



NANTES UNIVERSITÉ

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

**RÉNOVATION DE LA RÉGULATION ET DE LA GTB
POLYTECH NANTES - ISITEM
RUE CHRISTIAN PAUC - NANTES**



INGENIERIE



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

1. PREAMBULE	5
1.1. Présentation de l'ISITEM	5
1.2. Contexte et définition de l'opération	5
1.3. Périmètre géographique	5
1.4. Equipe de projet	6
1.5. Périmètre technique	6
1.6. Domaines hors du périmètre	6
1.7. Allotissement	6
1.8. Composition du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)	6
1.9. Objectifs	7
1.10. Contraintes liées au projet	7
1.11. Planning et phasage	9
2. GÉNÉRALITÉS	11
2.1. Contenu des prix	11
2.2. Règles de l'art	11
2.3. Normes et réglementation	13
2.4. Subventions et Certificats d'Economie d'Energie (CEE)	15
2.5. Généralités sur les prestations	15
2.6. Prestations à la charge du titulaire	16
2.7. Préparation des travaux	16
2.8. Consignation	16
3. SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES	17
3.1. Généralités	17
3.2. Réseaux et télécommunications	20
3.3. Automatisation	21
3.4. Analyse Fonctionnelle	24
3.5. Programmes horaires	24
3.6. Organisation des opérations de réception	25
3.7. Clauses environnementales	27
3.8. Formation	28
4. SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES	29
4.1. Réseau Niveau Gestion (RNG)	29
4.2. Sonde d'ambiance LoRa	29
4.3. Station météorologique (MTO)	29
4.4. Sous station RCU (CHF)	29
4.5. Sous-stations (SEC)	30
4.6. Centrales de traitement d'air (CTA)	31
4.7. Aérothermes (AET)	31
4.8. Destratification (DST)	32
4.9. Ventilation mécanique contrôlée (EXA)	32
4.10. Ventilateurs-convecteurs (VC_)	32
4.11. Fosse de relevage (FRL)	32
4.12. Tableau général basse tension (TGB)	32
4.13. Divers	32
4.14. Projet de rénovation énergétique	33
4.15. Tranches optionnelles	33

SUIVI DES MODIFICATIONS

Version	Date d'émission	Créé/modifié par	Modifications
0	21/02/2025	Romain BRADU	Version préliminaire
1	24/04/2025	Romain BRADU	Ajout du § 14 sur les prestations pour le projet de rénovation énergétique Ajout du § 15 sur les tranche optionnelle
2	14/05/2025	Romain BRADU	Modification du § 4.15 sur les tranche optionnelle
2.1	14/05/2025	Vincent CORDIER	Modification du § 4.14 et §4.15
2.2	17/06/2025	Romain BRADU	Modification du § 1.10 sur la présence d'amiante Modification des prestations supplémentaires éventuelles (PSE) en tranches optionnelles (TO)

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 du BET YAC INGENIERIE

1. PREAMBULE

1.1. Présentation de l'ISITEM

L'Institut des Sciences de l'Ingénieur en Thermique-Énergétique et Matériaux (ISITEM) a été fondé en 1985 à Nantes. Il s'agit d'une école d'ingénieurs spécialisée dans les domaines de la thermique, de l'énergie et des matériaux. En 1990, l'ISITEM s'est installé sur le campus de la Chantrerie. En janvier 2000, l'ISITEM a fusionné avec l'IRESTE et l'ESA IGELEC pour former l'École polytechnique de l'université de Nantes. Cette fusion a permis de regrouper les compétences et les ressources des trois écoles pour offrir une formation d'ingénieur de haut niveau et renforcer la recherche et l'innovation dans ces domaines.

L'ISITEM forme des ingénieurs capables de répondre aux défis technologiques et environnementaux contemporains, en mettant l'accent sur les solutions énergétiques durables et les matériaux innovants. L'école offre des programmes de formation rigoureux et collabore étroitement avec l'industrie pour garantir que ses diplômés sont bien préparés pour les exigences du marché du travail.

1.2. Contexte et définition de l'opération

L'ISITEM possède deux bâtiments situés Rue Christian Pauc, 44300 Nantes. Le bâtiment principal héberge des salles de cours, des salles de réunions et un hall/forum tandis que le second bâtiment est une halle d'essais avec des machines de process. Les deux bâtiments sont reliés entre eux par un couloir avec des salles de cours.

En ce qui concerne l'automatisme, celui-ci est composée d'automates créés par des étudiants lors de projets de cours et sont obsolètes.

Le but de cette opération est donc le remplacement de l'automatisme actuel afin d'intégrer les installations de CVC à la supervision de l'université de Nantes. Il sera également prévu des modifications hydrauliques.

1.3. Périmètre géographique

Le périmètre géographique du projet comprend l'ensemble du site.

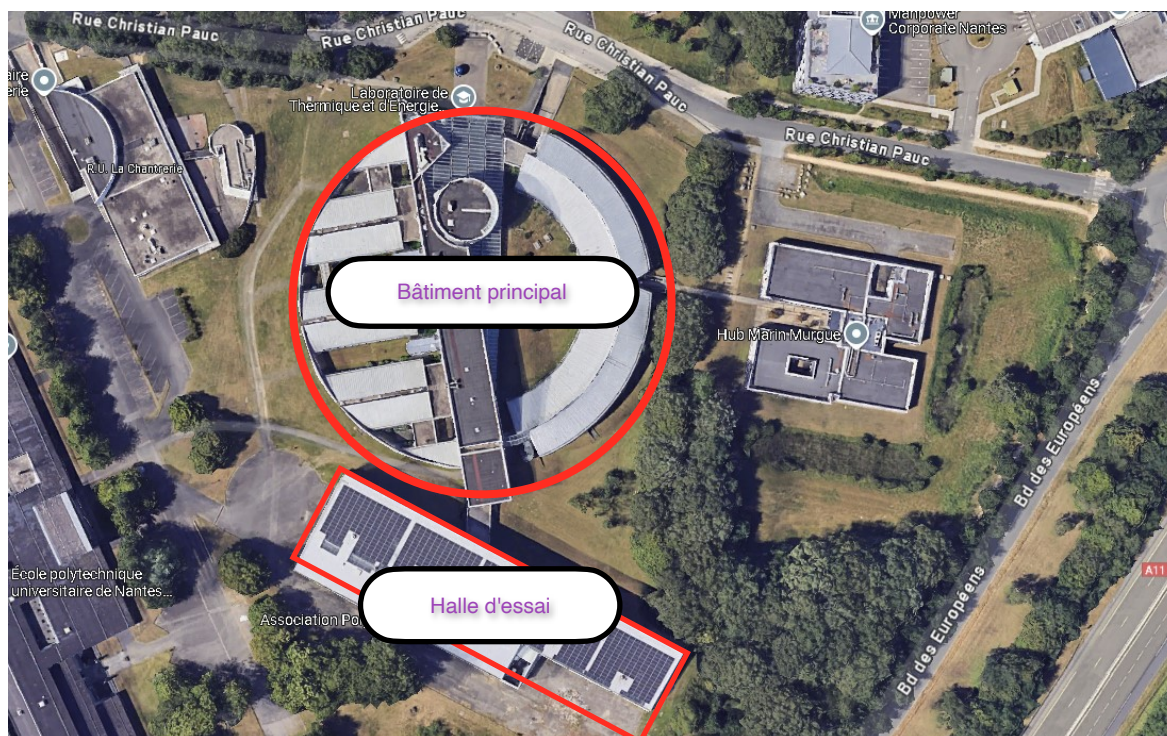


Figure 1.3.1 : Vue aérienne et zones

1.4. Equipe de projet

Maîtrise d'Ouvrage : M. Corentin VOLANT - Ingénieur GTB au Service Stratégie Patrimoniale et Energétique

Maîtrise d'Œuvre : RTI/YAC INGENIERIE - M. Vincent CORDIER - Ingénieur Automatisme-GTB

1.5. Périmètre technique

Le périmètre technique est constitué des équipements de CVC, électricité et production et distribution d'ECS.

1.6. Domaines hors du périmètre

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

- les systèmes d'éclairage
- les systèmes de sécurité incendie
- les systèmes de sûreté/sécurité
- les pompes à chaleur et autres groupes à détente directe

La Maîtrise d'Ouvrage dispose d'un outil de supervision générale mis en œuvre dans le cadre d'un précédent projet. L'intégration à cette supervision n'est pas prévue dans le programme mais sera prise en charge par les équipes internes de la Maîtrise d'Ouvrage. Il ne sera pas prévu de supervision locale.

1.7. Allotissement

Le projet est composé d'un lot unique.

1.8. Composition du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)

En plus des pièces administratives, le DCE est constitué des pièces techniques suivantes :

- Un Cahier des Clauses Techniques Particulières pour chacun des lots (CCTP, dont le présent document),
- Un fichier Excel constituant la Décomposition du Prix Global et Forfaitaire (DPGF) pour chacun des lots,
- Les annexes au présent document :
 - Annexe 1 : Architecture générale
 - Annexe 2 : Cahier de schémas
 - Annexe 3 : Plans
 - Annexe 4 : Chartes et directives
 - Annexe 5 : Liste des équipements et systèmes communicants

Une Décomposition du Prix Global et Forfaitaire est transmise afin de faciliter le travail de chiffrage. Les quantités sont données à titre indicatif et doivent être vérifiées par les candidats qui ne pourront se prévaloir d'erreurs pour demander des compléments de rémunération. La DPGF est non contractuelle et les quantités qui y figurent n'enlèvent en rien le caractère forfaitaire du contrat.

Les autres documents du DCE sont contractuels et réputés être acceptés sans restriction par les titulaires. Tout élément amendant les fonctionnalités ou le niveau de qualité prescrit devra faire l'objet d'un avenant dûment établi par la Maîtrise d'Ouvrage et signé par toutes les parties.

