 1300 nm						
Fast Ethernet	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m
Gigabit Ethernet	550 m	550 m	550 m	1200 m	550 m	550 m	10000 m
10 Gigabit Ethernet	-	-	-	-	300 m	300 m	10000 m

Étant donné la large bande passante disponible au niveau des canaux de distribution capillaire Cat.6A, il est indispensable d'éviter tout goulot d'étranglement dans les rocades à fibres optiques.

Pour ce faire, l'utilisation de fibre optique de type OM4 est recommandée afin d'assurer le transport d'un signal Ethernet 10 Gbps sur une distance possible de 500 m à la longueur d'onde de 850 nm. L'amélioration de l'EMB permettra l'évolution THD de ces rocades /liens optiques.

Pour la recette optique, il est obligatoire de réaliser le test sur les 2 longueurs d'ondes en prenant en compte la qualité plus que le débit nominal.

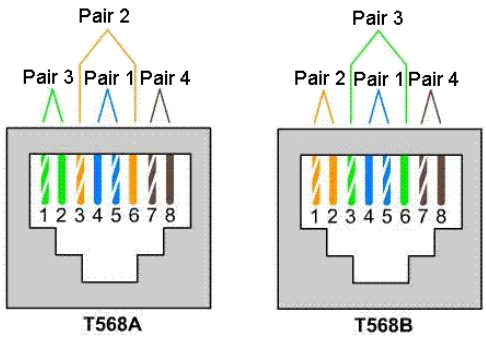
Pour la fibre choisie, l'affaiblissement ne devra pas être supérieur, dans tous les cas, à 3 dB/km sous 850 mm de longueur d'onde et à 1 dB sous 1310 mm.

1.3.5 Convention ANSI/TIA 568D / Câblage 100 Ω

La convention de câblage utilisée devra être conforme aux exigences de la norme ANSI/TIA 568-D (ou C) pour les câbles 100 Ω. L'installateur devra choisir la convention T568A ou T568B et l'appliquer de manière homogène sur l'ensemble du site.

Le câblage sera réalisé selon la norme ANSI/TIA-568-D. Le raccordement des connecteurs RJ45 respectera scrupuleusement la convention de câblage T568B décrite ci-dessous :

RJ45 DU TERMINAL	CODE DE COULEURS	RJ45 DU SR
1	Blanc / Orange	1
2	Orange	2
3	Blanc / Vert	3
6	Vert	6
4	Bleu	4
5	Blanc / Bleu	5
7	Blanc / Marron	7
8	Marron	8
T	Drain d'écran	T



1.3.6 Prévision d'utilisation

Le bâtiment est considéré et organisé comme un immeuble de bureaux traditionnel où les critères de fonctionnement, d'accessibilité et de performances sont les suivants :

- maintenance légère possible pendant les horaires d'occupation,
- maintenance lourde durant les périodes d'inoccupation évitant la redondance des équipements.

1.4 Terminologie

Les spécifications contenues dans ce CCTP sont présentées sous une forme condensée.

Certaines phrases sont incomplètes, par omission intentionnelle de mots tels que : l'entrepreneur « devra », « devra être »...

1.4.1 Termes génériques

Ci-après, la signification de certaines phrases condensées :

« Fourniture et pose » comprend : l'achat, l'installation, le raccordement, la mise en service et les essais complets nécessaires à l'exploitation normale et sécuritaire de l'installation particulière à laquelle ils se réfèrent.

« Pose » signifie : l'assemblage, le montage et la fourniture des accessoires requis et/ou nécessaires au raccordement d'équipement fourni par un tiers, ainsi que toute assistance requise pendant la mise en service et essais de ces équipements.

« Dépose » signifie : dépose de l'équipement, de ses sujétions de fixation/raccordement tout fluides, ainsi que l'évacuation en décharge, le cas échéant, avec récépissé de prise en charge, et le respect des consignes de tri.

« Fourniture » signifie : l'achat, l'acquisition et la livraison, ainsi que la mise en service et essais d'un équipement complet pour installation et/ou utilisation par un autre corps d'état et/ou tierces personnes.

« Travaux » signifie : la main d'œuvre, le matériel, l'équipement et appareils de contrôles, accessoires et autres éléments, ainsi que la mise en service et essais nécessaires à une installation complète et fonctionnelle.

« Câblage » comprend : les conduits, fourreaux, chemins de câbles, raccords, boîtes de tirage, câbles et autres éléments nécessaires aux raccordements électriques, de quelque nature qu'ils soient, tels qu'indiqués ou notés.

« Indiqué », « montré », « noté » signifient : tel qu'indiqué, montré, noté sur les plans et dans le descriptif.

« Examiné », « satisfaisant », « accepté », « selon instruction » signifient : tel qu'examiné par, à la satisfaction de, accepté par, selon les instructions du maître d'œuvre.

« CCTP » signifie : descriptif, cahier des charges techniques particulières.

« Réserve » signifie : place, cheminement, dimensionnement supplémentaire laissé libre de tout matériel ou équipement pour une mise en œuvre complète ultérieure.

1.4.2 Termes liés à la GTB

- B-AWS BACnet Advanced Workstation
- B-BC BACnet Building Controller
- B-OD BACnet Operator Display
- B-ASC BACnet Application Specific Controller
- DOE Dossier des Ouvrages Exécutés
- Full IP Architecture jusqu'au terminaux via le protocole IP
- BACS Building Automation & Control Systems

1.5 Conditions d'exécution

1.5.1 Organisation du chantier

Le titulaire devra prendre toutes les dispositions nécessaires à la bonne organisation de son chantier, dans le respect des contraintes du site occupé, de la continuité d'exploitation des locaux et de la sécurité des usagers, du personnel et des intervenants.

À ce titre, sa prestation comprendra notamment :

- La reconnaissance préalable des lieux ;
- La prise en compte des contraintes d'accès, de circulation, de manutention, de stockage et de coactivité ;
- La protection des ouvrages et équipements conservés ;
- La protection des circulations, locaux occupés, mobiliers, faux-plafonds, revêtements, appareillages et réseaux existants ;
- Le maintien permanent de la propreté des zones d'intervention et de leurs abords ;
- L'évacuation régulière des emballages, chutes, matériels déposés et déchets divers ;
- La remise en état des lieux après intervention.

Le titulaire devra organiser ses interventions de manière à limiter au strict minimum :

- Les nuisances sonores ;
- Les émissions de poussières ;
- Les perturbations de circulation ;
- Les interruptions de service ;
- Les gênes à l'exploitation du site.

Le titulaire devra tenir compte du caractère occupé du bâtiment et adapter ses moyens, son phasage et ses horaires d'intervention aux consignes du maître d'ouvrage.

Avant tout démarrage, le titulaire transmettra au maître d'œuvre un plan d'organisation de chantier précisant au minimum :

- Les modalités d'accès au site ;
- Les zones de stockage ;
- Les zones d'intervention ;
- Les moyens de balisage et de protection ;
- Les modalités d'évacuation des déchets ;
- Le phasage prévisionnel des travaux.

Aucune intervention ne pourra être engagée sans coordination préalable avec le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre lorsque celle-ci est nécessaire au bon fonctionnement du site.

1.5.2 Gestion des déchets

Le titulaire devra assurer, pendant toute la durée du chantier, la gestion complète des déchets générés par ses interventions, y compris leur tri, leur stockage temporaire, leur manutention, leur chargement, leur transport et leur évacuation vers des filières autorisées.

La zone de stockage provisoire des déchets est fixée dans la zone désignée par le maître d'ouvrage.
Aucun autre stockage diffus ne sera autorisé en dehors de la zone désignée, y compris dans les circulations, locaux occupés, paliers, cages d'escalier, locaux techniques ou abords immédiats du site.

Le titulaire devra prendre toutes dispositions pour :

- Maintenir cette zone en parfait état de propreté ;
- Assurer le tri des déchets par catégorie ;
- Éviter toute gêne pour l'exploitation du site ;
- Empêcher tout envol, écoulement, souillure, dépôt sauvage ou encombrement des circulations ;
- Évacuer les déchets aussi souvent que nécessaire et, en tout état de cause, dès saturation des contenants ou sur demande du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre.

L'évacuation des déchets sera réalisée au fur et à mesure de l'avancement des travaux et ne pourra en aucun cas être reportée en fin de chantier uniquement.

Le titulaire devra justifier à tout moment de la bonne évacuation des déchets par la production des bordereaux, bons d'enlèvement, récépissés de dépôt ou tout autre justificatif de traçabilité.

Les déchets devront être orientés vers les filières réglementairement autorisées. Les coûts correspondants sont réputés intégrés dans l'offre du titulaire.

En fin de chantier, le titulaire devra laisser les zones d'intervention, les locaux de stockage provisoire et leurs abords parfaitement nettoyés, débarrassés de tout matériel, gravats, emballages ou déchets résiduels.

1.5.3 Etudes et documents d'exécution

Les études d'exécution sont intégralement à la charge du titulaire.

Le titulaire devra établir, à ses frais et sous sa responsabilité, tous les documents nécessaires à la parfaite exécution de ses prestations, et notamment, sans que cette liste soit limitative :

- Plans d'exécution ;
- Schémas de principe ;
- Schémas d'implantation ;
- Schémas de câblage ;
- Synoptiques ;
- Listes de points ;
- Analyses fonctionnelles ;
- Notes de calcul et de dimensionnement ;
- Extraction initiale des programmes des automates
- Documents de paramétrage nécessaires à la bonne réalisation de l'installation.

Ces documents devront être transmis au maître d'œuvre pour approbation avant tout commencement d'exécution des travaux correspondants.

Le titulaire devra remettre au maître d'œuvre, avant le début d'exécution de ses prestations, le dossier d'exécution complet en 3 exemplaires papier ainsi qu'en version numérique.

Aucune fabrication, aucun approvisionnement spécifique, aucune pose ni aucun paramétrage ne pourront être engagés avant approbation des documents d'exécution concernés.

L'approbation des documents d'exécution par le maître d'œuvre ne diminue en rien la responsabilité du titulaire quant à la conformité, au dimensionnement, au bon fonctionnement et à la parfaite exécution de ses ouvrages.

2 Gestion Technique du Bâtiment

2.1 Généralités

L'Entreprise devra fournir, installer, raccorder, paramétrer et mettre en service un système de Gestion Technique du Bâtiment basé sur une architecture Full IP / BACnet. Le système devra comprendre a minima un serveur de supervision B-AWS (BACnet Advanced WorkStation) assurant l'historisation des données, la gestion des alarmes, la conduite graphique, les programmes horaires et l'exploitation des équipements raccordés. Le poste client principal sera installé dans le bureau de l'exploitant (utilisation de la prise RJ GTB dédiée), et non au PCS.

De plus, l'entrepreneur devra fournir une interface de type B-OD (BACnet Operator Display) sur tablette, permettant une exploitation agile et mobile des points de consignes et des alarmes. Les protocoles de communication retenus sont : BACnet/IP (utilisé sur l'ensemble du réseau, du niveau supervision aux automates terminaux) et Modbus ou M-Bus sur IP pour l'intégration des compteurs et des équipements tiers.

Le système proposé devra être ouvert et non propriétaire. À ce titre, l'Entreprise fournira l'ensemble des outils de paramétrage (logiciels, licences permanentes, interfaces) et les codes d'accès permettant au Maître d'Ouvrage de disposer de la totale propriété de sa base de données et de ses programmes sources.

2.2 Rôle de la GTB

La GTB mise en œuvre par l'Entreprise devra constituer un outil de supervision globale des installations techniques. Elle devra assurer a minima les fonctions suivantes :

<u>En visualisation</u>

L'interface homme-machine (IHM) devra permettre une lecture immédiate et intuitive de l'état du bâtiment. L'Entreprise devra assurer :

- Indiquer toutes les alarmes techniques éventuelles en temps réel, avec horodatage à la source (par l'automate), niveau de priorité et informations de diagnostic (code défaut, automate concerné).
- Suivre les états de fonctionnements (Marche/Arrêt, Mode, Défaut) de tous les équipements CVC ainsi que l'état de chaque automate terminal Full IP, y compris les zones nouvellement intégrées.
- Afficher les informations de synthèse sur l'ensemble des alarmes (quantité, tri et filtrage ergonomique)

- Connaître les positions et valeurs de performances si disponible (température, taux d'humidité, taux de CO2/QAI) des principaux terminaux en lecture instantanée.
- Visualiser instantanément les consignes, les consommations des compteurs et sous-compteurs divisionnaires et les programmes horaires établies, y compris depuis l'interface B-OD (tablette).
- Lire l'état d'usure des éléments clés (filtres sur CTA, heures de fonctionnements des moteurs et des luminaires, cycle de vannes…) et visualiser les diagnostics proactifs du système (ex. : détection de dérive de sonde).
- Afficher l'état des équipements de l'infrastructure de la GTB (serveur, switchs réseau, etc.) via le protocole SNMP (Simple Network Management Protocol).
- Accès à une aide en ligne contextuelle (bulle d'aide, documentation en ligne) pour l'ensemble des synoptiques et fonctionnalités.

En commande

Le système doit permettre d'agir sur les installations de manière sécurisée. L'Entreprise devra paramétrer :

- Gérer tous les programmes horaires, les calendriers annuels et les plannings d'occupation du site de manière centralisée et flexible via le superviseur B-AWS, en utilisant notamment un éditeur de programmation horaire graphique.
- Modifier si besoin les points de consigne et ajuster les paramètres des lois de régulation optimisées, notamment les courbes de chauffe à granularité fine.
- Déroger aux commandes automatiques (prolongation d'occupation, arrêt anticipé) selon le cas pour les équipements CVC et l'éclairage géré, avec traçabilité et accès rapide depuis l'interface B-OD.
- Stopper ou démarrer manuellement des équipements (Forçage) avec historisation de l'action et de l'utilisateur.
- Anticiper des événements ou manifestations particulières au moyen de macro-commandes

En gestion

Au-delà de la conduite, le système doit être un outil d'analyse. L'Entreprise devra mettre en œuvre :

- Mémoriser toutes les alarmes et tous les états de fonctionnement sous forme d'historiques, en garantissant l'archivage sécurisé des données de consommation et des indicateurs de performance clés sur une période minimale de cinq années glissantes pour le suivi du Décret Tertiaire.
- Permettre l'envoi d'alertes aux opérateurs distants par système de messagerie (e-mails ou SMS) en cas de déclenchement d'alarmes critiques non acquittées.
- Centraliser tous les programmes horaires du site sur une seule page d'affichage
- Lire, stocker et mettre à disposition l'intégralité des cumuls de consommations énergétiques par entité ou famille des compteurs et sous-compteurs divisionnaires pour l'édition des rapports de performance Décret Tertiaire. L'exportation des données brutes (Excel, CSV, ou XML) doit être prévue.
- Établir des listings d'usure (heures de fonctionnement, cycles) et des rapports d'anomalies (défaillance de communication automate, perte de signal) pour anticiper la maintenance et les renouvellements.
- Calculer et éditer des bilans et rapports périodiques sur l'Exploitation temps différé des données (bilans, rapports, courbes comparatives) et la performance énergétique du site.

