



NANTES UNIVERSITÉ

**1, QUAI DE TOURVILLE
44035 NANTES CEDEX 01**

**REMPLACEMENT, OPTIMISATION ÉNERGÉTIQUE ET MISE AUX
NORMES DES SYSTÈMES DE VENTILATION DÉFECTUEUX**

IUT DE NANTES - CAMPUS DE LA FLEURIAYE

2, AVENUE DU PROFESSEUR JEAN ROUXEL - CARQUEFOU



INGENIERIE



**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES
(Lot unique)**

TABLE DES MATIÈRES

1. PREAMBULE	5
1.1. Contexte et définition de l'opération	5
1.2. Direction du projet	5
1.3. Périmètre géographique	5
1.4. Classement ERP du bâtiment	6
1.5. Périmètre technique	6
1.6. Domaines hors du périmètre	6
1.7. Objectifs	7
1.8. Contraintes liées au projet	7
1.9. Préparation des travaux	7
1.10. Prestations à réaliser	8
2. NORMES ET REGLEMENTATIONS	9
3. SPECIFICATIONS GENERALES	10
3.1. Réseaux et télécommunications	10
3.2. Unités d'automatisme	10
3.3. BACnet	11
3.4. Câblage électrique	11
3.5. Coffrets ou armoires électrique	12
3.6. Capteurs/actionneurs	12
3.7. Documentation	13
3.8. Organisation des opérations de réception	13
4. SPECIFICATIONS PARTICULIÈRES	15
4.1. Manutention, levage et mise en place des centrales de traitement d'air	15
4.2. Adaptation des socles et supports des centrales de traitement d'air	16
4.3. Centrale de traitement d'air GMP / FCA / SGM	17
4.4. Centrale de traitement d'air Ponçage	18
4.5. Pompes et vannes 3 voies	20
4.6. Registres motorisés	21

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date d'émission	Créé/modifié par	Modifications
0	27/05/2026	Romain BRADU	Rapport préliminaire provisoire
1	05/06/2026	Vincent CORDIER	Correction suite mail du 5/06/2026

Note importante :

Les études, plans et documents descriptifs sont spécifiques à l'affaire en objet. Toute utilisation, reproduction, adaptation des documents pour d'autres réalisations sont soumises à l'accord préalable des BET RTI et YAC INGENIERIE

1. PREAMBULE

1.1. Contexte et définition de l'opération

L'IUT de Nantes se situe sur le Campus de la Fleuriaye à CARQUEFOU. Construit en deux phases (1998 et 2005) sur 21 409 m², il héberge les départements GMP, GEII, SGM, QLIO, MT2E, un hall/forum et un restaurant universitaire ainsi que l'IFOCA. Le site peut recevoir au total 1 420 personnes.

1.2. Direction du projet

Maîtrise d'ouvrage : M. Philippe CASU - Responsable Service Maintenance et Logistique

Maîtrise d'œuvre : RTI/YAC INGENIERIE - M. Vincent CORDIER - Ingénieur Automatismes-GTB

1.3. Périmètre géographique

Le périmètre géographique du projet comprend le bâtiment principal, la chaufferie et le bâtiment IFOCA. Les bâtiments sont sectorisés en différentes zones indiquées dans les noms des locaux sur les plans architecturaux et que nous proposons d'utiliser comme base pour la codification des systèmes et sous-systèmes techniques.

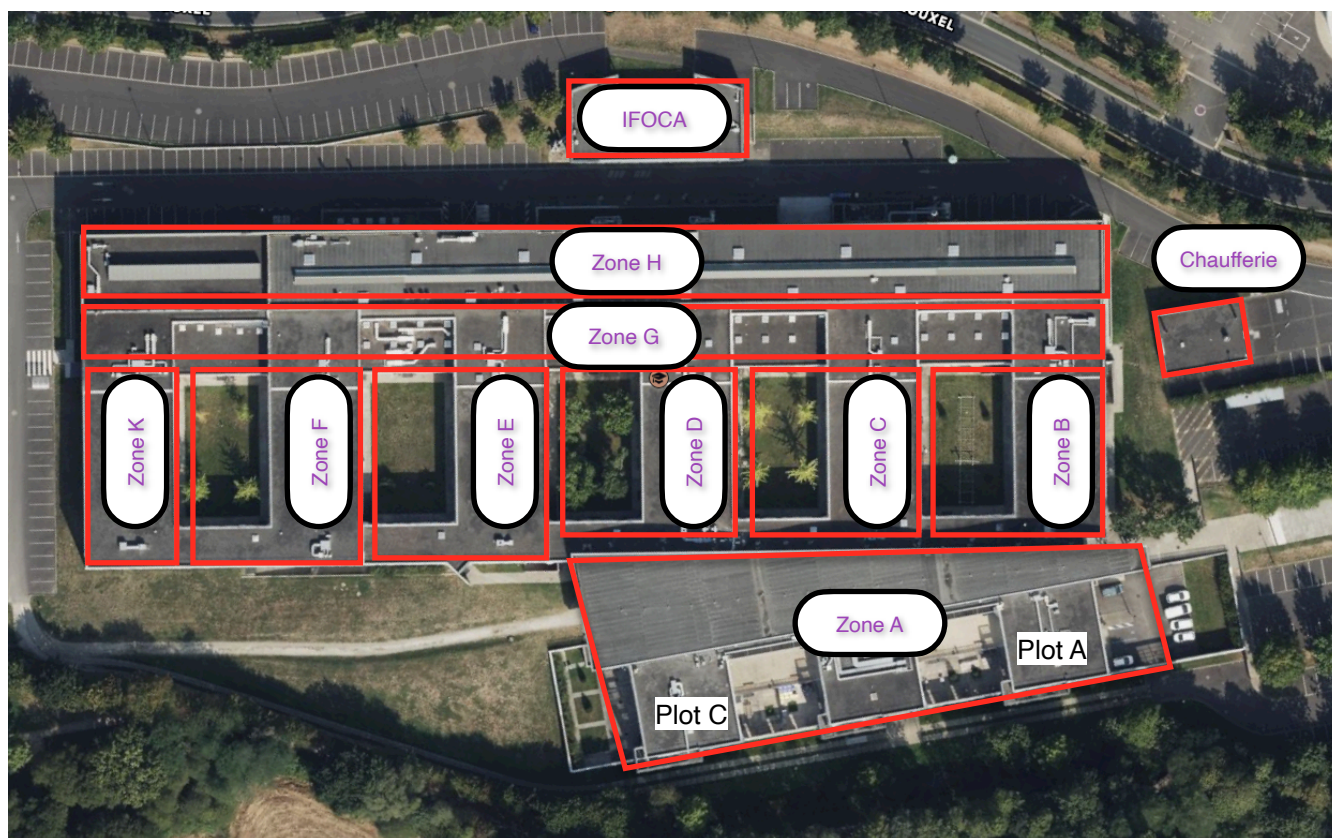


Figure 1.3.1 : Plan de masse et zones

1.4. Classement ERP du bâtiment

Le bâtiment est classé en 2^{ème} catégorie type R, N, L.

1.5. Périmètre technique

Le périmètre technique est constitué exclusivement des CTA suivantes :

- CTA SGM située en toiture de la zone E,
- CTA FCA située en toiture de la zone D,
- CTA GMP située en toiture de la zone C,
- CTA Ponçage située en toiture de la zone H.



