CPAM 54
9 Bd Joffre
54047 NANCY

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

DCE

Lot 06 : Electricité CFO CFA / GTB

V3 - Date de diffusion 15/10/2026

Réhabilitation énergétique du siège social de la CPAM de Meurthe-et-Moselle

MAITRISE D'OUVRAGE :

9 Boulevard JOFFRE
54047 NANCY

Hervé SCHEMMEL
Chargé achats marchés Pra Grand Est
DRBLI / Pôle Régional Achats
03 83 85 43 64 / 06 19 24 29 83
EquipRenovSiege.cpam-meurthe-et moselle@assurance-maladie.fr

MAITRISE D'ŒUVRE – BET TCE :

ALTEREA AGENCE EST
Now Coworking
10 Place Gutenberg
67081 Strasbourg

Jordan POLIS
Directeur d'agence
07 76 85 19 39
@ jpolis@alterea.fr

MAITRISE D'ŒUVRE – ARCHITECTE (MANDATAIRE) :

Lemoal
40 rue du Château d'eau
75010 Paris

Christophe LEMOAL
Architecte
01 42 41 25 72 / 06 20 84 41 32
@ christophe@lemoal.archi

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	22/09/2026	Version initiale	NPRI / JLEF	JPOL	JPOL
2	*08/10/2026*	*Mise à jour suite relecture MOA*	*JPOL*	*JPOL*	*JPOL*
3	*15/10/2026*	*Mise à jour suite relecture MOA*	*JPOL*	*JPOL*	*JPOL*

SOMMAIRE

6 - Electricité CFO CFA / GTB 4
6.1 - Installations de chantier / Compte prorata 4
6.2 - Relevés et prise en compte de l'existant 4
6.2.1 - Principe général 4
6.2.2 - Relevés et investigations 5
6.3 - Études d'exécution et conception du système GTB 5
6.3.1 - Principe général 5
6.3.2 - Conception et choix techniques 5
6.3.3 - Documents d'exécution 6
6.3.4 - Coordination inter-lots 6
6.4 - Remplacement et mise à niveau complète du système de Gestion Technique du Bâtiment ... 6
6.4.1 - Présentation du projet et objectifs 6
6.4.2 - Remplacement de la GTB 8
6.4.3 - Architecture logicielle 25
6.4.4 - Modalités de réversibilité et livrables associés 37
6.4.5 - Mise en service, essais et réception 37
6.4.6 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) 39
6.4.7 - Formation 40
6.5 - Comptage énergétique et intégration dans la GTB 41
6.5.1 - Principe général 41
6.5.2 - Plan de comptage électrique 41
6.5.3 - Plan de comptage thermique 44
6.5.4 - Comptage eau 44
6.6 - Intégration des équipements dans la GTB 45
6.6.1 - Climatisations existantes 45
6.6.2 - Aérothermes électriques et Rideaux d'air chaud électriques existants 46
6.6.3 - Déstratificateurs existants 46
6.6.4 - Fourniture, pose et intégration des capteurs de température dans la GTB 47
6.6.5 - Intégration des caissons de ventilation sanitaires 47
6.7 - Électricités CFO/CFA 48
6.7.1 - Consignation des réseaux 48
6.7.2 - Dépose/repose des installations électriques en façade 48
6.7.3 - Dépose des installations électriques remplacées 48
6.7.4 - Alimentations spécifiques 48
6.7.5 - Baie de brassage GTB 49
6.7.6 - Percements, calfeutrements, traversées 50
6.8 - Documents d'Exécution / Réception 51
6.8.1 - Opération préalable à la réception 51
6.8.2 - DOE - DIUO 51
6.8.3 - Délai de reprise 51
6.8.4 - Réception des ouvrages 51

6 - Electricité CFO CFA / GTB

L'entreprise titulaire du présent lot devra fournir, poser, alimenter, câbler et programmer deux automates dits « de toiture », installés au niveau R+8 dans les locaux ascenseurs Nord et Sud, y compris coffrets, protections et alimentation depuis le tableau divisionnaire le plus proche conformément aux exigences d'alimentation du présent CCTP. Chaque automate assurera la gestion et la remontée à la supervision des équipements de sa zone :
— la CTA d'extraction (commandes et défauts ventilateur, variateur de vitesse, registres et fins de course, pressostats, sondes de température), conformément à la liste de points ;
— la tourelle d'extraction sanitaire, intégrée en Modbus RTU (marche/arrêt, états, consignes débit/pression, modes CAV/DCV/VAV, report d'état incendie, état des filtres et des registres) ;
— la station météorologique (température, hygrométrie, vitesse du vent, luminosité extérieure, rayonnement solaire, détection de pluie), fournie, posée et intégrée en Modbus RTU par le présent lot.

Les CTA d'extraction et les tourelles d'extraction sanitaire sont fournies, posées et raccordées côté équipement par le lot CVC ; le présent lot assure le passage des câbles (entrées/sorties câblées et bus de terrain), le raccordement côté automate, le paramétrage et l'intégration complète des points, conformément aux limites de prestations de la liste de points. Les stations météorologiques sont intégralement à la charge du présent lot (fourniture, pose, raccordement et intégration).

Chaque automate sera raccordé au réseau fédérateur via le répartiteur IP du local ascenseur et restera autonome en cas de perte de communication avec le serveur, programmes horaires et sécurités étant maintenus localement.

Les données des stations météorologiques seront publiées à l'ensemble du système pour les stratégies globales (protection des stores en cas de vent fort, rafraîchissement nocturne, compensation des consignes selon les conditions extérieures). En cas de défaut d'une station, les données de la station de l'autre zone seront automatiquement substituées. Le report de l'état incendie des tourelles constitue un simple report d'information, les asservissements SSI restant réalisés par câblage direct hors GTB. Les essais seront réalisés conjointement avec le lot CVC conformément aux limites de prestations de la liste de points.

6.1 - Installations de chantier / Compte prorata

Cf. CCTC.

L'entreprise du lot 01 Installation de chantier - Façade doit les installations communes de chantier et la gestion du compte prorata.

• **Assiette** : Les dépenses communes sont réparties entre toutes les entreprises au prorata du montant de leur marché initial, hors taxes (HT), réajustements et avenants inclus.

• **Provisions** : Les appels de fonds provisionnels seront prélevés à hauteur de 1% sur chaque situation de travaux mensuelle.

• **Solde** : Le compte définitif sera arrêté en fin de chantier après réception des travaux, entraînant un remboursement ou un appel de solde complémentaire

6.2 - Relevés et prise en compte de l'existant

6.2.1 - Principe général

Le titulaire est réputé s'être rendu sur site préalablement à la remise de son offre afin de prendre connaissance de l'ensemble des installations existantes, des contraintes d'exploitation et des sujétions liées à l'intervention en site occupé.

Il devra réaliser l'ensemble des relevés nécessaires à la parfaite compréhension du fonctionnement actuel des installations techniques et à la mise en œuvre de la future GTB.

6.2.2 - Relevés et investigations

Le titulaire devra procéder à une reconnaissance détaillée des installations existantes et relever l'ensemble des éléments nécessaires à la bonne compréhension du site.

À ce titre, il devra notamment :

- Identifier la présence et l'implantation des armoires électriques existantes,
- Relever les équipements de régulation en place (automates, régulateurs, télécommandes, capteurs),
- Identifier les équipements spécifiques existants, notamment les systèmes de type mini-pack ou équivalent,
- Repérer les réseaux de communication existants (bus terrain, liaisons propriétaires, réseau IP),
- Analyser les possibilités de réutilisation des équipements et des câblages existants,
- Relever les cheminements existants (goulottes, faux-plafonds, gaines techniques),
- Identifier les contraintes de passage de câbles et d'implantation des nouveaux équipements,
- Prendre en compte les contraintes architecturales du bâtiment, notamment l'interdiction de câblage apparent en façade ou en paroi verticale, les cheminements devant être réalisés en périphérie ou dans les réservations existantes,
- Identifier les contraintes d'accessibilité aux locaux techniques et aux équipements,
- Analyser les contraintes d'intervention en site occupé et les conditions de maintien en service.

Localisation :

Ensemble des locaux techniques : local technique du niveau R-3, sous-station RCU, local ventilation, TGBT, locaux de sous-répartition informatique d'étage, locaux ascenseurs Nord et Sud en toiture.

Ensemble des plateaux de bureaux et locaux desservis, ailes Nord et Sud, du niveau R-3 au niveau R+7.

6.3 - Études d'exécution et conception du système GTB

6.3.1 - Principe général

Le titulaire devra réaliser l'ensemble des études d'exécution nécessaires à la conception détaillée et à la mise en œuvre du système de Gestion Technique du Bâtiment (GTB).

Ces études auront pour objectif de définir précisément l'architecture technique, les choix matériels et logiciels, ainsi que les principes de fonctionnement du système.

Elles devront garantir :

- La cohérence globale de l'installation,
- L'interopérabilité des équipements,
- La conformité aux exigences réglementaires (notamment décret BACS),
- La performance énergétique et fonctionnelle,
- La pérennité et l'évolutivité du système.

6.3.2 - Conception et choix techniques

Sur la base des relevés réalisés, le titulaire devra proposer une solution technique complète incluant :

- L'architecture générale de la GTB (supervision, automates, régulateurs),
- Le choix des équipements (automates, capteurs, interfaces utilisateurs, passerelles),
- Les protocoles de communication utilisés (BACnet/IP, Modbus, etc.),
- L'organisation des réseaux (IP et bus terrain),
- La stratégie d'intégration des équipements existants et futurs,
- Les principes de régulation et de pilotage des installations,
- Les solutions de gestion énergétique et d'archivage des données.

Le titulaire est seul responsable de la pertinence et de la cohérence des choix techniques proposés.

6.3.3 - Documents d'exécution

Le titulaire devra produire à minima les documents suivants :

- Schéma d'architecture de la GTB précisant l'organisation du système (supervision, automates, régulateurs, réseaux IP et bus terrain),
- Plans d'implantation des équipements sur plans du bâtiment (automates, armoires, interfaces utilisateurs, équipements principaux),
- Schémas de câblage et d'armoires incluant le repérage des entrées/sorties et des liaisons,
- Liste de points mise à jour si nécessaire (entrées/sorties, alarmes, mesures, consignes),
- Phasage d'intervention détaillé intégrant les contraintes de maintien en service des installations.

6.3.4 - Coordination inter-lots

Le titulaire devra assurer la coordination technique avec les autres lots, notamment :

- Le lot électricité (missionné par le lot GTB),
- Le lot CVC,
- Les équipements tiers communicants.

Il devra notamment :

- Définir les interfaces techniques,
- Préciser les besoins en alimentation et câblage,
- Transmettre les exigences de communication,
- Garantir la compatibilité des équipements.

6.4 - Remplacement et mise à niveau complète du système de Gestion Technique du Bâtiment

6.4.1 - Présentation du projet et objectifs

Le présent projet concerne le remplacement complet du système de Gestion Technique du Bâtiment (GTB) du siège social de la CPAM de Meurthe-et-Moselle, situé au 9 boulevard Joffre à Nancy.

Le bâtiment est actuellement équipé d'une GTB de marque SAUTER, reposant sur une architecture propriétaire de type Novanet 2400/3600 installée au début des années 2000. Bien que partiellement modernisé au niveau des régulateurs terminaux entre 2010 et 2012, le système présente aujourd'hui des limites techniques importantes, notamment :

- L'obsolescence des équipements centraux,
- L'absence de protocoles de communication ouverts,
- L'impossibilité d'intégrer des équipements multi-marques récents,
- Et la non-conformité aux exigences du décret BACS.

Au regard de ces constats, le projet prévoit le remplacement complet de l'architecture existante par une solution ouverte, interopérable et évolutive.

La future GTB devra s'appuyer sur des protocoles de communication normalisés et ouverts, notamment BACnet/IP en natif et, le cas échéant, Modbus TCP/IP ou RTU pour l'intégration d'équipements tiers. Aucun

protocole propriétaire bloquant ne sera accepté. L'architecture devra garantir l'interopérabilité avec les équipements techniques existants et futurs, indépendamment de leur marque.

Le nouveau système assurera le pilotage et la supervision de l'ensemble des installations techniques du bâtiment, notamment :

- La sous-station raccordée au réseau de chaleur urbain,
- Les centrales de traitement d'air,
- Les circuits de chauffage et de boucles hydrauliques,
- La tour aéroréfrigérante,
- Les pompes de distribution,
- Les équipements terminaux de type pompes à chaleur,
- L'éclairage et les protections solaires motorisées,
- Ainsi que le comptage énergétique.

La GTB devra permettre une régulation optimisée des installations, incluant :

- La gestion automatique des modes chaud/froid,
- L'optimisation des horaires de fonctionnement,
- L'ajustement dynamique des consignes,
- Et la coordination avec les protections solaires.

La supervision devra proposer une interface graphique moderne et ergonomique, intégrant :

- Des synoptiques dynamiques sur fond de plan,
- Une visualisation en temps réel des états et des mesures,
- Un système de gestion des alarmes avec historisation,
- Un archivage automatique des données sur une durée minimale de cinq ans.

Elle devra également permettre l'analyse des consommations énergétiques par usage et la détection des dérives de performance, conformément aux exigences du décret BACS.

Les automates et régulateurs devront garantir une autonomie locale en cas de perte de communication avec la supervision, assurant ainsi la continuité de service des installations.

Les prestations comprendront la dépose complète du système existant, la fourniture et l'installation des nouveaux équipements, la programmation, les essais, la mise en service, la formation des exploitants, ainsi que la remise d'un DOE numérique complet.

.

6.4.2 - Remplacement de la GTB

6.4.2.1 - Travaux de dépose de l'ancien système GTB

6.4.2.1.1 - Périmètre de dépose

Dans le cadre du présent marché, l'ensemble de l'installation existante sera intégralement déposé, incluant notamment :

- Les automates centraux et déportés (EY2400, EY3600 ou équivalents),
- Les régulateurs terminaux associés à la GTB,
- Les interfaces de communication Novanet,
- Les postes de supervision existants (PC, serveurs, logiciels),
- Les réseaux de communication dédiés à la GTB (bus terrain, câblage spécifique si non réutilisable),
- Les armoires et coffrets spécifiques à la GTB, si non réemployés dans la future architecture,
- L'ensemble des périphériques associés (modules d'entrées/sorties, passerelles, etc.).

Localisation :

Automates centraux et déportés, interfaces Novanet et postes de supervision existants implantés dans les locaux techniques : local technique du niveau R-3, sous-station RCU, local ventilation, TGBT.

Régulateurs terminaux, armoires, coffrets et réseaux de communication GTB existants répartis sur l'ensemble des niveaux et des ailes du bâtiment.

6.4.2.1.2 - Sauvegarde préalable et repérage des installations

Avant toute intervention, le titulaire devra :

- Réaliser une sauvegarde complète des programmes et paramétrages existants, dans la mesure où ceux-ci sont accessibles (automates, supervision, historiques),
- Procéder à un export des bases de données disponibles (points, alarmes, historiques),
- Effectuer un repérage exhaustif des installations terrain, comprenant :
  - Les sondes (température, pression, hygrométrie, CO_2, etc.),
  - Les actionneurs (vannes, registres, variateurs, etc.),
  - Les équipements CVC pilotés,
  - Les liaisons de communication et adressages existants.

