Référence : **PRO-WP1_4_2_1-CCTP-P-01577**

P

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)
SYSTEME HVAC RF LINAC

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Visa de la Direction de projet
SEPTEMBRE 2026	Responsable WP1.4.2.1	Responsable WP1.1.7 Responsable WP1.4 Adjoint WP1.4 Responsable groupe achats	Coordinateur du programme WP1.4	YOUSIGN
Destinataires	Soumissionnaires			

PUBLIC

La version électronique fait foi.



Synchrotron SOLEIL – Société Civile au capital de 12.000 €
439 684 903 R.C.S. EVRY – NAF 7219Z – SIRET 439 684 903 00016
L'Orme des Merisiers – Départementale 128 – 91190 Saint-Aubin
www.synchrotron-soleil.fr

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION 7
1.1. PRÉSENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL 7
1.2. PRÉSENTATION DE SOLEIL II 8
1.3. GROUPE GESTIONNAIRE 8
2. ACRONYMES 9
3. OBJET DU PROJET 10
3.1. OBJECTIF DU PROJET 10
3.2. INTERVENANTS 10
3.3. CONTRAINTES PARTICULIÈRES 10
3.4. PRIX FORFAITAIRE 11
3.5. DOCUMENTS TECHNIQUES 11
3.6. LIMITES DE PRESTATIONS 12
3.6.1. TRAVAUX À LA CHARGE DU TITULAIRE 12
3.6.2. TRAVAUX EXCLUS DU MARCHÉ 13
3.6.3. TRAVAUX À LA CHARGE DE SOLEIL 13
3.7. CONDITION D'EXÉCUTION DES TRAVAUX 13
3.8. QUALITÉ ET ORIGINE DES MATÉRIAUX ET MATÉRIELS 13
4. EXÉCUTION DU MARCHÉ, PLANNING ET RAPPORT D'AVANCEMENT 14
4.1. PHASAGE DU MARCHÉ 14
4.2. PLANNING 14
4.3. RAPPORT D'AVANCEMENT 15
4.4. ACCÈS AUX INSTALLATIONS 15
4.5. CONDUITE– SURVEILLANCE – ENTRETIEN DU CHANTIER 15
4.6. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION ET DOSSIER DE RÉCOLEMENT 15
5. EXIGENCES QUALITÉ – SÉCURITÉ - ENVIRONNEMENT 16
5.1. ASSURANCE QUALITÉ - DISPOSITIONS 16
5.2. EXIGENCES SÉCURITÉ 16
5.2.1. EXIGENCES SPÉCIFIQUES EN LIEN AVEC LE BESOIN 16
5.2.2. EXIGENCES GÉNÉRALES 16
6. DOCUMENTATION 17
6.1. DOCUMENTATION FOURNIE PAR SOLEIL 17
6.2. DOCUMENTATION FOURNIE PAR LE TITULAIRE 17
6.2.1. DOCUMENTATION 17

6.2.2. LANGAGE....17
7. BASES DE CALCUL....17
7.1. CONDITIONS EXTÉRIEURES....17
7.2. CONDITIONS INTÉRIEURES, APPORTS INTERNES, TAUX D'OCCUPATION, RENOUVELLEMENT D'AIR....18
7.3. NATURE DES FLUIDES DU CIRCUIT EAU GLACÉE....19
8. DESCRIPTION DES TRAVAUX....19
8.1. DÉROULEMENT DES TRAVAUX....19
8.2. INSTALLATION EXISTANTE....19
8.3. TRAVAUX DE TUYAUTERIES....20
8.4. NOUVELLE INSTALLATION....21
8.4.1. CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR....22
8.4.2. DIFFUSION ET REPRISE DU TRAITEMENT D'AIR....23
8.4.3. DISTRIBUTIONS HYDRAULIQUES....24
8.4.4. ÉVACUATIONS HYDRAULIQUES ET CONDENSATS....25
8.4.5. ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES....26
8.4.5.1. GÉNÉRALITÉS....26
8.4.5.2. TENSION ET RÉGIME DE NEUTRE....26
8.4.5.3. TABLEAU ÉLECTRIQUE....26
8.4.5.4. BORNIERS INTERFACE GTC....28
8.4.5.5. PROTECTION DES CIRCUITS....28
8.4.5.6. REPÉRAGES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES....29
8.4.5.7. ÉTUDES ÉLECTRIQUES ET CALCULS....29
8.4.6. AUTOMATISME ET FONCTIONNEMENT....29
8.4.6.1. SPÉCIFICATION GÉNÉRALE AUTOMATE....29
8.4.6.2. EXIGENCE POUR LE MATÉRIEL AUTOMATE....29
8.4.6.3. UNITÉ CENTRALE ET MODULES D'ENTRÉES / SORTIES....30
8.4.6.4. PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE....35
8.4.6.5. ANALYSE FONCTIONNELLE....36
8.4.6.6. PROCÉDURE DE TEST ET DE CONTRÔLE....37
8.4.6.7. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT....37
9. NORMES ET RÈGLES GÉNÉRALES....39
9.1. OBJET DES SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES....39
9.2. BILAN THERMIQUE....39
9.3. RÉSEAU HYDRAULIQUE....39
9.4. RESEAU AERAULIQUE....41

9.5. TERMINAUX THERMIQUES 42
9.6. TERMINAUX AERAULIQUES 42
9.7. NOTES DE CALCUL 43
9.8. SYMBOLIQUE 44
9.9. PLANS ET DOCUMENTS TECHNIQUES 44
9.10. ACOUSTIQUE 44
9.11. MATERIELS 47
9.12. APPAREILS DE CONTROLE – MESURE – COMPTAGE 48
9.12.1. THERMOMETRE ET TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE 49
9.12.2. MANOMETRES ET TRANSMETTEURS DE PRESSION 49
9.12.3. COMPTAGE 49
9.13. REGLEMENTATION ET NORMES APPLICABLES ELECTRIQUES 50
9.13.1. REMARQUES GENERALES 50
9.13.2. LEGISLATION ET CLASSEMENT DU BATIMENT 50
9.13.3. AUTRES NORMES 51
9.14. REPERAGE 51
9.15. ESSAIS 52
9.15.1. GENERALITES 52
9.15.2. ESSAIS DES RESEAUX HYDRAULIQUES 53
9.15.3. ESSAIS DES MATERIELS ET RESEAUX AERAULIQUES 53
9.15.4. ESSAIS ELECTRIQUES 54
9.15.5. ESSAIS AUTOMATISME – SUPERVISION 54
9.16. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES 54
9.16.1. LISTE DES DOE 55
9.16.2. PLANS ET AUTRES DOCUMENTS DES PEO 55
9.16.3. NOTES DE CALCULS 57
9.16.4. DOCUMENTATION TECHNIQUE 57
9.16.5. PROCES-VERBAUX 57
9.16.6. MANUEL D'EXPLOITATION 57
9.16.7. NOTICE DE MAINTENANCE 58
9.16.8. MANUEL DE MAINTENANCE 59
9.16.9. DOE ET FORMATION 59
10. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES 59
10.1. REMPLISSAGE ET PURGE 59
10.1.1. REMPLISSAGE EN EAU DES INSTALLATIONS 59
10.1.2. PURGE ET VIDANGE DES INSTALLATIONS 59

10.2. RESEAUX HYDRAULIQUES 60
10.2.1. CANALISATIONS 60
10.2.2. POSE DES CANALISATIONS 61
10.2.3. DILATATION 61
10.2.4. SUPPORTS ET FIXATIONS 61
10.2.5. FOURREAUX 62
10.3. ROBINETTERIE 63
10.3.1. DOMAINE D'EMPLOI 63
10.3.2. ROBINETTERIE DE DN 15 A DN 50 64
10.3.3. ROBINETTERIE DN 65 A DN 400 64
10.3.4. VANNE D'EQUILIBRAGE HYDRAULIQUE 65
10.3.5. PURGE ET VIDANGE 66
10.4. APPAREILS DE MESURE 66
10.4.1. CIRCUIT HYDRAULIQUE 66
10.4.2. CIRCUIT AERAULIQUE 67
10.5. APPAREILS DE CLIMATISATION 67
10.5.1. VENTILO-CONVECTEUR 67
10.5.2. CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR 68
10.5.2.1. GENERALITES 68
10.5.2.2. PRISE ET REJET D'AIR 68
10.5.2.3. REGISTRE 68
10.5.2.4. FILTRATION D'AIR 69
10.5.2.5. BATTERIE HYDRAULIQUE 70
10.5.2.6. BATTERIE ELECTRIQUE 71
10.5.2.7. VENTILATEUR 71
10.5.2.8. ENVELOPPE DE LA CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR 72
10.6. PIEGES A SONS 73
10.6.1. PRINCIPES GENERAUX 73
10.6.2. PIEGES A SONS RECTANGULAIRES 73
10.6.3. PIEGES A SONS CIRCULAIRES 74
10.7. RESEAUX AERAULIQUES 74
10.7.1. NATURE, DOMAINE D'EMPLOI, CONSTRUCTION 74
10.7.2. ÉTANCHEITE DES CONDUITS 76
10.7.3. POSE DES CONDUITS 76
10.8. TERMINAUX AERAULIQUES 76
10.9. CALORIFUGE 77

10.9.1. GENERALITES 77
10.9.2. RESEAUX « FROIDS » ET EAU GLACEE 78
10.9.3. CONDUITS 79
10.9.4. REVETEMENTS 80
10.10. ÉLECTRICITÉ 80
10.10.1. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS....80
A. BILAN DE PUISSANCE 80
B. PUISSANCE UNITAIRE NOMINALE 81
C. RESERVES POUR EXTENSION....81
D. COEFFICIENTS DE FOISONNEMENT ET FACTEUR DE MARCHE 81
E. FACTEURS DE PUISSANCE 81
F. CHUTE DE TENSION....81
G. INTENSITE DE COURT-CIRCUIT 82
H. LIMITATION DES INTENSITES DE DEMARRAGE 82
I. ÉQUILIBRAGE DES PHASES 82
10.10.2. DISPOSITIFS DE PROTECTION 82
10.10.3. CHEMINEMENTS ET TRANSPORTS ELECTRIQUES 84
10.10.3.1. COURANTS FORTS (U>OU= 50V) 84
10.10.3.2. CIRCUITS COURANTS FAIBLES DE COMMANDE ET SIGNALISATION 85
10.10.4. MISE EN ŒUVRE DES DISTRIBUTIONS 86
10.10.5. CONDUITS ET SUPPORTS....87
10.10.6. MISE A LA TERRE ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES 89
10.10.6.1. ÉQUIPOTENTIELLES GENERALES....89
10.10.6.2. MISE A LA TERRE 89
10.10.6.3. ÉQUIPOTENTIELLES PARTICULIERES 89
10.10.7. TABLEAUX ELECTRIQUES....89
10.10.7.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION 89
10.11. REGULATION ET GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE 100
10.11.1. GENERALITES 100
10.11.2. MESURABLES....100
10.11.3. VANNE DE REGULATION 100
10.11.4. MOTORISATION DES REGISTRES 100
10.11.5. REGULATEUR....101
11. ANNEXE – LISTES DES PLANS APPLICABLES 101

1. INTRODUCTION

1.1. PRÉSENTATION DU SYNCHROTRON SOLEIL



Situé au cœur du cluster Paris-Saclay, à une vingtaine de kilomètres de Paris, SOLEIL[1] est la source française de rayonnement synchrotron.

Dans cette Très Grande Infrastructure de Recherche, les expériences reposent sur l'utilisation d'un rayonnement lumineux produit par des paquets d'électrons circulant quasiment à la vitesse de la lumière dans un anneau. Ce rayonnement, exceptionnellement brillant, couvre une gamme de longueurs d'onde très large : de l'infrarouge jusqu'aux rayons X, en passant par les ultraviolets. Ses caractéristiques (intensité, focalisation, stabilité…) permettent d'observer la matière à toutes les échelles, jusqu'à celle de l'atome, pour des expériences tant en recherche fondamentale qu'en recherche appliquée ou d'intérêt industriel.

Depuis 2008, SOLEIL est au service de nombreux domaines qui mobilisent la science et l'industrie aujourd'hui : la physique, la biologie, la chimie, la science des matériaux, l'environnement, les sciences de la Terre ou le patrimoine culturel, notamment.

SOLEIL est placé sous la double tutelle du CNRS[2] et du CEA[3], et offre à son personnel un environnement de travail pluridisciplinaire et international.

[1] SOLEIL : Source Optimisée de Lumière d'Energie Intermédiaire du LURE* (*Laboratoire d'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique)
[2] CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique
[3] CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

1.2. PRÉSENTATION DE SOLEIL II

Le projet SOLEIL II est une modernisation ambitieuse de l'ensemble de l'installation qui permettra des expériences jusqu'à dix mille fois plus rapides, mille fois plus sensibles, avec une résolution à l'échelle du nanomètre, et ainsi de contribuer de manière décisive à de nombreux enjeux sociétaux dans la recherche sur les matériaux avancés, l'énergie et le développement durable, la santé et le bien-être, l'environnement.

Les premiers approvisionnements, pour la construction de SOLEIL, ont débuté en 2024. Le fonctionnement de l'installation actuelle se poursuivra en parallèle jusqu'à l'automne 2028. Le démarrage de SOLEIL II est prévu pour 2030, avec une montée en puissance jusqu'en 2035.

Pour plus de détails, on pourra se reporter au site web : http://www.synchrotron-soleil.fr/

1.3. GROUPE GESTIONNAIRE

Le groupe Bâtiments & Infrastructures doit mettre en place une nouvelle installation de thermalisation de la salle RF LINAC pour répondre aux nouvelles contraintes techniques liées à l'évolution des équipements RF pour l'upgrade. Cette installation remplacera celle déjà en place, vieillissante et obsolescente.

Les équipements mentionnés dans ce CCTP seront utilisés au sein du groupe Bâtiments et Infrastructures de la division Accélérateurs & Ingénierie dans le cadre de l'exploitation des installations techniques.

2. ACRONYMES

Définition des acronymes utilisés dans le présent CCTP :

AFNOR	Association Française de NORmalisation
CCAG	Cahier des Clauses Administratives générales
CCH	Code de la Construction et de l'Habitation
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
CFA	Courants Faibles
CFO	Courants Forts
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
CVC	Chauffage Ventilation Climatisation
DCE	Dossier de Consultation des Entreprises
DPGF	Décomposition Prix Global et Forfaitaire
DTU	Document Technique Unifié
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EF	Eau froide
EG	Eau glacée
EU	Eaux usées
EV	Eaux vannes
GTC	Gestion Technique Centralisée
HTA	Haute Tension A (anciennement Moyenne Tension)
HVAC	Heating Ventilation Air Conditioning
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
LINAC	LINear ACcelerator (accélérateur linéaire)
LURE	Laboratoire pour l'Utilisation du Rayonnement Électromagnétique
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PSE	Prestation Supplémentaire Éventuelle
REEF	Recueil des éléments utiles à l'Établissement et à l'Exécution des projets et marchés de bâtiments en France
RF	Radiofréquence
SOLEIL	Source Optimisée de Lumière d'Énergie Intermédiaire du LURE
TGBT	Tableau Général Basse Tension
TGS	Tableau Général de Sécurité
TNS	Terre Neutre Séparés
TOR	Tout Ou Rien
UTE	Union Technique de l'Électricité
VRD	Voirie et Réseaux Divers

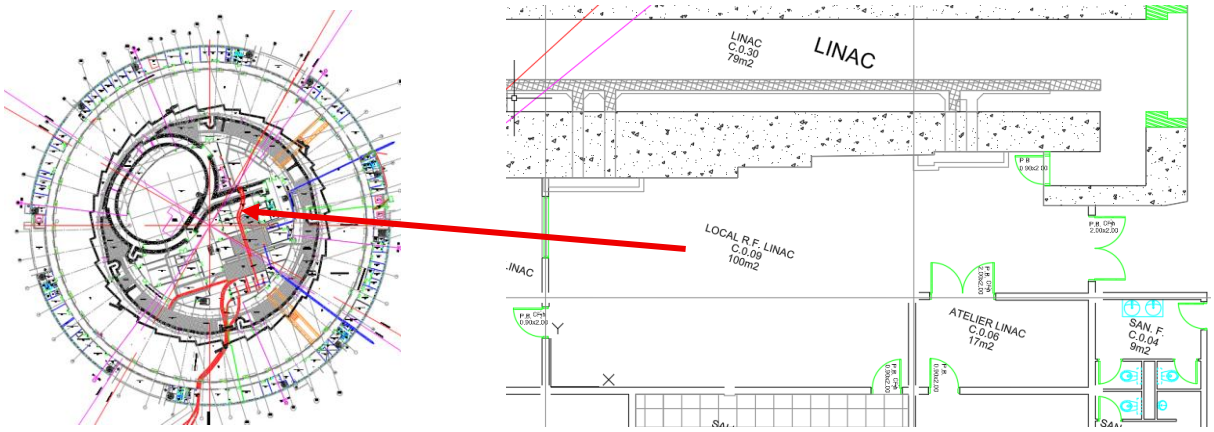
3. OBJET DU PROJET

Dans le cadre du programme technique de SOLEIL II, certains travaux par anticipation doivent permettre l'aménagement de zones techniques existantes pour répondre aux objectifs de l'upgrade avec notamment la mise à niveau des installations de climatisation dans les locaux spécifiques au fonctionnement des accélérateurs de particules.

3.1. OBJECTIF DU PROJET

Le groupe « Radiofréquence & LINAC » doit procéder à des modifications pendant l'année 2026 en intégrant notamment des nouvelles baies électriques pour l'alimentation et le contrôle de futurs éléments magnétiques au niveau de la zone d'injection LT1. Pour cela, la surface au sol doit être libérée de l'emprise de l'actuelle armoire de climatisation ; celle-ci doit être remplacée par une centrale d'air qui sera installée en hauteur sur une mezzanine technique.

Voir ci-dessous la localisation :



3.2. INTERVENANTS

Maître d'œuvre « PROCESS » :

- Division accélérateurs et ingénierie / Bâtiments et Infrastructures / Responsable technique du programme WP1.4.2.1

3.3. CONTRAINTES PARTICULIÈRES

Le soumissionnaire doit prendre en considération les contraintes internes à SOLEIL pour engager des travaux.

- Les travaux peuvent éventuellement avancer hors période d'arrêt technique aux conditions suivantes :
  - Ne pas travailler dans les zones ou les salles dont les équipements process sont en fonctionnement durant les temps faisceau.

  - Ne pas générer des effets pouvant perturber la stabilité de la machine durant les temps faisceau (exemple les vibrations ou percements).
  - Privilégier des actions contraignantes durant les lundis sous réserve d'acceptation du groupe fonctionnement des accélérateurs et du groupe Radiofréquence & LINAC
- Les travaux doivent en priorité être effectués durant les périodes d'arrêts techniques selon le calendrier du fonctionnement de SOLEIL durant l'année en cours.
- De prendre en considération qu'il pourrait y avoir de la coactivité en fonction des impératifs calendaires des différentes tâches à accomplir sur l'année 2026.
- Privilégier au maximum la préfabrication des éléments à mettre en place.
- Prendre en compte les contraintes de délai des fournisseurs matériels dès réception de la commande SOLEIL.
- Les percements servant à la mise en place des supports devront être scellés à la cheville chimique.

3.4. PRIX FORFAITAIRE

L'offre du Soumissionnaire comprendra tous les travaux et fournitures de matériel nécessaires pour la fabrication des installations conformément aux réglementations en vigueur.

Le Soumissionnaire indiquera dans la DPGF le détail des équipements prévus en base dans son offre de prix.

Outre les travaux et installations définis par le C.C.T.P. et les plans, sont inclus dans le prix global forfaitaire dans un poste spécifique, les frais liés à l'exécution des travaux et aux fournitures concernant :

- La conduite, surveillance et entretien jusqu'à la réception,

Une visite du site est nécessaire pour évaluer correctement le projet. Le Soumissionnaire devra prendre rendez-vous avec le référent SOLEIL du dossier.

3.5. DOCUMENTS TECHNIQUES

Le présent C.C.T.P. est complété par une série de documents, plans et schémas selon liste jointe en annexe :

Il s'agit notamment :

- Plan d'implantation des équipements HVAC
- Synoptique du traitement d'air dans l'ambiance de la salle

Tous les documents graphiques remis au Soumissionnaire, pour exécution des ouvrages, doivent être considérés comme une proposition qu'il devra examiner avant le dépôt de son offre.

3.6. LIMITES DE PRESTATIONS

3.6.1. TRAVAUX À LA CHARGE DU TITULAIRE

Le Titulaire du marché assure la réalisation des prestations et ouvrages suivants, sans que cette liste soit limitative.

- Les protections de la zone de travail.
- L'échafaudage pour les travaux en hauteur.
- Les moyens de manutention (notamment pour la mise en place de la centrale de traitement sur la mezzanine).
- La dépose et repose des gardes corps de la mezzanine pour la mise en place de la centrale d'air.
- Les percements et rebouchages.
- Les fiches techniques de tous les matériels.
- Les plans d'exécution (vue en plan, coupes et isométries)
- Les notes de calcul des pertes de charges aérauliques et hydrauliques
- Synoptique fonctionnel de l'installation
- La liste des points entrées et sorties pour le fonctionnement de l'installation
- L'analyse fonctionnelle de l'installation
- La programmation de l'automate et la vue graphique de supervision et pilotage sur l'IHM en façade de l'armoire électrique
- La fourniture et pose de l'ensemble des équipements hydrauliques du présent projet.
- La fourniture et pose de l'ensemble des éléments de ventilation, centrale de traitement d'air, gaines, diffuseurs, supports etc.
- Le bilan de puissance électrique de l'installation.
- La fourniture, pose et raccordement de l'ensemble des câblages nécessaire au fonctionnement de l'installation depuis l'armoire électrique jusqu'aux terminaux compris les chemins de câbles et le repérage des câbles selon la nomenclature SOLEIL
- La fourniture, pose et raccordement de l'armoire électrique compris tous les composants de l'armoire nécessaires au fonctionnement de l'installation.
- Le raccordement de l'armoire électrique à partir du câble de puissance fourni par SOLEIL en attente dans la salle RF LINAC.
- Assistance au groupe exploitation de SOLEIL lors de la remise en eau, test aux épreuves et test des niveaux de performances et fonctionnels de l'installation.
- La mise en service de l'ensemble de l'installation.
- La formation sur 1 journée du personnel exploitant sur l'automate et sa programmation.
- La dépose et enlèvement de l'ancienne armoire de climatisation compris les tuyauteries s'y rattachant après test et mise en service de la nouvelle installation.
- Le dossier DOE de fin de travaux
- Le nettoyage du chantier et le traitement des déchets générés.

3.6.2. TRAVAUX EXCLUS DU MARCHÉ

- Le câble d'alimentation de l'armoire électrique.
- La mezzanine permettant d'accueillir la centrale de traitement d'air.
- La consignation de l'armoire de climatisation existante.
- Le déplacement de luminaires le cas échéant.
- Le déplacement de tête de détection incendie le cas échéant.

3.6.3. TRAVAUX À LA CHARGE DE SOLEIL

Sont à la charge de SOLEIL

- La vidange des parties hydrauliques à modifier.
- La fourniture et raccordement depuis le TGBT du câble d'alimentation de l'armoire électrique de l'installation HVAC.
- Les consignations depuis le TGBT du câble de la nouvelle installation et la consignation de l'armoire de climatisation existante.
- La mise en place de la mezzanine pour la centrale de traitement d'air.
- L'assistance hydraulique nécessaire sur le réseau eau glacée (EG).
- Le déplacement de luminaires, le cas échéant.
- Le déplacement de tête de détection incendie, le cas échéant.

3.7. CONDITION D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

Les travaux sont réalisés sur un site occupé.

En conséquence, le Titulaire du marché devra prendre toutes dispositions pour ne pas gêner le fonctionnement.

Il devra par ailleurs prévoir toutes les protections nécessaires pour ne pas dégrader les locaux et ne pas endommager les matériels qui pourraient s'y trouver.

3.8. QUALITÉ ET ORIGINE DES MATÉRIAUX ET MATÉRIELS

Les appareils et matériaux doivent être neufs, de la meilleure qualité, répondant exactement aux conditions de fonctionnement spécifiées. Le matériel doit être conforme aux normes, avis techniques, D.T.U. Les matériels et appareillages faisant l'objet d'un agrément ou d'un label de qualité doivent avoir obtenu ce label (NF robinetterie, etc.).

Qualités acoustiques

Tous les matériaux et matériels qui seront proposés devront permettre d'atteindre les objectifs fixés par l'arrêté du 14 juin 1975.

Il sera demandé au Titulaire de présenter la traçabilité sur l'origine de production ou de fabrication des matériels proposés.

4. EXÉCUTION DU MARCHÉ, PLANNING ET RAPPORT D'AVANCEMENT

4.1. PHASAGE DU MARCHÉ

Le marché sera effectué en une seule phase d'exécution. À la date de signature, le Titulaire présentera un planning détaillé présentant :

- Les délais d'approvisionnements
- Les délais d'études
- Les délais de travaux
- Les délais pour les essais
- Les délais de dépose et enlèvement

Lors de la remise de son offre, le soumissionnaire présentera les délais d'approvisionnement par gamme de matériel selon les fournisseurs.

4.2. PLANNING

Une attention particulière est apportée au planning fourni par le Titulaire dans son offre, et au respect du planning lors de l'exécution du marché par le Titulaire.

Le planning devra indiquer, à partir de T0 (date de signature de l'acte d'engagement), les différents jalons indiqués au paragraphe Ce calendrier doit également justifier l'adéquation entre les délais sur lesquels s'engage le Titulaire et les ressources affectées à l'exécution de la prestation.