Il est précisé que tout ce qui serait porté dans les pièces écrites mais ne figurerait pas sur les plans ou inversement, aura contractuellement la même valeur que si les indications étaient portées sur les pièces écrites et les plans. En cas de divergence entre les plans et les pièces écrites, l'appréciation revient à la Maîtrise d'Œuvre.

1.9. Objectifs

Les objectifs attendus du projet, tous lots confondus, sont les suivants :

- L'amélioration du confort des utilisateurs,
- L'amélioration de la performance énergétique, du pilotage et l'intégration des compteurs d'énergie électrique à la supervision,
- L'amélioration globale de la maintenance par :
 - Le remplacement des équipements d'automatisme obsolètes,
 - Le remplacement des vannes 3 voies,
- L'amélioration la sécurité opérationnelle par :
 - La création d'un nouveau réseau informatique dédié à l'automatisme et la GTB,
 - La refonte des algorithmes de pilotage des équipements,

1.10. Contraintes liées au projet

Il est rappelé que les travaux sont réalisés en milieu occupé. Le respect de l'environnement de travail des collaborateurs présents doit être une priorité ce qui signifie :

- que les niveaux non traités devront bénéficier d'un fonctionnement « normal » avec l'ancienne installation,
- que toute pollution, qu'elle soit sonore, olfactive ou autre devra être traitée en dehors des horaires de présence pour les occupants des étages inférieurs ou supérieurs.

L'interlocuteur ISITEM devra être avisé suffisamment en amont (à minima 15 jours), de manière à pouvoir :

- prévenir les collaborateurs, IRP et la direction d'une gêne éventuelle,
- décider et mettre en œuvre une organisation pour préserver l'environnement de travail des collaborateurs présents.

Il n'est pas, à proprement parlé, prévu de travaux en heures décalées. Néanmoins, pour des prestations ponctuelles et particulières (par exemple nécessitant une coupure générale du site en énergie ou toute autre prestation ne permettant pas d'assurer la continuité de service ou présentant des risques pour les personnes), le titulaire devra prendre en charge des travaux hors période d'occupation du bâtiment, à convenir avec la Maîtrise d'Ouvrage.

Concernant les aspects de sécurité et protection de la santé ainsi que les modalités de mise à disposition des locaux de vie (vestiaire, réfectoire), de sanitaires et de zones de stockage, le titulaire se rapportera au Plan de Prévention de la Maîtrise d'Ouvrage. Ils devra également rédiger un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) et le soumettre à la validation du coordinateur en charge de ce sujet.

De plus, l'entreprise devra tenir compte du Rapport de repérage des matériaux et produits contenant de l'amiante du Dossier Technique Amiante (RDTA) et privilégier les travaux hors des zones contenant de l'amiante. Dans les cas où cela n'est pas possible, le titulaire devra disposer des habilitations nécessaires.

Toutes les mesures devront être prises par le titulaire afin d'assurer la sécurité des personnes, qu'il s'agisse de ses propres personnels ou des usagers des sites dans lesquels il serait amené à intervenir. 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 collégialement les mesures palliatives.

Le titulaire devra la protection de ses ouvrages jusqu'à leur livraison à la Maîtrise d'Ouvrage. Chaque lot devra la mise en œuvre des protections nécessaires spécifiques à ses travaux. Le titulaire aura en charge la fourniture et la mise en œuvre des protections collectives des locaux qui s'avèreraient nécessaires (circulations, locaux de vie mis à disposition, sanitaires...). Il devra également les protections des mobiliers qui resteront en place. Il est entendu que la Maîtrise d'Ouvrage se chargera d'évacuer tous les équipements de valeur. En cas de dégradation (peintures, plâtreries, menuiseries, carrelages, vitrages...), le titulaire aura à sa charge les remises en ordre nécessaires.

Le titulaire assurera le nettoyage de chantier aux endroits où il est intervenu. Il aura également en charge de prévoir un nettoyage fin avant restitution des locaux à la Maîtrise d'Ouvrage.

1.11. Planning et phasage

Toute entreprise qui ne serait pas en mesure de tenir les engagements imposés par le planning devra en toute honnêteté renoncer à remettre une offre pour ces travaux. L'entrepreneur est tenu de se rendre compte sur place de l'importance des travaux à réaliser, de leur complexité éventuelle et leur caractère répétitif et également des accès au site et des problèmes associés ainsi que des moyens à mettre en œuvre pour lui permettre de réaliser sa prestation

Une attention particulière devra être apportée à la continuité de service des installations lors des périodes d'occupation du bâtiment. Lorsque qu'une coupure engendre une incidence sur le travail de l'utilisateur, elle devra être effectuée en dehors de ses périodes d'utilisation.

Nota : L'entreprise prendra ses dispositions car aucune plus-value ne sera acceptée en cours de chantier pour la réalisation de travaux en provisoire pour le maintien en fonctionnement des installations. Elle devra les inclure au niveau de son bordereau local par local (une visite des lieux est obligatoire avant chiffrage).

2. GÉNÉRALITÉS

2.1. Contenu des prix

D'une manière générale, les chiffrages doivent inclure les éléments suivants :

- Tous les frais relatifs à la main d'œuvre, et à la fourniture des matériaux,
- Les frais liés à la Coordination Santé – Sécurité dans le PGC rédigé par le Coordonnateur SPS,
- Les frais d'outillage,
- Les frais d'aménagement de chantier, cabane de chantier, contrôle (matériaux et ouvrages), propres à l'entrepreneur,
- La part de l'entreprise dans la répartition des frais, figurant au compte prorata,
- Les charges sociales, fiscales, générales et spéciales frappant les travaux,
- Les frais généraux, les faux frais, les risques et les bénéfices de l'entreprise,
- Les sujétions diverses dues à la coordination des entreprises travaillant sur le même chantier,
- L'assistance médicale des ouvriers et toutes les charges provenant du déplacement ou de l'hébergement d'ouvriers et de toutes les indemnités de quelque caractère qu'elles soient,
- Les primes et indemnités diverses (indemnités de panier, de transport, majoration d'heures supplémentaires, etc...) et plus généralement tous les faux frais inhérents à l'exécution des travaux du présent marché,
- Les matières consommables,
- Les frais de transports, grutage et mise en place des matériels,
- L'eau, l'électricité, le combustible nécessaire au montage et aux essais,
- Tous les percements et rebouchages dans les bâtiments pour le passage des canalisations,
- La protection du matériel avant le nettoyage final,
- Le nettoyage de l'installation avant la mise en service.

2.2. Règles de l'art

Documents généraux :

- Les documents du présent DCE ont pour objet de décrire d'une manière aussi précise que possible la nature et la position des ouvrages à exécuter afin de permettre l'établissement d'une offre à caractère global et forfaitaire à partir des matériaux préconisés. Toutefois ces documents ne pouvant prétendre à la description absolument détaillée de toutes les opérations, les entrepreneurs ne pourront en aucun cas arguer d'une différence d'interprétation et se prévaloir d'omission ou de manque de renseignements pour refuser d'exécuter les travaux jugés utiles à la parfaite et complète exécution des ouvrages selon les règles de l'art. En conséquence, les entrepreneurs doivent étudier avec soin les pièces remises, s'entourer de tous renseignements pour ce qui aurait pu leur apparaître douteux. Il est entendu qu'il ne sera pas accordé de supplément de prix pour toute erreur ou omission quel qu'en soit son origine,
- Tous les frais résultant de changements non autorisés ainsi que tout travail supplémentaire exécuté sans ordre écrit resteront à la charge de l'entrepreneur,
- Les entrepreneurs pourront poser au Maître d'Oeuvre toutes les questions qu'ils jugeront utiles à la compréhension totale des plans et des termes du CCTP. Il appartiendra alors aux entrepreneurs, de présenter, avant la remise de prix, toutes observations ou suggestions qu'ils jugeront utiles quant aux prescriptions techniques et aux spécifications du détail du bordereau de prix,
- Le fait de soumissionner constitue un engagement des entrepreneurs à respecter les dites prescriptions et prévisions,
- Les plans de détail complémentaires, seront à la charge des entreprises et devront être soumis à l'approbation du Maître d'Oeuvre,
- Seront considérés comme Règle de l'Art et de ce fait applicables contractuellement au marché d'entreprises, les Documents Techniques Unifiés (DTU), Cahiers des Charges et Règles de Calcul, les exem-

ples de solutions pour satisfaire au Règlement de Construction, figurant dans le REEF, et les prescriptions techniques générales publiés par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), ainsi que les règles professionnelles éditées par la Fédération Nationale du Bâtiment, parus à la date du CCTP,

- En tout état de cause, les matériaux ou techniques non normalisés mis en oeuvre, devront faire l'objet d'un avis technique ou d'une enquête spécialisée,
- Les équipements d'automatismes (automates, régulateurs, interfaces de communications, etc...) devront être en début de cycle de commercialisation. Les gammes de produits en fin de vie seront proscrites. Les candidats, avec l'appui des informations des constructeurs, devront justifier ce point concernant les produits proposés.

Cahier des charges des fabricants :

- Chaque fois que le fabricant d'un produit ou équipement publiera un cahier des charges, des recommandations ou des prescriptions d'emploi, l'entrepreneur devra suivre ces documents pour la mise en oeuvre du produit ou du matériel,
- L'entreprise aura à sa charge d'effectuer les travaux nécessités par la conformité des installations aux textes précités, même s'ils ne sont pas explicitement décrits dans le présent CCTP, et même s'ils ne figurent pas dans le cadre de décomposition des prix forfaitaires.