Ce repérage devra faire l'objet d'un document de synthèse détaillé, permettant d'identifier les correspondances entre les équipements terrain et les points GTB, en vue de leur reprise dans la future installation.

Localisation :

Ensemble des équipements terrain et de régulation existants : locaux techniques, plateaux de bureaux, ailes Nord et Sud, tous niveaux.

Postes de supervision et automates centraux existants.

6.4.2.1.3 - Maintien en condition opérationnelle

Le titulaire devra garantir le maintien en fonctionnement des installations techniques pendant toute la durée des travaux.

À ce titre, il devra :

- Mettre en œuvre une méthodologie d'intervention phasée, validée par la maîtrise d'œuvre,
- Assurer la continuité de service du bâtiment, notamment pour :
  - Le chauffage,

- La ventilation,
- Le rafraîchissement,
- L'éclairage,
- Les installations critiques (locaux techniques, locaux informatiques).

Si nécessaire, des dispositions provisoires devront être mises en place, telles que :

- Commandes locales temporaires,
- Fonctionnement autonome des équipements,
- Shunts ou by-pass de régulation,
- Maintien temporaire des régulations existantes.

Aucune coupure ne pourra être réalisée sans validation préalable du Maître d'Ouvrage et information des exploitants.

6.4.2.1.4 - Gestion des déchets et traçabilité

Les équipements déposés seront triés selon leur nature (DEEE, métaux, composants électroniques, etc.), puis évacués vers des filières de traitement agréées, conformément à la réglementation en vigueur.

Le titulaire devra :

- Assurer l'évacuation complète des équipements déposés,
- Prendre en charge les coûts de transport et de traitement,
- Fournir au Maître d'Ouvrage les certificats de traitement des déchets (bordereaux de suivi, attestations de valorisation).

Aucun matériel ne pourra être laissé sur site sans validation préalable.

6.4.2.1.5 - Travaux induits et remise en état

Les prestations incluent l'ensemble des travaux nécessaires consécutifs à la dépose, notamment :

- Les percements et reprises de percements,
- Les rebouchages de trémies, réservations et passages de câbles,
- Les calfeutrements coupe-feu, conformément à la réglementation en vigueur,
- La remise en état des supports et ouvrages (cloisons, faux plafonds, gaines techniques),
- Le maintien des performances coupe-feu, thermiques et acoustiques des ouvrages traversés.

Les travaux devront être réalisés dans les règles de l'art avec des matériaux compatibles avec l'existant.

6.4.2.1.6 - Contraintes d'intervention

Les travaux seront réalisés en site occupé, impliquant :

- Une organisation adaptée pour limiter les nuisances et interruptions de service,
- Une coordination étroite avec les exploitants et les autres corps d'état, notamment le lot électricité,
- Le respect des contraintes d'accès, de sécurité et de planning du site.

6.4.2.2 - Architecture et Infrastructure de communication GTB

L'architecture technique de la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) s'appuiera sur une dorsale IP (Ethernet) dédiée, destinée à la supervision et aux équipements principaux communicants.

Cette dorsale sera complétée par des bus terrain de type Modbus RS485, assurant le raccordement des équipements déportés tels que compteurs, centrales de mesure, régulateurs secondaires ou autres dispositifs techniques.

L'architecture GTB devra respecter un principe de séparation stricte des réseaux.

À ce titre, le titulaire devra mettre en œuvre un réseau IP dédié à la GTB, indépendant du réseau informatique bureautique du bâtiment

6.4.2.2.1 - Architecture et distribution du réseau IP (Dorsale et étages)

La station GTB maître, comprenant le serveur de supervision ainsi que les équipements réseau principaux, sera implantée dans le local technique situé au niveau -3, en accord avec le Maître d'Ouvrage.

Depuis ce point central, l'entreprise titulaire devra déployer la dorsale IP principale de la GTB, destinée à assurer la communication avec l'ensemble des niveaux du bâtiment.

Le réseau IP sera distribué verticalement vers chaque étage du bâtiment jusqu'au local technique d'étage, dans lequel sera installé un concentrateur IP (switch industriel dédié à la GTB). Ce concentrateur assurera la distribution locale du réseau et permettra le raccordement des régulateurs, automates et équipements communicants présents à l'étage.

L'architecture devra être organisée selon une topologie hiérarchisée comprenant :

- Une dorsale verticale IP reliant l'ensemble des niveaux ;
- Une distribution horizontale depuis chaque concentrateur vers les équipements techniques concernés.

Localisation :

Station GTB maître : local technique du niveau R-3.

Dorsale verticale IP : gaines techniques et colonnes montantes, du niveau R-3 au niveau R+7.

Concentrateurs IP et distribution horizontale : locaux techniques et locaux de sous-répartition de chaque étage, ailes Nord et Sud, ainsi que locaux ascenseurs Nord et Sud en toiture.

L'ensemble du réseau IP dédié à la GTB devra être indépendant du réseau informatique bureautique du site, conformément aux exigences de cybersécurité du Maître d'Ouvrage.

L'entreprise titulaire devra assurer l'ensemble des prestations nécessaires à la mise en œuvre du réseau IP de la GTB, comprenant notamment :

- Le passage et la mise en œuvre des câbles constituant la dorsale verticale IP entre le niveau -3 et l'ensemble des étages ;
- Le passage et la mise en œuvre des câbles horizontaux d'étage depuis le concentrateur IP jusqu'à chaque régulateur, automate ou équipement communicant ;
- La fourniture, la pose, l'alimentation électrique et le paramétrage d'un concentrateur IP (switch industriel dédié GTB) dans chaque local technique d'étage ;
- Le raccordement et le brassage de chaque équipement au concentrateur IP local ;
- Le repérage clair, normalisé et durable de l'ensemble des câbles, ports et équipements réseau ;
- La vérification de la continuité, des performances et du bon fonctionnement des liaisons réseau avant mise en service.

Les cheminements horizontaux devront être réalisés en goulottes, chemins de câbles ou faux-plafonds existants, conformément aux règles de l'art et aux contraintes du bâtiment.

Les équipements réseau devront être adaptés à un environnement technique et installés dans des coffrets ou armoires appropriées.

Les liaisons IP de la GTB devront être réalisées en câble cuivre de type Catégorie 6A minimum, compatible Gigabit Ethernet, blindé (FTP ou S/FTP), avec gaine LSZH (Low Smoke Zero Halogen) adaptée aux établissements recevant du public.Les liaisons IP devront respecter une longueur maximale de 100 mètres entre deux équipements actifs, conformément aux normes en vigueur.

Au-delà de cette distance, ou en cas de contraintes particulières (colonne montante, environnement perturbé, risque CEM), les liaisons devront être réalisées en fibre optique, sous réserve de validation par le Maître d'Ouvrage.

6.4.2.2.2 - Topologie et prescriptions de câblage des réseaux de terrain

Les équipements déportés (compteurs d'énergie, centrales de mesure, modules d'entrées/sorties, régulateurs secondaires, etc.) seront raccordés aux automates au moyen d'un bus RS485 réalisé en paire torsadée blindée et utilisant le protocole Modbus RTU.

Le bus devra impérativement être réalisé en chaînage linéairE. Les raccordements en étoile ainsi que toute dérivation intermédiaire (stub) sont strictement proscrits.

Une résistance de terminaison adaptée devra être mise en place à chaque extrémité du bus. La polarisation du bus sera assurée conformément aux recommandations du fabricant des équipements.

La mise en œuvre respectera les prescriptions du guide d'installation Modbus, notamment en ce qui concerne la continuité du blindage, la mise à la terre et la séparation des réseaux de puissance

La longueur maximale d'un segment RS485 ne devra pas excéder les préconisations du standard (environ 1 000 m par segment), sauf justification technique validée par le Maître d'Ouvrage.

Localisation :

Bus de terrain Modbus RS485 : sous-station RCU, local ventilation, TGBT, locaux ascenseurs Nord et Sud en toiture, locaux de sous-répartition d'étage et armoires GTB associées.

6.4.2.3 - Fourniture et mise en œuvre du système de GTB

6.4.2.3.1 - Principes généraux du système de GTB

6.4.2.3.1.1 - Principe général d'organisation matérielle

Le système de GTB devra reposer sur une architecture matérielle distribuée, comprenant :

- Des équipements de terrain (sondes, actionneurs),
- Des régulateurs locaux assurant la gestion des zones,
- Des automates pour les installations techniques centralisées,
- Une infrastructure de communication IP,
- Une supervision centralisée.

L'ensemble des équipements devra être conçu pour assurer une cohérence globale du système, tout en garantissant une autonomie locale des fonctions de régulation.

Localisation :

Équipements de terrain et régulateurs locaux : plateaux de bureaux et locaux desservis, toutes ailes et tous niveaux.

Automates et supervision : locaux techniques du bâtiment, station GTB principale au niveau R-3.

6.4.2.3.1.2 - Infrastructure de communication associée

Les équipements matériels devront être interconnectés via :

- Un réseau IP dédié pour les équipements principaux,
- Des bus terrain pour les équipements déportés.

Les régulateurs et automates devront être compatibles avec cette architecture et permettre une intégration homogène dans le système global.

Localisation :

Ensemble des équipements installés en locaux techniques, en armoires et coffrets GTB, et en faux-plafonds des plateaux.

6.4.2.3.1.3 - Caractéristiques des équipements

Les équipements fournis devront :

- Être adaptés à un fonctionnement continu (24h/24, 7j/7),
- Être conçus pour une installation en environnement technique (locaux techniques, armoires, faux-plafonds, etc.),

- Présenter une robustesse mécanique et électrique adaptée aux contraintes d'exploitation,
- Être issus de gammes industrielles reconnues, pérennes et maintenables dans le temps,
- Garantir un redémarrage automatique après coupure d'alimentation électrique, sans intervention humaine, avec reprise des paramètres, consignes et programmes en mémoire,
- Assurer la continuité de service des fonctions de régulation après redémarrage, sans dérive des consignes ni perte de configuration,
- Intégrer des mécanismes de sauvegarde automatique des programmes et paramètres
- Permettre une reprise automatique des communications avec la supervision et les équipements tiers après rétablissement des réseaux,
- Être conçus pour fonctionner en mode dégradé autonome en cas de perte de communication avec la supervision ou le réseau GTB,
- Garantir la sécurité des installations pilotées en toutes circonstances (positions de repli, sécurités actives, maintien des fonctions critiques),
- Permettre une maintenance aisée, avec accès local aux informations de diagnostic (états, défauts, communication), sans dépendance à un outil propriétaire spécifique.
- Être compatibles avec une architecture ouverte et interopérable conforme aux exigences du présent CCTP.

Localisation :

Ensemble des équipements installés en locaux techniques, en armoires et coffrets GTB, et en faux-plafonds des plateaux.

6.4.2.3.1.4 - Accessibilité et maintenance

Les équipements devront être installés de manière à permettre :

- Un accès aisé pour maintenance et exploitation,
- Une identification claire (repérage),
- Un remplacement facilité en cas de défaillance.

Localisation :

Ensemble des équipements installés en locaux techniques, en armoires et coffrets GTB, et en faux-plafonds des plateaux.

6.4.2.3.1.5 - Évolutivité de l'architecture matérielle

L'architecture matérielle devra permettre :

- L'ajout ultérieur de nouveaux équipements,
- L'extension du système sans modification lourde,
- Une réserve de capacité (ports, entrées/sorties, réseau).

6.4.2.3.1.6 - Conformité réglementaire et exigences minimales du système

Les équipements fournis devront être nativement compatibles avec des protocoles de communication ouverts et standardisés (BACnet/IP en priorité, Modbus TCP/RTU, M-Bus ou équivalent), garantissant leur interopérabilité et leur intégration dans une architecture GTB multi-constructeurs.

Toute solution reposant sur un protocole propriétaire fermé ou limitant l'accès aux données sera proscrite.

6.4.2.3.2 - Station principale et serveur de supervision

6.4.2.3.2.1 - Implantation de la station GTB

L'entreprise titulaire devra mettre en place une station GTB principale, comprenant :

- Le serveur de supervision,

- Les équipements réseau associés,
- Les éventuels équipements d'infrastructure nécessaires au bon fonctionnement du système.

Cette station sera implantée dans le local technique situé au niveau -3, en accord avec le Maître d'Ouvrage.

Localisation :
Local technique situé au niveau R-3.

6.4.2.3.2.2 - Serveur de supervision

Le serveur de supervision constituera le cœur du système GTB et assurera notamment :

- La centralisation et l'archivage des données techniques et énergétiques du bâtiment,
- La visualisation des installations via des synoptiques,
- La gestion des alarmes et des événements (acquittement, historisation, traçabilité),
- La mise à disposition des données pour l'exploitation et l'analyse énergétique,
- L'interface avec les utilisateurs via une interface web (type HTML5).

Le serveur devra permettre une historisation des données sur une durée minimale de 5 ans, conformément aux exigences du décret BACS.

Localisation :
Serveur de supervision implanté dans le local technique du niveau R-3.

6.4.2.3.2.3 - Automates et gestion des communications

Le système GTB reposera sur une architecture distribuée, comprenant des automates et régulateurs répartis dans le bâtiment.
À ce titre:

- Les automates locaux assureront les fonctions de régulation et de pilotage des équipements,
- Le serveur de supervision assurera la centralisation des données et la supervision globale,
- Les communications entre équipements devront être réalisées via des protocoles ouverts (BACnet/IP en priorité).

Le système devra garantir une continuité de fonctionnement locale des installations en cas de perte de communication avec la supervision.

Localisation :
Automates et régulateurs répartis dans les locaux techniques et sur les plateaux du bâtiment, serveur de supervision au niveau R-3.

6.4.2.3.2.4 - Accès et interconnexion

Les exigences de cybersécurité du présent CCTP s'appliquent à l'ensemble de ces prestations.

6.4.2.3.2.4.1 Accès local et distant

La station GTB ne sera ni raccordée ni interconnectée au réseau informatique du site. L'ensemble des accès au système s'effectuera par le réseau IP dédié à la GTB.
Le titulaire devra assurer :

- l'accès local à la supervision depuis le poste de supervision et depuis tout poste raccordé au réseau IP dédié à la GTB,
- l'accès distant sécurisé à la supervision, au moyen d'une passerelle d'accès distant dédiée à la GTB, raccordée exclusivement au réseau IP dédié à la GTB et disposant de son propre accès Internet par liaison cellulaire (4G/5G).

- La passerelle d'accès distant devra garantir :
- le chiffrement des connexions (VPN ou équivalent), sans exposition directe sur Internet du serveur de supervision, des automates et des régulateurs,
- une authentification individuelle et renforcée (double facteur) de chaque utilisateur,
- la traçabilité complète des connexions et des actions réalisées,
- la possibilité pour le Maître d'Ouvrage de suspendre l'accès distant à tout moment.

Le titulaire assurera la fourniture, la pose, le paramétrage et la mise en service de la passerelle, y compris l'antenne extérieure déportée si la couverture cellulaire au droit de la station GTB l'exige. Les abonnements nécessaires seront à la charge du titulaire jusqu'au terme de la garantie de parfait achèvement ; leur coût annuel au-delà de cette période sera précisé dans l'offre.