- Gérer les modes occupation et inoccupation du site afin d'optimiser les performances et les automatismes associés
- Établir des courbes et graphiques sur les visualisations (analyse comparative des consommations, températures et taux de CO2) au regard de cibles clés ou de données externes (températures extérieures, données météo).
- Forcer des équipements pour un besoin particulier (ex. : marche forcée ou consigne d'exception) avec un mécanisme de déverrouillage automatique ou manuel après usage.
- Mise à disposition des accès GTB pour maintenance et gestion déportées si besoin, uniquement via un accès sécurisé (VPN, VLAN dédié à la GTB), conformément aux exigences de sécurité informatique.
- Intégrer les fonctions Manager et Agent SNMP pour la surveillance de l'infrastructure GTB par le superviseur et la publication des informations GTB à des outils de supervision IT externes.
- Permettre l'interfaçage avec des systèmes tiers (GMAO, BMS supérieur, autres réseaux) notamment via les protocoles standardisés tels que OPC-UA et la récupération/échange de fichiers via SFTP
- Mise à disposition d'un outil ou d'une fonctionnalité pour faciliter le reparamétrage des associations d'entrées/sorties et des automates terminaux BACnet/IP en cas de réaménagement simple des trames de bureaux (flexibilité de l'adressage et du zonage).
- Intégrer des algorithmes de détection de dérive (ex. : écarts permanents entre consigne et valeur mesurée, ou augmentation de la consommation anormale) pour signaler de manière proactive les problèmes d'efficacité énergétique et permettre une maintenance prédictive, conformément aux objectifs du Décret Tertiaire.
- Fournir une application mobile dédiée pour la consultation des données de process et des alarmes (avec gestion des notifications natives) à travers des synoptiques simplifiés.

2.3 Prestations à charge

Les prestations dues par l'attributaire du présent lot comprennent l'ensemble des fournitures, la pose, les raccordements et les mises en service nécessaires à l'achèvement complet des installations, conformément aux règles de l'art. L'Entreprise aura à sa charge, de manière non limitative, la fourniture :

- D'un serveur de supervision B-AWS (BACnet Advanced WorkStation) et du poste client installé dans le bureau de l'exploitant avec clavier, écran, et imprimante dédiée aux rapports et aux alarmes.
- D'un réseau fédérateur principal de type Ethernet / BACnet / IP sécurisé (VLAN dédié), incluant la fourniture et le raccordement des switchs d'étage nécessaires pour l'architecture Full IP,
- De plusieurs automates principaux (remplacement des IQ3) de type B-BC (BACnet Building Controller) en coffrets GTB répartis suivant synoptique et plans.
- De l'intégralité des nouveaux automates terminaux Full IP/BACnet (remplacement des IQL/XL10) pour la gestion des bureaux, des salles de réunions, et de tous les terminaux de climatisation (UT), y compris les zones exclues précédemment (Cafétéria, 6ème étage),
- Des automates principaux garantissant l'exécution des lois de régulation et de la gestion horaire de manière autonome (B-BC), même en cas de perte de communication avec le serveur (B-AWS),

A ces prestations s'ajoutent les suivantes :

- La programmation complète des fonctions de régulation et des séquences d'optimisation de l'intégralité des équipements centraux (CTA, PAC, etc.) et terminaux (Ventilo-Convecteurs) du bâtiment (y compris les lois de régulation optimisées),
- La programmation de chacun des points de régulation, l'intégration des objets BACnet associés et la mise en image synoptique complète sur le superviseur (B-AWS) et l'interface mobile (B-OD),
- La programmation de la gestion horaire centralisée et résiliente (horloges synchronisées et maintenues localement par les automates B-BC),
- La programmation et l'automatisation des courbes de comptage, des courbes d'analyse de performance (des courbes d'analyse de performance (Indicateurs Clés de Performance - KPI et Coefficient de Variation) et des courbes de temps de fonctionnement pour le suivi du Décret Tertiaire,
- La programmation de la main courante (log de l'opérateur) et des consignes associées à chaque événement, avec enregistrement des utilisateurs et traçabilité des actions de forçage et de modification de consignes,
- La réalisation de l'Analyse Fonctionnelle détaillée de l'intégralité du système GTB (équipements centraux et terminaux), en s'appuyant sur les schémas de principe CVC existants,
- La réalisation de l'analyse fonctionnelle complète du système GTB en intégrant les schémas synoptiques de communication et les schémas de boucles de régulation,
- La programmation des événements critiques à imprimer au fil de l'eau, avec possibilité de paramétrage par l'exploitant des seuils et des types d'alarmes concernées,
- La programmation de la gestion des avalanches d'alarme, incluant les temporisations et les masquages logiques nécessaires pour garantir que seules les causes racines sont signalées à l'exploitant,
- La formation du personnel en 2 sessions d'une journée (dont une après 6 mois d'exploitation) ciblant l'architecture BACnet/IP, le diagnostic réseau, le fonctionnement des lois de régulation optimisées et le reporting pour le Décret Tertiaire,
- La réalisation des tests coordonnés (essais fonctionnels) avec le service de maintenance technique du bâtiment pour valider le bon fonctionnement de l'intégralité du système GTB (y compris les séquences optimisées),
- La fourniture et l'intégration de détection de fuites d'eau avec remontée d'alarme sur le superviseur.
- Intégrer le Serveur GTB (B-AWS) à l'annuaire d'entreprise (Active Directory ou équivalent) pour une gestion centralisée des utilisateurs et des niveaux de privilège (RBAC - Role-Based Access Control) et appliquer une politique de *hardening* (durcissement) de tous les équipements IP selon les normes de cybersécurité du client.

2.3.1 Limites de prestations

Les capteurs/actionneurs existants (sondes de température, vannes, registres, etc.) sont considérés comme acquis par le présent marché. Le marché doit le raccordement de ces points sur les borniers de ses propres automates. Toutefois, la fourniture, la pose et le raccordement des nouveaux capteurs (sous-compteurs divisionnaires) sont à la charge exclusive du présent marché. L'Entreprise est responsable du test de continuité et du bon fonctionnement de chaque point existant repris. Tout défaut constaté doit être signalé au Maître d'Œuvre avant le raccordement définitif, faute de quoi le point sera réputé fonctionnel et à la charge de l'Entreprise.

Le titulaire du marché est responsable de la fourniture et du raccordement de toutes les interfaces d'intégration (borniers des nouveaux automates, passerelles Modbus/M-Bus sur IP, etc.) nécessaires pour l'acquisition de tous les points (y compris les points existants). La limite de prestations se situe au niveau des bornes de raccordement des équipements techniques

gérés. L'Entreprise doit la fourniture, la pose et la configuration des switchs Ethernet (Niveau 1 et 2). La CAF du Rhône fournit uniquement les adresses IP et l'accès au réseau pour la télémaintenance.

L'Entreprise devra assurer la reprise des liaisons de commande et d'information nécessaires au fonctionnement des équipements existants repris par la GTB. Toute incompatibilité ou défaillance constatée sur un organe existant devra être signalée au Maître d'Œuvre avant raccordement définitif.

2.3.2 Architecture

L'architecture GTB à réaliser par l'Entreprise comprendra a minima les éléments suivants :

- D'un serveur de supervision (B-AWS - BACnet Advanced WorkStation) assurant la fonction base de données, l'archivage, la gestion du réseau BACnet/IP et le service client/serveur,
- D'une station d'exploitation principale, qui sera installée dans le bureau de l'exploitant (et non au PCS), ainsi que d'une interface mobile B-OD,
- D'un réseau fédérateur dédié (VLAN ou physique séparé) basé sur la technologie Ethernet et utilisant le protocole applicatif BACnet/IP,
- Des automates principaux (B-BC) et des nouveaux automates terminaux (B-ASC) reliés nativement au réseau IP (Full IP), éliminant ainsi le bus de terrain propriétaire (LON),
- D'un accès de communication sécurisé vers l'extérieur (VPN ou accès dédié) pour la télémaintenance et la gestion déportée,

L'architecture des réseaux Full IP suivra la structure de l'immeuble en adoptant une segmentation IP logique et physique :

- Liaison fédératrice et distribution Ethernet par niveau, deux zones par niveau.
- Adressage des automates terminaux (zones bureaux) et des automates centraux selon une nomenclature claire et un plan d'adressage IP sécurisé.

Le réseau GTB sera indépendant du réseau bureautique de la CAF. Il sera réalisé sous la responsabilité du titulaire du présent marché, depuis les équipements actifs GTB jusqu'aux automates, postes de supervision et équipements associés. Toute interconnexion avec le système d'information de la CAF devra faire l'objet d'une validation préalable de la DSI.

On notera que le réseau de communication du système sera composé de plusieurs parties et niveaux :

<u>N1 – Niveau de Régulation et d'Accès IP</u>

- Rôle : Ce niveau constitue l'ensemble du réseau local (LAN) GTB de contrôle et de régulation, reliant les automates principaux (B-BC) et l'ensemble des automates terminaux (B-ASC) nativement en BACnet/IP.
- Topologie et Modes de Connexion : L'architecture est de type Ethernet Commuté. Les connexions physiques se feront :
  - En topologie Étoile (Star) pour les liaisons vers les automates centraux et les switchs d'étage.
  - En topologie Guirlande (Daisy Chain) pour les automates terminaux (B-ASC).
- Média : Le câblage de ce niveau (liaisons terminales) devra être conforme au minimum à la Catégorie 6A.

N2 – Niveau fédérateur et Supervision

- Rôle : Ce niveau constitue le fédérateur (Backbone) du réseau GTB, assurant la liaison à haute vitesse entre le Serveur de Supervision (B-AWS) et les switchs centraux/d'étage (N1).
- Média : La rocade verticale devra être réalisée en Fibre Optique Multimode OM4 (ou équivalent) afin d'assurer la robustesse et la bande passante du réseau Full IP.
- Communication : L'intégralité des échanges d'exploitation (historiques, accès client/serveur) est assurée par le protocole BACnet/IP.
- L'Entreprise devra soumettre le plan d'adressage IP détaillé à la Direction des Systèmes d'Information (DSI) de la CAF pour validation avant toute mise en service."

2.4 Matériel

Tous les équipements GTB devront comprendre 20 % de réserves équipées (hors boîtiers terminaux bureaux, régulation, lumière), et notamment sur les automates principaux B-BC, les switchs Ethernet GTB (en termes de ports RJ45) et les borniers d'entrées/sorties des coffrets.

2.4.1 Serveur

2.4.1.1 Généralités

Le serveur de supervision fourni par l'Entreprise devra assurer la constitution, la maintenance, l'enregistrement, l'archivage et l'exploitation de la base de données du réseau GTB. Ce serveur sera constitué d'un PC de dernière génération conforme au profil B-AWS (BACnet Advanced WorkStation). Ce serveur fera office de :

- Base SQL Server pour la base de données
- Serveur SNMP pour la gestion et le diagnostic en temps réel de l'état des équipements actifs du réseau Ethernet GTB (switchs, automates B-BC).
- Serveur WEB météo fournissant les données externes aux régulateurs GTB pour l'optimisation des lois de régulation (ex. : loi d'eau glissante).
- Logiciel client/serveur OPC-UA pour l'interfaçage avec des systèmes de Gestion Technique Centralisée (GTC) ou des plateformes de suivi énergétique tiers.

Il sera compatible et gérera :

- Le langage de programmation évolué pour la réalisation de scripts d'optimisation complexes (gestion du prix de l'énergie, intelligence artificielle simple, etc.).
- La communication MODBUS (via passerelles IP) pour l'intégration des compteurs et des équipements tiers.
- La communication native BACnet/IP (B-AWS) et la gestion de l'intégralité des objets BACnet.
- La télégestion par accès sécurisé (VPN) via le réseau IP dédié (VLAN).
- L'horodatage de chaque événement
- Le serveur de temps (horloge) base de temps unique, synchronisée via le protocole NTP (Network Time Protocol) ou via la fonction de temps BACnet.
- L'automatisation des courbes de tendance (comptage, temps de fonctionnement) et l'édition des Indicateurs de Performance Clés (KPI) nécessaires au suivi du Décret Tertiaire.
- La gestion graphique avec animations dynamiques et couleurs, incluant la visualisation en temps réel des données QAI (CO2) et des schémas synoptiques de l'architecture Full IP.

- La gestion de l'archivage des historiques et des tendances sur une durée minimale de cinq ans glissants.

Le logiciel de gestion du serveur et de supervision devra être de type BACnet/IP nativement compatible (B-AWS), permettant de garantir l'interopérabilité. Il sera de type PANORAMA E² version 8 minimum (ou la version la plus récente disponible au moment de la consultation), PC VUE version 12 minimum (ou la version la plus récente disponible, incluant les correctifs de sécurité (patchs)) ou équivalent. Le logiciel de gestion des énergies devra être intégré au superviseur ou de type E ONLINE de marque ENERDIS, ou équivalent, assurant le reporting du Décret Tertiaire.

2.4.1.2 Caractéristiques techniques du poste de travail

Le poste de travail, désigné comme Station d'Exploitation Client, permettra l'accès au superviseur B-AWS, l'exploitation quotidienne et la reprogrammation du système en tâche de fond. Il sera de type PC dernière génération à la date de mise en service.
La station de travail sera composée :

- D'un ordinateur complet de dernière génération
- Processeur de dernière génération type Intel Core i7 ou i9 (ou équivalent AMD Ryzen 7/9) ou supérieur.
- Disques SSD M.2 NVMe d'une capacité de 512 Go minimum pour le système d'exploitation et les applications, et un disque dur secondaire d'une capacité supérieure à 2 To pour le stockage local.
- Carte graphique supportant deux écrans simultanés (2x Display Port ou HDMI) avec 2 Go de mémoire dédiée minimum.
- 16 Go de mémoire vive type DDR4 ou DDR5
- D'un système d'exploitation Windows 11 Professionnel avec tous les patches de sécurité à jour.
- D'une carte réseau Ethernet 1000 base T avec agent SNMP, 2 ports
- De deux (2) écrans plats LED 24 pouces minimum (résolution 1920x1080) pour l'exploitation simultanée de la supervision et des outils de diagnostic/reporting.
- Clavier, souris USB
- Avec logiciel de traitement de texte et tableur type Pack Office WINDOWS

2.4.1.3 Caractéristiques du poste « serveur »

Le serveur sera de type professionnel d'une grande marque, équipé de processeur INTEL de dernière génération et équipés comme suit.
L'unité centrale doit avoir pour principales caractéristiques :

- 1 serveur complet de dernière génération haute performance et de configuration inférieure à 3 mois (architecture 1U ou 2U, avec processeur Intel Xeon Silver ou supérieur).
- Disques SSD (Solid State Drive) d'une capacité de 1 To minimum chacun, configurés en RAID 10 pour la performance et la redondance des données.
- 64 Go de mémoire vive type DDR5 ECC (Error-Correcting Code) minimum, pour la stabilité du serveur et du service SQL.
- 1 système d'exploitation Windows Server Standard (version actuelle) avec les licences d'accès client (CALs) nécessaires (5 accès client simultanés minimum).
- Accès réseau de supervision Ethernet 10 Gigabit (10GBASE-T) ou Fibre Optique, avec agent SNMP, deux ports minimums pour la redondance réseau.
- Une sortie vidéo pour la console KVM d'administration.
- Deux blocs d'alimentation connectables « à chaud » (hot-swappable) et redondants.

Il possédera une procédure automatique de sauvegarde quotidienne (complète et incrémentale) sur support externe (NAS/SAN ou Cloud sécurisé).
Le système devra être en mesure de gérer un couple de serveurs (B-AWS) de configuration identique en mode de secours à chaud (Hot Standby), l'un étant actif (Primaire) et l'autre en réserve chaude (Secondaire) à tout moment. La réplication en temps réel de la base de données (Mirroring ou Always On) doit être assurée à chaque transaction pour garantir la haute disponibilité.

2.4.1.4 Périphérique

Une imprimante laser monochrome A4, raccordée au réseau, sera installée dans le bureau de l'exploitant pour l'impression des listings au fil de l'eau des événements de la supervision (alarmes et main courante).

2.4.1.5 Description des logiciels

Le Serveur (B-AWS) fonctionnera sous exploitation Windows Server Standard (version actuelle). La Station de Travail Client fonctionnera sous Windows Professionnel (version actuelle).

La communication sur le réseau Ethernet est gérée par les fonctions réseau de système d'exploitation, selon un échange par couche TCP-IP/OSI.