Documents écrits et graphiques :

- Chaque entrepreneur devra prendre connaissance du CCTP dans son intégralité. Il devra se tenir en liaison et effectuer les mises au point nécessaires avec les autres corps d'état ou leur représentant sur le chantier,
- Les plans et le CCTP se complètent réciproquement sans que les entrepreneurs puissent faire état après remise et réception de leurs offres d'une discordance éventuelle qu'ils n'auraient pas signalée en temps utile,
- Les entrepreneurs sont tenus de vérifier, avant toute exécution, les cotes figurant aux dessins et de signaler au Maître d'Oeuvre les erreurs qui pourraient être constatées,
- Il appartient à l'entreprise soumissionnaire de vérifier les quantitatifs, tant en ce qui concerne les prestations que les quantités demandées suivant les plans de consultations et faire part de ces observations avant signature des marchés. L'entreprise ne pourra prétendre à aucun recours ou aucune réclamation, en cas d'erreur sur le quantitatif, après signature des marchés,
- Ils sont tenus de signaler par écrit au Maître d'Oeuvre, les discordances qui pourraient éventuellement exister entre le CCTP et les ouvrages à exécuter et qui seraient de nature à nuire à la parfaite réalisation de leurs propres ouvrages,
- Dans le même esprit, si certaines dispositions des plans et du CCTP soulèvent des divergences d'interprétation, les ouvrages seront exécutés conformément aux avenants techniques de référence et aux décisions du Maître d'Oeuvre sans entraîner pour autant des modifications au prix global forfaitaire des marchés.

Documents d'exécution et réalisation :

- Les plans d'ensemble, les schémas de principe ont été réalisés en version PRO/DCE par la Maîtrise d'Œuvre. L'entreprise établira sur cette base son dossier d'exécution. Des modifications de détail pourront être apportées aux tracés et implantations du DCE lors de l'exécution, mais seulement après proposition de l'entreprise et accord de la Maîtrise d'Œuvre,
- Les éléments complémentaires, en particulier les études et plans d'exécution et plans de détails d'atelier et de chantier, seront à la charge de l'entreprise et devront être soumis à l'approbation du Maître d'œuvre au cours de la phase préparatoire avant exécution des ouvrages,
- L'entrepreneur sera tenu de fournir tous les échantillons qui lui seront demandés et se conformer aux choix effectués par le Maître d'œuvre. L'entrepreneur sera tenu de présenter les avis techniques garantissant la qualité et l'origine des matériaux et des fournitures,
- Si l'entreprise pose des équipements ou matériaux non préalablement validés par la Maîtrise d'Œuvre ou si elle ne respecte pas son cahier de matériel, la Maîtrise d'Œuvre peut exiger l'utilisation des marques et types prévus au CCTP ou sur les plans même s'il figure une mention telle que « similaire » ou bien « équivalent ».

- En cours de travaux et chaque fois qu'il le jugera nécessaire, le Maître d'œuvre pourra faire procéder à des opérations de contrôle. L'entrepreneur procédera aux opérations nécessaires de démontage et remontage indispensables pour effectuer ces contrôles,
- L'installation sera contrôlée par un organisme agréé dont le choix et les honoraires sont pris en charge directement par le Maître d'Ouvrage. Les suppléments éventuels d'honoraires de l'organisme de contrôle, entraînés par un allongement ou une répétition des essais, en raison d'une insuffisance de la fourniture ou simplement d'une mauvaise préparation par l'entrepreneur seront mis à la charge de ce dernier.

Ouvrages non explicitement décrits :

- Le CCTP décrit l'essentiel des ouvrages dus par l'entrepreneur même s'il ne décrit pas toujours le détail des prestations, tous les travaux nécessaires sont compris dans le marché,
- La description des ouvrages s'appuie enfin sur une solution technique répondant au programme et coordonnée entre les divers corps d'état. Il appartient en conséquence à l'entrepreneur qui modifierait certains points d'un corps d'état en particulier, de prendre à sa charge les incidences éventuelles sur les autres corps d'état.

Information à la Maîtrise d'Ouvrage :

À la livraison d'un ouvrage, l'entrepreneur devra transmettre toutes les informations nécessaires à la prise en main et la maintenance des systèmes ou équipements dont il transfère la responsabilité à la Maîtrise d'Ouvrage. A ce titre, il devra être prévu un temps de formation, éventuellement en plusieurs étapes, si nécessaire.

Nettoyage et protection des ouvrages :

Le titulaire du présent lot devra la protection des installations, équipements ou organes dont il a la charge pendant toute la durée du chantier et ce jusqu'à la réception des installations.

Les zones de stockage de manutention et de travaux devront être nettement délimitées et balisées.

L'entreprise devra le nettoyage de ses ouvrages et des locaux ainsi que l'évacuation des déchets avec délivrance d'une copie de bordereau de traitement au Maître d'Ouvrage.

2.3. Normes et réglementation

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 pouvons néanmoins citer les normes et réglementations suivantes :

- Norme NF C12-100 relative à la protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre les courants électriques,
- Norme NF C12-200 relative à la protection contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public,
- Norme C13-100 et 13-200 concernant les installations électriques haute tension et poste d'abonné,
- Norme C14-100 concernant les installations de branchement de 1ère catégorie,
- Norme C15-100 concernant les distributions électriques à basse tension (dernière version),
- Les guides UTE C15-1**,
- Norme C17-200 concernant les installations d'éclairage extérieur,
- DTU 70 relatif aux installations électriques,
- Norme C52-100 relative aux transformateurs,
- Arrêté du 25 juin 1980 modifié, règlement de sécurité contre les incendies relatif aux Etablissements Recevant du Public,
- Décret du 14 décembre 1972 relatif au contrôle et à l'attestation de conformité,
- Décret du 14 novembre 1988 concernant la protection des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques,

- Décret n°2010-1017 du 30 août 2010 relatif aux obligations des maîtres d'ouvrage entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments destinés à recevoir des travailleurs en matière de conception et de réalisation des installations électriques,
- Arrêté du 26 février 2003 relatif aux circuits et installations de sécurité,
- Décret du 14 juin 1969 relatif aux règles de la construction,
- Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles,
- DTU 13-3 relatif aux dallages,
- Prescriptions du distributeur public d'énergie,
- Prescription de la commission de sécurité,
- Normes concernant la compatibilité électromagnétique,
- Le code de la construction et de l'habitation,
- Le code du Travail.



Nous insistons cependant sur l'obligation d'application des textes référencés ci-dessous, propres aux systèmes d'automatisme et de contrôle du bâtiment ainsi qu'à leur apport à la performance énergétique :

- Application de la norme NF EN ISO 16484¹ portant sur les systèmes d'automatisme du bâtiment et en particulier sur les méthodes pour mener à bien ce genre d'opération et élaborer la conception d'ensembles automatisés multi-sites, multi-protocoles et multi-constructeurs.
- Application de la norme NF EN 52120² sur la performance énergétique induite par les systèmes d'automatisation. Les systèmes sont aujourd'hui de classe C (voire D compte tenu des dysfonctionnements). Les prestataires des différents lots devront mettre en œuvre des installations répondant à la classe B ou C.
- Le référentiel R2S-4GRIDS. Même si la labellisation officielle n'est pas visée, il sera demandé de se rapprocher au mieux de ces exigences : R2S une étoile et 4GRIDS mention « Maîtrise de l'énergie ».
- Prise en compte des décrets 2020-887, 2023-259 ainsi que l'arrêté TREL2232681A du 7/04/2023.

Dans tous les cas, aucune prestation d'exécution ne devra être démarrée sans visa au 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'Œuvre devra être obtenu quant à la conformité des prestations aux textes mentionnés ci-dessus.

¹ NF EN ISO 16484 : Norme concernant les Systèmes de Gestion Technique du Bâtiment organisée en 4 parties :

Partie 1 : Spécifications et mise en œuvre d'un projet

Partie 2 : Equipements

Partie 3 : Fonctions

Partie 5 : Protocole de communication de données

Partie 6 : Essais de conformité de la communication de données

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.

Enfin, l'entreprise titulaire devra impérativement appliquer :

- Les chartes et directives spécifiques de la Maîtrise d'Ouvrage en matière d'installations d'automatisme et de GTB jointes en annexe,
- L'Analyse Fonctionnelle Générale (AFG) en l'utilisant comme base de travail pour élaborer ses propres Analyses Fonctionnelles Détaillées également jointe en annexe.

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

Dans le cas d'évolution ou de modification des textes en vigueur entre la date du présent descriptif et la soumission de l'entreprise, il appartiendra à celle-ci d'en tenir compte dans son offre.

Dans le cas où ces modifications interviendraient entre la date de soumission de l'entreprise et la date de réception des travaux, il appartiendra à l'entrepreneur d'en proposer les incidences financières éventuelles au Maître de l'Ouvrage ou à son représentant et d'obtenir son accord avant tout commencement de travaux.

Lorsque l'interprétation des normes ou de deux chapitres différents du présent descriptif semble aboutir à des contradictions, le Maître d'œuvre se réserve le droit de faire appliquer la clause qu'il jugera intéressante sans modification de prix ou de délai.

2.4. Subventions et Certificats d'Economie d'Energie (CEE)

La Maîtrise d'Ouvrage envisage de faire la demande de subventions directement liées à la réalisation de tout ou partie des prestations du présent projet. Il reviendra au titulaire de chacun des lots de transmettre à la Maîtrise d'Œuvre tous les éléments nécessaires qui lui seront demandés afin d'instruire la partie technique du ou des dossiers de demande de subvention ou CEE.

La partie administrative ou déclarative des dossiers de subvention ne sera pas à la charge des entreprises.

2.5. Généralités sur les prestations

D'une manière générale, le titulaire devra :

- Tous les percements, saignées nécessaires pour le passage des canalisations, compris rebouchages conformes à l'existant (aucun passage ne sera accepté en apparent),
- Le rebouchage étanche des percements extérieurs avec finition identique à l'existant,
- L'enlèvement des gravats provenant des travaux de percements,
- Tous les systèmes de fixation des équipements installés,
- Tous les chemins de câbles divisionnaires non représentés sur les plans mais nécessaires à la réalisation du chantier selon les règles de l'art,
- Les plans des équipements avec tracés des canalisations et emplacement des boîtes de dérivation le cas échéant,
- Tous les chemins de câbles, goulottes, moulures, fourreaux, gaines etc... nécessaires à la réalisation du chantier selon les règles de l'art,
- Le rebouchage des cloisons, murs, planchers coupe-feu lors d'un passage de chemins de câbles, goulottes, fourreaux par des moyens adaptés validés par le bureau de contrôle,
- La dépose des installations existantes non réutilisées et évacuation (sauf demande de récupération de la part de la Maîtrise d'Ouvrage),
- L'installation des nouveaux équipements selon le présent DCE,
- Les éventuelles déposes et reposes d'équipements nécessaire aux nouvelles installations.

