Remplacement des onduleurs

Nom du site : CC -IN2P3
Adresse du site :
21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Date de diffusion : 11/08/2026
Indice du document : B

Table des matières

TABLE DES MATIERES 2

1. GENERALITES 5
1.1. Objet du marché 5
1.2. Présentation du site 6
1.3. Contexte et objectifs de l'opération 6
1.4. Périmètre des travaux 7
1.5. Limites de prestations 7
1.6. Contraintes d'exploitation 8
1.7. Hypothèses de conception retenues 8
1.8. Visite du site 9

2. PRESCRIPTIONS GENERALES 10
2.1. Réglementation applicable 10
2.2. Normes et référentiels techniques 10
2.3. Qualifications requises 11
2.4. Validation des matériels et qualité des équipements 11
2.5. Conditions d'exécution 12
2.6. Protection des installations existantes et maintien en exploitation 12
2.7. Nettoyage du chantier 13

3. ETUDES 13
3.1. Etudes d'exécution 13
3.2. Documents d'exécution 14
3.3. Dossier des Ouvrages Exécutés 15

4. ETAT EXISTANT 17
4.1. Architecture générale du site 17
4.2. Installations batteries existantes 19
4.3. Installation de refroidissement existante 21
4.4. GTC existante 22

5. ARCHITECTURE RETENUE 23
5.1. Principes généraux 23
5.2. Architecture des nouvelles ASI 23
5.3. Conservation des batteries existantes 26
5.4. Architecture du super bypass et du réseau R2 28
5.4.1. Interverrouillages et sécurité d'exploitation 33

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

5.4.2. Mesures, signalisation et instrumentation 34
5.5. Adaptation des protections électriques 36

6. VENTILATION ET REFROIDISSEMENT 38
6.1. Etat existant 38
6.2. Bilan thermique avant / après remplacement des ASI 40
6.3. Adaptation des installations de refroidissement 40

7. GTC 41
7.1. État existant 41
7.2. Architecture de communication retenue 41
7.3. Informations à superviser et table d'échange 41
7.4. Adaptation de l'infrastructure de communication 43

8. ASSERVISSEMENTS ET SECURITES 44
8.1. Constat sur l'installation existante 44
8.2. Contrôle du fonctionnement de la ventilation des locaux batteries 44
8.3. Contrôle du débit d'air et de la pression 44
8.3.1. Coffrets d'asservissement des locaux batteries 45
8.4. Inhibition de charge des batteries 45
8.5. Supervision, communication et reports d'alarmes 45
8.6. Prestations à la charge du titulaire 46

9. METHODOLOGIE DE REMPLACEMENT 47
9.1. Principes généraux 47
9.2. Organisation générale des interventions 47
9.3. Travaux préparatoires 48
9.4. Maintien en exploitation et gestion des risques 50
9.5. Phase 1 – Remplacement partiel de la chaîne 2 51
9.6. Validation intermédiaire n°1 53
9.7. Phase 2 – Finalisation de la chaîne 2 53
9.8. Validation complète de la chaîne 2 55
9.9. Phase 3 – Remplacement partiel de la chaîne 1 56
9.10. Validation intermédiaire n°2 57
9.11. Phase 4 – Finalisation de la chaîne 1 58
9.12. Validation complète de la chaîne 1 60
9.13. Procédure de retour arrière 61
9.14. Validation finale 62

10. ESSAIS ET RECEPTION 63
10.1. Programme général d'essais 63
10.2. Contrôles avant mise sous tension 65

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

10.3. Essais des ASI 66
10.4. Essais du super bypass 68
10.5. Essais du réseau 2 69
10.6. Essais des batteries 71
10.7. Essais de basculement 72
10.8. Essais de perte réseau 73
10.9. Essais des asservissements 74
10.10. Essais GTC 75
10.11. Thermographie infrarouge des installations 77
10.12. Réception 78
10.13. Réserves 79
10.14. Levée des réserves 79

11. FORMATION ET TRANSFERT D'EXPLOITATION 80
11.1. Sauvegardes et paramétrages 80
11.2. Mise à jour des synoptiques d'exploitation 80
11.3. Formation des exploitants 81

12. GARANTIES ET MAINTENANCE 81
12.1. Garanties 81
12.2. Assistance à l'exploitation 82
12.3. Disponibilité des pièces de rechange 82

13. PRESTATION SUPPLEMENTAIRE EVENTUELLE – MODULE DE BRET 82
13.1. Objet de l'option 82
13.2. État de l'installation existante 83
13.3. Prestations attendues 83
13.4. Compatibilité des équipements 83
13.5. Mise en service 84

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

1. GENERALITES

1.1. Objet du marché

Le présent marché a pour objet le remplacement des alimentations sans interruption (ASI) des chaînes électriques du centre de calcul de l'IN2P3 à Villeurbanne, ainsi que l'ensemble des adaptations nécessaires au maintien des performances, de la disponibilité et de la sécurité des installations.

La zone concernée est le **bâtiment Vil2**

Les travaux seront réalisés sur une infrastructure critique en exploitation. Les interventions devront garantir le maintien de la continuité de service des équipements alimentés et respecter les contraintes d'exploitation définies dans le présent document

L'opération comprend notamment :

- la dépose des ASI existantes ;
- la fourniture, l'installation et la mise en service des nouvelles ASI ;
- la création d'une architecture de bypass conforme au schéma retenu ;
- la création d'un réseau 2 dédié aux fonctions de bypass des ASI ;
- l'adaptation des protections, câblages et équipements associés ;
- l'adaptation des installations de ventilation et de refroidissement rendue nécessaire par les nouvelles caractéristiques thermiques des équipements ;
- l'adaptation des interfaces de supervision, de GTC et des fonctions d'alarme ;
- la mise en conformité des asservissements de sécurité liés aux installations ASI et aux locaux batteries ;
- la réalisation des essais, basculements, mises en service et opérations de réception.

Les batteries existantes, récemment renouvelées, sont conservées. Le titulaire devra vérifier leur compatibilité avec les nouvelles ASI et intégrer l'ensemble des adaptations nécessaires à leur maintien en exploitation.

Les travaux seront réalisés sur une infrastructure critique en exploitation. Les interventions devront garantir le maintien de la continuité de service des équipements alimentés et respecter les contraintes d'exploitation définies dans le présent document.

Le titulaire est réputé avoir pris connaissance de l'ensemble des contraintes techniques, d'exploitation, d'accessibilité et de sécurité du site nécessaires à la bonne exécution de ses prestations.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

1.2. Présentation du site

Le présent projet concerne le Centre de Calcul de l'IN2P3 (CC-IN2P3), situé au 21 avenue Pierre de Coubertin à Villeurbanne (69100), sur le campus scientifique de la Doua.



1.3. Contexte et objectifs de l'opération

Le site de l'IN2P3 dispose de deux chaînes d'alimentation secourue assurant la continuité d'alimentation des équipements scientifiques et techniques critiques.

Les installations existantes reposent sur des onduleurs actuellement en exploitation depuis plusieurs années. Le vieillissement des équipements, l'obsolescence de certains composants ainsi que les contraintes de maintenance associées nécessitent leur remplacement.

L'opération prévoit le remplacement complet des systèmes d'alimentation sans interruption (ASI) des deux chaînes secourues, ainsi que l'adaptation des installations associées nécessaires à leur intégration.

Les travaux ont pour objectifs :

- d'améliorer l'efficacité énergétique globale du CC ;
- de garantir la pérennité de l'alimentation électrique secourue des installations critiques ;
- d'améliorer la maintenabilité et la disponibilité des équipements ;
- de supprimer les risques liés à l'obsolescence des matériels existants ;
- d'assurer la compatibilité des nouvelles installations avec l'infrastructure électrique existante ;
- de maintenir le niveau de continuité de service exigé par l'exploitation du site ;
- d'améliorer la supervision des installations et le report des alarmes techniques vers les systèmes d'exploitation.

Les travaux devront être réalisés en maintenant la continuité d'exploitation des installations alimentées. Toute interruption programmée devra être limitée au strict nécessaire et fera l'objet d'une procédure spécifique validée par le maître d'ouvrage.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

1.4. Périmètre des travaux

Le présent marché comprend l'ensemble des études, fournitures, travaux, essais et prestations nécessaires à la réalisation complète de l'opération de remplacement des alimentations sans interruption (ASI) du Centre de Calcul de l'IN2P3.

Le périmètre des travaux comprend notamment :

- les études d'exécution, relevés complémentaires, notes de calcul, plans, schémas et documents techniques nécessaires à la réalisation des travaux ;
- la dépose, l'évacuation et le recyclage des équipements remplacés ;
- la fourniture, l'installation, le raccordement et la mise en service des nouvelles ASI ;
- la fourniture, l'installation et le raccordement de l'armoire de super bypass ;
- la création du réseau 2 destiné à l'alimentation des fonctions de bypass des ASI ;
- l'adaptation des protections électriques, des dispositifs de coupure et des équipements associés ;
- l'adaptation ou le remplacement des liaisons électriques nécessaires à la mise en œuvre de la nouvelle architecture ;
- les adaptations nécessaires à l'intégration des nouvelles ASI sur les batteries existantes conservées ;
- les adaptations des systèmes de ventilation et de refroidissement rendues nécessaires par les nouvelles caractéristiques thermiques des équipements ;
- la mise en conformité des fonctions d'asservissement et de sécurité liées aux installations ASI, aux batteries et aux systèmes de ventilation ;
- les essais usine éventuellement requis, les essais sur site, les essais de basculement, les essais fonctionnels et les essais de performance ;
- la formation des exploitants ;
- la constitution du dossier des ouvrages exécutés (DOE).

Le titulaire devra intégrer à son offre l'ensemble des prestations nécessaires au parfait achèvement de l'opération, y compris celles qui, sans être explicitement décrites dans le présent document, seraient indispensables au bon fonctionnement, à la sécurité, à la conformité réglementaire ou à l'exploitation des installations.

Les travaux seront réalisés sur des installations maintenues en exploitation. Le titulaire devra intégrer dans ses prestations l'ensemble des moyens humains, matériels et organisationnels nécessaires au maintien de la continuité de service pendant toute la durée de l'opération.

1.5. Limites de prestations

Le titulaire devra intégrer à son offre l'ensemble des études, fournitures, travaux, raccordements, essais et mises en service nécessaires au parfait fonctionnement des installations décrites dans le présent CCTP.

Les prestations suivantes sont notamment incluses au présent lot :

- les travaux électriques liés au remplacement des ASI ;
- la fourniture et l'installation de l'armoire de super bypass ;
- la création du réseau 2 ;
- les adaptations des tableaux électriques concernés ;
- les adaptations des protections et dispositifs de sécurité ;
- les adaptations des installations de ventilation et de refroidissement ;
- la fourniture, la pose et le raccordement de l'ensemble des équipements de mesure, de surveillance, de sécurité et d'asservissement nécessaires au fonctionnement des installations ;
- la fourniture, le tirage, le raccordement et le repérage de l'ensemble des câbles de puissance, de commande et de communication nécessaires au projet ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- la mise à disposition de l'ensemble des informations, états, alarmes, mesures et points de communication nécessaires aux systèmes de supervision et de GTC ;
- la réalisation des interfaces physiques entre les installations techniques et le futur système de supervision ;
- les essais fonctionnels associés.

Les batteries existantes, les tableaux TGHQ existants, les groupes électrogènes et les infrastructures informatiques ne font pas l'objet d'un remplacement dans le cadre du présent marché. Les adaptations strictement nécessaires à l'intégration des nouveaux équipements restent toutefois à la charge du titulaire.

La programmation, le développement des synoptiques, le paramétrage des automatismes de supervision, la création des pages graphiques, l'historisation des données et les développements logiciels associés à la GTC sont exclus du présent lot et feront l'objet d'un marché distinct.

Le titulaire du présent lot devra néanmoins fournir l'ensemble des équipements, interfaces, câblages, points de raccordement, protocoles de communication, essais et informations nécessaires au raccordement ultérieur du lot GTC. Aucune prestation complémentaire liée à l'absence de préparation des interfaces GTC ne pourra être revendiquée ultérieurement.

1.6. Contraintes d'exploitation

Les installations concernées assurent l'alimentation d'équipements scientifiques et techniques critiques. Les travaux devront être réalisés en maintenant la continuité d'exploitation du site.

L'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires pour garantir le maintien en service des installations pendant les opérations de remplacement des ASI. Les interventions susceptibles d'avoir un impact sur l'exploitation feront l'objet d'une planification préalable et d'une validation par le maître d'ouvrage et l'exploitant.

L'ensemble des interventions sera coordonné avec les représentants du site. Aucun arrêt, basculement, consignation ou remise sous tension ne pourra être réalisé sans autorisation préalable de l'exploitant.

L'accès aux locaux techniques sera soumis aux procédures en vigueur sur le site, notamment en matière d'accès, de sécurité et d'organisation des interventions.

1.7. Hypothèses de conception retenues

Les solutions techniques décrites dans le présent CCTP résultent des analyses réalisées dans le cadre des études préalables et des échanges menés avec les équipes d'exploitation du Centre de Calcul de l'IN2P3.

Les hypothèses de conception retenues pour l'élaboration du présent dossier sont les suivantes :

- conservation de l'architecture générale de distribution électrique du site ;
- conservation des tableaux généraux (TGBT & TGHQ) existants ;
- conservation des batteries existantes récemment renouvelées ;
- remplacement de l'armoire NS existante par une armoire de super bypass ;
- Création de liaisons de puissance entre les ASI et l'armoire super bypass (réseau 2);
- remplacement des liaisons de puissance entre l'armoire super bypass et les tableaux Amon & Aval concernés ;
- création d'un départ individuel réseau R2 vers chaque ASI depuis l'armoire super bypass ;
- conservation des liaisons principales existantes entre les tableaux amont et les entrées principales des ASI ;
- conservation des liaisons principales existantes entre les sorties principales des ASI et les tableaux généraux haute qualité (TGHQ) ;
- maintien d'une fonction de bypass général permettant l'alimentation directe des tableaux aval depuis le TGBT en cas d'indisponibilité complète des ASI ;
- conservation des infrastructures informatiques alimentées ;
- conservation des locaux techniques existants ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- adaptation des installations de ventilation et de refroidissement aux nouvelles caractéristiques thermiques des équipements ;
- adaptation des interfaces de communication, de supervision et de GTC nécessaires à l'intégration des nouveaux équipements ;
- mise en conformité des fonctions d'asservissement et de sécurité associées aux installations ASI et aux locaux batteries ;
- maintien de l'exploitation du site pendant toute la durée des travaux.

Les hypothèses retenues dans le présent document constituent la base de consultation des entreprises.

Toute proposition alternative remettant en cause l'un des principes structurants décrits ci-dessus devra faire l'objet d'une justification technique détaillée démontrant l'absence d'impact sur les performances, la disponibilité, l'exploitation, la sécurité et le coût global de l'installation.

1.8. Visite du site

Le titulaire est réputé avoir pris parfaite connaissance des lieux, des installations existantes, des accès, des contraintes d'exploitation et des conditions d'exécution des travaux.

Une visite préalable du site est OBLIGATOIRE afin de permettre aux candidats d'apprécier notamment :

- les conditions d'accès au site et aux locaux techniques ;
- les contraintes de manutention des équipements ;
- les cheminements existants ;
- l'environnement des installations concernées ;
- les conditions de raccordement des nouveaux équipements ;
- les contraintes liées au maintien en exploitation des installations.

Les travaux seront réalisés sur un site en exploitation permanente. Le titulaire devra assurer une coordination étroite avec les équipes d'exploitation du Centre de Calcul pour l'organisation des interventions, la planification des opérations sensibles, les consignations, les essais et les mises en service.

Une zone de stockage temporaire est mise à disposition à proximité des locaux techniques concernés par l'opération. Cette zone permettra la réception et le stockage intermédiaire des équipements avant leur installation.

Le titulaire devra organiser ses approvisionnements, ses opérations de manutention et ses interventions en cohérence avec le phasage des travaux défini dans le présent dossier. Les équipements pourront être livrés progressivement en fonction des différentes phases de l'opération.

Aucune plus-value liée aux conditions d'accès, de manutention, de stockage, de coordination ou d'organisation des travaux ne pourra être réclamée après remise de l'offre.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

2. PRESCRIPTIONS GENERALES

2.1. Réglementation applicable

Les travaux devront être réalisés conformément aux dispositions législatives, réglementaires et normatives en vigueur à la date de remise des offres.

Le titulaire devra respecter l'ensemble des prescriptions applicables aux installations électriques, aux équipements de sécurité, aux installations de ventilation, aux équipements de puissance, aux locaux techniques et aux interventions réalisées sur un site en exploitation.

Les installations livrées devront être conformes aux exigences du Code du travail, du Code de la construction et de l'habitation, ainsi qu'aux prescriptions des organismes de contrôle compétents.

Le titulaire devra intégrer dans son offre l'ensemble des dispositions nécessaires à l'obtention d'une installation conforme aux réglementations en vigueur, même si certaines prescriptions ne sont pas explicitement mentionnées dans le présent document.

2.2. Normes et référentiels techniques

Les études, fournitures, travaux, essais et mises en service devront être réalisés conformément aux normes, réglementations et référentiels techniques en vigueur à la date d'exécution des travaux.

Sans que cette liste soit limitative, les installations devront notamment respecter les prescriptions des documents suivants :

Installations électriques

- NF C 15-100 et ses amendements ;
- NF C 13-100 et NF C 13-200 pour les installations raccordées aux réseaux HTA ;
- Série NF EN 61439 relative aux ensembles d'appareillage basse tension ;
- Série IEC 60364 relative aux installations électriques basse tension.

Alimentations Sans Interruption (ASI)

- Série NF EN 62040 relative aux alimentations sans interruption (ASI) ;
- Recommandations et prescriptions du constructeur des équipements proposés.

Batteries et locaux batteries

- NF EN IEC 62485 (anciennement NF EN 50272) relative aux installations de batteries d'accumulateurs ;
- Prescriptions constructeurs relatives aux conditions d'installation, de ventilation, de sécurité et d'exploitation des batteries.

Compatibilité électromagnétique

- Série NF EN 61000 relative à la compatibilité électromagnétique.

Ventilation et refroidissement

- Normes et réglementations applicables aux installations de ventilation et de traitement d'air ;
- Prescriptions constructeurs relatives aux conditions environnementales admissibles des équipements installés.

Communication, supervision et GTC

- Standards ouverts de communication supportés par les équipements proposés ;
- Protocoles Modbus TCP/IP, BACnet IP ou équivalents lorsque prévus au présent CCTP ;
- Prescriptions du système de supervision existant.

Sécurité et exploitation

- Prescriptions du Code du travail applicables aux opérations réalisées ;
- Règles de l'art et recommandations professionnelles applicables aux infrastructures critiques ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- Consignes d'exploitation et de sécurité du Centre de Calcul de l'IN2P3.

Les matériels proposés devront être installés, raccordés, configurés et exploités conformément aux prescriptions de leurs fabricants.

En cas de contradiction entre plusieurs documents, la prescription la plus contraignante sera retenue. Le titulaire signalera sans délai toute incompatibilité identifiée lors des études d'exécution.

2.3. Qualifications requises

Le titulaire devra justifier des qualifications, certifications et références adaptées à la nature des travaux objet du présent marché.

Compte tenu du caractère critique des installations concernées, les candidats devront disposer de compétences reconnues dans les domaines des infrastructures électriques de puissance, des alimentations sans interruption (ASI), des installations électriques secourues et des interventions réalisées en site occupé.

Les entreprises candidates devront justifier au minimum :

- d'une qualification QUALIFELEC courants forts de niveau E3 ou équivalent ;
- d'une qualification QUALIFELEC MGTI ou équivalent pour les activités de maintenance et de gestion technique des installations ;
- d'une certification ISO 9001 en vigueur couvrant les activités concernées par le présent marché ;
- des habilitations réglementaires nécessaires à la réalisation des travaux et essais prévus ;
- d'un personnel qualifié pour les opérations de mise en service et d'essais des équipements ASI proposés.

Les candidats devront également démontrer leur capacité à réaliser des opérations similaires sur des installations critiques en exploitation.

À ce titre, ils devront présenter des références récentes portant sur des opérations de remplacement ou de rénovation d'alimentations sans interruption de forte puissance réalisées au cours des cinq dernières années sur des sites à forte exigence de disponibilité.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de demander tout justificatif complémentaire permettant d'apprécier les capacités techniques, humaines et organisationnelles des candidats.

2.4. Validation des matériels et qualité des équipements

L'ensemble des équipements proposés devra être neuf, de fabrication courante et provenir de constructeurs reconnus disposant d'une organisation de support technique et d'un réseau de maintenance adaptés à la nature des installations concernées.

Avant toute commande ou mise en fabrication, le titulaire devra soumettre au maître d'œuvre pour validation :

- les fiches techniques des équipements proposés ;
- les plans d'encombrement ;
- les schémas de principe ;
- les caractéristiques électriques ;
- les données de dissipation thermique ;
- les protocoles de communication disponibles ;
- les notices constructeurs ;
- tout document permettant de vérifier la conformité des équipements aux exigences du présent CCTP.

Aucun équipement ne pourra être commandé ou installé sans validation préalable du maître d'œuvre.

Les matériels proposés devront être compatibles avec les installations conservées dans le cadre du projet ainsi qu'avec les équipements et systèmes tiers devant rester en exploitation.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Le titulaire devra démontrer la compatibilité de l'ensemble des équipements proposés avec les contraintes techniques, environnementales et d'exploitation du site.

Les équipements devront présenter les garanties nécessaires en matière de qualité, de fiabilité, de maintenabilité, de disponibilité des pièces détachées et de pérennité du support constructeur.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de refuser tout équipement ne répondant pas aux exigences techniques du présent marché ou ne présentant pas les garanties suffisantes pour assurer une exploitation durable des installations.