Le planning prévisionnel souhaité est indiqué dans le tableau ci-après. Les délais indiqués dessous sont indicatifs. Dans son offre, chaque Soumissionnaire veille à s'en approcher ou à les optimiser.

Jalons	Date estimée	Livrables
Signature du marché	T0	Marché /ATTRI signature AE
Réunion d'enclenchement	T0 + 2 semaines	Planning prévisionnel à jour PAQ
Études et approvisionnements	T0 + 12 semaines	PV de contrôle signés des deux parties
Durée des travaux à SOLEIL	T0 + 16 semaines	Livraison de l'équipement Livraison de toute la documentation
Tests sur site	T0 + 18 semaines	PV de contrôle et tests signés des deux parties

Si le Titulaire détecte la moindre déviation d'un jalon ou toute dérive planning, il doit immédiatement alerter SOLEIL et prendre toutes les mesures possibles pour réduire l'impact d'un décalage sur les jalons finaux.

Dans le cadre de ce projet, la période ciblée d'exécution sur site est prévue durant un arrêt technique long du calendrier 2027.

4.3. RAPPORT D'AVANCEMENT

Le suivi d'avancement des travaux s'effectuera de la manière suivante :

- En présentiel ou en visio pendant la durée des études, le nombre sera défini de manière collégiale avec le Titulaire.
- En présentiel et de manière hebdomadaire avec le Titulaire pendant la durée des travaux.

Un compte rendu sera transmis par SOLEIL à l'issue de la réunion.

4.4. ACCÈS AUX INSTALLATIONS

L'accès aux installations et zone de travail couvrira la durée des travaux. Ces accès seront couverts par un plan de prévention établi avec le groupe sécurité de SOLEIL avec l'aval du groupe achats de SOLEIL.

4.5. CONDUITE– SURVEILLANCE – ENTRETIEN DU CHANTIER

Le Titulaire veillera durant la période des travaux à maintenir le chantier clos et propre, l'évacuation des déchets devra se faire au quotidien.

À la terminaison des travaux d'installation, le Titulaire sera tenu de conduire, de surveiller et de maintenir ses installations en bon état de marche jusqu'à la réception de ses ouvrages.

L'entretien comprend notamment les réglages divers, le remplacement des filtres à air et à eau, les graissages, les lubrifications, la réfection des presse-étoupe, le remplacement des lampes des armoires électriques.

4.6. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION ET DOSSIER DE RÉCOLEMENT

Le Titulaire sera tenu de fournir tous les documents et tous les renseignements nécessaires au personnel d'exploitation sur place qui exploitera l'installation dès la réception.

Il doit notamment :

- La formation de l'exploitant au fonctionnement des installations pendant une journée ouvrée avant réception.
- La fourniture en 2 exemplaires en papier et d'une version informatique en pdf, manuel de maintenance, d'un manuel opérateur et d'une notice de maintenance comportant, en outre, les coordonnées de tous les fournisseurs, de tous les plans et schémas "comme exécutés" (voir limites de prestations).

5. EXIGENCES QUALITÉ – SÉCURITÉ - ENVIRONNEMENT

5.1. ASSURANCE QUALITÉ - DISPOSITIONS

SOLEIL souhaite que les entreprises soient reconnues conformes à la norme ISO 9001 ou à une norme nationale équivalente.

Le soumissionnaire devra justifier d'une expérience significative dans la réalisation d'installations CVC industrielles comprenant traitement d'air, hydraulique, électricité et automatisme.

Dans le cas contraire, le Titulaire soumettra à l'approbation de SOLEIL un plan de qualité détaillé précisant les essais et les vérifications intermédiaires qu'il effectuera pendant l'ensemble des procédures de fabrication, d'assemblage et d'essais.
L'acceptation (fourniture/équipement, travaux ou services) sera effectuée une fois que le Titulaire aura démontré qu'ils/elles sont conformes aux spécifications techniques.

5.2. EXIGENCES SÉCURITÉ

5.2.1. EXIGENCES SPÉCIFIQUES EN LIEN AVEC LE BESOIN

Pour ce marché, le Titulaire veillera lors des travaux en hauteur à l'utilisation d'équipements stables et en état avec les procédures d'auto-contrôle notamment lors de la mise en place d'un échafaudage.

Les escabeaux de plus de 3 marches sont proscrits.

5.2.2. EXIGENCES GÉNÉRALES

La sécurité est un objectif majeur à SOLEIL, et une préoccupation particulière est accordée pour les activités confiées aux entreprises prestataires. Les exigences à respecter sont :

- Les lois et règlements en vigueur en matière d'hygiène et de sécurité ;
- Les règles générales de sécurité de SOLEIL, disponibles sur simple demande (ces documents seront communiqués au plus tard lors du plan de prévention).

Le Titulaire du marché s'engage à :

- Faire appliquer les consignes de sécurité et d'hygiène à son personnel et ses éventuels sous-traitants émanant des règles ci-dessus ;
- Intervenir avec du personnel dont la qualification et la compétence professionnelle sont en accord avec les exigences techniques et professionnelles liées à l'exécution du marché ;
- Interdire à son personnel le travail sous tension ou au voisinage de pièces nues sous tension ;
- Intervenir avec du matériel et de l'outillage conformes aux normes en vigueur ;
- Respecter l'interdiction d'utiliser les échelles ou escabeaux comme poste de travail ;
- Respecter l'interdiction de laisser travailler un intervenant en situation de travailleur isolé.

Le Titulaire devra par ailleurs prévenir immédiatement SOLEIL en cas d'accident et presqu'accident à haut potentiel du personnel et respecter les procédures.

6. DOCUMENTATION

6.1. DOCUMENTATION FOURNIE PAR SOLEIL

Les documents fournis dans ce dossier sont :

- Le plan 2D en fichier pdf des distributions hydrauliques
- Le synoptique hydraulique en fichier pdf

SOLEIL pourra mettre à disposition les versions informatiques au format DWG.

6.2. DOCUMENTATION FOURNIE PAR LE TITULAIRE

6.2.1. DOCUMENTATION

Pour la codification de l'ensemble des documents couvrant le dossier EXE, SOLEIL fournira une charte graphique et codification des cartouches.
Avant la réception du matériel/ équipement/fourniture, le Titulaire remet à SOLEIL un dossier complet. Tous les plans 2D devront être fournis au format numérique en version TQC (Tel Que Construit).

- Les plans 2D à la fois au format PDF et dans le format natif du logiciel de CAO utilisé.

Le logiciel CAO officiel de SOLEIL est AUTOCAD 2026.

6.2.2. LANGAGE

Toute documentation produite par le Titulaire sera rédigée en langue française, et sera fournie sans supplément.

7. BASES DE CALCUL

7.1. CONDITIONS EXTÉRIEURES

	Hiver	Été
Température de base contractuelle	-7°C / 90%HR	+ 32° / 35 % HR
Correction pour l'altitude	0°C	-
Température de base considérée	- 7°C	+ 32°C
Zone climatique	H1a	H1a

7.2. CONDITIONS INTÉRIEURES, APPORTS INTERNES, TAUX D'OCCUPATION, RENOUVELLEMENT D'AIR

Le tableau suivant indique les conditions intérieures de température et d'hygrométrie à garantir, ainsi que les apports par éclairage, par les équipements, l'occupation maximale, les quantités d'air neuf introduit et d'air vicié extrait.

Légende :
Temp : Valeur nominale (1) de température sèche ambiante. La tolérance est de "±1°C" sauf précision particulière.

Nota :
(1) : Les valeurs nominales de température sont prises comme base pour le calcul des déperditions, le calcul des apports et le dimensionnement des équipements.

La garantie de résultats due par le Titulaire est fixée par l'obtention des valeurs nominales de température corrigées de la tolérance (et éventuellement de la dérive), en tous points dans la zone usuelle d'occupation ou d'utilisation du local.

NC : Non contrôlée (pour l'hygrométrie)

Local	Numéro pièce	Temp intérieur [°C]	Hygrométrie [%]	Éclairage [W/m2]	Surface [m2]	Occupant
Salle RF LINAC	C.0.09	21 ± 1	NC	14	100	2

La salle RF LINAC est localisée dans la zone du cœur du bâtiment synchrotron dont les murs et planchers ne sont pas en contact avec l'extérieur.

Pour ce projet, les traitements prévus pour le maintien de la température de la salle se limiteront au rafraichissement en prenant en compte les apports thermiques dissipés dans la salle et par conduction par les parois notamment par le tunnel booster. Les apports par les occupants sont marginaux et la fréquence de la présence en salle limitée (les puissances ne seront pas prises pour le dimensionnement de la centrale).

La puissance froide nécessaire à la centrale d'air est de **25 kW**, cette puissance prend en compte une surpuissance de 20%.

Le renouvellement d'air (air hygiénique) de la salle est assuré par un réseau indépendant pour le traitement de l'ensemble des salles ou locaux de la zone du cœur. Cette amenée d'air « neutre » n'est pas prise en considération dans ce projet.

Températures ciblées :

- Au soufflage 15°C
- À la reprise de la CTA : 24°C

7.3. NATURE DES FLUIDES DU CIRCUIT EAU GLACÉE

La distribution d'eau glacée dans le bâtiment synchrotron est assurée par la station de refroidissement du bâtiment T7. Celle-ci est répartie sur l'ensemble des installations et locaux du bâtiment synchrotron.

Caractéristiques du circuit eau glacée :

- Réseau en acier carbone
- Régime de température 8/14°C
- Qualité de l'eau : eau adoucie

8. DESCRIPTION DES TRAVAUX

8.1. DÉROULEMENT DES TRAVAUX

L'objectif de ce projet est de maintenir le local thermalisé avec l'unité existante tout en exécutant les travaux neufs.
Nous aurons 2 phases de travaux :

- Phase 1 : pose et mise en service de la nouvelle installation
- Phase 2 : dépose et enlèvement de l'installation existante

8.2. INSTALLATION EXISTANTE

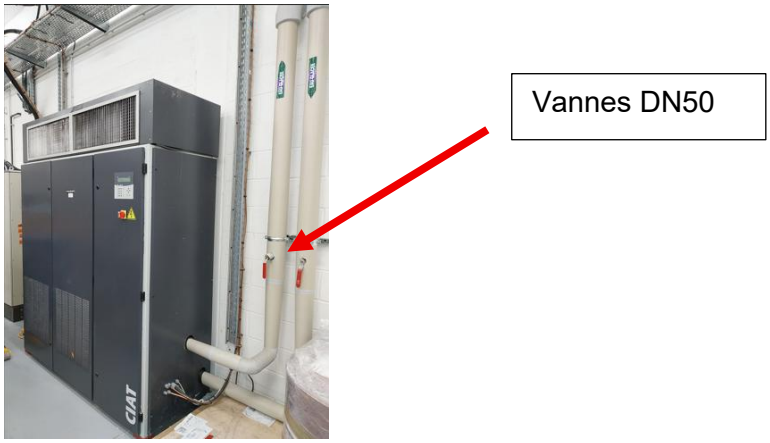
Le maintien de la température de la salle est actuellement thermalisé par une armoire de climatisation à eau glacée de marque CIAT type SCRIB 8000. Cette unité est posée au sol le long d'un mur.

L'alimentation électrique est assurée depuis le TGBT du synchrotron, il y a peu d'informations remontées via la supervision si ce n'est une synthèse défaut et mesure de température de la salle (température à l'aspiration de l'unité).

Le raccordement hydraulique du circuit d'eau glacée est assuré par une distribution en acier carbone en DN50 avec deux vannes à boisseaux sphériques permettant d'isoler la salle RF LINAC du reste de la distribution d'eau glacée.

L'ensemble de la régulation et des sondes sont internes à l'unité et celle-ci a son propre automate pour le fonctionnement.

Voir photo ci-dessous :



À réception et validation des tests de fonctionnement de la future installation, le Titulaire pourra commencer à déposer cette unité avec :

- La mise à l'arrêt de l'unité
- L'isolement hydraulique de l'unité à déposer
- La vidange du circuit hydraulique de l'unité
- Consignation électrique avec SOLEIL du départ de l'unité depuis le TGBT
- Décâblage des puissances et courants faibles de l'unité (charge à SOLEIL de retirer les câbles).
- Démontage de la récupération des condensats
- Enlèvement de l'unité

Nota : pour l'évacuation en déchets de l'unité, le Titulaire pourra faire la demande auprès de SOLEIL pour la manutention au pont roulant de l'évacuation du matériel de la zone du cœur vers la zone hall expérimental.

8.3. TRAVAUX DE TUYAUTERIES

En avance du démarrage des travaux et dans la partie phase préparatoire aux travaux, le Titulaire devra prévoir la modification de la tuyauterie en aval des vannes d'isolement du circuit eau glacée en intégrant des tés permettant :

- Un départ pour la future distribution hydraulique avec vannes en DN50
- Un départ pour l'unité de traitement existante avec vannes en DN50

Pour cela, il sera nécessaire de modifier la distribution pour l'intégration de ces nouveaux éléments et la remise en service
Pour éviter tout risque de condensation, le Titulaire veillera à poser un calorifuge provisoire type mousse « Armaflex ».

Ces travaux devront être programmés avec l'accord de SOLEIL tout en limitant la durée impactant la stabilité de température de la salle.

8.4. NOUVELLE INSTALLATION

La nouvelle installation consiste à maintenir une température de consigne à 21°C avec pour objectif une meilleure répartition des masses d'air dans le volume de la salle LINAC.

Cette installation doit fonctionner 24h/24h toute l'année en intégrant les périodes de maintenance nécessaires au maintien opérationnel de toutes les composantes de cette installation.

Le Titulaire doit prévoir la pose d'une centrale d'air équipée d'une batterie froide permettant de couvrir la puissance dissipée dans l'air par les équipements spécifiques présents dans la salle LINAC. Cette centrale d'air sera implantée sur la mezzanine technique.

Un réseau de gaines de soufflage et de reprise intégrant des diffuseurs et des grilles de reprise assurera le traitement de l'ambiance de la salle LINAC. La configuration et l'implantation des diffuseurs et grilles de reprise doivent garantir la mise en place des masses d'air nécessaire afin d'absorber les puissances chaudes dissipées par les équipements.

Une nouvelle panoplie hydraulique sera mise en place pour le raccordement en eau glacée de la batterie froide de la centrale d'air intégrant les organes hydrauliques d'isolement, de réglage, de protection, de purges et de vidange. Ces nouvelles distributions hydrauliques devront être calorifugées.

Des organes permettant le contrôle de température avec notamment la vanne de régulation ainsi que les mesurables associés pour le pilotage et le contrôle du niveau de performance de l'installation.

Un réseau de récupération des eaux de condensats, des purges et des vidanges sera prévu et raccordé sur l'attente eau usée existante au sol dans la salle (en lieu et place de la reprise des condensats de l'armoire de climatisation existante).

Pour le fonctionnement de l'ensemble des éléments, le Titulaire doit mettre en place une nouvelle armoire électrique, intégrant l'ensemble des équipements nécessaires dont l'automate et l'écran IHM.
Le Titulaire prévoit l'ensemble des câblages dans l'armoire électrique et à l'extérieur pour le raccordement sur chaque équipement. Il devra fournir et poser les chemins de câbles autant que nécessaire pour assurer la bonne tenue des câbles sur les différents parcours de distribution.
Le Titulaire doit garantir les liaisons de mise à la terre au niveau des chemins de câbles avec une tresse de cuivre ainsi que les liaisons équipotentielles sur l'hydraulique.
Le Titulaire doit assurer le repérage de tous les câbles conformément à la nomenclature SOLEIL.

Nota : pour rappel, SOLEIL mettra à disposition un câble de puissance à proximité de l'implantation de la nouvelle armoire électrique depuis le TGBT du synchrotron, le Titulaire devra lors de la phase étude fournir à SOLEIL le bilan de puissance électrique à prévoir.

En complément de la description de la nouvelle installation, des pièces graphiques sont disponibles dans le dossier d'appel d'offres et elles doivent être consultées avec notamment :

- Le synoptique fonctionnel de l'installation (DCE SO2 A V CO 00 311 A)
- Le plan 2D des implantations et distributions (DCE SO2 A V CO 00 312 A)

Ces documents sont considérés comme « principe technique » et à charge du Titulaire de réaliser les plans techniques d'exécution.

8.4.1. CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

La centrale de traitement d'air sera de type « simple flux » et en 100% recyclage. Elle sera installée sur la mezzanine déjà en place.

De marque AIRCALO type FIDJI ou équivalent, conforme à l'ErP 2018 dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Cette unité doit être certifiée EUROVENT
- Caisson type monobloc
- Structure aluminium à rupture de pont thermique
- Panneaux double peau de 1 mm d'épaisseur minimum en acier prélaqué extérieur et acier aluZincMg à l'intérieur (classe de corrosion C5 sur 15 ans minimum).
- Isolation 50 mm
- Préfiltration G4
- Filtration type F7 sur glissière
- Moto-ventilateur EC à roue libre
- Bac à condensats
- Batterie froide en tube cuivre et ailettes en aluminium
- Manchettes souples à l'aspiration et au soufflage du caisson.
- Les portes d'accès devront s'ouvrir sans contrainte et être équipées de dispositifs d'ouverture/fermeture non traversants à serrage progressif afin de permettre une décompression progressive de la porte.

Le Titulaire doit la fourniture, la manutention et la mise en place de la centrale d'air sur la mezzanine ; il devra prévoir les moyens de levage et de manutention adaptés pour les manœuvres dans la salle dont l'environnement est chargé.

L'implantation de la centrale d'air doit permettre un passage d'exploitation autour de celle-ci, il est souhaitable que lors de son étude d'exécution, le Titulaire prévoie le soufflage de la centrale à la verticale pour libérer les accès.

Comme indiqué dans le paragraphe « normes et règles générales », le Titulaire veillera à prendre en compte les effets vibratoires de la centrale suivant les spécifications du fabricant afin de les limiter par l'intermédiaire de boîtes à ressort installées entre les supports de la centrale et le plancher de la mezzanine, une note de calcul devra conforter le choix des boîtes. Pour l'acoustique, le Titulaire veillera à limiter la dissipation des niveaux sonores de la centrale

d'air au travers des gaines à l'aspiration et au soufflage par l'intermédiaire de baffles acoustiques (pièges à sons), une note de calcul devra conforter les spécifications de ces équipements.

8.4.2. DIFFUSION ET REPRISE DU TRAITEMENT D'AIR

L'objectif du traitement d'air dans la salle RF LINAC est de garantir un bon échange des flux d'air pour le refroidissement des charges thermiques dissipées dans l'ambiance selon l'implantation des équipements.

Un réseau de soufflage en partie haute de la salle intégrant des diffuseurs double déflexion équipés d'un registre type « damper » pour affiner les réglages de débit permettra de traiter au plus près les zones à forte dissipation de chaleur.

Un réseau de reprise en partie haute positionné à l'opposé des zones de soufflage permettra de récupérer les températures échangées par la centrale de traitement d'air. Des grilles de reprise à simple déflexion assureront cette récupération.

Il est demandé au Titulaire lors de son étude d'exécution de privilégier des sections de gaine type rectangulaire afin de limiter la hauteur de gaine. Les sections de gaine devront être posées sur des supports équipés d'un résilient antivibratile.

Il est demandé au Titulaire de prévoir dans son étude d'exécution une vérification et une modélisation des flux et portées des jets d'air (type Autodesk CFD) vers les zones à traiter en fonction des caractéristiques techniques des grilles. Cette étude permettra d'optimiser la bonne répartition des points de traitement.

Les grilles peuvent être du type WDD de chez HALTON ou équivalent.

Note : En complément de la description des travaux à prévoir, nous invitons le Titulaire à prendre connaissance des préconisations décrites dans la partie « prescriptions techniques particulières ».

Pour une représentation visuelle des zones à traiter, ci-dessous le plan avec les couleurs de hachures suivantes :

- En bleu, les zones à traiter en rafraîchissement
- En rouge, la zone de reprise

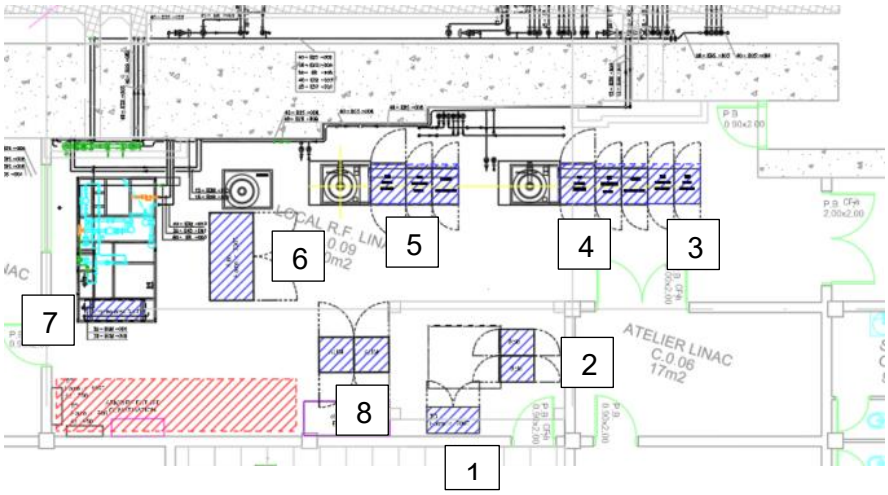


Tableau pour la répartition des charges thermiques dissipées dans la salle :

Type d'équipement	Localisation	Puissance dissipée [kW]
Armoire générale RF	Repère 1	9,4
Baies électroniques LINAC	Repère 2	1
Baies : puissance et électronique des canons	Repère 3	3,5
Alim modulateur 1	Repère 4	1
Alim modulateur 2	Repère 5	1
Alim modulateur 3	Repère 6	1
Armoire du SKID	Repère 7	2,5
Baies : électrique et contrôle LT1	Repère 8	1,8

Note : une surpuissance de 20% sera appliquée aux puissances indiquées dans le tableau

8.4.3. DISTRIBUTIONS HYDRAULIQUES

À partir des 2 vannes mises à disposition sur le circuit eau glacée existant dans la salle RF LINAC, le Titulaire doit la mise en place d'une panoplie hydraulique accessible à hauteur d'homme jusqu'aux raccordements de la batterie froide.
Cette panoplie doit intégrer tous les équipements nécessaires à l'isolement et l'équilibrage hydraulique, aux mesurables, à l'action sur la régulation d'ouverture de débit, aux mesurables et aux différents capteurs nécessaires au suivi et pilotage de l'installation avec notamment :

- 2 vannes d'isolement à boisseau sphérique (prévoir les poignées avec rehausse)
- 1 vanne d'équilibrage hydraulique
- 1 filtre à tamis + tamis 800µ
- 2 vannes pour les purges manuelles (attention à collecter les purges vers les EU)
- 2 vannes de vidange à placer en partie basse de la panoplie (attention à collecter les vidanges vers les EU)
- 1 vanne de régulation 2 voies de marque HONEYWELL ou équivalent avec motorisation associée.
- 2 Dilatoflex pour le raccordement sur la batterie froide
- Capteurs de pression 0-10 bar sur l'aller et sur le retour
- Sondes de température PT100 sur l'aller et sur le retour

- Manomètres 0-10 Bar (à bain) sur l'aller et sur le retour, équipés de vanne
- Thermomètres équerre 0-50°C sur l'aller et sur le retour

Lors de son étude d'exécution, le Titulaire veillera à ce que la distribution hydraulique ne passe pas au-dessus d'armoire ou de baie électrique ; de même pour limiter les fuites aucun raccord démontable ne devra être à proximité d'équipements électriques.

Des raccords seront démontables pour le raccordement de la batterie froide de la centrale d'air, leurs implantations devront permettre le dévêtissement de la batterie froide.

Les distributions hydrauliques seront en tube acier carbone tarif III équipées de colliers pré-isolés et calorifugées avec une finition PVC.

Le Titulaire veillera à poser les étiquettes nécessaires pour l'identification du type de fluide et du sens du fluide sur le parcours des distributions.

Les différents équipements devront être équipés de jeton à chaine gravé par un TAG en adéquation de la nomenclature SOLEIL (ce document pourra être fourni lors des études EXE).

Note : Le Titulaire veillera à mettre en sécurité par la mise en place des bouchons sur les vannes qui distribuaient l'ancienne armoire de climatisation.

Débit massique du circuit d'eau glacée pour la centrale d'air : **3600 kg/h**, à confirmer par le Titulaire du marché.
Les caractéristiques données dans le présent CCTP constituent une base de conception. Le titulaire demeure responsable du dimensionnement final.

8.4.4. ÉVACUATIONS HYDRAULIQUES ET CONDENSATS

À partir de l'ancienne attente au sol eau usée pour la récupération des condensats de l'ancienne armoire de climatisation, le Titulaire doit la fourniture, la pose et le raccordement pour :

- Collectes des points de purges et de vidanges
- Récupération des eaux de condensation de la centrale d'air
- Le raccordement d'un bac de protection en dessous de la centrale d'air pour la collecte d'éventuel suintement sur les tuyauteries.

La collecte des différentes récupérations d'eau se fera à partir d'un circuit type évacuation gravitaire en tube PVC à coller de série assainissement.

Le collecteur devra être en diamètre PVC 50. Une forme de pente sur la totalité du parcours jusqu'au raccordement devra être respectée avec au moins 0,5 cm/m.

Les collectes des vidanges et des purges devront être sous forme d'entonnoir afin d'éviter tout risque de dissipation d'eau lors des manœuvres.

Un siphon de parcours devra être installé avant le raccordement sur l'attente au sol existante dans la dalle.

Le Titulaire portera une attention particulière pour la mise en place d'un siphon pour la récupération des condensats de la centrale d'air en suivant les recommandations du fabricant. Il ne faudra en aucun cas que les gouttelettes de condensation soient réaspirées par le ventilateur de la centrale d'air.