Figure 1.5.1 : Implantation des CTA

1.6. Domaines hors du périmètre

Les domaines ci-dessous ne sont pas pris en compte par le présent audit :

- les systèmes de sécurité incendie,
- Les systèmes de sûreté/sécurité,
- Tout autre système non explicitement décrit dans le présent document.

1.7. Objectifs

Les objectifs du présent document sont les suivants :

- Remplacer les CTA GMP, FCA et SGM par des CTA double flux communicantes et la CTA ponçage par une CTA simple flux communicante et un extracteur asservis,
- Optimiser les consommations d'énergie,
- Intégrer ces équipements à la supervision PANORAMA existante (la prestation d'intégration est hors du présent lot).

1.8. Contraintes liées au projet

Les CTA sont situées en toiture terrasse du site. Un grutage des nouvelles CTA sera nécessaire. Le marché étant un lot unique, il n'y aura pas de mission spécifique CSPS. Quoiqu'il en soit, le titulaire devra se conformer au Plan de Prévention de l'établissement. Il devra également rédiger son propre PPSPS¹ et le soumettre à la validation de la Maîtrise d'ouvrage.

Toutes les mesures devront être prise par le titulaire afin d'assurer la sécurité des personnes, qu'il s'agisse de son propre personnel ou des usagers du site. Dans le cas où les conditions de sécurité ne seraient pas réunies, il serait de sa responsabilité de stopper sans délai les opérations, de sécuriser l'environnement et d'en informer immédiatement la Maîtrise d'ouvrage et la Maîtrise d'œuvre afin d'élaborer collectivement les mesures palliatives.

La Maîtrise d'ouvrage mettra à disposition les sanitaires. Si l'entreprise a des besoins pour des vestiaires ou réfectoires, elle devra prévoir des espaces mobiles adaptés et en assumer la charge.

Le présent lot est un lot unique, en conséquence de quoi, toutes les prestations nécessaires au déroulement des travaux et au bon fonctionnement final des installations, hors spécifications contraires clairement énoncées dans le présent document, sont à prévoir par le titulaire.

En outre, ce dernier devra la protection de ces ouvrages jusqu'à leur livraison à la Maîtrise d'ouvrage et également la protection des locaux (revêtements de sol, revêtements muraux, équipements techniques...) dans le périmètre des travaux. Seule la protection des mobiliers restera à la charge de la Maîtrise d'ouvrage. En cas de dégradation (peintures, plâtreries, menuiseries, carrelages, vitrages...), le titulaire aura à sa charge les remises en ordre nécessaires.

1.9. Préparation des travaux

Une période de préparation de travaux d'un mois au début de l'opération devra permettre la mise au point de l'ensemble du dossier d'exécution à la charge du présent lot. Aucune intervention ne pourra être démarrée sans un accord préalable de la Maîtrise d'œuvre sur les documents d'exécution. Le titulaire du présent lot devra au minimum transmettre les documents suivants :

- Un Plan Particulier de Sécurité et Protection de la Santé (PPSPS) mentionné plus haut,
- Un détail des temps d'interventions, d'approvisionnements... afin de permettre à la Maîtrise d'œuvre de mettre au point un planning général,
- Les plans et schémas de câblage des armoires et coffrets touchés par les travaux,
- Les plans et schémas des autres prestations,
- Les notes de calcul des pertes de charge réseaux,

Et plus spécifiquement pour la partie automatisme :

¹ PPSPS : Le plan particulier de sécurité et de protection de la santé (PPSPS) est un document qui contribue à prévenir les risques sur les opérations de bâtiment et de génie civil.

- Les documents de certification du protocole de communication (PICS BACNet),
- La liste des objets de communication détaillée (EDE BACNet),
- Les Analyses Fonctionnelles Détaillées des automatismes embarqués par équipement,
- Un document de matrice de flux permettant à la DSI d'assurer la configuration du réseau

L'ensemble de ces documents devra être transmis au fil de la période de préparation et au plus tard une semaine avant le démarrage des travaux.

1.10. Prestations à réaliser

Les prestations suivantes sont à la charge du présent lot :

- Extension du réseau VDI pour intégration des équipements communicants sur un VLAN dédié administré par la DSI depuis les sous-répartiteurs les plus proches,
- Adaptation des socles CTA si nécessaire,
- Remplacement des CTA en toiture,
- Adaptation des alimentations électriques,
- Prévoir le raccordement d'un futur arrêt d'urgence ventilation,
- Adaptations et compléments nécessaire à la mise en oeuvre des fonctions de régulation.

2. NORMES ET REGLEMENTATIONS

Toutes les normes et réglementations en vigueur auxquelles les travaux du présent projet sont assujettis devront être respectées. La liste exhaustive n'en est pas établie ici, les candidats étant réputés sachant dans leurs domaines d'expertise. Nous insistons cependant sur l'obligation d'application des textes référencés ci-dessous :

- Le code de la construction et de l'habitation (CCH),
- Le code du travail,
- La réglementation ERP applicable,
- Le Règlement Sanitaire Départemental de Loire Atlantique,
- Les décrets 2020-887, 2023-259 ainsi que l'arrêté TREL2232681A du 7/04/2023,
- La norme NF EN 16798 - Ventilation des bâtiments
- La norme NF EN 13053 - Centrales de Traitement d'Air - Classification et performance
- La norme NF EN 1886 - Centrales de traitement d'air - Performances mécaniques
- La norme NF EN 12599 - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation
- La norme NF EN ISO 52120² relative à la performance énergétique induite par les systèmes d'automatisation tendant vers la classe B,
- La norme NF EN ISO 16484 - Systèmes d'automatisation et de gestion technique du bâtiment (BACS), et en particulier la partie 5 relative au protocole de communication BACNet,
- La norme NF C15-100 - Installations électriques à basse tension

Dans tous les cas, aucune prestation d'exécution ne devra être démarrée sans le visa préalable du Bureau de Contrôle Technique, dans le cadre de sa mission, sur les documents d'exécution produits par l'entreprise titulaire. De la même manière, l'aval de la Maîtrise d'ouvrage devra être obtenu quant à la conformité des prestations aux textes mentionnés ci-dessus.

Aucune dérogation à ces éléments ne sera tolérée sans un accord préalable écrit de la part de la Maîtrise d'ouvrage.

² NF EN ISO 52120 (ancienne 15232) : norme sur l'impact des systèmes d'automatismes sur la performance énergétique permettant la comparaison des systèmes (par exemple existant et projeté) et la manière dont ils vont agir sur la consommation par les fonctions de pilotages et plus généralement les algorithmes implémentés.

3. SPECIFICATIONS GENERALES

3.1. Réseaux et télécommunications

Réseau de Niveau Gestion (RNG)

Les nouvelles CTA seront impérativement communicantes en IP. Elles seront raccordées via un réseau Ethernet 100/1000 base TX (catégorie 6a). Le réseau sera déployé en topologie étoile classique depuis les sous répartiteurs les plus proches. L'ensemble du réseau est à prévoir (câblage, connecteurs, accessoires, équipements de baies (bandeaux, noyaux), cordons de raccordement...), y compris commissioning (recettes), paramétrage et mise en service (coté CTA). La configuration globale du réseau et en particulier des commutateurs mangeables restera à la charge de la DSI.

Réseau de Niveau Automatisation et Terrain (RNA et RNT)

Les réseaux RNA³ et RNT⁴ permettent les échanges entre équipements de terrain et/ou entre les automates. S'il y a lieu, de tels réseaux peuvent être déployés, mais seulement entre automates de CTA et la couche basse, ceux-ci assurant le rôle de frontaux vis-à-vis des organes de terrain. Ces réseaux pourront être en IP (BACnet) ou RS485 (BACnet ou KNX). Les protocoles de communication LON et Modbus seront proscrits.