6.4.2.3.3 - Automates de niveau et distribution par aile

6.4.2.3.3.1 - Rôle et objectifs des automates de niveau

Le titulaire devra mettre en place des équipements de contrôle répartis par niveau et par aile du bâtiment afin d'assurer une gestion locale étendue des installations, en complément des régulateurs des unités terminales.

À ce titre, le titulaire pourra proposer une solution reposant sur des automates de niveau ou sur tout équipement équivalent issu de sa gamme, sous réserve de garantir des fonctionnalités, performances et niveaux de service équivalents.

Le titulaire devra garantir que les équipements retenus permettent :

- Le pilotage des équipements non pris en charge par les régulateurs locaux,
- L'intégration et la gestion des systèmes de comptage (énergie électrique, thermique, etc.),
- La remontée et le traitement des informations techniques vers la supervision,
- La mise en œuvre de logiques complémentaires (interverrouillages, scénarios de fonctionnement, sécurités).

Localisation :

Un équipement par niveau et par aile : locaux techniques et locaux de sous-répartition des niveaux R-3 à R+7, ailes Nord et Sud.

6.4.2.3.3.2 - Communication des automates

Le titulaire devra mettre en œuvre des automates de niveau ou équipements équivalents assurant l'ensemble des échanges de données entre les équipements terrain, les régulateurs et le système de supervision.

À ce titre, le titulaire devra :

- Assurer que les équipements soient communicants en BACnet/IP (protocole prioritaire),
- Garantir leur raccordement à la dorsale IP dédiée à la GTB,
- Permettre la communication avec les régulateurs locaux et les équipements terrain via des protocoles adaptés (Modbus RTU/TCP, BACnet MS/TP ou équivalent),
- Assurer une remontée fiable et continue des données (états, mesures, alarmes, consignes),
- Garantir une gestion robuste des communications, y compris en cas de perte temporaire de liaison avec la supervision.

Le titulaire devra également garantir que les équipements soient capables de fonctionner en mode autonome, sans perte de fonctionnalité locale, en cas d'indisponibilité du réseau ou du serveur de supervision.

Localisation :

Automates de niveau des ailes Nord et Sud, raccordés aux concentrateurs IP des locaux de sous-répartition d'étage.

6.4.2.3.3.3 - Évolutivité et intégration de nouveaux usages

Le titulaire devra dimensionner et concevoir les automates ou équipements équivalents de manière à permettre l'intégration future de nouveaux besoins, sans remise en cause de l'architecture existante.

À ce titre, le titulaire devra garantir la possibilité :

- Du pilotage ou de la coupure de circuits électriques (prises, éclairage, etc.),
- De la sectorisation ou de la séparation de circuits techniques,
- De l'ajout de nouveaux équipements ou fonctionnalités.

Les équipements mis en œuvre devront, en conséquence :

- Disposer de réserves d'entrées/sorties disponibles,
- Offrir des capacités de communication évolutives,
- Présenter une puissance de traitement suffisante pour intégrer ces extensions.

Localisation :

Ensemble des automates de niveau du bâtiment, ailes Nord et Sud, niveaux R-3 à R+7.

6.4.2.3.4 - Régulation locale des unités terminales et des usages associés

6.4.2.3.4.1 - Principe général

La régulation des locaux sera assurée par une architecture décentralisée reposant sur des régulateurs locaux permettant le pilotage coordonné des différents usages techniques.

Chaque zone fonctionnelle (bureau ou espace assimilé) devra être pilotée de manière indépendante afin de garantir :

- Le confort des occupants,
- L'optimisation énergétique,
- La flexibilité d'exploitation.

Localisation :

Ensemble des zones fonctionnelles du bâtiment : bureaux et espaces assimilés, ailes Nord et Sud, tous niveaux.

6.4.2.3.4.2 - Architecture des régulateurs

Le titulaire devra mettre en œuvre une régulation assurée par des régulateurs locaux de type monozone ou multizone, selon la technologie proposée, sous réserve de garantir une gestion individuelle et indépendante de chaque zone.

Le titulaire pourra proposer des régulateurs :

- Intégrés aux unités terminales existantes (type minipacks),
- Ou déportés dans leur environnement immédiat.

Localisation :

Au droit des unités terminales existantes de type minipack et dans leur environnement immédiat, plateaux de bureaux des ailes Nord et Sud.

Le titulaire devra garantir que la solution retenue assure :

- L'indépendance de fonctionnement de chaque zone,
- Une bonne lisibilité des installations,
- Une maintenabilité optimale.

6.4.2.3.4.3 - Régulation des unités terminales

Le titulaire devra mettre en œuvre des régulateurs assurant, pour chaque zone concernée, les fonctions suivantes :

- Le pilotage de l'éclairage, avec gestion de plusieurs zones (minimum trois zones distinctes),
- La commande de la montée et descente des stores,

- La gestion du niveau de ventilation,
- La régulation de la température ambiante,
- La sélection du mode de fonctionnement chaud / froid,
- L'application des consignes de température selon les modes d'occupation.

Le titulaire devra garantir que les régulateurs assurent une gestion coordonnée des usages, afin d'éviter toute incohérence de fonctionnement entre les équipements.

Localisation :

Ensemble des zones de bureaux équipées d'unités terminales, d'éclairage et de protections solaires motorisées, ailes Nord et Sud.

6.4.2.3.4.4 - Reprise des équipements existants

Le titulaire devra assurer la reprise et l'intégration des équipements existants associés aux unités terminales.

À ce titre, le titulaire devra garantir la reprise des fonctions actuellement assurées par les minipacks, notamment :

- Le pilotage de l'éclairage,
- La commande des stores,
- La gestion de la ventilation,
- La gestion des modes chaud / froid.

Le titulaire devra également assurer la reprise des capteurs et afficheur existants, notamment :

- Les sondes de reprise des minipacks,
- Les dispositifs d'affichage de température existants intégrés aux minipacks.

Localisation :

Minipacks existants conservés, sondes de reprise et afficheurs associés, plateaux de bureaux des ailes Nord et Sud.

6.4.2.3.4.5 - Fourniture, pose et intégration des multicapteurs d'ambiance

Le titulaire devra assurer la fourniture, la pose et l'intégration de multicapteurs d'ambiance constituant l'élément principal de mesure pour la régulation locale des zones.

À ce titre, le titulaire devra garantir que les multicapteurs intègrent, a minima, les fonctions suivantes :

- Détection de présence / occupation,
- Mesure de la température ambiante,
- Mesure du taux de CO_2,
- Mesure du niveau de luminosité.

Le titulaire devra privilégier la mise en œuvre de multicapteurs en plafond ou en faux-plafond. Les solutions murales filaires sont à éviter et ne pourront être proposées qu'en cas de contrainte technique dûment justifiée et validée par le Maître d'Ouvrage.

Le titulaire devra assurer une implantation des multicapteurs représentative des conditions réelles d'occupation, à une hauteur adaptée et hors influence directe des équipements techniques.

Les multicapteurs devront être intégrés aux régulateurs locaux et à la GTB. Le titulaire devra garantir que les données issues de ces équipements soient exploitées afin de :

- Adapter automatiquement les consignes de température,
- Piloter l'éclairage en fonction de la présence et de la luminosité naturelle,
- Ajuster la ventilation en fonction de l'occupation et de la qualité d'air.

Le titulaire devra veiller à la cohérence entre les mesures issues des multicapteurs et les capteurs existants, notamment les sondes de reprise, afin de garantir une régulation fiable.

Le titulaire devra garantir l'interopérabilité des régulateurs avec des multicapteurs issus de différents fabricants, via des protocoles de communication ouverts et standardisés, sans restriction d'intégration liée à un écosystème propriétaire.

Localisation :

En plafond ou en faux-plafond de chaque zone fonctionnelle des plateaux de bureaux, ailes Nord et Sud, tous niveaux.

6.4.2.3.4.6 - Fourniture, pose et intégration des interfaces utilisateur sans fil

Le titulaire devra assurer la fourniture, la pose et l'intégration d'interfaces utilisateur locales permettant aux occupants d'agir sur leur environnement.

Ces interfaces devront être de type :

- Télécommande sans fil,
- Dispositif mural sans fil.

Quelle que soit la technologie radio retenue, l'interface mise à disposition de l'occupant devra impérativement se matérialiser par un dispositif physique sans fil. Une application sur terminal mobile pourra être proposée en complément, mais ne pourra en aucun cas se substituer à l'interface physique sans fil, qui constitue une exigence ferme du présent marché.

Les solutions filaires sont exclues et ne pourront être proposées qu'en cas de contrainte technique dûment justifiée et validée par le Maître d'Ouvrage.

Le titulaire devra garantir que ces interfaces permettent, a minima :

- L'ajustement de la consigne de température,
- La modification du mode de fonctionnement (confort, réduit, arrêt),
- Le pilotage des équipements associés :
  - Éclairage,
  - stores,
  - Ventilation le cas échéant.

Le titulaire devra veiller à ce que les actions utilisateur soient encadrées afin de garantir la cohérence avec les stratégies globales de régulation et de performance énergétique définies au niveau de la GTB. À ce titre, les plages de réglage utilisateur devront être limitées afin de maintenir la maîtrise énergétique du bâtiment.

Les interfaces utilisateur devront être intégrées aux régulateurs locaux et à la GTB, et permettre la remontée des informations d'usage (modification de consigne, changement de mode, etc.) vers la supervision.

Le titulaire devra garantir que les solutions proposées soient :

- Ergonomiques et simples d'utilisation,
- Robustes et adaptées à un usage tertiaire,
- Compatibles avec une architecture ouverte et interopérable.

Aucune solution reposant sur un écosystème propriétaire fermé ne sera acceptée.

Localisation :

Dans chaque zone fonctionnelle des plateaux de bureaux, à disposition des occupants, ailes Nord et Sud.

6.4.2.3.4.7 - Communication des régulateurs

Le titulaire devra assurer la communication des régulateurs avec l'ensemble des équipements du système GTB, incluant les équipements terrain, les automates de niveau et la supervision.

À ce titre, le titulaire devra :

- Garantir que les régulateurs soient communicants via des protocoles ouverts (BACnet/IP en priorité, Modbus ou équivalent),
- Assurer leur raccordement au réseau de communication défini au présent CCTP,
- Permettre l'échange de données avec les multicapteurs, les interfaces utilisateur et les équipements techniques,
- Assurer la remontée des informations (mesures, états, consignes, alarmes) vers les automates et la supervision,

- Garantir une communication fiable et continue entre les équipements.

Les régulateurs devront être capables de fonctionner en mode autonome en cas de perte de communication avec le système de supervision.

Localisation :

Ensemble des régulateurs des plateaux de bureaux, raccordés aux automates de niveau et aux concentrateurs IP des locaux de sous-répartition d'étage.

6.4.2.3.4.8 - Évolutivité du système de régulation

Le titulaire devra concevoir le système de régulation de manière à permettre son évolution future sans remise en cause de l'architecture existante.

À ce titre, le titulaire devra garantir :

- La possibilité d'ajout de nouveaux équipements ou capteurs,
- L'intégration de nouvelles fonctionnalités de régulation,
- L'adaptation aux évolutions d'usage des locaux,
- L'extension des fonctions de pilotage (éclairage, prises, équipements techniques, etc.).

Les régulateurs devront, en conséquence :

- Disposer de réserves d'entrées/sorties,
- Offrir des capacités de communication évolutives,
- Présenter une puissance de traitement suffisante pour intégrer ces extensions.

Localisation :

Ensemble des régulateurs de zone du bâtiment, ailes Nord et Sud, tous niveaux.

6.4.2.3.5 - Automates de gestion des installations techniques

6.4.2.3.5.1 - Principe général

Les automates de gestion des installations techniques, ou tout équipement équivalent, constituent le niveau de pilotage local des installations techniques du bâtiment, notamment au droit des sous-stations, des centrales de traitement d'air (CTA), des installations de ventilation, des tableaux électriques (TGBT) et des principaux équipements techniques. Ils assurent les fonctions de :

- Régulation,
- Commande,
- Surveillance,
- Acquisition des données techniques et énergétiques.

Ces équipements devront permettre un pilotage décentralisé des installations techniques, garantissant :

- La continuité de service,
- L'optimisation énergétique,
- Le confort des occupants,
- La sécurité de fonctionnement des installations.

L'architecture retenue pourra s'appuyer sur des automates, régulateurs ou dispositifs intégrés aux équipements, ou tout équipement équivalent, sous réserve de respecter les exigences fonctionnelles, d'interopérabilité et de performance définies au présent CCTP.

Les équipements devront être communicants, ouverts et interopérables, et s'intégrer dans une architecture GTB globale conforme aux exigences du projet.

Localisation :

Sous-station RCU, local ventilation, TGBT et locaux ascenseurs Nord et Sud en toiture.

6.4.2.3.5.2 - Communication des automates et équipements équivalents

Le titulaire devra mettre en œuvre des automates de gestion des installations techniques, ou tout équipement équivalent, assurant l'ensemble des échanges de données entre les équipements de terrain, les régulateurs et le système de supervision.

À ce titre, le titulaire devra :

- Assurer que les équipements soient communicants en BACnet/IP (protocole prioritaire),
- Garantir leur raccordement à la dorsale IP dédiée à la GTB,
- Permettre la communication avec les régulateurs locaux et les équipements de terrain via des protocoles ouverts et adaptés (Modbus RTU/TCP, BACnet MS/TP ou équivalent),
- Assurer une remontée fiable, continue et horodatée des données (états, mesures, alarmes, consignes),
- Garantir une gestion robuste des communications, incluant la reprise automatique en cas de perte temporaire de liaison avec la supervision ou le réseau.

Le titulaire devra également garantir que les équipements soient capables de fonctionner en mode autonome, sans perte de fonctionnalité locale, en cas d'indisponibilité du réseau ou du serveur de supervision.

Les équipements devront assurer une resynchronisation automatique des données avec la supervision dès le rétablissement des communications.

Localisation :

Automates des locaux techniques : sous-station RCU, local ventilation, TGBT, locaux ascenseurs en toiture, raccordés à la dorsale IP dédiée GTB.

6.4.2.3.5.3 - Automates par domaine technique

6.4.2.3.5.3.1 - Automate de sous-station RCU

L'entreprise titulaire devra intégrer un automate ou équipements équivalents au niveau de la sous-station raccordée au réseau de chaleur urbain (RCU).

Cet équipement assurera notamment :

- Le pilotage des échangeurs ;
- La régulation des circuits secondaires de chauffage ;
- La gestion des pompes de distribution ;
- La gestion des sécurités (température, pression, défauts pompes) ;
- La remontée des états et mesures vers la station GTB principale.
- L'optimisation des consignes de température en fonction des besoins du bâtiment ;
- La gestion des plages horaires ;
- L'intégration des logiques de réduction de consommation énergétique.

Il devra fonctionner de manière autonome en cas de perte de communication avec la supervision centrale

Localisation :

Sous-station raccordée au réseau de chaleur urbain.

6.4.2.3.5.3.2 - Automate de sous-station ventilation et boucle d'eau

L'entreprise titulaire devra mettre en place un automate ou équipements équivalents dédié au pilotage et à la supervision des installations de ventilation et de traitement d'air (CTA), ainsi que des équipements hydrauliques et de production associés implantés dans le même local technique, au plus près des équipements.