2.5. Conditions d'exécution

Le titulaire devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la bonne exécution des travaux dans le respect des exigences techniques, réglementaires et de sécurité applicables à l'opération.

Les travaux devront être réalisés par du personnel qualifié, formé aux interventions sur les équipements concernés et disposant des habilitations requises.

Le titulaire devra assurer la fourniture de l'ensemble des moyens humains, matériels, outillages, équipements de manutention, instruments de mesure et moyens d'essais nécessaires à la réalisation complète de ses prestations.

Avant toute intervention, le titulaire devra vérifier sur site les caractéristiques des installations existantes, les conditions d'accès, les encombrements, les interfaces avec les équipements conservés et l'ensemble des contraintes susceptibles d'avoir une incidence sur la réalisation des travaux.

Le titulaire demeure responsable de la cohérence technique des solutions proposées, de la compatibilité des équipements fournis et du bon fonctionnement de l'installation après mise en service.

Les travaux devront être réalisés dans les règles de l'art et conformément aux prescriptions des fabricants des matériels installés.

Toute modification d'un matériel, d'une implantation, d'un schéma ou d'un principe de fonctionnement par rapport aux documents validés devra faire l'objet d'une validation préalable du maître d'œuvre.

Le titulaire devra signaler sans délai toute anomalie, incompatibilité ou difficulté technique constatée lors des études ou de l'exécution des travaux.

Les installations devront être livrées complètes, en parfait état de fonctionnement et prêtes à être exploitées.

2.6. Protection des installations existantes et maintien en exploitation

Le titulaire devra prendre toutes les dispositions nécessaires afin de préserver l'intégrité, la sécurité et la disponibilité des installations existantes pendant toute la durée des travaux.

Les équipements, câbles, armoires, systèmes de supervision et infrastructures conservés dans le cadre de l'opération devront être protégés contre tout risque de dégradation, de détérioration accidentelle ou de perturbation liée aux travaux.

Le titulaire devra mettre en œuvre les protections provisoires, balisages, consignations et mesures conservatoires nécessaires à la réalisation de ses prestations.

Toute dégradation causée aux installations existantes du fait des travaux sera intégralement à la charge du titulaire, y compris les opérations de remise en état, les essais et les éventuelles conséquences d'exploitation associées.

Les interventions devront être organisées de manière à limiter les impacts sur le fonctionnement des installations maintenues en exploitation.

Les modalités détaillées de remplacement des équipements, les procédures de basculement, les séquences d'intervention et les mesures particulières de maintien en exploitation sont définies au chapitre 6 du présent document.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

2.7. Nettoyage du chantier

Le titulaire devra maintenir en permanence les zones d'intervention dans un état de propreté compatible avec l'exploitation des locaux concernés.

Les emballages, chutes de matériaux, matériels déposés, gravats, déchets et résidus de travaux devront être évacués régulièrement au fur et à mesure de l'avancement des prestations.

Aucun stockage prolongé de déchets, matériels déposés ou matériaux divers ne sera admis dans les circulations, locaux techniques ou zones d'exploitation sans accord préalable du maître d'œuvre ou de l'exploitant.

À l'issue de chaque intervention, les zones concernées devront être remises dans leur état initial de propreté.

Avant réception des travaux, le titulaire devra procéder à un nettoyage complet des installations réalisées, des équipements fournis, des locaux concernés et des zones utilisées pour l'exécution du chantier.

La réception pourra être refusée tant que les opérations de nettoyage et de remise en état ne seront pas jugées satisfaisantes.

3. ETUDES

3.1. Etudes d'exécution

Le titulaire réalisera l'ensemble des études d'exécution nécessaires à la parfaite réalisation des travaux décrits dans le présent CCTP.

Les études devront être réalisées par du personnel qualifié disposant des compétences nécessaires dans les domaines de la distribution électrique, des alimentations sans interruption (ASI), des installations secourues, de la ventilation des locaux techniques et des infrastructures critiques.

Avant toute commande de matériel ou démarrage des travaux, le titulaire devra procéder à l'ensemble des vérifications nécessaires sur site afin de confirmer les hypothèses retenues dans le présent dossier.

Les études d'exécution comprendront notamment :

- les relevés complémentaires nécessaires à la réalisation des travaux ;
- les vérifications de compatibilité avec les installations existantes ;
- les notes de calcul électriques ;
- les vérifications des protections ;
- les études de sélectivité ;
- les vérifications des courants de court-circuit ;
- les vérifications des chutes de tension ;
- les vérifications des sections de câbles ;
- les études d'implantation ;
- les études de raccordement ;
- les vérifications thermiques nécessaires à l'intégration des nouveaux équipements ;
- les études de ventilation des locaux concernés ;
- les études de phasage et de basculement ;
- les études de retour arrière.

Les notes de calcul électriques devront être réalisées sous Caneco BT.

Les calculs thermiques nécessaires au dimensionnement ou à la vérification des installations de ventilation et de refroidissement devront être réalisés sous Climawin ou sous un logiciel équivalent.

Les plans, schémas et synoptiques devront être réalisés sous AutoCAD et remis au format DWG et PDF.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Les schémas électriques devront être établis à partir des documents existants lorsqu'ils sont disponibles et mis à jour pour tenir compte des modifications réalisées.

Les documents d'étude devront être soumis à validation du maître d'œuvre avant toute commande de matériel, mise en fabrication ou démarrage des travaux.

Le titulaire demeure responsable de l'exactitude des études réalisées ainsi que de la cohérence technique des solutions proposées.

Toute anomalie, incompatibilité ou divergence constatée entre les documents du marché et les installations existantes devra être signalée au maître d'œuvre avant exécution des travaux.

3.2. Documents d'exécution

Le titulaire devra établir et transmettre au maître d'œuvre l'ensemble des documents nécessaires à la réalisation, au contrôle et à l'exploitation des installations.

Les documents d'exécution comprendront notamment :

- les schémas unifilaires de puissance ;
- les schémas de commande et d'asservissement ;
- les schémas de raccordement ;
- les plans d'implantation des équipements ;
- les plans de cheminement des câbles ;
- les plans de réservation éventuellement nécessaires ;
- les carnets de câbles ;
- les nomenclatures de matériel ;
- les fiches techniques des équipements ;
- les synoptiques de fonctionnement ;
- les listes des alarmes et états remontés à la supervision ;
- les listes des points de communication GTC ;
- les notes de calcul ;
- les notes méthodologiques nécessaires à la réalisation des travaux.

Les documents devront être remis au format PDF ainsi qu'au format source modifiable.

Les plans et schémas seront fournis au format DWG.

Les nomenclatures, listes de points, tableaux de câbles et documents de suivi seront fournis au format Excel.

L'ensemble des documents devra être soumis à validation du maître d'œuvre avant exécution des travaux.

Aucune commande de matériel ni aucun démarrage de travaux ne pourra être réalisé sur la base de documents non validés.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

3.3. Dossier des Ouvrages Exécutés

À l'issue des travaux, le titulaire remettra un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) complet intégrant l'ensemble des documents nécessaires à l'exploitation, à la maintenance et aux évolutions futures des installations.

Le DOE comprendra notamment :

- les plans de récolement ;
- les schémas électriques mis à jour ;
- les schémas de principe ;
- les carnets de câbles ;
- les nomenclatures des matériels installés ;
- les fiches techniques définitives ;
- les notices d'exploitation et de maintenance ;
- les paramétrages des équipements ;
- les sauvegardes des configurations ;
- les rapports d'essais ;
- les procès-verbaux de mise en service ;
- les certificats de conformité et attestations éventuelles ;
- les garanties constructeurs.

L'ensemble des documents constituant le DOE devra être fourni au format PDF ainsi qu'au format source modifiable.

Les plans et schémas seront remis au format DWG.

Les documents bureautiques seront remis dans leur format d'origine modifiable.

Le DOE complet sera transmis sous forme numérique au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage sous la forme d'une archive électronique unique au format ZIP.

Une copie complète du DOE sera également remise sur support USB au maître d'ouvrage.

Le DOE devra être remis et validé préalablement à la réception définitive des travaux.

La réception définitive ne pourra être prononcée qu'après remise et validation du DOE complet.

Après validation du DOE par le maître d'œuvre

Le titulaire procédera à la mise à jour des synoptiques d'exploitation présents dans les locaux techniques.

À ce titre, le titulaire devra réaliser, fournir et poser deux plaques synoptiques permanentes représentant les installations électriques concernées par l'opération.

Ces plaques devront reprendre l'ensemble des informations nécessaires à l'exploitation des installations, notamment :

- l'architecture générale de distribution ;
- les équipements HTA et BT concernés ;
- les ASI ;
- les tableaux principaux ;
- les liaisons principales ;
- les sections de câbles ;
- les protections principales ;
- les fonctions de bypass ;
- les équipements créés ou modifiés dans le cadre du présent projet.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Les plaques seront réalisées sur support rigide durable de type aluminium gravé, aluminium imprimé ou équivalent approuvé par le maître d'œuvre.

Les dimensions, le mode de représentation, la charte graphique et le niveau de détail devront être cohérents avec les synoptiques actuellement présents sur site.

Une plaque sera réalisée pour la chaîne 1 et une plaque sera réalisée pour la chaîne 2.

La fabrication des plaques ne pourra être engagée qu'après validation définitive du DOE et des schémas de récolement.

La fourniture, la pose et le remplacement des plaques existantes sont inclus dans les prestations du titulaire.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

4. ETAT EXISTANT

4.1. Architecture générale du site

Le Centre de Calcul de l'IN2P3 dispose d'une architecture électrique secourue destinée à assurer l'alimentation continue des infrastructures informatiques critiques du site.

L'installation repose sur plusieurs alimentations sans interruption (ASI) alimentant les tableaux généraux haute qualité (TGHQ) au travers d'une architecture redondante permettant d'assurer un haut niveau de disponibilité des équipements hébergés.

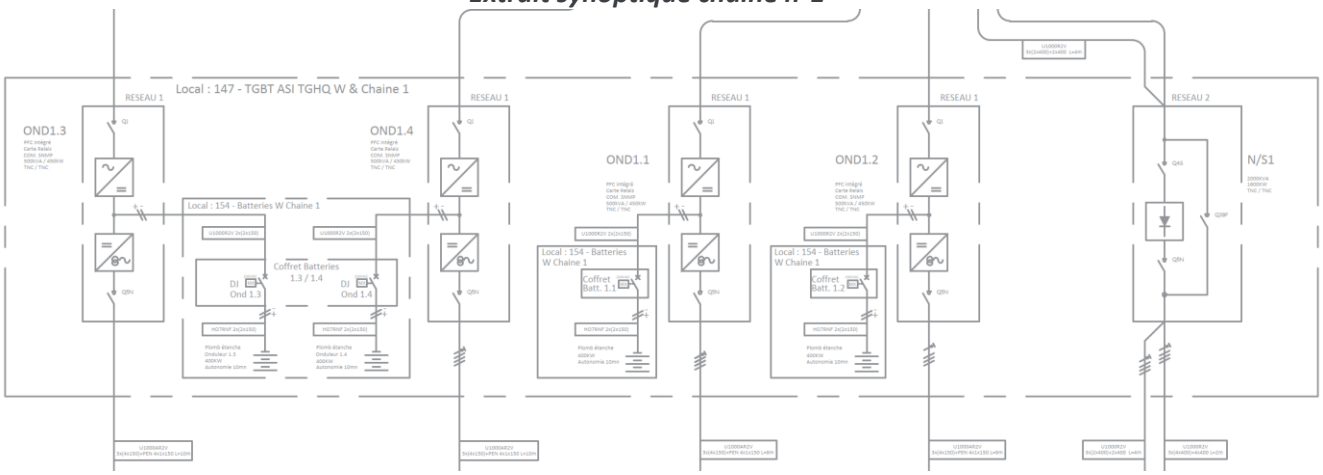
Les batteries associées aux ASI ont fait l'objet d'un renouvellement récent et sont conservées dans le cadre de la présente opération.

L'architecture existante comprend également une armoire NS assurant les fonctions de bypass actuellement en exploitation.

Les équipements concernés par le projet sont regroupés dans des locaux techniques dédiés intégrant les alimentations sans interruption (ASI), les batteries associées, les équipements de distribution électrique, les installations de ventilation ainsi que les équipements techniques nécessaires à leur exploitation.

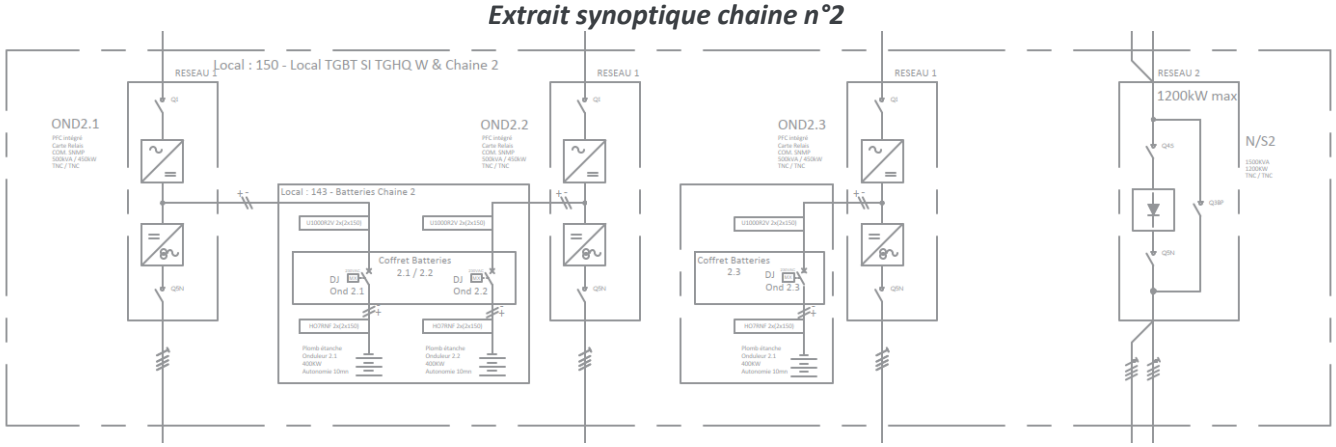
Les fonctions de supervision et d'exploitation sont assurées par des systèmes déportés raccordés aux équipements présents dans les locaux techniques.

Extrait synoptique chaine n°1



La chaîne 1 est constituée de quatre ASI Galaxy 7000 de la marque Schneider fonctionnant en parallèle. Les équipements sont associés à une infrastructure de bypass permettant d'assurer la continuité d'alimentation des charges en cas de maintenance ou d'indisponibilité des onduleurs.

Extrait synoptique chaine n°2



La chaîne 2 est constituée de trois ASI fonctionnant en parallèle selon un principe d'exploitation similaire à celui de la chaîne 1.

Les deux chaînes disposent actuellement d'une architecture de bypass reposant sur une armoire NS intégrant :

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- une fonction de bypass statique ;
- une fonction de bypass manuel ;
- les équipements associés à l'exploitation des chaînes secourues.

L'architecture existante permet l'alimentation des tableaux aval au travers des ASI ou par l'intermédiaire des dispositifs de bypass intégrés à l'installation.

Les liaisons principales de puissance entre les tableaux amont, les ASI et les tableaux généraux haute qualité sont actuellement en exploitation et constituent l'infrastructure de distribution secourue du site.

Les installations ont fait l'objet de plusieurs évolutions au cours de leur durée d'exploitation afin de s'adapter aux besoins du Centre de Calcul.

Les caractéristiques détaillées des ASI, des batteries et des installations techniques associées sont présentées dans les chapitres suivants.

Photo de l'onduleur 1.4 et de l'armoire NS dans le local chaine 1



Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

4.2. Installations batteries existantes

Photo d'un rack batterie



Chaque ASI Schneider Electric Galaxy 7000 dispose de son propre ensemble batteries indépendant implanté dans un rack dédié.

L'architecture actuelle repose sur trois chaînes batteries raccordées en parallèle par ASI. Chaque chaîne est constituée de 47 batteries plomb étanches 12 V de marque YUASA type SWL2500.

Les batteries ont fait l'objet d'un renouvellement récent et sont conservées dans le cadre du présent projet.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Synthèse de l'architecture batteries

Caractéristique	Valeur
Technologie	Batterie plomb étanche VRLA
Fabricant	YUASA
Référence	SWL2500
Nombre de racks	1 rack par ASI
Nombre de chaînes par ASI	3
Nombre de batteries par chaîne	47
Nombre total de batteries par ASI	141
Tension nominale observée	≈ 640 VDC
Liaison batteries / ASI	Titanex (H07RNF)
Section par polarité	2 × 150 mm²

État des batteries relevé lors de l'étude préalable

ASI	Charge observée	Tension batterie	Autonomie estimée	Durée de vie résiduelle
1.1	26 %	640 VDC	41 min	116 mois
1.2	26 %	640 VDC	43 min	116 mois
1.3	27 %	641 VDC	33 min	116 mois
1.4	27 %	639 VDC	28 min	116 mois
2.1	11 %	645 VDC	85 min	82 mois
2.2	10 %	641 VDC	89 min	89 mois
2.3	10 %	643 VDC	86 min	77 mois

Les relevés réalisés montrent un état général satisfaisant des installations batteries.

Les vérifications réalisées lors de l'étude préalable ont confirmé la compatibilité de principe des tensions batteries existantes avec les futurs équipements retenus.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

4.3. Installation de refroidissement existante

Photo d'une armoire ventil. sur eau glacé



Installations de ventilation et de refroidissement destinées à assurer le maintien des conditions d'exploitation des équipements.

Les locaux ASI disposent d'équipements de climatisation assurant l'évacuation des charges thermiques générées par les onduleurs.

Les locaux batteries disposent d'une climatisation dédiée ainsi que d'une ventilation mécanique participant au maintien des conditions d'exploitation et de sécurité des installations.

Les équipements relevés lors des investigations de site sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

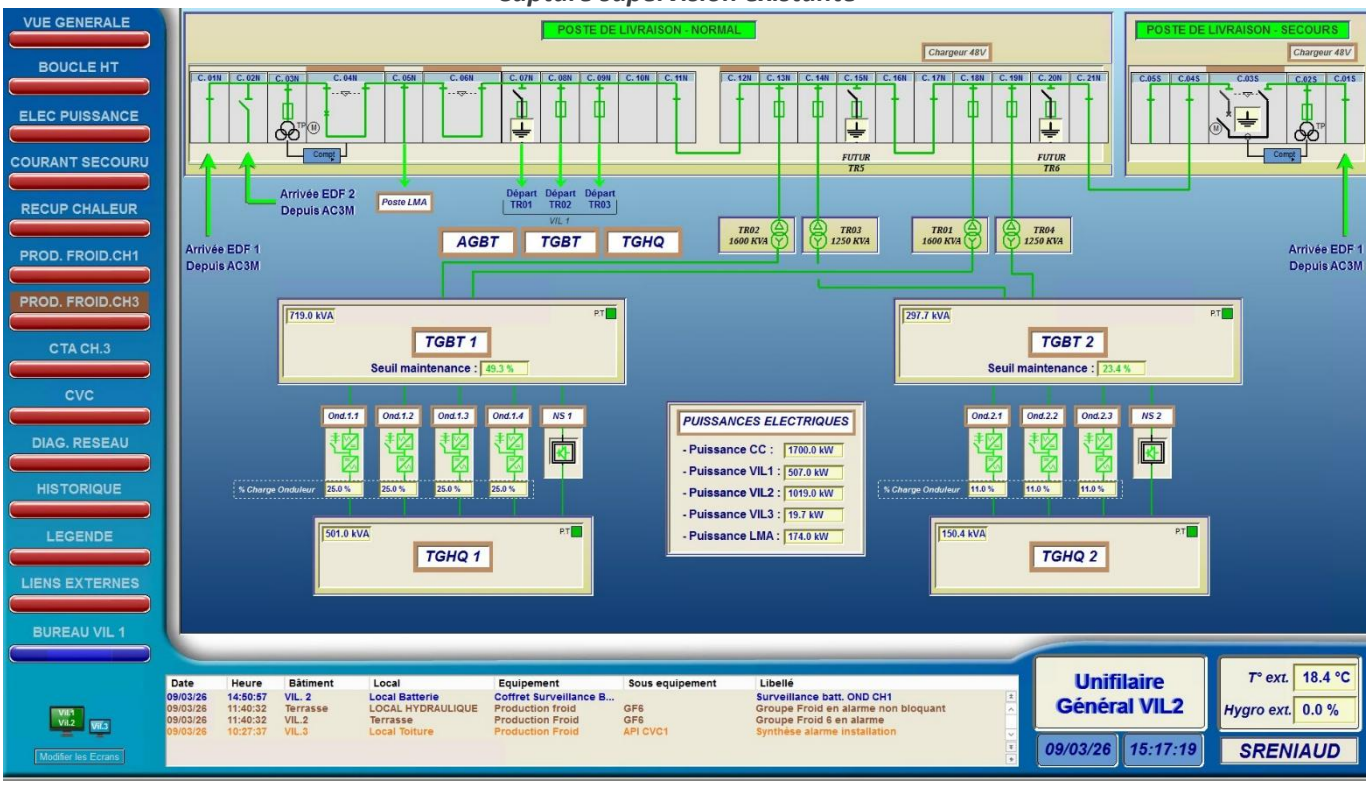
Local	**Fonction principale**	**Équipements identifiés**
Local ASI chaîne 1	Refroidissement	Climatisation
Local ASI chaîne 2	Refroidissement	Climatisation
Local batteries chaîne 1	Refroidissement et ventilation	Climatisation + ventilation mécanique
Local batteries chaîne 2	Refroidissement et ventilation	Climatisation + ventilation mécanique

Les températures relevées lors de la campagne d'investigation étaient comprises entre 21°C et 27°C selon les locaux.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

4.4. GTC existante

Capture supervision existante



Les installations ASI, batteries et équipements techniques associés sont raccordés à un système de Gestion Technique Centralisée (GTC) permettant la surveillance et l'exploitation des équipements.