3.2. Unités d'automatisme

L'architecture d'automatisme du site sera transmise en format ouvert. Il sera à la charge de l'entreprise au début du projet, pendant la phase de préparation de travaux, de la compléter et de la faire valider par la maîtrise d'oeuvre.

D'une manière générale, toute technologie propriétaire sera proscrite, sauf accord expressément donné par la maîtrise d'oeuvre par écrit.

Une architecture type « automatisme embarqué » sera privilégiée. L'analyse fonctionnelle sera donc celle du constructeur des CTA. Il reviendra cependant au titulaire du présent lot de s'assurer que ces principes de fonctionnement seront en adéquation avec les besoins de la maîtrise d'ouvrage. D'autre part, il sera imposé un principe de fonctionnement unique pour toutes les CTA.

Les borniers communicants pourront être acceptés uniquement dans la mesure où une perte de communication avec le matériel actif du réseau (commutateur administrable, cœur de réseau...) n'a pas d'incidence sur le pilotage des processus. Ils seront donc envisageables pour la remontée d'informations d'états ou de mesures non critiques (non utilisées dans une boucle de régulation ou ne générant pas d'alarme de priorité 1 et 4 suivant la directive jointe en annexe). Dans le cas contraire, ils devront être reliés directement en IP sur un automate du RNG (topologie en guirlande), sans passer par un sous répartiteur intermédiaire, ou échanger les informations via un bus de communication de type BACnet/MSTP. Seuls les protocoles de communication standards suivants seront autorisés : BACnet (IP ou MSTP), KNX. Toute perte de communication avec un bornier devra délivrer une alarme qui sera remontée aux IHM. Dans le cas d'équipements piloté par bornier communicant sur programme horaire, les objets « SCHEDULE » seront impérativement hébergés par le dit bornier communicant.

Quelle que soit l'architecture, toute perte de communication (bus ou réseau IP) d'une unité d'automatisme devra occasionner le déclenchement d'une alarme de priorité 4 ou 8 suivant les cas.

Le commissionnement, la configuration, la mise en service, la programmation, la création des objets BACnet, leur configuration (mapping ou binding) ou toute action de développement à mener sur les équipements de communication sont à la charge du prestataire.

Un schéma électrique complet, **y compris câblage existant**, devra être transmis pour chaque armoire ou coffret d'automatisme au format pdf ainsi que le fichier source du logiciel utilisé. Si les installations existantes ne disposent pas de schéma, le titulaire prévoira tous les relevés nécessaires à l'établissement des schémas informatisés, avec mise en place d'un exemplaire papier localement et transmission d'une version pdf ainsi que les fichiers sources à la Maîtrise d'ouvrage.

³ RNA : Réseau de Niveau Automatismes. La plupart des fonctions d'automatismes en temps réel sont opérées à ce niveau. Les dispositifs sont des produits d'automation ou de communication autonomes, répartis dans le bâtiment en fonction des besoins.

⁴ RNT : Réseau de Niveau Terrain. Recouvre les dispositifs, y compris les capteurs et actionneurs qui permettent la connexion physique des équipements techniques du bâtiment. En principe, les produits de ce niveau sont de faible complexité. Ils peuvent néanmoins assurer des fonctions de sécurité et de commande locale. Les terminaux locaux d'entretien sont destinés à s'interfacer avec ces dispositifs.

3.3. BACnet

Les équipements BACNet devront respecter les principes ci-dessus :

- Tous les équipements BACnet mis en œuvre dans le cadre du projet devront disposer de PICS⁵ BTL⁶ et intégrer les BIBBs⁷ suivants : DS-RPM/WPM/COVM-A/B, AE-ACK-A/B, AE-N/INFO- B, SCHED-I/E-A/B, DM-DDB/DOB/TS-A/B, T-AMVR-A/B.
- Tout IHM locale (écran tactile, interface web...) sera prioritaire sur la supervision générale, car plus proche du terrain. A cette fin, il sera déployé les fonctionnalités dédiées à cet usage dans le cadre de BACnet, à savoir les Priority_Array.
- Toutes les variables nécessitant une historisation sur les IHM seront traitées localement (dans le frontal de communication) au travers des objets TRENDLOG. Ces objets assureront la fonction de tampon mémoire en cas de perte de communication. Au retour de la communication, les objets TRENDLOG seront dépilés par la supervision.

Cas particulier des programmes horaires

Tous les équipements générant directement ou indirectement une consommation d'énergie, liés au CVC ou, le cas échéant, à l'éclairage, devront être associés à un programme horaire. Dans un souci d'homogénéité des interfaces et représentations, tous les programmes horaires devront s'appuyer sur un objet BACnet de type « Schedule ». Pour les équipements pilotés par des dispositifs de terrain non BACnet, un objet « Schedule » sera implémenté dans un autre dispositif BACnet et sera lié à ou aux variables *ad hoc* du dispositif de terrain *via* le protocole et les dispositions à convenir au cas par cas. Pour ces configurations, une alarme spécifique sera prévue en cas de perte de communication.

Dans tous les cas, chaque équipement concerné devra disposer d'une programmation hebdomadaire permettant de fixer des périodes d'occupation et d'inoccupation. Ils devront également, par le même programme horaire ou par un programme distinct si nécessaire, pouvoir disposer d'une programmation dite de « vacances » permettant de positionner un fonctionnement spécifique (hors gel par exemple).

Pour un site donné, afin de faciliter les opérations d'exploitation, il devra être possible d'appliquer des périodes de fonctionnement communes à tous les équipements, que ce soit pour les périodes hebdomadaires ou les périodes de vacances. Quoiqu'il en soit, chaque équipement devra pouvoir être « surchargé » (désolidarisé du cas général) afin de pouvoir lui appliquer un fonctionnement spécifique. A cette fin, il sera vivement conseillé d'utiliser la notion « d'exception » des objets « Schedule ». Le principe général, pour un site donné, devra être le suivant :

- (1) Paramétrage des périodes hebdomadaires types
- (2) Paramétrage des périodes de vacances types
- (3) Application des périodes type aux équipements et réglages des variables en fonction de ces périodes
- (4) « Surcharge » des équipements spécifiques en dérogeant aux périodes types par application d'exceptions.

Les programmes horaires seront obligatoirement des objets BACNet de type SCHEDULE implantés dans chaque automate de CTA.

3.4. Câblage électrique

- Le câblage devra être approprié à l'usage, la réglementation CEM, les préconisations constructeurs, les spécifications techniques : HO7, RO2V, SYT, LIYCY...
- Les liaisons basse tension (inférieure à 220 V) utiliseront au minimum des câbles écrantés.
- Les liaisons par paires torsadées (TP) utiliseront au minimum des câbles SF/TP.

⁵ PICS : Protocole Implementation Conformance Statement. Document listant les compatibilités BACnet d'un équipement (types d'objets, propriétés, services...). Les PICS BTL (BACnet Testing Laboratory) sont établis par un organisme certifié indépendant.

⁶ BTL : BACnet Testing Laboratories. laboratoires certifiés pour établir les documents PICS de conformité à BACnet. Seule la certification BTL assure de la compatibilité à BACnet.

⁷ BIBB : BACnet Interoperability Buiding Block, sous-ensemble de services BACnet supportés par un équipement. Permet de spécifier le niveau d'intégration du protocole BACnet en fonction de l'objectif d'utilisation.