Cet équipement devra assurer a minima :

- Le pilotage des modes de fonctionnement (marche/arrêt, automatique/manuelle, modes réduit/normal) ;
- La gestion des plages horaires et des scénarios d'occupation ;
- La régulation des conditions de soufflage (température, consignes, limitations) ;

- La gestion des organes de régulation (batteries, vannes, registres, ventilateurs, variateurs, etc.) ;
- La surveillance des états et défauts (ventilateurs, filtres, températures, pressostats, sécurités) ;
- Le pilotage du circuit de la tour aéroréfrigérante existante (TAR – BAC DFCV/S9124, conservée) : commande des ventilateurs, régulation de la température de la boucle d'eau côté froid, gestion de la pompe de circuit primaire et de son variateur, gestion des sécurités (température, débit, défauts) ;
- La gestion automatique de la bascule hiver/été de la boucle d'eau, aujourd'hui réalisée manuellement ;
- La régulation et le suivi de la boucle d'eau commune alimentant les pompes à chaleur terminales (minipacks), en liaison avec la production de froid (TAR) et la production de chaud (sous-station RCU) ;
- La gestion du circuit des radiateurs (régulation, pompes, vannes et organes de distribution) ;
- La gestion des pompes double « boucle d'eau » et des vannes trois voies associées (commande, permutation, report de défaut) ;
- L'intégration des données de comptage d'eau (compteur eau froide, compteur eau TAR) et de comptage thermique associés ;
- La remontée des mesures, états, alarmes et historiques vers la station GTB principale.

Les communications devront être réalisées via la dorsale IP dédiée GTB, au moyen d'un protocole ouvert (BACnet/IP natif prioritairement). Le raccordement d'équipements tiers pourra être réalisé en Modbus TCP/IP ou Modbus RTU (RS485) si nécessaire, sans protocole propriétaire bloquant.

L'automate ou équipements équivalents devra être en mesure d'assurer un fonctionnement autonome en cas de perte de communication avec la supervision ou le réseau IP, garantissant la continuité de service des CTA et des circuits hydrauliques en mode dégradé. Le retour au fonctionnement normal devra être automatique dès rétablissement des communications.

Il est précisé que le pilotage des pompes à chaleur terminales (marche/arrêt, mode chaud/froid, report de défaut, consigne) est assuré au niveau des régulateurs de zone dans les bureaux, et non par le présent automate, qui gère la boucle d'eau commune et les circuits de distribution.

L'entreprise titulaire devra assurer la fourniture, la pose, le câblage, le raccordement des entrées/sorties, la programmation, les essais, la mise en service et l'intégration des synoptiques et alarmes associées dans la supervision.

Localisation :

Local ventilation : centrales de traitement d'air, boucle d'eau commune, circuit des radiateurs, pompes doubles et vannes associées, circuit de la tour aéroréfrigérante.

6.4.2.3.5.3.3 - Automate TGBT

L'entreprise titulaire devra intégrer un automate de gestion des installations techniques, ou tout équipement équivalent, au niveau du TGBT.

Cet équipement assurera la collecte des données électriques issues des compteurs et centrales de mesure (énergies, puissances, intensités, tensions), ainsi que la remontée des états et défauts des départs électriques (notamment disjoncteurs).

Il permettra également la commande de certains usages, notamment l'éclairage, et la transmission de l'ensemble des informations vers la GTB via un protocole ouvert.

L'automate ou équipements équivalents devra fonctionner de manière autonome en cas de perte de communication avec la supervision et assurer la continuité de service.

Localisation :

Local TGBT

6.4.2.3.5.3.4 - Automates de toiture (locaux ascenseurs Nord et Sud)

L'entreprise titulaire du présent lot devra fournir, poser, alimenter, câbler et programmer deux automates dits « de toiture », installés au niveau R+8 dans les locaux ascenseurs Nord et Sud, y compris coffrets, protections et alimentation depuis le tableau divisionnaire le plus proche conformément aux exigences d'alimentation du présent CCTP. Chaque automate assurera la gestion et la remontée à la supervision des équipements de sa zone :

— la CTA d'extraction (commandes et défauts ventilateur, variateur de vitesse, registres et fins de course, pressostats, sondes de température), conformément à la liste de points ;
— la tourelle d'extraction sanitaire, intégrée en Modbus RTU (marche/arrêt, états, consignes débit/pression, modes CAV/DCV/VAV, report d'état incendie, état des filtres et des registres) ;
— la station météorologique (température, hygrométrie, vitesse du vent, luminosité extérieure, rayonnement solaire, détection de pluie), fournie, posée et intégrée en Modbus RTU par le présent lot.

Les CTA d'extraction et les tourelles d'extraction sanitaire sont fournis, posées et raccordées côté équipement par le lot CVC ; le présent lot assure le passage des câbles (entrées/sorties câblées et bus de terrain), le raccordement côté automate, le paramétrage et l'intégration complète des points, conformément aux limites de prestations de la liste de points. Les stations météorologiques sont intégralement à la charge du présent lot (fourniture, pose, raccordement et intégration).

Chaque automate sera raccordé au réseau fédérateur via le répartiteur IP du local ascenseur et restera autonome en cas de perte de communication avec le serveur, programmes horaires et sécurités étant maintenus localement.

Les données des stations météorologiques seront publiées à l'ensemble du système pour les stratégies globales (protection des stores en cas de vent fort, rafraîchissement nocturne, compensation des consignes selon les conditions extérieures). En cas de défaut d'une station, les données de la station de l'autre zone seront automatiquement substituées. Le report de l'état incendie des tourelles constitue un simple report d'information, les asservissements SSI restant réalisés par câblage direct hors GTB. Les essais seront réalisés conjointement avec le lot CVC conformément aux limites de prestations de la liste de points.

Localisation :

Locaux ascenseurs Nord et Sud, niveau R+8 en toiture.

Équipements associés en toiture : CTA d'extraction, tourelles d'extraction sanitaire et stations météorologiques.

6.4.2.3.5.4 - Évolutivité et intégration de nouveaux usages

Le titulaire devra concevoir et dimensionner l'ensemble du système de GTB, incluant les automates de gestion des installations techniques ou tout équipement équivalent, de manière à permettre l'intégration future de nouveaux besoins, sans remise en cause de l'architecture existante.

À ce titre, le titulaire devra garantir la possibilité :

- De l'ajout de nouveaux équipements techniques ou usages,
- De l'extension des fonctions de pilotage (commande, régulation, supervision),
- De la modification ou de l'adaptation des périmètres fonctionnels (sectorisation, séparation de circuits, évolutions d'usage),
- De l'intégration de nouveaux systèmes énergétiques, notamment :
    - Des installations de production photovoltaïque,
    - Des infrastructures de recharge pour véhicules électriques (IRVE).

Le système devra permettre, à terme, l'intégration de ces équipements pour :

- Le suivi des productions et consommations,
- La remontée des données énergétiques,
- Le pilotage ou l'optimisation des usages associés, le cas échéant.

Localisation :

Ensemble des automates de gestion des installations techniques implantés dans les locaux techniques du bâtiment.

6.4.2.4 - Sécurisation électrique des automates

L'ensemble des automates de gestion des installations techniques, ou tout équipement équivalent, ainsi que la station GTB principale comprenant le serveur de supervision et les équipements réseau associés, devra être alimenté de manière à garantir la continuité de fonctionnement du système.

À ce titre :

- Les automates assurant le pilotage des installations principales (sous-station, CTA, TGBT, etc.) devront être raccordés sur une alimentation secourue,
- La station GTB principale, incluant le serveur de supervision, le poste de supervision si distinct, ainsi que les équipements actifs nécessaires au fonctionnement du système, devront également être raccordés sur une alimentation secourue de type tableau prioritaire et/ou onduleur,
- Chaque équipement devra être protégé par des dispositifs adaptés, clairement identifiés dans les tableaux électriques,
- Les circuits d'alimentation dédiés à la GTB devront être repérés de manière claire et durable.

En cas de coupure d'alimentation, les équipements devront :

- Garantir un redémarrage automatique sans intervention humaine,
- Conserver les paramètres, programmes, historiques et consignes en mémoire non volatile,
- Reprendre automatiquement les communications avec la supervision et les équipements tiers après rétablissement de l'alimentation.

Le titulaire devra s'assurer de la cohérence entre le niveau de sécurisation électrique retenu et les exigences de continuité de service du système GTB.

Localisation :

Station GTB principale, local technique du niveau R-3.

Coffrets et armoires des automates : sous-station RCU, local ventilation, TGBT, locaux ascenseurs Nord et Sud en toiture.

Tableaux électriques d'alimentation concernés, y compris tableaux prioritaires et secourus.

6.4.2.5 - Poste de supervision

L'entreprise titulaire devra fournir et installer un poste informatique dédié à la supervision de la GTB.

Ce poste sera implanté dans un local défini par le Maître d'Ouvrage.

Il comprendra l'unité centrale, l'écran, ainsi que l'ensemble des logiciels nécessaires à l'exploitation du système.

L'installation, le raccordement au réseau IP dédié à la GTB, la configuration et la mise en service seront à la charge de l'entreprise titulaire.

Localisation :

Poste de supervision implanté dans un local défini par le Maître d'Ouvrage.

6.4.2.6 - Prescriptions générales de câblage de la GTB

6.4.2.6.1 - Limite de prestation

Le présent lot est responsable de l'ensemble des raccordements réalisés dans les armoires GTB, à l'exception des armoires ou équipements situés dans le local ventilation et dans le local RCU, pour lesquels la limite de prestation est précisée dans la liste de points GTB jointe en annexe.

Pour l'ensemble des autres interfaces, il conviendra de se référer à la liste de points GTB jointe en annexe, qui précise la limite exacte de prestation entre les différents lots.

Toute ambiguïté devra être signalée avant exécution et validée conjointement par la Maîtrise d'Œuvre.

Localisation :

Ensemble des armoires GTB du bâtiment, à l'exception des armoires et équipements situés dans le local ventilation et dans le local RCU.

6.4.2.6.2 - Prescriptions générales de pose

Lors de la pose, il conviendra d'éviter soigneusement toute détérioration mécanique des câbles :

- ne pas écraser ni déchirer les gaines,
- respecter les rayons de courbure minimaux définis par les normes ou les constructeurs,
- Interdire tout cintrage excessif ou traction susceptible d'altérer l'âme des conducteurs.

Les câbles seront fixés sur les chemins de câbles à l'aide d'attaches en plastique résistantes à la température et aux UV.

En cas d'ajout de cheminements, ceux-ci devront être constitués de chemins de câbles galvanisés de type Cablofil ou équivalent.

Les câbles de courant fort et câbles de courant faible ne devront jamais être installés sur le même support ou dans la même goulotte, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique (CEM).

Les cheminements pourront également être réalisés au moyen de tubes IRL, goulottes ou conduits métalliques selon la configuration des locaux.

Le câblage existant pourra être repris et complété le cas échéant, sous réserve de conformité aux normes et de validation par la maîtrise d'œuvre.

Caractéristiques des câbles :

Type de liaison	**Référence / Type de câble**	**Section minimale**	**Tension / Signal**
Alimentation	Câble type FR-N1X6G3	3 × 1,5 mm² (10 A) à 3 × 2,5 mm² (15 A)	230 V AC
Télécommandes (TC) – Sorties TOR / contacts secs	Câble type FR-N1X6G3	2 × 1,5 mm²	230 V AC / 110 V AC / 48 V DC
Téléalarmes / Télésignalisations (TA / TS) – Entrées TOR	Câble multipaires SYT1 ou LIYCY avec écran	0,6 à 0,9 mm²	Contact sec
Téléréglages / Télémesures – Entrées analogiques (0–10 V, 4–20 mA)	Câble multipaires SYT1 ou LIYCY avec écran	0,6 à 0,9 mm²	Signal analogique
Télécomptages – Entrées impulsionnelles	Câble multipaires SYT1 ou LIYCY avec écran	0,6 à 0,9 mm²	Impulsions (contact sec)

Tous les câbles de courant faible (bus de communication, mesures, commandes, comptages) seront reliés à la terre d'un seul côté, conformément aux recommandations des fabricants et aux règles de compatibilité électromagnétique.
Les raccordements dans les borniers, modules ou équipements ou avant les presses étoupes devront être repérés, identifiés et consignés dans les schémas de câblage du DOE GTB.

Localisation :
Ensemble des cheminements de la zone travaux : chemins de câbles, goulottes, tubes, faux-plafonds et gaines techniques, du niveau R-3 à la toiture.

6.4.3 - Architecture logicielle

6.4.3.1 - Supervision

6.4.3.1.1 - Principe de la Supervision

La supervision constituera l'interface centrale d'exploitation du système de GTB. Elle devra permettre une visualisation claire, rapide et hiérarchisée de l'ensemble des installations techniques du bâtiment, ainsi qu'un accès sécurisé aux fonctions de commande, de réglage, d'analyse et de suivi énergétique.

La supervision devra être conçue comme un véritable outil d'exploitation quotidienne, destiné aussi bien aux mainteneurs qu'aux exploitants et aux utilisateurs autorisés. À ce titre, elle devra offrir une ergonomie simple, intuitive et homogène sur l'ensemble des vues.

Elle devra notamment permettre :

- La visualisation en temps réel des états, mesures, consignes et défauts,
- La commande des équipements selon les droits attribués,
- La gestion des alarmes et événements,
- L'accès aux historiques, courbes et données archivées,
- La gestion des calendriers et horaires d'occupation,
- L'analyse des consommations et dérives énergétiques.

L'ensemble des données affichées dans la supervision devra être cohérent avec les états réels des installations et mis à jour avec une fréquence compatible avec l'exploitation technique du site.

Localisation :

Serveur de supervision implanté dans le local technique du niveau R-3, poste de supervision et postes clients du site.

6.4.3.1.2 - Architecture d'accès et technologies

Le superviseur devra être accessible via une interface web de type HTML5, compatible avec les principaux navigateurs du marché, sans installation de logiciel spécifique sur les postes clients.

L'accès à la supervision devra être possible depuis :

- Le poste local de supervision,
- Les postes distants autorisés du Maître d'Ouvrage,
- Et, le cas échéant, tout autre terminal autorisé compatible avec l'interface web.

Les accès distants devront être sécurisés par des protocoles chiffrés de type HTTPS, VPN ou équivalent validé par le Maître d'Ouvrage.

La supervision devra reposer sur une architecture pérenne, documentée et maintenable, excluant toute solution dépendant d'un composant propriétaire bloquant ou d'un environnement logiciel obsolète.

6.4.3.1.3 - Organisation des vues et navigation

L'interface graphique devra être organisée selon une structure hiérarchisée, cohérente avec l'organisation fonctionnelle du bâtiment et des installations.

La navigation devra permettre un accès rapide et intuitif aux informations, notamment :

- Par usage technique (chauffage, ventilation, éclairage, comptage, etc.),
- Par niveau du bâtiment et par zone fonctionnelle
- Par local technique (sous-station, locaux CTA, TGBT, etc.),
- Par équipement ou famille d'équipements.