La supervision générale des installations est réalisée depuis les postes d'exploitation du site au travers des équipements de communication et de contrôle actuellement en place.

Les ASI existantes Schneider Electric Galaxy 7000 disposent d'interfaces de communication permettant la transmission d'informations d'état, d'alarmes et de défauts vers les systèmes de supervision.

Les installations de ventilation et de refroidissement associées aux locaux techniques sont également intégrées aux fonctions de surveillance et d'exploitation du site.

Des asservissements spécifiques sont actuellement mis en œuvre pour assurer la sécurité d'exploitation des installations, notamment dans les locaux batteries.

Les relevés réalisés lors de l'étude préalable n'ont pas permis de confirmer l'ensemble des échanges, protocoles de communication et logiques d'asservissement actuellement en service. Une analyse détaillée de ces fonctions sera réalisée dans le cadre des études d'exécution.

Les informations actuellement supervisées ainsi que les fonctions d'asservissement existantes devront être maintenues après réalisation des travaux.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

5. ARCHITECTURE RETENUE

5.1. Principes généraux

L'architecture retenue résulte des investigations réalisées sur site, de l'analyse des installations existantes et des contraintes d'exploitation du Centre de Calcul de l'IN2P3.

L'objectif de l'opération est de remplacer les alimentations sans interruption existantes arrivant en fin de vie tout en conservant les infrastructures compatibles avec les nouvelles installations.

L'architecture cible a été définie selon les principes suivants :

- maintien de l'architecture générale de distribution existante ;
- conservation des batteries existantes ;
- conservation des liaisons principales d'alimentation des ASI depuis les TGBT ;
- conservation des liaisons principales entre les ASI et les TGHQ ;
- remplacement des armoires NS existantes ;
- création d'un super bypass dédié à chaque chaîne ;
- création d'un réseau R2 indépendant destiné à l'alimentation des bypass statiques des nouvelles ASI ;
- maintien des fonctionnalités de supervision, de communication et d'asservissement nécessaires à l'exploitation du site ;
- limitation des modifications sur les infrastructures existantes afin de réduire les risques d'intervention.

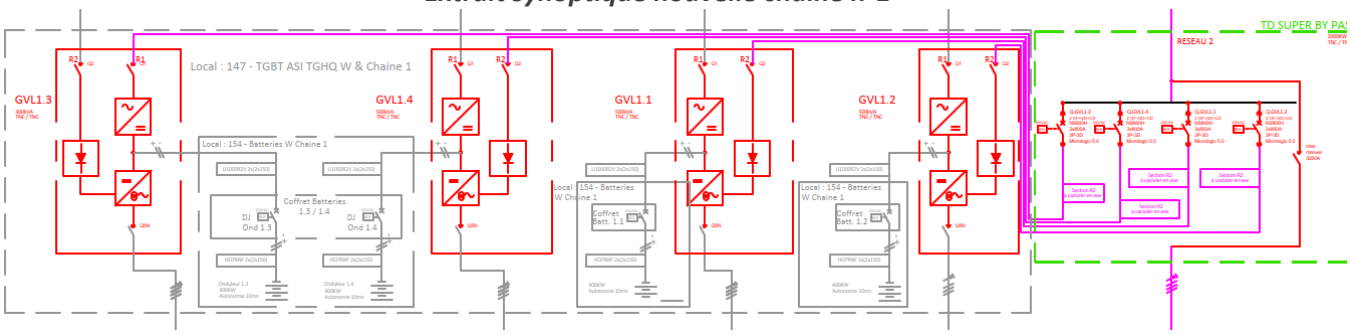
Les nouvelles installations devront permettre l'exploitation, la maintenance et le remplacement futur des équipements sans remise en cause de l'architecture générale du site.

L'ensemble des équipements proposés devra être compatible avec une exploitation continue des installations et garantir un niveau de disponibilité au moins équivalent à celui des infrastructures actuellement en service.

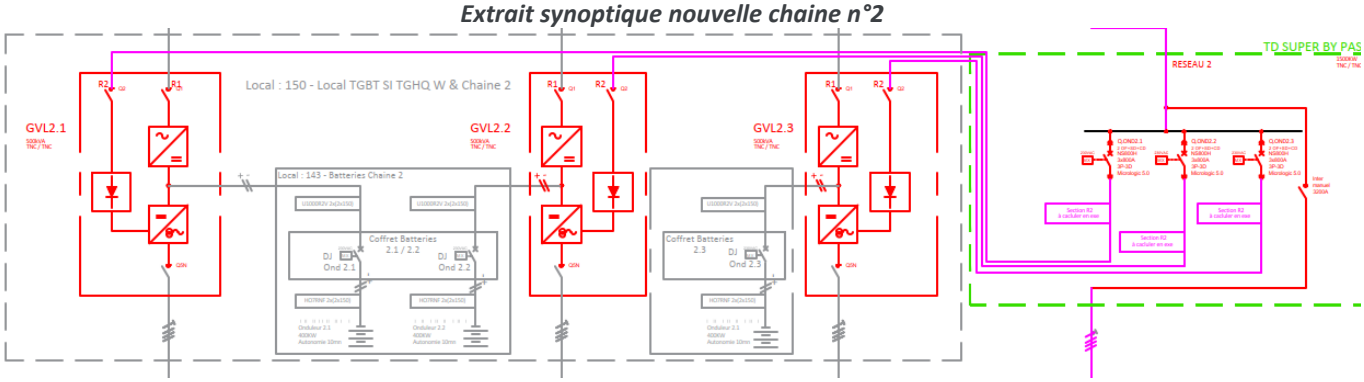
5.2. Architecture des nouvelles ASI

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Extrait synoptique nouvelle chaine n°1



Extrait synoptique nouvelle chaine n°2





Caractéristiques minimales exigées :

- **Technologie modulaire avec tiroirs de puissance remplaçables à chaud (hot swap).**
- **Fonctionnement en double conversion permanente (VFI selon IEC 62040-3).**
- **Puissance nominale : 500 kW / 500 kVA.**
- **Facteur de puissance de sortie : 1.**
- **Bypass statique intégré à l'équipement.**
- **Deux alimentations indépendantes par ASI : entrée redresseur (Réseau 1) et entrée bypass (Réseau 2).**
- **Une seule sortie puissance vers le tableau aval.**
- **Rendement en double conversion supérieur à 96 %.**
- **THDI inférieur à 3 % sans filtre complémentaire.**
- **Architecture évolutive et maintenable sans interruption de service.**
- **Interfaces de communication intégrées : Modbus TCP/IP, SNMP, contacts secs.**
- **Dimensions indicatives : 850 × 925 × 1 970 mm (L × P × H).**
- **Masse indicative : environ 780 kg hors batteries.**

L'installation sera équipée de sept alimentations sans interruption de type 500 kVA avec tiroir de puissance à branchement à chaud.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

L'architecture retenue conserve la répartition actuelle des équipements :

- Chaîne 1 : 4 ASI de 500 kVA équipé en base de 6 modules de 50 kVA;
- Chaîne 2 : 3 ASI de 500 kVA équipé en base de 6 modules de 50 kVA.

Chaque ASI devra être capable de délivrer sa puissance nominale en continu dans les conditions d'exploitation du site.

L'ensemble des équipements, protections, jeux de barres, raccordements, câbles et accessoires associés devra être dimensionné pour le fonctionnement à pleine charge de l'installation.

Aucune hypothèse de foisonnement ou de limitation de puissance ne pourra être retenue pour le dimensionnement des équipements.

Technologie des équipements

Les ASI devront être de technologie modulaire à double conversion permanente (VFI) conformément à la norme IEC 62040.

Les équipements devront disposer au minimum des fonctionnalités suivantes :

- fonctionnement en parallèle ;
- architecture modulaire à tiroirs de puissance échangeables ;
- Branchement à chaud ;
- maintenance simplifiée ;
- redondance interne des fonctions critiques ;
- écran local de supervision ;
- historique des événements ;
- gestion avancée des batteries ;
- autodiagnostic permanent.

Performances minimales

Les équipements devront présenter au minimum les caractéristiques suivantes :

- puissance unitaire : 500 kVA ;
- facteur de puissance de sortie : 1 ;
- rendement en double conversion supérieur ou égal à 97 % ;
- compatibilité avec les charges informatiques et électroniques sensibles ;
- compatibilité avec les groupes électrogènes existants ;
- compatibilité avec les infrastructures HTA/BT du site.

Compatibilité batteries

Les nouvelles ASI devront être compatibles avec les batteries existantes conservées dans le cadre du projet.

La compatibilité des tensions de fonctionnement, des tensions de floating, des courants de charge, des protections et des dispositifs de surveillance devra être garantie par le titulaire.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Régime de neutre

Les équipements proposés devront être compatibles avec le régime de neutre actuellement en exploitation sur les installations concernées.

Le titulaire intégrera l'ensemble des adaptations nécessaires au maintien de la conformité réglementaire et fonctionnelle des installations.

Communication et supervision

Chaque ASI sera équipée des interfaces de communication nécessaires à son intégration dans la GTC existante.

Les équipements devront permettre :

- la reprise des communications Ethernet existantes **(privilégié en full IP)**;
- la reprise des échanges Modbus RS485 *(câble existants conservé en cas de besoin futurs)*;
- la mise à disposition des états et alarmes nécessaires à l'exploitation ;
- la reprise des contacts secs critiques existants.

Les modalités détaillées de communication et de supervision sont définies au chapitre 10.

Implantation

Les nouvelles ASI seront implantées dans les emplacements actuellement occupés par les Galaxy 7000 déposés.

Le titulaire devra vérifier les dégagements de maintenance, les accès de manutention, les charges admissibles au sol et les contraintes d'exploitation avant toute commande des équipements.

5.3. Conservation des batteries existantes

Les batteries actuellement associées aux ASI Schneider Electric Galaxy 7000 sont conservées dans le cadre du présent projet.

Cette orientation résulte des investigations réalisées sur site, des relevés effectués sur les installations existantes ainsi que des vérifications de compatibilité réalisées avec les nouvelles ASI retenues.

Chaque ASI dispose actuellement d'un ensemble batteries indépendant constitué de trois chaînes de batteries raccordées en parallèle.

L'architecture existante est la suivante :

Caractéristique	**Valeur**
Technologie	Batterie plomb étanche VRLA
Fabricant	YUASA
Référence	SWL2500
Nombre de chaînes par ASI	3
Nombre de batteries par chaîne	47
Nombre total de batteries par ASI	141
Tension observée	≈ 640 VDC
Liaison batteries / ASI	Titanex
Section par polarité	2 × 150 mm²

Les vérifications réalisées lors de l'étude préalable ont confirmé la compatibilité de principe des tensions batteries existantes avec les futures ASI.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Le titulaire devra néanmoins confirmer lors des études d'exécution :

- la compatibilité des tensions de fonctionnement ;
- la compatibilité des tensions de floating ;
- la compatibilité des courants de charge ;
- la compatibilité des dispositifs de protection ;
- la compatibilité des sections de câbles existantes ;
- la compatibilité des dispositifs de surveillance batteries.

Aucun remplacement de batterie n'est prévu dans le cadre du présent marché.

Les racks batteries existants, les protections associées ainsi que les liaisons batteries existantes sont conservés.

Le titulaire devra procéder à l'ensemble des contrôles préalables nécessaires avant raccordement des nouvelles ASI, notamment :

- contrôle visuel des batteries ;
- contrôle des tensions ;
- contrôle des dispositifs de protection ;
- contrôle des raccordements ;
- contrôle des serrages ;
- contrôle des liaisons équipotentielles.

Tout écart ou anomalie constaté lors des études d'exécution ou des travaux devra être immédiatement signalé au maître d'œuvre.

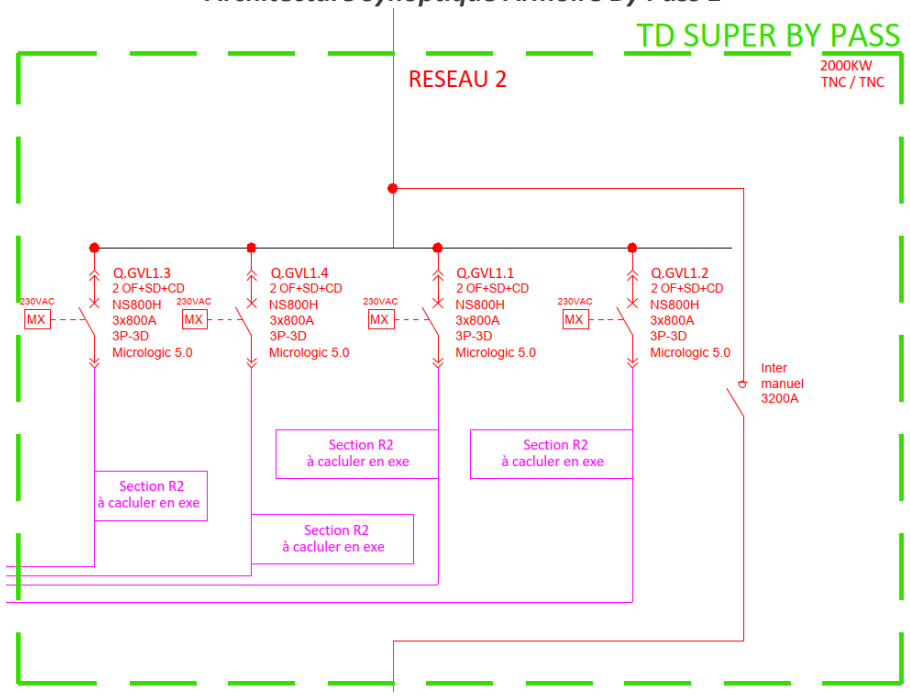
Les opérations de raccordement devront être réalisées conformément aux préconisations du fabricant des batteries et du constructeur des nouvelles ASI.

La continuité d'exploitation des installations batteries devra être maintenue pendant toute la durée des travaux selon la méthodologie définie au chapitre 6.

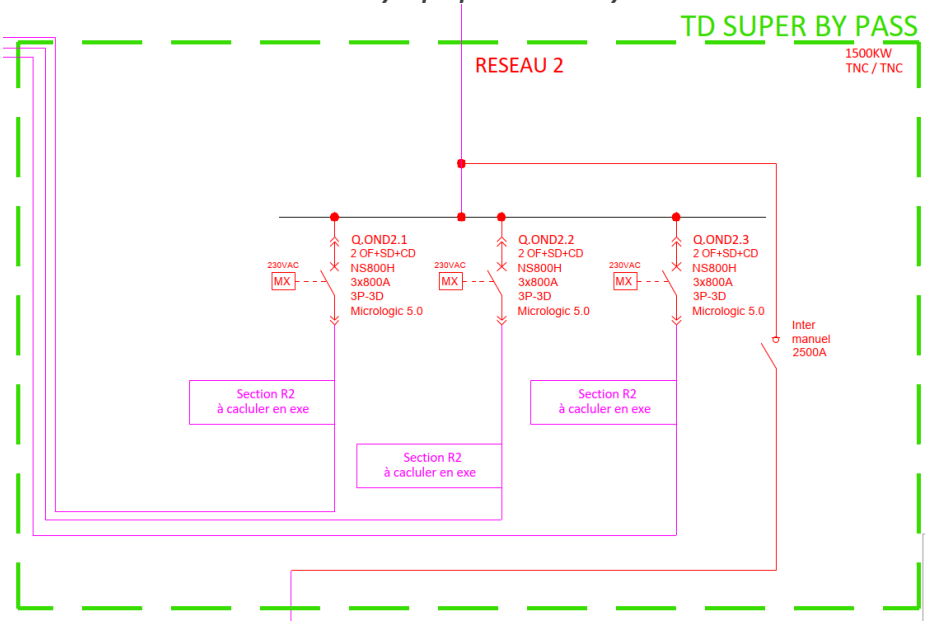
Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

5.4. Architecture du super bypass et du réseau R2

Architecture synoptique Armoire By Pass 1



Architecture synoptique Armoire By Pass 2



L'architecture actuelle reposant sur les armoires NS existantes ne sera pas reconduite.

Les armoires NS actuellement en exploitation seront déposées et remplacées par de nouvelles armoires de super bypass assurant simultanément :

- les fonctions de bypass général de chaîne ;
- la distribution du réseau R2 ;
- l'alimentation des bypass statiques des ASI ;
- les fonctions de mesure et de signalisation nécessaires à l'exploitation ;
- les fonctions de verrouillage et de sécurité associées.

Une armoire de super bypass sera réalisée pour la chaîne 1 et une armoire de super bypass sera réalisée pour la chaîne 2.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Principe général de fonctionnement

Chaque ASI disposera de deux alimentations distinctes :

- une alimentation principale conservée issue du TGBT existant ;
- une alimentation Réseau 2 issue du TD By Pass.

Les alimentations principales existantes des ASI sont conservées.

Les liaisons de sortie existantes entre les ASI et les TGHQ sont également conservées.

Le réseau R2 sera créé afin d'alimenter individuellement les bypass statiques de chacune des nouvelles ASI.

Cette architecture permettra de dissocier les fonctions de conversion d'énergie assurées par les ASI des fonctions de bypass nécessaires à l'exploitation et à la maintenance des installations.

Constitution des armoires de super bypass

Chaque chaîne sera équipée d'une armoire de super bypass dédiée réalisée sous forme d'un tableau constructeur basse tension.

Les tableaux seront réalisés à partir d'un système constructeur reconnu approuvé par le maître d'œuvre.

Les armoires seront conçues pour assurer :

- la distribution du réseau R2 de chaque onduleur ;
- le bypass général de la chaîne ;
- les fonctions de protection ;
- les fonctions de mesure ;
- les reports d'état et d'alarmes ;
- les interfaces de supervision ;
- les fonctions d'interverrouillage et de sécurité.

Les armoires seront réalisées sous indice de service IS233 minimum conformément à la NF EN 61439.

La forme de cloisonnement minimale retenue est la forme 1.

Le titulaire pourra proposer une forme supérieure sous sa responsabilité sans incidence sur les performances fonctionnelles exigées.

Les équipements de coupure principaux seront constitués d'appareils industriels de type débrochable.

L'ensemble du tableau sera dimensionné pour l'intensité nominale maximale de la chaîne considérée.

Aucun coefficient de foisonnement ne sera admis pour le dimensionnement :

- des jeux de barres ;
- des appareils de protection ;
- des équipements de coupure ;
- des câbles ;
- des raccordements internes.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Principe de fonctionnement

L'armoire de super bypass sera alimentée directement depuis le TGBT concerné.

L'arrivée principale sera raccordée sur un jeu de barres général dimensionné pour l'intensité nominale complète de la chaîne.

Depuis ce jeu de barres seront réalisés :

- les départs individuels du réseau R2 vers chaque ASI ;
- le bypass général de chaîne permettant l'alimentation directe du TGHQ.

Chaque départ réseau R2 sera protégé individuellement.

Le réseau R2 sera exclusivement dédié à l'alimentation des bypass statiques intégrés aux ASI.

Aucun autre usage ne sera autorisé.

Les bypass statiques ne seront pas réalisés dans l'armoire de super bypass.

Chaque ASI disposera de son propre bypass statique intégré.

Fonction bypass général

L'armoire devra permettre le contournement complet des ASI afin d'alimenter directement le TGHQ depuis le TGBT.

Cette fonction sera exclusivement destinée :

- aux opérations de maintenance lourde ;
- aux opérations exceptionnelles de remplacement ;
- aux situations de secours.

Le bypass général devra être réalisé au moyen d'un appareil de coupure manuel adapté à la puissance de la chaîne.

Interverrouillages

L'architecture devra empêcher toute manœuvre pouvant conduire à une configuration d'exploitation dangereuse.

Le titulaire devra mettre en œuvre l'ensemble des interverrouillages mécaniques et électriques nécessaires.

Le passage en bypass général ne devra être autorisé qu'après confirmation :

- de l'arrêt complet de l'ensemble des ASI de la chaîne ;
- de l'ouverture des départs réseau 2 concernés ;
- de l'absence de configuration susceptible de créer une mise en parallèle non autorisée.

Les principes détaillés d'interverrouillage seront fournis dans le cadre des études d'exécution et soumis à validation du maître d'œuvre.

Câblage de puissance des armoires de super bypass

Les liaisons de puissance associées aux armoires de super bypass seront refaites à neuf.

Sont notamment concernées :

- les liaisons amont entre le TGBT et l'armoire de super bypass ;
- les liaisons aval entre l'armoire de super bypass et le TGHQ.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Pour des raisons de compatibilités et de sécurités ces liaisons seront réalisées au moyen de câbles de marque SERMES ou OMRIN, type SIFPOL.

Les sections, références et caractéristiques des câbles imposés au présent marché sont définies dans le tableau ci-dessous.

Ces câbles ont été dimensionnés sur la base de l'intensité nominale des armoires de super bypass et devront être intégrés sans réduction de section ni substitution non validée.