La supervision est assurée par le progiciel de GTB qui dispose du protocole de communication au réseau, les drivers de communication avec les automates et des fonctions de gestion d'exploitation et de conduite décrites ci-dessous.

Ce progiciel de supervision (B-AWS) sera de grande marque, totalement paramétrable et programmable, supportant nativement le protocole BACnet/IP. Il sera de type PC VUE (édité par ARC INFORMATIQUE), PANORAMA E² version 8 minimum (ou version la plus récente supportée), ou équivalent.

Cette GTB sera équipée au minimum des logiciels suivants (complets, paramétrés) :

- Gestion du comptage global et des sous-compteurs divisionnaires (eau, énergie, électricité) avec analyse tarifaire.
- Gestion horaire de l'ensemble des équipements à partir d'une base de temps unique (synchronisation NTP/BACnet Time), avec possibilité de commande globale et groupée.
- Gestion énergétique et technique globale, intégrant les fonctionnalités de reporting et de suivi des IPE (Indicateurs de Performance Énergétique) requis par le Décret Tertiaire.
- Gestion des animations graphiques et de visualisation automatique (plans et schémas), incluant les synoptiques CVC et le synoptique de l'architecture Full IP/BACnet ainsi que les tableaux de suivi QAI (CO2).
- Gestion des archivages des mesures, avec conservation des données de performance sur une durée minimale de cinq années glissantes.
- Pack bureautique complet (tableur, traitement de texte au minimum),
- Module de transfert de fichiers de données,
- Module d'accès distant sécurisé via protocole HTTPS et/ou VPN pour la gestion mobile et la télémaintenance.

2.4.1.6 Communication

Le système devra gérer et superviser plusieurs centaines de dispositifs BACnet/IP (B-ASC, B-BC). Chaque automate fonctionnera indépendamment des autres sur le réseau IP. Des fonctionnalités spécifiques au superviseur (B-AWS) devront permettre la mise en et hors service logique, ainsi que le masquage des données de chaque dispositif ou passerelle, indépendamment des autres.

Le système devra gérer les accès par profil d'utilisateur (Gestion des privilèges par Rôles - RBAC). Un opérateur disposant d'un niveau de privilège suffisant pourra consulter, manipuler et analyser toutes les données système à partir de n'importe quel poste de travail du système, y compris les postes déportés ayant un accès sécurisé (via VPN ou HTTPS) par le réseau IP.

Après le paramétrage et la mise en service d'un automate ou d'un dispositif BACnet/IP, le système lancera automatiquement un diagnostic en arrière-plan pour assurer le contrôle continu de l'état des communications (via SNMP, Ping ou service de diagnostic BACnet) indépendamment de l'interrogation de contrôle.

Le système réalisera le contrôle de l'intégrité de toutes les données acquises de l'organe ; en cas de réception d'une réponse invalide ou hors délais, les données ne seront pas prises en compte et la transaction sera enregistrée comme erronée.

Des statistiques de performance (latence, taux de perte de paquets) et d'erreurs de communication (compteur d'erreurs) seront acquises et affichées sous forme de tableau de bord de diagnostic réseau. Ce "baromètre" devra permettre à l'exploitant de visualiser en temps réel la qualité de la liaison IP vers chaque automate.

En outre, le système signalera comme alarmes des conditions particulières marginales ou de défaillance basée sur des seuils définis par l'utilisateur afin d'avertir l'opérateur de l'organe et de la liaison en panne.

Les statistiques sur les communications seront affichées de manière standard sur le système et seront également disponibles dans le cadre de la fonction reporting ou des écrans personnalisés.

Le Serveur (B-AWS) sera capable de fonctionner comme serveur centralisé pour le stockage et la distribution des fichiers graphiques (synoptiques, plans de l'immeuble, documentation technique). L'affichage des vues personnalisées sera assuré par le serveur sur tous les postes de travail clients (B-OD et Station d'Exploitation).

Tous les périphériques du système (imprimante d'alarmes, switchs, NAS de sauvegarde) devront être raccordés au réseau fédérateur de la GTB.

2.4.2 Exploitation déportée ou mobile

2.4.2.1 Système

Afin de permettre une réactivité maximale des exploitants en mobilité, le système de supervision GTB devra intégrer une solution d'exploitation déportée et mobile.

La solution de supervision mobile (B-OD) devra être basée sur les technologies standard actuelles.

Format : L'interface doit être une application Web Responsive (HTML5) accessible via un navigateur standard (Chrome, Safari, Firefox) pour garantir l'indépendance vis-à-vis du matériel et des systèmes d'exploitation (iOS, Android, Windows Mobile).

Technologie : L'accès doit s'effectuer via le réseau IP du bâtiment (Wi-Fi ou filaire) en utilisant le protocole sécurisé HTTPS.

Compatibilité : L'interface devra être compatible avec les tablettes grand public (format minimum 10 pouces recommandé) et les smartphones couramment utilisés par le personnel de maintenance.

Licences : L'entreprise fournira les licences logicielles nécessaires (concurrente ou nominale) pour l'accès mobile simultané des opérateurs désignés par la Maîtrise d'Ouvrage (nombre minimal de licences simultanées à définir avec le MOA, prévoir 5 licences flottantes minimum).

Matériel : La fourniture du matériel mobile (tablettes ou smartphones) n'est pas à la charge du titulaire, mais le prestataire devra garantir le bon fonctionnement de l'application sur le matériel fourni par le Maître d'Ouvrage.
Contenu Fonctionnel et Affichage

L'interface mobile, optimisée pour l'ergonomie tactile, devra fournir au minimum les fonctionnalités suivantes :

- Synthèse de l'État : Affichage d'une vue synthétique (Synoptique général simplifié ou « tableau de bord ») donnant l'état de fonctionnement des systèmes principaux (CVC, Éclairage, Énergies).
- Gestion des Alarmes :
    - Affichage en temps réel de la liste des alarmes en cours.
    - Filtrage Obligatoire : La vue mobile devra être capable d'afficher par défaut uniquement les alarmes de Niveau 1 et 2.
    - Possibilité d'acquittement des alarmes depuis le terminal mobile (avec enregistrement de l'identifiant utilisateur).
    - Notification Push : Le système devra être capable, si le terminal mobile le permet et après validation du MOA, d'envoyer des notifications push en cas d'apparition d'une alarme de Niveau 1.
- Visualisation de Points : Accès en lecture aux Télémesures (TM) et Télésignalisations (TS) principales (température, humidité, pression).
- Commandes Simples (Régulation) : Accès en lecture/écriture (si profil autorisé) pour la modification des consignes de température de zone et des programmes horaires (TR).
- Historique : Accès aux journaux d'événements et d'alarmes de la journée en cours.

2.4.2.2 Sécurité et Traçabilité (B-AWS Security)

L'accès à la supervision mobile devra respecter les mêmes exigences de sécurité que le poste de supervision principal :

- Authentification Forte : Connexion obligatoire par identifiant et mot de passe (respect du profil utilisateur et des droits d'accès définis).
- Traçabilité des Commandes : Toute commande ou modification de consigne effectuée via le terminal mobile doit être horodatée et enregistrée dans le journal opérateur, mentionnant l'identifiant de l'utilisateur mobile.

- Droits d'Accès : Par défaut, l'accès mobile sera en lecture seule (Read-Only) pour les profils non-opérateurs. L'accès en lecture/écriture (R/W) pour les commandes critiques sera strictement réservé aux profils désignés.
- Session Sécurisée : Déconnexion automatique après une période d'inactivité courte (paramétrable, maximum 5 minutes).

2.4.2.3 Performances

Le temps de réponse de l'interface mobile (rafraîchissement des données et exécution des commandes) devra être équivalent à celui du poste de supervision fixe, soit :

- Affichage et Rafraîchissement des Alarmes : ≤ 2 secondes.
- Temps de Commande (R/W) : ≤ 5 secondes.

Ces temps de réponse seront vérifiés contradictoirement lors des Opérations Préalables à la Réception (OPR) via une connexion Wi-Fi standard du site.

2.4.3 Automates déportés

Chaque automate principal (profil B-BC) et terminal (profil B-ASC) sera installé dans les coffrets GTB existants à chaque étage, suivant les indications données sur les plans et synoptiques.

Chaque automate devra comporter un dispositif de forçage manuel (avec traçabilité sur le superviseur) pour la marche ou l'arrêt, ainsi que pour la modification de consigne de tout ou une partie des équipements gérés localement.

En mode dégradé, c'est-à-dire en cas de perte de communication avec le serveur, chaque automate pourra :

- gérer les équipements qui lui sont localement reliés en fonction des dernières données reçues et en fonction des programmes horaires,
- horodater chaque événement et les enregistrer (fonction Trend Log / Journal de Tendances) pendant 30 jours minimum (ou selon la capacité mémoire de l'automate B-BC) avant renvoi vers le serveur une fois la communication revenue.

La programmation de chaque automate (B-BC et B-ASC) devra être possible directement depuis le serveur (B-AWS) par le biais du réseau BACnet/IP.

Il est convenu que les enveloppes (coffrets) GTB existantes à chaque étage (logement des anciens automates IQ3) seront conservées et réutilisées. Cette réutilisation est sous réserve de la validation que l'enveloppe est de dimensions suffisantes, en bon état, et respecte l'indice de protection (IP) requis.

Les automates de régulation devront impérativement être nativement BACnet/IP, profil B-BC (Automates Principaux) ou B-ASC (Automates Terminaux).

Les automates principaux (B-BC) proposés devront être adaptés à une installation en site distant, avec gestion résiliente des programmes horaires et des données (Trend Logs) en cas de perte de la liaison WAN avec le superviseur de Lyon. Cela inclut l'automate B-BC à installer sur le site de Villefranche-sur-Saône.

Les fonctions de passerelle seront strictement limitées à l'intégration des équipements tiers nécessaires au comptage et à la régulation :

- Liaison vers le réseau Modbus/M-Bus (via passerelles IP/RS485 ou natif IP) pour l'intégration des compteurs divisionnaires.
- Liaison vers les interfaces spécifiques (API) pour l'intégration des équipements centraux (Groupes Froid, PAC, VMC) si ceux-ci ne sont pas nativement BACnet.

2.4.4 Réseau IP

Le réseau fédérateur IP sera constitué d'une fibre optique de type multimode OM4. Le câble sera composé de huit brins minimum (soit quatre paires), permettant d'assurer la redondance et la capacité de futurs liens 10/40 Gigabit (10/40 GbE) requis par l'architecture Full IP/BACnet.

La gaine du câble sera zéro halogène LSZH. Le câble sera de structure serrée pour les liaisons intérieures et à structure libre et renforcée pour les liaisons inter-bâtiments (câble armé ou sous fourreau et anti rongeur).

Les performances des câbles fibre optique devront être supérieures à celles demandées dans la norme EN 50173 répondants a minima aux classes OF500 et OF2000. Les connecteurs seront de type LC Duplex et fixés sur des panneaux de brassage optique au format 19". Les traverses seront équipées de centreurs et guides.

Les câbles fibre optique seront protégés par des fourreaux ICT de l'arrivée dans le local de brassage jusqu'à l'entrée dans le tiroir optique. Ils seront également protégés dans les colonnes montantes.

Une boucle de lovage sera mise en place dans le tiroir (1 mètre environ). Tous les câbles fibre optique seront repérés dans les parties visibles par des étiquettes Dilophane gravées « FIBRE OPTIQUE » avec indication tenant aboutissant par étiquette type Duplix de LEGRAND ou équivalent.

L'étiquetage sera réalisé impérativement aux tenants et aboutissants.

<u>Câble</u>

Le câblage est prévu en fibre optique multimode 4 brins 50/125 µm OM4 multibrins, raccordé par connecteurs LC, sans halogène LSZH répondant aux exigences IEEE 802.3 Ethernet 10 Gigabit. En fibre de verre contre petits rongeurs.

<u>Connecteur</u>

Les terminaisons des fibres optiques seront équipées de connecteurs de type LC duplex. Toutes les liaisons optiques aboutiront sur des panneaux ou tiroirs optiques préconnectorisés.

Tout le câblage IP devra faire l'objet de tests formalisés par un cahier de recette incluant les tests de réflectométrie (OTDR) pour la fibre et les tests de performance (PING, débit) sur le réseau IP. La recette fonctionnelle finale inclura des tests de charge BACnet pour garantir la performance du réseau de contrôle. Les tests de réflectométrie (OTDR) doivent être fournis pour chaque brin de fibre, sous format PDF (logiciel constructeur type Fluke LinkWare ou équivalent).

2.4.5 Gestion des bureaux et salles de réunions

Nota – La liste des points du 5ème étage est provisoire, la liste définitive n'ayant pas encore été transmise. À ce stade, aucun automate spécifique n'est à prévoir sur cet étage. Les points définitifs seront confirmés en phase d'exécution par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Œuvre.

La gestion des bureaux et salles de réunion comprend au R+5 des :

- Luminaires commandés en Tout ou Rien (On/Off), pilotés via les sorties des automates ou contacteurs de puissance.
- Multicapteurs filaires ou sans fil (type EnOcean) pour l'acquisition des données de : température, présence, luminosité ambiante et CO2 (Qualité de l'Air Intérieur). La donnée CO2 est critique pour le confinement et l'ajustement du débit d'air neuf.
- Équipements de climatisation (ventilo-convecteurs) pilotés par des automates terminaux BACnet/IP (B-ASC). La gestion du débit (eau glacée ou eau chaude) sera assurée par des vannes deux voies motorisées pour la modulation du débit d'eau. Le pilotage des vannes sera effectué en tension proportionnelle (0-10V) par l'automate B-ASC pour une régulation fine et optimisée de la température ambiante.

Pour ce faire, l'entreprise devra remonter en GTB les informations des automates de gestion et de régulation associés à ces équipements :

Boîtier de régulation de climatisation

Cet automate comportera :
- 1 port Ethernet RJ45 (BACnet/IP) pour la communication et l'accès au réseau GTB.
- 1 entrée alimentation 230 V.
- 1 sortie vers modules d'extension (jusqu'à 3 boîtiers d'extension minimum) pour la communication.
- 2 sorties 0-10 V pour la commande des vannes deux voies (modulation chaud/froid) et des registres d'air neuf (si applicable).
- 2 sorties d'alimentation de registre 24 V (TOR).
- 3 sorties relais indépendantes (petite, moyenne et grande vitesse)
- 1 entrée multicapteur (QAI/Présence).
- 1 entrée sonde d'ambiance (si séparée du multicapteur).
- 1 entrée hygrostatée (point de rosée/condensation).

Réf. ECL PTU de marque DISTECH CONTROLS ECY27 ou équivalent.

Passerelle de régulation éclairage

Une passerelle devra être prévue entre l'automate B-ASC et les luminaires, et comportera au minimum :
- 1 entrée/sortie communication depuis boîtier principal (via bus interne ou BACnet/IP).
- 1 entrée alimentation 230 V.
- Sorties relais (TOR) 230V pour le pilotage des circuits d'éclairage en On/Off.

Au R+5 des extensions en gestion DALI installés seront à reporter en GTB

Extension salle de réunions

Cet automate comportera, en plus des I/O standards de l'automate principal :
- 1 sortie commande (0-10 V) registre motorisé et alimentation 24 V.
- 1 entrée sonde CO2.

Réf. ECL VAV de marque DISTECH CONTROLS (version BACnet/IP) ou équivalent.

Généralités Automates Terminaux

- L'ensemble de ces automates (principaux et extensions) sera issu du même fabricant pour garantir la cohérence et l'interopérabilité.

- Ils comporteront des connecteurs rapides pour toutes les entrées/sorties. Ils seront installés dans les coffrets GTB existants et fixés sur l'aile du chemin de câbles.