Le Titulaire devra prévoir en sous-face du caillebotis de la mezzanine, une plaque en inox équipée de bord soudé et d'une vidange à raccorder sur le réseau de récupération. Une forme de pente devra être étudiée lors de sa mise en place afin de pouvoir évacuer d'éventuelles fuites ou suintements des raccords sur la batterie froide. Les dimensions de ce réceptacle devront couvrir la largeur des passages de tube jusqu'à la batterie froide.

8.4.5. ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

8.4.5.1. GÉNÉRALITÉS

Le Titulaire du marché doit la fourniture, la pose et le raccordement de tous les éléments électriques garantissant le bon fonctionnement de l'installation de rafraichissement avec notamment :

- L'armoire électrique regroupant les appareils électriques dédiés, les borniers, les câblages, etc.
- Les chemins de câbles couvrant l'ensemble des distributions électriques de cette installation.
- Le raccordement du câble de puissance mis à disposition par SOLEIL.
- Le repérage de tous les câbles conformément à la nomenclature SOLEIL.

8.4.5.2. TENSION ET RÉGIME DE NEUTRE

La distribution BT sera assurée en « triphasé 400V + terre » suivant le régime « TN-S ».

8.4.5.3. TABLEAU ÉLECTRIQUE

Le Titulaire prévoira une armoire électrique à implanter dans la salle RF LINAC regroupant l'ensemble des équipements permettant l'alimentation, le pilotage et le suivi des composantes de cette installation de rafraichissement.

Le modèle de l'armoire devra être de type PRISMASET de chez Schneider ou équivalent et dimensionnée pour l'intégration de tous les équipements.

Voir exemple de configuration ci-dessous :



Une partie fixe sans porte regroupant :

- Les voyants présence tension sur les phases
- Un voyant synthèse défaut
- Un interrupteur général de l'armoire tétrapolaire (TNS)
- Un bouton d'arrêt d'urgence équipé d'une tulipe
- Un commutateur de marche / arrêt de l'installation
- Un bouton poussoir de réarmement des défauts
- Un bouton de test lampe des voyants

Une partie avec porte vitrée regroupant :

- La partie IHM intégrée
- Les différentes protections.
- L'automate de régulation avec sa face avant visible.

Note : le Titulaire prévoira une ventilation suffisante de l'armoire pour évacuer les dissipations de chaleur des équipements électroniques, tel que l'automate, l'IHM etc.

L'ensemble du tableau sera dimensionné afin d'offrir une réserve d'extension non équipée de 20%.

Cette armoire électrique sera réalisée en tôle d'acier et sera équipée de plastrons. L'appareillage sera de type fixe.
Le degré de protection est déterminé par la constitution des enveloppes. Dans la mesure où elle est constituée d'enveloppes métalliques équipées de portes translucides, l'armoire aura un indice de protection.

Les pénétrations des câbles se font par presse-étoupe. Les câbles devront être installés dans une gaine à câbles adjacente à l'armoire. L'indice de protection (IP) est porté à 47.
Les disjoncteurs divisionnaires de protection des circuits assureront les fonctions suivantes :

- Protection contre les surcharges et contre les courts-circuits,
- Protection des personnes,
- Sélectivité entre les disjoncteurs.

Tous les disjoncteurs seront équipés de contacts O/F et SD ramenés sur bornier communicant avec l'automate.
En complément, l'armoire électrique sera équipée d'une pochette destinée à recevoir le schéma concerné. Le tableautier fournira le plan de l'armoire.

Une prise de courant 16 A sera prévue sur l'un des plastrons pour le raccordement d'un PC lors des maintenances.

Le Titulaire veillera à l'intégration de l'automate, du ou des transformateurs en 24V, des switchs éventuels pour la partie automatisme et pilotage de l'installation.

8.4.5.4. BORNIERS INTERFACE GTC

Le bornier d'interface GTC sera installé sur rail DIN à l'intérieur de l'armoire électrique. Il comprendra :

- Une interface de communication TCP/IP avec connexion RJ45,
- Un ensemble de borniers adaptés aux informations et commandes propres à l'armoire.

Il sera prévu dans l'armoire une alimentation 230v / 48 / 24v DC avec ses protections pour l'alimentation des modules de communication.

En complément, il sera installé :

- Une réserve non équipée de 20% pour chaque type d'information

8.4.5.5. PROTECTION DES CIRCUITS

Les protections devront être adaptées à l'équipement alimenté par le circuit. Le Titulaire du marché devra prendre en compte :

- Le nombre de pôles et de déclencheurs,
- Le type de courbe de déclenchement,
- Etc.

8.4.5.6. REPÉRAGES DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES

Afin de faciliter le travail des équipes de maintenance, le repérage du matériel et des câbles sera cohérent avec celui des autres installations du Synchrotron. Il respectera les spécifications de la charte de SOLEIL II.

Tout organe électrique placé dans ou sur une enveloppe devra être repéré (disjoncteur, voyant, bouton poussoir…).

Le repérage devra être conforme au mémoire technique « repérage des équipements et codification des points GTC EXE 20B A F 00 125 ». Les étiquettes seront fixées sur un support isolant. En face avant du tableau chaque appareil portera une étiquette avec le libellé exact de sa fonction.

Le repérage des borniers se fera par un X suivi d'une lettre (A à Z).

8.4.5.7. ÉTUDES ÉLECTRIQUES ET CALCULS

Il est demandé au Titulaire de fournir les études dimensionnelles à partir de CANECO, les résultats des calculs seront présentés sous forme de fichier PDF ainsi que la matrice du fichier de calcul.

Concernant l'existant au niveau de l'armoire actuelle « TR800SGF » l'IK3=47,6kA

8.4.6. AUTOMATISME ET FONCTIONNEMENT

8.4.6.1. SPÉCIFICATION GÉNÉRALE AUTOMATE

La régulation et l'automatisation de l'installation est assurée par un système Numérique de contrôle commande (SNCC) programmable communicant et de construction industrielle.
Ce S.N.C.C. sera relié au moyen d'une liaison informatique industrielle appelée "réseau de terrain", à la charge du présent marché.

8.4.6.2. EXIGENCE POUR LE MATÉRIEL AUTOMATE

Le présent chapitre décrit les caractéristiques techniques des items d'automatisation, il représente pour chaque équipement, les caractéristiques techniques minimales requises. Ces caractéristiques sont impératives afin de piloter l'installation et en assurer la maintenance dans les meilleures conditions possibles, sans en affecter les procédés.

L'automate de type modulaire sera constitué d'un ensemble de modules (alimentation, CPU, entrées, sorties, communication) installés sur un ou plusieurs racks ou châssis montés dans l'armoire électrique dédiée aux équipements de l'installation. Il sera de type Schneider Modicon M251 ou équivalent. Tout équivalent devra être compatible avec les outils de maintenance SOLEIL et remis avec l'ensemble des licences nécessaires.

Les nombres et types d'entrées/sorties et les traitements à réaliser par l'automate seront dimensionnés en fonction de l'analyse fonctionnelle. Le titulaire sera amené à faire une étude

préliminaire pour figer le nombre, type et performances des modules en tenant compte des réserves définies par le présent document.

- Les matériels devront être de fabrication de dernière génération : Fabrication en cours et prévue au cours des 5 prochaines années avec un engagement du fabricant pour la commercialisation du produit ou de produits entièrement compatibles pendant les 10 à 15 prochaines années à présenter dans l'offre.
- Les matériels fournis seront garantis 2 ans.
- Les matériels devront avoir une référence très répandue en France et en Europe. Leur fabricant devra être représenté en France. Le Titulaire donnera la part de marché représentée en France du matériel choisi.
- La conception devra être de type industrielle, robuste, prévue pour un fonctionnement permanent 24/7/365 sans climatisation et sans ventilation forcée dans une température ambiante de -10 à +55°C avec tolérance aux vibrations dans des boitiers IP20
- Chaque carte d'entrées/sorties TOR ou ANA sera installée sur le châssis d'automate ou bien sur rack déporté. Elle sera raccordée sur le bus interne (en fond de panier) de l'automate directement ou via un module d'extension (tête de station sur réseau de terrain) du rack et dépendra de la CPU pour son fonctionnement.
- Toutes les entrées/sorties TOR et ANA seront câblées sur des interfaces de précâblage dédiées avant leurs raccordements sur le connecteur frontal de la carte
- Un module d'alimentation sera prévu pour le rack principal et pour chaque rack d'extension. Les modules d'entrées/sorties déportées seront installés sur un rack intégrant au moins un module alimentation et un coupleur de communication.
- Des étiquettes de repérage seront prévues pour chaque module.
- Les câbles de raccordement seront immobilisés par des serre-câbles.
- Tous les composants du système d'automatisme et de supervision devront être certifiés cyber-sécurisés par un organisme agréé.

8.4.6.3. UNITÉ CENTRALE ET MODULES D'ENTRÉES / SORTIES

MODULE CPU :

Le module CPU doit être modulaire ayant au minimum les caractéristiques suivantes :

- Gérer intégralement des modules périphériques de types modules numériques, modules analogiques. Les spécifications de ces modules sont fournies ci-après.
- Gérer des modules de comptage, modules de régulation.
- Offrir un excellent contrôle en boucle PID, avec contrôle classique et/ou auto-adaptatif.
- Gérer intégralement des coupleurs de communication pour extension de châssis via le bus de terrain et Ethernet. Les spécifications de ces coupleurs sont fournies ci-après.
- Posséder un système de chien de garde programmable pour contrôler le dépassement des temps de cycles.
- Posséder un temps de cycle : ≤ 500 ms pour le nombre et le type des blocs logiques et analogiques à traiter.
- Posséder un système de protection d'accès des programmes par mot de passe.
- Disposer de mémoire RAM de travail intégrée pour programme et données, à dimensionner dans l'étude en y intégrant une réserve de 50%.

- Disposer de mémoire de chargement et de sauvegarde d'application et des données sous format de carte mémoire non volatile, sans pile, enfichable, à dimensionner dans l'étude en y intégrant une réserve de 50%
- Stockage des commentaires et symboles des applications dans l'automate.
- Le fonctionnement du CPU doit être multitâche pour traiter :
    - Des process de manière cyclique.
    - Des process de manière périodique.
    - Des process de manière évènementielle.
- Afficher en façade du module CPU
    - - État d'exécution du programme.
    - - État défauts.
    - - État de la communication dans le cas où un coupleur Ethernet ou Bus de terrain est intégré au module CPU.
- Posséder au moins 2 interfaces Ethernet, dans le but de séparer le trafic réseaux issu de la supervision de celui du réseau de terrain.
- Mise à l'heure via le protocole NTP.
- Pouvoir être programmé soit depuis une console de programmation par un port de communication disponible en face avant du module CPU, soit via une interface Ethernet.
- La modification du programme de l'automate sera possible "à chaud" sans arrêter l'automate ni le process.

Note : la CPU doit être facilement remplaçable le cas échéant.

MODULE ENTRÉES NUMÉRIQUES :

Le module doit être débrochable au niveau des borniers, ayant au moins les caractéristiques suivantes :

- 16 ou 32 voies.
- Tension d'entrée 24VDC
- Isolation opto-couplée.
- Option de diagnostics défaut carte, défaut voie.
- Disposer de voyants sur la face avant pour indiquer l'état des entrées.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.

MODULE SORTIES NUMÉRIQUES :

Le module doit être débrochable au niveau des borniers, ayant au moins les caractéristiques suivantes :

- 16 ou 32 voies.
- Tension de sorties 24VDC
- Logique positive

- Option de diagnostics défaut carte, défaut voie.
- Disposer de voyants sur la face avant pour indiquer l'état des sorties.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.

MODULE ENTRÉES ANALOGIQUES :

Le module doit être débrochable au niveau des borniers, ayant au moins les caractéristiques suivantes :

- 8 voies.
- Tension d'entrée : 0-10V, ±10V.
- Courant d'entrées : ±20mA, 4-20mA.
- Lecture de température : RTD minimum 3 fils, thermocouples.
- Résolution 12 bits minimum.
- Possibilité de paramétrer des seuils critiques (haut et bas) de dépassement de seuils.
- Disposer de voyants sur la face avant pour indiquer les entrées utilisées.
- Option de diagnostics défaut carte, défaut voie.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.

MODULE SORTIES ANALOGIQUES :

Le module doit être débrochable au niveau des borniers, ayant au moins les caractéristiques suivantes :

- **8 voies.**
- Tension de sortie 0-10V, ±10V.
- Courant de sortie ±20mA, 4-20mA.
- Résolution 12 bits minimum.
- Voyants sur la face avant indiquant les sorties utilisées.
- Option de diagnostics défaut carte, défaut voie.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.

COUPLEUR POUR EXTENSION DE CHÂSSIS :

Dans le cas où l'automate nécessite un coupleur pour réaliser une extension de châssis, ce coupleur aura au moins les caractéristiques suivantes :

- Disposer de voyants pour signaler la présence de communication.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.
- Disposer d'option de diagnostics défaut carte.
- Alimentation 24V.

COUPLEUR ETHERNET :

L'automate sera connecté au réseau Ethernet de terrain. Le coupleur Ethernet ayant les caractéristiques suivantes :

- Intégré au module CPU ou sous forme de module dédié
- Format de connexion RJ45 en face avant.
- Accepter un débit de 10Mb ou 100Mb ou 1000Mb intégral/semi-duplex avec fonctionnalité d'auto-détection.
- Gérer l'autonégociation pour la commutation en mode full-duplex ou half-duplex,
- Gérer le protocole NTP pour la synchronisation des horloges des automates.
- Voyants en face avant pour indiquer la communication.
- Option de diagnostics défaut carte.
- Être entièrement configurables et paramétrables avec le logiciel de conception et d'exploitation.

L'automate devra communiquer avec une supervision dédiée au suivi des installations chez SOLEIL, pour cela le coupleur Ethernet possédera les fonctions suivantes :

- Supporter le protocole de transport TCP/IP.
- Accepter le paramétrage TCP/IP via le protocole DHCP
- Permettre d'accéder en lecture/écriture aux données de l'automate (diagnostics, consignes, etc.) via des librairies C disponibles sous les systèmes d'exploitation Win32 et Linux. En outre, aucune programmation ne doit être nécessaire pour partager les données de l'automate via cette connexion TCP/IP.
- Communiquer avec plusieurs ordinateurs simultanément.
- Possibilités d'accès aux données de l'automate du type :
    - Configuration.
    - Diagnostics.
    - Valeurs des entrées/sorties.
    - Timers.
    - Compteurs.
    - Données du programme utilisateur.

MODULE D'ALIMENTATION :

Le module d'alimentation ayant au moins les caractéristiques suivantes :

- Tension d'entrée 230 V ac.
- Tension de sortie 24V cc.
- Courant de sortie dimensionné pour la configuration avec des racks saturés et une réserve de 50%
- Voyant de fonctionnement du 24V.
- Fixation du module d'alimentation sur châssis.
- Maintien en cas de microcoupures secteur, minimum 10 ms.

PRÉ-CÂBLAGE :

Selon le modèle de CPU proposé par le Titulaire, le précâblage peut s'appliquer comme suit :

Le Titulaire proposera une solution de précâblage/câblage déportée des entrées/sorties pour faciliter le raccordement des câbles de signaux en provenance des équipements. Cette solution sera composée de :

- Borniers de raccordement (type cage à ressort) montables sur rail DIN 35mm

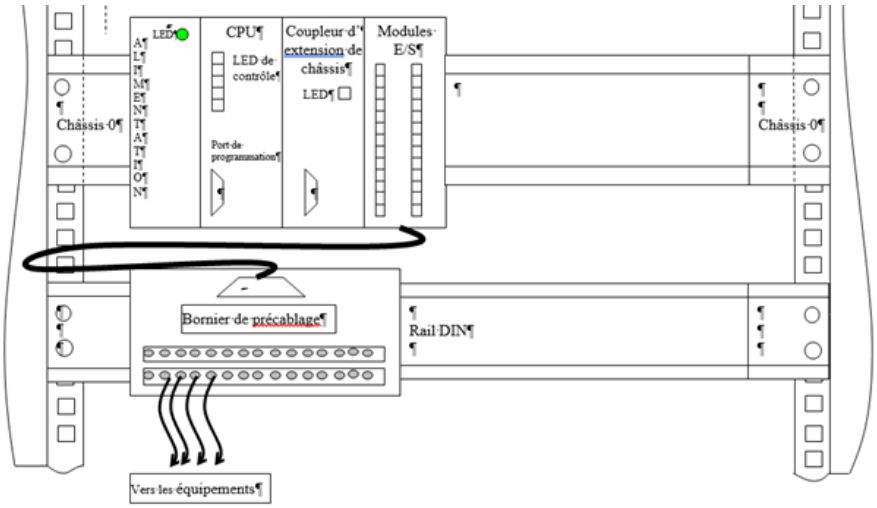
- Laisses de liaison entre les borniers et les embases des cartes d'entrées/sorties.

Borniers et laisses sont destinés à être montés dans la même armoire que les cartes d'entrées/sorties.

Caractéristiques particulières selon types d'E/S :

- Chaque voie TOR doit commander un relais d'interface débrochable adapté aux capteurs ou actionneurs qui y sont raccordés.
- Les communs des groupes d'entrées TOR doivent être alimentés avec une protection par disjoncteur par carte.
- Chaque voie ANA doit être différentielle.

Exemple de pré câblage :



ENVIRONNEMENT DE DÉVELOPPEMENT :

L'automate sera programmé par le Titulaire via des applications de programmation. Ces applications seront fournies à la maîtrise d'œuvre avant les essais sur site.

Ce paragraphe décrit les caractéristiques techniques minimales requises du logiciel de programmation. Le logiciel sera de type EcoStruxure Machine Expert ou équivalent.

- Le logiciel de programmation supportera les langages FBD, List, Ladder, Contact, SCL, Graph. Tous ces langages seront conformes à la norme IEC 61131-3
- Les fonctionnalités de Programmation, Configuration Réseaux, simulation et d'aide à la maintenance seront supportées par un seul et même logiciel ou suite de logiciels de même marque.
- La langue de programmation et d'interface sera le Français
- Fonctions minimales demandées :
    - Configuration de la plateforme matérielle, et de l'architecture.
    - Attribution des adresses sur le réseau.
    - Programmation, simulation et chargement.
    - Importation, exportation, chargement, édition et conversion des applications.
    - Diagnostic hardware.

  - Programmation on-line et offline locale et à distance avec contrôle d'accès sécurisé.
  - Fonctions de tests permettant de simuler l'automate, exécuter le programme en mode pas à pas, placer des points d'arrêts, forcer les variables.
- Le logiciel de programmation sera fourni avec une clé de licence flottante au nom de SOLEIL pour donner la possibilité d'exporter la licence pour l'utiliser sur un autre PC en cas de besoin.
- La licence permettra une extension du système de contrôle et une gestion illimitée du nombre de points.
- Le logiciel de programmation fonctionnera sous environnement Windows 10 pro / 64bits. Il doit pouvoir suivre les évolutions des systèmes d'exploitation d'entreprise, libres ou commerciaux.
- L'accès à l'ensemble des outils de paramétrage, de programmation, de mise au point et d'exploitation s'effectuera via un navigateur inclus dans le logiciel.

8.4.6.4. PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE

Le terme 'programme automate' désigne le code informatique embarqué et sauvegardé dans les modules CPU de l'automate.
Ce code permettra à l'automate de fonctionner de manière autonome vis-à-vis de la supervision et assurera toutes les fonctions qui seront décrites dans l'analyse fonctionnelle de l'installation HVAC de la salle RF LINAC, en prenant en compte les données reçues des capteurs, actionneurs et contrôleurs d'équipements connectés sur le réseau de terrain ou via des points d'entrée/sortie physique.

NORME ET STRUCTURE :

Le programme sera organisé sous format d'un programme principal, dans lequel des sous-programmes sont appelés. Chaque sous-programme pilotera un procédé et fera appel à des sous programmes d'équipements. La programmation s'inspirera de la norme ISA88 pour structurer le programme automate. Cette structure a pour but de préserver l'ouverture et de garantir l'évolutivité du programme.

Chaque type d'équipement sera programmé et représenté sous format d'un bloc fonctionnel, et qui sera associé à chaque équipement avec affectation des entrées sorties et asservissements propre à l'équipement, et ceci suivant la norme IEC 61131-3.
Chaque bloc fonctionnel sera instancié le nombre de fois nécessaire pour contrôler le nombre exact d'équipement de son type.
Les informations propres à chaque instance seront regroupées dans un bloc de données individuel.
Au sein de chaque bloc de données d'instance d'équipements, les données seront rangées dans 3 sections distinctes en fonction de leur usage :

- Données échangées avec l'équipement.
- Données échangées avec les autres équipements et le reste du procédé.
- Données échangées avec la supervision.

En fonction de ces spécifications, le Titulaire devra soumettre à la maîtrise d'œuvre, préalablement à la programmation, une nomenclature des blocs, une description de ces blocs

et des mnémoniques des données et suivra une convention spécifiée par SOLEIL. La nomenclature SOLEIL sera fournie au Titulaire
La structure et l'organisation du programme sera validée par la maîtrise d'œuvre.

Le programme automate sera largement commenté en faisant référence à l'analyse fonctionnelle. Le but étant de faire facilement le lien entre le programme et l'analyse fonctionnelle

PERFORMANCE :

L'automate sera en mesure d'offrir un excellent contrôle en boucle PID, avec contrôle classique et/ou auto-adaptatif, ainsi, le temps de cycle de l'automate ne dépassera pas 500ms quel que soit le nombre et le type des blocs logiques et analogiques à traiter.

DOCUMENTATION :

Le code source sera commenté et accompagné d'un document précisant la structure générale du programme et en particulier les liens entre les blocs et l'analyse fonctionnelle.

PROPRIÉTÉ :

À l'issue de la mise en œuvre et de la recette, le projet complet de l'automate (configuration, programme) sera remis par le Titulaire sous forme de fichier(s) éditables dans l'environnement de programmation.
SOLEIL deviendra propriétaire du projet avec tout droit de copie, modification ou transfert de ce dernier.

8.4.6.5. ANALYSE FONCTIONNELLE

FOURNITURE DE L'ANALYSE :

L'analyse fonctionnelle des différents éléments de l'installation HVAC, est à la charge du Titulaire du marché.
Cette analyse sera élaborée autour d'une liste de points que le Titulaire complètera à partir de la liste de points non exhaustive fournie par la maîtrise d'œuvre en fonction des équipements installés. Cette liste devra être consolidée par le Titulaire et elle devra être validée par la maîtrise d'œuvre.

MÉTHODE DE DÉFINITION :

L'analyse fonctionnelle sera proposée par le Titulaire après réception et étude d'un ensemble de documents fournis par la maîtrise d'œuvre :

- Liste de points du Titulaire.
- Consignes de nomenclature des données dans le programme automate
- Process and Instrumentation Diagram (PID)
- Principe du fonctionnement et du pilotage conforme au document SOLEIL AI-BAT-N-T-P-1457

- Notice d'utilisation des équipements.

L'analyse fonctionnelle sera rédigée selon le formalisme de Gestion des Modes de Marche et d'Arrêt (GEMMA). Elle doit être décomposée en unités qui peuvent être opérées individuellement comme défini dans le standard IEC 61512-1 ou ANSI/ISA S88.
Le Titulaire organisera toutes les réunions nécessaires à la construction de cette analyse fonctionnelle avec obligatoirement la présence de la maîtrise d'œuvre.

L'analyse fonctionnelle sera validée par la maîtrise d'œuvre avant programmation. Le processus de validation sera basé sur des cycles de soumission de proposition par le Titulaire et revue par la maîtrise d'œuvre SOLEIL jusqu'à approbation.

LIVRABLES :

Le Titulaire fournira une liste de points automates consolidée à partir des équipements effectivement installés.

Le Titulaire fournira une liste de points dédiée à la supervision.
Cette liste de points sera réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre pour intégrer tous les paramètres que le maître d'ouvrage jugera nécessaires au pilotage de l'installation.

Note : les points dédiés à la supervision seront reportés sur la vue fonctionnelle développée sur l'écran IHM.

Le Titulaire devra l'édition de l'analyse fonctionnelle en version papier en 2 exemplaires et d'un format informatique modifiable via logiciel de traitement de texte.

8.4.6.6. PROCÉDURE DE TEST ET DE CONTRÔLE

Le Titulaire assurera les mises en service et les contrôles de fonctionnement des équipements avec la validation de la maîtrise d'œuvre. Les procédures de test et de contrôle seront sur le site de SOLEIL.
Le Titulaire mettra en place les matériels, les procédures de tests et de mise en service sur site pour vérifier que l'état d'installation est correct et valider la fonctionnalité de l'installation.
Le contenu de ces procédures devra être validé par la maîtrise d'œuvre.

Le Titulaire prévoira dans son offre une journée de formation pour la présentation des équipements et du fonctionnement de l'installation à l'équipe d'exploitation de SOLEIL.

8.4.6.7. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT

Cette installation de thermalisation doit fonctionner toute l'année et 24 heures sur 24, les seules actions pouvant amener celle-ci à s'arrêter sont :

- Défaut ventilateur
- Coupure secteur
- Arrêt technique et arrêt volontaire durant cette période
- Maintenance des équipements

- Détection Incendie (relais 48V piloté par la centrale incendie)

Sur coupure électrique (baisse secteur), l'installation doit pouvoir redémarrer d'elle-même.