Chaîne	Liaison	Référence câble imposée	Section imposée	Intensité admissible
Chaîne 1	TGBT → Super bypass	SIF/POL 1KV NOIR 1X400MM2CL.5 IEC 400V 3137,77A 20M / 4COND/PH	4x4x400²	3137,77 A
Chaîne 1	Super bypass → TGHQ	SIF/POL 1KV NOIR 1X400MM2CL.5 IEC 400V 3137,77A 20M / 4COND/PH	4x4x400²	3137,77 A
Chaîne 2	TGBT → Super bypass	SIF/POL 1KV NOIR 1X240MM2CL.5 IEC 400V 2353,30A 15M / 4COND/PH	4x4x240²	2353,30 A
Chaîne 2	Super bypass → TGHQ	SIF/POL 1KV NOIR 1X240MM2CL.5 IEC 400V 2353,30A 15M / 4COND/PH	4x4x240²	2353,30 A

Le titulaire devra reprendre ces liaisons dans ses études d'exécution et fournir les notes de calcul associées.

Les notes de calcul devront notamment confirmer :

- le dimensionnement thermique des conducteurs ;
- la tenue au court-circuit ;
- la compatibilité des protections ;
- le respect des chutes de tension admissibles ;
- la compatibilité des raccordements avec les équipements conservés et créés ;
- les conditions de pose et de raccordement sur site.

Aucune modification de marque, de référence, de section ou de constitution de câble ne pourra être réalisée sans validation préalable du maître d'œuvre par contrôle des notes de calculs.

Les départs du réseau R2 entre les armoires de super bypass et les ASI feront l'objet d'un dimensionnement spécifique par le titulaire dans le cadre de ses études d'exécution, sur la base des caractéristiques des équipements proposés.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Note de calcul SERMES SUPER BY PASS CHAINE 1

La note de calcul ci-après n'est valable que pour les produits Sermes.
Le câble SIF/POL doit être installé uniquement à l'air libre dans des locaux intérieurs secs sans présence d'eau ni d'hydrocarbures.
A utiliser avec des cosses tubulaires ou manchons cuivre uniquement.

Chaîne 1

400 V
3137,77 A(Ib) **2000 kW**
20 m

sermes

Régime de neutre	TN	Type de départ	TRI+N
T° ambiante:	25°C	Coeff. Température:	1,04
Mode de pose:	31	Sur chemin de câbles perforé horizontal ou vertical	
Disposition:	horizontale	Nombre de tablettes	1
THD:	15 % < TH 3 ≤ 33 %	Coeff. Neutre chargé:	0,86
Respect proximité (2Øext entre circuits):	oui		
Respect symétrie:	oui	Coeff. Symétrie:	1,00
Tolérance (si pose non jointive):	0,00%		

Type de départ	TRI+N	Intensité max * T° à l'âme 90°C SiF-Pol 1 kV		Intensité max Iz T° à l'âme 180°C SiF-Pol 1 kV		Temp. approx Cosse	Temp. approx Ame	Temp. approx Surface	Perte par effet joule à âme 90°C
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/1	3508 A		A		A				
Correction globale:	0,8944								
Coeff. Proximité:	*1*								
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/2	1790 A		A		A				
Correction globale:	0,87651								
Coeff. Proximité:	*0,98*								
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/3	1523 A		A		A				
Correction globale:	0,6869								
Coeff. Proximité:	*0,96*								
Section définie/cond.		400	mm²						
Répartition I_B/4	914 A	1036	A	1640	A	<90°C	<90°C	<90°C	50,44W/m
Correction globale:	0,85862								
Coeff. Proximité:	*0,96*								

				Ø extérieur	Départ	Largeur min chemin de câbles / caniveau
Solution 1 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			1x (TRI+N)	
Solution 2 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			2x (TRI+N)	
Solution 3 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			3x (TRI+N)	
Solution 4 cond/ph:	320 m	SiF-POL 1 kV 1x	400 mm²	35,5 mm	4x (TRI+N)	

SCHEMA D'IMPLANTATION (BASE 4 CONDUCTEURS PAR PHASE)



Etude réalisée par: **HOCKMANN G.**
Société: **SERMES SA**
***Les valeurs d'intensité sont calculées selon la norme IEC 60287**

Note de calcul SERMES SUPER BY PASS CHAINE 2

La note de calcul ci-après n'est valable que pour les produits Sermes.
Le câble SIF/POL doit être installé uniquement à l'air libre dans des locaux intérieurs secs sans présence d'eau ni d'hydrocarbures.
A utiliser avec des cosses tubulaires ou manchons cuivre uniquement.

Chaîne 2

400 V
2353,30 A(Ib) **1500 kW**
15 m

sermes

Régime de neutre	TN	Type de départ	TRI+N
T° ambiante:	25°C	Coeff. Température:	1,04
Mode de pose:	31	Sur chemin de câbles perforé horizontal ou vertical	
Disposition:	horizontale	Nombre de tablettes	1
THD:	15 % < TH 3 ≤ 33 %	Coeff. Neutre chargé:	0,86
Respect proximité (2Øext entre circuits):	oui		
Respect symétrie:	oui	Coeff. Symétrie:	1,00
Tolérance (si pose non jointive):	0,00%		

Type de départ	TRI+N	Intensité max * T° à l'âme 90°C SiF-Pol 1 kV		Intensité max Iz T° à l'âme 180°C SiF-Pol 1 kV		Temp. approx Cosse	Temp. approx Ame	Temp. approx Surface	Perte par effet joule à âme 90°C
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/1	2631 A		A		A				
Correction globale:	0,8944								
Coeff. Proximité:	*1*								
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/2	1342 A		A		A				
Correction globale:	0,87651								
Coeff. Proximité:	*0,98*								
Section définie/conducteur		-	mm²						
Répartition I_B/3	1142 A		A		A				
Correction globale:	0,6869								
Coeff. Proximité:	*0,96*								
Section définie/cond.		240	mm²						
Répartition I_B/4	685 A	753	A	1141	A	<90°C	<90°C	<90°C	46,32W/m
Correction globale:	0,85862								
Coeff. Proximité:	*0,96*								

				Ø extérieur	Départ	Largeur min chemin de câbles / caniveau
Solution 1 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			1x (TRI+N)	
Solution 2 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			2x (TRI+N)	
Solution 3 cond/ph:	m	SiF-POL 1 kV 1x			3x (TRI+N)	
Solution 4 cond/ph:	240 m	SiF-POL 1 kV 1x	240 mm²	26,8 mm	4x (TRI+N)	

SCHEMA D'IMPLANTATION (BASE 4 CONDUCTEURS PAR PHASE)



Etude réalisée par: **HOCKMANN G.**
Société: **SERMES SA**
***Les valeurs d'intensité sont calculées selon la norme IEC 60287**

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Exploitation et maintenance

L'architecture retenue devra permettre :

- l'exploitation normale des installations ;
- les opérations de maintenance préventive ;
- les opérations de maintenance corrective ;
- les essais périodiques ;
- les opérations de basculement ;
- les procédures de retour arrière.

Les manœuvres devront pouvoir être réalisées de manière simple, sécurisée et sans ambiguïté pour les équipes d'exploitation.

Les positions des organes de manœuvre devront être clairement identifiées et reportées sur les synoptiques d'exploitation.

Supervision et signalisation

Les armoires de super bypass devront permettre la remontée des informations nécessaires à l'exploitation des installations.

Les états, défauts, alarmes et mesures nécessaires à l'exploitation seront repris dans la GTC conformément aux prescriptions du chapitre 7.

Les modalités détaillées de communication et de supervision seront définies lors des études d'exécution.

5.4.1. Interverrouillages et sécurité d'exploitation

L'architecture retenue devra garantir un niveau maximal de sécurité d'exploitation et empêcher toute manœuvre susceptible de conduire à une configuration dangereuse pour les personnes, les équipements ou la continuité d'alimentation des installations.

Le titulaire devra intégrer l'ensemble des dispositifs d'interverrouillage mécaniques, électriques et fonctionnels nécessaires au fonctionnement sûr des installations.

L'objectif des interverrouillages est notamment :

- d'empêcher toute mise en parallèle non autorisée entre les nouvelles ASI et le bypass général de chaîne ;
- d'éviter toute possibilité de retour d'énergie vers les équipements mis hors service ;
- de garantir la cohérence des séquences d'exploitation et de maintenance ;
- de sécuriser les opérations de basculement et de retour à l'exploitation normale ;
- de limiter les risques d'erreur de manœuvre des exploitants.

L'architecture devra notamment garantir les fonctions suivantes :

- impossibilité d'enclencher le bypass général tant que les conditions d'exploitation définies ne sont pas réunies ;
- impossibilité de remettre les ASI en service lorsque le bypass général est maintenu fermé, sauf procédure spécifique validée par le constructeur ;
- impossibilité de créer une configuration conduisant à une mise en parallèle non maîtrisée entre plusieurs sources ;
- impossibilité d'effectuer une manœuvre susceptible de provoquer une interruption involontaire de l'alimentation des charges critiques ;
- impossibilité d'alimenter simultanément une même charge depuis plusieurs chemins électriques incompatibles.

Le passage en configuration bypass général ne devra être autorisé qu'après vérification :

- de l'arrêt complet des ASI concernées ;
- de la fermeture préalable des bypass statiques internes lorsque cette condition est requise par le constructeur ;
- de l'ouverture des départs réseau R2 concernés ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- de l'absence de toute configuration pouvant conduire à un couplage non autorisé des sources.

Les dispositifs d'interverrouillage pourront être réalisés au moyen :

- d'interverrouillages mécaniques intégrés aux appareillages ;
- de serrures à transfert de clés de type Castell ou équivalent ;
- d'interverrouillages électriques ;
- de contacts de position et relais de contrôle ;
- de toute combinaison de ces dispositifs permettant d'atteindre les objectifs fonctionnels définis au présent CCTP.

Le choix définitif de la technologie d'interverrouillage sera proposé par le titulaire dans le cadre des études d'exécution et soumis à validation du maître d'œuvre.

L'ensemble des positions d'exploitation devra être clairement identifié sur les équipements au moyen d'une signalisation permanente et sans ambiguïté.

Les organes de manœuvre devront faire l'objet d'un repérage durable indiquant notamment :

- la position normale d'exploitation ;
- la position bypass ;
- la position maintenance ;
- les séquences de manœuvre autorisées.

Le titulaire fournira dans le cadre des études d'exécution :

- le schéma fonctionnel détaillé des interverrouillages ;
- l'analyse des séquences de manœuvre ;
- les procédures de basculement ;
- les procédures de retour à l'exploitation normale ;
- les procédures de retour arrière en cas d'incident.

L'ensemble des dispositifs d'interverrouillage fera l'objet d'essais fonctionnels complets avant réception des installations.

5.4.2. Mesures, signalisation et instrumentation

Les armoires de super bypass devront intégrer l'ensemble des équipements de mesure, de signalisation et d'instrumentation nécessaires à l'exploitation, à la maintenance et au diagnostic des installations.

L'objectif est de permettre aux équipes d'exploitation de disposer en permanence d'une vision claire de l'état des installations, sans recourir systématiquement aux interfaces des ASI ou aux outils de supervision.

Chaque armoire de super bypass devra être équipée, au minimum, des équipements suivants :

Mesures électriques

Chaque armoire sera équipée d'un analyseur de réseau multifonction communicant permettant la mesure et l'affichage local des principales grandeurs électriques.

Les mesures disponibles devront comprendre au minimum :

- tensions simples et composées ;
- intensités par phase ;
- fréquence ;
- puissance active ;
- puissance réactive ;
- puissance apparente ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- facteur de puissance ;
- énergie active consommée ;
- taux de charge de l'installation ;
- taux de distorsion harmonique lorsque cette fonction est disponible sur l'équipement proposé.

Les équipements de mesure devront être raccordés à la GTC via un protocole ouvert de type Modbus TCP/IP ou équivalent.

Signalisation locale

Chaque armoire devra disposer d'une signalisation lumineuse permanente permettant d'identifier instantanément l'état d'exploitation de la chaîne concernée.

À minima, les informations suivantes devront être disponibles en face avant :

- présence tension réseau amont ;
- présence tension réseau R2 ;
- bypass général ouvert ;
- bypass général fermé ;
- défaut général tableau ;
- défaut de communication ;
- défaut protection ;
- présence alimentation auxiliaire.

La technologie LED sera privilégiée afin de garantir une durée de vie élevée et une maintenance réduite.

Reports d'exploitation

Les armoires devront mettre à disposition, sous forme de contacts secs et/ou via les protocoles de communication retenus, les informations nécessaires à l'exploitation et à la supervision du site.

Les informations suivantes seront a minima disponibles :

- position bypass général ;
- défaut général armoire ;
- déclenchement d'une protection ;
- défaut alimentation auxiliaire ;
- défaut communication ;
- défaut analyseur réseau.

Le titulaire pourra proposer des informations complémentaires permettant d'améliorer l'exploitation des installations.

Mesures complémentaires

Le titulaire intégrera tous les transformateurs de courant, fusibles de protection, alimentations auxiliaires, borniers d'essais, relais intermédiaires et accessoires nécessaires au fonctionnement des dispositifs de mesure et de signalisation.

L'ensemble des circuits auxiliaires devra être protégé individuellement et repéré conformément aux schémas d'exécution.

Communication

Les équipements d'instrumentation devront être entièrement intégrés à l'architecture de communication retenue pour l'opération.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Le titulaire fournira l'ensemble des cartes, licences, interfaces, paramétrages et tables d'échange nécessaires à la reprise des données par le futur système de supervision.

L'ensemble des points de mesure, états et alarmes sera recensé dans les documents d'exécution et dans le DOE.

5.5. Adaptation des protections électriques

Le remplacement des ASI, la création des armoires de super bypass et la création du réseau R2 imposent une vérification complète des protections électriques associées aux installations concernées.

Le titulaire réalisera l'ensemble des études nécessaires afin de garantir la conformité réglementaire et fonctionnelle des nouvelles installations.

Les études devront notamment vérifier :

- les niveaux de court-circuit ;
- la sélectivité des protections ;
- les pouvoirs de coupure ;
- les contraintes thermiques ;
- les contraintes électrodynamiques ;
- les conditions de protection des personnes et des biens.

Les calculs seront réalisés sous logiciel CANECO ou équivalent approuvé par le maître d'œuvre.

Les notes de calcul seront transmises pour validation avant toute commande de matériel.

Protections amont

Le titulaire vérifiera la compatibilité des protections existantes situées en amont des nouvelles ASI et des armoires de super bypass.

Il vérifiera notamment :

- les réglages ;
- les pouvoirs de coupure ;
- les courbes de déclenchement ;
- la sélectivité avec les nouvelles protections installées.

Les adaptations éventuellement nécessaires seront incluses dans le présent marché.

Protections des armoires de super bypass

L'ensemble des protections intégrées aux armoires de super bypass sera fourni et installé par le titulaire.

Les équipements retenus devront être compatibles avec les caractéristiques électriques de l'installation et permettre l'exploitation à pleine puissance des chaînes concernées.

Les protections associées aux départs du réseau R2 seront individualisées pour chaque ASI.

Protections aval

Le titulaire vérifiera la compatibilité des nouvelles installations avec les protections existantes situées en aval des ASI et raccordées aux TGHQ.

Les vérifications porteront notamment sur :

- la sélectivité ;
- les temps de déclenchement ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les niveaux de court-circuit ;
- les contraintes de continuité de service.

Régime de neutre

Le régime de neutre TNC actuellement en exploitation est conservé.

L'ensemble des équipements proposés devra être compatible avec cette architecture.

Le titulaire vérifiera la continuité des conducteurs PEN, les mises à la terre, les liaisons équipotentielles et les conditions de raccordement des nouveaux équipements.

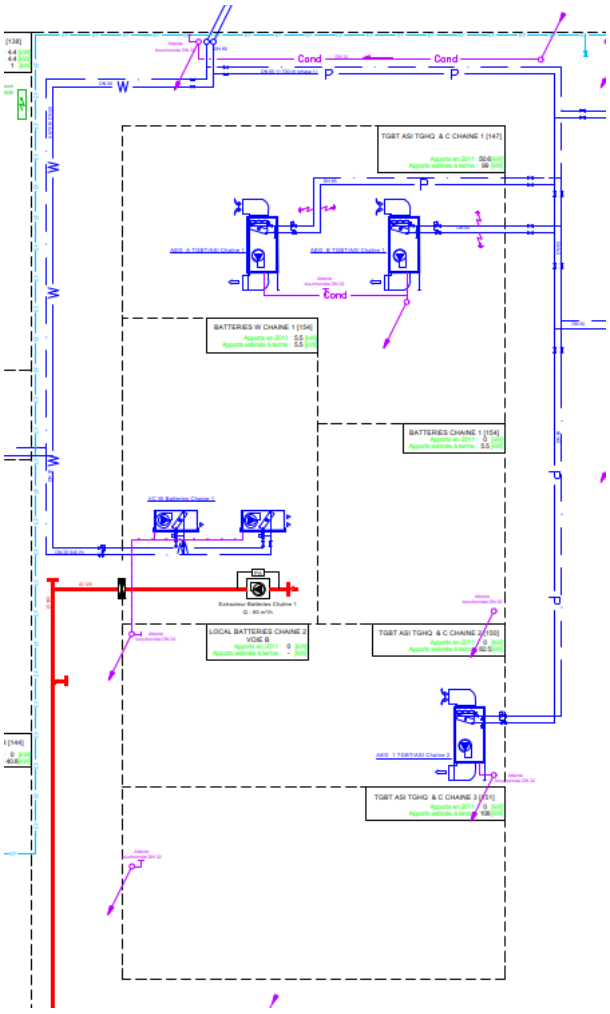
Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

6. VENTILATION ET REFROIDISSEMENT

6.1. Etat existant

Le refroidissement des locaux techniques accueillant les ASI, les batteries et les équipements de distribution électrique est assuré par des installations de climatisation raccordées au réseau général d'eau glacée du Centre de Calcul.

Les installations ne disposent pas d'une production frigorifique dédiée aux locaux ASI. Elles sont alimentées par la boucle d'eau glacée générale du site participant également au refroidissement des autres infrastructures du centre de calcul.



Les installations de refroidissement ont fait l'objet d'une opération de fiabilisation de la distribution d'eau glacée. Le schéma de principe ci-dessus est fourni afin de permettre aux candidats d'appréhender l'architecture hydraulique existante, les organes de régulation, les dispositifs de contrôle ainsi que les hypothèses de dimensionnement retenues lors de la conception des installations.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Refroidissement des locaux ASI

Chaque local ASI est équipé de deux armoires de climatisation à eau glacée fonctionnant en redondance.

L'exploitation actuelle repose sur une alternance de fonctionnement des équipements. Une seule armoire est normalement en fonctionnement tandis que la seconde assure une fonction de secours et de redondance.

Les équipements identifiés lors des relevés sont des armoires de climatisation STULZ CyberAir 3 type ASD 800 CW.

Les principales caractéristiques sont les suivantes :

Caractéristique	Valeur
Constructeur	STULZ
Modèle	CyberAir 3 ASD 800 CW
Technologie	Eau glacée
Puissance frigorifique totale	85,3 kW
Puissance sensible nette	82,9 kW
Débit d'air	13 600 m³/h
Régime d'eau glacée	8 / 13 °C
Puissance électrique absorbée	2,4 kW
Régulation	C7000

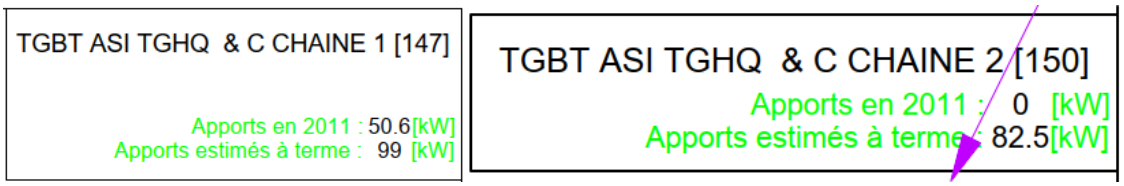
Ces caractéristiques correspondent aux conditions de dimensionnement initiales des installations.

Refroidissement des locaux batteries

Les locaux batteries disposent d'équipements de climatisation dédiés ainsi que d'une ventilation mécanique indépendante destinée au maintien des conditions d'exploitation et de sécurité des batteries.

Les dispositifs de ventilation sont associés aux équipements de supervision et de sécurité du site.

Hypothèses de dimensionnement initiales



Le schéma de principe existant comporte les hypothèses de charges thermiques retenues lors du dimensionnement des installations.

Ces données sont intégrées au présent dossier à titre informatif afin de permettre aux candidats d'apprécier les conditions ayant conduit au choix des équipements actuellement en service et d'évaluer les incidences du remplacement des ASI sur les besoins de refroidissement futurs.

Conditions d'exploitation observées

Les relevés réalisés lors des investigations ont mis en évidence des températures d'exploitation comprises entre 21 °C et 27 °C selon les locaux.

Les installations actuellement en service assurent le maintien des conditions de température nécessaires au fonctionnement des équipements présents dans les locaux techniques.

Les adaptations rendues nécessaires par les nouvelles ASI sont décrites dans les chapitres suivants.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

6.2. Bilan thermique avant / après remplacement des ASI

Le remplacement des ASI Schneider Electric Galaxy 7000 par les nouvelles ASI 500 kVA réduit fortement les dissipations thermiques dans les locaux ASI.

Les Galaxy 7000 existants présentent un rendement de l'ordre de 94 à 95 %, générant une dissipation thermique approximative de 22 à 27 kW par machine à pleine charge.

Les nouvelles ASI présentent un rendement pouvant atteindre 99 %, avec une dissipation thermique approximative de 5 kW par machine à pleine charge.

Local	Configuration actuelle	Dissipation actuelle estimée	Configuration future	Dissipation future estimée
Chaîne 1	4 Galaxy 7000	88 à 108 kW	4 nouvelles ASI	≈ 20 kW
Chaîne 2	3 Galaxy 7000	66 à 81 kW	3 nouvelles ASI	≈ 15 kW

Les charges réellement appelées par les ASI restent nettement inférieures à la puissance installée. Les relevés réalisés indiquent un taux d'utilisation d'environ 26 % sur la chaîne 1 et d'environ 11 % sur la chaîne 2.