Thermostat filaire

La gestion de ces équipements sera réalisée par un thermostat filaire raccordé par RJ45 (compatible avec l'automate B-ASC de la zone) ayant les fonctionnalités suivantes :

- Ecran LCD couleur caractères et gestion par menu et par métier
- Paramétrable pour association du thermostat à un bureau ou open space
- Fonction CVC : réglage du décalage de point de consigne (Température)
- Fonction éclairage : commande marche/arrêt par luminaire ou par trame ou générale par bureau
- Couleur : blanc

Il sera prévu un thermostat par équipement CVC terminal.

Réf. Allure Unitouch de marque DISTECH CONTROLS ECY27 ou équivalent.

Limites de prestations terminaux

La certification Eu bac des régulateurs (automates B-ASC) envisagés est imposée au stade "Consultation" afin de garantir la performance des lois de régulation.

Les limites de prestations sont définies par la nature technique des équipements à fournir et par le domaine de responsabilité du câblage, dans le contexte de la réutilisation des ventilo-convecteur existantes.

Les responsabilités de fourniture et d'étude sont réparties comme suit :

- Domaine GTB (Contrôle-Commande) :
  - Ce domaine est responsable de l'intelligence et de l'acquisition des données. Il assure la fourniture et la pose de l'intégralité des :
    - Régulateurs multifonction BACnet/IP (B-ASC).
    - Multicapteurs (Présence, Luminosité, CO2).
    - Sondes d'ambiance et contacts de point de rosée.
    - Modules de pilotage d'éclairage (Relais/Contacteurs).
    - Thermostats et leur paramétrage.
  - Il est responsable du paramétrage sur les régulateurs et sur le superviseur GTB, ainsi que de la validation du fonctionnement local (hors communication réseau).

Le présent marché porte sur la fourniture, la pose, le raccordement, le paramétrage et la mise en service des équipements de contrôle-commande nécessaires au pilotage des terminaux existants. Il ne comprend pas le remplacement des ventilo-convecteurs, batteries, réseaux hydrauliques, organes de production ou de distribution CVC, sauf mention explicite dans le présent CCTP, la liste de points ou les pièces graphiques.

2.4.6 Station météo

L'entreprise devra prévoir en toiture une station météo donnant les informations suivantes :

- Température extérieure
- Vitesse du vent

- Ensoleillement global (pyranomètre) et par façade (façades Nord, Sud, Est, Ouest), acquis via des capteurs spécifiques ou calculés par la station, avec une résolution au minimum tous les 3 niveaux pour une gestion zonale fine de la régulation CVC.
- Humidité relative
- Pluviométrie

Cette station sera reliée directement au réseau IP via un automate à prévoir.

2.5 Fonctions à réaliser par l'entreprise

2.5.1 Fonction CVC

L'Entreprise devra reprendre l'ensemble des points CVC indiqués dans la liste de points jointe en annexe. On distinguera les entités suivantes :

- production chaud et froid,
- distribution eau chaude/eau glacée,
- centrales de traitement d'air,
- ventilo-convecteurs,
- ventilations diverses (VMC, extraction, etc.),
- compteurs d'énergie

L'Entreprise devra reprendre ces points depuis les armoires électriques, selon les modalités suivantes :

- soit sur bornes sectionnables,
- soit sur bus RS 485, MODBUS, BACNET,
- soit sur automates de régulation protocole LON (directement sur l'équipement).

Les points de commande et d'information seront acquis selon les méthodes suivantes, avec l'impératif de migrer l'ancien réseau LONWORKS vers le BACnet/IP :

- Migration du Bus LON : Les liaisons précédemment assurées par les automates de type IQ3, IQL, et XL10 sur bus LON FTT10 seront impérativement migrées. Les nouveaux automates B-BC et B-ASC reprendront en charge le pilotage des actionneurs finaux des CTA, des ventilo-convecteurs et des cassettes, éliminant ainsi toute dépendance au protocole LON.
- Acquisition directe : Connexion sur bornes sectionnables pour les signaux TOR et analogiques simples (statuts, défauts).
- Bus standards : Acquisition par bus de communication standard (MODBUS/TCP ou RTU, BACnet/IP natif) pour les équipements centraux si leur interface le permet.
- L'Entreprise doit réaliser une rétro-ingénierie des programmes existants (IQ3/XL10) afin de garantir que toutes les sécurités (hors-gel, manque de débit, pressostats) et les spécificités de régulation du site sont intégralement reconduites et optimisées sur la nouvelle plateforme BACnet/IP

La supervision devra permettre de :

- Visualiser en temps réel l'état de chaque équipement CVC et son statut de communication sur le réseau Full IP.
- Surveiller les températures aller/retour des différents départs EC/EG et gérer les alarmes de dérive.
- Gérer les ordres de marche/arrêt des équipements en fonction des programmes horaires et des commandes utilisateurs, via le réseau BACnet/IP.

- Compter les temps de fonctionnement de chaque équipement (pompes, CTA, moteurs de ventilation) et générer des alarmes pour la maintenance préventive (Décret Tertiaire).
- Gérer les comptages d'énergies (calories/frigories) et créer automatiquement des courbes de tendance pour le suivi et l'archivage sécurisé longue durée.
- Modifier les points de consignes de température et afficher les retours de température ambiante (y compris les valeurs de CO2).
- Modifier les réglages des vannes des réseaux hydrauliques et consignes de pression des pompes.
- Gérer et visualiser la régulation de l'apport d'air neuf via les sondes CO2 dans l'ensemble des zones.
- Visualiser la détection CO/NO et les alarmes du parc de stationnement.
- Gérer l'arrêt des cassettes/ventilo-convecteur et la fermeture des vannes deux voies en cas de non-utilisation ou d'inoccupation prolongée. Cette fonction intégrera une temporalité de 15 min après départ pour éviter les cycles-courts.

Le titulaire du marché sera responsable du paramétrage des automatismes d'optimisation énergétique suivants :

- Mise en route automatique des équipements centraux sur programmes horaires pour la mise en régime thermique des locaux (mode prétraitement).
- Mise en route automatique du mode inoccupation (économie) et du mode occupation sur détection de présence, avec gestion des temporisations.
- Mise en route ou arrêt des équipements de traitement des locaux (hors bureaux), type CTA et productions, sur programme horaire.

Les automatismes de régulation à prévoir par l'entreprise pour les ventilo-convecteurs sont les suivants :

- Contrôle de la température d'ambiance par action sur la vannes deux voies (V2V).
- Décalage du point de consigne depuis le thermostat et/ou la GTB.
- Contrôle de la Qualité de l'Air Intérieur (QAI) et commande du registre d'air neuf en fonction des mesures de CO2 et du mode occupation/inoccupation (en prévision d'un remplacement futur des équipements CVC).
- Contrôle du point de rosée pour l'ajustement de la température de départ eau glacée et/ou l'arrêt du ventilateur du VC si risque de condensation imminente.
- Fermeture de la V2V en cas de contact positif de l'hygrostat.

Tous les jours, à une heure donnée, le décalage du point de consigne utilisateur sera annulé pour revenir à 0 (mode d'usine) afin de limiter les surconsommations. Ce mode devra être inhibable depuis la supervision (accès niveau 2).

L'affichage des données de la station météo (température extérieure, heure, vitesse du vent) sera réalisé en permanence, quelle que soit la page affichée sur la supervision.

2.5.2 Programmes horaires

Pour chaque commande GTB, il sera associé un programme horaire. Il sera proposé l'ensemble des programmes horaires pour validation par le futur exploitant.

Ces programmes horaires se feront sur un cycle annuel, hebdomadaire et journalier, et permettront d'automatiser les commandes marche/arrêt et/ou les nouvelles valeurs de réglage (ou consigne) des équipements.

Les horloges système des ordinateurs et des modules seront synchronisées pour indiquer les mêmes heures (synchronisation du temps).

L'Entreprise doit s'assurer que l'automate de Villefranche et celui de Lyon possèdent une base de temps identique à la seconde près pour la cohérence des historiques.

2.5.3 Comptages

Les comptages sont regroupés en plusieurs ensembles :

- comptage thermique
- comptages électriques
- comptage eau

Les différentes données (mesures, comptages) devront être traitées et restituées sous la forme de :

- journaux,
- graphiques,
- tableaux.

Plusieurs informations de comptage seront sommées pour donner les postes de comptages suivants (sur la supervision et pour les graphes) :

- comptage eau froide général
- comptage eau froide parties communes
- comptage eau froide rétention
- comptage eau froide par niveau et par zone
- comptage eau froide parking
- comptage eau glacée par entité et par niveau et par zone
- comptage eau chaude par entité et par niveau et par zone
- comptage chaleur production par entité et niveau et par zone
- comptage froid production par entité et niveau et par zone
- comptage électrique général
- comptage électrique général bureaux
- comptage électrique production (y compris pompes)
- comptage électrique CTA (par entité)
- comptage électrique ECS (général)
- comptage électrique général plomberie (fosses de relevage, rétention, etc.)
- comptage électrique général ventilation (par entité)
- comptage électrique général climatisations diverses (par entité)
- comptage électrique divers CVC
- comptage électrique « forces » bureaux et services généraux
- comptage électrique général éclairage avec sous-compteurs :
    - locaux techniques et divers
    - escaliers
    - éclairage bureaux et circulation
    - éclairage décoratif
    - éclairage extérieur (option)
    - éclairage façades (option)
    - éclairage parking (par entité)

On entend par entité les espaces suivants :

- services généraux
- bureaux
- parking

Nota – Voir également la liste de points et le synoptique comptage pour plus de précisions.

2.5.4 Temps de fonctionnement

Le système disposera des fonctions pour la mise en place de compteurs de temps de fonctionnement pour tous les équipements concernés, suivant la liste de points.

Il sera prévu la mise en place d'un certain nombre de compteurs d'occurrence d'événements (nombre de démarrages, totalisateur d'action…) pour les informations pouvant conditionner de la même manière une action de maintenance préventive. La liste des équipements concernés sera établie au cours de la phase étude d'exécution.

A chaque compteur sera associé un bouton de remise à zéro après maintenance. Un compteur total sera tout de même conservé.

2.5.5 Détection de fuite d'eau

Il sera prévu la reprise sur la GTB de tous les compteurs d'eau froide, donc la réalisation du câblage et de la programmation de ces points.
Les compteurs d'eau permettront la détection de fuite basée sur un système de dépassement de seuil de consommation (programmation à réaliser par l'entreprise) et de consommation nocturne anormale. En cas de détection de fuite, le système devra permettre :

- l'activation d'une alarme audible
- l'activation d'une alarme lorsque le débit de consommation d'eau dépasse la valeur seuil fixée pour une période donnée
- la différenciation de différents types de fuites (continues en petite quantité, importantes mais sur une petite durée…)
- une programmation ajustable à la consommation d'eau
- le déclenchement de l'alarme uniquement lorsque celle-ci est nécessaire, et éviter les déclenchements lorsque des opérations spécifiques consommant l'eau plus que la normale sont prévues

2.5.6 Archivage

Le système devra assurer l'archivage sécurisé et la gestion de l'historique de la base de données, principalement pour les courbes de tendances, les logs d'événements et les comptages.

La base de données devra conserver en mémoire un historique d'une durée minimale de cinq ans glissants pour l'ensemble des données critiques (comptages, CVC, QAI).

L'archivage des données sera réalisé automatiquement sur le serveur GTB (B-AWS) et répliqué quotidiennement sur un support externe (NAS ou Cloud privé client).

Le système générera une alarme sur la supervision, et par notification, pour signaler le besoin de gestion de l'archivage (saturation potentielle du disque) au moins une semaine avant la perte éventuelle des données les plus anciennes.

2.5.7 Logiciel de comptage

Le logiciel d'exploitation et de gestion des énergies aura au minimum les fonctions suivantes :

- Mesure des différentes énergies
- Calcul des valeurs mesurées par famille (électriques, frigories, calories, eau, etc.)
- Mesure des valeurs instantanées (I/U/V/P/etc.)
- Visualisation des index de comptage par famille, sous-famille, au global, etc.
- Ventilation des consommations par poste tarifaire
- Indicateurs d'intensité d'usage par poste de consommation
- Bilan comptage avec valorisation des consommations
- Historique des seuils de dépassement (tarification ENEDIS)
- Courbes de charge par famille, sous-famille, au global, etc.
- Identification et analyse des anomalies
- Mesures des valeurs mini et maxi
- Fil de l'eau des puissances moyennes
- Suivi des tendances par famille, sous-famille, au global, etc.
- Tracé des courbes, histogrammes, etc.
- Tableaux graphiques par famille, sous-famille, au global, etc.
- Publication bilans sous HTML, pdf, etc.
- Sauvegarde et impression
- Base de données SQL

Ce logiciel sera compatible avec les différents compteurs installés. Il dialoguera en protocole MBUS ou TCP/IP. Il sera de type E. ONLINE de marque ENERDIS, ou équivalent. Le logiciel devra être interconnecté nativement au superviseur principal pour éviter les doubles saisies de données. L'accès aux rapports énergétiques doit être possible via un simple lien hypertexte depuis les synoptiques de la GTB.

2.5.8 Accès distant

L'installation permettra un accès distant pour un opérateur extérieur. Cet accès permettra d'accéder aux données de comptage et paramètres physiques (température, CO_2, luminosité, …). L'accès distant doit impérativement s'appuyer sur le VPN du site ou une passerelle sécurisée HTTPS avec certificat SSL. L'utilisation de protocoles non sécurisés (HTTP simple, Telnet) est proscrite.

L'accès distant éventuel à la GTB sera soumis à validation préalable de la DSI de la CAF. Aucun accès distant direct, modem, ouverture de port non validée ou service externe ne pourra être mis en œuvre sans accord écrit. Les modalités retenues devront garantir l'authentification, la traçabilité des connexions et la séparation avec le réseau bureautique.

2.6 Conduite graphique

2.6.1 Présentation globale du logiciel (supervision)

La page d'accueil du logiciel permettra d'accéder à différentes parties du système :

- Conduite graphique, permettant d'accéder aux plans du bâtiment.
- Menu « confort » permettant d'avoir accès aux paramètres de température bureaux, télécommande éclairage bureaux, qualité d'air intérieure, etc.
- Menu « électricité » permettant d'avoir accès aux graphiques électricité, aux différents points et télécommandes, avec plusieurs sous-chapitres (TGBT, armoires diverses, télécommandes éclairage, etc.).

- Menu « ventilation climatisation » permettant d'avoir accès aux schémas spécifiques, points, etc., avec plusieurs sous-chapitres (TFP, CTA, VMC, etc.).
- Menu « plomberie » permettant d'accéder aux schémas spécifiques (relevage, rétention, eau froide, etc.).
- Menu « alarmes techniques diverses », permettant d'accéder aux divers points d'alarmes autres (alarmes courants faibles).
- Menu « énergies », permettant d'avoir accès au logiciel spécifique donnant les informations liées au comptage, à la gestion des énergies (statistiques, courbes de charge) ainsi qu'aux indicateurs de performance énergétique (IPE) par usage et les indicateurs de suivi des objectifs du décret tertiaire.
- Menu « programmes horaires » permettant d'accéder et de configurer les programmes horaires.
- Partie « historique ».
- Partie « alarmes » : à tout moment, à partir d'une barre d'outils, il sera possible d'accéder à l'une ou l'autre de ces parties.
- Partie « système » permettant d'accéder aux points du synoptique.
- Partie « GTB » réservée au fournisseur.

Dans chacune de ces parties, le bandeau d'alarmes (tout type) sera toujours actif avec bouton d'acquisition. D'autres fonctionnalités seront prévues dans la barre d'outils comme impression et édition de rapport, paramétrage et programmation, programme horaire, etc.

2.6.2 Conduite graphique

Sur chaque graphique seront représentés, avec des symboles dynamiques, tous les éléments surveillés par la GTB. A partir de cette interface graphique, il sera possible, en cliquant avec le bouton droit de la souris, d'ouvrir une fenêtre afin d'avoir l'état de l'équipement point par point (TA/TS/TR/TC/TM) grâce à l'affichage d'une fenêtre « pop-up ». L'ensemble des symboles (vannes, pompes, ventilateurs) devra être issu d'une bibliothèque graphique homogène et moderne (style Flat Design recommandé).