La supervision devra comprendre à minima :

- Une page d'accueil générale de synthèse présentant une vision globale de l'état du bâtiment (principaux indicateurs, alarmes en cours, états des installations),
- Des accès par domaine technique, incluant notamment le chauffage, la ventilation et traitement d'air (CTA), l'éclairage et les protections solaires, ainsi que les installations électriques et le comptage,
- Des pages détaillées par installation permettant une visualisation complète des équipements, de leurs états, mesures, consignes et paramètres de fonctionnement,
- Des vues énergétiques dédiées permettant la visualisation des consommations par usage, l'affichage de courbes de charge (horaire, journalière, mensuelle, annuelle), le suivi des indicateurs de performance énergétique et l'identification des dérives,
- Des accès dédiés aux fonctions transverses comprenant la gestion des alarmes et événements, les tendances et historiques, les calendriers et programmations horaires ainsi que les rapports et exports de données,
- Un menu dédié à la sécurité et à l'administration du système permettant la gestion des utilisateurs et des profils d'accès, la traçabilité des actions, le paramétrage du système GTB (selon droits) ainsi que l'accès aux fonctions avancées de maintenance et d'exploitation.

La navigation devra être fluide, homogène et compréhensible par des utilisateurs non spécialistes. L'organisation des écrans devra permettre une prise en main rapide du système et limiter les risques d'erreur d'exploitation.

6.4.3.1.4 - Synoptiques techniques et fonds de plans

La supervision devra intégrer des synoptiques techniques et des fonds de plans permettant une visualisation claire, intuitive et en temps réel de l'ensemble des installations du bâtiment.

Les synoptiques devront représenter de manière graphique et fonctionnelle les installations techniques, en intégrant notamment :

- Les principaux équipements (CTA, sous-station RCU, TGBT, circuits hydrauliques, etc.),
- Les organes de régulation (vannes, registres, variateurs, pompes, ventilateurs),
- Les capteurs et points de mesure (températures, pressions, débits, qualité d'air, consommations),
- Les états de fonctionnement, défauts et alarmes.

Ces synoptiques devront permettre, selon les droits utilisateurs :

- La consultation des valeurs en temps réel,
- L'accès aux consignes et paramètres de fonctionnement,
- La commande manuelle des équipements,
- L'accès aux historiques, tendances et alarmes associées.

Des synoptiques détaillés devront être réalisés a minima pour :

- La sous-station raccordée au réseau de chaleur urbain,
- Les centrales de traitement d'air (CTA),
- Les circuits de chauffage et de distribution hydraulique,
- Les installations électriques et le comptage énergétique,
- Les équipements principaux du bâtiment.

La supervision devra également intégrer des fonds de plans du bâtiment organisés par niveau ou par zone, sur lesquels seront positionnés les équipements techniques, capteurs et régulateurs.

Ces plans devront permettre :

- Une localisation rapide des équipements,
- Une visualisation des conditions ambiantes (température, CO_2, occupation, etc.),
- Un accès direct aux informations et commandes associées à chaque zone.

Les synoptiques et fonds de plans devront être conçus de manière homogène, lisible et ergonomique, avec une charte graphique cohérente validée par le Maître d'Ouvrage.

6.4.3.1.5 - Gestion des alarmes et des événements

La supervision devra intégrer un système complet de gestion des alarmes et des événements, permettant l'identification rapide des défauts, leur traitement efficace et leur traçabilité dans le temps.

L'ensemble des alarmes issues des équipements techniques (automates, régulateurs, capteurs, compteurs, etc.) devra être centralisé au niveau du superviseur.

Les alarmes devront être :

- Horodatées (date et heure précises),
- Classifiées par niveau de criticité (information, alerte, défaut, alarme critique),
- Associées à une description explicite permettant une compréhension immédiate du défaut,
- Rattachées à un équipement et à une localisation précise dans le bâtiment.

Le système devra permettre :

- L'affichage en temps réel des alarmes actives,
- La mémorisation des alarmes acquittées,
- La consultation de l'historique des événements,
- L'acquittement des alarmes selon des droits utilisateurs définis,
- La différenciation entre alarme active, acquittée et levée.

Les alarmes devront être hiérarchisées et filtrables selon différents critères (type, niveau, équipement, zone, période), afin de faciliter leur exploitation.

Le système devra permettre la mise en place de notifications, notamment :

- L'affichage prioritaire des alarmes critiques,
- La génération de rapports d'événements,
- La possibilité d'export des historiques,
- L'envoi automatique des alarmes par courrier électronique (e-mail),
- La possibilité d'envoi de notifications par SMS, sous réserve de mise en place des équipements ou services associés,
- La configuration de listes de diffusion par type d'alarme, niveau de criticité ou plage horaire,
- La définition de scénarios de notification (astreinte, escalade, répétition en cas de non-acquittement).

Ces fonctions de notification devront être disponibles en standard dans la solution proposée, sans développement spécifique complémentaire, et paramétrables directement depuis l'interface de supervision, selon les droits utilisateurs.

Des mécanismes d'aide à l'exploitation devront être intégrés, permettant notamment :

- L'identification des dérives de fonctionnement,
- La détection de défauts récurrents,
- L'analyse des causes possibles de dysfonctionnement.

Le système devra garantir une traçabilité complète des actions réalisées, incluant :

- L'identification de l'utilisateur,
- La date et l'heure des acquittements ou modifications,
- L'historique des changements d'état des alarmes.

La gestion des alarmes devra être conçue de manière à éviter toute surcharge d'information (alarmes parasites), notamment par :

- La mise en place de temporisations,
- Le filtrage des défauts de courte durée,
- La cohérence avec les états réels des installations.

6.4.3.1.6 - Tendances, historiques et archivage des données

La supervision devra intégrer des fonctions avancées de gestion des tendances, d'historisation et d'archivage des données techniques et énergétiques du bâtiment.

L'ensemble des données issues des équipements (mesures, états, consignes, comptages, etc.) devra pouvoir être historisé de manière automatique et continue.

Les données historisées devront inclure à minima :

- Les températures (ambiance, soufflage, reprise, réseaux),
- Les pressions et débits,
- Les états de fonctionnement des équipements (marche/arrêt, défauts),
- les consignes de régulation,
- Les consommations énergétiques (électricité, chaleur, eau, etc.),
- Les indicateurs de fonctionnement (temps de marche, cycles, etc.).

La supervision devra permettre :

- La visualisation des données sous forme de courbes (tendances),
- L'affichage multi-courbes avec comparaison de plusieurs variables,
- La navigation temporelle (heure, jour, semaine, mois, année),
- Le zoom et l'analyse détaillée sur une période donnée,
- La superposition de données (ex : consigne vs mesure réelle).

Le système devra permettre la création de vues personnalisées de tendances par les utilisateurs autorisés, sans développement spécifique.

Les données devront être historisées avec une fréquence d'acquisition adaptée aux usages (régulation, exploitation, suivi énergétique), paramétrable selon le type de point.

Les données devront être archivées sur une durée minimale de cinq (5) ans, conformément aux exigences du décret BACS.

Le système devra garantir :

- L'intégrité et la fiabilité des données enregistrées,
- La continuité de l'enregistrement, y compris en cas de perte temporaire de communication avec certains équipements (reprise et resynchronisation des données),
- Une capacité de stockage suffisante pour éviter toute perte de données sur la durée contractuelle.

La supervision devra permettre :

- L'export des données historisées (formats standards type CSV, Excel ou équivalent),
- L'exploitation des données pour des analyses externes (EMS, GMAO, outils tiers),
- La génération de rapports périodiques (journaliers, mensuels, annuels).

Les données devront être accessibles de manière simple et structurée par les utilisateurs autorisés, sans nécessiter de compétences techniques avancées.

6.4.3.1.7 - Gestion des calendriers, horaires et consignes

La supervision devra intégrer un module complet de gestion des calendriers, des programmations horaires et des consignes de fonctionnement des installations techniques.

Ce module devra permettre une gestion centralisée, simple et intuitive des périodes d'occupation et d'inoccupation du bâtiment, ainsi que des stratégies de régulation associées.

Le système devra permettre :

- La création, la modification et la suppression de plannings horaires hebdomadaires,
- La définition de calendriers annuels intégrant les jours fériés, les périodes de fermeture et les événements exceptionnels,
- L'application de ces plannings à un ou plusieurs équipements ou zones,
- La gestion de différents modes de fonctionnement (confort, réduit, arrêt, hors gel, etc.).

La supervision devra permettre de simplifier l'exploitation par la mutualisation des programmations.

À ce titre, elle devra permettre :

- L'affectation d'un même planning à plusieurs équipements ou zones,
- La création de modèles de plannings réutilisables,
- La duplication et l'adaptation rapide de programmations existantes,
- La modification centralisée d'un planning appliqué à plusieurs équipements.

Toute modification d'un planning devra être automatiquement répercutée sur l'ensemble des équipements concernés.

Les plannings devront être modifiables directement depuis l'interface de supervision, sans nécessiter d'intervention sur les automates.

Toute modification devra être :

- Horodatée,
- Associée à un utilisateur identifié,
- Historisée afin d'assurer une traçabilité complète.

Le système devra permettre la gestion des consignes de fonctionnement, notamment :

- Les consignes de température (chauffage, refroidissement),
- Les consignes de ventilation,
- Les consignes liées à l'éclairage et aux autres usages techniques.

La supervision devra permettre la définition de profils de consignes journalières.

À ce titre, elle devra permettre :

- La définition de consignes différentes selon les périodes de la journée (occupation, inoccupation, relance, nuit),
- L'enregistrement de profils types de consignes journalières,
- La réutilisation de ces profils sur plusieurs jours ou périodes,
- L'association automatique de ces profils aux plannings et calendriers.

Ces profils devront être modifiables de manière centralisée et appliqués automatiquement aux équipements ou zones concernés.

Les consignes devront être :

- Ajustables depuis la supervision selon les droits utilisateurs,
- Cohérentes avec les stratégies énergétiques définies,
- Limitées par des plages de réglage afin d'éviter toute dérive d'exploitation.

Toute modification de consigne réalisée localement par les occupants devra rester temporaire.

Le système devra permettre la réinitialisation automatique des consignes conformément aux plannings définis, notamment lors des périodes d'inoccupation ou au début de chaque journée, afin de garantir le retour aux consignes de référence du bâtiment.

Le système devra permettre la mise en place de scénarios automatisés, intégrant :

- La variation des consignes en fonction des périodes d'occupation,
- L'optimisation des démarrages et arrêts des installations,
- L'adaptation aux conditions extérieures (température, ensoleillement, etc.), le cas échéant.

La gestion des calendriers et des consignes devra être conçue de manière à :

- Faciliter l'exploitation quotidienne,
- Limiter les interventions techniques,
- Garantir la cohérence globale du fonctionnement du bâtiment.

6.4.3.1.8 - Gestion des utilisateurs et traçabilité

La supervision devra intégrer un système complet de gestion des utilisateurs et des droits d'accès, garantissant la sécurité, la traçabilité et la maîtrise des actions réalisées sur le système de GTB.

Le système devra permettre la création, la modification et la suppression de comptes utilisateurs, ainsi que la définition de profils d'accès différenciés en fonction des rôles (exploitant, mainteneur, administrateur, utilisateur simple, etc.).

Les droits d'accès devront être paramétrables de manière fine, permettant notamment :

- L'accès en lecture seule ou en modification,
- L'accès à certains équipements, zones ou fonctions spécifiques,
- La restriction de certaines actions sensibles (modification de consignes, acquittement d'alarmes, paramétrage système),
- La gestion de niveaux d'autorisation hiérarchisés.

L'accès à la supervision devra être sécurisé par un système d'authentification robuste, incluant a minima :

- Un identifiant et un mot de passe individuels,
- La possibilité de définir des règles de complexité et de renouvellement des mots de passe,
- La gestion des sessions (déconnexion automatique après inactivité, limitation des connexions simultanées si nécessaire).

Le système devra permettre la gestion de profils types (rôles) afin de faciliter l'administration et la maintenance des droits utilisateurs.

La supervision devra garantir une traçabilité complète des actions réalisées sur le système.

À ce titre, elle devra enregistrer et historiser :

- Les connexions et déconnexions des utilisateurs,
- Les modifications de consignes,
- Les changements de paramètres,
- Les acquittements d'alarmes,
- Toute action impactant le fonctionnement des installations.

Chaque action devra être :

- Horodatée (date et heure),
- Associée à un utilisateur identifié,
- Consultable via un journal des événements.

Le système devra permettre la consultation, le filtrage et l'export des journaux d'activité, afin de faciliter les audits, les analyses d'incident et le suivi d'exploitation.

La gestion des utilisateurs et des droits devra être conçue de manière à :

- Garantir la sécurité du système,
- Limiter les erreurs de manipulation,
- Assurer la responsabilité des actions réalisées,
- Être conforme aux exigences de cybersécurité du Maître d'Ouvrage.

6.4.3.1.9 - Suivi énergétique et fonctions avancées (conformité décret BACS)

La supervision devra intégrer nativement des fonctions avancées de suivi énergétique, d'analyse et d'aide à la décision, conformes aux exigences du décret BACS.

Le système devra permettre un suivi continu et structuré des performances énergétiques du bâtiment, en s'appuyant sur les données issues des équipements techniques et du plan de comptage.

À ce titre, la supervision devra permettre :

- la visualisation des consommations énergétiques par usage (chauffage, ventilation, éclairage, auxiliaires, etc.),
  • la consultation des index, puissances et profils de consommation,
- L'affichage de courbes de charge (horaire, journalière, mensuelle, annuelle),
- La comparaison des consommations sur différentes périodes,
- L'identification des dérives de consommation.

Le système devra permettre la mise en place d'indicateurs de performance énergétique, notamment :

- Les consommations par usage et par zone,
- Les ratios de consommation (kWh/m², kWh/poste, etc.),
- Le suivi des temps de fonctionnement des équipements,
- Les écarts entre consignes et valeurs mesurées.

La supervision devra permettre l'analyse des écarts entre le fonctionnement réel des installations et les consignes programmées, afin de détecter :

- Les équipements fonctionnant en dehors des plages horaires définies,
- Les dérives de température par rapport aux consignes,
- Les anomalies de fonctionnement (fonctionnement simultané chaud/froid, surventilation, etc.).

Le système devra intégrer des fonctions d'aide au diagnostic, permettant notamment :

- La détection de défauts persistants ou récurrents,
- L'identification de comportements anormaux des équipements,
- L'analyse des causes possibles de surconsommation,
- La détection de fonctionnement forcé ou anormalement prolongé d'un équipement,
- L'identification d'équipements fonctionnant hors plage horaire ou sans justification d'exploitation,
- La détection d'organes de régulation défaillants ou inefficaces,
- L'identification de dérives persistantes entre consigne et valeur mesurée,
- La détection de surconsommations liées à des équipements énergivores maintenus en fonctionnement (rideaux d'air chaud, batteries électriques ou équivalents),
- L'identification d'incohérences de fonctionnement entre différents usages ou équipements.

Des mécanismes d'alerte devront être mis en place en cas de dépassement de seuils définis, notamment :

- Dépassement de consommation,
- Dérive de température,
- Fonctionnement anormal d'un équipement.