Le bilan thermique futur devra être confirmé par le titulaire à partir des fiches techniques définitives des équipements proposés et des conditions réelles d'exploitation du site.

Les installations de refroidissement existantes disposent d'une capacité très supérieure aux dissipations futures estimées. L'enjeu principal ne porte donc pas sur une augmentation de puissance frigorifique, mais sur l'adaptation du fonctionnement des équipements existants à des charges thermiques fortement réduites.

6.3. Adaptation des installations de refroidissement

Les installations de refroidissement existantes sont conservées.

Les armoires de climatisation à eau glacée actuellement en service présentent une capacité frigorifique largement supérieure aux besoins futurs des locaux ASI après remplacement des équipements existants.

Le titulaire réalisera l'ensemble des études et adaptations nécessaires afin de garantir un fonctionnement stable et performant des installations dans les nouvelles conditions d'exploitation.

Les adaptations porteront notamment sur :

- les systèmes de régulation ;
- les organes de commande ;
- les séquences de fonctionnement ;
- les dispositifs d'alternance des équipements ;
- les dispositifs de supervision associés.

Une attention particulière sera portée au fonctionnement à faible charge afin d'éviter les phénomènes de sur-régulation, les cycles courts et les consommations énergétiques inutiles.

Le titulaire vérifiera la compatibilité des ventilateurs existants avec un fonctionnement à vitesse variable et proposera, lorsque nécessaire, l'intégration de variateurs de fréquence ou de tout autre dispositif permettant une modulation automatique des débits d'air en fonction des besoins réels des locaux.

Les modifications proposées devront permettre :

- le maintien automatique des températures de consigne ;
- l'alternance automatique des équipements ;
- la gestion des équipements de secours ;
- l'optimisation des consommations énergétiques ;
- la transmission des informations nécessaires à la supervision.

Le titulaire fournira les notes de calcul, études de régulation, schémas de principe et documents techniques justifiant les adaptations retenues.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

7. GTC

7.1. État existant

La supervision des onduleurs est actuellement assurée par la GTC du site via des passerelles de communication raccordées sur les réseaux Modbus RS485 des deux chaînes d'alimentation sécurisées.

Les équipements sont répartis dans deux coffrets de supervision :

- GTC 2 pour les onduleurs de la voie 1 ;
- GTC 6 pour les onduleurs de la voie 2.

Les informations de fonctionnement sont collectées via des passerelles de communication puis transmises au superviseur PCVue.

Les échanges réalisés avec l'exploitant GTC ont mis en évidence la présence d'interfaces Ethernet actives sur les onduleurs existants. Chaque équipement dispose déjà d'une adresse IP et d'un accès Web dédié permettant la consultation locale de ses données de fonctionnement.

Cette architecture IP n'est actuellement pas utilisée pour la remontée principale des données de supervision, assurée par le réseau Modbus RS485 existant.

7.2. Architecture de communication retenue

Le remplacement des onduleurs constitue l'opportunité de simplifier l'architecture de communication existante.

L'objectif retenu est de supprimer les passerelles de conversion actuellement utilisées entre les onduleurs et la supervision afin d'établir une communication directe entre chaque onduleur et le système de supervision.

L'architecture cible repose sur :

- une communication Ethernet/IP native ;
- le raccordement individuel de chaque onduleur sur le réseau de supervision ;
- l'utilisation de commutateurs Ethernet installés dans les coffrets GTC existants lorsque nécessaire ;
- la suppression des passerelles Modbus RS485 actuellement utilisées pour la collecte des données.

Cette solution réduit le nombre d'équipements intermédiaires, améliore la maintenabilité de l'installation et facilite les opérations futures de diagnostic. Elle permet également un accès direct aux interfaces Web des onduleurs et à l'ensemble des données mises à disposition par les constructeurs

7.3. Informations à superviser et table d'échange

Le remplacement des onduleurs ne devra entraîner aucune régression fonctionnelle de la supervision existante.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

L'ensemble des informations actuellement remontées vers la GTC devra être conservé sur les futurs équipements, quelle que soit la technologie retenue pour les échanges de données.

Les points actuellement exploités comprennent notamment :

Désignation existante
Onduleur en défaut
Fonctionnement sur batterie
Fin d'autonomie batterie
OND11 - I1 utilisation
OND11 - I2 utilisation
OND11 - I3 utilisation
OND11 - % charge utilisation
OND11 - U1N utilisation
OND11 - U2N utilisation
OND11 - U3N utilisation
OND11 - U12 utilisation
OND11 - U23 utilisation
OND11 - U31 utilisation
OND11 - F utilisation
OND11 - U batterie
OND11 - I batterie
Température du local batterie
Défaut batterie
Onduleur en marche
Puissance active
% charge batterie
Surcharge onduleur
Arrêt d'urgence
Tension réseau hors tolérance
Fréquence réseau hors tolérance
Puissance apparente

Cette liste constitue la base minimale de reprise des échanges. Toute solution proposée devra permettre la récupération de ces informations dans la future architecture de supervision.

L'entreprise titulaire du lot Onduleurs devra fournir la table d'échange complète des équipements proposés.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Cette table d'échange devra identifier explicitement, pour chaque information actuellement supervisée, la variable correspondante disponible sur les futurs onduleurs afin de faciliter les travaux de migration de la supervision.

L'entreprise devra également fournir la liste exhaustive des données supplémentaires disponibles sur les équipements proposés, notamment :

- états détaillés d'exploitation ;
- alarmes complémentaires ;
- mesures électriques avancées ;
- informations de maintenance ;
- indicateurs de vieillissement des batteries ;
- historiques d'événements ;
- compteurs d'exploitation ;
- données énergétiques complémentaires.

Le maître d'ouvrage déterminera, avec l'exploitant GTC, les informations supplémentaires à intégrer dans la supervision lors de la phase de programmation.

La fourniture des tables d'échange, de la documentation constructeur et de l'assistance technique nécessaire à leur exploitation fait partie du présent marché.

La modification des synoptiques, la programmation des automates, la création des variables de supervision, les tests de communication et la mise à jour du système PCVue relèvent du marché GTC distinct qui sera réalisé ultérieurement.

L'entreprise titulaire du lot Onduleurs devra néanmoins assurer la coordination technique avec le titulaire du marché GTC afin de garantir la compatibilité des protocoles, la disponibilité des variables nécessaires à la supervision et la bonne préparation de la future migration des échanges de données

7.4. Adaptation de l'infrastructure de communication

Le remplacement des onduleurs s'appuiera autant que possible sur les infrastructures de communication existantes.

Les échanges réalisés avec l'exploitant GTC ont mis en évidence l'existence de liaisons Ethernet et d'une architecture réseau déjà utilisée pour les équipements actuellement en service.

Dans l'hypothèse où les futurs onduleurs seraient implantés à l'emplacement des équipements existants, les liaisons de communication actuellement en place pourront être réutilisées après vérification de leur compatibilité avec les équipements retenus.

En cas de modification de l'implantation des onduleurs ou de déplacement des points de raccordement réseau, le titulaire devra prévoir la création des nouvelles liaisons Ethernet nécessaires au raccordement des équipements sur l'infrastructure de supervision du site.

Les cartes de communication, licences, modules réseau et accessoires nécessaires au fonctionnement des futurs onduleurs font partie du présent marché.

L'architecture retenue devra permettre la transmission des informations vers la future supervision sans nécessiter de modification matérielle des équipements fournis.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

8. ASSERVISSEMENTS ET SECURITES

8.1. Constat sur l'installation existante

- absence ou impossibilité de confirmer certains asservissements réglementaires ;
- absence de contrôle fonctionnel de la ventilation des locaux batteries ;
- absence de contrôle de débit ;
- absence de contrôle de pression ;
- absence de verrouillage de charge batterie en cas de défaut de ventilation ;
- absence de reports d'alarmes dédiés identifiés lors des relevés.

L'opération de remplacement des onduleurs constitue l'opportunité de remettre l'installation en conformité avec les exigences actuelles d'exploitation et de sécurité.

8.2. Contrôle du fonctionnement de la ventilation des locaux batteries

L'installation devra vérifier en permanence le fonctionnement effectif des systèmes de ventilation des locaux batteries.

Le simple ordre de marche des ventilateurs ne pourra pas être considéré comme une preuve de fonctionnement.

Le contrôle devra reposer sur des informations physiques mesurées permettant de confirmer l'existence réelle du flux d'air.

Les locaux batteries doivent disposer d'une ventilation permanente adaptée aux dégagements gazeux susceptibles d'être produits lors des phases de charge des accumulateurs.

Conformément aux prescriptions applicables aux locaux renfermant des batteries d'accumulateurs, le débit minimal d'air neuf devra être déterminé selon la relation :

$Q = 0{,}05 \times n \times I$

avec :

- **Q** : débit minimal d'air neuf en m^3/h ;
- **n** : nombre d'éléments constituant la batterie ;
- **I** : intensité maximale du courant de charge en ampères.

Le maintien effectif de ce débit constitue une condition nécessaire à l'exploitation normale des batteries et à la prévention des risques liés à l'accumulation d'hydrogène.

Les installations existantes ne permettent pas de démontrer la présence d'un contrôle permanent et efficace de ce renouvellement d'air. La présente opération prévoit donc la mise en place des dispositifs de surveillance et d'asservissement nécessaires.

8.3. Contrôle du débit d'air et de la pression

Afin de garantir le renouvellement d'air nécessaire à l'exploitation des batteries, les installations devront être équipées de dispositifs de surveillance adaptés :

- pressostats différentiels ;
- capteurs de débit ;
- dispositifs équivalents validés par le titulaire.

La détection d'une perte de débit ou d'une défaillance de ventilation devra générer une alarme immédiate.

Les seuils de déclenchement seront définis en phase EXE selon les caractéristiques des équipements retenus.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

8.3.1. Coffrets d'asservissement des locaux batteries

Ce coffret assurera :

- l'acquisition des signaux débit/pression ;
- la gestion des logiques d'inhibition de charge ;
- les reports d'alarmes ;
- l'interface avec la GTC ;
- la distribution des alimentations auxiliaires.

Pour chaque local batteries :

- coffret métallique IP adapté ;
- alimentation auxiliaire 230 VAC / 24 VDC ;
- relais intermédiaires ;
- borniers repérés ;
- protection des circuits auxiliaires ;
- reports vers GTC ;
- voyants de défaut ;
- schéma de câblage fourni au DOE.

8.4. Inhibition de charge des batteries

La charge des batteries devra être automatiquement inhibée en cas de défaut de ventilation des locaux batteries.

Cette inhibition devra être commandée à partir des informations issues des dispositifs de contrôle décrits aux paragraphes précédents.

Le retour à l'état normal ne devra être autorisé qu'après rétablissement des conditions normales de fonctionnement.

L'ensemble des logiques d'asservissement nécessaires à cette fonction fait partie du présent marché.

8.5. Supervision, communication et reports d'alarmes

Les nouvelles ASI devront être raccordées au système de supervision existant du site.

L'entreprise réalisera l'ensemble des adaptations nécessaires afin d'assurer la remontée des états, mesures et défauts vers les équipements de supervision existants.

Les informations minimales suivantes devront être disponibles :

- présence réseau normal ;
- fonctionnement sur batterie ;
- fonctionnement sur bypass ;
- défaut général ASI ;
- défaut redresseur ;
- défaut onduleur ;
- défaut bypass ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- défaut batterie ;
- autonomie batterie faible ;
- arrêt d'urgence activé ;
- défaut ventilation local batterie ;
- défaut général des équipements auxiliaires.

Les échanges avec les systèmes de supervision existants seront réalisés au moyen des interfaces de communication natives des équipements ou par contacts secs selon l'architecture retenue.

Le titulaire vérifiera la compatibilité des protocoles de communication avec l'infrastructure existante du site. Les éventuelles adaptations matérielles ou logicielles nécessaires à l'intégration des nouvelles installations seront incluses dans sa prestation.

L'ensemble des reports d'alarmes et des échanges de données fera l'objet d'essais fonctionnels en présence de l'exploitant avant la réception des travaux.

Les synoptiques, listes de points, adresses de communication, schémas de câblage et paramètres de configuration seront intégrés au DOE.

8.6. Prestations à la charge du titulaire

Le titulaire du lot Onduleurs devra fournir et mettre en œuvre l'ensemble des équipements nécessaires à la réalisation des asservissements et sécurités décrits dans le présent chapitre, notamment :

- capteurs de débit ;
- pressostats ;
- relais intermédiaires ;
- interfaces d'asservissement ;
- câblages ;
- raccordements ;
- essais fonctionnels ;
- documentation de fonctionnement.

Le titulaire devra démontrer lors des essais que l'ensemble des chaînes de sécurité fonctionne conformément aux exigences du projet.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

9. METHODOLOGIE DE REMPLACEMENT

9.1. Principes généraux

Les travaux de remplacement des alimentations sans interruption seront réalisés sur une infrastructure critique maintenue en exploitation pendant toute la durée de l'opération.

Le phasage retenu a pour objectif de garantir la continuité d'alimentation des équipements informatiques du Centre de Calcul tout en limitant les périodes de fonctionnement dégradé.

Le remplacement des équipements sera réalisé de manière progressive, chaîne par chaîne et par phases successives, avec validation complète de chaque étape avant autorisation de poursuivre les travaux.

Les principes généraux suivants devront être respectés pendant toute la durée de l'opération :

- maintien permanent de l'alimentation des infrastructures critiques ;
- limitation des coupures aux seules opérations strictement nécessaires ;
- maintien d'un niveau de disponibilité maximal des installations ;
- maintien, autant que possible, des redondances existantes ;
- validation systématique de chaque phase avant passage à la phase suivante ;
- limitation des interventions simultanées sur plusieurs chaînes ;
- réalisation des travaux selon des procédures validées préalablement par le maître d'œuvre et l'exploitant.

Le titulaire établira, avant le démarrage des travaux, une méthodologie détaillée décrivant notamment :

- les séquences de consignation ;
- les procédures de basculement ;
- les procédures de mise en service ;
- les procédures d'essais ;
- les procédures de retour arrière ;
- les moyens humains mobilisés ;
- les mesures conservatoires mises en œuvre pour garantir la continuité de service.

Les différentes phases de remplacement ne pourront être engagées qu'après validation formelle des phases précédentes par le maître d'ouvrage, l'exploitant et le maître d'œuvre.

Toute modification du phasage défini au présent CCTP devra faire l'objet d'une validation préalable du maître d'œuvre.

Le titulaire demeure seul responsable de la cohérence de la méthodologie proposée, de la sécurité des intervenants, de la protection des installations existantes et du maintien de la continuité de service pendant toute la durée des travaux.

9.2. Organisation générale des interventions

Compte tenu du caractère critique des installations concernées, les travaux devront être réalisés selon une organisation rigoureuse, validée préalablement par le maître d'œuvre et l'exploitant.

Le titulaire établira un planning détaillé des interventions précisant, pour chaque phase de travaux :

- les périodes d'intervention ;
- les opérations de consignation et de déconsignation ;
- les opérations de basculement ;
- les périodes de fonctionnement dégradé ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les périodes d'essais et de validation ;
- les ressources humaines mobilisées ;
- les moyens matériels spécifiques nécessaires aux opérations.

Les interventions susceptibles d'avoir un impact sur l'exploitation des installations feront l'objet d'une planification préalable avec les équipes d'exploitation du Centre de Calcul.

Aucune intervention sur les équipements secourus ne pourra être engagée sans accord préalable de l'exploitant.

Le titulaire désignera un responsable d'opération unique chargé :

- de la coordination générale des travaux ;
- des relations avec le maître d'œuvre et l'exploitant ;
- de l'organisation des consignations ;
- du pilotage des opérations de basculement ;
- du suivi des essais et des mises en service.

Les opérations sensibles telles que les consignations, basculements, raccordements définitifs et mises en service devront être réalisées en présence des représentants désignés par l'exploitant.

Le titulaire devra mobiliser des équipes disposant des qualifications, habilitations et compétences adaptées aux travaux sur installations électriques secourues de forte puissance.

Les moyens de manutention, d'essais, de mesure et d'intervention devront être disponibles sur site avant le démarrage de chaque phase de travaux.

Une zone de livraison et de stockage temporaire est mise à disposition à proximité immédiate des locaux techniques concernés par l'opération.

Le titulaire organisera ses approvisionnements de manière à permettre une livraison progressive des équipements, en cohérence avec le phasage retenu, afin de limiter les contraintes d'encombrement dans les locaux techniques.

Les équipements déposés et les nouveaux matériels devront être manutentionnés de manière à ne pas perturber l'exploitation des installations existantes ni dégrader les ouvrages conservés.

Des réunions de préparation seront organisées avant chaque phase majeure de remplacement afin de valider :

- les procédures d'intervention ;
- les procédures de consignation ;
- les séquences de basculement ;
- les procédures de retour arrière ;
- les essais prévus ;
- les conditions d'autorisation de poursuite des travaux.

Le titulaire tiendra à jour un registre d'intervention retraçant l'ensemble des opérations réalisées, des essais effectués, des anomalies constatées et des validations prononcées au cours du chantier.

9.3. Travaux préparatoires

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Avant toute intervention sur les installations existantes, le titulaire réalisera l'ensemble des travaux préparatoires nécessaires afin de réduire les durées de consignation, limiter les périodes de fonctionnement dégradé et sécuriser les opérations de remplacement.

Aucune dépose d'équipement existant ne pourra être engagée tant que l'ensemble des travaux préparatoires de la phase considérée n'aura pas été réalisé et validé.

Les travaux préparatoires comprendront notamment :

Relevés complémentaires et vérifications préalables

Le titulaire réalisera l'ensemble des relevés complémentaires nécessaires à la bonne exécution des travaux, notamment :

- vérification des caractéristiques des installations existantes ;
- vérification des sections et longueurs des câbles existants ;
- vérification des cheminements disponibles ;
- vérification des réserves de place dans les chemins de câbles ;
- contrôle des accès, dégagements de maintenance et contraintes de manutention ;
- contrôle des interfaces entre équipements conservés et équipements neufs.

Toute divergence constatée entre les documents du marché et les installations existantes devra être signalée au maître d'œuvre avant exécution des travaux.

Protection des installations existantes

Avant le démarrage des travaux, le titulaire mettra en place l'ensemble des protections provisoires nécessaires afin de préserver l'intégrité des installations maintenues en exploitation.

Ces protections comprendront notamment :

- la protection mécanique des équipements conservés ;
- la protection des tableaux électriques existants ;
- la protection des chemins de câbles et liaisons conservées ;
- le balisage des zones d'intervention ;
- la mise en place de protections contre les poussières et projections.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires afin d'éviter toute dégradation ou perturbation des installations maintenues en service.

Préparation des infrastructures électriques

Afin de limiter les durées de consignation, le titulaire réalisera, dans la mesure du possible, l'ensemble des travaux compatibles avec le maintien en exploitation avant les opérations de basculement.

Ces travaux comprendront notamment :

- la création ou l'adaptation des cheminements nécessaires ;
- la pose des chemins de câbles et supports complémentaires ;
- le tirage anticipé des nouvelles liaisons de puissance ;
- le tirage des câbles de commande, de communication et d'asservissement ;
- le tirage des liaisons du réseau R2 ;
- la mise en place des équipements de communication ;
- la préparation des raccordements sur les futures armoires de super bypass.

Les extrémités des câbles installés avant basculement seront identifiées, protégées et maintenues hors tension jusqu'à leur raccordement définitif.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Livraison et stockage des équipements

Les nouvelles ASI, les armoires de super bypass ainsi que les équipements associés pourront être livrés de manière progressive en fonction de l'avancement des travaux.

Une zone de stockage temporaire est mise à disposition à proximité immédiate des locaux techniques afin de permettre la réception et le stockage intermédiaire des équipements.

Le titulaire organisera ses approvisionnements de manière à garantir la disponibilité des matériels nécessaires à chaque phase de travaux.

Contrôles préalables aux basculements

Avant toute intervention sur une chaîne secourue, le titulaire procédera aux contrôles préalables suivants :

- contrôle de l'état de fonctionnement des installations existantes ;
- contrôle des charges réellement appelées ;
- vérification des alarmes actives ;
- vérification des états de fonctionnement des ASI ;
- vérification des tensions d'alimentation ;
- contrôle de l'état des batteries ;
- validation des procédures de consignation et de basculement.

Les opérations de remplacement ne pourront être engagées qu'après validation de l'ensemble de ces contrôles par l'exploitant et le maître d'œuvre.

9.4. Maintien en exploitation et gestion des risques

Les travaux objet du présent marché seront réalisés sur une infrastructure critique maintenue en exploitation permanente.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires afin de garantir la continuité d'alimentation des équipements informatiques pendant toute la durée de l'opération.

La méthodologie retenue devra limiter au strict minimum les périodes de fonctionnement dégradé et préserver, autant que possible, les niveaux de redondance existants.

Avant le démarrage des travaux, le titulaire réalisera une analyse détaillée des risques associés à chaque phase d'intervention.

Cette analyse devra notamment identifier :

- les risques de perte d'alimentation des charges critiques ;
- les risques liés aux opérations de consignation et de déconsignation ;
- les risques de couplage accidentel des sources ;
- les risques liés aux opérations de basculement ;
- les risques liés aux erreurs de manœuvre ;
- les risques liés aux travaux à proximité d'équipements sous tension ;
- les risques liés aux défauts de fonctionnement des nouveaux équipements ;
- les risques liés aux interfaces entre équipements existants et équipements neufs.