2.6. Prestations à la charge du titulaire

Les prestations suivantes sont à la charge du titulaire :

- Le remplacement des automates obsolètes (chaufferie, sous-stations, centrales de traitement d'air...). Le cas échéant, mise en œuvre de nouveaux automates,
- La mise en œuvre ou remplacement des capteurs de température,
- La mise en œuvre ou remplacement des autres systèmes d'automatisme et capteurs suivant les prescriptions,
- Le développement des programmes automates sur la base de l'AFD validée par la Maîtrise d'Ouvrage et la Maîtrise d'Œuvre,
- L'extension du réseau Ethernet pour des besoins de déploiement de terrain,
- La mise en œuvre, commissionnement et paramétrage de toutes les interfaces qui seraient nécessaires à la mise en communication avec la supervision
- L'assistance, la collaboration avec la Maîtrise d'Ouvrage pour l'intégration des équipements et les essais,
- La formation de la Maîtrise d'Ouvrage et son mainteneur.

2.7. Préparation des travaux

Une période de préparation de travaux de deux 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.
- Un cahier de matériels, documentations techniques,
- Les échantillons demandés par la Maîtrise d'Ouvrage et la Maîtrise d'Œuvre,
- Les plans d'exécution,
- Les plans de repérage,
- Les plans et schémas de câblage des armoires et coffrets touchés par les travaux,
- Les plans et schémas des autres prestations,
- Les plans d'atelier, carnets de détail,
- Les notes de calcul des chutes de tension,
- Une architecture automatisme par site,
- Les listes des entrées/sorties physiques et logicielles,
- Une AFD par équipement (automate, IHM¹...) basée sur l'AFG transmise en annexe du présent document,
- Les listes des variables en communication suivant les spécifications des protocoles de communication en œuvre,
- La liste des équipements communicants sur Ethernet/IP dans un tableau au format de la Maîtrise d'Œuvre ou DSI permettant d'établir le plan d'adressage,
- Un document de matrice de flux permettant à la DSI d'assurer la configuration du réseau,

L'ensemble de ces documents, dont la liste ci-dessus n'est pas exhaustive, devra être transmis au fil de la période de préparation et au plus tard une semaine avant le démarrage des travaux.

2.8. Consignation

Les consignations des installations au début du démarrage de la phase de travaux ainsi que les déconsignations, à la remise en service lors des essais avant réceptions, seront à réaliser conjointement avec le mainteneur et en accord avec la Maîtrise d'Ouvrage.

¹ IHM : Interface Homme Machine, interface permettant à un utilisateur d'interagir avec un équipement, un système.

3. SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

3.1. Généralités

Toutes les prestations nécessaires à la mise en œuvre des installations de terrain seront à la charge du titulaire. Les spécifications décrites dans la directive « Automatismes et GTB » fournie en annexe devront être respectées, notamment les spécifications matériels.

Préconisations liées aux cheminements :

- Le passage de toutes les liaisons, de tout type, sous fourreaux ou canalisations adaptées (ICT, IRL, chemin de câble dalle ou Cablofil, goulotte, moulure...). Les liaisons « volantes » ne seront pas acceptées. Le niveau de finition devra être conforme aux règles de l'art et au moins en adéquation avec l'existant. Les canalisations apparentes pour les organes d'ambiance ne seront pas tolérées (sauf dérogation préalable accordée par la Maîtrise d'Ouvrage), seules les liaisons encastrées seront acceptées.
- Les traversées de parois se feront obligatoirement sous fourreaux adaptés.
- Les percements et rebouchages propres seront prévus en respectant la nature de la paroi, son degré coupe-feu, son niveau d'atténuation acoustique ainsi que les éventuels accessoires nécessaires (produit intumescent, mousse coupe-feu, etc...) préalablement validés par le bureau de contrôle. Les rebouchages de percements après dépose seront également à la charge du présent lot.
- Les matériels actifs, boîtes de raccordement ou autres dérivations dans les vides de construction ou plafonds, démontables ou non, seront proscrits (sauf dérogation spéciale accordée par la Maîtrise d'Ouvrage).
- Tous les éléments (en particulier les éléments de supportage) sujets à la corrosion devront être peints de deux couches d'anti-rouille ou autre produit adapté.
- Pour les locaux à risque d'incendie, aucun réseau électrique non nécessaire au fonctionnement propre de ceux-ci ne sera autorisé.

Préconisations liées aux canalisations électriques :

- Toutes les canalisations seront réalisées en conducteurs de cuivre avec conducteurs de protections incorporés.
 - en conducteurs fils de la série H.07.V pour montage sous conduits, moulures ou plinthes.
 - en câbles de la série U 1000 R2V multiconducteurs pour la distribution générale.
 - en câbles souples H 07 RNF pour l'éclairage extérieur.
- Les câbles aluminium seront proscrits (toutes distributions).
- Les conducteurs respecteront les couleurs conventionnelles.
- Les canalisations électriques seront calculées en respectant les chutes de tension, les contraintes thermiques admissibles dans les conducteurs, la protection des personnes contre les contacts indirects et courts-circuits.
- Les sections minimales suivantes seront respectées :
 - 1,5 mm² pour les circuits d'éclairage.
 - 2,5 mm² pour les prises de courant 10/16A.
 - 4 mm² pour les circuits 20A.
 - 6 mm² pour les circuits 32A.
- Les câbles seront soigneusement repérés par des étiquettes en fonction du caractère des câbles :
 - à leurs extrémités.
 - aux dérivations de changement de direction dans les parcours horizontaux et verticaux.
- Les canalisations posées sous moulures seront fixées tous les 30 cm.

Préconisations liées aux armoires et coffrets électriques :

- Sauf pour les cas clairement mentionnés dans les spécifications, les coffrets et armoires existants seront remplacés ainsi que tous les organes de puissance et de commande qui les composent.
- Les armoires neuves seront réalisées en tôle pliée d'épaisseur minimum 20/10 mm avec angles arrondis peint extérieurement et fermées sur toutes les faces, de marque MERLIN GERIN, LEGRAND, type Prisma ou équivalent.
- 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.
- 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.
- coupure générale latérale (la coupure en façade interdisant l'ouverture de la porte ne sera pas admise, cependant les configurations existantes seront conservées). Lorsqu'une armoire est accessible au public, la coupure générale ne doit pas être accessible de l'extérieur de l'armoire.
- porte réversible sans retournement du boîtier avec fermeture à crémone et serrure de sûreté.
- La pénétration des câbles se fera par le bas et de préférence par des passes-câbles « balais », sinon par presses-étoupes. En ambiance humide, les presses-étoupes s'imposeront. pour faciliter les raccordements les presses étoupes seront fixés par une tôle indépendante venant couvrir l'ouverture pratiquée à la partie haute et basse de l'armoire pour la pénétration des câbles. Les configurations existantes seront conservées.
- l'appareillage électrique sera fixé à l'intérieur sur des profils ajourés.
- Les contacts signalisation et asservissements seront sur un bornier de manière à pouvoir être repris et ramenés par câble sur un bornier quelconque.
- Les armoires et les masses métalliques seront obligatoirement mis à la terre, ainsi que leurs portes qui seront reliées électriquement à la tôle à l'aide d'une tresse de cuivre.
- Tous les interrupteurs, commutateurs, boutons-poussoirs, voyants seront munis d'étiquettes de repérage indiquant leur fonction et position.
- Les armoires seront précâblées en atelier avec 30 % de place disponible.
- Le câblage intérieur sera réalisé dans des goulottes adaptées avec couvercles sauf dérogation de la Maîtrise d'Œuvre.
- Toutes les bornes de reports défauts, asservissements entre armoires seront du type à couteaux.
- Le repérage au niveau des armoires se fera par porte étiquette beige Prisma à fixations par clips en horizontal ou vertical du type plaque à graver (les étiquettes plastiques autocollantes seront refusées). L'armoire devra elle-même être repérée.
- Le repérage de tous les conducteurs au niveau de chaque appareil et bornier par système Mémocab à bagues fermées de chez LEGRAND ou équivalent
- 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). L'étiquetage des armoires existantes reprises devra, le cas échéant, être complété ou remplacé. Tous les câbles devront être repérés par bracelets indiquant : section, longueur et précisant le circuit ou l'appareil desservi. Les fils devront être numérotés conformément au schéma.
- 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, adjoint d'un coffret annexe.
- Les schémas unifilaires sous fiches plastiques seront intégrés dans les armoires. Si la Maîtrise d'Ouvrage n'est pas en mesure de fournir les fichiers sources des schémas existants l'entreprise devra prévoir leur reprise intégrale. Toute prestation de câblage sur une armoire ou un coffret, neuf ou existant, devra faire l'objet d'une validation de schéma de la Maîtrise d'Œuvre ainsi que du Bureau de Contrôle Technique avant réalisation.

- 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.
- Le matériel devra être d'une seule et même marque au niveau des armoires électriques afin d'avoir une sélectivité totale sur l'installation.

Préconisations liées à l'appareillage :

- L'appareillage électrique devra posséder les caractéristiques correspondant aux influences externes auxquelles il pourra être soumis suivant la catégorie des locaux.
- Le matériel mis en Œuvre devra porter la marque nationale de conformité aux normes NF USE ou la marque de conformité USE.
- Recommandations sur les hauteurs de l'appareillage dans les locaux " Accessibles aux personnes à mobilité réduite " :
 - Hauteur des dispositifs de commande et d'arrêt d'urgence entre 0,90 m et 1,30 m du sol fini (interrupteurs, commandes volets roulants...) ;
 - Hauteur des interrupteurs à 1,20 m du sol fini ;
 - Hauteur prise de courant inférieur à 1,30 m du sol fini ;
 - Aucune prise (téléphone, télévision, ...) ne devra se situer dans un angle rentrant de mur, elles devront toutes être à 0,40 m minimum.
- Les prises de courant seront obligatoirement à obturation automatique d'alvéoles et protégées par disjoncteurs 30 mA. Elles seront conformes aux règlements de l'UTE à clips avec mise à la terre.
- Les interrupteurs ou boutons-poussoirs seront encastrés et situés en principe à une hauteur de 1,20 m du sol fini.
- Dans les locaux humides et techniques, où les canalisations électriques sont en montage non apparent, les prises de courant et les interrupteurs seront en matières plastiques, et étanches aux projections d'eau.
- Les interrupteurs et boutons-poussoirs placés dans les dégagements, circulations, sanitaires publics et locaux aveugles seront à touches lumineuses.