Concernant la partie commande contrôle, l'opérateur doit pouvoir accéder à :

- Commande marche / arrêt de l'installation
- D'un réarmement à distance et local
- Tous les points analogiques et digitaux de la CTA disponibles en supervision doivent pouvoir être forcés à partir de l'IHM et de la GTC avec en particulier :
    - Piloter une consigne de signal de vitesse du ventilateur (action sur débit de ventilation) avec un mode auto / manu
    - Piloter une consigne de température pour la régulation sur la batterie froide avec un mode auto / manu
    - Piloter le moteur de la vanne de régulation en ouverture et fermeture en pourcentage avec un mode auto / manu

Concernant la partie mesure, les valeurs suivantes doivent être affichées et doivent être monitorées :

- Température de l'eau glacée sur l'aller
- Température de l'eau glacée sur le retour
- Température au soufflage d'air
- Température à la reprise d'air
- Pression de l'eau glacée sur l'aller
- Pression de l'eau glacée sur le retour
- Pression de l'air au soufflage de la CTA
- Valeur du signal envoyé au moteur de la centrale d'air
- Valeur de position de la vanne de régulation
- La mesure de débit d'eau glacée sur la batterie froide

Concernant les défauts et alarmes :

- Reports de position des départs électriques
- Reports des dépassements de seuil sur les mesures (températures, pressions, etc)
- Reports d'alarme sur encrassement filtre
- Report sur défaut ventilateur
- Report synthèse défaut sur la vue IHM et un voyant en façade d'armoire électrique.

Note : l'encrassement du filtre ne doit pas entrainer l'arrêt de la centrale d'air.

Concernant la partie calcul et report des mesures énergétiques :

- Report des mesures de la puissance électrique instantanée et de l'énergie consommée de l'installation
- Report du calcul de la puissance froide consommée

La régulation de température se fera par une loi de régulation de la batterie entre le régime de température d'eau et les températures de soufflage et de reprise.

9. NORMES ET RÈGLES GÉNÉRALES

Le Titulaire doit respecter tous les codes, normes, règles et directives listés ci-après. Il peut proposer des normes équivalentes après justification. La liste n'est pas limitative et le Titulaire peut proposer toutes les normes qui lui semblent applicables.

Les codes, normes, règles et directives doivent être utilisés dans leur dernière version applicable.

-- NF EN ISO 9001 : « Système de management de la Qualité – Exigences »

9.1. OBJET DES SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

- Les spécifications techniques complètent les prescriptions des décrets, arrêtés, règlements, normes, cahiers des clauses techniques générales, documents techniques unifiés, en vigueur à la date de l'appel d'offres sur le territoire de l'opération.
- Aucune dérogation à ces spécifications n'est admise, si elle n'a pas fait l'objet d'une demande écrite avant remise de l'offre, et si elle n'a pas été acceptée par le Maître d'Œuvre après analyse et évaluation des répercussions techniques et financières.
- Des prestations ne relevant pas directement des équipements thermiques et aérauliques, mais réalisées dans le cadre de ces équipements sont soumises aux spécifications techniques des autres corps d'état.

9.2. BILAN THERMIQUE

Ce bilan sera présenté plus loin dans la partie description des travaux.

9.3. RÉSEAU HYDRAULIQUE

A. Régimes de température

Les régimes pour lesquels sont calculés les débits et les émetteurs sont les suivants :
Batteries froides : 8 / 14 °C.
En tous points des installations, la température maximum d'eau est inférieure à la température de vaporisation à la pression de ces points.
Les réseaux à température > 90°C ou < 6°C font l'objet de prescriptions spécifiques du CCTP

B. Pertes de pression

Elles sont calculées au moyen :

- Des tables annexées aux traités de RIETSCHEL ou MISSENARD,
- Ou du diagramme COSTIC 1968,
- Ou de méthodes et logiciels agréés par le Maître d'Œuvre.

La perte totale de pression tient compte :

- Des températures de l'eau,
- Des pressions nécessaires aux appareils alimentés, qu'ils fassent partie ou non des équipements thermiques,
- D'une valeur des pertes linéiques et accidentelles, canalisations et robinetterie manuelle, pour le circuit le plus défavorisé, de 15 daPa, valeur ramenée au mètre.

C. Vitesses maximales

- 0,70 m/s pour DN < 50 mm et pour toutes canalisations passant en locaux occupés
- 1 m/s pour 50 mm < DN ≤ 65 mm
- 1,2 m/s pour DN ≤ 125 mm
- 1,5 m/s pour DN ≤ 150 mm
- 1,7 m/s pour DN ≤ 200 mm
- 2 m/s pour DN > 250 mm

Les tracés de réseaux et les diamètres des canalisations sont fixés de façon à n'avoir recours aux organes de réglage que dans les cas où les vitesses ci-dessus ne suffisent pas à l'équilibrage des débits. Le DN 12 mm n'est utilisé que pour les branchements terminaux inférieurs à 2 ml.

D. Pertes thermiques

À défaut de calcul spécifique, les valeurs ci-dessous sont admises pour la détermination de P.u.m.
Pour les réseaux à température > 55° C et < 95°C = 10% de la puissance aux émetteurs.
Pour les réseaux à température < 55° C = 5% de la puissance aux émetteurs.

9.4. RESEAU AERAULIQUE

A. Pertes de pression

Elles sont calculées au moyen :

- Des diagrammes et prescriptions de la publication du COSTIC de novembre 1965 "Pertes de charges aérauliques"
- De programmes agréés par le Maître d'Œuvre.

La perte de pression linéique, quelles que soient la section et la forme, dans chacun des tronçons est inférieure ou égale à :

- 0,07 daPa par ml pour les réseaux à "basse vitesse" (sans système de détente terminale) basse pression
- 0,25 daPa par ml pour les réseaux à "moyenne vitesse" (sans système de détente terminale) moyenne pression
- 0,7 daPa par ml pour les réseaux à "haute vitesse" (avec système de détente terminale) haute pression

Ces pertes de pression linéiques peuvent être dépassées pour des circuits favorisés dans les limites du respect des niveaux sonores contractuels.
Les regains de pression statique sont pris en compte pour les réseaux à haute "vitesse".

B. Vitesses maximales

- Réseau "Basse Vitesse" basse pression

  Vitesse maximum = 4 m/s pour débit < 1000 m3/h
  = vitesse correspondant à 0,07 daPa/ml pour débit > 1000 m3/h

- Réseau "Haute Vitesse" haute pression

  Vitesse maximum = 10 m/s pour débit ≤ 1000 m3/h
  = vitesse correspondant à 0,1 daPa/ml pour 1000 m3/h, pour les débits < 20.000 m3/h
  = 25 m/s pour débit > 20.000 m3/h

- Réseaux d'extraction de fumées

  Vitesse maximum = 10 m/s

- Prise et rejet d'air

  Vitesse maximum = 2 m/s rapportée à la surface utile

C. Pertes thermiques

Elles sont calculées pour chaque réseau dont l'air a une fonction thermique.

D. Débits

Ils sont fixés suivant les prescriptions décrites précédemment au CCTP. Les écarts de température ne dépassent pas :

- 10° K en rafraîchissement, diffusion murale ou plafonnière
- 6° K en rafraîchissement, diffusion par le sol
- 6° K en rafraîchissement, pour ambiance à 21 °C, quel que soit le mode de diffusion
- 15° K en rafraîchissement, pour ambiance > 30 °C, diffusion plafonnière ou autre
- 12° K en rafraîchissement, diffusion plafonnière ou murale en local technique.

Les débits de fuite sont pris en compte.

9.5. TERMINAUX THERMIQUES

Batteries aérauliques

- Puissances certifiées par le constructeur d'après essais C.E.T.I.A.T.
- Batteries de préchauffage : température d'entrée inférieure de 2 K à la température contractuelle de base (si prise d'air neuf extérieur).
- Batteries "chaudes" = surface d'échange théorique majorée de 20%
- Batteries "froides" = surface d'échange théorique majorée de 10%

– Vitesse frontale (au débit d'air nominal) < 3,50 m/s pour batteries "chaudes"

≤ 2,30 m/s pour batteries "froides" sans séparateur
≤ 2,80 m/s avec séparateur

9.6. TERMINAUX AERAULIQUES

A. Diffusion

- Vitesse dans la zone d'occupation < 0,25 m/s (0,45 m/s si "flux laminaire")
- Température de l'air de chauffage < 45°C pour hauteur de diffusion < 3,50 m

  < 65°C pour locaux industriels, sas
- Température de l'air de refroidissement 10 K maximum par rapport à l'ambiance

B. Extraction
- Vitesse frontale aux bouches ≤ 3 m/s

C. Transfert
- Détalonnages de porte pour Q ≤ 100 m3/h
- Grilles à chevrons pour Q > 100 m3/h
- Vitesse de passage ≤ 2 m/s

9.7. NOTES DE CALCUL

Elles ont toutes pour origine le Titulaire du marché, et portent son visa, son cachet, la date de l'établissement et le nom de l'auteur.
Celles dont l'auteur est un tiers, fournisseur ou constructeur d'un matériel, par exemple, portent de plus les mêmes éléments se rapportant à ce tiers.

A. Les hypothèses de base contenues dans le dossier du Maître d'Œuvre doivent être soigneusement vérifiées avant l'établissement des notes de calcul. C'est le cas notamment des natures des matériaux de construction et d'isolation de l'immeuble. Ces vérifications doivent être menées à l'aide des documents contractuels du marché des Entreprises concernées. En cas de différence notable le Maître d'Œuvre statue. Les hypothèses de base définitives doivent figurer en tête de chaque note de calcul.

B. La méthode, les abaques, les diagrammes etc. employés sont obligatoirement référencés en début du calcul. S'ils ne sont pas issus de documents "publics" des copies sont jointes en annexe à la note de calcul concernée. Les abréviations, signes, lettres caractéristiques etc. sont explicités clairement par surimpression sur la première page de la note de calcul

C. Les calculs d'ordinateur sont en outre précédés de l'indication précise du nom du logiciel et son origine. Les "listings" seront explicités clairement et récapitulés dans des tableaux de synthèse.

D. L'entreprise doit obtenir l'accord sans observation du Maître d'Œuvre sur les notes de calcul avant toute application de celles-ci, à commencer par la commande ferme du matériel. Elle doit donc les faire contrôler progressivement. Les notes de calcul de volume important, telles que celles des bilans thermiques, gagnent à être présentées au Maître d'Œuvre dès le début de leur établissement afin d'éviter une éventuelle reprise totale pouvant provenir par exemple des hypothèses de base, de la méthode ou de la présentation.

9.8. SYMBOLIQUE

Le Titulaire doit les représentations symboliques des réseaux y compris repérages, ainsi que celles des organes et équipements, avant l'élaboration de ses plans et schémas.
Sauf cas particulier, la symbolique sera conforme à la norme AFNOR E04-203.

9.9. PLANS ET DOCUMENTS TECHNIQUES

Tous les documents dans le cadre des études d'exécution du Titulaire (plans, schémas, fiches matériels, notes de calcul etc) seront présentés au Maître d'Œuvre avant travaux sur le chantier et devront être validés avec en retour les annotations suivantes :

- ASO : approuvé sans observations
- AAC : approuvé avec commentaires
- R : refusé
- NSO : non soumis à approbation
- BPE : bon pour exécution
- AR : à représenter

Tous les documents seront dématérialisés sous la forme :

- DWG pour les fichiers natifs DAO « EXE »
- XLS pour les notes de calcul sous Excel
- PDF pour les documents graphiques, fiches matériels, notes de calcul, etc.

Pour le chantier, une série de documents (plans et schémas) devra être à disposition portant les annotations BPE.

La transmission de documents pour visa via la maîtrise d'œuvre devra être accompagnée d'un bordereau d'envoi pour la traçabilité des échanges.

Tout document graphique ou technique devra être transmis avec un cartouche respectant la charte documentaire de SOLEIL II.

9.10. ACOUSTIQUE

A. Les résultats acoustiques à obtenir sont fixés au CCTP et d'une façon générale dans les textes réglementaires.

L'attention du Titulaire est expressément attirée sur la qualité de performance des équipements antivibratiles à mettre en œuvre dans le supportage de ses équipements et réseaux.

B. Tous les moyens nécessaires pour obtenir ces résultats sont mis en œuvre, en particulier :

- Tous les appareils tournants ou vibrants sont désolidarisés du bâtiment et des installations sur lesquels ils sont interposés, par manchettes souples sur l'aéraulique, par manchons boulonnés sur l'hydraulique (les « édurites » sont interdites), avec continuité électrique,
- Tout circuit aéraulique est équipé d'atténuateurs au plus proche de la source sonore entre celle-ci et les locaux desservis, placés de préférence le plus près possible des parois du local technique, à baffles profilés parallèles à vitesse de flux < à 10 m/s,

C. Les poids des équipements, vitesses de fonctionnement, etc. sont à confirmer par le Titulaire pour faciliter la sélection finale des accessoires acoustiques et des isolateurs de vibration. La sélection prend en compte des charges inégales pour que la flexion minimale puisse être atteinte sous les conditions nominales de fonctionnement.

D. Les isolateurs de vibration sont compatibles avec les conditions spécifiques de SOLEIL et d'environnement à prévoir et sont surdimensionnés de 50%. Ceux qui sont exposés aux conditions atmosphériques ont une protection appropriée appliquée à toutes les parties métalliques.

E. Tout supportage de tuyauteries et de gaines se fait indépendamment des appareils afin de ne pas imposer de charges additionnelles.

F. Plots à ressort :

- Chaque plot est composé d'un ressort en forme d'hélice en acier comme élément principal d'isolation. Il comporte également un dispositif de vérinage et de nivellement.
- Le ressort est fixé entre des platines inférieure et supérieure, avec des culots en néoprène afin d'empêcher tout contact métal-métal et d'obtenir une atténuation haute fréquence.
- La platine inférieure est équipée d'une semelle néoprène antidérapante/acoustique d'épaisseur minimale 6mm, sauf s'il est nécessaire de fixer la platine à une surface plane en acier.
- Pour des isolateurs à guides latéraux, la partie inférieure incorpore une butée verticale d'arrêt de surcharge/rebondissement (hors contact en fonctionnement normal).

G. Plots à ressort sous carter :

- Chaque plot comprend un ressort en forme d'hélice en acier monté à l'intérieur d'un carter télescopique complètement fermé comme élément principal d'isolation. Il comporte également un dispositif de vérinage et de nivellement.
- Le ressort est placé dans un culot en caoutchouc et est fixé de façon permanente à une platine. Le culot sert à empêcher le contact direct entre le ressort et la platine afin d'obtenir une atténuation haute fréquence.

H. Plots en néoprène :

- Chaque plot est fabriqué avec un néoprène durable et résistant à l'huile, avec platine en acier intégrée et trou de fixation fileté.
- Chaque plot est fourni avec un boulon standard de fixation ou dispositif de nivellement selon l'implantation.

I. Suspentes à ressort :

- Chaque suspente comprend un ressort en forme d'hélice en acier monté de façon permanente dans un cadre métallique. Le cadre est soumis à des charges d'essai 5 fois supérieures à sa charge nominale maximale.
- L'assemblage du ressort comprend un culot en néoprène afin d'obtenir une atténuation haute fréquence, avec tige filetée et rondelle de pré-compression.
- Le trou inférieur permet un débattement possible de la tige d'au moins 15° avant le contact avec le néoprène.

J. Suspentes néoprène :

- Chaque suspente comprend un plot en néoprène durable et résistant à l'huile, monté de façon permanente dans un cadre métallique. Le cadre est soumis à des charges d'essai 5 fois supérieures à sa charge nominale maximale.
- Le trou inférieur permet un débattement possible de la tige d'au moins 15° avant le contact avec le néoprène.

K. Plaques d'isolation en caoutchouc :

- Des plaques d'isolation en caoutchouc sont installées sous les équipements spécifiés ou incorporés dans les massifs béton.
- Les plaques sont équipées de feuilles de tôle de 3mm pour assurer une bonne répartition de charge. Les feuilles ont une semelle supérieure antidérapante.

L. Châssis modulaires pour massifs inertiels :

- Chaque châssis se compose d'une construction soudée en acier avec ferraillage de renfort 35mm au-dessus du ras inférieur du châssis. La profondeur du châssis fait au minimum 1/12e de la longueur du plus grand côté, ou 150mm au minimum.
- Un gousset d'angle à chaque coin permet le montage d'un plot à ressorts avec vis de vérinage.
- Pour les châssis dont la longueur dépasse les 2400mm, des goussets additionnels sont montés sur les côtés (pour un total de 6 au minimum).
- Chaque châssis reçoit une couche de peinture anti-rouille rouge sur les parties externes.
- Le poids total de chaque châssis compris le béton à 2245 kg/m3 fait au minimum 1,5 fois le poids de l'équipement à monter dessus.

M. Châssis de supportage :

- Chaque châssis se compose d'une construction soudée en acier, suffisamment rigide pour maintenir les équipements avec des plots à ressort. La profondeur du châssis fait au minimum 1/11ème de la longueur du plus grand côté, ou 110mm au minimum.
- Un plot à ressort à chaque coin est fixé sur le ras inférieur du châssis, ou dans un gousset d'angle monté en retrait afin de maintenir un centre de gravité le plus bas possible.
- Pour les châssis dont la longueur dépasse les 1600mm, des plots additionnels sont montés sur les côtés (pour un total de 6 au minimum).
- Chaque châssis reçoit une couche de peinture anti-rouille rouge sur les parties externes.
- L'équipement supporté est disposé de façon égale sur le châssis afin de bien répartir les charges sur chaque plot. L'entreprise prendra en compte le poids du châssis pour la sélection des plots.

9.11. MATERIELS

A. Le matériel est neuf, exempt de toute altération, oxydation ou autre et livré sur chantier dans la présentation du fabricant.

B. L'extérieur et l'intérieur du matériel sont maintenus en bon état en cours de travaux par emploi des protections nécessaires : tôle de protection, emballages conservés "in situ", bâchages, bouchons d'obturation d'orifices, etc.

C. Toutes les parties d'installation en métaux ferreux non galvanisés, reçoivent deux couches de peinture antirouille après brossage éventuellement nécessaire.

D. Chacun des appareils porte une plaque signalétique de lisibilité durable.

E. Le matériel est adapté aux natures des fluides utilisés, avec températures et pressions à supporter dans tous les cas, même inopinés, telle que pression maximum à débit nul, et à toutes les allures de marche de l'installation.

F. Les caractéristiques des matériels ne sont jamais choisies par défaut. À moins d'accord du Maître d'Œuvre, les choix ne portent jamais sur le premier et le dernier appareil dans la gamme.

G. Tous les matériaux employés sont incombustibles (classement M0) hormis les cas précités par la réglementation.

H. Les raccordements sont réalisés de façon à pouvoir déposer, démonter ou visiter ceux-ci sans démontage des organes installés sur ces raccordements (robinetterie d'isolement, de régulation...). Ces raccordements ne sont donc en aucun cas supportés par l'appareil lui-même.

I. Les matériels de même nature sont choisis dans la gamme d'un même constructeur.

J. Dans le cas d'extension d'installations existantes les matériels sont de même origine et même gamme dans la mesure du possible et avec l'accord de l'utilisateur, à moins que des novations intéressantes techniquement soient intervenues entre-temps. Dans ce dernier cas, l'accord est donné par l'utilisateur et le Maître d'Œuvre. Ceux-ci pourront demander l'obtention d'une garantie spécifique portant sur la continuité de fabrication et sur le service après-vente.

K. Dans certains cas, l'utilisation de matériel ou de système inusuel, le Maître d'Œuvre peut exiger du Titulaire, qu'il lui fournisse l'approbation des choix et des mises en œuvre de la société dont ce matériel ou ce système sont originaires. En outre, il peut exiger la contribution effective de cette société à la prestation, tant à son étude qu'à sa réalisation, dans le cadre des obligations de l'entreprise.

L. L'entreprise doit pouvoir fournir un échantillon des matériels mis en œuvre sur le projet sur demande de la maîtrise d'œuvre.

M. Une cellule témoin peut être demandée par la maîtrise d'œuvre lorsqu'un ouvrage spécifique ou répétitif se présente (cf. spécifications particulières). Dans ce cas, l'objectif de la cellule témoin est :

- Constater le caractère adéquat des modèles (qualité de construction, facilité d'accès pour l'entretien).
- Simuler le fonctionnement dans les conditions d'utilisation projetées (comportement aéraulique, séquences de fonctionnement, vibrations, niveau sonore).
- Toutes les anomalies détectées seront consignées sur le rapport de la cellule témoin et devront être corrigées par le fournisseur en vue de la fabrication du modèle définitif.
- Le fournisseur doit prévoir la prise en charge du déplacement de 4 personnes sur le site d'essai.

9.12. APPAREILS DE CONTROLE – MESURE – COMPTAGE

Appareils de contrôle, mesure, comptage

La préconisation ci-après complète, selon nécessité, les spécifications formulées dans la description des ouvrages.

Les appareils de contrôle, mesure, comptage sont placés de manière à permettre une lecture facile et une vérification aussi aisée que possible. Ils sont démontables sans vidange des installations par utilisation systématique de doigts de gants, sauf ceux plongeant impérativement dans le fluide, avec systèmes de contact fiables et permanents, et de robinets d'isolement. Leur plage est adaptée aux conditions nominales de chaque installation.

9.12.1.THERMOMETRE ET TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

Les thermomètres sont installés selon schéma de principe et en amont et en aval de chaque point d'une installation où la température du fluide subit une variation régulée ou réglée, sauf aux appareils terminaux, c'est-à-dire à chaque :

- Mélangeurs : entrée et sortie de chaque flux, sauf air et mitigeurs hydrauliques : deux entrées, une sortie,
- Circuit spécifique : entrée et sortie.

Les thermomètres "eau" sont à colonne protégée par une gaine massive.

Les thermomètres "air" sont à cadran avec plongeur adapté à la section du flux.

Des doigts de gants et orifices normalement obturés sont réservés pour vérifications (température, pression, débits).

9.12.2.MANOMETRES ET TRANSMETTEURS DE PRESSION

Un manomètre est installé :

À chaque circuit spécifique avec robinetterie et à chaque branchement en attente,

À chaque filtre d'air en centrale de traitement ou non, par tube transparent incliné avec réservoir de liquide, réglage de niveau et d'horizontalité, marquage de la pression maximum, branchements en tubes souples avec douilles métalliques de pénétration dans le flux.

Les transmetteurs de pression sont installés selon schéma de principe et préconisations particulières.

9.12.3.COMPTAGE

Selon la configuration et les spécifications décrites dans le chapitre description des travaux, les éléments suivants peuvent s’appliquer :

Comptages thermique et électrique :

a) Comptage d'énergie

Pour le suivi des consommations thermiques, des compteurs sont installés conformément aux spécifications du CCTP.

Pour le suivi des consommations électriques, des compteurs sont installés pour chaque appareil, moteur, etc.

b) Comptage de temps

Le comptage sera fait dans la supervision via GTC (les contacts seront prévus par le présent lot).

c) Comptage de débit

Les compteurs sont installés suivant plans et au minimum à chaque remplissage.

Les compteurs sont reliés à la GTC par le réseau IP.

Les transmetteurs de température (TT) sont installés selon schémas de principe et préconisations particulières.

9.13. REGLEMENTATION ET NORMES APPLICABLES ELECTRIQUES

9.13.1.REMARQUES GENERALES

La liste des règlements et normes fournie ci-après n'est pas limitative. Tout règlement concernant les installations paru le jour de la consultation devra être appliqué.

En cas de contradiction ou d'incompatibilité entre les différents règlements énumérés, la priorité devra toujours être donnée à la réglementation en vigueur que l'entrepreneur s'engage à observer de façon stricte, même si elle correspond pour lui à une solution plus onéreuse.

Ne seront pas considérés comme travaux supplémentaires, les modifications imposées par les organismes de contrôle et notamment en cas d'application des règlements de sécurité, des normes et des textes de lois en vigueur un mois avant la remise de l'offre par l'entreprise.

9.13.2.LEGISLATION ET CLASSEMENT DU BATIMENT

Le bâtiment synchrotron est régi par le Code du Travail. Ce texte fixe les objectifs en matière de protection des travailleurs face au risque électrique (articles R.4215-3 à R.4215-13).

Le Maître d'Ouvrage (SOLEIL) devra respecter le décret n°2010-1017 du 30 août 2010 relatif « aux obligations des maîtres d'ouvrage entreprenant la construction […] de bâtiment destiné à recevoir des travailleurs […] ».

Le Maître d'Œuvre « Process » veillera à ce que le bâtiment synchrotron respecte les spécifications de l'arrêté du 19 avril 2012 relatif aux normes d'installation intéressant les installations électriques des bâtiments destinés à recevoir des travailleurs.

Les normes auxquelles fait référence cet arrêté et qui s'appliquent au bâtiment synchrotron sont les suivantes :

- NF C 15-100 installations électriques à basse tension […],
- NF C 13-200 installations électriques à haute tension […],
- NF C 13-100 poste de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment […]
    - NF C 13-101,
    - NF C 13-102,
    - NF C 13-103.
- NF C 17-200 installations d'éclairage extérieur.

9.13.3.AUTRES NORMES

D'autres normes, non mentionnées par l'arrêté du 19 avril 2012, devront être respectées pour la conception et le matériel électrique :

- NF C 18-510 relative à la prévention des risques électriques lors des opérations sur les ouvrages ou installations électriques,
- NF EN 61000 relative à la compatibilité électromagnétique,
- NF EN 60947-1 relative à l'appareillage basse tension,
- NF EN 60947-2 relative aux disjoncteurs,
- NF EN 61439-1 relative aux ensembles d'appareillage à basse tension (règles générales),
- NF EN 61439-2 relative aux ensembles d'appareillage à basse tension (ensemble d'appareillage de puissance)
- NF E 31510 relative aux barres cuivre à plat pour les tableaux électriques,
- NF EN 60529 relative aux degrés de protection procurés par les enveloppes.

Comme mentionné dans le paragraphe « remarques générales », cette liste n'est pas limitative.