- Les liaisons variateur/moteur utiliseront au minimum des câbles blindés 2XSL.
- Les liaisons multi-paires seront impérativement continue entre deux armoires/coffrets avec carnet de câble (pas de boîte de dérivation).
- Les câbles installés en extérieure devront l'être au travers des canalisations spécifiques anti-UV : chemin de câbles capotés, fourreaux, tube IRL, conduits adaptés...
- Les percements abandonnés après des déposes devront être obturés par des dispositifs appropriés. Cette assertion s'entend pour toutes les parois, quelle que soit leur nature.
- Toutes les liaisons abandonnées devront être déposées sauf spécification contraire dans le présent document ou accord préalable avec la Maîtrise d'ouvrage. Pour le cas des liaisons déjà abandonnées antérieurement au projet, uniquement dans le domaine du CVC et à l'intérieur d'un même volume, le titulaire aura également à sa charge sa dépose.

3.5. Coffrets ou armoires électrique

- Les coffrets et armoires ne seront pas systématiquement remplacés, mais adaptés. Les organes non conformes ou obsolètes seront supprimés ou remplacés dans le cadre du présent lot. Si un coffret ou une armoire est globalement (enveloppe comprise) trop vieillissant et/ou présente des risques pour les personnes ou des difficultés pour la maintenance, le titulaire le signalera à la Maîtrise d'ouvrage qui pourra décider d'un remplacement sur devis.
- Toute prestation de câblage sur une armoire ou un coffret devra faire l'objet d'une validation de schéma de la Maîtrise d'ouvrage ainsi que du Bureau de Contrôle Technique avant réalisation.
- Tout dispositif devra être mis en œuvre en coffret ou armoire fermant à clé. Le remplacement ou remise en état de la serrure sera à la charge du titulaire.
- L'installation de sectionneurs sur porte interdisant l'ouverture d'enveloppe sans coupure générale d'alimentation sera proscrite (ces configurations existantes seront conservées).
- La pénétration des câbles se fera par le bas et de préférence par des passes-câbles « balais ». En ambiance humide, les presses-étoupes s'imposeront. Les configurations existantes seront conservées.
- Les armoires et coffrets seront munies de porte-documents adaptés pour les schémas et documentation éventuelle. Ils seront ajoutés aux enveloppes qui en sont dépourvues.
- Les percements abandonnés après des déposes devront être obturés par des dispositifs appropriés. Cette assertion s'entend pour les enveloppes, quelle que soit leur nature.
- Le câblage intérieur sera réalisé dans des goulottes adaptées avec couvercles sauf dérogation de la Maîtrise d'ouvrage.
- L'ensemble de l'installation, à l'intérieur comme à l'extérieur de l'enveloppe, devra être étiqueté, repéré à l'aide d'étiquette gravée. Les étiquettes seront installées sur les éléments fixes (pas sur les couvercles de goulotte par exemple).
- Une armoire ou coffret neuf devra disposer d'au moins 30% d'espace libre.
- Une armoire ou coffret réutilisé devra disposer d'au moins 10% d'espace libre.
- L'installation sur le coté intérieur des portes des armoires et coffret sera proscrite, même sur des armoires existantes conservées, sauf dérogation exceptionnelle. Si tel était le cas sur une armoire sur laquelle il est prévu des prestations, elle sera remplacée par une armoire de taille adaptée ou, adjoind d'un coffret annexe.

3.6. Capteurs/actionneurs

Les capteurs et actionneurs existants sont réputés fonctionnels. Il sera demandé au titulaire de faire le point pendant la période de préparation des travaux et d'établir et transmettre la liste d'éventuels désordres à la Maîtrise d'ouvrage qui se chargera des opérations de maintenance curatives. Tout dysfonctionnement signalé après la période de préparation sera à la charge du titulaire. Quoiqu'il en soit, tous les capteurs de température, même fonctionnels, devront être remplacés dans le cadre des travaux afin de s'affranchir d'éventuels problèmes de compatibilité ou d'étalonnage. Ils seront adaptés à leur utilisation : sonde installée dans des doigts de gant (créés par le titulaire en cas d'absence), sonde applique pour les canalisations de diamètre inférieure à 26/34, sonde à câble pour les insert de plus de 15 cm. Tous les accessoires seront la charge du titulaire. De plus, si des capteurs sont à ajouter pour l'amélioration du fonctionnement de la régulation (sonde de température de départ et de retour sur les circuits régulés notamment) et le respect de la NF EN ISO 52120-B, le titulaire aura à sa charge la mise en œuvre de ces nouveaux capteurs, y compris vidange, mise en place d'un doigt de gant, remise en eau...

3.7. Documentation

Le titulaire devra élaborer un dossier technique d'exécution comprenant tous les éléments permettant de détailler les prestations à réaliser, en particulier (liste non exhaustive) :

- Le(s) plan(s) d'implantation, de câblage, de distribution..., au 1/50^{ème}
- Toutes les notes de calcul nécessaires (descentes de charge, pertes de charge hydraulique et aéraulique, chute de tension des liaisons électriques...)
- Une Analyse Fonctionnelle Détaillée par dispositif sur la base des documents constructeur des CTA,
- Les schémas de câblage incluant le câblage existant le cas échéant,
- La liste des entrées/sorties en communication,
- La liste des variables automates et plus spécifiquement celles en interaction avec la supervision. Ces dernières seront transmises dans le dernier format EDE disponible avec les propriétés ObjectName renseignées suivant un charte de codification qui sera transmis en début de projet,
- Tous les éléments connexes nécessaires à l'intégration des équipements à la supervision

3.8. Organisation des opérations de réception

a) Opérations Préalables à la Réception (OPR)

Dans le cadre d'opérations préalables à la réception, le maître d'ouvrage vérifiera le traitement de tous les points et toutes les fonctionnalités par les fiches d'auto-contrôle que l'Entreprise effectuera au fur et à mesure de l'avancement des travaux et lui remettra.

La maîtrise d'oeuvre procédera dans un premier temps à la validation des fiches d'auto-contrôle et dans un deuxième temps par test réel d'un échantillonnage de points (pourcentage minimal à définir en fonction du nombre de points de l'affaire, celui-ci ne devra pas être inférieur à 20 % pour les grosses installations et pourra aller jusqu'à 100 % pour les petites installations).

La détermination (quantitative et qualitative) du nombre de points/objets de tests contradictoires est à l'appréciation de la maîtrise d'oeuvre suivant le nombre de points et la criticité de certaines informations en terme de remontée et de déclenchement d'intervention, tout en respectant les dispositions énoncées ci-dessus.

Pour un taux de défaillance supérieur à 1 % de la totalité des points de son marché, l'entreprise sera contrainte de reprendre l'ensemble des tests et fournir de nouvelles fiches d'auto-contrôle. En dessous de ce seuil (pour lequel on peut admettre que la défaillance résulte de facteurs extérieurs à l'entreprise), une nouvelle séance de tests devra être organisée après correction des anomalies constatées, séance qui portera, d'une part, sur les points incriminés et, d'autre part, sur un nouvel échantillon de 5 % de la totalité des points.

Le nouveau taux de défaillance toléré devra être inférieur à 0,5 % sous peine de devoir reprendre l'intégralité des tests.