A partir de cette fenêtre, il sera possible, suivant les droits de l'utilisateur :

- d'accéder aux états de l'équipement (TA/TS)
- d'actionner les télécommandes (TC)
- de régler l'équipement (TR)
- d'accéder aux consommations de l'équipement et autres paramètres mesurés (TM)

Suivant le cas, il sera possible d'accéder au schéma de principe de l'équipement (accès direct avec clic gauche de la souris sur l'équipement). Ces schémas seront réalisés suivant le même principe que les graphiques.

Toute demande de nouveau graphique se fera dans une fenêtre à part, avec possibilité de la fermer sans fermer tout le logiciel.

La fermeture d'un pop-up ne doit pas entraîner le rafraîchissement complet du synoptique de fond afin de garantir la fluidité de navigation.

L'affichage de la symbolique dynamique ne devra pas faire appel à plus de 5 couleurs. Par exemple, on pourra retenir :

- blanc/gris : inactif, prêt à fonctionner ;
- bleu : inactif, hors service (défaut de communication) ;

- vert : situation normale à la connexion du poste, vérification du statut, retour à la normale ;
- jaune : indicateur d'un état de risque (commande n'ayant pu s'effectuer avant un premier seuil de temporisation, etc.) ;
- rouge : alarme.

Certains de ces codes de couleurs pourront être fixes ou clignotants, témoignant que l'événement a été pris ou non en compte par l'opérateur. L'opérateur devra à tout moment avoir une image la plus large possible du fonctionnement du système.

Il sera prévu les vues graphiques générales (vues des niveaux et des zones). Toutes les vues seront fidèles à la réalité. Des commandes permettront de faire défiler les niveaux et les zones 1 par 1.

Chaque symbole sera entièrement configurable pour s'adapter au projet. Seront prévus tous les outils graphiques permettant à l'exploitant de confectionner de nouveaux graphes et synoptiques.

Sur chaque niveau et chaque zone apparaîtront en marge les états et commandes d'éclairage et les modes de climatisation, y compris raccourcis pour les commandes générales bâtiment (éclairage et climatisation).

Deux types de plans seront prévus :

- Plans généraux du bâtiment reprenant tous les équipements surveillés par la GTB (implantation réelle sur plan)
- Plans des bureaux avec les équipements de confort uniquement

2.6.3 Menu électricité

Les sous-menus de ce chapitre sont :

- synoptique électrique (avec schéma BT, gestion d'énergie),
- armoires principales (TGBT) (dynamisation des départs),
- distribution électrique (armoires divisionnaires),
- éclairage, y compris programme horaire.

Il sera prévu une vue par équipement. Selon le nombre de points surveillés, un pop-up pourra suffire.
La GTB générera une alarme prioritaire lorsque la puissance instantanée relevée au TGBT approcha des limites de l'abonnement basse tension : à partir d'une puissance ≥ 95 % de l'abonnement basse tension.

Chaque compteur sera affecté à une famille et à un équipement. Depuis la vue graphique de cet équipement, il sera possible de consulter ce compteur et la courbe associée de consommation.

2.6.4 Conduites climatisation/ventilation

Les sous-menus de ce chapitre sont :

- production chaud/froid bureaux ;
- schéma distribution EC/EG ;
- CTA bureaux, hall et LT ;

- divers autres : ventilation.

Toutes les commandes marche/arrêt seront associées à un programme horaire.

Il sera prévu une vue par équipement. Selon le nombre de points, un pop-up pourra suffire.

2.6.5 Menu confort

Il sera mis en place un menu confort par niveau et par zone permettant de gérer toutes les installations de confort précitées.

2.6.6 Plomberie/Sanitaires

Les sous-menus de ce chapitre sont :

- branchement d'eau
- relevage
- compteurs répartis
- rétention

Il sera prévu :

- 1 synoptique branchement d'eau
- 1 synoptique relevage
- 1 synoptique bâche de rétention
- 1 synoptique distribution eau froide

2.6.7 Energies [logiciel spécifique]

Ce chapitre détaille l'exigence de traitement et de restitution des données de comptage. Ce comptage doit garantir une gestion automatisée et conforme aux standards de l'audit énergétique moderne.

2.6.7.1 Acquisition et Enregistrement des Données (Granularité)

- Enregistrement Continu : La valeur des index de tous les compteurs (électriques, thermiques, eau) doit être acquise et enregistrée automatiquement par le logiciel E.O.M.S. (ou le B-AWS) dans la base de données sécurisée (SQL).
- Granularité Horaire : L'archivage des données de comptage devra être réalisé, au minimum, selon une fréquence horaire (pas de temps 60 minutes) pour permettre l'établissement de courbes de charge précises. L'enregistrement devra également être possible en modes journalier, hebdomadaire, mensuel et annuel.
- Traitement de l'Index : Le système doit enregistrer l'index brut (valeur absolue) et calculer la consommation réelle de la période (différence d'index), éliminant ainsi le concept obsolète de "remise à jour" manuelle du compteur.

2.6.7.2 Restitution et Analyse

Le chapitre « Énergies » sera décomposé en sous-chapitres logiques (avec possibilité d'analyse croisée) :

- Comptage Électrique
- Comptage Calories (Chaleur)
- Comptage Frigories (Froid)
- Comptage Eau (Froide et ECS)

- Indicateurs de Performance Énergétique (IPE)

Le système devra automatiquement générer les outils de restitution suivants :

- Courbes de Charge : Tracé automatique et dynamique des courbes de charge sur des périodes paramétrables (Jour, Semaine, Mois, Année).
- Tableau de Synthèse : Un tableau de synthèse sur la vue GTB (IHM) devra restituer les consommations selon la décomposition par poste et par entité (tel que défini en section 2.5.6).
- Bilan Énergie Finale/Primaire : Un graphique de type camembert sera automatiquement créé, au minimum chaque année, décomposant les consommations en kWh d'énergie finale et en kWh d'énergie primaire (selon les coefficients réglementaires) par catégorie d'équipement.
- L'entreprise devra paramétrer les coefficients de conversion Énergie Finale / Énergie Primaire en vigueur et permettre leur modification par l'administrateur en cas d'évolution réglementaire.

2.6.8 Alarmes techniques

Il sera prévu un synoptique avec l'état des diverses alarmes.

2.6.9 Programmes horaires

Depuis ce menu, il sera possible d'accéder à tous les programmes horaires et, suivant les droits de l'utilisateur, de les modifier ou d'en créer.

A chaque programme horaire sera associée la liste des équipements associés (TC/TR).

Sur un cycle annuel, hebdomadaire et journalier, ces programmes commanderont aux heures prévues la marche, l'arrêt ou une nouvelle valeur de réglage des équipements.

Les programmes horaires permettront la commande :

- de l'éclairage des parties communes
- de l'éclairage des circulations
- de certains équipements CVC
- des rideaux d'air chaud, etc.

Les horloges système des ordinateurs et des modules seront synchronisées pour indiquer la même heure (synchronisation du temps).

Les programmes horaires doivent intégrer une fonction de dérogation événementielle facilement accessible pour la gestion des réunions, des événements ponctuels ou des heures supplémentaires, permettant de prolonger ou d'activer des zones spécifiques sans modifier le programme standard.

Le système doit générer un rappel visuel ou une alerte si des programmes horaires sont désactivés ou trop souvent contournés, afin d'assurer l'optimisation énergétique (lien avec le Décret Tertiaire).

Les horloges système du superviseur et des automates (modules B-BC/B-ASC) seront synchronisées en utilisant le protocole NTP (Network Time Protocol) pour indiquer la même heure (synchronisation du temps).

2.6.10 Historique

Ce chapitre permet d'avoir accès à tout l'historique des alarmes, acquittements, état de points, réglages, commandes et défauts systèmes.

Un moteur de recherche (recherche par plusieurs critères possibles) permettra de limiter l'historique aux événements :

- selon l'année, le mois, la semaine, le jour et l'horaire (ou tranche horaire)
- selon le type d'événements (ex. alarmes, réglage, etc.)
- selon l'équipement

Chaque résultat ou série de résultats pourra être imprimé.

Chaque événement devra être repéré et adressable par code. Les critères suivants minimum sont requis (ils pourront servir de critères de recherche) :

- type d'informations (TA/TS/TM/TR/TC)
- domaine concerné (CVC, éclairage, etc.)
- fonction concernée
- organe concerné

La sauvegarde de l'historique se fera sur le serveur GTB (B-AWS) pendant 5 ans minimum ou sur un support réseau dédié. L'archivage doit être auto-géré par le système sans intervention manuelle, avec une purge automatique des données au-delà de 5 ans.

L'historique doit impérativement inclure la traçabilité complète des actions utilisateur : le log doit enregistrer qui a réalisé la commande ou le changement de réglage (nom d'utilisateur authentifié) en plus de quand et quoi.

2.6.11 Alarmes

2.6.11.1 Généralités

Le gestionnaire d'alarme du système permettra de fournir des compteurs pour les alarmes présentes et non acquittées, toutes les alarmes d'un niveau et d'une zone disparues et non acquittées, toutes les alarmes d'un niveau et d'une zone et d'une nature disparues et non acquittées, toutes les alarmes présentes et non acquittées par zones et natures.

La détection des alarmes devra être effectuée par le système, aussi bien pour les changements d'état que pour les comparaisons de seuil ou pour des conditions complexes impliquant des valeurs locales. Des alarmes logiques seront rattachées aux différents objets suivants :

- aux points TOR de téléalarme (TA) définis dans les listes de points, logique positive (contact NF) ; l'alarme est alors rattachée au changement d'état du point
- aux points TOR de télésignalisation (TS) définis dans les listes de points, logique négative (contact NO) ; l'alarme est alors rattachée au changement d'état du point
- à toutes mesures analogiques (température, etc.) avec seuil haut et bas
- aux variables crées par des fonctions de programmation (changement d'état, seuil)
- aux discordances

A chaque alarme seront rattachés :

- un niveau de sévérité induisant le mode de traitement de l'alarme (routage, principe d'affichage, mode d'acquittement, condition de disparition, etc.)

- un libellé de l'alarme et une description du point support de l'alarme donneront toute information nécessaire à la bonne compréhension de l'événement. Le prestataire sera responsable de l'homogénéité et de la pertinence de ces descripteurs, qu'il fera valider par le maître d'œuvre.

Le bandeau des alarmes actives à l'écran et l'imprimante concernée devront faire apparaître les informations suivantes :

- le libellé du point en alarme
- le libellé de l'alarme
- l'horodate de l'alarme
- le niveau de sévérité de l'alarme par un code de couleur

Les compteurs et le bandeau d'alarme devront permettre un filtrage par domaine technique (CVC, Éclairage, Sécurité) et par niveau d'alarme.

Le système devra permettre de mettre à la disposition de l'opérateur une aide pour le traitement de l'alarme (consigne et main courante), dont le paramétrage sera à la charge de l'exploitant.

Le système devra obligatoirement permettre le routage des alarmes selon leur niveau de sévérité. Les modes de notification à intégrer sont : Envoi par Email, et potentiellement SMS ou push (via application mobile). Le routage doit être configurable selon l'horaire et le destinataire (astreinte).

Le système devra mettre à disposition de l'opérateur une aide pour le traitement de l'alarme, incluant :

- La consigne de traitement (étapes à suivre).
- La main courante (logique de l'alarme et points associés).
- L'accès direct au synoptique de l'équipement concerné (clic sur l'alarme).

Le paramétrage du contenu de cette aide sera à la charge de l'exploitant lors des phases de réception.

2.6.11.2 Alarmes d'Astreintes

Il sera constitué des alarmes de synthèses (1 à n) permettant d'avertir l'exploitant. Ces alarmes seront actives en dehors des heures d'exploitation. Un soin particulier sera apporté à la constitution de ces synthèses pour n'y intégrer que les alarmes nécessitant l'intervention immédiate de l'exploitant. Chaque point de synthèse de la liste de points devra être accompagné du descriptif de ses composants.

Le routage des alarmes d'astreinte sera réalisé par notification déportée (Email, SMS ou push mobile). La configuration devra permettre une gestion fine des plannings et des escalades.

Il sera conservé dans un journal particulier une trace des entrées d'alarmes Sécurité/Sûreté (si intégrées) et des sorties d'alarmes de synthèses vers les systèmes de notification (journal transmission astreinte).

2.6.11.3 Inhibition (unitaire)

Les alarmes devront pouvoir être temporairement inhibées à la demande de l'opérateur (alarmes oscillantes).

Toute inhibition d'alarme devra être horodatée et tracée dans le Journal Opérateur avec le motif de l'inhibition et l'identification de l'utilisateur ayant effectué l'action.

Une alarme inhibée doit apparaître dans une liste spécifique 'Alarmes hors service' pour éviter qu'un défaut ne soit oublié définitivement.

2.6.11.4 Protection contre les informations erronées

Le système de GTB devra se prémunir contre la réception d'informations erronées (valeurs hors plage) par une protection de seuil. Il ne devra en aucun cas prendre en compte ces mesures dans des calculs d'asservissements, la valeur devant être remplacée par une valeur nominale paramétrable avec émission d'une alarme.

2.6.11.5 Consignes d'aide à l'exploitation

Le système devra permettre de mettre à la disposition de l'opérateur une aide pour le traitement de l'alarme (consignateur), dont le paramétrage sera à la charge de l'exploitant. Ces consignes d'aide à l'exploitation apparaîtront sous forme de fenêtres. Selon les types d'alarme, elles apparaîtront automatiquement en accompagnement des alarmes ou seront ouvertes automatiquement lors du traitement de l'alarme par l 'exploitant. Un troisième mode existera sur le système qui permettra d'activer la consigne correspondante à l'alarme sélectionnée par clic sur l'icône d'aide ou directement depuis la ligne du bandeau d'alarme.

L'impression à la demande de l'opérateur sera possible dans tous les cas. Ces fenêtres d'alarme pourront contenir au minimum 20 lignes de 80 caractères.

La programmation des mécanismes de déclenchement et l'association à chaque alarme font partie de la fourniture.

2.6.11.6 Journaux

Les journaux/rapports suivants seront préparés pour la livraison :

- alarmes du jour, alarmes J-30
- alarmes système
- journal opérateur (avec traçabilité des actions)
- tableau de confort
- journal transmission astreinte
- à la demande

L'édition des journaux sera effectuée automatiquement ou à la demande de l'utilisateur. Les journaux/rapports devront être accessibles à l'exploitation en ligne durant au moins un (1) an glissant (et non un mois), avec la possibilité d'exporter les données plus anciennes depuis la base d'archivage sécurisée de 5 ans.

Les entrées de tris suivantes seront prévues : un équipement, un groupe d'équipement à partir du libellé complet ou partiel ; une tranche de date limitée par horodatage ; une alarme ou un groupe d'alarmes données.

2.6.11.7 Mise sous tendance

Il sera prévu la possibilité de mettre sous tendance l'ensemble des points analogiques figurant dans le système avec des caractéristiques pour un stockage optimisé. Ces diagrammes comprendront les éléments associés (date, mise en service, arrêt, consigne).

Il sera fourni à l'exploitant l'ensemble des outils et formations nécessaires à l'établissement de courbes de tendance, afin que celui-ci soit ultérieurement autonome dans le cadre de ses interventions.

L'outil de tendance doit permettre l'affichage et la corrélation immédiate de points issus de différents automates et protocoles (BACnet/IP, M-Bus, Modbus), par exemple la température extérieure (BACnet) et la consommation électrique (Modbus).

Les données de tendance doivent être enregistrées directement dans la base de données SQL et ne pas être limitées à un stockage "sur le terrain".