Ces alertes devront être intégrées au système de gestion des alarmes.

La supervision devra permettre :

- L'export des données énergétiques dans des formats standards,
- La génération de rapports énergétiques périodiques.

Les fonctionnalités énergétiques devront être disponibles directement dans le système de supervision, sans nécessiter de logiciel externe ni de licence complémentaire obligatoire.

Le système devra être conçu de manière à faciliter l'exploitation énergétique du bâtiment et à accompagner les exploitants dans une démarche d'amélioration continue des performances.

6.4.3.1.10 - Maquettes graphiques et validation de la supervision

Dans le but de garantir la qualité, la lisibilité et l'ergonomie de la supervision, l'entreprise titulaire devra fournir, en phase de préparation, des maquettes graphiques représentatives des écrans du futur système.

Ces maquettes devront être réalisées avant toute programmation définitive du superviseur et soumises à validation du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre.

Les maquettes devront présenter a minima :

- Une vue d'accueil générale de la supervision (tableau de bord),
- Une vue type de synoptique d'une centrale de traitement d'air (CTA),
- Une vue type de la sous-station ou de la production thermique (RCU),
- Une vue type de plan de niveau avec intégration des capteurs et équipements,
- Une vue type des pages de tendances (courbes),
- Une vue type de gestion des alarmes.

Ces maquettes devront illustrer :

- L'organisation des écrans et la navigation,
- La charte graphique (couleurs, symboles, hiérarchisation des informations),
- Le niveau de détail des informations affichées,
- Les principes d'interaction utilisateur (commandes, accès aux paramètres, navigation).

L'entreprise devra veiller à proposer une interface :

- Homogène sur l'ensemble des pages,
- Lisible et compréhensible par des utilisateurs non spécialistes,
- Conforme aux bonnes pratiques ergonomiques des systèmes de GTB.

Aucune programmation définitive de la supervision ne pourra être engagée sans validation écrite préalable des maquettes par le Maître d'Ouvrage.

Toute évolution significative en cours de projet devra faire l'objet d'une nouvelle validation.

Le titulaire devra garantir que la supervision livrée en phase finale soit strictement conforme aux maquettes validées, sauf ajustements mineurs validés en cours de réalisation.

6.4.3.1.11 - Exigences de performance du système de supervision

Le système de supervision devra être conçu et dimensionné de manière à garantir un fonctionnement fluide, réactif et fiable dans le temps, compatible avec une exploitation quotidienne du bâtiment.

La supervision devra permettre un accès rapide aux informations et aux fonctions, sans latence excessive.

À ce titre, le système devra respecter les exigences suivantes :

- Un temps d'affichage des pages (synoptiques, vues, tableaux de bord) inférieur à 3 secondes dans des conditions normales d'exploitation,
- Un temps de rafraîchissement des données cohérent avec les usages (affichage quasi-temps réel des états et mesures),
- Une navigation fluide entre les différentes pages et modules, sans blocage ni ralentissement notable.

Le système devra être dimensionné pour supporter :

- Le nombre total de points de données du bâtiment,
- Les accès simultanés de plusieurs utilisateurs,
- L'historisation des données sur la durée requise,
- Les fonctions avancées d'analyse énergétique.

La supervision devra garantir une disponibilité élevée du service, compatible avec une exploitation continue.

À ce titre :

- Le taux de disponibilité du système devra être supérieur à 99 %,
- Les interruptions de service devront être limitées et maîtrisées,
- Les opérations de maintenance ne devront pas impacter de manière significative l'exploitation du bâtiment.

Le système devra être conçu de manière à assurer :

- La continuité d'accès aux données,
- La stabilité des performances dans le temps,
- Une montée en charge possible en cas d'évolution du système (ajout de points, d'équipements ou d'utilisateurs).

En cas de défaillance du serveur ou d'un composant du système, le titulaire devra prévoir des mécanismes permettant :

- Une reprise rapide du fonctionnement,
- La conservation des données historisées,
- La limitation des impacts sur l'exploitation.

Le titulaire devra justifier, dans son offre, du dimensionnement proposé (capacité serveur, stockage, architecture logicielle), en cohérence avec les exigences du présent CCTP.

6.4.3.3 - Cybersécurité et sécurisation du système GTB

Le système de GTB devra être conçu et mis en œuvre de manière à garantir la sécurité des accès, des données et des communications, conformément aux exigences du Maître d'Ouvrage et aux bonnes pratiques en matière de cybersécurité des systèmes industriels.

L'ensemble des équipements (serveur de supervision, automates, régulateurs, équipements réseau) devra être intégré dans une architecture sécurisée, limitant les risques d'accès non autorisé, de modification des données ou de perturbation du fonctionnement des installations.

À ce titre, le titulaire devra garantir :

- La mise en œuvre d'une authentification sécurisée pour l'accès à la supervision (identifiant et mot de passe individuels),

- La gestion des droits d'accès conformément aux profils utilisateurs définis,
- La protection des communications via des protocoles sécurisés (HTTPS, VPN ou équivalent validé),
- La limitation des accès réseau aux seuls équipements et utilisateurs autorisés,
- La désactivation ou la sécurisation des services non utilisés sur les équipements (ports, protocoles, interfaces).

Le système devra être conçu selon un principe de séparation des réseaux, notamment :

- Séparation entre réseau GTB et réseau bureautique,
- Segmentation logique des flux (VLAN ou équivalent),
- Limitation des échanges aux seuls flux nécessaires au fonctionnement du système.

En cas d'accès distant à la supervision, le titulaire devra prévoir :

- Une solution sécurisée validée par le Maître d'Ouvrage (VPN, passerelle sécurisée, etc.),
- Une authentification renforcée si nécessaire,
- Une traçabilité complète des connexions et actions réalisées.

Le titulaire devra également prévoir :

- La gestion des mises à jour de sécurité des équipements et logiciels,
- La protection des sauvegardes (accès restreint, stockage sécurisé),
- La documentation des accès (comptes administrateurs, procédures).

Le système devra être conçu de manière à :

- Limiter les risques de cyberattaque,
- Garantir l'intégrité et la confidentialité des données,
- Assurer la continuité de service en cas d'incident.

6.4.3.4 - Stockage, accès, export et propriété des données

Le système de GTB devra garantir la maîtrise complète des données par le Maître d'Ouvrage, tant en matière de stockage, d'accès, d'exploitation que de réversibilité.

L'ensemble des données générées par le système (mesures, états, alarmes, historiques, données énergétiques, paramètres, journaux d'événements, etc.) devra être considéré comme propriété exclusive du Maître d'Ouvrage.

Aucune restriction technique, logicielle ou contractuelle ne devra limiter l'accès, l'export ou la réutilisation de ces données.

6.4.3.4.1 - Stockage des données

Les données devront être stockées de manière sécurisée, fiable et pérenne sur le serveur de supervision ou sur toute infrastructure validée par le Maître d'Ouvrage.

Le système devra garantir :

- Une capacité de stockage adaptée au volume de données générées,
- Une conservation des données sur une durée minimale conforme aux exigences réglementaires (5 ans minimum – décret BACS),
- La protection contre toute perte de données (sauvegardes régulières, redondance si nécessaire),
- L'intégrité et la cohérence des données dans le temps.

Les modalités de stockage (local, cloud, hybride) devront être clairement précisées dans l'offre et validées par le Maître d'Ouvrage.

6.4.3.4.2 - Accès aux données

Le système devra permettre un accès simple, direct et structuré aux données pour les utilisateurs autorisés.
À ce titre :

- Les données devront être accessibles depuis l'interface de supervision,
- L'accès aux données ne devra pas nécessiter d'outils propriétaires spécifiques non fournis,
- Les données devront être structurées de manière exploitable (nomenclature claire, arborescence logique).

6.4.3.4.3 - Export et interopérabilité des données

Le système devra permettre l'export libre et complet des données, sans limitation.
À ce titre, la supervision devra permettre :

- L'export des données sous des formats standards (CSV, Excel, XML ou équivalent),
- L'export manuel et automatisé (planification d'exports),
- L'accès aux données via des interfaces ouvertes (API, web services ou équivalent),
- L'intégration avec des systèmes tiers (EMS, GMAO, hyperviseur, BIM, etc.).

Aucune limitation de type :

- Nombre d'exports,
- Volume de données,
- Fréquence d'accès,

ne sera acceptée.

6.4.3.4.4 - Propriété et réversibilité des données

Le titulaire devra garantir que :

- L'ensemble des données reste accessible et exploitable en cas de changement de prestataire,
- Les données puissent être récupérées intégralement à tout moment,
- Les formats fournis soient ouverts et documentés.

Le titulaire ne pourra en aucun cas :

- Restreindre l'accès aux données,
- Imposer un outil propriétaire pour leur lecture,
- Conditionner leur exploitation à une licence spécifique.

6.4.3.4.5 - Sécurité et confidentialité des données

Le système devra garantir :

- La protection des données contre les accès non autorisés,
- La confidentialité des informations,
- La traçabilité des accès et des extractions de données.

6.4.3.5 - Exigences relatives à la sécurité des installations

La GTB devra intégrer des fonctions d'asservissement de mise en sécurité destinées à commander et à verrouiller automatiquement les installations techniques dans une configuration de sécurité prédéfinie, afin de prévenir tout risque de détérioration des équipements, des installations et du bâtiment.

Ces fonctions auront pour objectif :

- La protection des biens (installations CVC, réseaux, équipements techniques),
- Et, lorsque cela est explicitement requis, la contribution à la protection des personnes.

La mise en sécurité devra être déclenchée automatiquement à partir des informations issues des capteurs et dispositifs de sécurité, notamment en cas de :

- Dépassement de seuils de température,
- Dépassement de seuils de pression,
- Conditions anormales d'hygrométrie,
- Défauts critiques d'équipements (arrêt ventilateur, défaut pompe, défaut alimentation, etc.).

Les scénarios de mise en sécurité devront être programmés nativement dans les automates GTB, sans recours à des développements spécifiques propriétaires, et devront conduire les installations vers un état sécurisé prédéfini (arrêt, maintien en fonctionnement forcé, ouverture ou fermeture de vannes, etc.).

Les fonctions de sécurité devront être prioritaires sur les autres fonctions de régulation ou de confort.

Tout déclenchement d'une fonction de mise en sécurité devra générer :

- Une alarme horodatée et historisée dans le superviseur,
- Une identification claire de la cause du déclenchement,
- Un état persistant tant que la condition de défaut subsiste ou n'a pas été acquittée selon les droits utilisateurs.

L'ensemble des fonctions de mise en sécurité devra être pleinement supervisé.

Le superviseur GTB devra permettre :

- La visualisation en temps réel de l'état des sécurités (antigel, surchauffe, défauts critiques, etc.),
- L'historisation des déclenchements, avec date, heure et origine,
- La consultation des seuils de déclenchement et des états associés,
- L'acquittement des alarmes selon les profils utilisateurs autorisés.

Les paramètres de seuils, temporisations et conditions de réarmement devront être configurables depuis la supervision, avec des droits d'accès adaptés afin de garantir la sécurité d'exploitation.

Le système devra garantir que toute remise en fonctionnement après une mise en sécurité soit réalisée dans des conditions maîtrisées, conformément aux logiques définies et aux droits utilisateurs.

6.4.3.6 - Modèle de licences logicielles du superviseur :

Le modèle économique du logiciel de supervision devra être clairement défini dans l'offre de l'entreprise.

La solution proposée devra privilégier un modèle de licence perpétuelle, la licence étant la propriété du Maître d'Ouvrage, sans redevance récurrente obligatoire pour le fonctionnement courant du superviseur.

Le titulaire devra garantir que l'utilisation du système, dans son périmètre fonctionnel complet, ne soit pas conditionnée à la souscription d'un abonnement ou d'une licence annuelle obligatoire.

Dans le cas où un modèle incluant une maintenance logicielle ou un abonnement serait proposé, l'entreprise devra :

- Détailler explicitement les coûts associés,
- Préciser les services inclus (mises à jour, support, correctifs, cybersécurité),
- Distinguer clairement les éléments obligatoires des prestations optionnelles,
- Fournir un chiffrage prévisionnel des coûts sur une durée minimale de dix (10) ans.

Le titulaire devra également préciser :

- Les modalités d'évolution du système (ajout de points, d'équipements, de fonctionnalités),
- Les impacts financiers associés à ces évolutions,
- Les éventuelles limites du modèle de licence (nombre de points, d'utilisateurs, de connexions simultanées, etc.).

Les modèles reposant sur des systèmes de crédits, de points, de tags ou toute autre tarification évolutive devront être clairement explicités afin d'éviter toute contrainte financière excessive lors des extensions futures du système.

Le titulaire devra garantir que le modèle de licence proposé ne constitue pas un frein à l'évolutivité du système ni à son exploitation par le Maître d'Ouvrage ou par un tiers.

6.4.4 - Modalités de réversibilité et livrables associés

Le système de GTB devra être conçu de manière à garantir l'indépendance du Maître d'Ouvrage vis-à-vis du titulaire et de tout éditeur ou intégrateur, conformément aux exigences d'interopérabilité définies au présent CCTP.

À ce titre, le titulaire devra garantir la réversibilité complète du système, permettant à tout prestataire tiers de reprendre l'exploitation, la maintenance et l'évolution de la GTB sans difficulté particulière.

Le titulaire devra fournir l'ensemble des éléments nécessaires à cette réversibilité, incluant notamment :

- Les codes sources ou fichiers de programmation des automates,
- Le projet complet de supervision (fichiers natifs),
- La base de données des points, alarmes, historiques et configurations,
- Les schémas d'architecture et de communication,
- Les paramétrages des équipements (adresses IP, bus, protocoles),
- Les identifiants et mots de passe administrateur.

L'ensemble des données et fichiers devra être fourni dans des formats ouverts, documentés et directement exploitables, sans dépendance à un outil propriétaire spécifique.

Le titulaire devra garantir :

- L'accès libre à l'ensemble des données du système,
- La possibilité de modifier les paramétrages sans restriction,
- La possibilité d'intégrer de nouveaux équipements ou de faire évoluer le système sans dépendance à un fournisseur unique.

Aucune solution ne devra introduire de verrouillage matériel ou logiciel.

Le titulaire devra également fournir une documentation claire et complète permettant la reprise du système par un tiers, incluant :

- La description de l'architecture,
- Les principes de programmation,
- Les correspondances des points,
- Les procédures de sauvegarde et de restauration.

6.4.5 - Mise en service, essais et réception

La mise en service du système de Gestion Technique du Bâtiment devra être réalisée par l'entreprise titulaire en présence de la Maîtrise d'Œuvre et, le cas échéant, du Maître d'Ouvrage et de l'exploitant.

Elle comprendra l'ensemble des opérations nécessaires à la vérification, au réglage, à la validation et à la démonstration du bon fonctionnement du système GTB dans son intégralité.

À ce titre, la mise en service devra inclure :

- La vérification complète des raccordements électriques,

- Le contrôle des bus de communication (IP, BACnet, Modbus RS485),
- La vérification de l'adressage et de la cohérence des équipements,
- Le contrôle du bon fonctionnement de l'ensemble des points d'entrée et de sortie (TOR, analogiques, impulsionnels),
- La vérification des échanges de données entre automates, régulateurs et supervision,
- La validation de la cohérence des synoptiques, alarmes, historiques, calendriers et données énergétiques.

