

**CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE
GRENOBLE ALPES**

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES



**ELECTRICITE COURANT FORT
REGLES DE REALISATIONS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES**

Version : 2026

Rédacteur des précédentes versions : Y.ORAND, F.MINGRAT
Rédaction V2026 : Pierrick VIOLET
Relecture : En cours par service CFO
Validation :

TABLE DES MATIERES

1	Objet et champs d'application	4
2	Règles et principes	5
2.1	Contexte et objectifs	5
2.2	Ecart par rapport à la C15-211	6
2.3	Schéma de principe	7
2.4	Alimentation normale : EDF.....	14
2.5	Alimentation de remplacement : GE.....	14
2.6	Schéma de liaisons à la terre (SLT – Régime de neutre)	14
2.7	Limite des chutes de tension	14
2.8	Sélectivité de l'installation	15
2.9	Compensation de l'énergie réactive	15
2.10	Filtrage des harmoniques	16
2.11	Protection contre les champs électromagnétiques	17
3	Spécification technique	18
3.1	EDF	18
3.2	HTA	18
3.3	Groupe Electrogène.....	23
3.4	TGBT.....	24
3.5	TGS.....	28
3.6	Tableau Général Ondulée (TGO)	30
3.7	Tableau divisionnaire (TD)	35
3.8	Tableau divisionnaire ondulé (TDO)	40
3.9	Armoire électrique pour les salles d'opérations (Baie IT médical)	41
3.10	Alimentation Sans interruption (ASI)	43
3.11	Système de Transfert Statique (STS)	46
3.12	Protection Foudre.....	47
3.13	Gestion Technique Electrique (GTE).....	49
3.14	Distribution secondaire	50
3.15	Appareillage	51
3.16	Eclairage intérieur	54
3.17	Eclairage de sécurité.....	55
3.18	Installation Recharge Véhicule Electrique (IRVE)	56
3.19	Installation photovoltaïque	56
3.20	Document d'études	57
3.21	Etudes (EXE)	58

3.22	DOE	59
3.23	Note de calcul.....	60
3.24	Schéma TD et TDO	62
4	<i>Interface entreprise extérieur / CHU CFO</i>	63
4.1	Habilitations	63
4.2	Consignations	63
4.3	Installation de chantier.....	63
4.4	Dépose des anciennes installations	63
4.5	Essais usines	64
4.6	Essais sur site.....	66
4.7	Formation.....	67

1 Objet et champs d'application

Dans le cadre de la sécurisation des installations électriques de ses établissements de santé, le Centre Hospitalier Universitaire Grenoble Alpes a défini des règles de réalisations électriques.

Ce référentiel concerne les professionnels de la Direction des Services Technique et les prestataires externes missionnés par la D.S.T. ou d'autre direction, appelés à intervenir en conception, réalisation, exploitation ou maintenance sur les installations électriques courants forts.

Il convient de rappeler que le code de la santé publique précise que les établissements de santé doivent veiller à la continuité des soins, article L6112-2 et donc à la continuité de l'alimentation électrique.

Les règles de la norme NFC 15-100 sont établies en supposant que les personnes sont en condition physiologique normale. Par contre, dans les locaux à usage médical, les personnes en traitement peuvent ne pas être en condition physiologique normale et ne pas être en mesure de réagir en présence d'un risque dû à l'électricité. C'est pourquoi la NFC 15-211 prévoit dans ces locaux des dispositions adaptées au niveau de sécurité recherché tout en assurant la continuité de service.

Les établissements de santé sont en exploitation 24h/24 365 jours par ans. Les architectures électriques doivent être réalisées en intégrant la possibilité de réaliser les prestations d'exploitation et de maintenance avec des sites en activités.

Il couvre les sites Nord, Sud, Voiron et EPHAD Coublevie qui peuvent avoir des architectures différentes.

Le document est divisé en 4 parties :

- Règle et principe
- Spécification technique
- Interface CHU / Intervenant

Ce référentiel reprend les précédentes et ajoute quelque explication pour permettre une meilleure compréhension. Il traite également de la partie Luminaire, IRVE et Photovoltaïque.

2 Règles et principes

2.1 Contexte et objectifs

L'objectif de ce référentiel est de définir les principales orientations dans les secteurs suivants :

- Conception des installations électriques,
- Réalisation des installations électriques,
- Exploitation et maintenance des installations électriques.

Afin d'arrêter une politique technique et organisationnelle, dans le domaine électrique, permettant de garantir avec un coût raisonnable la sécurité des personnes et des biens dans les établissements de santé ainsi que la qualité et la continuité d'alimentation électrique notamment pour les activités sensibles.

Concernant, la qualité de l'alimentation électrique, l'engagement pris auprès des utilisateurs porte sur la mise à disposition d'une tension conforme à la norme NF 50160.