Pour chaque phase de travaux, le titulaire établira et soumettra à validation :

- la procédure détaillée de consignation ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- la procédure détaillée de basculement ;
- la procédure de remise en service ;
- la procédure de retour arrière ;
- la liste des intervenants autorisés ;
- l'analyse des risques correspondante.

Aucune opération de consignation, de dépose, de raccordement définitif ou de basculement ne pourra être engagée sans validation préalable du maître d'œuvre et de l'exploitant.

Les périodes de fonctionnement dégradé devront être réduites au strict minimum et faire l'objet d'une validation préalable par l'exploitant.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires afin de garantir à tout moment la possibilité de réalimenter les charges critiques en cas d'incident intervenant pendant les travaux.

Les équipements existants ne pourront être définitivement déposés qu'après :

- mise en service des nouveaux équipements ;
- réalisation des essais fonctionnels ;
- validation des performances ;
- validation du fonctionnement des asservissements ;
- validation des échanges de communication ;
- accord formel du maître d'œuvre et de l'exploitant.

Toute anomalie constatée pendant les travaux susceptible d'affecter la continuité de service devra être immédiatement signalée au maître d'œuvre et à l'exploitant.

Le titulaire interrompra sans délai les travaux si les conditions de sécurité ou de continuité d'exploitation ne sont plus garanties.

Pendant toute la durée des travaux, un représentant qualifié du titulaire sera présent sur site lors des opérations sensibles afin d'assurer la coordination des interventions et la gestion immédiate des éventuels incidents.

Le titulaire demeurera entièrement responsable des conséquences d'une erreur de manœuvre, d'une défaillance organisationnelle ou d'une méthodologie inadaptée ayant pour effet de perturber le fonctionnement des installations maintenues en exploitation.

9.5. Phase 1 – Remplacement partiel de la chaîne 2

La chaîne 2 constituera la première phase de remplacement des installations. Cette phase a pour objectif de valider l'architecture retenue, les méthodes d'intervention, les procédures de basculement ainsi que le comportement des nouveaux équipements avant généralisation aux autres chaînes.

Les travaux sur la chaîne 2 seront réalisés de manière progressive afin de maintenir un niveau de disponibilité compatible avec les exigences d'exploitation du site.

Préalablement aux opérations de remplacement, le titulaire procédera :

- à la validation des travaux préparatoires ;
- à la vérification de l'état de fonctionnement des installations existantes ;
- à la validation des procédures de consignation et de basculement ;
- à la vérification des nouveaux équipements livrés ;
- à la mise à disposition des moyens d'essais et de manutention nécessaires.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Cette première phase comprendra notamment :

Dépose des équipements existants

- consignation des équipements concernés ;
- dépose de l'armoire NS existante de la chaîne 2 ;
- dépose d'une première ASI existante de la chaîne 2 ;
- évacuation des matériels déposés conformément à la réglementation en vigueur.

Installation des nouveaux équipements

- installation de la nouvelle armoire de super bypass de la chaîne 2 ;
- installation de la première ASI 500 kVA ;
- réalisation des raccordements de puissance ;
- réalisation des raccordements batteries ;
- raccordement des liaisons réseau R2 ;
- réalisation des raccordements de commande, de communication et de supervision ;
- raccordement des dispositifs d'asservissement et de sécurité associés.

Les autres ASI existantes de la chaîne 2 seront maintenues en exploitation pendant toute la durée de cette phase.

Mise en service

Après achèvement des raccordements, le titulaire procédera :

- aux contrôles de câblage ;
- aux contrôles de serrage ;
- aux essais d'isolement ;
- aux contrôles de polarité ;
- aux vérifications fonctionnelles préalables ;
- à la mise sous tension des nouveaux équipements ;
- au paramétrage des équipements ;
- à la mise en service réalisée en présence du constructeur et de l'exploitant.

Essais fonctionnels initiaux

Les essais réalisés au cours de cette phase porteront notamment sur :

- le fonctionnement normal de l'ASI ;
- le fonctionnement des circuits batteries ;
- le fonctionnement du bypass statique intégré ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- les échanges de communication ;
- les reports d'alarmes ;
- les fonctions d'asservissement et de sécurité.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

À l'issue des essais, un procès-verbal de validation de phase sera établi conjointement par le titulaire, l'exploitant et le maître d'œuvre.

Aucune poursuite des travaux sur la chaîne 2 ne pourra être engagée avant validation formelle de cette première phase.

9.6. Validation intermédiaire n°1

À l'issue de la mise en service de la première phase de remplacement de la chaîne 2, une période de surveillance renforcée d'une durée indicative d'une semaine sera observée avant autorisation de poursuivre les travaux.

Cette période a pour objectif de valider le bon fonctionnement des nouveaux équipements en conditions réelles d'exploitation et de confirmer l'absence d'impact sur la continuité de service du Centre de Calcul.

Pendant cette période, les nouvelles installations seront exploitées dans les conditions normales de fonctionnement du site sous surveillance renforcée du titulaire, de l'exploitant et du maître d'œuvre.

Les contrôles réalisés porteront notamment sur :

- le fonctionnement général des nouveaux équipements ;
- la stabilité des tensions et fréquences délivrées ;
- le partage correct des charges entre les équipements en service ;
- le fonctionnement du bypass statique intégré ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le comportement des batteries ;
- le fonctionnement des dispositifs de surveillance et d'asservissement ;
- le fonctionnement des reports d'alarmes ;
- le bon fonctionnement des échanges de communication et de supervision ;
- l'absence d'alarmes intempestives ou de dysfonctionnements récurrents ;
- le contrôle des températures des équipements et des locaux techniques.

Durant cette phase, le titulaire procédera également :

- à l'analyse des historiques d'événements ;
- à la vérification des paramètres d'exploitation ;
- aux ajustements de paramétrage éventuellement nécessaires ;
- à la correction des anomalies identifiées lors des premiers jours d'exploitation.

Toute anomalie susceptible d'affecter la disponibilité des installations devra être corrigée avant poursuite des travaux.

À l'issue de cette période de surveillance, une réunion de validation sera organisée entre le titulaire, l'exploitant, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre afin de statuer sur l'autorisation de poursuivre les travaux.

L'engagement de la phase suivante ne pourra être autorisé qu'après validation formelle du bon fonctionnement des installations concernées.

En cas de dysfonctionnement majeur ou d'anomalie non résolue, le maître d'œuvre pourra imposer la prolongation de la période de surveillance ou la mise en œuvre de la procédure de retour arrière définie au présent CCTP.

9.7. Phase 2 – Finalisation de la chaîne 2

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Après validation intermédiaire de la première phase de travaux, le remplacement des équipements restants de la chaîne 2 pourra être engagé.

Cette phase a pour objectif d'achever le renouvellement complet de la chaîne 2 et de valider l'ensemble de l'architecture retenue avant démarrage des travaux sur la chaîne 1.

Préalablement au démarrage de cette phase, le titulaire procédera :

- à la validation du retour d'expérience issu de la phase précédente ;
- à la mise à jour éventuelle des procédures d'intervention et de basculement ;
- à la vérification du bon fonctionnement des équipements déjà mis en service ;
- à la validation des analyses de risques associées à cette nouvelle phase.

Cette seconde phase comprendra notamment :

Dépose des équipements existants restants

- consignation des équipements concernés ;
- dépose des deux ASI existantes restantes de la chaîne 2 ;
- dépose des équipements auxiliaires devenus sans objet ;
- évacuation des matériels déposés conformément à la réglementation en vigueur.

Installation des nouveaux équipements

- installation des deux nouvelles ASI 500 kVA ;
- réalisation des raccordements de puissance ;
- réalisation des raccordements batteries ;
- raccordement définitif des liaisons du réseau R2 ;
- réalisation des raccordements de commande, de communication et de supervision ;
- raccordement des dispositifs d'asservissement et de sécurité associés.

Mise en service complète de la chaîne

Après achèvement des raccordements, le titulaire procédera :

- aux contrôles de câblage ;
- aux contrôles de serrage ;
- aux essais d'isolement ;
- aux contrôles de polarité ;
- aux vérifications fonctionnelles préalables ;
- au paramétrage définitif des équipements ;
- à la synchronisation des équipements fonctionnant en parallèle ;
- à la mise sous tension des nouvelles ASI ;
- à la mise en service complète de la chaîne 2 en présence du constructeur et de l'exploitant.

Essais fonctionnels

Les essais réalisés au cours de cette phase porteront notamment sur :

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- le fonctionnement en parallèle des trois ASI de la chaîne ;
- le partage de charge entre les équipements ;
- le fonctionnement du bypass statique intégré à chaque ASI ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le comportement des batteries ;
- les échanges de communication et de supervision ;
- les reports d'alarmes ;
- les fonctions d'asservissement et de sécurité.

L'ensemble des paramètres d'exploitation, alarmes et mesures nécessaires à la supervision devra être vérifié avant validation de la phase.

À l'issue des essais, un procès-verbal de validation de phase sera établi conjointement par le titulaire, l'exploitant et le maître d'œuvre.

Aucune intervention sur la chaîne 1 ne pourra être engagée avant validation complète de la chaîne 2.

9.8. Validation complète de la chaîne 2

À l'issue du remplacement complet des équipements de la chaîne 2, une période de surveillance renforcée d'une durée indicative d'une semaine sera observée avant autorisation de démarrer les travaux sur la chaîne 1.

Cette période a pour objectif de valider définitivement le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne 2 dans sa configuration finale et de confirmer la pertinence des choix techniques retenus pour le déploiement sur la chaîne 1.

Pendant cette période, les nouvelles installations seront exploitées dans les conditions normales de fonctionnement du Centre de Calcul sous surveillance renforcée du titulaire, de l'exploitant et du maître d'œuvre.

Les contrôles réalisés porteront notamment sur :

- le fonctionnement simultané des trois ASI en parallèle ;
- le partage équilibré des charges entre les différents équipements ;
- la stabilité des tensions et fréquences délivrées ;
- le fonctionnement des batteries en charge et en décharge ;
- le fonctionnement des bypass statiques intégrés ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le bon fonctionnement des interverrouillages de sécurité ;
- le fonctionnement des dispositifs d'asservissement des locaux batteries ;
- le fonctionnement des installations de ventilation associées ;
- le bon fonctionnement des reports d'alarmes ;
- le fonctionnement des échanges de communication avec les systèmes de supervision ;
- la cohérence des mesures électriques remontées en supervision ;
- l'absence d'alarmes intempestives ou récurrentes.

Durant cette phase, le titulaire procédera également :

- à l'analyse des historiques d'événements ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- à la vérification des paramètres de réglage ;
- à l'optimisation éventuelle des paramétrages ;
- à la correction des anomalies constatées ;
- à la mise à jour des schémas, synoptiques et documents d'exploitation.

Toute anomalie susceptible d'affecter la disponibilité ou la sécurité d'exploitation des installations devra être corrigée avant démarrage des travaux sur la chaîne 1.

À l'issue de cette période de surveillance, une réunion de validation sera organisée entre le titulaire, l'exploitant, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre afin de statuer sur l'autorisation de poursuivre les travaux.

Le démarrage des travaux sur la chaîne 1 ne pourra être engagé qu'après validation formelle du bon fonctionnement de la chaîne 2 dans sa configuration définitive.

En cas de dysfonctionnement majeur ou d'anomalie non résolue, le maître d'œuvre pourra imposer la prolongation de la période de surveillance, la réalisation d'essais complémentaires ou la mise en œuvre de la procédure de retour arrière définie au présent CCTP.

9.9. Phase 3 – Remplacement partiel de la chaîne 1

Après validation complète de la chaîne 2, les travaux de remplacement de la chaîne 1 pourront être engagés.

Cette phase a pour objectif d'initier le renouvellement de la chaîne 1 en s'appuyant sur le retour d'expérience acquis lors des opérations réalisées sur la chaîne 2.

Les travaux sur la chaîne 1 seront réalisés de manière progressive afin de maintenir un niveau de disponibilité compatible avec les exigences d'exploitation du site.

Préalablement aux opérations de remplacement, le titulaire procédera :

- à la vérification du bon fonctionnement de la chaîne 2 nouvellement mise en service ;
- à la validation des procédures d'intervention et de basculement mises à jour ;
- à la validation des analyses de risques associées à cette nouvelle phase ;
- à la vérification de l'état de fonctionnement des installations existantes de la chaîne 1 ;
- à la vérification des nouveaux équipements livrés ;
- à la mise à disposition des moyens d'essais et de manutention nécessaires.

Cette troisième phase comprendra notamment :

Dépose des équipements existants

- consignation des équipements concernés ;
- dépose de l'armoire NS existante de la chaîne 1 ;
- dépose de deux ASI existantes de la chaîne 1 ;
- évacuation des matériels déposés conformément à la réglementation en vigueur.

Installation des nouveaux équipements

- installation de la nouvelle armoire de super bypass de la chaîne 1 ;
- installation de deux nouvelles ASI 500 kVA ;
- réalisation des raccordements de puissance ;
- réalisation des raccordements batteries ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- raccordement des liaisons du réseau R2 ;
- réalisation des raccordements de commande, de communication et de supervision ;
- raccordement des dispositifs d'asservissement et de sécurité associés.

Les deux ASI existantes restantes de la chaîne 1 seront maintenues en exploitation pendant toute la durée de cette phase.

Mise en service

Après achèvement des raccordements, le titulaire procédera :

- aux contrôles de câblage ;
- aux contrôles de serrage ;
- aux essais d'isolement ;
- aux contrôles de polarité ;
- aux vérifications fonctionnelles préalables ;
- à la mise sous tension des nouveaux équipements ;
- au paramétrage des équipements ;
- à la mise en service réalisée en présence du constructeur et de l'exploitant.

Essais fonctionnels initiaux

Les essais réalisés au cours de cette phase porteront notamment sur :

- le fonctionnement normal des nouvelles ASI ;
- le fonctionnement des circuits batteries ;
- le fonctionnement du bypass statique intégré ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- les échanges de communication et de supervision ;
- les reports d'alarmes ;
- les fonctions d'asservissement et de sécurité ;
- le fonctionnement en parallèle des équipements installés.

À l'issue des essais, un procès-verbal de validation de phase sera établi conjointement par le titulaire, l'exploitant et le maître d'œuvre.

Aucune poursuite des travaux sur la chaîne 1 ne pourra être engagée avant validation formelle de cette troisième phase.

9.10. Validation intermédiaire n°2

À l'issue de la mise en service de la troisième phase de travaux, une période de surveillance renforcée d'une durée indicative d'une semaine sera observée avant autorisation de poursuivre les opérations de remplacement sur la chaîne 1.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Cette période a pour objectif de valider le bon fonctionnement des nouveaux équipements installés, de confirmer l'absence d'impact sur la continuité d'exploitation du Centre de Calcul et de sécuriser la poursuite des travaux.

Pendant cette période, les nouvelles installations seront exploitées dans les conditions normales de fonctionnement du site sous surveillance renforcée du titulaire, de l'exploitant et du maître d'œuvre.

Les contrôles réalisés porteront notamment sur :

- le fonctionnement général des nouvelles ASI ;
- le partage de charge entre les équipements en service ;
- la stabilité des tensions et fréquences délivrées ;
- le fonctionnement des batteries ;
- le fonctionnement des bypass statiques intégrés ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le bon fonctionnement des dispositifs d'asservissement et de sécurité ;
- le fonctionnement des installations de ventilation associées ;
- le fonctionnement des échanges de communication avec les systèmes de supervision ;
- le fonctionnement des reports d'alarmes ;
- l'absence d'alarmes intempestives ou récurrentes ;
- le contrôle des températures des équipements et des locaux techniques.

Durant cette phase, le titulaire procédera également :

- à l'analyse des historiques d'événements ;
- à la vérification des paramètres de réglage ;
- aux ajustements de paramétrage éventuellement nécessaires ;
- à la correction des anomalies identifiées lors des premiers jours d'exploitation.

Toute anomalie susceptible d'affecter la disponibilité ou la sécurité d'exploitation des installations devra être corrigée avant poursuite des travaux.

À l'issue de cette période de surveillance, une réunion de validation sera organisée entre le titulaire, l'exploitant, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre afin de statuer sur l'autorisation de poursuivre les travaux.

L'engagement de la phase suivante ne pourra être autorisé qu'après validation formelle du bon fonctionnement des installations concernées.

En cas de dysfonctionnement majeur ou d'anomalie non résolue, le maître d'œuvre pourra imposer la prolongation de la période de surveillance, la réalisation d'essais complémentaires ou la mise en œuvre de la procédure de retour arrière définie au présent CCTP.

9.11. Phase 4 – Finalisation de la chaîne 1

Après validation intermédiaire de la troisième phase de travaux, le remplacement des équipements restants de la chaîne 1 pourra être engagé.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Cette phase a pour objectif d'achever le renouvellement complet de la chaîne 1 et de finaliser l'ensemble de l'architecture secourue du Centre de Calcul.

Préalablement au démarrage de cette phase, le titulaire procédera :

- à la validation du retour d'expérience issu de la phase précédente ;
- à la mise à jour éventuelle des procédures d'intervention et de basculement ;
- à la vérification du bon fonctionnement des équipements déjà mis en service ;
- à la validation des analyses de risques associées à cette nouvelle phase.

Cette quatrième phase comprendra notamment :

Dépose des équipements existants restants

- consignation des équipements concernés ;
- dépose des deux ASI existantes restantes de la chaîne 1 ;
- dépose des équipements auxiliaires devenus sans objet ;
- évacuation des matériels déposés conformément à la réglementation en vigueur.

Installation des nouveaux équipements

- installation des deux nouvelles ASI 500 kVA ;
- réalisation des raccordements de puissance ;
- réalisation des raccordements batteries ;
- raccordement définitif des liaisons du réseau R2 ;
- réalisation des raccordements de commande, de communication et de supervision ;
- raccordement des dispositifs d'asservissement et de sécurité associés.

Mise en service complète de la chaîne

Après achèvement des raccordements, le titulaire procédera :

- aux contrôles de câblage ;
- aux contrôles de serrage ;
- aux essais d'isolement ;
- aux contrôles de polarité ;
- aux vérifications fonctionnelles préalables ;
- au paramétrage définitif des équipements ;
- à la synchronisation des équipements fonctionnant en parallèle ;
- à la mise sous tension des nouvelles ASI ;
- à la mise en service complète de la chaîne 1 en présence du constructeur et de l'exploitant.

Essais fonctionnels

Les essais réalisés au cours de cette phase porteront notamment sur :

- le fonctionnement en parallèle des quatre ASI de la chaîne ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- le partage de charge entre les équipements ;
- le fonctionnement des bypass statiques intégrés ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le comportement des batteries ;
- les échanges de communication et de supervision ;
- les reports d'alarmes ;
- les fonctions d'asservissement et de sécurité.

L'ensemble des paramètres d'exploitation, alarmes et mesures nécessaires à la supervision devra être vérifié avant validation de la phase.

À l'issue des essais, un procès-verbal de validation de phase sera établi conjointement par le titulaire, l'exploitant et le maître d'œuvre.

Aucune opération de réception des installations ne pourra être engagée avant validation complète de cette quatrième phase.

9.12. Validation complète de la chaîne 1

À l'issue du remplacement complet des équipements de la chaîne 1, une période de surveillance renforcée d'une durée indicative d'une semaine sera observée avant engagement des essais définitifs et prononcé de la réception des installations.

Cette période a pour objectif de valider définitivement le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne 1 dans sa configuration finale et de confirmer le bon fonctionnement global de l'architecture secourue du Centre de Calcul.

Pendant cette période, les nouvelles installations seront exploitées dans les conditions normales de fonctionnement du site sous surveillance renforcée du titulaire, de l'exploitant et du maître d'œuvre.

Les contrôles réalisés porteront notamment sur :

- le fonctionnement simultané des quatre ASI en parallèle ;
- le partage équilibré des charges entre les différents équipements ;
- la stabilité des tensions et fréquences délivrées ;
- le fonctionnement des batteries en charge et en décharge ;
- le fonctionnement des bypass statiques intégrés ;
- le fonctionnement du super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le bon fonctionnement des interverrouillages de sécurité ;
- le fonctionnement des dispositifs d'asservissement des locaux batteries ;
- le fonctionnement des installations de ventilation associées ;
- le bon fonctionnement des reports d'alarmes ;
- le fonctionnement des échanges de communication avec les systèmes de supervision ;
- la cohérence des mesures électriques remontées en supervision ;
- l'absence d'alarmes intempestives ou récurrentes.

Durant cette phase, le titulaire procédera également :

- à l'analyse des historiques d'événements ;
- à la vérification des paramètres de réglage ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- à l'optimisation éventuelle des paramétrages ;
- à la correction des anomalies constatées ;
- à la mise à jour des schémas, synoptiques et documents provisoires d'exploitation.

Toute anomalie susceptible d'affecter la disponibilité ou la sécurité d'exploitation des installations devra être corrigée avant engagement des essais définitifs.

À l'issue de cette période de surveillance, une réunion de validation sera organisée entre le titulaire, l'exploitant, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre afin de statuer sur l'autorisation d'engager les essais contractuels définitifs.

En cas de dysfonctionnement majeur ou d'anomalie non résolue, le maître d'œuvre pourra imposer la prolongation de la période de surveillance, la réalisation d'essais complémentaires ou la mise en œuvre de la procédure de retour arrière définie au présent CCTP.

L'engagement des essais définitifs et des opérations de réception ne pourra intervenir qu'après validation formelle du bon fonctionnement de la chaîne 1 dans sa configuration définitive.

9.13. Procédure de retour arrière

Compte tenu du caractère critique des installations concernées, le titulaire établira, avant le démarrage des travaux, une procédure détaillée de retour arrière pour chacune des phases de remplacement définies au présent CCTP.