Préconisations liées aux équipements de protection et coupure :

- ces organes seront choisis en tenant compte des caractéristiques : intensité nominale et intensité de calibre, pouvoir de coupure, temps de réponse, type de déclencheur, adaptation au réseau, contraintes thermiques. Dans le cas de relais réglables, la valeur du régime normal devra se situer au milieu de la plage de réglage.
- Ils seront livrés avec les contacts auxiliaires nécessaires aux signalisations, verrouillage auto alimentation. Ils couperont et protégeront tous les conducteurs actifs (y compris le neutre quand il existera).
- Sélectivité :
 - Il est rappelé que les puissances indiquées sur les plans ou présent document ne sont données qu'à titre indicatif et que l'électricien devra en demander confirmation aux corps d'état intéressés (Plombier, Chauffagiste, etc..) de même que, la nature du courant distribué monophasé, triphasé ou triphasé plus neutre.
 - Les protections protégeront simultanément tous les conducteurs actifs et neutres.
 - Dans tous les schémas, l'électricien devra indiquer pour chaque protection les caractéristiques suivantes : tension nominale, intensité nominale, intensité de court circuit (au point considéré), pouvoir de coupure, nombre de déclencheurs et réglage, principe de sélectivité (temps de déclenchement)
 - L'électricien devra également s'assurer auprès des corps d'état techniques de la nature et des calibres des protections à leur charge pour éviter les doubles emplois ou une mauvaise utilisation (exemple la protection différentielle doit être assurée au plus près des utilisations).
 - Il est rappelé que pour assurer une continuité de service dans une distribution BT, tout défaut doit provoquer uniquement l'ouverture du disjoncteur placé immédiatement en amont de ce défaut.

- Coupures de proximités :

- Pour tout nouvel équipement installé dont la réglementation exige une coupure de proximité, celle-ci est à prévoir par le lot qui installe le dit équipement.
- Pour tout équipement existant, dans le périmètre du projet, nécessitant une coupure de proximité, si celle-ci est inexistante elle sera à fournir et installer par le lot traitant de la partie automatisme/acquisition des informations.
- Compte tenu de ce qui précède, ce n'est pas nécessairement le lot qui réalise l'alimentation électrique qui doit l'installation de la coupure de proximité.

3.2. Réseaux et télécommunications

a) Réseau de Niveau Gestion

Le Réseau de Niveau Gestion (RNG¹) concerne les liaisons entre les sous-ensembles de terrain et les systèmes de niveau supérieur classiquement constitués d'une supervision (acquisition, monitoring, stockage des données) et d'éventuels autres systèmes tiers hors projet (ERP, EMS, GMAO...).

Nota : sauf dérogation explicitement validée par la Maîtrise d'Œuvre ou la Maîtrise d'Ouvrage, seul le protocole de communication BACNet/IP sera autorisé au niveau RNG. Le titulaire prévoira des équipements BACNet supportant les requêtes de plusieurs clients simultanément et les abonnements d'au moins cinq équipements aux fonctions événementielles (COV, event enrollement...).

Le RNG est à la charge du titulaire ainsi que les liaisons Ethernet terminales vers les équipements de terrain, exclusivement depuis les Sous Répartiteurs de Distribution (SRD).

b) Réseau de Niveau Automatisation et Terrain (RNA² et RNT³)

Le titulaire mettra en œuvre les RNA et RNT concernant les automatismes qu'il a à sa charge.

Réseaux

Les extrémités des liaisons coté sous-répartiteur seront équipées de noyaux RJ45 adaptés, montés sur bandeaux. Les éventuelles réserves non câblées seront également équipées de noyaux et accessoires pour extensions futures. Les extrémités coté desserte seront équipées de prises RJ45 encastrées lorsque ce sera possible, en saillie dans les autres cas. Lorsque la liaison desservira une unité d'automatisme ou tout autre équipement à l'intérieur d'un coffret ou d'une armoire, la terminaison se fera à l'intérieur de ladite armoire par une prise RJ45 adaptée sur rails DIN de largeur 1 module. Toute prise installée à l'extérieur de l'armoire sera refusée. Dans chaque local technique, une liaison sera laissée libre à l'intérieur de l'armoire pour un usage de maintenance et d'exploitation afin de permettre la connexion d'un terminal portatif et sera repérée pour cet usage (un port libre d'un équipement actif pourra être dédié à cet usage). Le titulaire devra également la fourniture de toutes les jarretières nécessaires aux raccordements, aux couleurs par usage qui seront spécifiées par la DSI. Les liaisons passeront nécessairement par l'intermédiaire d'une prise femelle (les câbles avec prises mâles moulées seront proscrits). Les extrémités des liaisons seront impérativement repérées par des étiquettes gravées adaptées.

Pour les autres types de réseaux (RS485, TPFT, etc...), les équipements passifs **et** actifs (cuivre et/ou optique, baies, bandeaux, noyaux, jarretières, commutateurs, hub, routeurs, passerelle...) seront à la charge du titulaire. Tous les éléments (prises, commutateurs, routeurs...) devront faire l'objet d'un repérage sur le terrain par étiquettes gravées suivant un formalisme à convenir. Avant tous travaux, le prestataire de-

¹ RNG : **R**éseau de **N**iveau **G**estion selon terminologie NF EN ISO 16484, englobe la plus grande partie de l'interface homme-machine. Les fonctionnalités sont en général assurées par des ordinateurs standards qui opèrent sous des progiciels de supervision, de gestion et d'analyse variés.

² RNA : **R**éseau de **N**iveau **A**utomatismes. 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.

³ RNT : **R**éseau de **N**iveau **T**errain. 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.

vra transmettre une architecture représentant les éléments de réseau, d'automatisme, d'IHM ainsi que les flux de données pour validation auprès de la Maîtrise d'Œuvre et de la DSI.

Les liaisons Wi-Fi seront prosrites. Les commutateurs cuivre locaux (minimum 100 base Tx) seront des modèles industriels non manageables implantés en baies 19" adaptés ou sur rails DIN en armoire/coffret électrique verrouillable dans les locaux techniques. Il devront être clairement documentés (architecture, documentation, localisation, procédure de mise à jour, etc...). Ils devront faire l'objet d'une demande de validation à la Maîtrise d'Œuvre ainsi qu'à la DSI.

Accès distant

Il est précisé que le RNG sera rendu accessible par la DSI sur demande des titulaires. Cet accès sera de type VPN (Virtual Private Network) et donnera accès à un terminal de type VDI (Virtual Desktop Infrastructure). Il sera possible sur ce terminal d'installer des outils logiciels avec l'accord et l'assistance de la DSI pour assurer les déploiements d'automatismes (chargement de programmes), mise en service et maintenance (débogage).

Comptage d'énergie

Les compteurs d'énergie électrique qui seront mis en œuvre respecteront obligatoirement la directive MID¹ et seront mis en communication via le protocole Modbus/RS485 au travers des passerelles RS485/IP rendant le comptage indépendant des autres processus d'automatisme. Tout choix, à des fins économiques, d'intégrer un compteur au travers un dispositif utilisé pour un autre processus que le comptage, devra être validé par la Maîtrise d'Œuvre. Toute perte de communication avec un compteur devra délivrer une alarme qui sera remontée à la supervision générale. Le titulaire devra l'ajout de compteurs d'énergie électrique, le câblage et raccordement des bus nécessaires y compris sur les compteurs existants, la mise en œuvre de routeurs Modbus RS485/IP sur le RNG permettant la communication avec la supervision, le commissionnement de la communication RS485, la fourniture de tous les documents (en particulier les tables de communication) et assistance nécessaires à la Maîtrise d'Ouvrage pour l'intégration.

Borniers communicants

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), Modbus (IP ou RTU), KNX, LonWorks. Toute perte de communication avec un bornier devra délivrer une alarme qui sera remontée à la supervision générale.

Architecture et défauts de communication

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 (voir directive en annexe). L'architecture envisagée devra être établie et présentée pour validation à la Maîtrise d'Œuvre avant toute installation.

3.3. Automatisme

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

¹ MID : directive de l'Union Européenne portant sur l'harmonisation de la métrologie au sein de l'union.

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}
- Une AFD par dispositif suivant les spécifications précisées plus loin dans le document. Une analyse fonctionnelle sera nécessaire **par automate**.
- Les schémas de câblage incluant le câblage existant le cas échéant
- La liste des entrées/sorties physiques
- La liste des variables automates et plus spécifiquement celles en interaction avec la supervision générale. Ces dernières seront transmises dans le dernier format EDE¹ disponible avec les propriétés ObjectName renseignées conformément à la charte transmise en annexe.

Dénomination des informations

Une charte d'identification est transmise en annexe. Cette charte permet la codification des bâtiments, équipements, organes et informations issues des automatismes. Il sera exigé que cette charte soit appliquée dans l'élaboration de tous les documents techniques, l'étiquetage sur le terrain ainsi que dans les configurations/programmations des interfaces, régulateurs, automates... Il est demandé en particulier de répondre à ces obligations dans les propriétés « object name » des objets BACNet. Sur ce point précis, toute dérogation envisageable dans le cadre de la charte devra être motivée et faire l'objet d'une validation de la Maîtrise d'Ouvrage et de ses conseils. Les objectifs visés sont les suivants :

- Identifier les éléments de manière univoque suivant une charte commune à tous et qui soit durable.
- Avoir une identification structurée, constituée d'éléments de longueur fixe facilitant l'écriture de requêtes (sur des bases de données par exemple).
- Faciliter par transmission d'éléments informatisés au format simple (EDE par exemple) la configuration des différents sous-ensembles et tout particulièrement la supervision générale.
- Permettre et faciliter la mise à jour des informations textuelles en fixant les sous-ensembles de la codification (libellés, noms des sites et bâtiments, structures de données, etc...).