Quant à la continuité d'alimentation électrique, la réglementation C15-211 gère plusieurs cas de figure. Il a été retenu au CHUGA 6 types d'architecture d'alimentation électrique suivant le niveau de criticités :

		Groupe			
		2 (IT med)	1 (3PC)	0	Hors C15-211
Classe	0 coupure	A	B	B	E-F
	inf 15s		B	C	-
	sup 15s		C	C	D

Architecture A : 2 alim ondulées et armoire IT médicale

Architecture B : TDO avec une alim ondulée et une alim normale avec inverseur automatique

Architecture C : TD avec deux alims normales avec inverseur automatique - Traitement d'air

Architecture D : TD simple attache normale (hors C15-211)

Architecture E : Salle serveur et standard SMUR : deux alimentations ondulées depuis 2 ASI différents. Chaque équipement est alimenté avec la moitié des alimentations venant d'un ASI et l'autre moitié depuis l'autre ASI.

Architecture F : Locaux VDI chaque équipement est alimenté avec la moitié des alimentations en ondulées et l'autre moitié en normale (TD et TDO en simple attache)

Les activités n'appartenant pas aux familles « médicales de la C15-211 » ni « communication » sont classées en niveau D

Le risque « zéro » n'existant pas, le « zéro » coupure n'est donc pas réaliste. La classe 0 correspondent à un niveau dont la probabilité de coupure est extrêmement faible. Le traitement des salles serveur s'approche de la classe 0 avec une solution technique différente (demande de la Direction des Services Numérique).

2.2 Ecart par rapport à la C15-211

2.2.1 Nombre de prise en G1 et G2

Pour harmoniser les installations avec la précédente version de la C15-211 et limiter l'impact en cas de défaut sur une disjonction, le CHUGA fait le choix de rester avec 3 prises par circuits en groupe 1 et 2.

2.2.2 Ecart sur le tableau A.1

Pour la ligne « 4 Salle de préparation chirurgicale »

- Si l'activité réelle est de groupe 1 la classe sera « sup 15 »
- Si l'activité réelle est de groupe 2 la classe sera « 0 »

Pour la ligne « 12 Salle de plâtres »

- Si l'activité réelle est de groupe 1 la classe sera « sup 15 »
- Si l'activité réelle est de groupe 2 la classe sera « 0 » (acte invasif)

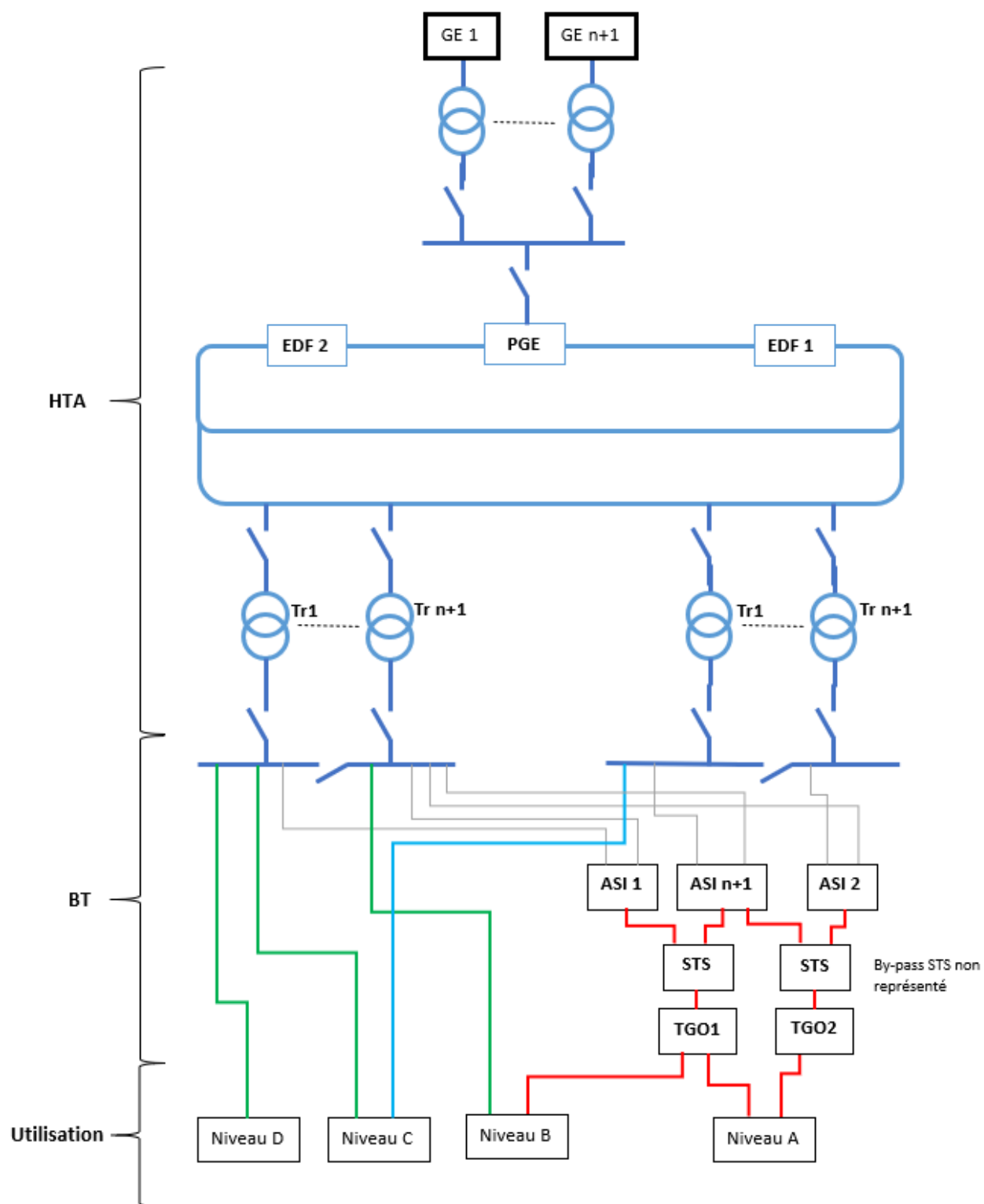
Astérisque « c » sont a considéré en architecture B