9.14. REPERAGE

Le repérage des installations comporte :

- Des plaques gravées sur métal inoxydable ou sur plastique épais et rigide, pour chaque organe en locaux techniques, pour chaque circuit, pour chaque robinetterie en locaux techniques, en sous-sols ou vides sanitaires, en gaines techniques horizontales et verticales. Ces plaques portent un numéro de code, soumis au Maître d'Œuvre pour accord, et en clair la dénomination de l'organe et sa desserte.

- Un revêtement collé ou peint, avec teintes normalisées, aux canalisations en locaux techniques et aux nœuds disséminés des chemins de tubes et des conduits aérauliques avec fléchage du sens du flux ; pour les conduits aérauliques, ce fléchage est suffisant s'il est complété par l'indication de l'état de l'air (traité, vicié, etc.) et du code de l'installation spécifique.

- Les volants et leviers de robinetterie sont peints aux mêmes teintes.

- Un schéma plastifié et vissé apposé dans chaque local technique, indiquant la totalité des installations et organes du local technique et un extrait représentatif de chaque installation hors local technique, avec les numéros de code, leur signification, la nomenclature complète du matériel, l'utilisation des même teintes conventionnelles.

- Une pastille de plastique rigide vissée au droit de chaque organe masqué, par exemple batterie de chauffe terminale, faux plafond, clapet coupe-feu, de couleur ou forme distincte correspondant à chaque fonction, avec indication du code de couleur ou de forme sur le schéma précédent. Les pastilles visibles du sol seront posées au plus près des organes.

9.15. ESSAIS

9.15.1.GENERALITES

a) Calendrier des essais :

L'offre du Titulaire comprend :

- Les essais de performances de l'ensemble des équipements de l'installation. Ces essais devront respecter le calendrier organisationnel de SOLEIL. Durant les essais et tests, avec la présence de la maîtrise d'œuvre.
- La durée d'éventuelles actions correctives dans le cas où les objectifs de performance ne sont pas atteints.
- La durée qui couvre la remise à niveau d'éventuelles modifications lors de la réception des travaux.
- La mise à disposition sans délai des moyens humains et matériels nécessaires aux essais et optimisations précités.

b) Les essais sont planifiés et effectués par le Titulaire avant tout contrôle de réception :

- Le Titulaire consigne en temps utile tous les résultats relevés dans un document établi suivant le cadre défini par le Maître d'Œuvre.
- Le rapport, complété pour les installations importantes et complexes à la demande du Maître d'Œuvre par des plans schématiques de format A3 facilitant son établissement et clarifiant son analyse, est adressé au Maître d'Œuvre qui peut faire procéder par le Titulaire à tous essais de contrôle souhaitables. Les moyens nécessaires aux essais, personnel et appareil, sont fournis par le Titulaire. Il assure les formalités auprès des différents organismes et établit, pour le Maître d'œuvre, toutes les déclarations réglementaires.
- Le Titulaire se fait assister par les constructeurs des matériels si nécessité.

c) Les modalités techniques des essais suivent les prescriptions du document technique COPREC sections conditionnement d'air, chauffage, installations électriques, plomberie, ventilation mécanique. À titre de complément, la liste des essais principaux est fournie dans les paragraphes suivants.

Ces prescriptions sont complétées par les suivantes :

- Toutes les parois intérieures des installations sont nettoyées avant essais,
- Les essais et leur consignation portent sur la totalité et non des sondages, hormis les essais acoustiques,
- Pas de "seuil inférieur",
- Tous les matériels et organes seront essayés et contrôlés, même ceux de marquage NF ou identique,

- Les températures d'ambiance sont relevées et consignées pour le local traité. L'humidité relative d'ambiance, les surpressions et/ou dépressions sont de même relevées et consignées lorsqu'elles font l'objet de conditions précises à garantir,
- Les essais de filtration d'air, s'ils sont imposés au CCTP, sont réalisés après diffusion d'air,
- Des mesures acoustiques portant sur les vannes, moteurs sont effectuées en dBA et par bandes de fréquence, à 1,50 m du sol et de la source sonore dans le local.
- Des mesures des performances à différents régimes de tous les constituants sont à prévoir.
- Des mesures de suivi des consommations électriques sont à prévoir.
- Des mesures de suivi des consommations diverses sont à prévoir.

9.15.2.ESSAIS DES RESEAUX HYDRAULIQUES

Les points suivants sont à contrôler (au minimum)

- Étanchéité

  À contrôler avant couverture du calorifuge et après rinçage. La pression d'épreuve est généralement au minimum 1,5 fois la pression d'utilisation maximale. Pour les réseaux d'eau, elle devra être au minimum de 8 bar.
  La durée de la mise en pression est au minimum de 24 heures.

- Équilibrage des réseaux

  Équilibrage des débits à fournir au point de livraison, en fonction des débits théoriques, et à l'aide des organes d'équilibrage. Rapport avec nombre de tours de réglage des organes.

9.15.3.ESSAIS DES MATERIELS ET RESEAUX AERAULIQUES

- Les points suivants doivent être contrôlés (au minimum), selon configuration de l'installation.
- Les mesures de débit doivent être effectuées après nettoyage des filtres à air ou avec des filtres à air neufs (prestations à charge de l'entreprise).
- Le débit mesuré dans ces conditions doit être de dix pour cent supérieur au débit nominal préconisé.

a) Centrales d'air et caissons d'extraction

-Démarrage/arrêt, asservissements de l'unité

-Différence de pression des filtres

-Pression et dépression ventilateur

-Vitesse de rotation

-Débit

-Essais de déclenchement de la détection de fumée et arrêt CTA (CTA ≥ 10 000m3/h)

-Asservissements des registres. Test de l'arrêt CTA en cas de fermeture des clapets coupe-feu asservis à la Détection Incendie (suivant configuration du projet).

-Fonction antigel (suivant configuration du projet)

-Test de la limite haute sur l'hygrostat de sécurité (risque d'inondations)

-Fonctionnement de la régulation : points de consigne, bandes proportionnelles, lois de régulation, arrêt/démarrage CTA suivant demande.

b) Unités Terminales (type ventilo-convecteurs)

-Marche/arrêt

-Thermostat-fonctionnement de la régulation de l'unité terminale

-Débit

-Asservissements (arrêt ouverture fenêtres, etc.)

c) Équilibrage des réseaux aérauliques

-Essais d'équilibrage des réseaux de manière séquentielle : tranche par tranche puis réseau par réseau jusqu'à la centrale, avec vérification des débits soufflés aux grilles.

-Le Titulaire veillera à l'étanchéité de toutes pièces d'assemblage des gaines rectangulaires et circulaires ainsi que les grilles ou diffuseurs rattachés aux réseaux aérauliques.

9.15.4.ESSAIS ELECTRIQUES

Les points suivants sont à contrôler :

- Valeur des isolements
- Valeurs des tensions et intensités absorbées (moteurs, batterie électrique)
- Vérification des armoires électriques

9.15.5.ESSAIS AUTOMATISME – SUPERVISION

Cette partie sera détaillée dans le chapitre dédié à l'automatisme de l'installation.

9.16. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES

Le Titulaire est tenu de mettre à jour l'ensemble des documents diffusés durant la phase EXE en intégrant toutes les modifications ou variations observées durant les travaux. Il devra fournir tous les documents complémentaires liés aux différents matériels installés.

9.16.1.LISTE DES DOE

La production par le Titulaire des dossiers des ouvrages exécutés - dossier DOE - se fera après établissement d'une liste des documents à produire.

Cette liste, soumise au Maître d'Œuvre pour approbation doit lister, par type de documents, et de façon exhaustive :

- Les plans et autres documents issus des PEO,
- Les notes de calculs,
- La documentation technique,
- Les procès-verbaux,
- Les scénarios de désenfumage (si traité dans le marché),
- La notice d'exploitation,
- La notice de maintenance,
- L'analyse fonctionnelle de l'installation,
- Le fichier natif de programmation de l'automate
- Les procès-verbaux d'essais

Au cas où le planning de l'opération prévoirait, compte tenu de l'importance des DOE, une remise échelonnée, celle-ci se fera par ensemble complet homogène de façon à permettre au maître d'œuvre d'exercer son contrôle.

9.16.2.PLANS ET AUTRES DOCUMENTS DES PEO

A. Plans d'ensemble et locaux techniques

Les plans d'implantation des réseaux (tuyauteries et conduits) et terminaux d'équipements thermiques, les cahiers des coupes, les détails, les plans de raccordement aux réseaux existants et ceux plus particuliers seront collectés en DOE.

La symbolique utilisée pour repérer les différents éléments (tracé des réseaux, nature et dimensions des tuyauteries et conduits, types des matériels, etc.) restera homogène pour tous ces plans. Un document précisera d'ailleurs la symbolique utilisée sur les divers documents.

La destination des conduits principaux sera précisée sur ces plans (air neuf, soufflage, reprise, extraction, désenfumage de telle zone) ainsi que le sens.
Il en sera de même pour la destination des tuyauteries principales (eau chaude, eau glacée, eau traitée).
Les dispositifs concernant le compartimentage coupe-feu seront particulièrement explicités : degré coupe-feu ou pare-flamme, repérage des accès aux clapets, moyens de réarmement, asservissements.
Les dispositifs principaux de sectionnement des réseaux seront également clairement précisés, ainsi que les cheminements d'accès.

B. Nomenclatures des matériels

Elles seront collectées au titre du DOE.
Dans la mesure du possible, le Titulaire incorporera ces nomenclatures de matériels dans les schémas, les synoptiques et les plans des locaux techniques.
Sur les nomenclatures seront rappelées les références des plans de repérage de ces matériels ainsi que celles de la documentation.
La nomenclature concerne non seulement les appareils, mais aussi ses constituants. Elle sera établie en parallèle avec la constitution de la documentation technique.

C. Schémas généraux ou synoptiques des réseaux

Ils seront collectés en DOE.
Ils préciseront les limites de prestations du présent marché (existant, autres intervenants) ainsi que les références des schémas individualisés par système de traitement d'air concernés.
Le Titulaire n'emploiera pas d'abréviation sur ces plans.

D. Schémas individualisés par système de traitement d'air

Ces schémas seront collectés en DOE.
Ils rappelleront les références de la documentation et des notices concernées et préciseront les limites de prestations du présent marché (existant, autres intervenants), ainsi que les références des plans des locaux techniques.
L'entreprise n'emploiera pas d'abréviation sur ces plans.

E. Armoires électriques, coffrets électriques, coffrets de régulation et de programmation

Tous les plans s'y rapportant seront remis en DOE.
Il s'agit en l'occurrence des schémas électriques avec leurs câblages, leurs repérages des divers constituants, leurs caractéristiques et leurs nomenclatures précises et des schémas de raccordement des borniers.
Les schémas précisent obligatoirement les tensions, les puissances raccordées, les courants de court-circuit, les sections de câbles, les régimes du neutre, les verrouillages et asservissements, les réglages et les sélectivités des protections et les tenants et aboutissants de chaque appareil.

Pour les plans de régulation, les schémas de connexion et d'interconnexion, ainsi que les diagrammes logiques seront fournis pour chaque dispositif et pour l'ensemble des dispositifs.
L'entreprise indiquera les limites de prestations (existant, autres intervenants) et les fonctions de ces matériels pour ceux intéressant d'autres intervenants.
L'entreprise mentionnera clairement les borniers disponibles.
Toutes les documentations et schémas des constituants seront en français.

F. Liste des points GTC

Cette liste sera collectée en DOE.
Elle indiquera en clair les points envoyés à la GTC (désignation par libellé, adresse et nature du point, position et référence du capteur, code du local).

Cette liste ne sera utile que pendant la période d'entrée en fonction de la GTC. Elle est, par ailleurs, disponible dans le fichier de données de la GTC.

9.16.3.NOTES DE CALCULS

Le Titulaire remettra au DOE l'ensemble de ses notes de calculs.
Les titres de ces documents, ainsi que leurs sommaires permettront de retrouver rapidement les désignations employées sur les titres des plans d'exécution.
Une note préliminaire précisera l'articulation des notes de calculs. Chaque note de calculs sera précédée d'un rappel des hypothèses prises en compte, des conditions de calculs, du nom des logiciels utilisés éventuellement, ainsi que de la description du système de traitement d'air.

9.16.4.DOCUMENTATION TECHNIQUE

De manière à permettre une recherche rapide et adaptée, le Titulaire fera ressortir, par fléchage (non effaçable à la reproduction), les références des matériaux produits et matériels concernés et mentionnera les options choisies.
La documentation sera classée par ordre alphabétique de produits, avec sommaire, liste récapitulative des fabricants et des fournisseurs avec leurs adresses et téléphones, et intercalaires.
La documentation concerne la totalité des prestations du présent marché, y compris celles éventuellement sous-traitées.

9.16.5.PROCES-VERBAUX

A. Procès-verbaux et cahiers d'essais effectués sur le site

Ils seront classés par ordre alphabétique de zone et par système à l'intérieur d'une zone, avec sommaire et intercalaires.

B. Procès-verbaux de classements au feu, d'avis techniques

Ils seront classés par ordre alphabétique de produits, avec sommaire et intercalaires.
L'entreprise précisera la localisation de ces ouvrages.

9.16.6.MANUEL D'EXPLOITATION

Il s'adresse au personnel de conduite des installations et donc s'attache à un fonctionnement normal des installations.

À ce titre, il comprend entre autres pour chaque type d'installation :

- Le rappel des principes de fonctionnement des installations et les références des schémas généraux et synoptiques,
- La description très détaillée des écrans de conduite

- L’ensemble des procédures automatiques et manuelles
- L’ensemble des conditions initiales
- L’ensemble des conditions permanentes
- L'ensemble des procédures marche/arrêt
- L'ensemble des paramètres de conduite
- La liste des défauts amenant la coupure,
- Les procédures de modifications des réglages et des points de consignes (abaques de fonctionnement et de réglage),
- L'ensemble des positions des organes de manœuvre,
- L'ensemble des indications des appareils indicateurs et des appareils de mesure, pour un fonctionnement normal.

Les procédures de manœuvre détailleront les points suivants :

- Consignes de sécurité,
- Conditions préliminaires à la manœuvre,
- Description de la manœuvre et commentaires,
- Description des moyens de contrôle du bon déroulement de la manœuvre.

9.16.7.NOTICE DE MAINTENANCE

Elle suit et complète le manuel d’exploitation et aborde le cas des fonctionnements hors limites et des dysfonctionnements.

Elle comporte pour chaque type d'installation, les éléments suivants :

- Liste des outils non-standards nécessaires à une intervention sur le site,
- Les gammes d'intervention, par ordre de priorité,
  - Condition de sécurité,
  - Condition d'accessibilité,
  - Le rappel des visites et de leur périodicité,
  - Les gammes de travaux,
  - Les modes opératoires de démontage/remontage.

9.16.8.MANUEL DE MAINTENANCE

Il suit et complète la notice de maintenance et aborde le cas des fonctionnements hors limites et des dysfonctionnements.

Il comporte, pour chaque type d'installation les éléments suivants :

- Aide au diagnostic en cas de panne ou de fonctionnement hors des conditions normales.

9.16.9.DOE ET FORMATION

Lors de la remise des installations au Maître d'Ouvrage, le Titulaire, au titre des actions de formation, dues à son marché, présentera ce dossier DOE aux responsables désignés de manière à familiariser les futurs utilisateurs à une bonne utilisation des équipements et installations techniques.

Le Titulaire insistera notamment sur les consignes de sécurité et les qualifications requises en vue de leur conduite et la maintenance.

10. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES

10.1. REMPLISSAGE ET PURGE

10.1.1.REMPLISSAGE EN EAU DES INSTALLATIONS

- Il est toujours précédé par un remplissage complet en eau brute et vidange totale pour évacuer les corps étrangers (rinçage des tuyauteries).
- Le remplissage définitif se fait par un remplissage complet en eau adoucie (TH 6 °F).
- Le remplissage définitif doit être suffisamment lent pour garantir l'évacuation totale de l'air contenu dans l'installation vidée de l'eau sans toutefois excéder 12 heures.
- Des actions au niveau des points de purge seront à faire pour éliminer la présence de poche ou bulles d'air. Les appoints d'eau devront compenser les purges.
- L'alimentation en eau est toujours réalisée à partir d'un circuit d'eau protégé par un disconnecteur sauf en cas de "sur verse", conforme au règlement sanitaire départemental et muni d'un filtre fin (80 microns)

10.1.2. PURGE ET VIDANGE DES INSTALLATIONS

- Les installations doivent être totalement vidangeables en moins de 4 heures sans provoquer de dépression destructrice.
- Tous les appareils, sauf les terminaux non placés en points bas, sont munis de robinets de vidange (vidanges canalisées jusque tampons en attente sur chutes EU ou à l'aplomb de siphons de sol.

- Les vidanges sont canalisées en "fixe" jusqu'aux orifices d'évacuation générale des eaux usées.
- Tous les débouchés de vidange doivent être visibles.
- Tous les autres points sont équipés de purge d'air manuelle avec vanne d'isolement.

10.2. RESEAUX HYDRAULIQUES

10.2.1. CANALISATIONS

A. Acier noir (Norme en vigueur ancien tarif 1)

- Assemblage par raccords en fonte inaltérable (raccords cruciformes interdits), par brides ou par soudure autogène
- Réseaux d'eau à température < 95°C et tubes enrobés de rayonnement avec estampille spécifique (contrôles distincts en usine, contrôle par épreuve spéciale à la pression et contrôle de la section intérieure).
- DN 15 à DN 50 (12/17 proscrit)

B. Acier noir (Norme en vigueur ancien tarif 3)

- Assemblage dito ci-dessus.
- Réseaux d'eau à température < 95°C.
- DN 15 à DN 100 (dito ci-dessus)

C. Acier noir (Norme en vigueur ancien tarif 10)

- Assemblage par soudure autogène ou électrique et aux appareils et robinetterie par brides à souder avec joints.
- Réseaux d'eau et d'alimentation de gaz avec "revêtement C", de DN > 50 mm.

D. Cuivre (Norme en vigueur)

- Rigide, assemblage par capillarité ou brasure
- Circuit de purges d'air, branchements de terminaux selon spécifications du CCTP (ø minimum DN 15).

E. P.V.C (Norme en vigueur)

- Assemblage par raccords collés
- Vidanges "froides" et condensats "froids" sans pression
- Collecte des purges
- Raccordement sur tampon EU existant
- Pour la mise en place d'un collecteur, respecter une pente minimale d'écoulement de 0,5 cm/m
- Prévoir les siphons de parcours afin d'éviter les remontées d'odeur dans les installations ; respecter les recommandations des fabricants (CTA, ventilo-convecteurs, etc)

10.2.2.POSE DES CANALISATIONS

Les parties inaccessibles des tubes de distribution sont limitées aux passages des parois et ne comprennent aucun organe ou raccord quel qu'il soit.

Les canalisations en bâtiments destinées à être calorifugées sont écartées les unes des autres et de toute paroi ou obstacle de façon à réserver entre leurs coquilles de calorifuge le passage du revêtement individuel et de la main de l'opérateur, soit environ 80 mm, c'est-à-dire que l'écartement des canalisations nues doit être égal à 80 mm + épaisseur de la coquille ou épaisseurs des deux coquilles.

Une pente minimum de 3% est réservée à la pose.

Les canalisations en caniveaux dans le sol ou en galeries doivent respecter le DTU 65.9 de mars 1986, traitant des transports de chaleur ou de froid ; notamment les 80 mm ci-dessus passent à 120 mm.

Les canalisations ne prennent pas appui sur les appareils quels qu'ils soient. Elles comportent des "démontables" intermédiaires et systématiques aux branchements des appareils disposés de façon à faciliter la dépose de ceux-ci sans démontage des organes d'isolement, de régulation, de réglage.

Tous les changements de diamètres sont réalisés par cônes excentrés du commerce.
Lorsqu'une bride suit immédiatement un coude, un tronçon de tube est intercalé pour le passage des boulons.
Toute la boulonnerie est cadmiée avec tête et écrou 6 pans. La longueur des boulons est adaptée d'origine.
Les coudes à souder sont du type 5 D, sauf accord spécial du Maître d'Œuvre.

10.2.3.DILATATION

La dilatation et la contraction des canalisations de tronçons d'allure rectiligne supérieurs à 20 m, pour des températures ≤ 95 ° C, sont absorbées :

- De préférence par le tracé même des canalisations
- À défaut par des organes déformables :
  - Lyres en tube lisse,
  - "U" avec coudes cintrés ou courbes soudées suivant ø,
  - Compensateurs sans presse-étoupe, axiaux à soufflets.

Ces organes sont posés sous précontraintes de 50% avec guides de part et d'autre. L'emploi des compensateurs doit faire l'objet d'une assistance technique du fournisseur. Des points fixes complètent l'ensemble.

10.2.4.SUPPORTS ET FIXATIONS

Les canalisations et leurs accessoires ne sont jamais supportés par les appareils.

- Canalisations "d'allure horizontale" en sous-sols, locaux techniques, faux plafonds et canalisations verticales en gaines.
- Les supports et fixations, en acier galvanisé, proviennent, de préférence, des ensembles disponibles sur le marché, avec emploi de tiges filetées permettant le réglage des pentes et des écartements aux parois et interposition systématique de matériau résilient à tous les colliers, néoprène ou équivalent alvéolé pour les canalisations "chaudes", coquilles d'isolant à résistance mécanique suffisante pour les canalisations "froides".
- Si les supports et fixations sont fabriqués par le Titulaire du marché, leur réalisation doit se rapprocher de celle des ensembles du marché.
- Dans le cas de "chemins de tubes", sur spécification du CCTP, utilisés par d'autres marchés, notamment pour la plomberie, le Titulaire du marché assurera la coordination et la réalisation des supports communs, après prise en compte des surcharges, sans la fixation des autres canalisations.
- Les colliers clipsés ne sont pas admis. Chaque canalisation comporte des colliers totalement individuels et démontables.
- Les écartements des supports sont au maximum pour des tuyauteries en acier, de :
  - 1,50 m jusqu'au DN 25
  - 2,25 m jusqu'au DN 40
  - 3 m jusqu'au DN 65
  - 4 m jusqu'au DN 100
  - 5 m jusqu'au DN 150
  - 6 m diamètres supérieurs
- Les écartements des supports sont au maximum pour des tuyauteries plastiques de :
  - 0.25 m jusqu'au DN 40
  - 0.33 m jusqu'au DN 65
  - 1 m jusqu'au DN 100
  - 1.5 m jusqu'au DN 150
  - 1.6 m pour diamètres supérieurs à DN 150
- Canalisations apparentes verticales et "d'allure horizontale" dans les locaux. Elles sont fixées individuellement par colliers avec contrepartie vissée et bague isolante. Les colliers des colonnes verticales sont placés aux dérivations vers les terminaux.

10.2.5.FOURREAUX

Toutes les canalisations qui traversent les murs, cloisons ou planchers sont protégées par des fourreaux individuels.

Les fourreaux des traversées entre locaux sont en matériau de synthèse à surface interne lisse de diamètre intérieur correspondant au plus juste au ø extérieur de la canalisation. Ils sont arasés au nu fini des murs, cloisons (avec rosaces aux embouts après passage des canalisations) et plafonds et à 1 cm au-dessus du sol fini des planchers. Leur surface intérieure est telle que, après calage et rebouchage de leur traversée, ils ne puissent se déplacer (ergots ou autre procédé).

Les fourreaux des traversées en sous-sols, non occupés, et en gaines techniques sont en acier d'un diamètre intérieur correspondant au plus juste au diamètre extérieur de la canalisation, calorifuge terminé. Ils sont donc mis en place par translation après finition du calorifugeage et scellés.

Les fourreaux permettent la libre dilatation des canalisations. À travers les joints de dilatation des murs, ils sont distincts de part et d'autre du joint et sont d'un diamètre évitant toute contrainte sur les canalisations.
Dans le cas où celles-ci ne sont pas calorifugées avec un matériau souple, les embouts des fourreaux sont munis de rosaces de recouvrement masquant le remplissage du vide effectué à la pompe.

10.3. ROBINETTERIE

10.3.1.DOMAINE D'EMPLOI

Tous les appareils sont isolés individuellement. L'isolement sur entrée et sortie permet la vidange, la purge, le démontage ou la dépose des appareils pour réparation, nettoyage ou remplacement. Tout branchement en attente doit comporter une vanne d'isolement obturée par bride pleine ou bouchon fileté.

Tout branchement en attente doit comporter une vanne d'isolement obturée par bride pleine ou bouchon fileté.

Le diamètre nominal de la robinetterie est égal au diamètre du tube ou de l'orifice, ou à défaut immédiatement inférieur. Font exception à cette règle :

- La robinetterie d'échangeurs dont le diamètre est égal à celui des canalisations de raccordement.
- Les vannes d’équilibrage en fonction de leurs caractéristiques et des conditions de fonctionnement.

Chaque corps de robinetterie porte l'indication de la PN, du fabricant et du sens du fluide. La PN est adaptée aux conditions maximales de l'ensemble de l'installation avec un minimum de PN10.

La robinetterie taraudée est montée avec raccords union. La robinetterie de purge d'eau ou d'air placée hors locaux techniques est bouchonnée.

Toute robinetterie est manœuvrable de préférence depuis le sol, hauteur maximale 2,20 m ; au-dessus, il lui est adjoint soit une échelle métallique fixe, avec groupement des organes, soit une commande à distance. Elle est supportée de façon à ne pas subir les contraintes de son propre poids, du poids des canalisations et de leur dilatation.