L'outil de tendance doit permettre un filtrage des données par période d'occupation (jours ouvrés vs. week-ends) ou par conditions de fonctionnement (Marche/Arrêt d'un équipement majeur).

2.6.11.8 Masquage (avalanche)

Dans le but de ne pas aveugler l'exploitant, un processus de masquage de tout événement pouvant induire une avalanche sera mis en œuvre par le logiciel de supervision. La liste des associations d'inhibition devra toutefois être dûment renseignée et validée par la maîtrise d'œuvre et l'exploitant.

Dans toute avalanche de défaut, on distingue trois catégories d'événement :

- les défauts sources, qui sont la cause initiale de l'avalanche
- les défauts conséquences, qui ne disparaîtront pas automatiquement lors de la disparition des défauts sources (procédés à réarmer)
- les défauts conséquences qui disparaîtront automatiquement lors de la disparition des défauts sources

Il sera mis en place des inhibitions fonctionnelles, dont l'objectif est de ne pas faire apparaître, dans le cas d'une avalanche de défauts, les défauts de la dernière catégorie. Ainsi, dans chaque unité de traitement local, un critère de priorité pourra être associé aux différentes voies.

A partir de ce critère, il sera défini des voies dites "prioritaires" et d'autres dites "non prioritaires". En cas de changement d'état des voies "prioritaires", il doit être possible de :

- temporiser l'envoi vers le système de traitement des changements d'états éventuels de certaines voies non prioritaires. Après temporisation, les changements d'états seront traités normalement par le système,
- inhiber l'envoi vers le système de traitement des changements d'états éventuels de certaines voies "non prioritaires" jusqu'au retour à l'état initial de la voie "prioritaire".

Cette notion de priorité doit exister en interne sur les séquences d'automatismes et en transmission sur le réseau de communication.

L'entreprise est responsable de la réalisation des inhibitions des alarmes. Une attention particulière devra être portée au niveau des inhibitions électriques : seules les disparitions de tension les plus en amont devront apparaître.

2.6.11.9 Traitement des alarmes

Le traitement des alarmes passe par les quatre états logiques suivants :

- Apparition : l'alarme intervenue apparaît sur la console et/ou sur l'imprimante du premier opérateur destinataire
- Acquittement : cet opérateur, par une commande, signale qu'il a bien vu l'alarme
- Disparition : la cause ayant déclenché l'alarme a disparu. Un état du synoptique et un message sur l'imprimante le signalent
- Effacement : dans certains cas, il sera demandé que l'opérateur puisse acquitter ce nouvel état par une dernière commande

Chaque changement d'état logique doit pouvoir être horodaté et archivé. Il sera prévu au minimum 3 niveaux d'alarme ou de signalisation :

Niveau 1 - Evénement majeur nécessitant une intervention immédiate des exploitants :

A l'apparition de l'alarme :

- signal sonore
- clignotement du voyant de synthèse concerné
- édition d'un message sur les écrans et imprimantes sélectionnés en fonction du contexte et de la tranche horaire
- Envoi immédiat et systématique de l'alarme à l'astreinte par Email, SMS, ou notification push, selon le tableau d'astreinte configuré.

A la prise en compte par l'opérateur :

- prise en compte du défaut (individuellement ou par groupe) et message sur imprimante de la prise en compte
- arrêt du signal sonore par l'opérateur
- apparition du synoptique concerné sur l'écran graphique
- passage en feu fixe des voyants de synthèse concernés

A la disparition de l'alarme :

- message sur les terminaux d'édition sélectionnés
- passage au vert puis extinction du voyant de synthèse si aucune autre alarme le concernant n'est présente (ou passage en vert clignotant du voyant si le paramétrage prévoie un acquittement pour cette alarme. Dans ce dernier cas, le voyant s'éteindra après ce nouvel acquittement)

Niveau 2 - Evénement nécessitant une intervention rapide :

A l'apparition de l'alarme :

- clignotement du voyant de synthèse concerné
- édition d'un message sur les écrans et imprimantes sélectionnés en fonction du contexte et de la tranche horaire
- Envoi systématique de l'alarme à l'astreinte par Email ou notification push.

A la prise en compte par l'opérateur :

- prise en compte du défaut (individuellement ou par groupe) et message sur imprimante de la prise en compte
- apparition du synoptique concerné sur l'écran graphique

- passage en feu fixe des voyants de synthèse concernés

A la disparition de l'alarme :

- message sur les terminaux d'édition sélectionnés
- passage au vert puis extinction du voyant de synthèse si aucune autre alarme le concernant n'est présente

Niveau 3 - Evénements ne nécessitant pas une intervention rapide ou ne nécessitant pas d'intervention (compte-rendu de séquence normal d'une chaîne d'automatisme) :

A l'apparition de l'alarme : édition d'un message sur les écrans et imprimantes sélectionnés en fonction du contexte et de la tranche horaire.

A la prise en compte par l'opérateur (si nécessaire) :

- message sur imprimante de la prise en compte,
- éventuellement apparition du synoptique concerné sur l'écran graphique.

A la disparition de l'alarme : message sur les terminaux d'édition sélectionnés.

Il est possible d'éditer des journaux relatifs aux informations de ce niveau, par exemple, lors de changements de quart ou lors de l'établissement des plannings d'entretien.

2.6.11.10 Alarmes de niveau 1

- Alarme absence tension TGBT
- Synthèse défaut production chaud/froid
- Alarme niveau haut fosses relevage
- Synthèse défaut stations relevage (regroupe les alarmes pompes et absence tension)
- Alarme intrusion
- Alarme défaut système anti-intrusion/contrôle d’accès
- Alarme défaut SSI
- Alarme incendie
- Alarme détection CO/NO

Cette liste n’est pas limitative. Les alarmes de Niveau 1 seront transmises point par point via le réseau Full IP/Internet par Email sécurisé ou Web Service API à la société de service de surveillance à distance ou d'astreinte.

2.6.11.11 Impression au fil de l’eau

Il sera possible de paramétrer les événements à imprimer sur cette imprimante. Le paramétrage d’origine se fera en fonction des demandes du bureau d’études suivant proposition de l’entreprise.

La fonction principale de suivi des événements est assurée par le journal numérique horodaté. L'impression physique est réservée à l'édition de rapports de synthèse ou aux logs des alarmes majeures.

2.7 Gestion de l’Eclairage

En cas de problème sur la GTB, toutes les commandes d’allumage de l’éclairage seront automatiquement réalisées de telle sorte qu'en cas de défaillance de l'automate (perte

d'alimentation ou CPU), les circuits d'éclairage basculent par défaut en position fermée (Allumage forcé) pour garantir la sécurité des personnes. Tous les commutateurs en façade d'armoire permettant de forcer les commandes comporteront des contacts de position permettant de renvoyer les informations sur la GTB.

Nota – Tous les paramètres (programmes/relance) sont programmés par défaut et sont modifiables depuis le logiciel. L'entreprise proposera ses paramètres et les soumettra à la maîtrise d'ouvrage pour validation avant programmation.

Les organes de commande manuelle (BP) existants sont conservés. La fourniture des nouveaux multicapteurs multimétiers est à la charge du titulaire. L'entreprise doit la recherche de l'emplacement optimal pour garantir la zone de détection, et non simplement le remplacement "trou pour trou".

2.7.1 Circulation bureaux

Il sera prévu 2 commandes par niveau et par zone :

- Commande $^{1}/3$ gérée par programme horaire. En dehors du programme horaire, relance par boutons poussoirs repris sur la GTB. La durée de la relance sera paramétrable depuis la supervision (entre 1 minute et 1 heure). La temporisation par défaut sera réglée à 20 minutes en l'absence de mouvement. Ce paramètre devra être modifiable par l'exploitant sans outil de programmation, directement depuis le pop-up de zone sur la supervision.
- Commande $^{2}/3$ gérée par programme horaire. En dehors du programme horaire, relance par détecteurs de présence raccordés à la GTB. La durée de la relance sera paramétrable depuis la supervision (entre 1 minute et 1 heure). La temporisation par défaut sera réglée à 20 minutes en l'absence de mouvement. Ce paramètre devra être modifiable par l'exploitant sans outil de programmation, directement depuis le pop-up de zone sur la supervision.

En plus de ces commandes horaires, des commutateurs en façade d'armoire permettront de forcer l'allumage ou l'extinction. La fourniture des micro-contacts sur les commutateurs existants (si non équipés) est à la charge de l'entreprise.

L'entreprise doit la modification du câblage dans les armoires électriques pour séparer physiquement les circuits 1/3 et 2/3 si ce n'est pas déjà fait.

2.7.2 Escaliers

Non repris sur la GTB.

2.7.3 Hall d'accueil

Le hall d'accueil sera géré par programme horaire depuis la GTB. En dehors des plages horaires l'allumage doit pouvoir être forcé depuis la commande via l'interface de supervision (B-AWS) ou la tablette (B-OD).

2.7.4 Sanitaires

Non repris sur la GTB.

2.7.5 Locaux techniques

Non repris sur la GTB.

2.7.6 Parc de stationnement

L'éclairage du parc de stationnement comportera 2 circuits :

- Circuit $^{1}/3$ géré par programme horaire uniquement
- Circuit $^{2}/3$ géré par détecteurs de présence raccordés sur la GTB. La durée de la relance sera paramétrable depuis la supervision (entre 1 minute et 1 heure).

En plus de ces commandes horaires, des commutateurs en façade d'armoire permettront de forcer l'allumage ou l'extinction.

La détection de présence dans le parking devra être sectorisée pour n'allumer que la zone de circulation concernée (optimisation énergétique).

2.8 Architecture Réseau/Système

2.8.1 Vue graphique

L'entreprise doit réaliser un synoptique dynamique de l'architecture réseau (Plan de masse logique). Chaque switch, automate principal (B-BC) et le serveur (B-AWS) devront être représentés avec leur adresse IP et leur état de santé en temps réel (via interrogation SNMP ou service BACnet). Une alerte doit être générée immédiatement en cas de perte de réponse d'un nœud du réseau.

2.8.2 Performances du système

Temps de remontée d'informations et commandes depuis la supervision :

- temps d'initialisation du système $\leq$ 10 minutes (inclus le chargement complet de la base de données SQL et le rafraîchissement de tous les synoptiques)
- alarme en moins de 2 secondes
- panne d'un équipement en moins de 2 minutes
- températures des locaux en moins de 2 minutes
- passage d'une commande de retour de signalisation en moins de 2 secondes

Les performances de remontée d'informations seront mesurées de manière contradictoire lors de la réception. Le temps de 2 secondes pour une alarme s'entend entre l'apparition physique du défaut sur le bornier de l'automate et l'affichage/signal sonore sur le superviseur.

2.8.3 Mode dégradé

Les unités de traitement local seront capables, en cas de perte de communication, de travailler localement à partir des dernières consignes données par la supervision (y compris pour les programmes horaires). Ces unités locales devront conserver l'historique des événements pour pouvoir le communiquer à la supervision lors du retour de la communication.

Lors de ce retour en mode normal, l'envoi des historiques des unités de traitement local devra se faire de façon étagée et priorisée afin de ne pas surcharger le réseau, sans aucune action manuelle de l'exploitant.

2.8.4 Interconnexion avec le Site de Villefranche-sur-Saône

Conformément aux objectifs du projet, le système de GTB du siège de Lyon (B-AWS) devra être configuré pour assurer l'interconnexion et la supervision d'une partie des équipements techniques du site de Villefranche-sur-Saône.

- Liaison Réseau et Sécurité :
    - La fourniture et la gestion de la liaison sécurisée WAN (VPN/VLAN dédié) entre les deux sites sont à la charge du Maître d'Ouvrage (DSI).
    - L'entreprise est responsable de l'exploitation de cette liaison pour le trafic BACnet/IP en assurant la confidentialité et l'intégrité des données échangées.
    - L'entreprise devra paramétrer le protocole BACnet de manière optimisée pour le réseau étendu (utilisation de BBMD - BACnet Broadcast Management Device) afin d'éviter la saturation de la bande passante par des messages de type 'Broadcast'.
- Architecture et Protocole :
    - La communication s'effectuera exclusivement par le protocole BACnet/IP via le réseau étendu.
    - L'entreprise devra fournir et installer un automate (profil B-BC - BACnet Building Controller) sur le site de Villefranche, dont la mission sera de consolider les données locales, d'agir comme routeur BACnet et de maintenir le lien de communication permanent avec le serveur B-AWS de Lyon.
    - L'automate B-BC de Villefranche doit posséder une autonomie totale. En cas de coupure de la liaison WAN avec Lyon, il doit assurer la continuité des programmes horaires, des régulations CVC et du stockage des historiques (Trend Logs) en local. La capacité de stockage locale devra permettre de conserver 30 jours de données. Dès le rétablissement du lien WAN, le serveur B-AWS doit aspirer automatiquement les données manquantes sans aucune action manuelle de l'exploitant.
- Intégration Fonctionnelle sur le Superviseur (B-AWS) :
    - L'intégralité des points de Villefranche (TS, TA, TM, TC, TR) identifiés dans la liste de points (à fournir en phase EXE) devra être intégrée au superviseur B-AWS de Lyon.
    - Un synoptique graphique dédié et clairement identifié au site de Villefranche devra être créé dans l'arborescence du superviseur. Il devra respecter strictement la charte graphique définie pour le siège de Lyon (couleurs, symboles, navigation) pour ne pas perturber l'exploitant
    - L'historisation des données de comptage et de performance du site déporté devra être assurée sur le Serveur B-AWS de Lyon, conformément aux exigences d'archivage sur cinq ans glissants pour le suivi du Décret Tertiaire.
    - Les alarmes critiques de Villefranche devront être routées et traitées selon les mêmes niveaux de priorité et les mêmes mécanismes de notification d'astreinte que ceux définis pour le siège de Lyon.

2.9 Informations Entrées/Sorties

2.9.1 Surveillance des Entrées « Tout ou Rien » (TA ou TS)

Chaque entrée TA ou TS technique sera surveillée par le système ; chaque entrée TA ou TS sécurité sera contrôlée comme suit par le système :

- définition de l'état d'alarme (fermé vers ouvert ou ouvert vers fermé)
- définition du passage hors alarme
- définition des horaires de surveillance (heures de prise en compte des changements d'état)
- définition de l'action associée à un passage en alarme de chaque capteur.

L’édition des informations se fera en langage claire. Les séquences de défauts seront les suivantes :

- apparition des alarmes
- mise en service des réactions aux événements ou forçage en marche ou à l’arrêt des charges éventuellement associées aux défauts apparus
- affichage des événements indiquant à l’opérateur les différents défauts apparus avec leurs degrés d’urgence
- l’acquittement du klaxon ou des actions engendrées par une réaction à un événement se fera par sélection d’une fonction « arrêt commande » sur le clavier

Toutes les entrées d'alarmes critiques (TA) devront être câblées en sécurité positive (contact fermé au repos, ouverture en cas de défaut ou de coupure de câble). L'Entreprise doit la fourniture et la pose de relais d'interface si les contacts secs existants ne permettent pas cette configuration.

Les libellés "en langage clair" doivent suivre une nomenclature stricte (Site_Bâtiment_Niveau_Local_Équipement_Fonction) validée par le Maître d'Œuvre.

2.9.2 Télécommande « Tout ou Rien » (TC)

Depuis le poste de supervision, il devra être possible de commander la communication d’une sortie « tout ou rien » ou d’en connaître son état.

Chaque ordre de télécommande donnera lieu à la visualisation et identification en clair. L'identité de l'opérateur et l'horodatage précis de la commande devront être enregistrés dans le journal opérateur et non-effaçable pendant 12 mois minimum.
Toute télécommande (TC) de moteur ou d'équipement de production doit être associée à une Télésignalisation (TS) de marche (retour d'état). En cas de discordance entre l'ordre envoyé et le retour d'état après une temporisation réglable (ex. 10s), le système doit générer une alarme de 'Défaut de discordance' ou 'Défaut de commande'.