Une fois que toutes les réserves sont levées en phase « Opération Préalable à la Réception » le Maître d'ouvrage peut alors informer le Maître de l'ouvrage que son système est opérationnel et qu'il peut procéder à la réception.

b) Garanties de Parfait Achèvement (GPA)

Une fois l'installation réceptionnée et dans le cadre de la garantie de parfait achèvement l'Entreprise est tenue d'intervenir dans le délai imparti, stipulé dans son marché, pour procéder au remplacement et/ou au « débogage » de tout matériel ou logiciel qui n'assurerait plus les fonctions pour lesquelles il a été mis en place.

Pour ce faire, une main courante relevant les défauts constatés et leurs circonstances sera mise en place par la Maîtrise d'ouvrage. Elle devra faire l'objet d'une analyse au minimum mensuelle (et plus si le nombre et/ou la gravité des défaillances le nécessite). Si nécessaire, le Maître d'ouvrage rédigera une fiche d'anomalie transmise au Maître d'ouvrage et à l'entreprise. Cette dernière établira un rapport spécifiant les causes de ces défaillances et la description des dispositions qu'elle compte mettre en œuvre.

c) Procédures de tests et auto-contrôles

Les tests devront être complets (tous les points et toutes les fonctionnalités seront testés) et devront être parfaitement traçables. Ils seront exécutés en plusieurs temps :

- Auto-contrôles. Ils feront l'objet de consignation sur des fiches de tests « informatisées » à proposer à la Maîtrise d'ouvrage sur la base de fiches types.

- Tests entre la supervision et les équipements de terrain après conformité quasi-totale des autocontrôles unitaires. Toute la chaîne d'acquisition/traitement devra être testée et ce, pour l'ensemble des points concernés. Une fiche sera également établie, fiche qui mentionnera au minimum, les noms, qualités et émargements des intervenants des deux entreprises concernés ainsi que le résultat des tests. En cas de résultat négatif, les actions à mener, identifiées par intervenant, seront clairement mentionnées. Dans ce cas, le test en question devra être repris dans son intégralité. Le Maître d'ouvrage et/ou ses conseils se réservent le droit de participer à ces séances, selon son bon vouloir.

La réception fera l'objet d'une séance spécifique, après remise au Maître d'Ouvrage de l'ensemble des fiches de « Tests communs » concernant l'installation à réceptionner. Des essais particuliers, effectués par échantillonnage à la discrétion du Maître d'ouvrage ou ses conseils seront effectués au cours de cette séance.

La réception pourra être prononcée si les conditions de résultat énoncées aux points précédents du présent paragraphe sont atteintes. Un PV spécifique sera établie, avec mention des réserves, identification des entreprises impactées et temps imparti pour la levée des désordres.

d) Dossier d'Ouvrage Exécuté (DOE)

Pour permettre de prononcer la réception, les entreprises devront fournir tous les éléments nécessaires à la constitution du DOE.

Les DOE comprendront, au minimum :

- L'architecture détaillée de l'installation mise en œuvre comportant les désignations précises, marques, types et références de tous les équipements installés et représentant l'intégration de cette installation dans l'architecture globale du système.
- Les plans de localisation des équipements installés ainsi que le cheminement des liaisons entre ces équipements mentionnant clairement les points de connexion avec les installations existantes
- Les analyses fonctionnelles mises à jour après réalisation et mise au point du système,
- La liste des points mentionnant, pour chacun d'entre eux, le paramétrage mis en œuvre à la réception du système (Nota : pour les points de synthèse, cette liste comportera également l'identification des points repris en synthèse)
- Les notices d'utilisation et de Maintenance de l'ensemble des équipements
- Une notice de conduite des installations à usage des utilisateurs du système
- Une sauvegarde informatique de l'ensemble des paramètres, programmes, vues graphiques, etc...

Les différents documents constitutifs de ce DOE seront obligatoirement fournis en version informatique, dans un volume organisé avec sommaire, onglets, liens ou toute autre proposition permettant des recherches et exploitation efficace. Des versions « papier » pourront être demandées par la Maîtrise d'ouvrage (nombre d'exemplaires à définir). Les fichiers informatiques seront transmis sous 2 formes différentes :

- Version non modifiable (.PDF) (format supérieur au A4 pour les plans et les synoptiques)
- Version pleinement utilisable (.DOC, .XLS, .DWG...) à partir des logiciels standards (version à définir pour chaque type de document, y compris programmes automatés, schémas électriques...)

L'Entreprise doit remettre également un DIUO. C'est un dossier rassemblant toutes les données de nature à faciliter la maintenance sur les matériels mis en œuvre ainsi que les matériels à utiliser pour effectuer les tâches préventives et correctives dans le cadre de contrat de maintenance.

Elle doit également être le support de l'administrateur système pour le traitement de toutes modifications de paramétrage ou la création de nouvelles fonctionnalités par des commandes, des déclarations de nouvelles informations, la création de synoptiques animés avec la modification et/ou l'ajout de modèle dans la bibliothèque d'objets, le paramétrage de procédures associées aux remontées d'informations nouvelles ou à créer, etc...

Le titulaire délivrera son dossier DOE se rapportant aux prestations dont il est responsable. La réception ne pourra être prononcée que lorsque l'intégralité des dossiers DOE sera réceptionnée et validée par la Maîtrise d'ouvrage.

4. SPECIFICATIONS PARTICULIÈRES

4.1. Manutention, levage et mise en place des centrales de traitement d'air

L'entreprise devra prévoir l'ensemble des moyens humains, matériels et dispositifs de sécurité nécessaires à la livraison, au levage, à la manutention et à la mise en place des centrales de traitement d'air en toiture terrasse du bâtiment. Avant l'établissement de son prix, l'entreprise devra impérativement se rendre sur place afin d'appréhender toutes les contraintes du site.

Les centrales étant implantées en toiture, l'entreprise devra intégrer dans son offre toutes les contraintes liées :

- Au transport,
- Aux accès au site,
- Aux contraintes urbaines et de voisinage,
- Aux opérations de grutage,
- Aux manutentions horizontales en toiture,
- Ainsi qu'aux protections des ouvrages existants.

Les équipements seront acheminés jusqu'au pied du bâtiment puis levés par grue mobile ou tout autre moyen adapté. Compte tenu de la configuration du site, les centrales pourront nécessiter un levage sur un côté du bâtiment avant transfert et manutention sur la toiture terrasse jusqu'à leur emplacement définitif.

À ce titre, l'entreprise devra notamment :

- Vérifier les accès et possibilités de stationnement des engins de levage ;
- Réaliser les reconnaissances préalables nécessaires ;
- Vérifier les charges admissibles des zones de circulation et de manutention ;
- Prévoir les appareils de levage adaptés aux masses, dimensions et portées ;
- Fournir les plans de levage et notes de calcul associés ;
- Prévoir les dispositifs de répartition de charges nécessaires pour la protection des ouvrages existants ;
- Assurer la protection de l'étanchéité, des acrotères, réseaux, équipements techniques et ouvrages existants pendant toutes les phases de manutention ;
- Prévoir tous moyens de roulage, translation ou ripage nécessaires sur la terrasse ;
- Assurer le balisage, la sécurisation et la protection des zones d'intervention ;
- Obtenir les autorisations administratives éventuellement nécessaires (occupation de voirie, arrêtés, etc.) ;
- Coordonner les opérations avec le coordonnateur SPS et les autres intervenants du chantier.

L'entreprise restera seule responsable :

- Du choix des moyens de manutention ;
- Des conditions de stabilité des équipements ;
- Des opérations de levage ;
- Ainsi que des éventuels dommages causés aux existants ou aux tiers.