L'emploi des diverses sortes de robinetterie est le suivant :

10.3.2.ROBINETTERIE DE DN 15 A DN 50

- Équivalence DN/Pouces
  - DN 15: 1/2"
  - DN 20: 3/4"
  - DN 25: 1"
  - DN 32: 1 1/2"
  - DN 40: 1 1/2"
  - DN 50: 2"
- Type de robinetterie

Robinet à boisseau

- Type passage intégral
- Corps laiton
- Sphère en laiton chromé dur
- Presse-étoupe et joint étanchéité en PTFE
- Extrémités taraudées gaz ou brides selon spécifications
- Rehausse pour calorifuge (selon nécessité)
- PN10

Robinet à soupape

- Corps et chapeau en bronze
- Garniture et clapet téflon
- Tige montante en laiton
- Extrémités taraudées gaz
- N10

Filtre à tamis

- Type à panier incliné
- Corps en fonte
- Tamis acier inox
- Extrémités taraudées gaz

10.3.3.ROBINETTERIE DN 65 A DN 400

- Équivalence DN/Pouces :
  - DN 65: 2 1/2"
  - DN 80: 3"
  - DN 100: 4"
  - DN 125 : 5"
  - DN 150 : 6"
  - DN 200 : 8’’

  - DN 250 : 10’’
  - DN 300 : 12’’
  - DN 400 : 16’’
- Type de robinetterie

Vannes papillon

- Corps fonte GS à oreilles taraudées
- Axe en inox
- Papillon en inox 316L
- Manœuvre : levier 1/4 tour avec blocage aux positions extrêmes jusqu'au DN 65, démultiplicateur pour DN supérieur
- PN10
- Montage entre brides

Filtre à tamis

- Type à panier incliné
- Corps en fonte
- Tamis acier inox 316L (500 microns)
- Chapeau boulonné
- Vanne à boisseau inox 316L pour vidanger le tamis + bouchon
- PN10
- Montage entre brides

10.3.4. VANNE D’EQUILIBRAGE HYDRAULIQUE

Vanne d’équilibrage type STAD ou équivalent (DN15 au DN50)

- Corps et tête : AMETAL
- Étanchéité : joint torique en EPDM
- Cône : AMETAL
- Étanchéité du siège : Joint torique en EPDM
- Tige : AMETAL
- Rondelle : PTFE
- Joint de tige : Joint torique en EPDM
- Ressort : Acier inox
- Poignée : Polyamide et TPE
- Prise de pression : AMETAL
- Etanchéité : EPDM
- Bouchons : polyamide et TPE
- Vidange : AMETAL
- Etanchéité : EPDM
- Joint : Fibre aramide
- PN25
- Montage taraudé

10.3.5.PURGE ET VIDANGE

A. Purges hautes et basses

- Pour chaque point haut sur la tuyauterie, il sera installé une bouteille de dégazage munie d'un robinet à boisseau ø 1/2 pour évent
- Chaque point bas sur la tuyauterie sera pourvu d'un piquage équipé d'un robinet à boisseau ø 3/4 pour purge.

B. Équilibrage circuit

- Robinet de réglage avec prises de pression pour lecture de débit munies de rallonges pour calorifuge.

C. Purgeurs d'air

- Flotteur, mécanisme et visserie en acier inox.
- Clapet d'étanchéité.

10.4. APPAREILS DE MESURE

10.4.1.CIRCUIT HYDRAULIQUE

A. Thermomètre

- Type : industriel grand modèle, longueur 200 mm, dilatation de liquide - graduation adaptée au fluide mesuré
- Montage : avec doigt de gant

B. Manomètre

- Type : BOURDON avec boîtier diamètre 100 mm, graduation en bars
- Précision : + 1 % de l'étendue de l'échelle
- Accessoire : robinet à boisseau avec bride de contrôle.

C. Prises de pression différentielle

- Piquages amont et aval de l'équipement, munis de robinets à boisseau avec bride de contrôle.

D. Débitmètre

Débitmètre à rotor analogique de Marque KOBOLD type DRG ou équivalent équipé d'un afficheur numérique emboitable
Construction :

- Corps et carter en laiton
- Joints en NBR
- Raccordement taraudé BSPP-F (Gaz) – DN10 au DN25
- Turbine PTFE
- Axe de la turbine en céramique
- Palier en PTFE
- Pression de service maxi : 16 bars
- Sortie analogique 4-20 mA 3 fils
- Précision de lecture : +/- 3 % de la pleine échelle
- Protection du boîtier : IP 65
- Visualisation du débit par indicateur emboitable AUF

Service :

- Fluide : Eau adoucie
- Pression de service : 4,5 bar max
- Température de service : 14°C max
- Échelle de débit : plage à définir en l/min

10.4.2.CIRCUIT AERAULIQUE

A. Thermomètre

Type : à cadran, boîtier aluminium, ø 100 mm, longueur de gaine adaptée au conduit

- Montage : avec bride de fixation

B. Manomètre

- Type : colonne de liquide inclinée, graduation en mm CE, niveau à bulle, prises de pressions métalliques
- Montage : par consoles

10.5. APPAREILS DE CLIMATISATION

10.5.1.VENTILO-CONVECTEUR

- Les ventilo-convecteurs seront équipés de moteur (s) type EC à commutation électronique dont le débit nominal devra se positionner à 50% de la plage de fonctionnement du ventilateur.
- Leur capotage en tôle d'acier robuste laquée au four est aisément déposable, sans démontage, pour accès total, notamment au filtre d'air nettoyable, à la régulation et à l'ensemble d'évacuation des condensats.
- La grille de sortie d'air est métallique et réversible. La grille d'entrée d'air est métallique et masque le volume intérieur.

- Leur(s) batterie(s) hydraulique(s) est en tube cuivre/ailettes aluminium avec régulation selon CCTP, indépendante de la sélection de la vitesse, et robinetterie d'isolement, de purge et réglage.
- L'évacuation des condensats des ventilo-convecteurs équipés de batteries froides est assurée en permanence et sans stagnation. Le bac de recueil métallique a une surface supérieure à la projection de toutes les parties éventuellement condensantes, notamment les robinetteries d'isolement et de régulation. Il est parfaitement horizontal, enduit intérieurement et extérieurement (recondensations possibles) et évacué par canalisation plastique DN 32 à pente continue de 3 cm/m minimum avec tampon de dégorgement aux changements de direction et siphon.
- Quel que soit l'emplacement du ventilo-convecteur, ses commandes de fonctionnement et de régulation sont toujours à portée de main à hauteur d'homme.

10.5.2.CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

10.5.2.1. GENERALITES

Les spécifications qui suivent s'appliquent aux centrales installées en/et hors locaux techniques ainsi qu'aux éléments de même famille quel que soit leur emplacement.

Chaque CTA doit être munie des moyens de monter un dispositif de mesure des débits globaux de soufflage type plaque d'orifice à monter sur la section filtre ou équivalent.

Les orifices de raccordement des gaines sont obturés jusqu'au moment de l'assemblage des conduits.

La centrale de traitement d'air repose sur des plots antivibratiles, à ressort ou en matériau résilient, ceci en complément des dispositifs prévus pour les groupes moto-ventilateurs.

10.5.2.2. PRISE ET REJET D'AIR

Dans le présent CCTP, les installations de traitement d'air fonctionneront en recyclage dans les ambiances à traiter. Pas de rejet ni de prise d'air sur les extérieurs du bâtiment.

10.5.2.3. REGISTRE

- Le registre est constitué de ventelles profilées, rigides même sous la plus forte pression ou dépression qu'elles peuvent subir, montées individuellement sur arbre de rotation et assemblées dans un cadre, à brides, de profondeur supérieure à la largeur des ventelles. L'ensemble est entièrement en acier galvanisé, sauf les paliers de rotation et les éventuels engrenages de transmission en matériau de synthèse résistant.
- Les registres d'obturation sont à ventelles à mouvement parallèle, munies chacune d'un joint d'étanchéité à leur portée avec joint d'étanchéité périphérique à l'ensemble. L'étanchéité doit être suffisante pour éviter une inversion de flux même faible ou un taux de fuite perceptible. Pour les faibles sections la ventelle unique est recommandée. L'obturation doit toujours se faire sur la plus petite section du circuit.
- Les registres de dosage ou de réglage sont à ventelles à mouvements contraires. Leur manque d'étanchéité admissible en position de fermeture est < 5% du débit maximum.

- La tringlerie de fonctionnement est munie de paliers en matériau de synthèse résistant. Un levier de commande dont le fonctionnement doit toujours être possible manuellement, avec blocage de réglage, et secteur gradué et renseigné permet de visualiser à tout moment la position du registre.

L'entraînement du mouvement se fait sur axe à méplat et sur la face la plus accessible.

10.5.2.4. FILTRATION D'AIR

Sauf préconisation particulière,

- Toute installation aéraulique est munie au minimum de deux étages de filtration d'air (une filtration G3 puis une filtration F7) installés en amont du traitement d'air soufflé et extrait dans le cas de récupération de chaleur ou, suivant le cas, immédiatement en aval du mélange d'air neuf et d'air recyclé.

Les efficacités minimales sont les suivantes :

Caissons de débit inférieur à 5 000 m3/h :
- filtre de classe G4

Caissons de débit compris entre 5 000 m3/h et 10 000 m3/h :
- préfiltre de classe G4
- filtre de classe F5

Caissons de débit supérieur à 10 000 m3/h :
- préfiltre de classe G3
- préfiltre de classe F5
- Filtre de classe F7

- Tableau des principales classes de filtration :

Classe de filtre (EN 779)	Rendement moyen gravimétrique %	Rendement moyen opacimétrique %	Correspondance Eurovent
G1	<65		EU 1
G2	65≤ r ≤ 80		EU 2
G3	80≤ r ≤ 90		EU 3
G4	90≤ r		EU 4
F5		40≤ r ≤ 60	EU 5
F6		60≤ r ≤ 80	EU 6
F7		80≤ r ≤ 90	EU 7
F8		90≤ r ≤ 95	EU 8
F9		95 ≤ r	EU 9

Classe de filtre (EN 1822)	Valeur globale MPPS- efficacité minimale %	Valeur locale MPPS- efficacité minimale %	
H10	85	-	

H11	95	-	
H12	99,5	97,5	
H13	99,95	99,75	
H14	99,995	99,975	
U15	99,9995	99,9975	
U16	99,99995	99,99975	
U17	99,999995	99,9999	

- Pour les installations qui comportent plus d'un étage de filtration, le deuxième étage est installé de préférence en sortie du traitement d'air, en aval du ventilateur.
- Les filtres à "très haute efficacité" ("absolus") sont installés de préférence à l'arrivée de l'air dans les locaux et sont accessibles depuis ceux-ci.
- Tous les filtres sont classés M0 ou M1. Les cadres sont métalliques ou M1 maximum. Les filtres sont montés sur glissières avec joint de rail et serrage joint/rail par pointeaux excentriques pour retrouver l'étanchéité. Ils sont tous amovibles aisément et portent chacun une plaque signalétique.
- Les médias sont régénérables pour les efficacités "moyennes" et à remplacer pour les "hautes" et "très hautes" efficacités. Ils sont, pour un même ensemble d'installations, de même nature et origine dans chaque classe de filtration.
- Les médias des filtres "accordéon" (1ère filtration) sont maintenus par tiges d'acier inoxydable amont/aval. Ceux des filtres à poches (2ème filtration) sont du type "maintenu". Ceux des filtres à "très haute efficacité" ne comportent pas d'amiante et ne produisent aucune fibre.
- Tout filtre doit être équipé d'un manomètre différentiel individuel à échelle inclinée adaptée aux valeurs de l'installation, avec niveau de contrôle d'aplomb et tubes de liaison amont/aval. Leur lecture est aisée, avec report sous les faux plafonds des locaux lorsque le filtre n'est pas apparent,
- La surface frontale des filtres est la même que celle de la batterie d'échange thermique la plus grande de la centrale ou son équivalence si le filtre n'est pas installé dans une centrale
- Les pertes de pression sont les suivantes :

    - Moyenne et haute efficacité au sens de la norme AFNOR (ASHRAE méthode gravimétrique ou méthode opacimétrique), perte initiale respectivement < 5 et < 10 daPa, perte finale n'entraînant pas une variation de débit > 10%

    - Très haute efficacité au sens de la norme AFNOR (ASHRAE méthode photométrique) ou de la méthode DOP, perte initiale < 25 daPa, perte finale + 20 daPa, variations de débit nulles (régulation de pression constante obligatoire)

10.5.2.5. BATTERIE HYDRAULIQUE

- Les batteries sont constituées de tube cuivre avec ailettes aluminium à pas compris entre 2 et 3 mm, et d'une enveloppe en tôle d'acier galvanisé calorifugée avec protection du calorifuge.

- Le nombre de rangs d'échange est au minimum de 2. Le nombre maximum est compatible avec la puissance motrice électrique disponible par choix de la section frontale.
- Une zone laissée libre de tout obstacle de dimensions supérieures à celles de la batterie est réservée pour le démontage "tiroir".
- Une des deux faces frontales est accessible sans dépose importante par trappe latérale amont de préférence.
- L'étanchéité périphérique à l'air est assurée de construction ou en place par tôle d'acier galvanisée avec joints.
- Les batteries "froides" sont toujours équipées d'un bac de recueil de condensats, sans stagnation d'eau, canalisés à l'évacuation générale en tube plastique protégé, à pente de 2 cm/m mini, avec écoulement individuel visible après un siphon à branches inégales d'une différence de hauteur supérieure à la pression ou dépression, maximum au point de recueil. Les séparateurs de gouttelettes se déversent dans le même bac.
- La section batteries froides doit être pourvue à l'origine des équipements permettant d'ajouter un séparateur de gouttelettes. Un panneau indépendant d'inspection et nettoyage doit permettre l'accès à ce séparateur.

10.5.2.6. BATTERIE ELECTRIQUE

- Les batteries sont constituées de résistances blindées obscures à ailettes à pas compris entre 2 et 3 mm, et d'une enveloppe en tôle d'acier galvanisée calorifugée avec protection du calorifuge.
- Une zone laissée libre de tout obstacle de dimensions supérieures à celles de la batterie est réservée pour le démontage "tiroir".
- Une des deux faces frontales est accessible sans dépose importante par trappe latérale, amont de préférence.
- L'étanchéité périphérique à l'air est assurée de construction ou en place par tôle d'acier galvanisée avec joints.
- Un chicanage arrête le rayonnement vers les éléments voisins tels que filtres et batteries froides.
- Le nombre d'étages de puissance correspond à 3 K d'élévation de température de l'air par unité.
- L'alimentation électrique est obligatoirement asservie à celle du ventilateur qui dessert la (les) batterie(s) avec temporisation réglable entre l'arrêt volontaire du ventilateur et l'ouverture du circuit (s) de(s) la (les) batterie(s).
- Chaque batterie, même "disséminée", est équipée d'un thermostat de sécurité, en plus de celui de la régulation précisée au CCTP, et d'un contrôle de débit d'air par pressostat différentiel qui ouvre le circuit électrique, avec alarme visuelle de proximité pour les batteries disséminées, et alarme générale sur armoire du local technique. Le thermostat de sécurité est à réarmement manuel.

10.5.2.7. VENTILATEUR

Les ventilateurs autres que ceux de type centrifuge axiaux, hélico-centrifuges... et les "tourelles d'extraction" font l'objet éventuel de spécifications du CCTP.

- Les ventilateurs sont choisis à l'intérieur de la gamme de façon à obtenir le rendement maximal.
    - Les rendements minimaux des ventilateurs sont pour les ventilateurs à réaction :

Rapport : Débit nominal (m3/h) Pression totale (daPa)	Rendement en fonction de l'utilisation		
	Occasionnelle	< 4.440 h/an	> 4.440 h/an * (1)
≤ 50 m3/h daPa	0,65	0,75	0,80
> 50 m3/h daPa	0,70	0,75	0,80

*(1) Nota : 4440 h/an et pour tout ventilateur à deux vitesses ou débit variable quel que soit le nombre d'heures de fonctionnement

    - Les rendements minimaux des ventilateurs sont pour les ventilateurs à action :

        - débit ≤ 2000 m3/h, rendement : 0,55
        - débit > 2000 m3/h, rendement : 0,6

- La vitesse de rotation est < 80% de la vitesse maximale imposée par le constructeur même en cas accidentel, notamment pour les ventilateurs à vitesse variable. Les roues sont équilibrées.
- Tous les ventilateurs devront être à entrainement direct avec une roue libre et équipés d'un moteur EC 0-10V.
- L'accessibilité au caisson groupe moto ventilateur doit être facile pour garantir la bonne exploitation de l'équipement.

10.5.2.8. ENVELOPPE DE LA CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

- Les enveloppes sont de type modulaire à quatre faces, en tôle forte d'acier galvanisé ou laqué au four double face, avec revêtement interne par panneaux d'isolant thermique et acoustique rigide, de 25 mm d'épaisseur minimum face intérieure et 45mm face extérieure, avec protection mécanique formant double paroi, entièrement nettoyable par produits liquides. Finition de la tôle externe : galvanisée et laquée de couleur constructeur.
- Chaque face de module est démontable indépendamment des modules voisins avec jointoiement durable.
- L'assemblage des modules, d'usine ou sur place, présente une étanchéité totale. Tous les percements de carrosserie sont effectués en usine, nettoyés et munis de pièces d'étanchéité (prises de pression, capillaires de thermostats, axes...). Aucun percement de carrosserie ne doit être effectué sur le chantier.
- Des trappes et portes d'accès de même constitution, à poignées de serrage extérieures (et intérieures, pour les centrales de taille telle que l'on puisse y pénétrer), avec joints périphériques à écrasement en feuillures, équipent les sections : registres, filtres, visite batteries d'échange, ventilateurs. Les joints sont portés par les ouvrants et emboîtés dans la structure des panneaux.

- L'étanchéité de l'enveloppe complète est telle qu'à la pression maximale du ventilateur, les mesures de débit ne révèlent pas de différence entre entrée et sortie.
- Suivant la taille de la centrale de traitement d'air, un hublot est placé à l'accès aux registres et filtres, ainsi qu'au ventilateur, avec éclairage intérieur protégé.
- Une coupure électrique "coup de poing" est installée à l'extérieur à côté de l'accès à tout ventilateur.
- La centrale repose sur un socle de hauteur suffisante aux siphons d'évacuation avec interposition ponctuelle de matériaux résilients.

10.6. PIEGES A SONS

10.6.1.PRINCIPES GENERAUX

- Les remplissages acoustiques sont en laine de roche ou laine de verre de densité contrôlée. La matière est inerte, non-hygroscopique, imputrescible, non-attaquable par les vermines, et surfacée M0.
- Lorsque nécessaire la matière acoustique des pièges à sons est enveloppée en « Melinex » afin d'empêcher les décollages de fibres ou assurer la protection contre la graisse, les produits chimiques dilués ou la vapeur d'eau dans l'air.
- Les pièges à sons sont livrés sur le chantier bouchonnés avec repérage complet de l'équipement.
- Sauf dérogation accordée ou spécifiée par la maîtrise d'œuvre, les pièges à sons sont livrés en une seule pièce. Le Titulaire doit prévenir le fournisseur et la maîtrise d'œuvre si des pièges en plusieurs pièces sont nécessaires pour faciliter le déchargement et montage sur le chantier.

10.6.2.PIEGES A SONS RECTANGULAIRES

- Les enveloppes sont en tôle d'acier galvanisée avec joints longitudinaux en pliage accordéon scellés au mastic. Les raccordements se font par bride en tôle galvanisée profilée, non-percée, soudée ou cadres METU selon taille et pression.
- Quand nécessaire, des raidisseurs sont fixés, selon la pression, sur l'enveloppe avec scellement. Les parties métalliques sont galvanisées à froid.
- Les panneaux absorbants sont attachés à l'enveloppe par rivetages scellés. En cas de panneaux horizontaux, ceux-ci sont suffisamment raides pour empêcher le fléchissement.
- Les panneaux de côté sont prévus pour réduire les nuisances sonores et améliorer le passage d'air. Tous les panneaux absorbants sont pourvus d'éléments arrondis à l'avant et à l'arrière pour réduire la résistance à l'air et permettre un montage à l'envers.
- Les panneaux absorbants sont formés d'un cadre en tôle galvanisée d'épaisseur minimale 0,8mm. Le remplissage se fait en laine minérale, et la rétention du remplissage se fait par tôle galvanisée perforée sur toutes les faces et de même épaisseur que le cadre. Un tissu en laine de verre fixé sur l'arrière des panneaux

perforés permet de réduire au minimum l'érosion des panneaux absorbants aux vitesses inférieures à 25 m/s.

- Les panneaux absorbants pour montage en « vrac » ou incorporation dans les centrales de traitement d'air sont construits selon les mêmes spécifications que les panneaux des pièges à sons.
- Les pièges à sons montés en coude sont construits selon les mêmes spécifications que les pièges à sons linéaires, hormis que les panneaux absorbants doivent être continus et construits en angle. La longueur totale d'un piège à son en coude est celle qui suit l'axe central de l'appareil.

10.6.3.PIEGES A SONS CIRCULAIRES

- Les enveloppes sont en tôle d'acier galvanisée spiralée. Les raccordements se font par bride en tôle galvanisée profilée, soudée, non-percée ou avec adaptateurs filetés dans le cas de raccordements directs sur des ventilateurs axiaux.
- Chaque piège comporte deux tubes en tôle galvanisée. Le tube intérieur est perforé. Le remplissage entre les deux tubes se fait en laine minérale surfacée M0. Un baffle circulaire central est prévu lorsque les critères acoustiques le réclament.
- Un tissu en laine de verre fixé sur l'arrière des panneaux perforés permet de réduire au minimum l'érosion des panneaux absorbants aux vitesses inférieures à 25 m/s.

10.7. RESEAUX AERAULIQUES

10.7.1.NATURE, DOMAINE D'EMPLOI, CONSTRUCTION

A. Acier galvanisé de section rectangulaire ou carrée pour tous réseaux à basse vitesse

- Épaisseur des tôles

  8/10 mm pour L < 750 mm
  10/10 mm pour 750 mm < L < 1500 mm
  12/10 mm pour L > 1500 mm avec plis de raidissement (avec L = plus grande dimension de la section).
- Agrafage longitudinal, pliage accordéon, surface lisse intérieure
- Cadres de raccordements soudés sur tôle et boulonnés avec joint périphérique collé avec recouvrement des deux extrémités
- Rapport L/l < 3 (avec l = la plus petite dimension de la section).
- Rayon minimum des coudes à l'axe > L ou l, ou si impossibilité de coudes à 90° à angles intérieurs arrondis et multiples aubes "cuillères" sur cadre soudé à la coupe à 45°.
- Aubes internes soudées aux coudes, pour : L > 200 mm et L/l > 1,5 au quart et à la moitié du coude.
- Profilés de protection pour conduits apparents à hauteur du sol (≤ 1.90 m).
- Changements de sections avec convergent ou divergent (15°).

- Dérivation avec coudes ci-dessus, registres, pelles diaphragmes ou iris à repérage extérieur (hors calorifuge) aux dérivations principales qui desservent plus de 5 orifices de soufflage et d'extraction.
- Trappes de nettoyage étanches (du commerce) tous les 3 m pour conduits de cuisines, et tous les 7 m pour conduits en hôpitaux à défaut d'accès possible par branchements aisément démontables, avec orifices d'évacuation répartis et étanchéité aux liquides de la partie inférieure des conduits horizontaux, soit par agrafage longitudinal en partie supérieure, soit par joint d'étanchéité à l'eau. Les pliages éventuels intermédiaires de raidissement, toujours à l'extérieur, ne doivent pas présenter de rétention possible.
- Prises de pression, débits bouchonnés, hors calorifuge à 1,50 m de tous les registres, pelles... et immédiatement en amont et en aval des centrales de soufflage et d'extraction. Leur nombre en chaque point de mesure est proportionné à la dimension du conduit. Un écartement de 250 mm est généralement satisfaisant, le ø de la prise est d'environ 20 mm.

B. Acier galvanisé de section circulaire pour tous les réseaux à "basse vitesse"

- Agrafage en hélice ou spécification particulière précédente du CCTP
- Épaisseur des tôles :

6/10	mm	pour			ø µ 250 mm
8/10	mm	pour	250	<	ø µ 600 mm
10/10	mm	pour			ø > 600 mm

- Assemblage par manchons « rivet sans tête » avec étanchéité par mastic et bande adhésive, sauf pour ø > 800 mm brides soudées et boulonnées avec joint. Fourreaux thermorétractables admis pour ø 400 mm (non admis en "I.G.H.").
- Coudes de rayon = 1,5 ø avec 1 secteur
- Dérivations par tés à 45° et tés coniques à 90° avec papillon, dito - gaines rectangulaires.
- Changements de sections par convergents et divergents (15°). Convergents, divergents et autres pièces sont éventuellement à réaliser suivant les contraintes du chantier.
- Trappes de nettoyage et prises de pression : dito gaines rectangulaires.

C. Acier galvanisé de section circulaire pour tous les réseaux à "haute vitesse"

- Dito basse vitesse sauf :

  . coudes r > 1.5 ø avec :
  - 1 secteur pour < 45°
  - 2 secteurs pour 60°
  - 3 secteurs pour 90°

  . Sections oblongues non admises.

D. Flexibles

Flexibles de section circulaire pour branchements de diffuseurs et grilles (longueur admise < 1 m et vitesse < 4 m/s)

- Métalliques avec isolation thermo-acoustique incorporée, non érodable, pour "haute vitesse "
- Tissu de verre plus spirale acier galvanisé incorporée pour "basse vitesse"
- Double paroi pour Delta T supérieur à 10 K (en froid) et 20 K (en chaud)

10.7.2.ÉTANCHEITE DES CONDUITS

Sous la pression maximale, l'étanchéité de tous les conduits doit être telle que les fuites totales et partielles sont inférieures à 5% du débit nominal.
Les réseaux "hospitaliers" et les réseaux à haute vitesse doivent répondre aux prescriptions de la classe C d'EUROVENT, dont les valeurs sont d'environ, sous une pression de 50 daPa, de 0,6 m3/h/m² de surface développée de conduit pour une pression statique nominale < 50 daPa, de 0,4 m3/h/m² pour > 50 daPa.
Les réseaux d'installations particulières, telles celles de locaux "propres" : secteurs hospitaliers à haute asepsie, zones de fabrications ou de manipulations, zones dangereuses par leur émanation ou leur radioactivité, font l'objet de prescriptions particulières dans le CCTP.