2.9.3 Informations Analogiques d’Entrées (TM)

Depuis le poste de supervision, il devra être possible de visualiser et lire les mesures de températures depuis une sonde reliée à un régulateur ou aux centrales de traitement d’air.

Les télémesures concernent également tous les compteurs d’énergies qui sont des informations analogiques.

L'Entreprise doit procéder au contrôle de l'étalonnage de chaque sonde analogique (TM). Un écart maximal de ±0,5°C est toléré par rapport à un thermomètre étalon. Les correctifs d'offset devront être appliqués directement dans l'automate local.

2.9.4 Informations Analogiques de Sorties (TR)

Depuis le poste de supervision, il sera possible de paramétrer et télérégler les différents points de consigne des régulateurs situés dans les bureaux et des éléments de production (CTA, etc.).

Les consignes (TR) doivent comporter des butées logiques (ex: impossible de régler une consigne de chauffage à 35°C ou de climatisation à 15°C) pour éviter les erreurs d'exploitation énergivores.

2.9.5 Informations de Télécomptage (TCP)

Informations de type TOR sous forme d'impulsions, à plus ou moins haute fréquence ou sous forme de bus M-Bus, généralement délivrées par des compteurs de type analogique ou numérique.

Pour les compteurs à impulsions, l'Entreprise doit s'assurer que le poids de l'impulsion paramétré dans l'automate correspond strictement à la plaque signalétique du compteur. Un test de corrélation entre l'index physique du compteur et l'index numérique affiché en GTB doit être consigné dans le cahier de recette.

L'acquisition via bus M-Bus doit remonter non seulement l'index, mais aussi le numéro de série du compteur pour faciliter la maintenance.

2.9.6 Programmation de Réactions à des Évènements

Le système sera prévu pour le traitement des avalanches lors du traitement d'animation d'une alarme (TA) , conformément aux règles de masquage.

L'Entreprise doit soumettre en phase EXE une matrice de masquage des alarmes. Par exemple, l'alarme 'Défaut débit d'air' sur une CTA doit masquer les alarmes 'Basse température' des batteries afin d'éviter la saturation du bandeau d'alarmes.

2.10 Rôle de l'installateur de GTB

2.10.1 Généralités

Le prestataire devra assurer un rôle fédérateur de l'ensemble des corps d'état techniques sur leurs fonctionnalités liées à la GTB, soit :

- Etude des analyses fonctionnelles du système.
- Etude des arborescences de défauts pour la détermination des procédés d'inhibition des avalanches d'alarmes et le classement suivant le niveau de criticité
- Constitution des listes de points et du suivi de leur évolution dans le projet
- Programmation des interfaces de dialogue
- Méthode de construction des points virtuels dans les régulateurs ou automates (discordance, alarme…)
- Fourniture de tous les matériels composant les installations de GTB telles que décrits dans le présent document
- Ensemble du câblage entre les différents constituant de l'installation suivant synoptique joint
- Mise en service des équipements et leur paramétrage en vue de réaliser les fonctions décrites
- Formation du personnel et fourniture de la documentation technique de conception et d'exploitation

Pour la constitution de la liste des points du système, le prestataire devra assurer les tâches suivantes :

- Collecte des listes d'équipements techniques, sur base papier ou fichier informatique (*.xls)
- Collecte des informations entrant dans les calculs des synthèses d'alarme
- Etablissement du dictionnaire des descripteurs
- Codification des équipements techniques

- Constitution des listes de points techniques, avec codification et descripteurs harmonisés selon le dictionnaire
- Constitution des listes de points virtuels (discordance, synthèse, régulation, présentation, groupes…) avec codification et descripteurs harmonisés selon dictionnaire
- Génération des points dans la base de données (saisie manuelle ou transfert de fichier)
- Génération des descripteurs de l'alarme
- Le prescripteur devra prendre en charge l'élaboration de la liste exhaustive des alarmes de l'installation (points réels, virtuels, conditions complexes, alarmes système, synthèse…)

Le prestataire devra faire valider, par la maîtrise d'œuvre, avant tout paramétrage, la liste des points et la bibliothèque de symboles utilisée pour les synoptiques. A noter que les plans de zoning bureaux, avec numérotation et sous-zone, sont à réaliser par l'entreprise à partir des plans de space-planning.

Avant de passer ses commandes, l'entreprise devra présenter, au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre, pour approbation définitive, un échantillonnage complet des matériaux qu'il mettra en œuvre.

L'entreprise devra proposer des équipements titulaires d'une garantie constructeur avec un engagement écrit s'appuyant sur une police d'assurance dont il devra justifier.

2.10.2 Coordination avec les autres corps d'état

L'entreprise devra prendre contact avec les corps d'état dont les ouvrages seront en liaison avec les siens propres de manière à assurer une parfaite coordination à l'exécution.

2.10.3 Formation

L'entreprise a, à sa charge, la formation du personnel d'exploitation ; cette formation sera dispensée à divers stades de l'opération :

- Avant la mise en service et la réception des installations, l'entreprise assurera un cours de formation à l'attention des opérateurs qui comprendra des séances de formation théorique sur les principes de fonctionnement et la technologie du système ; ce cours se poursuivra par :
  - l'étude de la configuration du système mis en place sur le site
  - l'apprentissage de l'ensemble des fonctions implémentées
- A la mise en service, les opérateurs assisteront à toutes les opérations de vérification du système
- Après la réception, l'entreprise devra une assistance technique d'un jour par semaine pendant trois mois, pour permettre aux opérateurs de prendre définitivement le système en charge

La formation dispensée intégrera deux niveaux de formation pour :

- la conduite et l'exploitation courante de l'installation
- le développement de programmes, la réalisation de modifications ou d'évolutions, la maintenance logicielle du système

L'entreprise fournira une notice « utilisateurs » expliquant toutes les fonctions implantées dans le système, basée sur les captures d'écran réelles du site de Lyon, et non sur des manuels constructeurs génériques.

Une séance de formation pourra être enregistrée par le Maître d'Ouvrage pour servir de tutoriel aux nouveaux arrivants.

2.10.4 Essais coordonnés

L'entreprise devra être présente à l'ensemble des essais demandés par le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre, décrits ci-dessous et tenir un cahier d'essais.

Les essais coordonnés font partie intégrante des Opérations Préalables à la Réception (OPR). Le début des essais coordonnés est conditionné par :

- La remise cinq jours ouvrables au préalable :
  - des fiches d'autocontrôle personnalisées par équipement, remplies et signées
  - des fiches d'OPR correspondantes, personnalisées par équipement
  - des analyses fonctionnelles
  - des synoptiques et des plans d'implantation des équipements
- La présence de tout matériel permettant de vérifier la véracité des informations relevées et transmises (capteurs spécifiques)
- La présence de tout matériel permettant de discriminer un défaut de fonctionnement (analyseur de protocole)
- La présence de moyens permettant la réalisation avec des grandeurs réelles des essais de fonctionnement (régulation, basculement). Le processus de simulation dans les cas extrêmes devant être soumis à l'approbation de la maîtrise d'œuvre
- L'annonce officielle par les entreprises techniques et GTB à la maîtrise d'œuvre de la disponibilité des systèmes pour des tests exhaustifs
- La présence d'une personne côté capteur et d'une personne côté système avec les moyens de communication adéquats
- La présence de personnel apte à prendre toutes décisions techniques ou commerciales pour toutes questions pouvant survenir

Le cahier d'essais devra comporter une ligne par point physique et virtuel. Pour chaque point, l'Entreprise doit tester : la continuité du signal, la justesse de la valeur, la gestion de l'alarme et l'animation sur le synoptique.

L'utilisation de 'valeurs forcées' via logiciel pour simuler un fonctionnement est interdite pour les essais finaux. Les tests doivent être réalisés par sollicitation réelle des capteurs (bombe de froid/chaud, shunt sur bornier, montée en pression réelle).

3 Supportages et accessoires

La prestation inclut la réutilisation des chemins de câbles principaux dédiés existants si leur état mécanique et leur dimension (réserve de 30 % minimum) le permettent. L'entreprise devra s'assurer de la dépose complète et de l'évacuation (mise en décharge agréée) de tous les câbles et appareillages de l'ancienne GTB ou autres câbles obsolètes non réutilisés, cheminant sur ces supports.

Les chemins de câbles neufs ou complémentaires installés pour la GTB (et les autres lots de Courant Faible spécifiés) seront de type dalle fil en acier galvanisé à chaud ou électrozingué, de dimension minimale 48 mm et largeur selon nécessité avec 30 % de réserve après pose de l'ensemble des nouveaux câbles. Les chemins de câbles principaux existants seront représentés sur les plans du DOE.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de refuser les ouvrages ou matériaux jugés instables, insuffisants ou estimés comme étant une malfaçon.

Les bus de DI, CMSI, GTB et câblage sûreté chemineront obligatoirement sur chemins de câbles, principaux ou complémentaires.

Les autres câbles chemineront :

- Sur chemins de câbles principaux ou complémentaires (à partir de 4 câbles ayant le même cheminement)
- Sous tubes ICT dans les zones avec faux-plafond
- Sous tubes IRO dans les zones sans faux-plafond
- Sous tubes MRB dans les zones à risques mécaniques
- En encastré sous fourreaux pour toutes les zones nobles (bureaux, escaliers, paliers, hall, etc.)
- La prestation inclut :
- Les percements et rebouchages de planchers et cloisons (hors structure)
- Les fourreaux lors des traversées des cloisons, planchers et ouvrages structurels
- Les reprises de travaux de second œuvre pour une remise en parfait état des zones modifiées et principalement :
    - Découpes staff et/ou faux-plafond
    - Rebouchages staff et/ou faux-plafond des emplacements des détecteurs
    - Reprise de peinture
    - Accessibilité dans les plénums
- Les percements, rebouchages, calfeutrements entre cloisons séparatives

3.1 Chemins de câbles

3.1.1 Caractéristiques générales

Tous les câbles seront fixés par des attaches en matière plastique autoextinguible, type collier à bille polyamide à utilisation extérieure.

Les hauteurs minimales seront augmentées pour obtenir l'inertie nécessaire compte tenu des charges et des entraxes de fixation.

Il n'y aura ni flèche ni déformation de ces chemins de câbles lors du montage et de la pose des câbles.

Il ne sera admis aucun angle saillant faisant obstacle à la courbure des câbles ni dans les changements de direction, ni dans les dérivations ou « patte d'oie », ni dans les élargissements ou rétrécissements. Toutes ces modifications de parcours seront traitées avec des pièces d'assemblage curvilignes préfabriquées ; tous les éléments auxiliaires seront du même matériel que les chemins de câbles.

Un « lit » en matériau coupe-feu sera préalablement prévu à la traversée d'un mur, d'une cloison ou d'une dalle coupe-feu par un chemin de câbles. Le degré coupe-feu de la traversée devra être rétabli suivant les normes en vigueur en utilisant des matériaux adaptés.

3.1.2 Respect du rayon de courbure des câbles

Eviter les vrillages du câble, l'utilisation d'un dérouleur de touret est obligatoire.

Veiller à effectuer le tirage des câbles sans à coup. Des poulies de renvoi seront disposées si nécessaires pour éviter tout frottement contre un angle vif lors des changements de direction. Protéger les câbles par des fourreaux pour le passage des trémies ou réservations.

Prévoir à l'avance les changements de direction des câbles. Pour les câbles doubles, il est conseillé de les placer dans les chemins de câble sur leur côté.

Dans le cas de l'utilisation de câble Scindex, l'installateur séparera soigneusement le câble aux deux extrémités sur une longueur suffisante pour permettre l'indépendance des prises ou modules lors de leur installation.

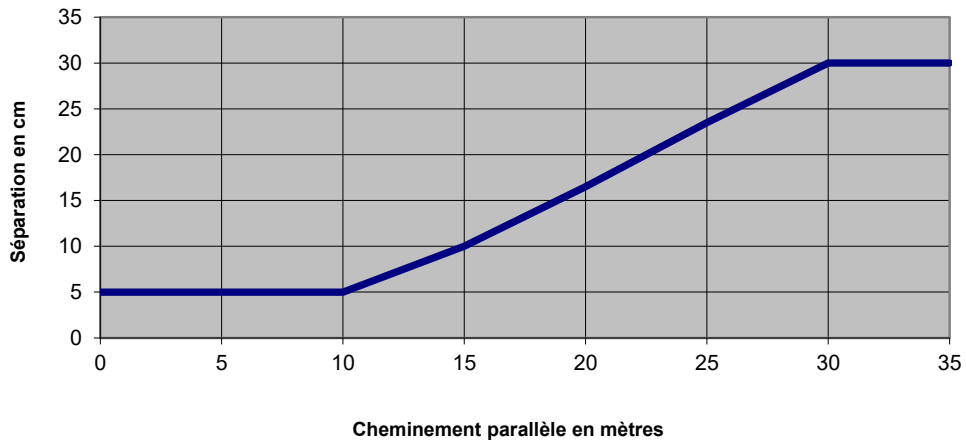
3.1.3 Compatibilité électromagnétique

Les sources principales de perturbations électromagnétiques ayant une incidence sur la qualité des transmissions, proviennent :

- Du réseau électrique environnant
- Des équipements électriques (tubes fluorescents, moteurs, disjoncteurs.)
- Des signaux courants faibles véhiculés sur les paires, faisceaux ou câbles voisins
- De l'environnement radioélectrique du site

L'installateur prendra les précautions décrites ci-après pour atténuer au maximum ces perturbations.

Séparation des courants forts et faibles.



La distance de séparation indicative entre les câbles courants faibles et courants forts, par rapport à leur cheminement parallèle, ne doit pas être inférieure aux valeurs données dans le tableau mais ne doit pas en excéder deux fois la valeur.

Les présentes préconisations sont des valeurs minimales ; lorsque c'est possible, il est souhaitable de les 'augmenter de façon à réduire au maximum les perturbations induites sur toute la longueur de la liaison.

3.1.4 Contraintes d'environnement / Prise en compte de tous les phénomènes de perturbation

- Distance > 30 cm pour les courants forts.
- Distance > 50 cm pour les éclairages fluorescents.
- Distance > 1 m pour tout équipement générateur de rayonnement électromagnétique (moteurs, disjoncteurs…)
- Distance > 4 m pour la machinerie d'ascenseur
- Distance > 4 m pour les transformateurs électriques.

3.1.5 Isolement des câbles courants faibles

La deuxième cause de perturbation électromagnétique des câbles courants faibles est produite par les signaux transmis sur les paires, faisceaux ou câbles voisins.

Cette perturbation, connue sous le nom de diaphonie ou Next, ne peut être atténuée que par un câblage rigoureux de toutes les terminaisons de câbles et par une mise à la terre efficace de tous les écrans des câbles.

L'installateur veillera à respecter tous les conseils concernant les raccordements et les passages de câbles.

3.1.6 Mise à la terre des chemins de câbles

Les extrémités des chemins de câbles métalliques seront raccordées au circuit de terre. D'autre part, des shunts réalisés en câble cuivre ou tresse cuivre seront prévus à toute interruption physique des chemins câbles, de manière à assurer la continuité de terre (selon NF EN 61-537).

Un PV de continuité de mise à la terre du fournisseur devra être présenté.

3.1.7 Pose des câbles dans les chemins de câbles

Les câbles installés sur chemins de câbles seront maintenus au moyen d'attaches de type velcro tous les 5ml maximum en dehors de tout autre type d'attache. Il ne sera pas admis plus de 3 rangées de câbles dans les parcours horizontaux ou verticaux.