Une recette complète point par point devra être réalisée sur la base de la liste de points contractuelle.

Chaque point devra faire l'objet :

- D'un test fonctionnel (commande / retour / mesure),
- D'une vérification de cohérence dans la supervision,
- D'un contrôle des alarmes associées,
- D'une validation d'horodatage et d'historisation.

L'ensemble des essais devra être consigné dans un procès-verbal de recette détaillé, précisant pour chaque point :

- La nature du test réalisé,
- Le résultat obtenu,
- Le statut (conforme / non conforme),
- Les éventuelles réserves.

Des essais fonctionnels globaux devront être réalisés afin de vérifier le bon fonctionnement des installations, incluant notamment :

- Les régulations de chauffage,
- Les centrales de traitement d'air (CTA),
- Les circuits hydrauliques,
- L'éclairage et les protections solaires,
- Les asservissements inter-usages (coordination chaud/froid, éclairage/présence, etc.).

Les scénarios d'occupation, les plannings hebdomadaires, les calendriers annuels ainsi que les profils de consignes devront être testés en conditions réelles d'exploitation.
Des essais en mode dégradé devront également être réalisés, incluant notamment :

- La simulation d'une perte de communication avec la supervision,
- La perte d'un segment réseau ou d'un automate,
- La simulation de défaut d'équipement,
- La vérification du maintien des fonctions essentielles en autonomie locale,
- La reprise automatique du fonctionnement normal après rétablissement des communications.

Le titulaire devra également procéder à une vérification des performances du système, incluant :

- La charge des automates (CPU, mémoire),
- Les temps de réponse du système de supervision,
- La capacité d'archivage et la continuité d'enregistrement des données,
- La cohérence des données énergétiques et des indicateurs associés.

Avant la réception, le titulaire devra démontrer la conformité du système aux exigences du présent CCTP, notamment en matière :

- De performance,

- D'interopérabilité,
- D'accès aux données,
- De cybersécurité.

La mise en service ne pourra être considérée comme achevée qu'après :

- La réalisation complète des essais et leur validation,
- La levée des non-conformités majeures,
- La formation des exploitants,
- La remise d'un DOE numérique complet et conforme.

6.4.6 - Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

En fin d'exécution des travaux, le titulaire devra remettre un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) complet, conforme aux installations réellement réalisées (« as-built ») et intégrant l'ensemble des modifications intervenues en cours de chantier.

Le DOE devra permettre l'exploitation, la maintenance, la modification et l'évolution ultérieure du système de Gestion Technique du Bâtiment, sans dépendance au titulaire.

Le dossier comprendra a minima :

- Le synoptique général de l'architecture GTB (réseau IP, bus terrain, interconnexions),
- Les schémas d'implantation des automates, régulateurs, passerelles, switches et équipements associés,
- Les schémas de câblage et le repérage des borniers principaux,
- Le plan d'adressage IP (équipements, serveurs, switches),
- Les paramètres de communication des bus terrain (Modbus, BACnet ou équivalent),
- Les tables d'échanges et correspondances de communication (mapping Modbus, objets BACnet ou équivalent),
- La liste de points définitive « as-built » précisant le nom du point, le type, l'adresse, la localisation et la fonction associée,
- La correspondance entre points terrain, automates et supervision,
- Les paramétrages des alarmes (seuils, priorités, temporisations),
- Les plannings horaires, calendriers et profils de consignes configurés,
- Les paramétrages des droits utilisateurs et profils d'accès,
- Les configurations des fonctions énergétiques (indicateurs, seuils, alertes),
- La sauvegarde complète des programmes automates (fichiers sources exploitables),
- Le projet complet de supervision (fichiers natifs),
- La base de données associée (points, alarmes, historiques),
- Les versions logicielles installées (automates, supervision, firmwares),
- Les licences associées et leurs modalités d'utilisation,
- Les procès-verbaux de recette point par point et d'essais fonctionnels,
- Les résultats des essais en mode dégradé,
- Une notice d'exploitation complète décrivant les procédures de fonctionnement, de redémarrage et de restauration des sauvegardes,
- Une documentation permettant la prise en main du système par un exploitant ou un tiers.

Le DOE devra être fourni en version numérique complète, en formats ouverts et exploitables (PDF et fichiers natifs modifiables), sans dépendance à un outil propriétaire spécifique non fourni, sur support dématérialisé validé par le Maître d'Ouvrage.

6.4.7 - Formation

À l'issue des travaux de la GTB, l'entreprise titulaire devra assurer une formation complète du personnel d'exploitation et de maintenance du site.

Cette formation aura pour objectif de garantir une prise en main opérationnelle, sécurisée et autonome du système de Gestion Technique du Bâtiment, tant sur les aspects de supervision que sur les fonctions d'exploitation courante.

La formation portera notamment sur :

- La navigation dans la supervision (synoptiques, fonds de plans, alarmes, tendances, calendriers, rapports),
- La gestion des programmations horaires, des calendriers et des consignes,
- Les procédures d'acquittement, de traitement et de suivi des alarmes,
- La lecture et l'exploitation des points de mesure (températures, consommations, états, défauts),
- L'utilisation des outils de suivi énergétique (courbes, indicateurs, dérives),
- Les procédures de sauvegarde et de restauration du système,
- Les bonnes pratiques d'exploitation et de maintenance du système GTB,
- Les principes généraux de fonctionnement des installations pilotées.

La formation sera réalisée sur site, directement sur le système de supervision en conditions réelles d'exploitation.

Elle se déroulera sur une durée minimale de deux demi-journées et devra être adaptée au niveau des utilisateurs (exploitants, mainteneurs).

Le titulaire devra fournir, à l'issue de la formation :

- Un support de formation complet (format numérique),
- Une documentation synthétique d'aide à l'exploitation,
- Les procédures essentielles d'utilisation du système.

Le titulaire devra garantir que les utilisateurs formés ont la capacité d'exploiter le système de manière autonome pour les opérations courantes.

En cas de modification significative du système avant réception, une session complémentaire de formation pourra être demandée sans surcoût.

Localisation :

Sur site, au poste de supervision et dans les locaux techniques concernés.

6.5 - Comptage énergétique et intégration dans la GTB

6.5.1 - Principe général

Le titulaire devra assurer la fourniture, la pose, le raccordement et l'intégration dans la GTB de l'ensemble des dispositifs de comptage électrique nécessaires au suivi des consommations du bâtiment.

Le comptage électrique devra permettre une mesure fiable, continue et exploitable des consommations, conformément aux exigences du décret BACS et aux objectifs de performance énergétique du site.

Les compteurs électriques devront être de type communicant et compatibles avec une intégration dans la GTB via des protocoles ouverts et standardisés (Modbus TCP/RTU, BACnet ou équivalent).

Ils devront être installés de manière à permettre un suivi pertinent des consommations, notamment :

- En tête de bâtiment (comptage général),
- Par usage (CTA, chauffage, éclairage, auxiliaires, etc.),
- Et, le cas échéant, par zone ou sous-ensemble fonctionnel.

Les compteurs devront permettre la remontée des informations suivantes a minima :

- Index d'énergie active (kWh),
- Puissance active instantanée (kW),
- Intensité par phase (A),
- Tension par phase (V),
- Puissance apparente (kVA) et réactive (kvar),
- Facteur de puissance (cos φ),
- Fréquence réseau (Hz),
- États et défauts éventuels du compteur.

Localisation :

Comptage général en tête de bâtiment, TGBT et tableaux divisionnaires, départs par usage et par zone, ailes Nord et Sud, tous niveaux.

6.5.2 - Plan de comptage électrique

6.5.2.1 - Principes généraux

Le titulaire devra définir, fournir, installer, raccorder et intégrer à la GTB l'ensemble des dispositifs de comptage électrique nécessaires au suivi énergétique du bâtiment.

Le plan de comptage devra être conforme au synoptique technique du projet ainsi qu'à la liste de points GTB jointe au présent marché. Il devra permettre une lecture claire, hiérarchisée et exploitable des consommations électriques du bâtiment.

6.5.2.2 - Mesures électriques et performances attendues

Les compteurs électriques mis en œuvre devront permettre la remontée, en temps réel et en continu, des données électriques nécessaires à l'exploitation.

Chaque compteur devra fournir a minima :

- Les tensions (U) par phase et/ou composées,
- Les intensités (I) par phase,
- La puissance active (P),
- La puissance réactive (Q),
- La puissance apparente (S),

- Le facteur de puissance (cos φ),
- La fréquence réseau, le cas échéant.

Ces grandeurs devront être disponibles en valeurs instantanées, avec une fréquence de rafraîchissement compatible avec l'exploitation (quasi-temps réel), et remontées dans la GTB via des protocoles ouverts.
Les compteurs devront également fournir :

- L'énergie active (kWh),
- L'énergie réactive (kvarh),
- Les index par période tarifaire, le cas échéant.

Le système devra permettre l'exploitation simultanée des valeurs instantanées et des index.

Localisation :

Compteurs et centrales de mesure installés dans le TGBT et dans les tableaux divisionnaires du bâtiment

6.5.2.3 - Structuration du plan de comptage

Le plan de comptage devra être structuré de manière à permettre une décomposition des consommations :

- Au niveau du comptage général du site (TIC compteur principal),
- Au niveau du TGBT et des principaux départs électriques,
- Par usage technique (CVC, éclairage, prises, etc.),
- Par zone fonctionnelle (étage, aile).

La sortie de télé-information client (TIC) du compteur principal n'est pas disponible à ce jour ; sa fourniture et sa mise en service font l'objet d'une demande du Maître d'Ouvrage auprès d'ENEDIS. Le titulaire du présent lot aura à sa charge la fourniture et la pose de la passerelle TIC/Modbus, son raccordement à la sortie TIC mise à disposition, ainsi que l'intégration complète des données à la GTB conformément à la liste de points. Le titulaire signalera sans délai au Maître d'Œuvre toute indisponibilité ou impossibilité d'exploitation de la sortie TIC constatée lors des travaux.

Localisation :

Comptage général du site au droit du compteur principal, TGBT et principaux départs, tableaux secondaires d'étage et d'aile.

6.5.2.4 - Comptage par usage

Un comptage dédié devra être mis en place pour les principaux usages énergétiques, incluant notamment :

- Les centrales de traitement d'air (CTA),
- Les pompes à chaleur,
- Les groupes froids,
- Les systèmes de ventilation,
- Les installations de climatisation,
- L'éclairage,
- Les circuits de prises de courant.

Un comptage spécifique devra également être prévu pour :

- Les rideaux d'air chaud,
- Les aérothermes électriques,
- La production d'eau chaude sanitaire, le cas échéant.

En complément, une réservation de comptage devra être prévue pour l'intégration future d'une production photovoltaïque et d'une infrastructure de recharge de véhicules électriques (IRVE)

Localisation :

- Au droit de chaque tableau électrique du bâtiment : TGBT et tableaux divisionnaires d'étage et de zone, ailes Nord et Sud.
- Sur les départs dédiés à chaque usage : centrales de traitement d'air, pompes à chaleur, tour aéroréfrigérante, ventilation, climatisation, éclairage, circuits de prises, rideaux d'air chaud, aérothermes électriques et production d'eau chaude sanitaire le cas échéant.
- Réservations de comptage à prévoir dans les tableaux concernés pour une production photovoltaïque et une infrastructure de recharge de véhicules électriques.

6.5.2.5 - Comptage par zone

Le plan de comptage devra permettre une analyse des consommations par zone fonctionnelle du bâtiment.
À ce titre, le titulaire devra mettre en œuvre un découpage permettant un suivi :

- Par étage,
- Par aile,
- Par tableau secondaire, le cas échéant.

Localisation :
Par étage, du niveau R-3 au niveau R+7, et par aile Nord et Sud, au droit des tableaux secondaires.

6.5.2.6 - Intégration à la GTB

Le titulaire devra garantir que l'ensemble des données de comptage :

- Soit conforme à la liste de points GTB,
- Soit remonté dans la supervision via des protocoles ouverts,
- Soit exploitable directement dans les fonctions de suivi énergétique.

Les données devront permettre :

- Le suivi en temps réel des puissances,
- L'analyse des consommations,
- La détection des dérives énergétiques.

6.5.2.7 - Plan d'exécution et validation

Le titulaire devra proposer, en phase d'exécution, un plan de comptage détaillé précisant :

- Le nombre de compteurs,
- Leur implantation,
- Leur affectation,
- Leur mode de communication.

Ce plan devra être conforme au synoptique et à la liste de points, et devra être soumis à validation de la Maîtrise d'Œuvre.
Toute insuffisance du plan de comptage pourra entraîner une demande de mise en conformité sans surcoût.

6.5.3 - Plan de comptage thermique

6.5.3.1 - Principes généraux

Le titulaire devra assurer l'intégration complète du plan de comptage thermique du bâtiment dans le système de GTB.

Le plan de comptage thermique devra être conforme au synoptique technique du projet ainsi qu'à la liste de points GTB jointe au présent marché.

6.5.3.2 - Comptage thermique existant et compléments à prévoir

Le site dispose de plusieurs compteurs thermiques existants, notamment :

- Un compteur thermique de type SHARKY installé sur le circuit secondaire du réseau de chaleur urbain (RCU),
- Des compteurs thermiques associés aux centrales de traitement d'air (CTA Nord et CTA Sud),
- Un compteur thermique dédié au rideau d'air chaud,
- Un compteur thermique dédié au circuit des pompes à chaleur (PAC),
- Un compteur thermique dédié au circuit radiateurs.

L'ensemble de ces compteurs existants devra être conservé, vérifié et maintenu en bon état de fonctionnement par le lot CVC.

En complément, aucun comptage thermique n'est actuellement présent au niveau de la tour aéroréfrigérante (TAR). Un compteur thermique devra donc être créé à ce niveau, à la charge du lot CVC.

De manière générale, la fourniture, la pose, le raccordement hydraulique et la mise en œuvre des compteurs thermiques (existants et à créer) relèvent du lot CVC.

Le présent lot GTB devra assurer :

- La récupération des données issues des compteurs thermiques via les interfaces de communication disponibles en Modbus RS485
- La configuration des communications,
- L'intégration des données dans les automates et la supervision,
- La cohérence avec la liste de points GTB,
- La mise en service fonctionnelle et la validation des remontées d'informations.

Les compteurs fournis par le lot CVC devront impérativement être communicants, compatibles avec la GTB (protocoles ouverts) et permettre une intégration sans développement spécifique.

L'ensemble des compteurs (existants et à créer) devra être cohérent avec le synoptique et la liste de points GTB, et permettre une lecture détaillée des consommations par usage.

Localisation :

Compteur du circuit secondaire du réseau de chaleur urbain, en sous-station RCU.

Compteurs des centrales de traitement d'air Nord et Sud, du rideau d'air chaud, du circuit des pompes à chaleur et du circuit radiateurs.

Compteur thermique à créer sur la tour aéroréfrigérante, local ventilation

6.5.4 - Comptage eau

Le titulaire devra assurer l'intégration complète du plan de comptage des consommations d'eau dans le système de GTB.

Le bâtiment dispose de compteurs d'eau existants répartis par aile et par niveau. Ces compteurs devront être repris et intégrés dans la GTB.