10.7.3.POSE DES CONDUITS

Les conduits horizontaux et verticaux sont posés sur supports, de préférence du commerce, en acier galvanisé, avec emploi de tiges filetées et interposition systématique de rondelles souples assurant durablement la désolidarisation du conduit supporté des tiges filetées fixées dans la construction. Par exception, les conduits "flexibles" sont supportés par ceintures de feuillard galvanisé et perforé de dimensions réglables fixées à la construction avec désolidarisation comme ci-dessus.
Chaque tronçon de conduit comporte au minimum un support, avec écartement maximum de 2 m. Chaque conduit flexible comporte un support.
Les conduits pouvant provoquer des condensations reposent sur leur calorifuge, à interposer à leurs supports.
Les traversées de parois et planchers comportent leur ceinturage des conduits et leur calorifuge éventuel par un matériau résilient évitant tout contact avec les matériaux de rebouchage des trémies, des percements et des réservations. Aucune jonction de tronçon ne doit être enrobée et la visserie de jonctions doit être aisément accessible et démontable.

10.8. TERMINAUX AERAULIQUES

- Les bouches, grilles, diffuseurs sont construits en aluminium anodisé, sauf spécification du CCTP.
- Les terminaux sont tous équipés de dispositifs de réglage stable commandés par clés à engagement masqué, dispositifs intégrés ou distincts de l'orifice.
- Ils sont démontables et nettoyables sans modification du réglage. Leur fixation robuste, est masquée.

- Dans le cas général d'établissement hospitalier ou des cas particuliers tels que des locaux stériles, les orifices sont obturables par écran mobile étanche.
- La sélection tient compte du niveau sonore à obtenir, et, pour le soufflage, de la portée nécessaire.
- Les diffuseurs muraux sont à double réglage directionnel. Les diffuseurs plafonniers sont à effet de plafond (effet COANDA) sauf ceux installés à grande hauteur pour lesquels, au minimum, le cône du flux doit être réglable.
- Le transfert d'air entre locaux est assuré par grilles à chevron, ou pour les débits inférieurs à
  100 m3/ h par détalonnage de porte (3 cm maximum).
- Les diffuseurs ou reprises linéaires de grande longueur continue (> 3.50 m) sont solidarisés par une ossature en profilés rectilignes.
- Tous les diffuseurs et grilles de reprises sont munis de "boîte à bouche" supportée depuis le Gros Œuvre, la maçonnerie ou les structures de faux-plafond.
- Tous les terminaux sont placés suivant un calepinage général des parois, plancher et plafond en tenant compte des saillies et obstacles à la diffusion.

10.9. CALORIFUGE

10.9.1.GENERALITES

Tous les matériaux isolants, les revêtements de protection et les accessoires devront être conformes aux règlements et textes en vigueur, en particulier en ce qui concerne leur comportement au feu.

Tous les appareils de production, de préparation, de traitement thermique, sont calorifugés ainsi que toutes canalisations, toutes robinetteries et organes assimilés pouvant être l'objet de pertes, d'apports ou de condensations.

Le calorifugeage des réseaux et appareils devra être réalisé de façon telle que le démontage de toutes les parties puisse être effectué aisément avec réservation des manœuvres de robinetterie et entretien courant sans risque de dégradation.

La réalisation du calorifuge devra être compatible avec le supportage de tous les équipements ou vice-versa.

Les tronçons de réseaux hydrauliques soumis à la température extérieure comportent un traçage électrique antigel (cf. chapitre sur le traçage électrique).

Tout calorifuge placé à l'extérieur est protégé des intempéries, au minimum par enduit adapté pour toutes saisons, avec complément, suivant spécifications du CCTP, d'un revêtement métallique.

Le calorifuge des tuyauteries et des gaines situées dans des locaux accessibles aux rongeurs, vide-sanitaires par exemple, devra être protégé contre ceux-ci en particulier aux extrémités et aux arrêts de l'isolation. On pourra utiliser pour ce faire un grillage à mailles fines.
La mise en œuvre de l'isolation ne devra être effectuée qu'après :

- Épreuve hydraulique satisfaisante des réseaux

- Séchage des revêtements anti-corrosion

10.9.2.RESEAUX « FROIDS » ET EAU GLACEE

- Les canalisations des réseaux "froids" (compris ceux d'eau glycolée) dont la température de surface peut déclencher des condensations, sont calorifugées, avec barrière pare-vapeur, sur tout leur parcours. Tous les organes "froids" tels que pompes, robinetterie de tout diamètre et de toute nature, excepté les robinetteries de régulations terminales si leur condensation est recueillie et évacuée, sont calorifugés de la même façon que les canalisations.
- L'isolation sera réalisée au moyen de coquilles de mousse rigide de polystyrène extrudé, de diamètre intérieur correspondant au diamètre extérieur de la tuyauterie :

    - Masse volumique minimale : 28 kg/m3
    - Comportement au feu : M1 (fournir PV du C.S.T.B.)

L'épaisseur minimale du matériau isolant posé est de :

- 30 mm pour tuyauteries jusqu'au DN 50
- 40 mm pour tuyauteries jusqu'au DN 150
- 50 mm pour tuyauteries jusqu'au DN 300
- 60 mm pour tuyauteries de diamètre supérieur.

Ces épaisseurs s'entendent pour une conductivité < 0,030 W/m K à 0°C.
Les coquilles nues seront fixées "à bain d'enduit" sur la tuyauterie avec application d'une couche d'enduit bitumeux, (classé M1) et en réalisant les joints transversaux et longitudinaux, de façon à pleinement colmater tous les interstices. Cette opération devra être effectuée à température inférieure à 35°C et à l'abri du rayonnement solaire.

L'ensemble sera ensuite recouvert d'un tissu de verre enroulé en spirale avec recouvrement de 10 à 15 mm. On utilisera les excédents d'enduit des joints pour opérer le collage du tissu de verre.

La barrière pare-vapeur est constituée de 2 couches d'enduit bitumineux de couleur aluminium classé M1, à raison de 1,5-2 kg/m² et par couche. La pose de la 2ème couche sera particulièrement soignée afin d'obtenir une finition d'aspect esthétique (lissage au caoutchouc).

Dans tous les cas, l'efficacité du pare-vapeur devra être telle que l'indice de diffusion à la vapeur d'eau de l'ensemble isolant + pare-vapeur, mesuré suivant la norme NF x 41.001 dans les conditions d'essai A (25°C - 90% HR) ne dépasse pas 0,5 g/m²/24h, dans les conditions normalisées.

La continuité du pare-vapeur devra être assurée aux arrêts de l'isolation, sur les tranches ainsi qu'au droit des supports. On utilisera des demi-coquilles rigides en liège ou autre matériau résistant à la compression et des selles largement dimensionnées.

Dans tous les cas, l'isolation sera arrêtée aux extrémités par des embouts de finition en aluminium poli.

- Toutefois, pour les réseaux "froids" à température nominale et minimale > 12°C de DN < 50 ainsi que pour les branchements terminaux de DN < 32 l'isolation peut être réalisée au moyen d'un matériau souple à structure cellulaire fermée classé M1. Ce matériau sera mis en œuvre sous forme de tubes entiers non fendus.
    - L'épaisseur nominale minimale du matériau isolant est de 19 mm.

  L'isolation de la robinetterie et des accessoires sera réalisée avec le même matériau par découpage d'éléments de tubes ou de plaques.

  La fixation des divers éléments sera réalisée au moyen d'une colle au néoprène fournie par le fabricant du matériau. L'utilisation de bandes collantes est interdite.

  Le supportage sera réalisé de façon à ne pas blesser ni déformer le matériau isolant. On utilisera pour ce faire des selles en acier largement dimensionnées.
- En outre, le calorifuge des réseaux "froids" satisfait aux prescriptions du DTU 67.1 de mai 1993 ainsi que les exigences de la réglementation RT2005.

10.9.3.CONDUITS

- Tout conduit aéraulique est calorifugé s'il peut y avoir écart de température entre 2 faces, excepté les conduits d'extraction d'air non recyclé, mais compris les conduits d'extraction en aval des récupérations de chaleur si ces conduits sont extérieurs ou si l'écart de température peut être supérieur à 5 K, y compris également les conduits de prise d'air extérieur.
- L'isolation des conduits sera effectuée côté extérieur, sauf préconisation particulière du CCTP avec des matelas flexibles de laine de verre imprégnée de résine thermodurcissable :

    - Épaisseur du matériau isolant posé : 25 mm minimum
    - Masse volumique minimale : 35 kg/m3
    - Comportement au feu : M1

  Le matériau isolant sera fixé sur le conduit préalablement nettoyé, au moyen d'un adhésif spécial appliqué par bandes de 10 cm de large, tous les 40 cm au maximum. L'adhésif sera constitué d'une colle mastic en émulsion aqueuse classée M1, appliquée à raison de 300 g/m². La fixation de l'isolant situé en partie inférieure des conduits de largeur supérieure à 60 cm sera complétée par emballage sur des clips collés.

  Pour tous les cas d'application, sauf ceux éventuellement indiqués ci-après, le matériau isolant sera fourni d'usine avec un revêtement de finition, servant également de pare-vapeur, composé d'une feuille d'aluminium laminée, d'un kraft et d'un treillis de renfort en fibre de verre. Le revêtement kraft aluminium sera fermé par agrafage et scellé sur les joints longitudinaux et transversaux.

  Dans tous les cas l'efficacité du pare-vapeur devra être telle que l'indice de diffusion à la vapeur d'eau de l'ensemble isolant + pare-vapeur, mesuré suivant la norme NF x 41.001 dans les conditions d'essai A (25°C - 90% HR) ne dépasse pas 0,5 g/m² dans les conditions normalisées.

La continuité du pare-vapeur devra être assurée aux arrêts de l'isolation, sur les tranches ainsi qu'au droit des supports.

- Dans certains cas particuliers nécessitant une coupure acoustique, le matériau isolant pourra être disposé à l'intérieur de la gaine. Celui-ci devra alors être appliqué sous forme de panneaux de laine de verre haute densité classés M0 (incombustibles et traités superficiellement). Un certificat du C.S.T.B. sera exigé. Les caractéristiques d'utilisation et la mise en œuvre devront être conformes aux recommandations du fabricant. Dans tous les cas l'isolation intérieure des conduits sera interdite après un filtre absolu ou à haute efficacité.

10.9.4.REVETEMENTS

Les revêtements complémentaires du calorifuge des réseaux de canalisations et conduits spécifiés au CCTP sont constitués comme suit :

A. Revêtement métallique en aluminium

- Enveloppe en tôle d'alliage d'aluminium, d'épaisseur minimale 6/10 mm, réalisée par cintrage, bordage ou moulurage. Fixation par rivets borgnes de faible longueur (vis PARKER interdites).

B. Revêtement métallique en tôle d'acier galvanisé

- Enveloppe en tôle d'acier galvanisé, d'épaisseur minimale 6/10 mm, réalisée par cintrage, bordage ou moulurage. Fixation par rivets borgnes de faible longueur (vis PARKER interdites).
-

C. Revêtement PVC

- Enveloppe en PVC rigide classé M1, d'épaisseur minimale de 3/10 mm. Fixation par rivets plastiques appliqués le long des bords superposés de 1 cm minimum. Pièces spéciales (coudes, tés, etc.) préformées dans le même matériau.

10.10. ÉLECTRICITÉ

10.10.1. DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

A. BILAN DE PUISSANCE

Le Titulaire durant la phase des études fournira un bilan de puissance détaillé suivant :

- Puissance nominale installée
- Puissance probable simultanée appelée « à pleine charge »

B. PUISSANCE UNITAIRE NOMINALE

La puissance nominale sera déterminée selon les indications des plaques signalétiques des fournisseurs de matériel.

C. RESERVES POUR EXTENSION

Les réserves d'extension suivantes seront prévues :

- Réseaux de distribution : 15% en puissance sur les canalisations, 20% en volume sur les chemins de câbles.
- Tableaux : 30% en puissance et en volume.

La réserve de puissance s'appliquera en particulier sur le dimensionnement :

- Des protections ou commandes de tête des tableaux et coffrets,
- Des jeux de barres principaux ou grilles de distribution des tableaux et coffrets.

D. COEFFICIENTS DE FOISONNEMENT ET FACTEUR DE MARCHE

À apprécier par le Titulaire en fonction de l'usage et des différents régimes de fonctionnement. Les valeurs retenues devront être indiquées dans le bilan de puissance et les notes de calcul.

E. FACTEURS DE PUISSANCE

Il sera tenu compte des valeurs suivantes :

- Résistances électriques : coef. 1
- Moteurs, récepteurs divers : suivant indication des plaques signalétiques, à défaut, coef. 0,75.
- Attentes FM : déterminée par le calcul.

F. CHUTE DE TENSION

Les chutes de tension maximales admises entre les sources et le point le plus éloigné de chaque circuit seront de :

- 5% pour les circuits force motrice, et autres usages divers.
- 8 % pour les prises de courant.
-

Les chutes de tension au démarrage des gros moteurs ne devront pas excéder 15%.

Nota :

Entre TGBT et attentes délivrées, les chutes de tension seront limitées à 5%.

G. INTENSITE DE COURT-CIRCUIT

SOLEIL indiquera en temps voulu au Titulaire, les valeurs des courants de court-circuit maximales et minimales aux points de livraison. (350 MVA, 5 secondes).

Dans la détermination de la tenue aux courants de court-circuit des équipements, il devra être tenu compte des courants de crêtes asymétriques.

H. LIMITATION DES INTENSITES DE DEMARRAGE

Les intensités de démarrage devront être limitées à 3,5 In sur les alimentations principales.

Des dispositifs individuels limiteurs de démarrage type démarreur électronique seront obligatoires pour les moteurs à partir de 15 kW.

I. ÉQUILIBRAGE DES PHASES

Le déséquilibre ne devra pas excéder 5%.

10.10.2. DISPOSITIFS DE PROTECTION

La protection contre les surcharges, court-circuit, chocs électriques sera assurée exclusivement par disjoncteurs tant pour les circuits de puissance que pour les circuits auxiliaires.

Les disjoncteurs seront du type :

- Compact, boîtier moulé à déclencheur réglable au-dessus de 63A, (NFC 63.120).
- Modulaire, encliquetable sur rail jusqu'à 63 A exceptionnellement jusqu'à 80A (EN 60 898 - NFC 61 410).

NOTA : Les disjoncteurs seront munis de contacts SD/NF, ramenés individuellement sur la GTC pour réseaux IP.

A. Chocs électriques

L'installation sera protégée contre les risques de chocs électriques par :

- Réglages (ou choix) appropriés définis par calculs des déclencheurs magnétothermiques des disjoncteurs suivant les règles du schéma TN ou IT,

Il sera mis en œuvre une sélectivité verticale par le choix de calibres et temporisations appropriées.

D'une façon générale, les circuits terminaux seront regroupés par fonctions identiques derrière des protections instantanées suivant NFC 15-100.

Les alimentations de locaux et emplacements à risque et des prises de courant seront protégées par différentiels haute sensibilité 30 mA.

B. Courbes caractéristiques

Il sera fait usage pour :

- Protection lignes : disjoncteurs magnétothermiques suivant NFC 15-100.
- Protection des moteurs : disjoncteurs moteurs spécifiquement adaptés ou disjoncteurs sans thermiques associés à un relais thermique convenablement réglé pour absorber les pointes de démarrage suivant NFC 15-100.
- Protection transformateur et circuits informatiques : disjoncteur courbe D ou K, éventuellement surcalibré pour éviter les déclenchements intempestifs par les courants magnétisants.

Nota :

Les calibres des disjoncteurs non compensés en température devront être déclassés suivant leur lieu d'installation ou leur montage en armoire ou coffret.
Tous les organes de protection seront câblés vers la GTC.

C. Pouvoir de coupure

D'une façon générale, les disjoncteurs devront pouvoir supporter l'intensité de court-circuit calculée à l'endroit où ils seront installés (calcul effectué avec le logiciel Ecodial).

Éventuellement, la technique de la filiation entre les disjoncteurs aval de pouvoir de coupure insuffisant et un disjoncteur amont limiteur de même marque pourra être acceptée. L'association devra être certifiée par le fournisseur, les appareils amont et aval étant de même marque.

D. Sélectivité

Une sélectivité totale sera recherchée sur l'ensemble de l'installation.

Elle sera assurée :

- De façon ampèremétrique au niveau des tableaux et coffrets,
- Par filiation entre départ du TGBT et têtes d'armoires.

10.10.3. CHEMINEMENTS ET TRANSPORTS ELECTRIQUES

10.10.3.1. COURANTS FORTS (U>OU= 50V)

A. Nature

Les distributions seront réalisées :

- D'une façon générale en câbles U 1000 R2V
- Occasionnellement en câble souple moyennant les précautions de mise en œuvre requises et selon NFC 15-100.
- Pour les circuits auxiliaires : en câbles U 1000 R2V multiconducteurs.
- Pour les circuits de sécurité : en câble résistant au feu type C1 ou U 1000 R2V encastré ou posé sous gaine assurant une protection équivalente.

B. Section et nombre de conducteur

Les sections minimales suivantes devront être utilisées :

- 1,5 mm² cuivre pour les circuits auxiliaires
- 2,5 mm² cuivre pour les circuits force motrice et autres usages divers.

Les conducteurs seront obligatoirement en cuivre.

Les liaisons établies en câbles unipolaires seront constituées d'un ou plusieurs groupements comprenant chacun les 3 conducteurs de phase et le neutre disposés de façon à annuler le champ magnétique résultant. Les groupements posés en "trèfle" seront composés de câbles unipolaires de même nature, section et longueur et emprunteront le même cheminement.

Les câbles multiconducteurs des circuits auxiliaires devront comporter une réserve de 30 % en notant qu'il ne devra pas être constitué de conducteur commun entre plusieurs informations et que la coexistence de circuits de commande, signalisation, mesure, etc. dans le même câble ne sera pas admise.

Pour les circuits triphasés de Sph </= 6mm², il sera systématiquement prévu un conducteur en réserve pour utilisation future éventuelle du Neutre.

La section des conducteurs alimentant les circuits de désenfumage doit répondre à l'article 473.1.2 de la norme C 15.100 et être déterminée pour 1,5 fois le courant nominal.

Tous les conducteurs seront câblés sur le bornier et mis à la terre.

C. Neutre

La section des conducteurs neutres sera toujours égale à la section des conducteurs de phase des circuits correspondants, et plus, si la charge est polluée (cos γ et harmoniques) : des mesures « RMS » seront à réaliser par le présent lot.

D. Conducteurs de protection PE ou PEN

Les conducteurs de protection PE ou PEN seront réalisés en canalisations isolées de même nature que les conducteurs de phase des circuits correspondants.

La section des conducteurs de protection sera :

- De section égale aux conducteurs de phase et minimum 50 mm2.
- De section moitié aux conducteurs de phase au-delà ou éventuellement de section réduite calculée suivant la NFC 15.100 avec un minimum de 50 mm².

Les canalisations de Sph $\leq$ 16 mm² devront comporter chacune un conducteur de protection individuel par circuit.

Pour les canalisations de section supérieure et empruntant un même parcours, il sera admis d'utiliser un conducteur de protection commun. Ce dernier devra emprunter un cheminement aussi proche que possible des conducteurs actifs sans interposition d'écrans métalliques. La pose des conducteurs PE sous les chemins de câbles sera prohibée.

Selon les cas suivants, il sera prévu :

- Circuit tri + N - Section Ph > 16 mm² Cu (schéma TNC) :

  Conducteur neutre et protection confondus - Section égale aux conducteurs de phase

- Circuit tri sans neutre - Section Ph > 16 mm² Cu (schéma TNC ou schéma IT) :

  La section des conducteurs de protection sera calculée suivant la NF C15.100 avec un minimum de 50 mm². Pour ces canalisations, il sera admis d'utiliser un conducteur de protection commun à plusieurs circuits si ceux-ci empruntent un même cheminement.

- Tout circuit Sph < ou = 16 mm² ou circuit terminal comportera un conducteur de protection et neutre en propre de même section que les phases.

  La pose des conducteurs PE sous les chemins de câbles sera prohibée.

10.10.3.2. CIRCUITS COURANTS FAIBLES DE COMMANDE ET SIGNALISATION

Les circuits de commande, de régulation et de signalisation travaillant sous une tension inférieure à 48 V pourront être réalisés en canalisations de type industriel U 1000 R 2V.

- Circuits de détection et d'acquisition d'information, câble SYT1 6/10° avec écran non-propagateur de la flamme SH.

- Circuits de télécommande, câble U 1000 R 2V avec écran non-propagateur de la flamme SH.
- Circuits de mesure, régulation, téléréglage, câble instrum, paire ou tierce avec écran, éventuellement avec blindage paire à paire si la sensibilité aux parasites des équipements l'exige et N PISH.
- Circuits de commande concernant la sécurité incendie, câbles 1,5 mm² résistants au feu ou posés sous caissons protégés.
- Circuits de transmission de données = câbles multipaires blindés catégorie 6 adaptés au fonctionnement en environnement perturbé.

Les plus petits câbles admis auront une capacité de 4 paires.

Des usages différents tels que commande, signalisation, mesure, etc. ne devront pas coexister dans le même câble.

Les écrans et blindages seront raccordés à la masse (équipotentielle principale ou terre "électronique" directe) suivant normes EN 50-081 et 50-082 et selon spécifications SOLEIL relatives à la CEM.

À l'extrémité des canalisations, les écrans et blindages seront isolés par « souplisseau » ou manchon afin d'éviter tout contact accidentel avec les masses.

10.10.4. MISE EN ŒUVRE DES DISTRIBUTIONS

A. Câbles

Selon les locaux, les canalisations seront posées de la façon suivante :

- Sur chemins de câbles pour la distribution dans la zone du cœur du bâtiment synchrotron.
- En caniveaux pour la distribution du tunnel de l’anneau, le booster et le LINAC.
- Circulations, gaines techniques, locaux techniques et ateliers : sur chemins de câbles.

La pose directe dans les cloisons, murs etc. ou sur faux plafond et la fixation aux suspentes des faux plafonds ne sera pas autorisée.

La pose directe en torons avec fixation par colliers sous la dalle ne sera pas admise.

Les supports définis ci-dessus sont entièrement à la charge du Titulaire. Seuls les câbles posés par d’autres corps d’état (SOLEIL) seront prévus avec leur support.

Tous les câbles mis en œuvre par le présent lot CVC seront posés dans des supports à la charge du lot CVC. Ils seront NPISH

B. Jonctions et dérivations

Les jonctions et dérivations sont proscrites.

10.10.5. CONDUITS ET SUPPORTS

A. Conduits

Selon les risques particuliers attachés aux locaux et emplacements, (Cf. : influences externes NFC C15-100) la nature des parois et les modes de mise en œuvre, il sera utilisé les types de conduits suivants :

- En encastré :
  - Dans les dalles et parois en béton : ICTL (Conduit isolant cintrable transversalement élastique lisse),
  - Dans les vides de construction et gaines : ICTA (Conduit isolant cintrable transversalement élastique annelé),
  - Dans les huisseries métalliques : ICTA ou ICA (Conduit isolant cintrable annelé),
  - Dans les cloisons sèches : ICTA ou ICA

L'encastrement ne sera pas admis dans les cloisons en bloc d'aggloméré de ciment, en briques, ou en carreaux de plâtre 10 cm ou moins d'épaisseur.

- En apparent :
  - Sans risques mécaniques particuliers : IRO jusqu'à IP xx 5, ICD APE jusqu'à IP xx6
  - Avec risques mécaniques importants (>IPxx6) : MRB.

Nota :

- Le tracé et la pose des conduits devront permettre facilement le remplacement des câbles et des fils
- Les fils HO7V ne seront pas autorisés dans les conduits MRB
- La pose "métro" ne sera pas admise.
- Les conduits MRB devront comporter des embouts de protection à chacune de leur extrémité.
- Les conduits apparents seront fixés tous les 0,60 m environ.

B. Chemins de câbles

Les chemins de câbles principaux seront de type dalle marine galvanisé à chaud après perforation. Ils seront installés sur des supports de type console, soit fixés au mur soit sur pendards. L'emploi de tiges filetées est proscrit.

Ils sont destinés au supportage des câbles constituant les réseaux généraux basse tension. Ils peuvent être empruntés par les câbles de circuits terminaux sur une partie de leurs parcours.

Les câbles basse tension sont disposés sur une couche au plus sur les chemins de câbles de distribution. Les câbles unipolaires seront installés en trèfle. Il est en outre prévu une réserve de 30 % en largeur sur les chemins de câbles.

Quel que soit leur localisation, les chemins de câbles basse tension seront subdivisés suivant les recommandations CEM de SOLEIL et en trois grandes familles :

- Réseaux courants continus ou pulsés (aimants, anneau et booster),
- Réseaux courants forts basse tension quel que soit le type de réseau (Mesures, Services généraux, Process, etc.).
- Réseaux de radioprotection.

Pour les cheminements parallèles, les distances minimales seront respectées entre fonds de chemins de câbles superposés ou entre ailes les plus proches de câbles juxtaposés suivant les recommandations CEM de SOLEIL.

Les câbles seront attachés par colliers genre RILSAN :

- Dans les parcours verticaux tous les 75 cm au moins,
- Dans les parcours horizontaux tous les 2 m au moins,
- Sur chant tous les 0,30 m au moins.