2.2.3 IT médical site nord :

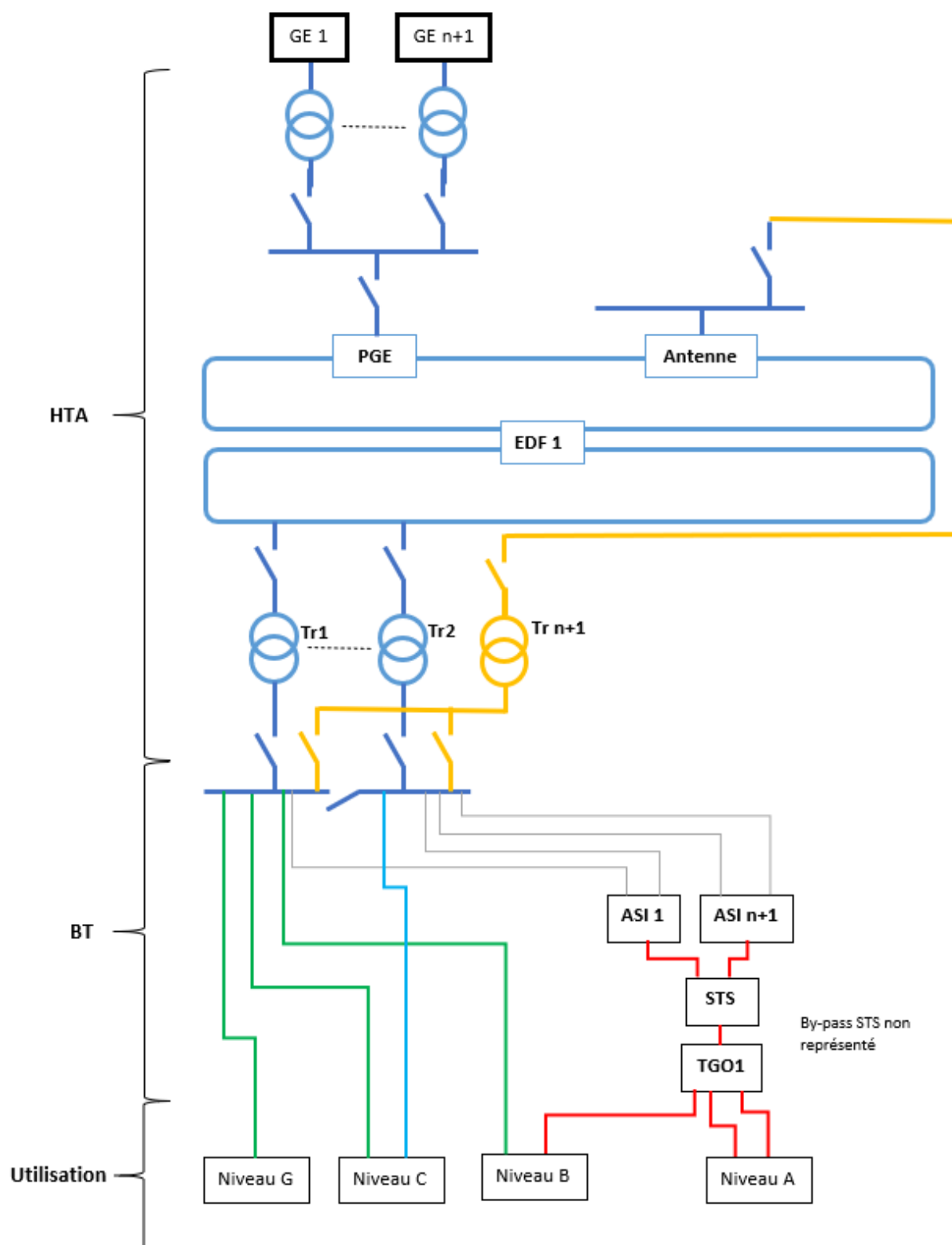
Pour harmoniser les installations avec l'existant et maintenir l'alimentation électrique dans la salle d'opération en cas de défaut sur un transformateur, le CHUGA fait le choix d'installer 2 transformateurs IT médical par table d'opération.