Les opérations devront être réalisées conformément :

- Aux réglementations en vigueur relatives au levage et à la manutention ;
- Aux prescriptions du Plan Général de Coordination SPS ;
- Aux règles de sécurité applicables aux travaux en hauteur ;
- Ainsi qu'aux préconisations des fabricants des équipements.

Avant toute intervention, l'entreprise devra transmettre au maître d'œuvre et au coordonnateur SPS :

- Les fiches techniques des moyens de levage ;
- Les plans d'installation et de calage ;
- Les plans de levage ;
- Les notes de calcul ;

- Les procédures d'intervention ;
- Ainsi que les attestations de contrôle réglementaire des appareils utilisés.
Les prestations comprendront également :
 - La mise en place définitive sur supports,
 - Le réglage et l'alignement des équipements,
 - La fourniture et pose des dispositifs antivibratiles,
- Ainsi que la remise en état des éventuelles dégradations occasionnées lors des manutentions.

4.2. Adaptation des socles et supports des centrales de traitement d'air

Les nouvelles centrales de traitement d'air seront implantées en toiture terrasse en remplacement d'équipements existants et prendront appui sur les socles béton actuellement en place.

L'entreprise devra intégrer dans son offre l'ensemble des études, adaptations et travaux nécessaires afin de rendre les supports existants compatibles avec les dimensions, charges, points d'appui et contraintes d'exploitation des nouvelles centrales.

Les socles existants étant susceptibles de ne pas correspondre aux dimensions ou aux implantations des nouveaux équipements, l'entreprise devra prévoir toutes adaptations nécessaires, comprenant notamment, selon les cas :

- L'agrandissement ou la modification des socles béton existants ;
- La création de rehausses ;
- La réalisation de massifs complémentaires ;
- La mise en œuvre de longrines ou chevêtres métalliques ;
- L'ajout de structures ou châssis métalliques de répartition ;
- La reprise des points d'appui ;
- Ainsi que tous ouvrages nécessaires à la bonne implantation des équipements.

Les structures complémentaires métalliques éventuelles devront :

- Etre dimensionnées en fonction des charges statiques et dynamiques des équipements ;
- Prendre en compte les contraintes de maintenance et d'accessibilité ;
- Permettre une répartition correcte des charges sur les ouvrages existants ;
- Etre réalisées en acier galvanisé ou protégées contre la corrosion par un traitement adapté aux conditions extérieures ;
- Intégrer les dispositifs nécessaires au maintien de la planéité et de la stabilité des équipements.

L'entreprise devra vérifier :

- La compatibilité des charges avec la structure existante ;
- La résistance des supports ;
- Les descentes de charges ;
- Les contraintes vibratoires ;

Seules les éventuelles incidences sur l'étanchéité de la toiture terrasse ne seront pas prévues au présent lot, mais seront traitées par la maîtrise d'ouvrage dans le cadre de son contrat de maintenance.

Toutes les adaptations devront être réalisées de manière à :

- Préserver l'intégrité de l'étanchéité existante ;
- Maintenir les pentes et évacuations d'eaux pluviales ;
- Eviter toute rétention d'eau ;
- Garantir l'accessibilité de maintenance autour des équipements ;
- Permettre le remplacement futur des matériels dans des conditions satisfaisantes.

Les percements, scellements, fixations et reprises d'étanchéité, crosses de sortie de câbles nécessaires sont réputés inclus dans la prestation.

L'entreprise devra fournir avant exécution :

- Les plans d'implantation détaillés ;
- Les plans de principe des adaptations ;
- Les notes de calcul des supports métalliques éventuels ;
- Les descentes de charges ;

Les travaux comprendront également :

- Les protections anticorrosion,
- Les dispositifs antivibratiles,
- Les calages et réglages,
- Ainsi que la remise en état des ouvrages affectés par les travaux.

4.3. Centrale de traitement d'air GMP / FCA / SGM

Il sera prévu la dépose des anciennes CTA GMP, FCA et SGM ainsi que leurs systèmes de régulation associés.

Les nouvelles unités seront de type monobloc compacte, à haut rendement énergétique, adaptées à une installation extérieure. Elles assureront simultanément l'insufflation d'air neuf filtré et l'extraction de l'air vicié avec récupération d'énergie sur l'air extrait.

Les centrales comprendront notamment :

- Une structure autoportante en panneaux double peau à rupture de pont thermique, avec isolation thermique et acoustique renforcée ;
- Des ventilateurs de soufflage et de reprise à moteur électronique haut rendement à vitesse variable ;
- Un échangeur de récupération d'énergie à haut rendement permettant le transfert calorifique entre l'air extrait et l'air neuf ;
- Des filtres sur air neuf et air extrait, facilement accessibles pour les opérations de maintenance ;
- Un bac de récupération des condensats avec évacuation ;
- Des registres motorisés d'isolement sur les flux d'air ;
- Les piquages et accessoires nécessaires au raccordement aéraulique ;
- Des pièges à son ;
- Une régulation intégrée communicante permettant :
 - le maintien des débits d'air,
 - la gestion des températures,
 - La gestion de modes de fonctionnement confort/réduit/hors gel par programmes horaires pilotés par des objets BACNet de type SCHEDULE,
 - La gestion d'un mode free cooling
 - la modulation de l'air neuf en fonction du taux de CO₂ à la reprise,
 - la modulation des vitesses de ventilation,
 - la gestion antigel,
 - le pilotage des registres,
 - le pilotage des pompe et V3V de la batterie chaude,
 - la remontée des alarmes et états de fonctionnement,
 - la communication avec la GTB existante via protocole ouvert de type BACnet/IP.

Les performances minimales attendues seront les suivantes :

- Rendement de récupération conforme aux exigences réglementaires en vigueur ;
- Moteurs à haut rendement énergétique ;
- Niveau acoustique compatible avec les exigences de confort des locaux desservis ;
- Étanchéité de l'enveloppe et des filtres conforme aux normes applicables ;

- Conception permettant un accès aisé aux organes de maintenance.

Les centrales devront être conforme aux réglementations et normes en vigueur, notamment :

- Règlement Écodesign applicable aux unités de ventilation ;
- Directive Machines ;
- Directive CEM ;
- Normes aérauliques et de performance énergétique applicables aux centrales de traitement d'air ;
- Exigences de sécurité incendie et de réaction au feu des matériaux.

L'entreprise devra fournir :

- Une note de dimensionnement et d'alimentation électrique pour chaque CTA ;
- Les fiches techniques détaillées ;
- Les plans d'exécution et schémas de raccordement ;
- Les notes de calcul aérauliques ;
- Les notices d'exploitation et de maintenance ;
- Les procès-verbaux d'essais et de mise en service.

La mise en service comprendra :

- Le réglage des débits ;
- L'équilibrage des réseaux par réglage des registres et ajout si nécessaire ;
- La vérification des sécurités ;
- Les essais fonctionnels ;
- La validation de la communication GTB ;
- Ainsi que la formation du personnel d'exploitation.

Il sera également prévu l'adaptation des alimentations électriques, si nécessaires, ainsi que la mise en oeuvre d'une bobine MX prête pour le raccordement d'un futur arrêt d'urgence ventilation.

Une liaison Ethernet catégorie 6a sera prévue pour chaque CTA. Elle permettra la communication entre la CTA et la GTB via le sous-répartiteur le plus proche. Il sera prévue une prise RJ45 femelle sur rail DIN dans le coffret électrique de la CTA et un cordon moulé de longueur adaptée pour connecter le système d'automatisme. Côté sous-répartiteur, il sera prévu l'ajout d'un noyau RJ45 de marque et type adapté aux bandeaux existants, ainsi que la jarretière de raccordement au commutateur. Le titulaire devra prévoir le paramétrage IP qui lui serait transmis par la maîtrise d'ouvrage ainsi que l'assistance aux essais afin vérifier le bon fonctionnement de la communication.