Les câbles de sécurité et de forte puissance (voir ICC) seront attachés par colliers métalliques.
La continuité galvanique des chemins de câbles devra être assurée par les éclissages ou par des tresses de pontage. Les chemins de câbles seront raccordés aux équipotentielles au niveau des armoires de protection.

C. Goulottes

L'emploi de goulotte sera dédié au tableau ou armoire électrique pour la mise en place de la filerie.

Le Titulaire veillera à dimensionner et implanter les goulottes permettant d'intégrer l'ensemble des câblages nécessaires ainsi que les espaces entre la goulotte et les éléments électriques fixés sur rail.

Le Titulaire veillera à ne pas laisser des longueurs de filerie trop importantes dans les goulottes afin d'éviter le surchargement du volume utile de passage.

Pour rappel, le Titulaire veillera à respecter les règles conformément à la C15 100.

10.10.6. MISE A LA TERRE ET LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

10.10.6.1. ÉQUIPOTENTIELLES GENERALES

Le Titulaire réalisera les équipotentielles générales selon la NF C15-100, en particulier mise à la terre :

- Des chemins de câbles du projet,
- Des ossatures métalliques insérant aux supports installés,
- Des canalisations du circuit hydraulique.

10.10.6.2. MISE A LA TERRE

Toutes les masses métalliques des récepteurs, appareils d'éclairage, armoires, coffrets, etc. ainsi que les fiches de terre des prises de courant seront mises à la terre par l'intermédiaire du conducteur de protection de leur alimentation.

10.10.6.3. ÉQUIPOTENTIELLES PARTICULIERES

Il appartiendra au Titulaire de réaliser l'équipotentialité des masses métalliques diverses de ses installations (tuyauteries, caissons de traitement d'air, gaines de ventilation, etc.) et de les raccorder sur la barre de terre du tableau électrique le plus proche.

Les solutions de continuité des gaines et des tuyauteries réalisées en matériau isolant devront être pontées par des tresses conductrices afin de conserver l'équipotentialité.

Nota :

Lors de la réalisation des raccordements, il devra être veillé à ne pas créer des couples électrolytiques fer-cuivre pouvant provoquer une corrosion rapide des canalisations.

10.10.7. TABLEAUX ELECTRIQUES

10.10.7.1. PRINCIPES DE CONSTRUCTION

A. Généralités

Les tableaux ou coffrets seront de qualité industrielle, construits et câblés en atelier, par un tableautier ou un constructeur qualifié.

Avant toute exécution, les schémas et les plans de serrurerie et d'équipement devront être soumis à l'accord de la Maîtrise d'Œuvre.

B. Architecture

Les tableaux ou coffrets seront constitués de châssis en tôle électrozinguée et d'éléments support d'appareillage (rails DIN ou OMEGA, platine perforée, grilles, etc.) permettant une construction de type modulaire.

Ils seront dimensionnés afin de ménager la réserve d'emplacement demandée ci-avant avec un minimum d'une rangée complète d'appareillage disponible.

La disposition de l'appareillage et du câblage permettra une bonne accessibilité par l'avant de tous les composants et sera organisée de façon fonctionnelle afin de rendre lisible leur usage et leur association, par exemple :

- Les départs dépendants d'un même sous jeu de barres seront alignés derrière le disjoncteur le commandant,
- Les disjoncteurs et contacteurs associés seront disposés l'un au-dessous de l'autre ou côte à côte.

Les pièces nues sous tension telles que bornes ou barres d'arrivée, jeux de barres principaux, grilles de distribution, bornes d'appareillage, etc. seront protégées contre tout risque de contact accidentel, de chute d'outil ou de boulonnerie par mise en place de cache-bornes ou d'écrans isolants transparents, permettant la thermographie.

La thermographie, complète des tableaux, sera réalisée après trois mois de fonctionnement.

Lorsque des tableaux, alimentés par des canalisations différentes, seront juxtaposés, une séparation physique permanente sera constituée entre leur appareillage et le câblage de puissance ; seuls les circuits auxiliaires pourront être communs en limitant au maximum les inter-liaisons.

Un espacement suffisant de l'appareillage et une aération correcte des cellules seront prévus afin d'éviter les échauffements anormaux ainsi que la condensation à l'intérieur des armoires.
Les borniers seront disposés de façon à faciliter les raccordements, à éviter les croisements de câbles et les longueurs inutiles. À cet effet, ils devront être montés verticalement.

Il sera prévu le branchement de tous les conducteurs et des circuits carte à cartes.

Une prise 16A sera installée dans l'armoire ou le coffret pour le branchement ultérieur d'appareil de mesure ou de contrôle.

C. Tôlerie - ossature

Les tableaux seront réalisés sous enveloppe métallique genre SPACIAL SF de SCHNEIDER ou équivalent ayant le degré IP requis par l'emplacement, au minimum :

- IP 447

L'indice de service requis est 233 minimum.

Les enveloppes seront construites à partir de tôles électrozinguées de 15/10ème mm d'épaisseur au moins pour les armoires principales en 10/10ème mm pour les armoires secondaires, convenablement raidies, avec peinture époxy cuite au four présentant une excellente résistance à la corrosion et aux rayures, teinte suivant palette de coloris standard du constructeur au choix de l'architecte. Les parois latérales peuvent être de 10/10ème mm d'épaisseur dans tous les cas.

Elles comporteront des portes fermant à clé (clé genre RONIS, code à définir par l'exploitant dans le cadre d'un organigramme des clés techniques).
Il sera également prévu la mesure pour départ, genre DIRIS, raccordée à la GTC (96 valeurs), avec bornier genre WAGO push-in CAGE CLAMP, système 0/1.

Nota
Les petits coffrets pourront être réalisés sous enveloppe isolante.

Les portes permettront une ouverture d'au moins 180°. Les charnières et l'ossature seront dimensionnées pour supporter sans déformation le poids de l'appareillage éventuel monté en face avant (notamment un écran IHM de 24''). Une tresse en cuivre assurera la liaison à la terre de la porte.

L'étanchéité, si elle est nécessaire, sera assurée par :
- Joints sur les portes,
- Pénétration des câbles par l'intermédiaire de presse-étoupes.

Lorsque les armoires seront posées au sol, il devra être prévu un socle de 30 cm de hauteur.

D. Accessoires

À l'arrière des portes de chaque tableau ou fixée sur une paroi à proximité, il sera prévu une pochette à plans rigide assurant une protection efficace et durable des documents.

Un éclairage par une réglette « LED » commandée par un contact de porte sera prévu pour les tableaux situés dans des placards techniques ou dans des locaux à faible niveau d'éclairement.

Chaque tableau comportera également deux prises de maintenance 2 x 16 A+T et 4 x 16 A + T protégées par différentiel 30mA et montées sur l'un des côtés ou en face avant ou sur rail pour les châssis.

Selon nécessité, chaque tableau sera équipé :

- D'un élément chauffant pour éviter la condensation,
- D'une ventilation statique ou mécanique, pour limiter l'échauffement.

E. Principe de câblage

a) Câblage de puissance

Chaque tableau comportera en tête un contrôle de présence de phase par voyants à diodes.

Selon la puissance, la distribution interne au tableau s'effectuera par :

- Jeu de barres en cuivre ou en aluminium repéré aux couleurs conventionnelles,
- Grilles de distribution,
- Répartiteurs genre MULTICLIP, POLIPACT, POLICLIP de SCHNEIDER ou équivalent de chez WAGO.

L'appareil de tête et les barres, grilles ou répartiteurs seront dimensionnés en tenant compte de la réserve de puissance prévue pour l'alimentation de l'armoire. Ils seront prévus de façon à résister aux contraintes thermiques et électrodynamiques engendrées par les courants de court-circuit (courant de crête).
Les barres principales ou grilles de distribution seront montées en partie haute des armoires ou coffrets.

Le câblage sera effectué en s'inspirant de la NFC 79.100 :

- Dérivation des barres principales par jeu de barres descendant dans chaque colonne, raccordement des appareillages par barres souples isolées ou câbles souples H07 RN.F.
- Pour les fortes intensités (section supérieure à 25 mm²), par câbles souples HO7.RN.F, raccordement direct sur l'appareillage.
- Pour la filerie (jusqu'à 25 mm²), par conducteurs souples HO7VK sous goulottes PVC fermées (câblage fixe) ou sous tresse souple (câblage mobile).

La section des conducteurs sera déterminée de la façon suivante :

- Départs : intensité admissible au moins égale à l'appareil de protection situé en amont,
- Dérivation des barres et grilles : tenue au courant de court-circuit maximal, compte tenu de l'énergie que laisse passer le dispositif de protection amont,
- Section minimale admise :
  - 2,5 mm² pour les circuits de puissance,
  - 1,5 mm² pour les circuits auxiliaires.

Les raccordements seront effectués :

- En dessous de 25 mm² sur bornier,
- À partir de 25 mm² directement sur l'appareillage.
- Pour les fortes sections et les liaisons comportant plusieurs câbles unipolaires par phase, par l'intermédiaire de queues de barres munies de dispositifs de serrage anticisaillant.

Les raccordements des conducteurs de protection PE ou PEN s'effectueront :

- Au-dessous de 25 mm² sur une barre de terre en cuivre équipée de cavaliers (1 conducteur au plus par cavalier) et de section minimum de 20 x 15 mm, disposée au droit des borniers (Chaque conducteur devra comporter le repère du circuit correspondant).
- À partir de 25 mm² sur une barre de section appropriée disposée de façon à permettre le raccordement à proximité des appareillages correspondants.
- La barre de terre sera reliée à la masse des tableaux et à l'équipotentielle principale.

Les extrémités des câbles seront protégées par manchon et munies de cosses serties ou embouts à moins que les bornes ou plages de raccordement ne soient équipées de dispositifs anticisaillants.

b) Formation des tensions auxiliaires

L'appareillage de commande, signalisation, mesure, régulation, etc. ainsi que les relayages seront alimentés par des circuits auxiliaires indépendants des circuits de puissance. Ils seront dérivés directement en aval du dispositif de coupure générale par l'intermédiaire de transformateur de séparation (primaire 410 V) protégé à l'amont et à l'aval par disjoncteurs.

Selon leurs usages, les auxiliaires seront répartis en 4 groupes de circuits :

- Commande : CA 24 V, 48 V ou 220 V avec mise à la terre du neutre.
- Régulation : courant alternatif 24 V ou 48 V mise à la terre du neutre.
- Signalisation et auxiliaires de report d'information : CC redressé double alternance et filtré par pont de diode 24 V ou 48 V, mise à la terre du neutre (neutre isolé admis si utilisation d'un transformateur de sécurité selon NFC 52.210).
- Les automates programmables et les systèmes à microprocesseur type industriel devront disposer d'une alimentation spécifique, filtrée et protégée contre les surtensions par un parafoudre, pour les gammes inférieures cela ne s’appliquera pas.

c) Circuits auxiliaires – Principe

Les disjoncteurs de protection force et des auxiliaires comporteront un contact auxiliaire signalant leur défaut et position avec report de défaut en sécurité positive (contrôle présence tension).

La distribution des polarités, collecteurs de télécommandes et reports de synthèse, collecteur de test-lampe, etc. sera réalisée par bus barre de filerie genre AUXIGAINE.

Les circuits seront réalisés de telle sorte qu'un court-circuit, une rupture de ligne ou défaut d'isolement ne provoque pas de fonctionnement intempestif et ne permette plus l'arrêt des équipements.

Les relayages, commandes et signalisations seront organisés par groupements fonctionnels autour d'un équipement "pilote".

Les liaisons extérieures aux armoires concernant des organes de sécurité (thermostat, pressostat de sécurité, isothermes, etc.) seront réalisées en sécurité positive (ligne fermée = organes au repos ou en fonctionnement normal), sauf si leur fonctionnement intempestif ou une rupture de ligne risque de provoquer une perte d'alimentation générale.

Les bobines des relais et les voyants de signalisation comporteront une borne reliée directement au conducteur commun.

Afin d'éviter les multiplications des contacts auxiliaires ou de relayage en cascade, les fonctions telles que signalisation en face avant, test lampe, report de synthèse, s'effectueront par utilisation de diodes.

d) Borniers – Interfaces filerie

Les borniers seront disposés latéralement ; ils comporteront une séparation et identification claire des différents usages.

Ils seront constitués de bornes numérotées à serrage anticisaillant à ressort, type WAGO « push-in CAGE CLAMP » sur rails.

Une même borne ne pourra recevoir plus d'un fil.
Pour faciliter les mesures d'intensité à la pince, les conducteurs seront raccordés avec sur-longueur droite de longueur 25 cm.

Les interfaces fileries avec les installations de contrôle et de commandes seront réalisées par relais borne assurant une séparation galvanique totale entre les équipements. Chaque relais borne sera muni d'un contact inverseur et d'un voyant LED indicateur de fonctionnement.

Les borniers d'interface seront disposés dans une partie des tableaux qui devra être facilement accessible de façon indépendante des compartiments contenant l'appareillage de puissance.

Les borniers et matériels ne seront pas installés à moins de 50 cm du sol.

F. Fonctions de base

a) Coupure générale

Chaque tableau comportera en tête de chaque arrivée de puissance, un interrupteur ou disjoncteur permettant :

- Un A.U
- La coupure générale omnipolaire en charge,
- Le sectionnement à coupure pleinement apparente, par organe, moteur, vanne, etc.
- La fermeture sur défaut,
- Le cadenassage en position ouverte

La commande de coupure d'urgence sera réalisée par bobine de déclenchement à émission commandée par coup de poing verrouillé par rotation et monté sur une porte du tableau.

Il ne devra subsister aucune pièce sous tension accessible, les circuits auxiliaires éventuellement issus d'une armoire permettant des essais de puissance étant sectionnés.

b) Limitation des intensités de démarrage

Les intensités de démarrage appelées simultanément sur les alimentations délivrées par le lot électricité devront être limitées à environ 3,5 fois l'intensité nominale.
À cet effet :

- La mise en marche des équipements d'une même armoire s'effectuera de façon progressive par l'automate à l'établissement de la tension.
- Les moteurs de puissance supérieure ou égale à 15 kW devront être munis de dispositifs limiteurs tels que démarreurs électroniques avec transistor IGBT.

Les dispositifs de démarrage devant être convenablement ventilés et comporter une protection de sécurité coupant l'alimentation de l'appareil en cas d'élévation anormale de la température.

Nota :
Il est rappelé que les chutes de tension au démarrage seront limitées à 15 %.

c) Mise en marche et arrêt

La mise en route des différents équipements constituant un même sous-ensemble fonctionnel s'effectuera par séquences d'asservissement les liant à un appareil désigné comme "pilote" du sous-ensemble.

L'arrêt du pilote, par action volontaire ou par action des organes de sécurité ou de régulation, doit provoquer l'arrêt de la totalité du sous-ensemble et la mise au repos des organes de régulation correspondants.

Lors de la disparition de la tension d'alimentation de l'armoire, toutes les commandes seront remises à zéro automatiquement.

Au retour de la tension sur le tableau, les installations devront redémarrer automatiquement suivant les ordres de commande de la GTC et les positions des commutateurs de commande du superviseur.

Nota :

Une attention particulière devra être apportée aux automates programmables et système de commande et régulation à programme enregistré :

- Sauvegarde des programmes et paramètres
- Réinitialisation automatique.

d) Sécurité

L'apparition de défauts mettant en cause la sécurité des équipements tels que déclenchement relais thermique ou magnétique, surchauffe, pressostat de sécurité, isotherme, entraînera l'arrêt immédiat du matériel impliqué et report à la GTC.

Les signalisations de défauts et les coupures provoquées par des équipements de sécurité susceptibles d'un retour à la normale, après arrêt du matériel défaillant, devront être mémorisées. La remise en service ne sera possible qu'après disparition du défaut et réarmement (électrique ou mécanique suivant les organes utilisés).

Dans le cas de réarmement électrique, il sera admis de réaliser un seul dispositif pour l'ensemble d'une armoire en notant que l'utilisation du dispositif de réarmement ou son blocage volontaire ou accidentel ne doit pas permettre l'élimination d'un organe de sécurité en présence d'un défaut.

En ce qui concerne les sécurités réalisées par manque de tension, il devra être prévu :

- Le réarmement automatique au retour de tension lorsque le manque de tension a pour origine la coupure des alimentations principales et auxiliaires, en veillant à éviter par le jeu de temporisations appropriées, le déclenchement intempestif des organes de puissance associés.
- L'élimination de signalisation et report de défaut intempestif dans le cas ci-dessus ou lors d'un arrêt volontaire de l'équipement considéré.

Nota :
Les sécurités primordiales (telles que surchauffe, surpression, défaut électrique, etc.) seront obligatoirement réalisées par des organes électromécaniques à action directe sur les organes de puissance.

e) Commandes et signalisations

Commande

La disposition des commutateurs de commande et signalisation en face avant sera organisée de façon "lisible" par sous-ensemble fonctionnel.

Les commandes accessibles en face avant seront, d'une façon générale, limitées au strict nécessaire pour une exploitation courante en fonctionnement normal, les différents organes d'automatisme et de régulation agissant alors librement.

Les commutateurs de dérogation ou marche forcée éventuellement nécessaires pour les opérations de mise en route, de maintenance ou de dépannage seront disposés à l'intérieur des armoires.

Les commutateurs associés à des télécommandes GTC devront comporter au moins 2 positions :

- Arrêt local/auto

Dans tous les cas, les télécommandes concernant la sécurité incendie seront prioritaires sur les ordres GTC ou locaux.

Signalisations

Les voyants de signalisation seront de type tri LED avec collerette amplificatrice de lumière. Un dispositif test lampe permettra de vérifier leur fonctionnement.
Un voyant sera prévu pour chaque fonction.

Par exemple pour un caisson de traitement d'air :

- Disjonction
- Isotherme
- Manque d'air
- Filtres encrassés
- Clapet coupe-feu

Les signalisations de défaut s'effectueront avec une séquence clignotante pour les tableaux comportant de nombreux voyants. Elles devront être précises et en nombre suffisant pour indiquer clairement l'organe concerné et l'origine de la défaillance, avec information sur la GTC.
Les signalisations générales suivantes seront prévues pour chaque armoire :

- Présence tension générale : 1 voyant par phase,
- Signalisation de synthèse "fonctionnement non automatique" piégeant la position des commutateurs de commandes et coupure de proximité,
- Signalisation arrêt par sécurité incendie.

f) Appareils de mesure

Il sera prévu un appareil de mesure genre DIRIS pour la mesure de l'intensité des phases en aval des disjoncteurs à partir de 15 kVA (pas nécessaire dans le cas où l'appareil existe sur l'équipement en aval, genre variateur).

Pour les puissances inférieures à 15 kVA, l'affichage devra se faire directement sur le relais thermique.

L'intensité nominale devra être clairement indiquée.

g) Coupure de proximité

Les équipements non situés à vue du tableau les alimentant devront comporter une coupure de proximité verrouillable réalisée :

- Soit par interrupteur de puissance omnipolaire,
- Soit par coup de poing à clé agissant sur l'alimentation de l'équipement.

L'action sur une coupure de proximité sera signalée sur le tableau correspondant.

Nota :

Suivant règlement de sécurité, les coupures de proximité des ventilateurs de désenfumage comporteront un contact auxiliaire de position à disposition du lot sécurité incendie.

h) Reports d'information (GTC)

Le détail des informations traitées, par la GTC, est précisé dans la nomenclature des points jointe en annexe du CCTP.

i) Automatismes

Les automatismes seront réalisés selon les cas :
- Par automate programmable industriel,
- Par ENCC via la GTC

Les principales fonctions suivantes devront être réalisées par le présent marché :

- Caissons de traitement d'air :
    - Reprise asservie au soufflage (avec amenée d'air neuf)
    - Défaut reprise provoquant l'arrêt du soufflage (avec amenée d'air neuf)
    - Marche, des ventilateurs, asservie à un pressostat de contrôle de présence d'air (contrôle de la pression en sortie de machine)
    - Défaut encrassement filtre.
    - Sécurité isotherme, antigel, incendie (> 10.000 m3/h)

    - Clapets coupe-feu locaux techniques :

        - Alarme reportée sur le tableau du local et report pour lot Incendie.
        - Chute provoquant arrêt du caisson de ventilateur correspondant.

j) Appareillage pour coffrets et tableaux

Tous les dispositifs de sectionnement et de protection seront omnipolaires et devront assurer la coupure simultanée des conducteurs actifs, neutres inclus.

L'entrepreneur s'attachera à uniformiser le plus possible les marques de matériel afin de faciliter la maintenance.

Les types et marques à mettre en œuvre seront les suivants :

- Alimentation auxiliaire :

    - Alimentation redressée filtrée : Marque SCHNEIDER ou équivalent

    - Appareillage d'automatisme modulaire : interrupteur crépusculaire, horloge programmable, etc. marque SCHNEIDER ou équivalent

- Appareillage de commande : commutateurs, interrupteurs, boutons-poussoirs, repérage par étiquettes gravées sous les appareils marque SCHNEIDER ou équivalent

- Appareils de mesure : affichage analogique pour les mesures d'intensité ; affichage digital admis pour les autres paramètres classe 1,5 marque SCHNEIDER, genre PowerLogic « PowerTag », sans fil avec relayage vers IP ou équivalent,

- Contacteurs : leur calibre nominal sera au moins égal au calibre nominal du disjoncteur amont, genre TeSys de marque SCHNEIDER ou équivalent. Ils devront comporter une LED ou un voyant mécanique indicateur de fonctionnement,

- Relais thermiques : avec indication de mesure de l'intensité,

- Coupe-circuit : autorisés uniquement pour les protections des voyants de présence de tension, cartouche industrielle HPC montée sur sectionneur, marque SCHNEIDER ou équivalent

- Disjoncteurs, calibre ≤ 63 A, éventuellement 80 A : modulaire SCHNEIDER ou équivalent,

- Disjoncteurs, calibre > 63 A : SCHNEIDER ou équivalent

- Disjoncteurs moteurs : sans objet

- Disjoncteurs contacteurs : SCHNEIDER ou équivalent

Les disjoncteurs seront équipés d'organes auxiliaires permettant le déclenchement, la signalisation de position et le défaut.

- Interrupteurs de puissance :

Ils devront posséder un pouvoir de coupure et de fermeture sur court-circuit suffisant, particulièrement s'ils remplissent une fonction de protection différentielle, Marque SCHNEIDER ou équivalent

- Relais auxiliaires :

  - Modèle modulaire : SCHNEIDER ou équivalent
  - Modèle débrochable : SCHNEIDER ou équivalent
  - Modèle standard : SCHNEIDER ou équivalent

- Relais-bornes : ils comporteront un voyant LED indicateur de fonctionnement,

- Voyants :

  - Modulaire encliquetable : gamme Harmony marque SCHNEIDER ou équivalent.
  - En face avant LED de diamètre minimum 20 mm avec repérage par étiquettes gravées sous les voyants, gamme Harmony marque SCHNEIDER ou équivalent.
  - Éclairage en LED + accu déplaçable type PanelSeT de marque SCHNEIDER ou équivalent.

10.11. REGULATION ET GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE

10.11.1. GENERALITES

Plusieurs fournisseurs peuvent composer l'ensemble de la régulation et du pilotage (automate, vanne de régulation, mesurables etc.).
Le Titulaire prendra en charge l'ensemble de l'installation ainsi que la mise en service.
Le Titulaire pourra faire appel à un automaticien spécialisé pour la programmation de l'automate et de la vue sur l'écran IHM.
De préférence il sera privilégié une prestation complète du fabricant des matériels tel que l'automate et l'écran IHM.

Nota : au cas par cas, il pourrait être demandé au Titulaire de prévoir une prestation optionnelle pour la réalisation de la vue et des remontées d'information de l'automate via la supervision PANORAMA existante chez SOLEIL.

10.11.2. MESURABLES

Tous les capteurs de température, d'hygrométrie et de pression doivent avoir une réponse linéaire de façon à alimenter directement des indicateurs.

Ils sont placés aux points représentatifs.

10.11.3. VANNE DE REGULATION

Les vannes des circuits hydrauliques sont dimensionnées pour que leur autorité soit comprise entre 0,5 et 1. Leur perte de charge au débit maximum doit donc être au moins égale à la perte de charge du réseau réglé.

Les vannes 2 voies ont une caractéristique de débit exponentiel.
Leur tension d'alimentation est limitée à 24 V.

Elles sont du type retour à zéro avec compensateur interne de pression, à positionnement rapide (< 10 s), pour ne pas augmenter la difficulté de réglage.
Pour les diamètres > ø 25, une commande manuelle est incorporée.

10.11.4. MOTORISATION DES REGISTRES

Les servomoteurs de registre seront sélectionnés en fonction de la surface du registre et de la vitesse de l'air. Le couple des moteurs tient compte notamment du démarrage des ventilateurs à débit nul.
La tension d'alimentation est limitée à 24 V.

10.11.5. REGULATEUR

Ils sont du type électronique et embrochable, numérique et communicant.

Ils sont placés sur châssis spécifiques et pourront être disposés en fond d'armoire ou en façade.

Tous les éléments essentiels de réglage :

- Bande proportionnelle,
- Différentiel,
- Points de consigne,

Seront d'accès facile mais verrouillables.
Ils seront protégés contre les variations de tension par des transistors-fusibles internes débrochables.

Les régulateurs, pour les boucles à difficultés majeures (contrôle débit, contrôle départ eau glacée), sont de type PID. Les constantes de temps de dérivées et d'intégration sont entièrement réglables et de façon progressive.

11. ANNEXE – LISTES DES PLANS APPLICABLES

Référence	Titre
DCE SO2 A V CO 00 311 A	Synoptique hydraulique
DCE SO2 A V CO 00 312 A	Plan et coupes des distributions