Généralités concernant le 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.
- 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 ambiance extérieure devront l'être au travers de 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.

Mode repli - Fonctionnement en mode manuel

- Les installations devront être conçues de manière à pouvoir être reprise en main manuellement en cas de dysfonctionnement majeur,

¹ EDE : Engineering Data Exchange. Afin de faciliter l'échange d'informations lors de l'ingénierie de système basé sur des équipements BACnet, il a été défini un format de fichier nommé EDE basé sur le format CSV. Celui-ci contient la liste des objets BACnet disponibles dans un équipement.

- En cas de perte de communication d'un équipement avec la supervision ou avec un de ses pairs, il devra être prévu de produire une alarme de communication et de basculer les programmes en mode dégradé permettant d'assurer la sécurité des personnes et des biens ainsi que de privilégier le confort au détriment de la performance,
- Les sorties TOR devront être équipées, soit directement sur l'unité d'automatisme, soit par le biais d'un module intermédiaire, de dispositifs permettant le forçage à l'arrêt, le forçage en marche ainsi qu'une position de fonctionnement en mode automatique. Les positions de forçage devront être reprises en tant d'information « fonctionnement hors mode automatique ».

Equipements BACNet

- Tous les équipements BACnet mis en œuvre dans le cadre du projet devront disposer de PICS¹ BTL² et intégrer les BIBBs³ 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 la supervision seront traitées localement au travers des objet 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.
- En phase de préparation, il sera convenu entre tous les lots et en accord avec la Maîtrise d'Œuvre la méthodologie de traitement des alarmes au travers BACNet (intrinsèque ou extrinsèque). La solution intrinsèque utilisant les classes de notification sera préférée.
- Si la fonction de BBMD⁴ est nécessaire, un des équipements BACNet installé devra pourvoir l'assurer. Sinon il faudra prévoir un équipement BACNet dédié à cette tâche.

Remplacement d'unité d'automatisme

- Tous les équipements non réutilisés (bornes, fils, alimentations, disjoncteurs...) devront être déposés.
- Une réserve de 10% des entrées/sorties sera prévue.
- Une possibilité d'extension importante des entrées/sorties doit pouvoir être possible (hors borniers communicants).
- Les interfaces doivent être protégées par mots de passe ou, lorsque le dispositif ne le permet pas, installées à l'intérieur de l'enveloppe fermant à clé.

Capteurs/actionneurs

- Tous les capteurs nécessitant un étalonnage (température, pression, etc...) seront prévus remplacés, le câblage pourra être réutilisé.
- Sauf indication contraire, les actionneurs sont réputés fonctionnels et seront conservés. Si ce n'était pas le cas, la Maîtrise d'Ouvrage prendrait à sa charge les remplacements qui s'imposeraient. Le titulaire de-

¹ 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.

² 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.

³ BIBB : BACnet Interoperability Building 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.

⁴ BBMD : BACnet Broadcast Management Device, fonctionnalité d'un dispositif BACNet lui permettant la gestion de la diffusion multiple sur une architecture multi-réseaux. Le BBMD installé sur un sous-réseau reçoit les messages Broadcast d'un équipement et les diffuse au réseau supérieur (ou l'inverse) afin de permettre le fonctionnement des mécanismes de diffusion multiple.

vra impérativement en faire état avant toute intervention afin d'assurer que ses actions ne sont pas la cause de détériorations sous peine de prendre à sa charge la remise en état.

3.4. Analyse Fonctionnelle

Le titulaire aura la charge de rédiger une Analyse Fonctionnelle Détaillée pour chacune des unités d'automatisme qui sera installée, sur la base du document d'AFG fourni en annexe. Ce document devra être validé par tous les intervenants : Maîtrise d'Ouvrage, Maîtrise d'Œuvre, intégrateur de la supervision. Il comprendra systématiquement une architecture d'automatisme et de communication, un schéma P&ID¹ des installations, un détail des principes de fonctionnement sur le modèle de ce qui est transmis en annexe du DCE, une représentation par assemblage de blocs fonctionnels standards, une explication textuelle des différents fonctionnements avec schémas éventuels, une liste des entrées/sorties physiques et logicielles. Ce document devra faire apparaître les mnémoniques des éléments (bâtiments, équipements, organes, attributs, services) tel que mentionné plus haut, sur la base de la charte transmise en annexe.

Le titulaire aura également à sa charge de transmettre l'ensemble des informations connexes nécessaires à l'intégration à la Maîtrise d'Ouvrage : libellés, localisations, schémas de principe, etc...

Nota : il sera portée une attention particulière dans l'analyse des propositions des candidats sur la pertinence des solutions dans l'objectif de faciliter, optimiser et rationaliser les opérations d'ingénierie et d'intégration dans le cadre du projet mais également de ses évolutions futures. Les architectures et méthodologies favorisant les concepts d'Analyse Orientée Objet (OOA), classes et instanciation de classes organisées de manière compatible avec la charte de codification en annexe, imports/exports de données structurées de modèles de classes ou listes d'instances seront favorisées. C'est en partie la raison pour laquelle il est demandé d'appliquer la règle de codification aux noms (propriété ObjectName) des objets BACNet, ce qui facilitera grandement ce type d'approche. Il sera donc privilégié l'investissement sur la méthode d'intégration ainsi que sur les outils informatiques personnalisés associés, ce qui pourra être chronophage dans un premier temps, pour aboutir dans un second temps à une phase d'intégration « en masse » optimisée et par conséquent beaucoup plus rapide.

3.5. Programmes horaires

Tous les équipements générant directement ou indirectement une consommation d'énergie, liés au CVC ou à l'éclairage, devront être associés à un programme horaire ou des temporisations de fonctionnement. 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).

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.

¹ P&ID : Pipe and Instrumentation Diagram, schéma présentant les principes de fonctionnement, les canalisations et l'instrumentation.

Il est souhaité l'implémentation de fonctions standards issues des couches basses (automatisme, protocole de communication...) facilitant la généricité, la conception et la maintenance. Il sera nécessaire de pouvoir exploiter les installations avec la supervision hors service, la multi diffusion via des scripts « joués » depuis la couche haute sera donc proscrite.

3.6. Organisation des opérations de réception

a) 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 réalisés indépendamment par chaque entreprise concernée. Ils feront l'objet de consignation sur des fiches de tests « informatisées » à proposer à la Maîtrise d'œuvre sur la base de fiches types, communes aux deux lots.
- Tests entre la supervision et le lot technique 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 à minima, les noms, qualités et émargements des intervenants 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 (ou réception partielle) fera l'objet d'une séance spécifique, après remise au Maître d'Ouvrage de l'ensemble des fiches de "Tests" 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.

L'entreprise devra la fourniture des attestations AQC correspondant aux prestations réalisées.

a) Opérations Préalable à la Réception (OPR)

Dans le cadre d'opérations préalables à la réception, le Maître d'Ouvre vérifie 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.

Le Maître d'œuvre est responsable de la forme et de la bonne validité de ces fiches. Pour s'en assurer, il procédera dans un premier temps par 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 du Maître d'Ouvre 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. Au 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'œuvre peut alors informer le Maître de l'ouvrage que son système est opérationnel et qu'il peut procéder à la réception.

b) 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 seront fournis par phase de réception partielle (étage) et comprendront à minima :

- Les fiches techniques des matériels utilisés avec les noms et adresses des fournisseurs..
- 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 d'exécution des ouvrages tels qu'ils ont été réalisés indiquant la localisation des équipements installés ainsi que le cheminement des liaisons entre ces équipements mentionnant clairement les points de connexion avec les installations existantes. Chaque équipement devra être repéré suivant le formalisme détaillé dans la charte transmise en annexe.
- Les plans de recollement des réseaux apparents ou cachées, aériens, enterrés, avec indication des diamètres, altimétries, organes de manœuvre, de coupure, etc...
- Les plans d'atelier et de détail
- Les plans de câblage des bus ou réseaux de communication.
- Les détails concernant la conception des asservissements.
- Les analyses fonctionnelles détaillées 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, les valeurs par défaut (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 décrivant les principaux incidents qui peuvent éventuellement affecter les installations et les mesures à prendre en conséquence et notamment les manœuvres à effectuer au niveau des appareillages. Cette notice devra être complète et très explicite et ne laisser subsister aucun manque d'information susceptible d'engendrer des désordres dans l'exploitation des équipements. Elle sera obligatoirement soumise à l'approbation préalable de la Maîtrise d'œuvre qui pourra en faire modifier ou compléter le contenu.
- Une notice de conduite des installations à usage des utilisateurs du système.
- Une sauvegarde informatique de l'ensemble des noms d'utilisateurs, mots de passe, 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)
- 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'ensemble de ces documents doit être le support d'exploitation et de maintenance des systèmes pour le traitement de toutes modifications de paramétrage ou la création de nouvelles fonctionnalités par des commandes, des déclarations de nouvelles informations, le paramétrage de procédures associées aux remontées d'informations nouvelles ou à créer, etc...

La réception (ou réception partielle) ne pourra être prononcée que lorsque l'intégralité des dossiers DOE sera réceptionnée et validée par la maîtrise d'œuvre.

c) Dossier d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage (DIUO)

L'Entreprise doit remettre également au coordinateur SPS, sous ses directives, les éléments lui permettant de constituer le 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.