Sauf indication contraire, le taux de remplissage ne devra pas excéder 70 %. L'espace de réserve (30 % sur chemin de câbles) devra être accessible en tout temps lorsque l'installation sera complétée, ceci afin de permettre toute addition de câbles sans difficulté.

3.1.8 Repérage des chemins de câbles

Tous les 30 mètres, à chaque changement de direction, de part et d'autre d'une cloison, par étiquette Dilophane gravée fixée par vis.

Sur les parcours verticaux, il sera prévu une étiquette à chaque niveau et à chaque zone.

3.2 Fourreaux

A chaque traversée de cloisons ou de plancher, il sera prévu des fourreaux ICT dimensionnés sur la base de 30 % d'occupation.

3.2.1 Supports plastiques de type ATTACHE RAPIDES OU LYRES

Ces supports plastiques permettront de soutenir les câbles en dehors des chemins de câbles. Ils fixent les câbles sur la dalle de plancher haut sans contrainte mécanique et permettent leur déplacement sans outil. Ces supports seront installés, si nécessaire, tous les 1,5 m. Ces supports et attaches seront non blessants obligatoirement (type fixation colliers VELCRO ou à billes).

3.2.2 Distribution

L'entreprise prendra toutes les précautions possibles aux traversées des dalles (câbles sous fourreaux + recoupement CF) et cheminement vers les faux planchers ou plafonds. L'épanouissement des câbles devra être très soigné.

3.2.3 Identification et repérage

3.2.3.1 Identification des liaisons et sous-ensembles

Tous les éléments (automates, lecteur de badge, détecteur volumétrique…) du système de sûreté devront être étiquetés. Cet étiquetage sera effectué de manière sûre et durable dans le temps (étiquette Dilophane gravée).

Le repérage à réaliser par l'entreprise concerne l'identification des points suivants :

- Chaque extrémité des câbles posés (marquage/ repérage à 25 cm des extrémités)
- Chaque connecteur installé dans les répartiteurs – Le repérage sera réalisé avec des étiquettes Dilophane gravées collées
- Les coffrets GTB – le repérage sera réalisé par étiquettes Dilophane gravées collées
- Les terminaux de contrôle d'accès, intrusion, interphonie – vidéophonie et vidéo-surveillance - Le repérage sera réalisé par étiquettes Dilophane gravées collées

Les étiquettes seront donc de type Dilophane gravées selon un code « couleurs », sur proposition du Prestataire.

Les dimensions de ces étiquettes seront au minimum 40 mm x 30 mm (sauf pour les câbles).

3.2.3.2 Repérage des chemins de câbles

Par l'intermédiaire d'une étiquette Dilophane gravée et vissée, portant l'intitulé « CFA », repérage à chaque changement de direction, dans tous les locaux de brassage et tous les 30 mètres.

3.2.4 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit l'ensemble des réservations, percements nécessaires à la mise en œuvre de ses éléments d'installation.

Après intervention, les rebouchages complets sont à réaliser ainsi que le rétablissement du degré coupe-feu des parois traversées au moyen de mortier coupe-feu et cela à tous les niveaux et à toutes les zones. Un Procès-Verbal de mise en œuvre devra être fourni.

A l'issue des opérations de calfeutrement, il devra être réalisé un nettoyage soigné des différents éléments, chemins de câbles et câbles.

Pour les traversées de plancher en gaine technique, les câbles passeront à l'intérieur de fourreaux DN 100.

L'extrémité supérieure de chaque conduit fera saillie au-dessus du plancher d'une hauteur de 10 cm. Il sera prévu quatre fourreaux en réserve par traversée.

4 Recette

L'entreprise se doit de respecter les demandes techniques et de mises en œuvre fixées dans ce document. Le contrôle du câblage fait par l'entreprise en fin de réalisation est obligatoire. Pour cela, l'entreprise réalisera :

- Son autocontrôle visuel pendant tout le déroulement des travaux
- Toutes les mesures en rapport avec les composants installés (cuivre et optique) ; les mesures seront réalisées suivant les méthodes de test spécifiées dans ce chapitre en rapport et les performances exigées en annexe

L'attention de l'installateur est attirée sur le fait que la réception technique sera réalisée en plusieurs étapes et avec différents intervenants pour le compte du MO. Il y aura au moins les OPR avec le BET et MOE et la réception avec le MO.

4.1 Contrôle visuel

Il a pour but de vérifier que les matériels utilisés et leur mise en œuvre sont conformes aux règles et normes établies dans le CCTP. L'examen visuel des ouvrages portera sur :

- la vérification des matériels utilisés (référence des composants), plus particulièrement s'ils sont conformes aux spécifications techniques demandées et s'ils n'ont pas été maltraités et/ou détériorés pendant leur pose
- la mise en œuvre des matériels ; elle devra être conforme dans l'ordre au CCTP, aux notices d'installation du constructeur et aux règles de l'art
- les câbles (tout type) : type, installation dans les supports (côte à côte sans se chevaucher, fixation), rayon de courbure, protections, longueur de dénudage de l'isolant et maintien des paires jusqu'aux contacts des connecteurs, serrage des colliers, le repérage des liaisons installées (distribution horizontale et verticale) conformément au présent document
- la vérification de l'absence de contrainte mécanique sur les câbles (rayons de courbure a minima acceptables, colliers de fixation ne déformant pas la gaine de câble, absence d'arrachement de la gaine par un tirage trop violent)
- la vérification du câblage des prises et modules de raccordement ; convention de raccordement, longueur de détorsadage de la paire (maximum 13 mm), longueur de suppression de l'écran
- la vérification du raccordement et de la distribution des terres et masses sur les chemins de câbles, les baies et fermes de répartition
- l'assurance du respect des distances d'éloignement par rapport aux sources de perturbation (ballast, starter, moteur, etc.).

4.2 Contrôles de transmission haute fréquence sur cuivre, paire torsadée

Pour le présent dossier, les performances à atteindre sont la classe EA (catégorie 6A). Le testeur utilisé sera validé par un laboratoire ou un organisme agréé pour la catégorie 6A.

4.3 Test du réseau capillaire

Les parcours avec média cuivre seront testés selon la norme catégorie 6A ISO permanent link. L'appareil de mesure aura une précision de mesure de niveau IV ou V.

Cent pourcents des liaisons du sous-système horizontal seront testées en « Permanent Link » (Lien Permanent) Du répartiteur de distribution jusqu'à la prise du poste de travail avec un appareil de test non personnalisé de type FLUKE DSX.
Des tests par échantillonnage seront effectués en « Channel Link » à l'aide d'un appareil de test non personnalisé de type FLUKE DSX ou équivalent.

Il sera prévu 14 têtes de tests minimum chacune étant changée au bout de 499 tests. Les testeurs présenteront l'expression finale sur chaque fiche de test ISO classe EA (Permanent Link).

La performance demandée pourra être atteinte avec 4 points de coupures conformément à la normalisation ISO 11801 et présenter une marge de sécurité de 7 dB sur l'isolation diaphonique cumulée.

Les tests à effectuer sont :

- la longueur de chaque liaison
- la cartographie des conducteurs
- l'atténuation de 1 à 500 MHz
- la paradiaphonie paire à paire et power sum de 1 à 500 MHz dans les deux sens
- la télédiaphonie paire à paire et power sum de 1 à 500 MHz dans les deux sens
- l'ACR paire à paire et power sum
- l'ELFEXT paire à paire et power sum dans les deux sens
- le délai de propagation
- le delay skew
- le return loss

En « Permanent Link », avec appareil de mesure non personnalisé.

4.4 Test des rocades cuivre

Sans objet.

4.5 Contrôles de transmission sur fibre optique

Contrôle de transmission sur fibre optique par les deux méthodes de test (photométrie et réflectométrie).

4.5.1 Photométrie

Le contrôle photométrique sera réalisé dans les deux sens à 850 nm et à 1 300 nm pour toutes les fibres optiques. Régulièrement, le tarage de la source LASER sera contrôlé afin de bien confirmer qu'aucune dérive de l'émetteur n'est à déplorer.

La différence de mesure au photomètre entre les deux tests (mesure et tarage) sera à fournir (atténuation du lien inséré dans la chaîne de liaison). Les valeurs à fournir aux différentes longueurs d'onde (850 nm et 1 300 nm) seront l'atténuation de chaque liaison, et ce dans les deux sens de mesure.

Il sera à fournir un tableau de synthèse des tests photométriques réalisés.

4.5.2 Réflectométrie

Le contrôle réflectométrique sera réalisé dans les deux sens à 850 nm et à 1 300 nm pour toutes les fibres optiques.

Les mesures devront permettre de visualiser clairement :

- la longueur de chaque fibre optique
- l'affaiblissement linéique de chaque fibre optique
- la perte engendrée par chaque fibre optique
- la perte engendrée par chaque connecteur optique

Afin de visualiser individuellement chacun des connecteurs optiques sur le réflectogramme et d'équilibrer les modes de transmission, l'entreprise utilisera 2 bobines amorce (longueur : minimum 500 mètres) qui seront à raccorder aux deux extrémités de la liaison à tester. Les fibres optiques des bobines devront avoir les mêmes caractéristiques (donc de même provenance) que les fibres optiques des câbles optiques testés.

Les valeurs objectif sont données dans les paragraphes précédents.

4.5.3 Tests rocades fibres optiques

Les tests fibres optiques seront réalisés par réflectométrie et rétrodiffusion dans les deux sens, aux longueurs d'ondes de 850 nm et de 1300 nm sur multimode et 1310 nm sur monomode ; ils feront apparaître l'atténuation des fibres ainsi que les interconnexions nécessaires au test. Le résultat des tests sera inférieur à la somme des atténuations théoriques suivantes :

FIBRE	LONGUEUR D'ONDE	ATTÉNUATION (DB/KM)	PAIRE DE LC (DB)
OM3/OM4	850 nm	3,4	0,1 typique
OM3/OM4	1300 nm	1	0,1 typique

4.6 Dossier de recette

La recette de câblage est effectuée par l'installateur. Elle ne peut intervenir qu'après remise de l'ensemble des documentations complètes, structurées et validées par l'installateur.

Le Prestataire devra fournir deux exemplaires de l'ensemble des documentations (y compris les rapports de tests des câbles Cuivre/Fibre) sous :

Format Numérique Structuré : Fichiers lisibles (PDF, Excel, DWG ou format BIM) remis sur support USB ou via un accès sécurisé à une plateforme de Gestion Électronique des Documents (GED).

Format Papier : Un jeu complet de la documentation reliée.

4.7 Contrôle

Les MO/MOE procéderont à la vérification qualitative et quantitative des pièces demandées dans le cadre de la documentation à fournir (voir § ci-après).

4.7.1 Contrôle de la documentation

- Contrôle du synoptique de l'installation
- Contrôle des plans d'étages reprenant toutes les localisations des PA (implantation détaillée), y compris cheminement et nommage de chaque RJ45
- Contrôle des plans d'élévation des matériels et vues des LTE (3D souhaitée). Vues 3D ou modèles BIM sont exigés pour la synthèse technique.
- Contrôle des plans de masse des locaux techniques et d'implantation des équipements
- Contrôle de la lettre de demande d'agrément

4.7.2 Contrôle des résultats des tests

Pour les câbles à paires torsadées, la validation en lien de la classe EA au sens de la norme ISO/IEC 11801 2002 (E) des liaisons de 4 paires.
Pour les câbles à fibres optiques :

- Les valeurs d'affaiblissement de la connectique
- Les valeurs d'affaiblissement linéiques de la fibre

4.7.3 Appareils de tests

Les appareils de tests devront provenir de constructeurs certifiés ISO 9001 et permettre de vérifier que le câblage est conforme aux spécifications de performance parues dans les dernières éditions de la norme. La précision des appareils de tests devra dépasser la norme.

Les indications suivantes devront figurer sur l'appareil :

- Le nom de la société de certification
- Le nom de l'opérateur
- Le type et le numéro de série du logiciel
- Le numéro de la chaîne de liaison testée
- Le type de tests (lien permanent)
- La continuité
- La longueur
- Le résultat de tous les tests et la moyenne des longueurs
- Affichage des résultats sous forme de graphique

Les appareils de tests devront provenir du même constructeur de marque FLUKE DSX ou équivalent.

4.8 Rappel de la documentation à fournir

L'entreprise soumissionnaire se doit de fournir l'ensemble de la documentation énumérée ci-dessous :

- Les plans pour gestion du site
- L'étude des données d'origine pour dépannage de l'infrastructure
- Fiche technique du matériel

Il est impératif que l'entreprise ayant réalisé les travaux fournisse les éléments suivants :

- Nomenclature des matériels utilisés (fabricants, références des produits) : câbles, panneaux, connectique
- Plans de l'ensemble des niveaux et zones avec référencement du numéro du bâtiment, des zones, trames et locaux techniques
- Plans de l'innervation horizontale de chaque étage (plans de récolement sous Autocad avec format DWG) ; ce plan peut être une couche Autocad du plan des niveaux et zones.
- Schéma d'implantation des locaux techniques (schéma d'occupation du sol et schéma d'occupation des murs en mode plan de masse)
- Schéma d'implantation dans les baies (plan d'élévation des façades de baies, idéalement en 3D/BIM, avec repérage et étiquetage reporté)
- Schéma de positionnement des modules sur répartiteurs (plan d'élévation des fermes avec repérage et étiquetage reporté)
- Plan de distribution (synoptique)
- Tableaux des longueurs des câbles cuivre entre les modules et les locaux techniques d'étage VDI (présents dans les fiches de tests et reportés sur les carnets de câbles)
- Tableaux des longueurs des câbles verticaux (présents dans les fiches de tests et reportés sur les carnets de câbles)
- Carnets de câbles de l'ensemble de l'installation de type Excel
- Classeur de tests devant contenir :
    - Les fiches de tests des différents câblages, avec courbes associées
    - Les descriptifs des matériels utilisés pour les tests optiques et cuivre
    - Les traces papier des réflectométries et photométries à 850 nm et 1 300 nm des câbles fibre optique
    - Certificat d'étalonnage des instruments utilisés
    - Une copie de la lettre de l'entreprise attestant de la demande d'agrément du site

Nota – Le classement des fichiers informatiques sera identique à l'exemplaire papier. La livraison doit se faire sur support numérique sécurisé (ex. : Clé USB haute capacité ou lien vers plateforme GED sécurisée).

4.9 Documents de fin de chantier

En fin de chantier, et au minimum 8 jours avant le début des essais contractuels préalables à la réception des travaux, le titulaire devra constituer et remettre un dossier complet de fin de chantier conforme aux prestations effectivement réalisées.

Ce dossier comprendra a minima :

- Les plans et schémas mis à jour conformes à l'exécution ;
- Les synoptiques définitifs ;
- Les schémas de câblage définitifs ;
- Les listes de points définitives ;
- Les analyses fonctionnelles mises à jour ;
- Les paramétrages, sauvegardes et fichiers de configuration nécessaires à la reprise et à l'exploitation de l'installation ;
- Les notices d'utilisation, de fonctionnement et d'entretien ;
- Les fiches techniques des matériels mis en œuvre ;
- Les procès-verbaux d'essais, contrôles, recettes et mises en service ;
- Les références des équipements installés ;
- Les garanties des matériels fournis ;
- Les justificatifs d'évacuation des déchets.

L'ensemble des documents devra être remis en version numérique exploitable et en version PDF.
Les documents devront être parfaitement lisibles, cohérents avec les ouvrages exécutés et classés de manière structurée.

Tout document incomplet, erroné, non mis à jour ou non conforme aux ouvrages réalisés devra être repris par le titulaire, sans supplément de prix.

4.10 Garanties

Dans le cadre de la remise des documents DOE, la remise du programme de certification et de garantie du constructeur du câblage structuré (garantie de 25 ans minimum) mis en œuvre dans le bâtiment sera à prévoir.

La remise de cette certification constructeur conditionne la validation de la réception finale des équipements mis en œuvre.