À ce titre, le titulaire devra prévoir :

- Le raccordement des têtes émettrices d'impulsions existantes sur les compteurs d'eau,

- L'adaptation des interfaces si nécessaire (modules d'entrées impulsionnelles, convertisseurs ou équivalents),
- La configuration des paramètres de comptage (poids de l'impulsion, unités, cohérence des index),
- La remontée des données vers les automates et la supervision GTB,
- La mise en service et la vérification du bon fonctionnement des remontées de données.

Le titulaire devra également assurer l'intégration :

- Du compteur d'eau froide principal,
- Du compteur associé à la tour aéroréfrigérante (TAR), situé dans le local ventilation.

Les données de comptage devront être exploitables dans la GTB et permettre :

- Le suivi des consommations d'eau par zone (aile, niveau),
- L'analyse des usages,
- La détection de dérives ou de consommations anormales.

L'ensemble des données devra être conforme au synoptique et à la liste de points GTB.

Localisation :

Compteurs d'eau existants répartis par aile et par niveau.

Compteur d'eau froide principal et compteur de la tour aéroréfrigérante, local ventilation.

6.6 - Intégration des équipements dans la GTB

Dans le cadre du présent projet de remplacement de la GTB, le titulaire devra assurer la reprise, l'intégration et la mise en cohérence de l'ensemble des équipements techniques existants conservés dans le périmètre des travaux.

À ce titre, le titulaire devra :

- Analyser les équipements existants à interfacer,
- Vérifier leur compatibilité avec la nouvelle GTB,
- Mettre en œuvre les solutions techniques nécessaires à leur intégration (interfaces, passerelles, adaptation de signaux),
- Garantir la remontée complète des informations vers la supervision,
- Assurer le pilotage cohérent des équipements dans le respect des stratégies définies.

6.6.1 - Climatisations existantes

Le titulaire devra assurer la reprise et l'intégration des systèmes de climatisation existants dans la nouvelle GTB.

L'intégration devra permettre, a minima :

- La commande marche / arrêt des équipements,
- La remontée des états de fonctionnement,

En complément, lorsque techniquement possible :

- La remontée des défauts,
- La remontée des températures disponibles,
- La visualisation dans la supervision.

L'intégration devra être réalisée en priorité via les interfaces existantes (bus de communication, entrées de commande ou équivalent) et selon les prescriptions des fabricants et des dispositifs de sécurité existants. En

cas d'impossibilité, le titulaire devra prévoir les interfaces nécessaires, sous réserve de validation par la Maîtrise d'Œuvre.

Les équipements ne devront pas être pilotés par coupure directe de leur alimentation électrique via contacteur. Le titulaire devra respecter les logiques de fonctionnement constructeur afin de garantir la pérennité des installations.

Localisation :

Ensemble des systèmes de climatisation existants conservés dans le périmètre des travaux, notamment salle informatique et zone climatisée.

6.6.2 - Aérothermes électriques et Rideaux d'air chaud électriques existants

Le titulaire devra assurer la reprise et l'intégration des aérothermes électriques existants dans la nouvelle GTB.

L'intégration devra permettre, a minima :

- La commande marche / arrêt des équipements,
- La remontée des états de fonctionnement,
- La remontée des défauts (thermiques ou de sécurité),

L'intégration devra être réalisée en priorité via les interfaces existantes (contacts secs, entrées de commande ou équivalent).

Les équipements ne devront pas être pilotés par coupure directe de leur alimentation électrique via contacteur. Le titulaire devra respecter les logiques de fonctionnement existantes afin de garantir la sécurité et la pérennité des installations.

Localisation :

Aérothermes électriques et rideaux d'air chaud existants du rez-de-chaussée, halls et sas d'entrée.

6.6.3 - Déstratificateurs existants

Le titulaire devra assurer la reprise et l'intégration des déstratificateurs existants du rez-de-chaussée dans la nouvelle GTB.

L'intégration devra permettre:

- La commande marche / arrêt des équipements,
- La remontée des états de fonctionnement,
- La remontée des défauts le cas échéant,

Le pilotage pourra être réalisé par l'intermédiaire de contacteurs, sous réserve de respecter les règles de l'art et les contraintes électriques des équipements.

Le fonctionnement des déstratificateurs devra être asservi aux conditions thermiques du bâtiment, notamment :

- En fonction de la température ambiante,
- Et/ou d'un écart de température entre zones haute et basse.

Localisation :

Déstratificateurs existants des locaux du rez-de-chaussée.

6.6.4 - Fourniture, pose et intégration des capteurs de température dans la GTB

Le titulaire devra assurer la fourniture, la pose, le raccordement et l'intégration dans la GTB de l'ensemble des capteurs et sondes de température nécessaires au bon fonctionnement des installations techniques et à la régulation du bâtiment.

À ce titre, le titulaire devra prévoir la mise en œuvre des sondes de température suivantes :

- Une sonde de température en partie haute des locaux du rez-de-chaussée, destinée au pilotage des déstratificateurs,
- Une sonde de température dans la zone des aérothermes,
- Une sonde de température au niveau du sas d'entrée,
- Une sonde de température dans la zone climatisée,
- Une sonde de température dédiée à la salle informatique.

Les sondes devront être implantées de manière à garantir une mesure représentative des conditions réelles, en évitant les influences directes des sources de chaleur, des flux d'air et des apports solaires.

Le titulaire devra proposer les emplacements des capteurs en phase d'exécution pour validation par la Maîtrise d'Œuvre.

Les capteurs devront permettre:

- Une remontée fiable et continue des mesures vers la GTB,
- Leur exploitation dans les fonctions de régulation,
- Leur visualisation dans la supervision,
- Leur historisation pour le suivi énergétique et la détection de dérives.

Le titulaire devra garantir la cohérence globale des mesures afin d'assurer une régulation stable, performante et adaptée aux usages du bâtiment.

Localisation :

Partie haute des locaux du rez-de-chaussée, zone des aérothermes, sas d'entrée, zone climatisée et salle informatique.

6.6.5 - Intégration des caissons de ventilation sanitaires

Le titulaire devra assurer l'intégration dans la GTB des caissons de ventilation liés aux installations sanitaires.

L'intégration devra permettre:

- La commande marche / arrêt,
- La remontée des états de fonctionnement,
- La remontée des défauts (thermiques, ventilateur, etc.),
- La visualisation des informations dans la supervision GTB.

Le présent lot (GTB / Électricité) devra assurer :

- La fourniture et la mise en œuvre des liaisons de commande et de remontée d'informations,
- Le tirage des câbles entre les équipements GTB et les caissons de ventilation,
- Le raccordement côté armoire GTB et/ou automate,
- L'intégration des points dans la GTB et la supervision.

Le lot CVC devra assurer :

- Le raccordement des câbles sur les équipements de ventilation (borniers des caissons),
- La mise à disposition des informations nécessaires (schémas, borniers, signaux disponibles),
- La compatibilité des équipements avec une commande et une remontée d'informations vers la GTB.

6.7 - Électricités CFO/CFA

6.7.1 - Consignation des réseaux

Le titulaire du présent marché devra réaliser la reconnaissance, l'identification des circuits et la (dé)consignation des réseaux pour l'ensemble des corps d'état.

Ces opérations seront effectuées par une personne habilitée avec la mise en place obligatoire de cadenas de consignation.

Un PV de consignation sera à remettre à la Maîtrise d'Œuvre.

Localisation :

Ensemble des installations touchées par les travaux

6.7.2 - Dépose/repose des installations électriques en façade

Les réseaux et équipements électriques (courants forts et faibles) présent en façade seront à déposer avant la réalisation de l'isolation et à reposer après les travaux.

Les sujétions telles que les boites de dérivations, fixations, rallonges, … font partie de la prestation.

Les équipements devront être alimentés provisoirement sans gêner le public.

Liste non exhaustive des équipements repérés en façade :

- Caméra de vidéo surveillance,
- Circulation de câble courant faible,
- Sonde extérieur.

Localisation:

Ensemble des équipements touchés par les travaux

6.7.3 - Dépose des installations électriques remplacées

- Dépose et évacuation des éléments remplacées ;
- Compris canalisations associées.

Localisation:

Ensemble des équipements touchés par les travaux

6.7.4 - Alimentations spécifiques

L'entreprise titulaire du lot devra la fourniture, pose et raccordement des alimentations spécifiques pour les équipements suivants :

- CTA local ventilation
- TD en toiture (alimentation CTA)
- Caisson de ventilation du local peinture

CTA local ventilation

L'entreprise devra la vérification du dimensionnement et de l'état de l'alimentation existante de la CTA. Dans le cas où cette alimentation présente un quelconque défaut, le titulaire du lot devra la fourniture, la pose et le raccordement depuis le TGBT d'une alimentation, en câble U1000R2V de section adaptée laissée en attente près de l'équipement de ventilation y compris protection mécanique.

Pour le cheminement, l'entreprise réutilisera le cheminement existant sur chemin de câble et fourreaux. Si les fourreaux sont abîmés, elle prévoira leur remplacement.

L'entreprise vérifiera également le dimensionnement et l'état du disjoncteur de protection des alimentation CTA. Dans le cas où la protection présente des défauts de déclenchement ou d'un calibre pas adapté, le titulaire du présent lot devra son remplacement par une protection adapté au circuit, triphasé et de courbe C. L'entreprise veillera à bien respecter les Icc du site.

TD en toiture (alimentation CTA)

Le titulaire du présent lot devra une alimentation triphasée en câble U1000 R2V 5G6 mm² sous protection mécanique issue du TGBT pour l'alimentation des TD situé dans l'édicule ascenseur en toiture, permettant l'alimentation des équipements CVC.

L'ensemble de TD et équipements de protection et alimentation sera à la charge du lot CVC.

Caisson de ventilation du local peinture

Le titulaire du présent lot devra une alimentation monophasée sous protection mécanique issue du TD de zone le plus proche en câble CR1 3G2.5mm² pour la protection du caisson de ventilation situé dans le local peinture au R-3.

Localisation :

Ensemble des équipements dans la zone travaux

6.7.5 - Baie de brassage GTB

Prestation à réaliser

Dans le cadre de la mise en place des répartiteurs d'étage, le titulaire devra assurer la fourniture, la livraison et l'installation des baies de brassage.

Ces baies seront implantées dans les locaux de sous-répartition (SR) informatique de chaque étage. Elles accueilleront les équipements de répartition IP de l'étage concerné ainsi que, le cas échéant, ceux des étages adjacents ne disposant pas de local SR dédié. Leur dimensionnement devra permettre l'intégration de l'ensemble des équipements prévus et les réserves nécessaires aux évolutions futures de l'installation.

Baie de brassage

La baie sera composée d'une armoire 19" de format 600 x 600 mm sur 42U, métalliques avec kit de mise à la terre.

La baie devra supporter 30 % de câblage en plus.

La baie recevra des ensembles modulaires permettant la connexion des différents équipements GTB.

Il sera prévu un bandeau de PC avec protection à monter sur la baie.

Des goulottes PVC à peigne seront prévues afin d'organiser le câblage interne. De même, des anneaux et panneaux guides cordons de 1 U, des anneaux latéraux double compartiments et horizontaux diviseurs de flux seront prévus (tous les 2 U).

La baie sera munie de portes en verre verrouillables.

Cette baie recevra:

- Le panneau de répartition IP,
- Le panneau passe-câble,
- Le bandeau de PC,

Répartiteur IP

Le répartiteur IP au format 19" sera en rangée (sur 1 U) de 24 prises. Il sera prévue l'installation d'un répartiteur par aile de chaque étage du bâtiment. La mise à la masse des connecteurs RJ45 sur le châssis sera automatiquement réalisée lors du clipsage des noyaux. Le panneau sera à face avant décaissée afin de laisser de la place pour le brassage. Les panneaux seront livrés avec un système arrière de maintien et de gestion de câbles. Un panneau guide-cordons de 1U sera prévu toutes les 2U de prises RJ 45.

Cordons de brassage

Les cordons de brassage informatique disposeront des caractéristiques suivantes :

- De marque identique aux composants du câblage capillaire,
- Être conformes en performance à l'EIA/TIA 568B.2-10 (le constructeur devra fournir des certificats provenant d'un laboratoire de contrôle indépendant ETL ou équivalent), le certificat devra mentionner la conformité aux normes ISO IEC, EIA/TIA et NFEN,
- Cordons blindés U/FTP de catégorie 6A - 500 Mhz, impédance 100 Ohms, compatible IEEE 802.3at,

Le brassage s'effectue au niveau des répartiteurs. Il permet de réaliser les différentes topologiques des réseaux à mettre en œuvre. Le titulaire du présent lot doit la fourniture de l'ensemble des cordons de brassage.

Mise à la terre

Un conducteur sera apporté par le titulaire du présent lot jusqu'à la baie informatique.

Les répartiteurs et les autres structures métalliques seront reliés à ce conducteur. Toutes les terres seront interconnectées.

Les écrans des câbles seront connectés à leurs 2 extrémités.

Localisation :

Locaux sous-répartiteur informatique

6.7.6 - Percements, calfeutrements, traversées

L'entreprise titulaire du présent lot devra :

- Les Obturateurs de finitions et sorties de câbles
- Les percements, scellements et traversées
- Le Calfeutrement et rebouchage pour assurer la perméabilité à l'air

Obturateur de finition et sortie de câble

Le titulaire du lot devra la mise en place d'obturateurs (de la même gamme que l'appareillage) sur les anciens emplacements de commandes d'éclairage, sortie de câbles des luminaires, prises, etc...
Les obturateurs seront solidement fixés (fixation à vis obligatoire) à la paroi.
Ces obturateurs seront de type LEGRAND DOOXIE avec plaque de finition ou techniquement équivalent.

Perméabilité à l'air

L'entreprise devra comme stipulé au CCTP, les calfeutrements et les rebouchages de tous les éléments susceptibles de créer des infiltrations lors de la réalisation de ces travaux :

- Étancher les fourreaux de sorties de dalle ou de cloison du bâtiment.
- Bouchon type Arnould retirable pour ré-aiguiller la canalisation sur le jeu subsistant entre le conduit et les conducteurs.
- Boîtier d'encastrement adapté.

L'entreprise est tenue de l'étanchéité de ses ouvrages.

Percements - Scellement - traversées

- Tous les trous, percements, scellements, tampons, taquets, garnissages et calfeutrements nécessaires à la mise en place ou à l'exén.
- Reboucher les percements en cloison au niveau des sorties de canalisations.
- Joint polymérisant sur le jeu éventuel subsistant entre le conduit et la strucution des différents ouvrages seront effectués par l'entrepreneur du présent lot.

Aucun percement ne devra affaiblir les éléments de construction.

Les traversées de cloisons, murs, dalles seront protégées par des fourreaux en plastique rigide d'un diamètre approprié dus par l'entrepreneur du présent lot.

Localisation :
Ensemble de la zone travaux

6.8 - Documents d'Exécution / Réception

6.8.1 - Opération préalable à la réception

Selon CCTC.

6.8.2 - DOE - DIUO

Selon CCTC.

6.8.3 - Délai de reprise

Selon CCTC.

6.8.4 - Réception des ouvrages

Selon CCTC.