Le contenu du DIUO est précisé aux articles R238-37, R238-38 ET R238-39 du décret N° 94-1159 du 26/12/94. Le DIUO comporte le dossier de maintenance des lieux de travail visé à l'article L235-19 du Code du Travail.

d) 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 un délai de deux semaines 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 à minima 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'œuvre 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.

e) Garantie de Bon Fonctionnement (GBF)

Le titulaire garantira, pour une durée de deux ans après la réception des travaux, le bon fonctionnement des installations, sous réserve de leurs utilisation et l'entretien adaptés.

3.7. Clauses environnementales

Comme déjà évoqué plus haut, un des objectifs premiers du projet vise à la réduction de l'impact environnementale des installations de la Maîtrise d'Ouvrage sous tous les aspects (conception avant-projet, études, modes d'échanges, organisation générale, réalisation, optimisation énergétique...). Il sera porté une attention particulière dans l'analyse des offres sur les solutions proposées ainsi que sur les dispositions particulières prenant en considération ces aspects qui pourront concerner :

- des moyens de déplacements limitant les émissions de gaz à effet de serre : échanges en visio ou audioconférence pour les réunions lorsque ce sera possible, utilisation des transports en commun, utilisation de véhicules propres (hybrides, électriques...)
- des choix techniques, organisationnels, méthodologiques permettant de limiter les déchets non valorisés :
 - estimation des quantités et types de déchets produits
 - suivi des déchets par bordereaux transmis à la Maîtrise d'Ouvrage
 - mise en œuvre d'un tri sélectif
 - valorisation des déchets
 - valorisation, réemploi des éléments de dépose
- la mise en œuvre de filières courtes (prestataires locaux) pour le développement, la maintenance dans le cadre de sous-traitance, co-traitance ou autres types de prestations ou de partenariats.
- les solutions envisageables de réparations plutôt que le remplacement systématique des matériels défectueux ou les solutions techniques privilégiant les matériels permettant les réparations ou le remplacement de pièces détachées
- la mise en avant d'équipements évolutifs permettant une modularité adaptable aux besoins
- la prise en compte du niveau de pollution électromagnétique et, le cas échéant, des manières de le réduire
- la mise en avant de matériels disposant de certifications et/ou respectant des normes permettant de garantir le respect de l'environnement dans leur conception/fabrication, par exemple :
 - fabrication garantie sans phtalate
 - processus de fabrication neutre en carbone ou utilisant de l'énergie « verte »
 - utilisation de matériaux recyclés, recyclabilité en fin de vie

Ces éléments sont donnés à titre d'exemple et ne sont pas exhaustifs. Il est demandé au candidat de présenter dans son mémoire technique, de manière claire et concise, ce qu'il a prévu dans son offre concernant ce volet environnemental, ce qui peut le démarquer sur ce sujet et monter sa sensibilité et sa volonté d'obtenir des résultats objectifs et concrets et comment il sera rendu compte à la Maîtrise d'Ouvrage au cours du projet.

3.8. Formation

Le prestataire aura à sa charge la formation des équipes de la Maîtrise d'Ouvrage et de son mainteneur. Cette formation se déroulera après les OPR. Le prestataire devra :

- La mise à disposition d'un support personnalisé informatique (pdf et ppt) : administration, PCS, exploitation, maintenance,
- Plusieurs formations en présentielle tout au long du projet (au minimum 3 jours) avec présentation et explications des mécanismes mis en œuvre,
- Le déroulement de procédures exemples spécifiquement élaborées pour le projet et différenciées suivant les qualités des interlocuteurs (ces procédures devront être préalablement validées par la Maîtrise d'Œuvre) :
 - Administration
 - Ajout/suppression/remplacement d'une unité d'automatise,
 - Opérations de maintenance types,
 - Opérations d'exploitations types,
 - Opération de restitution de sauvegarde.

4. SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES

4.1. Réseau Niveau Gestion (RNG)

Une supervision PANORAMA pour l'ensemble de l'université de Nantes a été mise en oeuvre lors d'un précédent projet. L'intégration à la supervision des équipements de l'ISITEM sera pris en charge par la Maîtrise d'Ouvrage et ne nécessite aucune prestation dans le cadre du présent lot. Le titulaire prévoira néanmoins une assistance à ces travaux d'intégration : mise à disposition de toute la documentation nécessaire (fiches techniques, manuels, plans, schémas, analyses fonctionnelles, programmes, etc...).

4.2. Sonde d'ambiance LoRa

Afin d'assurer une meilleure optimisation de la performance énergétique ainsi qu'un suivi des températures, il sera nécessaire de déployer des capteurs spécifiques. Dans un souci de facilité de mise en oeuvre, un réseau sans fil LoRaWan pourra être déployé. Dans tous les cas, l'ensemble devra être basé sur un protocole ouvert (non propriétaire), il ne devra pas être basé sur un réseau opéré et devra s'appuyer sur une infrastructure dont la Maîtrise d'Ouvrage sera propriétaire.

Un ou plusieurs récepteurs/passerelles LoRa/Bacnet seront mis en oeuvre. A ce stade nous proposons de l'implanter dans le hall d'accueil mais d'autres localisations pourront être proposées suivant une analyse de couverture à la charge du titulaire. La mise en oeuvre de l'ensemble du dispositif LoRaWan sera prévu dans le cadre des prestations : fournitures, câblage et raccordement, commissionnement, paramétrage et mise au point.

Afin de rester dans des conditions de Cybersécurité optimales, l'interface LoRaWan (ou les interfaces le cas échéant) ne sera pas raccordée directement au VLAN technique. Elle sera interfacée par l'intermédiaire d'un automate spécifique (celui de la sous-station 4 en première approche). Celui-ci sera spécifiquement durci pour cet usage. Il disposera de deux ports Ethernet indépendants permettant de configurer des adresses IP sur des sous-réseaux différents. Le port n°1 sera raccordé au VLAN technique. Le port n°2 sera raccordé directement à l'interface LoRaWan sans commutateur intermédiaire. Cet automate disposera également de fonctionnalités d'administration réseau L3 permettant le filtrage MAC ainsi que le filtrage de ports. Ainsi l'ensemble sera configuré de telle sorte que seule l'adresse MAC du dispositif LoRaWan puisse communiquer avec l'automate sur l'unique port 47808 dédié à BACnet/IP. L'automate mettra alors à disposition les informations en BACnet/IP aux autres clients du VLAN techniques.

4.3. Station météorologique (MTO¹)

Une prise de température extérieure sera mise en oeuvre au niveau de la chaufferie dont l'automatisme assurera l'acquisition. Ces informations seront propagées sur tous les automatismes qui auront besoin de ces informations dans leurs algorithmes. Il sera porté une attention particulière à la localisation et l'orientation des capteurs afin, en particulier, qu'ils ne soient pas influencés par l'ensoleillement. Si ce cas se produisait, il serait demandé au titulaire de déplacer le capteur incriminé ou de prévoir toutes les suggestions nécessaires (protection appropriée, capotage complémentaire, etc...).

En cas de défaillance, il sera prévu la mise en oeuvre d'une alarme de priorité 5 ainsi qu'un mécanisme de repli permettant aux installations de fonctionner en mode dégradé.

4.4. Sous station RCU (CHF)

Les automates et régulateurs de la sous station RCU sont obsolètes et seront intégralement remplacés. Il sera prévu un remplacement intégral incluant enveloppe et protections de l'armoire.

Afin de faciliter l'exploitation et la maintenance, il sera prévu une IHM locale en façade d'armoire. Il sera privilégié la mise en oeuvre de solutions « clients légers » permettant l'affichage d'interfaces gérées/hébergées par les automates locaux, soit en http(s), soit via des liaisons séries propriétaires. Ces interfaces seront minimalistes (éventuellement seulement textuelles) afin de limiter les travaux d'ingénierie et développement.

¹ Les références à trois caractères indiquées correspondent aux codes équipements de la charte de l'annexe que l'on retrouve dans la liste des équipements et sur les plans.

Les points physiques sont détaillés en annexe ainsi que les entrées/sorties logiciels. Une AFD devra être rédigée par le titulaire sur la base de l'AFG fournie au DCE. Toutes les fonctionnalités décrites devront être prévues, entre autres :

- Pour la sous station RCU :
 - Un fonctionnement sur courbe de chauffe à 4 points avec limites haute et basse ou sur loi suiveuse,
 - Un mode de température de non chauffe désactivable,
 - Une programmation horaire propagée, discriminante en fonction des usages avec possibilité de surcharge,
 - Une fonction d'asservissement de la production aux consommateurs.
- Pour chaque départ de chauffage :
 - Un mode arrêt/automatique/manuel pompe 1/manuel pompe 2,
 - Un mode automatique/manuel pour la vanne 3 voies,
 - Un fonctionnement sur courbe de chauffe à 4 points avec limites haute et basse,
 - Un optimiseur suivant la température ambiante désactivable (régulation en boucle fermée),
 - Un optimiseur de démarrage auto-adaptatif désactivable,
 - Un optimiseur d'arrêt auto-adaptatif désactivable.

Il sera également prévu la mise en œuvre des éléments complémentaires suivants :

- des compteurs d'énergie thermique sur chacun des départs hydrauliques alimentant la halle d'essais, communicants en MBus compris câblage, raccordement, commissionnement, interface de communication, intégration et essais.
- le remplacement des vannes 3 voies motorisées et de la vanne 2 voies motorisée existantes

Toutes les prestations éventuellement nécessaires de vidange, remplissage, adaptation des piquages, soudures, fourniture de doigts de gants, etc..., ainsi que toutes les prestations qui seraient nécessaires à la bonne mise en œuvre des installations seront à prévoir.

TO1 : Il sera prévu, dans le cadre d'une tranche optionnelle, la mise en œuvre de doubles pompes électroniques à débit variable sur les départs n'en possédant pas ainsi que l'ajout de variateurs sur les pompes secondaires de l'échangeur du RCU.