L'intégration à la supervision n'est pas prévue à la charge du présent lot mais sera assurée par la maîtrise d'ouvrage. Cependant, le titulaire devra transmettre toutes les informations utiles (PICS, EDE, AFD, documentations, certifications, etc...) et se rendre disponible pour tous les essais qui seront nécessaires.

4.4. Centrale de traitement d'air Ponçage

Il sera prévu la dépose de l'anciennes CTA ponçage ainsi que sa régulation associée.

L'unité sera de type monobloc compacte, à haut rendement énergétique, adaptée à une installation extérieure. Elle assurera l'insufflation d'air neuf filtré.

La centrale comprendra notamment :

- Une structure autoportante en panneaux double peau à rupture de pont thermique, avec isolation thermique et acoustique renforcée ;
- Un ventilateur de soufflage à moteur électronique haut rendement à vitesse variable ;
- Des filtres sur air neuf, facilement accessibles pour les opérations de maintenance ;
- Un registre motorisé d'isolement sur le flux d'air ;
- Les piquages et accessoires nécessaires au raccordement aéraulique ;
- Un piège à son ;
- Une régulation intégrée communicante permettant :
 - le maintien des débits d'air,

- la gestion des températures,
- La gestion de modes de fonctionnement confort/réduit/hors gel par programmes horaires pilotés par des objets BACNet de type SCHEDULE,
- la modulation des vitesses de ventilation,
- la gestion antigel,
- le pilotage du registre d'air neuf,
- la remontée des alarmes et états de fonctionnement,
- la communication avec la GTB existante via protocole ouvert de type BACnet/IP.

Les performances minimales attendues seront les suivantes :

- Moteurs à haut rendement énergétique ;
- Niveau acoustique compatible avec les exigences de confort des locaux desservis ;
- Étanchéité de l'enveloppe et des filtres conforme aux normes applicables ;
- Conception permettant un accès aisé aux organes de maintenance.

Les centrales devront être conforme aux réglementations et normes en vigueur, notamment :

- Règlement Écodesign applicable aux unités de ventilation ;
- Directive Machines ;
- Directive CEM ;
- Normes aérauliques et de performance énergétique applicables aux centrales de traitement d'air ;
- Exigences de sécurité incendie et de réaction au feu des matériaux.

L'entreprise devra fournir :

- Une note de dimensionnement et d'alimentation électrique pour chaque CTA ;
- Les fiches techniques détaillées ;
- Les plans d'exécution et schémas de raccordement ;
- Les notes de calcul aérauliques ;
- Les notices d'exploitation et de maintenance ;
- Les procès-verbaux d'essais et de mise en service.

La mise en service comprendra :

- Le réglage des débits,
- L'équilibrage des réseaux par réglage des registres et ajout si nécessaire ;
- La vérification des sécurités,
- Les essais fonctionnels,
- La validation de la communication GTB,
- Ainsi que la formation du personnel d'exploitation.

Il sera également prévu l'adaptation de l'alimentations électrique, si nécessaires, ainsi que la mise en oeuvre de la nouvelle CTA sur l'arrêt ventilation existant.

Le système d'extraction existant sera conservé. Toutes les suggestions d'asservissement entre l'extraction et la CTA seront à la charge du présent lot. Il sera également prévu le remplacement des filtres présent dans le local au niveaux des reprises ainsi que le nettoyage intégral des gaines de reprise.

Une liaison Ethernet catégorie 6a sera prévue pour chaque CTA. Elle permettra la communication entre la CTA et la GTB via le sous-répartiteur le plus proche. Il sera prévue une prise RJ45 femelle sur rail DIN dans le coffret électrique de la CTA et un cordon moulé de longue adapté pour connecter le système d'automatisme. Coté sous-répartiteur, il sera prévu l'ajout d'un noyau RJ45 de marque et type adapté aux bandeaux existants, ainsi que la jarretière de raccordement au commutateur. Le titulaire devra prévoir le paramétrage IP qui lui serait transmis par la maîtrise d'ouvrage ainsi que l'assistance aux essais afin vérifier le bon fonctionnement de la communication.

L'intégration à la supervision n'est pas prévue à la charge du présent lot mais sera assurée par la maîtrise d'ouvrage. Cependant, le titulaire devra transmettre toutes les informations utiles (PICS, EDE, AFD, documentations, certifications, etc...) et se rendre disponible pour tous les essais qui seront nécessaires.

4.5. Pompes et vannes 3 voies

Les batteries chaudes des CTA sont alimentées par un groupe de régulation comprenant une vanne trois voies motorisée et une pompe. Ces composants seront remplacés sur toutes les CTA.

Le titulaire sera responsable de la fourniture, de l'installation, du raccordement, du paramétrage et de la mise en service des nouveaux organes hydrauliques associés aux batteries chaudes des centrales de traitement d'air. Les équipements existants, tels que les circulateurs, les vannes de régulation, les servomoteurs et les accessoires hydrauliques et électriques nécessaires, seront déposés et évacués conformément à la réglementation en vigueur.

Configuration hydraulique

Chaque batterie chaude sera alimentée par un circuit comprenant une vanne trois voies mélangeuse motorisée, un circulateur électronique à vitesse variable, des vannes d'isolement, des dispositifs de purge et de vidange, ainsi que les thermomètres et prises de pression nécessaires aux opérations de réglage et de maintenance. La vanne trois voies sera installée en montage mélangeur à l'aspiration du circulateur afin d'assurer un débit permanent dans la batterie, une bonne stabilité de régulation, une protection optimale contre le gel et un fonctionnement conforme aux prescriptions du fabricant de la batterie. La vanne sera dimensionnée avec une autorité suffisante et adaptée aux pertes de charge du circuit primaire et de la batterie. Le titulaire vérifiera la compatibilité hydraulique des équipements proposés avec les caractéristiques du réseau existant.

Circulateurs

Les circulateurs seront de type électronique haut rendement à moteur ECM à vitesse variable, conformes aux exigences du règlement européen relatif à l'écoconception des circulateurs. Leurs caractéristiques minimales incluront un indice d'efficacité énergétique (EEI) conforme à la réglementation en vigueur, une variation électronique intégrée, une protection thermique intégrée, un affichage local des paramètres de fonctionnement, un fonctionnement continu en régime variable et une alimentation 230 V monophasée ou adaptée à l'installation existante. Leur dimensionnement se basera sur les débits et pertes de charge réels des batteries et réseaux concernés.

En matière de communication et de supervision, les circulateurs devront disposer nativement d'une interface de communication ouverte compatible avec la GTB du site. Le protocole de communication sera BACnet/IP afin de permettre une intégration simple à la supervision déjà existante. Depuis la GTB, il sera possible d'accéder aux informations minimales suivantes : état marche/arrêt, mode de fonctionnement, vitesse ou fréquence de fonctionnement, débit estimé (lorsqu'il est disponible), hauteur manométrique, puissances électrique et thermique instantanées absorbées, énergies électrique et thermique cumulées consommées, temps de fonctionnement, défaut général, défaut moteur et perte de communication.

L'ensemble des points nécessaires à l'exploitation et au suivi énergétique devra être mis à disposition sans licence supplémentaire.