Cette procédure aura pour objectif de garantir, à tout moment, la continuité d'alimentation des charges critiques en cas d'incident, de dysfonctionnement ou de non-conformité constaté sur les nouveaux équipements.

Les procédures de retour arrière devront être rédigées, analysées et validées par le maître d'œuvre et l'exploitant avant toute intervention sur les installations existantes.

Pour chaque phase de travaux, le titulaire définira notamment :

- les conditions de déclenchement de la procédure de retour arrière ;
- les responsabilités des différents intervenants ;
- les séquences détaillées de manœuvre ;
- les moyens humains et matériels nécessaires ;
- les temps estimatifs de retour à une configuration sécurisée ;
- les modalités de communication entre les différents acteurs.

La procédure devra permettre :

- le maintien de l'alimentation des charges critiques ;
- la remise en configuration normale des installations en cas d'anomalie ;
- le retour à une configuration d'exploitation validée ;
- la sécurisation des équipements et des personnes.

Pendant les premières phases de remplacement, tant que les équipements existants seront encore disponibles, le retour arrière devra privilégier le rétablissement de l'architecture d'origine après analyse des causes du dysfonctionnement.

Lorsque les équipements existants auront été définitivement déposés, la procédure de retour arrière devra permettre le maintien de l'alimentation des charges critiques au moyen des nouvelles installations et des dispositifs de super bypass.

Le titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires afin que chaque phase de travaux puisse être interrompue et sécurisée sans perte d'alimentation des installations critiques.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Toute anomalie majeure constatée pendant les opérations de mise en service, les essais ou les périodes de surveillance renforcée devra faire l'objet :

- d'une analyse des causes ;
- de la mise en œuvre immédiate des mesures conservatoires nécessaires ;
- de l'information du maître d'œuvre et de l'exploitant ;
- de la décision conjointe de poursuite des travaux, de prolongation des essais ou d'activation de la procédure de retour arrière.

Les procédures de retour arrière feront l'objet d'essais documentés avant toute opération de basculement définitif.

L'ensemble des procédures validées sera intégré au DOE ainsi qu'aux documents d'exploitation remis au maître d'ouvrage.

9.14. Validation finale

À l'issue du remplacement complet des deux chaînes secourues, le titulaire procédera à une phase de validation finale destinée à confirmer le bon fonctionnement global des installations dans leur configuration définitive.

Cette validation finale conditionnera l'engagement des opérations préalables à la réception des travaux.

L'ensemble des équipements devra être pleinement opérationnel, intégré à l'environnement existant et exploitable par les équipes du Centre de Calcul.

La validation finale portera notamment sur les points suivants :

- fonctionnement normal des deux chaînes secourues ;
- fonctionnement des ASI en configuration parallèle ;
- partage de charge entre les équipements ;
- fonctionnement des batteries en charge et en décharge ;
- fonctionnement des bypass statiques intégrés ;
- fonctionnement des armoires de super bypass ;
- fonctionnement du réseau R2 ;
- fonctionnement des interverrouillages de sécurité ;
- fonctionnement des dispositifs d'asservissement des locaux batteries ;
- fonctionnement des installations de ventilation associées ;
- fonctionnement des échanges de communication avec les systèmes de supervision ;
- fonctionnement des reports d'alarmes et états d'exploitation ;
- cohérence des mesures électriques remontées en supervision ;
- conformité des schémas et synoptiques d'exploitation.

Le titulaire réalisera l'ensemble des essais contractuels prévus au présent CCTP afin de démontrer les performances attendues des nouvelles installations.

Ces essais comprendront notamment :

- les essais fonctionnels de chaque ASI ;
- les essais de fonctionnement en parallèle ;
- les essais de transfert sur bypass ;
- les essais de fonctionnement sur batteries ;
- les essais de perte réseau ;
- les essais de reprise sur groupe électrogène ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les essais des dispositifs d'asservissement ;
- les essais des échanges de communication et de supervision ;
- les essais des procédures de retour arrière.

L'ensemble des anomalies identifiées au cours des essais devra être corrigé avant prononcé de la réception.

À l'issue des essais, une réunion de validation finale sera organisée entre le titulaire, le maître d'ouvrage, l'exploitant, le constructeur et le maître d'œuvre.

Cette réunion aura pour objet :

- de présenter les résultats des essais réalisés ;
- de statuer sur la conformité des installations ;
- d'identifier les éventuelles réserves ;
- de définir, le cas échéant, les actions correctives à réaliser avant réception.

La réception des installations ne pourra être prononcée qu'après :

- validation de l'ensemble des essais contractuels ;
- remise des rapports d'essais et procès-verbaux associés ;
- remise des procédures d'exploitation ;
- remise des documents DOE provisoires ;
- levée des anomalies critiques susceptibles d'affecter la disponibilité ou la sécurité des installations.

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité d'exiger des essais complémentaires si les résultats obtenus ne permettent pas de démontrer le respect des performances attendues.

La réception définitive des travaux sera prononcée conformément aux dispositions du marché après levée des éventuelles réserves émises lors des opérations préalables à la réception.

10. ESSAIS ET RECEPTION

10.1. Programme général d'essais

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Le titulaire réalisera l'ensemble des essais nécessaires afin de démontrer la conformité des installations aux exigences du présent CCTP ainsi que le bon fonctionnement des équipements dans leur configuration définitive d'exploitation.

Les essais seront réalisés sous l'entière responsabilité du titulaire, qui fournira l'ensemble des moyens humains, matériels et instrumentations nécessaires à leur exécution.

Avant le démarrage des essais, le titulaire remettra au maître d'œuvre et à l'exploitant un programme détaillé précisant notamment :

- le calendrier prévisionnel des essais ;
- la nature des essais réalisés ;
- les procédures détaillées d'essais ;
- les séquences de consignation et de basculement associées ;
- les moyens de mesure utilisés ;
- les critères d'acceptation retenus ;
- les intervenants présents lors des essais.

Les procédures d'essais devront être validées par le maître d'œuvre et l'exploitant avant toute intervention sur les installations.

Les essais seront réalisés en présence des représentants du titulaire, du maître d'œuvre, de l'exploitant et, pour les opérations concernées, du constructeur des équipements.

L'ensemble des essais sera réalisé après achèvement des travaux, paramétrage complet des équipements et validation des contrôles préalables à la mise sous tension.

Les essais devront permettre de vérifier notamment :

- le bon fonctionnement des ASI ;
- le fonctionnement des armoires de super bypass ;
- le fonctionnement du réseau R2 ;
- le fonctionnement des batteries ;
- le fonctionnement des dispositifs d'asservissement et de sécurité ;
- le fonctionnement des échanges de communication et de supervision ;
- le bon déroulement des séquences de basculement et de retour à l'exploitation normale ;
- la conformité des performances attendues.

Dans la mesure où les conditions d'exploitation du site le permettent, les essais seront réalisés avec les charges réelles du Centre de Calcul.

Toute anomalie constatée au cours des essais devra être corrigée par le titulaire avant poursuite des opérations.

Les essais ayant conduit à l'identification d'une anomalie feront l'objet d'une nouvelle exécution après correction des défauts constatés.

Pour chaque essai réalisé, le titulaire établira un procès-verbal mentionnant au minimum :

- l'objet de l'essai ;
- la date et l'heure de réalisation ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les intervenants présents ;
- les équipements concernés ;
- les mesures relevées ;
- les résultats obtenus ;
- les éventuelles anomalies constatées ;
- les actions correctives mises en œuvre ;
- la conclusion de l'essai.

L'ensemble des essais réalisés fera l'objet de procès-verbaux détaillés intégrés au DOE.

10.2. Contrôles avant mise sous tension

Avant toute mise sous tension des nouvelles installations, le titulaire réalisera l'ensemble des contrôles et vérifications nécessaires afin de garantir la sécurité des personnes, l'intégrité des équipements et la conformité des installations.

Aucune mise sous tension ne pourra être effectuée sans validation préalable du maître d'œuvre et de l'exploitant.

Les contrôles avant mise sous tension comprendront notamment :

Contrôles documentaires

Le titulaire vérifiera :

- la conformité des équipements installés par rapport aux documents d'exécution validés ;
- la conformité des schémas électriques ;
- la conformité des repérages ;
- la cohérence des réglages et paramétrages prévus.

Contrôles visuels

Le titulaire procédera à une inspection complète des installations afin de vérifier notamment :

- la conformité des équipements installés ;
- la qualité des raccordements réalisés ;
- l'absence de détérioration des matériels ;
- le respect des distances d'isolement ;
- la conformité des cheminements ;
- la présence et la conformité des dispositifs de protection ;
- la présence des repérages réglementaires.

Contrôles mécaniques

Le titulaire réalisera notamment :

- le contrôle du serrage de l'ensemble des raccordements de puissance et de commande ;
- le contrôle des couples de serrage conformément aux prescriptions constructeurs ;
- le contrôle du verrouillage des appareillages ;
- le contrôle des interverrouillages mécaniques ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- le contrôle de la fixation des équipements et des supports.

Contrôles électriques

Le titulaire procédera notamment :

- aux mesures de continuité des conducteurs de protection ;
- aux mesures d'isolement des circuits de puissance et de commande ;
- au contrôle des polarités des circuits continus ;
- au contrôle des séquences de phases ;
- à la vérification de l'absence de court-circuit ;
- à la vérification des tensions d'alimentation ;
- au contrôle des mises à la terre et liaisons équipotentielles.

Contrôles fonctionnels préalables

Avant toute mise sous tension, le titulaire vérifiera :

- le paramétrage des ASI ;
- le paramétrage des interfaces de communication ;
- le paramétrage des dispositifs de supervision ;
- le bon fonctionnement des organes de commande ;
- le bon fonctionnement des reports d'états et d'alarmes ;
- le bon fonctionnement des dispositifs d'asservissement ;
- la conformité des réglages des protections électriques.

Les résultats des contrôles réalisés feront l'objet d'un enregistrement formalisé et seront tenus à disposition du maître d'œuvre.

La mise sous tension des installations ne pourra être autorisée qu'après validation de l'ensemble des contrôles prévus au présent chapitre.

10.3. Essais des ASI

Les essais des ASI ont pour objectif de vérifier le bon fonctionnement des équipements dans leur configuration définitive d'exploitation, de valider leurs performances et de démontrer leur aptitude à assurer la continuité d'alimentation des charges critiques du Centre de Calcul.

Les essais seront réalisés après achèvement complet des raccordements, validation des contrôles préalables à la mise sous tension et mise en service des équipements par le constructeur.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Vérification du fonctionnement normal

Le titulaire vérifiera pour chaque ASI :

- le démarrage normal des équipements ;
- le bon fonctionnement des redresseurs ;
- le bon fonctionnement des onduleurs ;
- le bon fonctionnement des chargeurs batteries ;
- l'absence d'alarmes ou de défauts permanents ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- la conformité des paramètres de fonctionnement.

Vérification des performances électriques

Le titulaire procédera notamment :

- au contrôle des tensions de sortie ;
- au contrôle de la fréquence de sortie ;
- au contrôle du facteur de puissance ;
- au contrôle du taux de charge ;
- au contrôle de l'équilibrage des charges entre phases ;
- au contrôle de la qualité de l'énergie délivrée.

Les mesures réalisées devront être conformes aux performances garanties par le constructeur.

Fonctionnement en parallèle

Le titulaire vérifiera :

- la synchronisation des équipements fonctionnant en parallèle ;
- le partage équilibré des charges entre les ASI ;
- la stabilité du fonctionnement en régime établi ;
- le maintien du fonctionnement en cas d'isolement d'une ASI ;
- l'absence d'oscillation ou d'instabilité entre équipements.

Les écarts de partage de charge devront rester compatibles avec les tolérances admises par le constructeur.

Fonctionnement des batteries

Le titulaire vérifiera :

- le bon fonctionnement des chargeurs batteries ;
- le bon fonctionnement des circuits de décharge ;
- la commutation automatique sur batteries ;
- le retour automatique en fonctionnement normal après rétablissement des alimentations ;
- les reports d'états et d'alarmes associés.

Fonctionnement du bypass statique intégré

Pour chaque ASI, le titulaire vérifiera :

- le transfert automatique vers le bypass statique ;
- le retour automatique vers l'onduleur ;
- le transfert manuel vers le bypass ;
- le bon fonctionnement des synchronisations nécessaires au transfert ;
- les états et alarmes associés.

Les transferts devront être réalisés sans perturbation des charges critiques.

Essais en charge réelle

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Dans la mesure où les conditions d'exploitation du site le permettent, les essais seront réalisés avec les charges réelles du Centre de Calcul.

Ces essais devront notamment permettre de valider :

- le comportement des ASI sous charge réelle ;
- la stabilité des équipements ;
- le partage des charges entre ASI ;
- le comportement des équipements lors des variations de charge ;
- le maintien de la qualité de l'énergie délivrée.

Vérification des alarmes et communications

Le titulaire vérifiera :

- les alarmes locales ;
- les reports d'états ;
- les échanges avec la supervision ;
- la remontée des mesures électriques ;
- la cohérence des historiques d'événements.

10.4. Essais du super bypass

Les essais du super bypass ont pour objectif de vérifier le bon fonctionnement des armoires de bypass, de valider les séquences d'exploitation prévues et de garantir la continuité d'alimentation des charges critiques lors des opérations de transfert et de maintenance.

Les essais seront réalisés après achèvement complet des raccordements, validation des contrôles préalables à la mise sous tension et mise en service des équipements.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Vérification des appareillages

Le titulaire vérifiera notamment :

- le bon fonctionnement mécanique des organes de coupure ;
- la conformité des positions des appareillages ;
- le bon fonctionnement des dispositifs de verrouillage ;
- le bon fonctionnement des dispositifs d'interverrouillage ;
- la conformité du repérage des organes de manœuvre.

Vérification des mesures et signalisation

Le titulaire procédera notamment :

- au contrôle des mesures électriques affichées localement ;
- à la vérification des voyants de signalisation ;
- au contrôle des reports d'états ;
- au contrôle des reports de défaut ;
- à la vérification de la cohérence des mesures remontées à la supervision.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Vérification des interverrouillages

Le titulaire vérifiera le bon fonctionnement de l'ensemble des interverrouillages mécaniques, électriques et fonctionnels prévus dans le cadre de l'opération.

Les essais permettront notamment de vérifier :

- l'impossibilité de réaliser des manœuvres incompatibles ;
- l'impossibilité de créer une configuration dangereuse pour les installations ;
- l'impossibilité de provoquer un couplage non autorisé des sources ;
- la cohérence des séquences d'exploitation prévues.

Essais de transfert

Le titulaire réalisera l'ensemble des essais nécessaires afin de valider les séquences de transfert prévues en exploitation.

Les essais porteront notamment sur :

- le passage de la chaîne en configuration bypass ;
- le retour à la configuration normale d'exploitation ;
- les séquences de maintenance prévues ;
- les procédures de remise en service ;
- les procédures de retour arrière.

Les différentes séquences de transfert devront être réalisées conformément aux procédures validées par le maître d'œuvre et l'exploitant.

Vérification de la continuité de service

Les essais devront démontrer que les différentes manœuvres prévues sur le super bypass peuvent être réalisées sans perte d'alimentation des charges critiques.

Toute perturbation des charges alimentées, tout défaut de fonctionnement ou toute incohérence des séquences de manœuvre fera l'objet d'une analyse et d'une correction avant poursuite des essais.

10.5. Essais du réseau 2

Les essais du réseau R2 ont pour objectif de vérifier le bon fonctionnement des nouvelles alimentations de bypass des ASI, de valider les séquences d'exploitation prévues et de garantir la disponibilité permanente des alimentations secourues.

Les essais seront réalisés après achèvement complet des raccordements, validation des contrôles préalables à la mise sous tension et mise en service des équipements.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Vérification des raccordements

Le titulaire procédera notamment :

- au contrôle de la conformité des sections et raccordements réalisés ;
- au contrôle du repérage des câbles ;
- à la vérification des séquences de phases ;
- au contrôle de la continuité des conducteurs ;
- au contrôle des mises à la terre et liaisons équipotentielles ;
- au contrôle du serrage de l'ensemble des raccordements.

Vérification des protections électriques

Le titulaire vérifiera :

- la conformité des calibres des protections installées ;
- le bon fonctionnement des dispositifs de protection ;
- la cohérence des réglages réalisés ;
- le bon fonctionnement des dispositifs de déclenchement ;
- la sélectivité des protections concernées.

Vérification des alimentations R2

Le titulaire procédera notamment :

- au contrôle des tensions d'alimentation ;
- au contrôle de la fréquence ;
- au contrôle des séquences de phases ;
- au contrôle de l'équilibrage des charges entre phases ;
- à la vérification de l'absence d'anomalie sur les alimentations.

Les mesures réalisées devront être conformes aux prescriptions du constructeur des ASI.

Essais fonctionnels

Le titulaire vérifiera :

- la présence effective de l'alimentation R2 sur chaque ASI ;
- le bon fonctionnement des reports d'états associés ;
- la cohérence des informations remontées à la supervision ;
- le maintien de l'alimentation du bypass statique en toutes circonstances prévues au présent marché.

Le titulaire vérifiera également que toute perte d'alimentation du réseau R2 génère les alarmes et reports correspondants.

Essais en situation dégradée

Des essais de perte de l'alimentation R2 seront réalisés afin de vérifier :

- le comportement des ASI en l'absence du réseau R2 ;
- le bon fonctionnement des alarmes associées ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- l'absence de perturbation sur les charges critiques ;
- le retour automatique à un fonctionnement normal après rétablissement de l'alimentation.

10.6. Essais des batteries

Les batteries existantes étant conservées dans le cadre de la présente opération, une campagne complète d'essais et de vérifications sera réalisée afin de s'assurer de leur compatibilité avec les nouvelles ASI et de valider leur aptitude à assurer la continuité d'alimentation des charges critiques.

Les essais seront réalisés après raccordement définitif des nouvelles ASI et avant validation des installations.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Contrôles visuels

Le titulaire procédera notamment :

- à la vérification de l'état général des batteries ;
- au contrôle de l'absence de détérioration mécanique ;
- au contrôle de l'état des bacs, connexions et accessoires ;
- à la vérification de l'absence de fuite, corrosion ou échauffement anormal ;
- au contrôle de l'état des câbles et des raccordements.

Contrôle des raccordements

Le titulaire vérifiera :

- le bon raccordement des batteries aux nouvelles ASI ;
- la conformité des polarités ;
- le serrage de l'ensemble des connexions ;
- la continuité des liaisons équipotentielles ;
- la conformité des dispositifs de protection associés.

Contrôles électriques

Le titulaire réalisera notamment :

- la mesure des tensions globales des chaînes batteries ;
- la mesure des tensions élémentaires par monobloc ou élément lorsque cela est applicable ;
- le contrôle des courants de charge ;
- le contrôle des paramètres de charge des nouvelles ASI ;
- le contrôle des alarmes batteries.

Les valeurs relevées devront être cohérentes avec les préconisations du constructeur des batteries et du constructeur des ASI.

Essais fonctionnels

Le titulaire vérifiera :

- le basculement automatique des ASI sur batteries en cas de disparition des alimentations normales ;
- le maintien de l'alimentation des charges critiques pendant le fonctionnement sur batteries ;
- le retour automatique en fonctionnement normal après rétablissement des alimentations ;
- le bon fonctionnement des reports d'états et d'alarmes associés.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Essais d'autonomie

Dans la mesure où les contraintes d'exploitation du site le permettent, des essais d'autonomie seront réalisés afin de vérifier le comportement des batteries en fonctionnement réel.

Ces essais permettront notamment de vérifier :

- la capacité des batteries à assurer l'autonomie attendue ;
- la stabilité des tensions pendant la décharge ;
- le comportement des nouvelles ASI pendant les phases de décharge et de recharge ;
- le bon fonctionnement des alarmes de fin d'autonomie.

Les modalités précises des essais d'autonomie seront définies conjointement avec l'exploitant afin de garantir la continuité d'exploitation du Centre de Calcul.

10.7. Essais de basculement

Les essais de basculement ont pour objectif de vérifier la continuité d'alimentation des charges critiques lors des différentes séquences d'exploitation prévues dans le cadre du présent projet.

Ces essais devront démontrer la capacité des nouvelles installations à assurer les transferts entre les différents modes de fonctionnement sans perturbation des équipements alimentés.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Basculement entre fonctionnement normal et bypass statique

Le titulaire procédera aux essais suivants :

- transfert automatique de l'onduleur vers le bypass statique ;
- retour automatique du bypass statique vers l'onduleur ;
- transfert manuel vers le bypass statique ;
- retour manuel vers le fonctionnement normal.

Les essais devront démontrer l'absence d'interruption ou de perturbation des charges critiques.

Basculement via le super bypass

Le titulaire réalisera les essais permettant de valider :

- le passage d'une chaîne en configuration bypass maintenance ;
- le retour en configuration normale d'exploitation ;
- les séquences de consignation prévues ;
- les procédures de remise en service.

Le fonctionnement des interverrouillages sera vérifié simultanément.

Essais de retrait d'une ASI

Pour chaque chaîne, le titulaire vérifiera :

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- le comportement des installations lors de l'isolement d'une ASI ;
- le maintien du fonctionnement des autres équipements en parallèle ;
- le bon partage des charges après retrait d'une ASI ;
- le maintien de l'alimentation des charges critiques.

Essais de remise en service

Après isolement ou retrait d'une ASI, le titulaire procédera :

- à la remise en service de l'équipement ;
- à sa resynchronisation avec les autres ASI ;
- à la vérification du partage de charge ;
- à la vérification de l'absence d'alarmes ou de défauts persistants.