4.5.Sous-stations (SEC)

L'ensemble des sous stations et des départs de chauffage sera traité de la même manière que ceux de la sous station RCU. Il sera donc prévu le remplacement de l'automatisme et des armoires incluant les enveloppes et les protections. Dans les sous station possédant deux armoires (commande + automatisme), ces dernières pourront être remplacées par une seule. En ce qui concerne les sous station 5.1, 5.2 et 5.4, un seul automate sera mis en œuvre pour l'ensemble en sous station 5.4. Les sous stations 5.1 et 5.2 auront néanmoins un bornier communicant d'entrées/sorties déporté.

Les vannes 3 voies motorisées et les vannes 2 voies motorisées existantes seront également remplacées par des modèles à siège.

Les points physiques sont détaillés en annexe ainsi que les entrées/sorties logiciels. Une AFD devra être rédigée par le titulaire sur la base de l'AFG fournie au DCE. Toutes les fonctionnalités décrites devront être prévues.

TO1 : Il sera prévu, dans le cadre d'une tranche optionnelle, des travaux hydrauliques pour séparer les collecteurs ainsi que la mise en œuvre de bouteille de découplage pour les sous station 2, 3 et 4. Des doubles pompes électroniques à débit variable seront également mises en place sur les départs n'en possédant pas.

TO2 : Une IHM similaire en principe à la sous station RCU sera prévue dans chaque sous station. Dans le même principe que les automates, une seule IHM sera prévue en sous station 5.4 pour l'ensemble des sous station 5.1, 5.2 et 5.4.

4.6. Centrales de traitement d'air (CTA)

Les CTA sont pilotées par des systèmes d'automatisme obsolètes dans des armoire électriques dédiés. Les automates seront intégralement remplacés et les armoires seront remplacées. Concernant la CTA halle d'essais et la compensation de la CTA, l'ensemble sera piloté depuis l'automate en sous station RCU.

Les points physiques sont détaillés en annexe ainsi que les entrées/sorties logiciels. Une AFD devra être rédigée par le titulaire sur la base de l'AFG fournie au DCE. Toutes les fonctionnalités décrites devront être prévues, entre autres :

- Des modes de fonctionnement automatique/manuel permettant de fixer les états et/ou positions des différents actionneurs (ventilateurs, vannes trois voies, registres),
- Un fonctionnement sur courbe de température de soufflage à 4 points avec limites haute et basse,
- Un mode de température de non chauffe désactivable,
- Une programmation horaire propagée, discriminante en fonction des usages avec possibilité de surcharge,
- Un optimiseur suivant la température ambiante désactivable (régulation en boucle fermée) ou, s'il n'y a pas d'autres possibilités, suivant la température de reprise,
- Un optimiseur de démarrage auto-adaptatif désactivable,
- Un optimiseur d'arrêt auto-adaptatif désactivable.
- Une fonction de propagation du niveau de la demande aux productions de chaud et froid.

Une sonde de qualité d'air sera mise en oeuvre dans l'amphithéâtre afin d'avoir une régulation sur l'air neuf adaptée aux besoins.

TO2 : Il sera prévu la mise en oeuvre d'une IHM dédiée pour la CTA Amphithéâtre dans le même principe que la sous station RCU.

TO4 : Il sera prévu le remplacement du ventilateur de la CTA Halle d'essais par un ventilateur à commutation électronique.

4.7. Aérothermes (AET)

Certains locaux de la halle d'essais sont traités par des aérothermes. Il sera prévu de refaire la régulation afin de permettre la gestion depuis la supervision générale. Ces aérothermes seront centralisés sur une unité d'automatisme mutualisée avec les extracteurs des salles nuisantes. Les borniers d'entrées/sorties communicants pourront être acceptés si la communication de terrain est fiabilisée (liaison directe automate/bornier, pas de transit par un SRD pour ne pas être dépendant d'interfaces de communication). Si des éléments sont à adosser à chaque aérotherme (régulateur, relais thermiques, relais d'automatisme, etc...), ils seront installés dans des coffrets fixés sur ceux-ci. Chaque zone de régulation devra disposer d'une vanne 3 voies et d'une sonde de température ambiante. Il ne sera pas prévu de commande de dérogation locale.

Les points physiques sont détaillés en annexe. Les entrées/sorties logiciels sont détaillés en annexe. Une AFD devra être rédigée par le titulaire sur la base de l'AFG fournie au DCE. Toutes les fonctionnalités décrites devront être prévues, entre autres :

- Une sélection de mode de fonctionnement automatique ou manuel,
- Une possibilité de forcer les vitesses de ventilateurs,
- Un fonctionnement sur consignes de températures ambiantes et hystérèses,
- Un mode de température de non chauffe désactivable hérité de la chaufferie,
- Une programmation horaire propagée, discriminante en fonction des usages avec possibilité de surcharge,
- Une fonction de propagation du niveau de la demande à la production (chaufferie),
- Un optimiseur de démarrage auto-adaptatif désactivable,
- Un optimiseur d'arrêt auto-adaptatif désactivable,
- Une gestion de mode hors-gel/réduit/pré-confort/confort avec prise en compte de la présence par zone.

4.8.Destratification (DST)

Il sera prévu la mise en oeuvre de destratificateurs dans les locaux ayant une grande hauteur sous plafond soit la halle d'essais et le hall d'accueil. Ces ventilateurs seront pilotés par l'automate le plus proche et seront asservis à un programme horaire permettant l'autorisation du fonctionnement en fonction de la température ambiante et de la température sous plafond.

4.9.Ventilation mécanique contrôlée (EXA)

ISITEM dispose de plusieurs caissons VMC notamment au niveau des salles nuisantes. Ces extracteurs devront être commandé sur programmes horaires, un défaut de discordance sera repris. A cette fin, le titulaire prévoira, le cas échéant, l'ajout de contacteurs de puissance, la reprise ou le remplacement de pressostats, le câblage et raccordement vers le bornier d'entrées/sorties ou automate régulant également les aérothermes ainsi que la programmation nécessaire.

4.10.Ventilo-convecteurs (VC)

Le titulaire devra prévoir la remontée des informations des ventilo-convecteurs, actuellement régulé par des régulateurs CIAT de type V3000, à la supervision générale. Ces ventilo-convecteurs situés dans la salle du conseil seront remontés sur la supervision via une passerelle KNX/Bacnet.

Pour les zones de confort traitées par plusieurs ventilo-convecteurs, le titulaire devra prévoir un fonctionnement de type maître/esclave avec un ventilo-convecteur « leader » et un ou des ventilo-convecteurs « suiveurs ». Ce mécanisme devra être clairement documenté et pouvoir être facilement reconfigurable pour s'adapter à d'éventuels modification du cloisonnement.

4.11.Fosse de relevage (FRL)

Il sera prévu de reprendre les niveaux hauts des fosses de relevage. Un moyen d'acquisition sera prévu, soit par raccordement sur un équipement dédié (e. g. bornier E/S), soit un équipement mutualisé (e. g. automate également utilisé pour un autre usage).

Même si l'équipement dispose de son propre capteur de niveau, le titulaire aura à sa charge la mise en œuvre d'un capteur indépendant de type capteur à flotteur. Toutes les suggestions de mise en œuvre seront à la charge du présent lot.

4.12.Tableau général basse tension (TGB)

Il sera prévu l'ajout de compteur électrique afin de dissocier les départs ISITEM, halle d'essai, IRESTE et ETMPA et de suivre avec plus de précision les consommations des sites. Toutes les prestations qui seraient nécessaires à la bonne mise en œuvre des installations seront à prévoir (interface de communication, carte de communication...) .

4.13.Divers

Distributions hydraulique et aéraulique

Un équilibrage des installations sera à la charge de l'entreprise. Le titulaire prévoira pour chaque installation :

- La réalisation d'une note méthodologique à transmettre et faire valider à la Maîtrise d'Œuvre,
- Les mesures de débit nécessaires pour chaque équipements au niveau de chaque organe de réglage,
- Une comparaison et adaptation des réglages, en plusieurs passes, afin de coïncider aux données issues des notes de calculs fournies,
- La constitution d'un dossier « Equilibrage » en indiquant les actions entreprises, les mesures finales, le synoptique des installations, les remarques et recommandations. Ce dossier devra être validé par le Maîtrise d'Œuvre installation par installation.

4.14. Projet de rénovation énergétique

Un projet de rénovation énergétique du bâtiment aura lieu prochainement. Ce projet consiste en la mise en oeuvre de destratification dans le hall d'accueil ainsi que d'ouvrants pilotés en fonction de la température intérieure, de la température extérieure.

TO3 : Pour cela, le titulaire devra prévoir la pose d'un coffret dans le local SRD LT001 afin d'accueillir un bornier communicant, repris par l'automate de la sous-station 4, afin de piloter l'ensemble. Le paramétrage du bornier communicant ainsi que la programmation des différents équipements seront fait en fonction d'une analyse fonctionnelle qui sera transmise. Ainsi, seul le câblage des équipements, à la charge du prestataire du projet de rénovation énergétique, restera à faire. Il sera également prévu la mise en oeuvre d'un détecteur de pluie qui forcera la fermeture des ouvrants.

4.15. Tranches optionnelles

TO1 : La tranche optionnelle 1 comprend :

- La séparation de collecteurs et la mise en oeuvre de bouteilles de découplage pour les sous station 2, 3 et 4
- L'ajout de variateurs sur les pompes secondaires de l'échangeur du RCU
- L'ajout de double pompes électroniques à débit variable sur les départs n'en possédant pas dans les sous stations RCU, 3 et 4

TO2 : La tranche optionnelle 2 comprend :

- La mise en oeuvre d'une IHM dans chaque sous station hormis les sous station 5.1 et 5.2 qui seront reprise sur l'IHM de la sous station 5.4.
- La mise en oeuvre d'une IHM pour la CTA Amphithéâtre

TO3 : La tranche optionnelle 3 comprend :

- La mise en oeuvre d'un bornier communicant dans une nouvelle armoire située dans le SRD LT001
- Le paramétrage du bornier communicant et la programmation des équipements suivant une analyse fonctionnelle
- L'ajout d'un détecteur de pluie

TO4 : La tranche optionnelle 4 comprend :

- Le remplacement du ventilateur de la CTA Halle d'essais par un ventilateur à commutation électronique.