Régulation

L'automate embarqué des nouvelles centrales de traitement d'air (CTA) pilotera les circulateurs et les vannes trois voies. La modulation de la vanne trois voies permettra de réguler la température de soufflage. Les circulateurs fonctionneront selon les séquences programmées par l'automatisme de la CTA : arrêt hors période d'occupation, démarrage en cas de besoin thermique, maintien des fonctions antigel et gestion des défauts avec reports d'alarmes.

Protection antigel

Les équipements hydrauliques installés en terrasse seront protégés mécaniquement et thermiquement. Le titulaire vérifiera l'état de l'abri existant et le remettra en état ou l'adaptera si nécessaire. Les protections devront garantir la protection contre les intempéries, le rayonnement solaire direct, le gel et permettre l'accès pour la maintenance. Les calorifuges déposés lors des travaux seront reconstitués. Les matériaux utilisés devront être adaptés à une installation extérieure et résistants aux UV.

Mise en service

Les prestations de mise en service incluront le contrôle des raccordements hydrauliques et électriques, la vérification des sens de circulation, le paramétrage des circulateurs et des communications, le contrôle des points GTB, les essais de régulation et de sécurité antigel, ainsi que la fourniture des rapports de mise en service.

Essais et réception

Le titulaire devra démontrer :

- le bon fonctionnement de la régulation de température ;
- la communication avec la GTB ;
- la remontée des consommations électriques ;
- la remontée des alarmes ;
- le fonctionnement des sécurités antigel.

Les schémas hydrauliques, notices, paramètres de communication et listes de points GTB seront remis au maître d'ouvrage avant la réception des installations.

4.6. Registres motorisés

Ce lot comprend le remplacement complet des registres de régulation d'air dans les salles de réunion des bâtiments GMP, FCA et SGM. Cela inclut la fourniture, la pose, le raccordement, le paramétrage et la mise en service des nouveaux registres. Ces registres seront à commande motorisée et dotés d'une fonction autonome de pilotage basée sur la concentration de dioxyde de carbone (CO_2) mesurée dans le local desservi.

Le système permettra d'adapter automatiquement le débit d'air neuf aux besoins réels d'occupation des locaux, optimisant ainsi la qualité de l'air intérieur tout en réduisant les consommations énergétiques liées au chauffage, au refroidissement et à la ventilation.

Lorsqu'un seul registre est installé dans une zone, il fonctionne comme le registre maître. Si plusieurs registres sont installés, le registre de reprise équipé de la régulation CO_2 devient le registre maître. Le registre de soufflage associé est automatiquement asservi à la position du registre de reprise pour garantir l'équilibre aéraulique du local et maintenir les débits de ventilation prévus par le projet.

L'asservissement se fait directement entre les équipements, sans nécessiter d'automate ou de régulateur externe. Le registre de soufflage reproduit en permanence la position du registre de reprise selon une loi paramétrable lors de la mise en service. Cette loi peut être un suivi 1:1 de la position du registre maître ou l'application d'un coefficient correcteur pour tenir compte des déséquilibres de réseau éventuels.

Lors de la mise en service, l'entreprise devra vérifier que la modulation simultanée des registres de soufflage et de reprise ne provoque ni surpression ni dépression excessive dans les locaux desservis. En cas de défaillance ou de perte du signal d'asservissement, le registre de soufflage devra automatiquement se positionner en sécurité, selon une valeur paramétrable définie lors des études d'exécution. L'entreprise devra également prouver lors des essais que toute variation de la concentration de CO_2 entraîne une modulation simultanée des deux registres, avec vérification des positions réelles et des débits obtenus. Ces valeurs seront consignées dans le procès-verbal de mise en service.

Caractéristiques générales :

Chaque ensemble comprendra au minimum :

- un registre motorisé de réglage ou de régulation d'air ;
- un servomoteur modulant intégré ;
- une sonde CO_2 ;

- un régulateur embarqué assurant le traitement de la mesure et le pilotage du registre ;
- les accessoires de montage et de raccordement nécessaires à un fonctionnement complet.

L'ensemble devra fonctionner de manière autonome sans nécessiter d'automate ou de régulateur externe.

Nota : pour optimiser les coûts, le registre de reprise ne sera pas équipé de capteur de CO₂ ni de régulation spécifique. Il disposera uniquement des fonctionnalités permettant l'asservissement de sa position au maître, comme décrit ci-dessus.

Mesure de qualité d'air

La mesure du dioxyde de carbone (CO₂) devra être effectuée à l'aide d'une technologie infrarouge non dispersive (NDIR). Les caractéristiques minimales requises sont les suivantes : une plage de mesure allant de 0 à 2 000 ppm minimum, une précision de ± 50 ppm plus 3 % de la valeur mesurée maximale, une dérive compensée automatiquement, un temps de réponse inférieur à 2 minutes et un indice de protection adapté aux locaux desservis. La sonde pourra être intégrée au registre ou déportée selon la configuration des locaux.

Fonctionnement de la régulation :

Le registre devra moduler automatiquement son ouverture en fonction de la concentration de CO₂ mesurée dans le local.

Les seuils de fonctionnement devront être paramétrables.

À titre indicatif :

Concentration CO ₂	Position registre
≤ 600 ppm	Ouverture minimale paramétrable
600 à 1 000 ppm	Modulation proportionnelle
≥ 1 000 ppm	Ouverture maximale

Les seuils exacts seront ajustés lors de la mise en service en fonction de l'usage des locaux.

La loi de régulation devra être configurable selon trois modes : proportionnel, proportionnel intégrale et avec zone neutre réglable. Le système devra également être conçu pour éviter les phénomènes de pompage ou d'oscillation.

Le servomoteur devra être :

- alimenté en 24 V ou 230 V suivant les contraintes du projet ;
- modulant ;
- sans entretien ;
- équipé d'un retour de position ;
- adapté au couple nécessaire au registre.

Temps de manœuvre maximal sera inférieur à 150 secondes pour une course complète.

Fonctions complémentaires :

Le dispositif devra permettre le réglage d'un débit minimal permanent et d'un débit maximal. Il devra également limiter mécaniquement ou logiquement les positions, maintenir une position de sécurité en cas de défaut de sonde et mémoriser les paramètres en cas de coupure d'alimentation. Les paramètres devront être accessibles localement sans démontage de l'équipement.

Installation :

L'entreprise sera responsable du montage mécanique des registres, de l'étanchéité des raccordements aérauliques, des raccordements électriques, du repérage des équipements et des essais de fonctionnement. L'accès aux registres devra être maintenu pour la maintenance et les réglages.

Mise en service :

La mise en service comprendra les étapes suivantes : vérification des raccordements, contrôle du sens de fonctionnement, paramétrage des seuils CO_2 , réglage des débits minimum et maximum, essais de modulation, essais d'asservissement, essais de défaut de sonde et remise d'un rapport de mise en service.

Essais et réception :

L'entreprise devra démontrer :

- la mesure correcte de la concentration de CO_2 ;
- la modulation progressive et asservissement des registres ;
- l'atteinte des positions minimale et maximale ;

Un procès-verbal d'essais sera remis à la maîtrise d'œuvre avant réception.

Option

Il sera prévu en option la mise en oeuvre de registres dans les même dispositions que décrit ci-dessus pour les salles du rez-de-chaussée.

Nota : un registre motorisé est déjà en place pour la salle G021 et il est associé au fonctionnement des bras d'aspiration. Ce système restera inchangé. Le titulaire du registre veillera à son bon fonctionnement et prendra les mesures nécessaires en cas de problème.