Vérification des séquences d'exploitation

L'ensemble des séquences d'exploitation prévues au présent marché sera testé conformément aux procédures validées par le maître d'œuvre et l'exploitant.

Les essais devront notamment confirmer :

- la cohérence des procédures de basculement ;
- la bonne compréhension des séquences de manœuvre par les exploitants ;
- la conformité des procédures de retour à l'exploitation normale ;
- le bon fonctionnement des procédures de retour arrière.

10.8. Essais de perte réseau

Les essais de perte réseau ont pour objectif de vérifier le comportement des nouvelles installations en cas de disparition des alimentations normales et de valider le maintien de l'alimentation des charges critiques dans toutes les configurations d'exploitation prévues.

Ces essais seront réalisés en présence du maître d'œuvre, de l'exploitant et du constructeur des équipements.

Les modalités exactes des essais seront définies conjointement avec l'exploitant afin de garantir la sécurité des installations et la continuité d'exploitation du Centre de Calcul.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Perte du réseau normal

Le titulaire procédera à la simulation de la perte des alimentations normales afin de vérifier :

- le basculement automatique des ASI sur batteries ;
- l'absence d'interruption des charges critiques ;
- le maintien des performances électriques pendant la phase transitoire ;
- le bon fonctionnement des alarmes et reports associés ;
- le comportement des équipements pendant la durée de fonctionnement sur batteries.

Reprise sur groupe électrogène

Le titulaire vérifiera le comportement des installations lors de la reprise des charges par les groupes électrogènes existants.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Les essais devront notamment permettre de valider :

- la compatibilité des nouvelles ASI avec les groupes électrogènes existants ;
- le comportement des redresseurs lors de l'apparition des alimentations secourues ;
- l'absence d'instabilité ou de décrochage des équipements ;
- le maintien des charges critiques pendant les séquences de reprise ;
- l'absence d'alarmes ou de défauts anormaux.

Retour du réseau normal

Après rétablissement des alimentations normales, le titulaire vérifiera :

- le retour automatique des installations dans leur configuration normale d'exploitation ;
- le bon fonctionnement des séquences de resynchronisation ;
- la reprise automatique de la recharge des batteries ;
- l'absence de perturbation des charges critiques ;
- la cohérence des états et alarmes remontés à la supervision.

Vérification des alarmes et de la supervision

Le titulaire vérifiera notamment :

- les alarmes de perte réseau ;
- les alarmes de fonctionnement sur batteries ;
- les alarmes liées aux groupes électrogènes lorsque celles-ci sont disponibles ;
- les reports d'états vers la supervision ;
- l'enregistrement correct des événements dans les historiques.

10.9. Essais des asservissements

Les essais des asservissements ont pour objectif de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des dispositifs de sécurité, de surveillance et d'automatisme mis en œuvre dans le cadre de la présente opération.

Ces essais devront démontrer la cohérence des chaînes fonctionnelles, le bon fonctionnement des séquences d'asservissement et la remontée correcte des états et alarmes vers les systèmes de supervision.

Les essais porteront a minima sur les points suivants :

Vérification des dispositifs de ventilation

Le titulaire vérifiera :

- le fonctionnement des équipements de ventilation des locaux batteries ;
- le démarrage et l'arrêt des équipements de ventilation ;
- le bon fonctionnement des régulations associées ;
- le fonctionnement des dispositifs de variation de vitesse lorsqu'ils sont prévus dans le cadre de l'opération.

Vérification des capteurs et dispositifs de surveillance

Le titulaire vérifiera notamment :

- le fonctionnement des capteurs de débit d'air ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- le fonctionnement des pressostats différentiels ;
- la cohérence des seuils de déclenchement ;
- le bon fonctionnement des reports d'états associés.

Les valeurs mesurées devront être cohérentes avec les débits minimaux requis pour les locaux batteries.

Vérification des fonctions de sécurité

Le titulaire procédera aux essais permettant de valider :

- les défauts ventilation ;
- les défauts de débit d'air ;
- les défauts de pression ;
- les défauts d'alimentation des dispositifs d'asservissement ;
- le fonctionnement des alarmes associées.

Chaque défaut simulé devra générer l'ensemble des états, alarmes et reports prévus.

Vérification des inhibitions de charge batteries

Le titulaire vérifiera le bon fonctionnement des dispositifs d'inhibition de charge des batteries.

Les essais devront notamment permettre de valider :

- l'inhibition automatique de la charge des batteries en cas de défaut des systèmes de ventilation ;
- le retour automatique à un fonctionnement normal après disparition du défaut ;
- la génération des alarmes correspondantes ;
- la remontée des informations vers la supervision.

Vérification des échanges avec la supervision

Le titulaire vérifiera :

- la remontée des états d'exploitation ;
- la remontée des défauts ;
- la remontée des alarmes ;
- la cohérence des informations affichées en supervision ;
- l'enregistrement correct des événements dans les historiques.

L'ensemble des séquences d'asservissement fera l'objet d'essais documentés.

10.10. Essais GTC

Les essais GTC ont pour objectif de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble des échanges d'informations entre les nouvelles installations et le système de supervision du site.

Ces essais devront démontrer la cohérence des données échangées, la fiabilité des communications et la bonne remontée des états, mesures et alarmes nécessaires à l'exploitation des installations.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Les essais seront réalisés en présence du maître d'œuvre, de l'exploitant et des entreprises en charge des systèmes de supervision.

Les essais seront réalisés par la société XPERE, la mission du présent lot est un rôle d'assistance pour garantir la bonne interaction entre les deux lots.

Les essais porteront à minima sur les points suivants :

Vérification des communications

Le titulaire vérifiera notamment :

- le bon fonctionnement des réseaux de communication mis en œuvre ;
- le bon fonctionnement des interfaces de communication des ASI ;
- le bon fonctionnement des passerelles et équipements intermédiaires ;
- la continuité des échanges de données avec la supervision ;
- l'absence de perte de communication ou d'erreurs de transmission.

Vérification des états d'exploitation

Le titulaire vérifiera la remontée correcte des états d'exploitation des équipements, notamment :

- état marche/arrêt des ASI ;
- fonctionnement sur onduleur ;
- fonctionnement sur bypass statique ;
- fonctionnement sur batteries ;
- état des armoires de super bypass ;
- état des alimentations réseau R2 ;
- état des systèmes de ventilation associés.

Vérification des mesures électriques

Le titulaire vérifiera la cohérence des mesures affichées localement et remontées à la supervision, notamment :

- tensions ;
- intensités ;
- fréquence ;
- puissance active ;
- puissance apparente ;
- facteur de puissance ;
- taux de charge des ASI ;
- autonomie batteries lorsque l'information est disponible.

Les valeurs affichées en supervision devront être cohérentes avec les mesures réalisées localement sur les équipements.

Vérification des alarmes

Le titulaire simulera ou provoquera, lorsque cela est techniquement possible, l'ensemble des alarmes prévues dans le cadre du projet afin de vérifier :

- la remontée correcte des défauts ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- la cohérence des messages affichés ;
- la priorisation des alarmes ;
- l'acquittement des alarmes ;
- la disparition des alarmes après suppression du défaut.

Les essais porteront notamment sur :

- défaut ASI ;
- perte réseau ;
- fonctionnement sur batteries ;
- défaut ventilation ;
- défaut communication ;
- perte du réseau R2 ;
- défaut super bypass ;
- défaut charge batteries ;
- défaut capteurs et asservissements.

Vérification des historiques et archivages

Le titulaire vérifiera :

- l'enregistrement correct des événements ;
- l'horodatage des événements ;
- l'archivage des alarmes ;
- la conservation des historiques conformément aux fonctionnalités du système existant.

10.11. Thermographie infrarouge des installations

Avant la réception des travaux, le titulaire réalisera une campagne complète de thermographie infrarouge sur l'ensemble des équipements modifiés, créés ou raccordés dans le cadre de la présente opération.

Cette prestation a pour objectif de vérifier l'absence d'échauffement anormal, de défaut de raccordement ou de déséquilibre susceptible d'affecter la fiabilité et la disponibilité des installations.

Les contrôles seront réalisés par du personnel qualifié disposant des compétences et du matériel adaptés à ce type d'intervention.

La campagne de mesures sera effectuée après :

- achèvement complet des travaux ;
- mise en service définitive des équipements ;
- réalisation des essais fonctionnels ;
- fonctionnement des installations sous charge stabilisée.
-

Les contrôles porteront notamment sur :

- les nouvelles ASI ;
- les armoires de super bypass ;
- les jeux de barres ;
- les appareils de protection ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les organes de coupure ;
- les raccordements de puissance ;
- les liaisons batteries raccordées aux nouvelles ASI ;
- les départs du réseau R2 ;
- les raccordements sur les TGBT et TGHQ concernés ;
- l'ensemble des bornes, cosses, raccordements et connexions accessibles ayant fait l'objet d'une intervention.

Le titulaire analysera les éventuels écarts thermiques observés entre phases ainsi que les échauffements localisés pouvant traduire un défaut de serrage, un mauvais contact, un déséquilibre de charge ou une anomalie d'exploitation.

Tout échauffement anormal constaté devra faire l'objet :

- d'une analyse des causes ;
- des opérations correctives nécessaires ;
- d'un nouveau contrôle thermographique après remise en conformité.

La réception des travaux ne pourra être prononcée tant que les anomalies identifiées lors de la campagne thermographique n'auront pas été corrigées.

Le titulaire remettra au maître d'œuvre un rapport complet comprenant :

- la liste des équipements contrôlés ;
- les thermogrammes réalisés ;
- les photographies correspondantes en lumière visible ;
- les températures relevées ;
- les écarts de température constatés ;
- l'analyse des anomalies éventuelles ;
- les actions correctives mises en œuvre.

Le rapport sera intégré au DOE au format numérique PDF.

10.12. Réception

La réception des installations sera prononcée à l'issue de l'achèvement complet des travaux, de la réalisation de l'ensemble des essais contractuels et de la remise des documents exigés au présent marché.

Les opérations préalables à la réception seront réalisées en présence du maître d'ouvrage, du maître d'œuvre, de l'exploitant, du titulaire et, le cas échéant, des représentants des constructeurs.

Préalablement à la réception, le titulaire devra notamment :

- avoir achevé l'ensemble des travaux prévus au marché ;
- avoir réalisé avec succès l'ensemble des essais définis au chapitre 10 ;
- avoir corrigé les anomalies identifiées lors des essais ;
- avoir réalisé la campagne de thermographie infrarouge ;
- avoir remis les procès-verbaux d'essais ;
- avoir remis les procédures d'exploitation et de maintenance ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- avoir remis les documents DOE provisoires ;
- avoir assuré la formation des exploitants.

Les opérations préalables à la réception comprendront notamment :

- la vérification de la conformité des installations réalisées ;
- la vérification du fonctionnement global des installations ;
- la vérification de la conformité des documents remis ;
- la vérification du bon fonctionnement des systèmes de supervision ;
- la vérification des procédures d'exploitation.

À l'issue des opérations préalables à la réception, un procès-verbal sera établi par le maître d'œuvre précisant :

- la réception sans réserve ;
- la réception avec réserves ;
- ou le refus de réception.

La réception ne pourra être prononcée qu'après validation du bon fonctionnement de l'ensemble des installations et remise des documents contractuels exigés.

10.13. Réserves

Toute anomalie, non-conformité ou prestation inachevée constatée lors des opérations préalables à la réception fera l'objet d'une réserve inscrite au procès-verbal de réception.

Les réserves pourront notamment concerner :

- des non-conformités techniques ;
- des dysfonctionnements constatés lors des essais ;
- des anomalies de supervision ou de communication ;
- des écarts documentaires ;
- des prestations inachevées ;
- des défauts de repérage ou de signalisation.

Les réserves seront classées selon leur niveau de criticité.

Aucune réserve susceptible d'affecter la sécurité des personnes, la continuité d'exploitation ou la disponibilité des installations ne pourra être acceptée.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de différer la réception tant que les anomalies critiques n'auront pas été corrigées.

Le titulaire remettra au maître d'œuvre un planning de levée des réserves précisant les délais et modalités d'intervention associés.

10.14. Levée des réserves

Le titulaire procédera à la levée de l'ensemble des réserves émises lors des opérations préalables à la réception dans les délais fixés au procès-verbal de réception.

Chaque réserve levée fera l'objet :

- d'une vérification contradictoire ;
- de la remise des justificatifs nécessaires ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- de la réalisation d'essais complémentaires lorsque cela sera jugé nécessaire par le maître d'œuvre.

Les essais ayant nécessité des actions correctives seront reconduits afin de vérifier l'efficacité des mesures mises en œuvre.

La levée définitive des réserves sera prononcée par le maître d'œuvre après constat du parfait achèvement des prestations concernées.

Lorsque l'ensemble des réserves aura été levé, un procès-verbal de levée des réserves sera établi.

Le titulaire demeurera responsable du bon fonctionnement des installations pendant toute la durée des garanties contractuelles et légales applicables au marché.

11. FORMATION ET TRANSFERT D'EXPLOITATION

11.1. Sauvegardes et paramétrages

Avant la réception des travaux, le titulaire remettra au maître d'ouvrage l'ensemble des sauvegardes et fichiers de paramétrage nécessaires à l'exploitation et à la maintenance future des installations.

Les éléments remis comprendront notamment :

- les sauvegardes complètes des ASI ;
- les fichiers de paramétrage des équipements de communication ;
- les fichiers de configuration des interfaces de supervision ;
- les sauvegardes des équipements d'instrumentation communicants ;
- les paramètres de réglage des protections et automatismes.

L'ensemble des fichiers sera remis sous format numérique exploitable et intégré au DOE.

11.2. Mise à jour des synoptiques d'exploitation

Après validation du DOE par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage, le titulaire procédera à la mise à jour des synoptiques d'exploitation présents dans les locaux techniques.

À ce titre, le titulaire devra réaliser, fournir et poser deux plaques synoptiques permanentes représentant les installations électriques concernées par l'opération.

Ces plaques reprendront notamment :

- l'architecture générale de distribution ;
- les ASI ;
- les armoires de super bypass ;
- les tableaux principaux ;
- les liaisons principales ;
- les sections de câbles ;
- les protections principales ;
- les fonctions de bypass ;
- les équipements créés ou modifiés dans le cadre du présent projet.

Les plaques seront réalisées sur support rigide durable de type aluminium gravé, aluminium imprimé ou équivalent approuvé par le maître d'œuvre.

Les dimensions, le mode de représentation, la charte graphique et le niveau de détail devront être cohérents avec les synoptiques actuellement présents sur site.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

Une plaque sera réalisée pour la chaîne 1 et une plaque sera réalisée pour la chaîne 2.

La fabrication des plaques ne pourra être engagée qu'après validation définitive du DOE et des schémas de récolement.

La fourniture, la pose et le remplacement des plaques existantes sont inclus dans les prestations du titulaire.

11.3. Formation des exploitants

Le titulaire assurera la formation des équipes d'exploitation et de maintenance désignées par le maître d'ouvrage.

Cette formation sera réalisée après mise en service définitive des installations et avant les opérations de réception.

La prestation comprendra au minimum une journée de formation sur site dispensée par du personnel qualifié, en présence du constructeur des ASI.

La formation portera notamment sur :

- l'architecture générale des installations ;
- le fonctionnement des ASI ;
- le fonctionnement des armoires de super bypass ;
- les procédures de basculement ;
- les procédures de retour à l'exploitation normale ;
- les procédures de retour arrière ;
- l'interprétation des alarmes et défauts ;
- l'utilisation des interfaces locales et des outils de supervision ;
- les opérations courantes d'exploitation et de maintenance de premier niveau.

Un support de formation sera remis aux participants et intégré au DOE.

12. GARANTIES ET MAINTENANCE

12.1. Garanties

Les équipements fournis dans le cadre du présent marché bénéficieront des garanties légales et contractuelles applicables.

Le titulaire garantira le parfait achèvement des prestations réalisées ainsi que le bon fonctionnement des équipements installés pendant toute la durée des garanties réglementaires.

Les équipements fournis devront bénéficier des garanties constructeurs en vigueur à la date de réception des installations.

La mise en service des nouvelles ASI devra être réalisée ou validée par le constructeur afin de permettre l'activation complète des garanties constructeur.

Le titulaire remettra au maître d'ouvrage, lors de la réception, l'ensemble des certificats et documents justificatifs relatifs aux garanties applicables.

Pendant la période de garantie, toute anomalie, défaillance ou dysfonctionnement imputable aux matériels fournis, aux paramétrages réalisés ou aux travaux exécutés devra être corrigé par le titulaire, sans frais complémentaires pour le maître d'ouvrage.

Les interventions réalisées au titre de la garantie comprendront notamment :

- le diagnostic des défauts ;
- les déplacements ;
- la main-d'œuvre ;
- le remplacement des matériels défectueux ;
- les opérations de reparamétrage ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- les essais nécessaires à la remise en service.

Toute intervention réalisée au titre de la garantie devra faire l'objet d'un compte-rendu transmis au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage.

12.2. Assistance à l'exploitation

À compter de la mise en service des nouvelles installations et pendant la période de garantie, le titulaire assurera une assistance technique destinée à accompagner les équipes d'exploitation lors de la prise en main des nouveaux équipements.

Cette assistance comprendra notamment :

- l'assistance lors des premières opérations d'exploitation ;
- l'assistance lors des premiers basculements programmés ;
- l'assistance à l'analyse des alarmes et événements ;
- l'assistance au diagnostic des éventuels dysfonctionnements ;
- l'assistance au paramétrage des équipements lorsque nécessaire.

Le titulaire mettra à disposition du maître d'ouvrage les coordonnées des interlocuteurs techniques ainsi que les modalités de contact permettant d'obtenir une assistance en cas de besoin.

Pendant la période de garantie, le titulaire s'engage à apporter son support technique afin de garantir la continuité d'exploitation des installations et le maintien des performances attendues.

Les modalités détaillées d'assistance et les délais d'intervention proposés seront précisés dans l'offre du titulaire.

12.3. Disponibilité des pièces de rechange

Le titulaire garantira la disponibilité des pièces de rechange nécessaires à l'exploitation et à la maintenance des équipements installés.

Lors de la remise du DOE, le titulaire fournira la liste des pièces de rechange critiques recommandées par les constructeurs.

Cette liste précisera notamment :

- la désignation des pièces ;
- la référence constructeur ;
- les quantités recommandées ;
- les délais d'approvisionnement indicatifs.

Le titulaire précisera également la durée prévisionnelle de disponibilité des pièces de rechange pour les équipements proposés.

Les équipements proposés devront provenir de gammes industrielles pérennes bénéficiant d'un support constructeur adapté à la criticité des installations.

Le titulaire indiquera les modalités d'approvisionnement des pièces critiques ainsi que les dispositions prévues en cas d'obsolescence des équipements.

Le maître d'ouvrage se réserve la possibilité d'acquérir tout ou partie des pièces de rechange recommandées dans le cadre d'un marché complémentaire ou d'un futur contrat de maintenance.

13. Prestation supplémentaire éventuelle – MODULE DE BRET

13.1. Objet de l'option

La présente option porte sur l'extension du système de surveillance des batteries existant afin d'assurer le suivi individuel des monoblocs des batteries conservées dans le cadre du présent projet.

Cette prestation fera l'objet d'un chiffrage séparé dans la DPGF.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

13.2. État de l'installation existante

Le Centre de Calcul est actuellement équipé d'un système de surveillance des batteries permettant le suivi individuel des monoblocs.

Ce système, installé par la société **DEVELEC**, est conservé dans le cadre de la présente opération et restera en exploitation après le remplacement des ASI.

Les candidats sont réputés avoir pris connaissance de cette installation existante et devront intégrer dans leur offre toutes les dispositions nécessaires à son extension, à son raccordement et à son parfait fonctionnement.

13.3. Prestations attendues

L'option comprendra notamment :

- la fourniture des modules de mesure nécessaires à l'extension du système de surveillance ;
- la fourniture des câbles, connectiques, interfaces et accessoires associés ;
- l'installation sur les trois ensembles batteries concernés ;
- le raccordement au système existant ;
- le paramétrage des équipements ;
- les essais fonctionnels ;
- la mise en service complète ;
- la mise à jour de la documentation technique.

Les équipements devront notamment permettre la mesure individuelle de la tension et de la résistance interne de chaque monobloc, ainsi que la transmission des informations vers le système de supervision existant.

Les installations concernées comprennent :

- **3 ensembles batteries**, correspondant à **3 ASI** ;
- **3 branches de 47 monoblocs par ASI** ;
- soit un total de **423 monoblocs** à surveiller.

La prestation comprendra notamment la fourniture et l'installation de **3 x 36 modules de mesure BRET**, conformément à l'architecture du système existant, ainsi que l'ensemble des câbles de mesure, accessoires de raccordement, interfaces et éléments nécessaires à leur parfaite intégration.

13.4. Compatibilité des équipements

L'ensemble des équipements proposés devra être totalement compatible avec le système de surveillance actuellement installé sur le site.

Toute solution différente de celle actuellement déployée devra être accompagnée d'une note technique démontrant :

- la compatibilité complète avec les équipements existants ;

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne

- l'absence de régression fonctionnelle ;
- l'absence de remplacement des équipements actuellement en service ;
- l'absence de coût complémentaire pour le maître d'ouvrage lié à l'intégration de cette solution.

L'ensemble des adaptations nécessaires à l'interfaçage avec les installations existantes sera réputé inclus dans le prix de l'option.

13.5. Mise en service

La prestation comprendra le paramétrage complet des équipements, la vérification des mesures de tension et de résistance interne, les essais de communication avec le système existant, les essais fonctionnels et la remise d'un procès-verbal de mise en service.

Adresse : 21 Av. Pierre de Coubertin, 69100 Villeurbanne