2.3 Schéma de principe

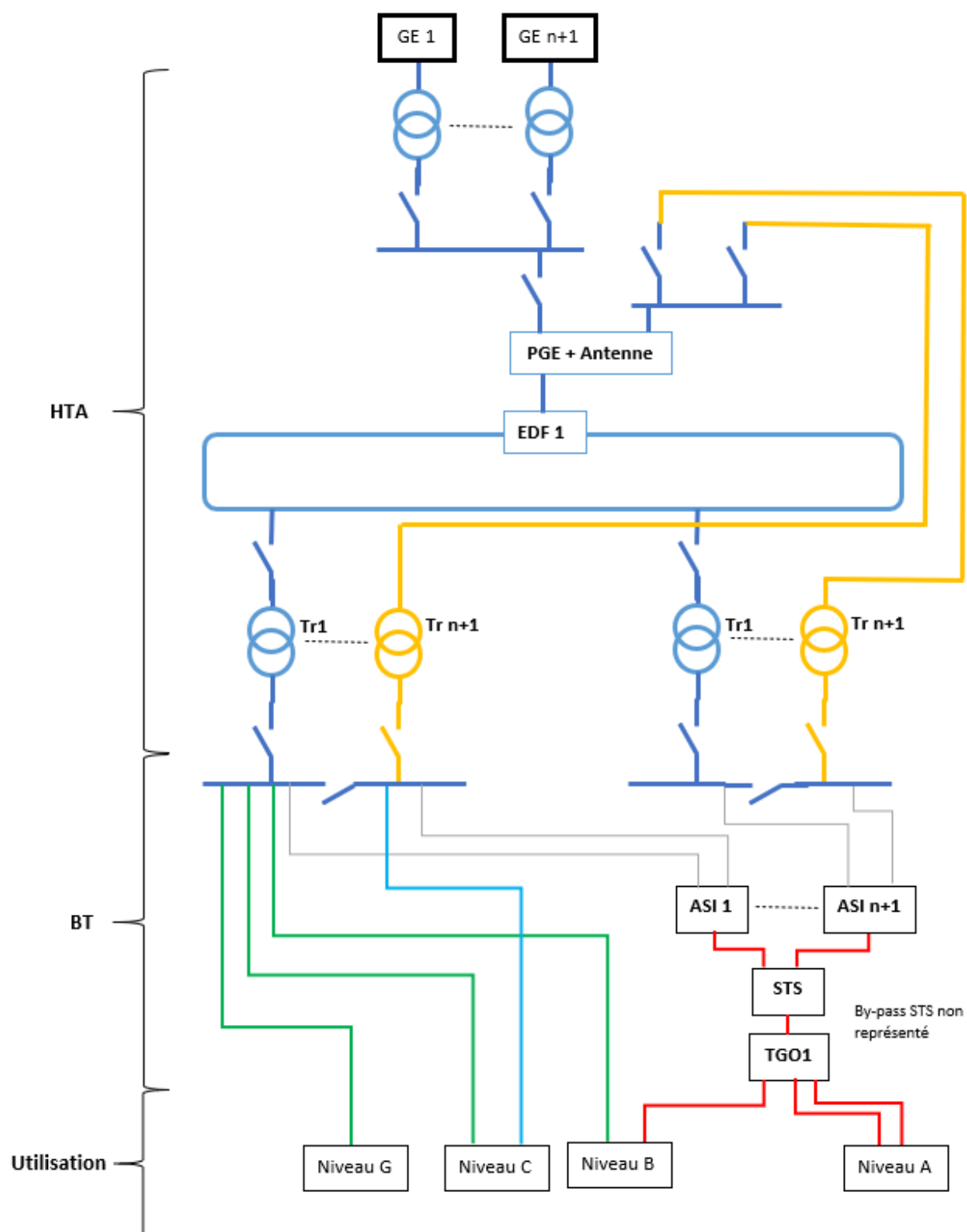
2.3.1 Schéma de principe d'une installation électrique sur le site Nord



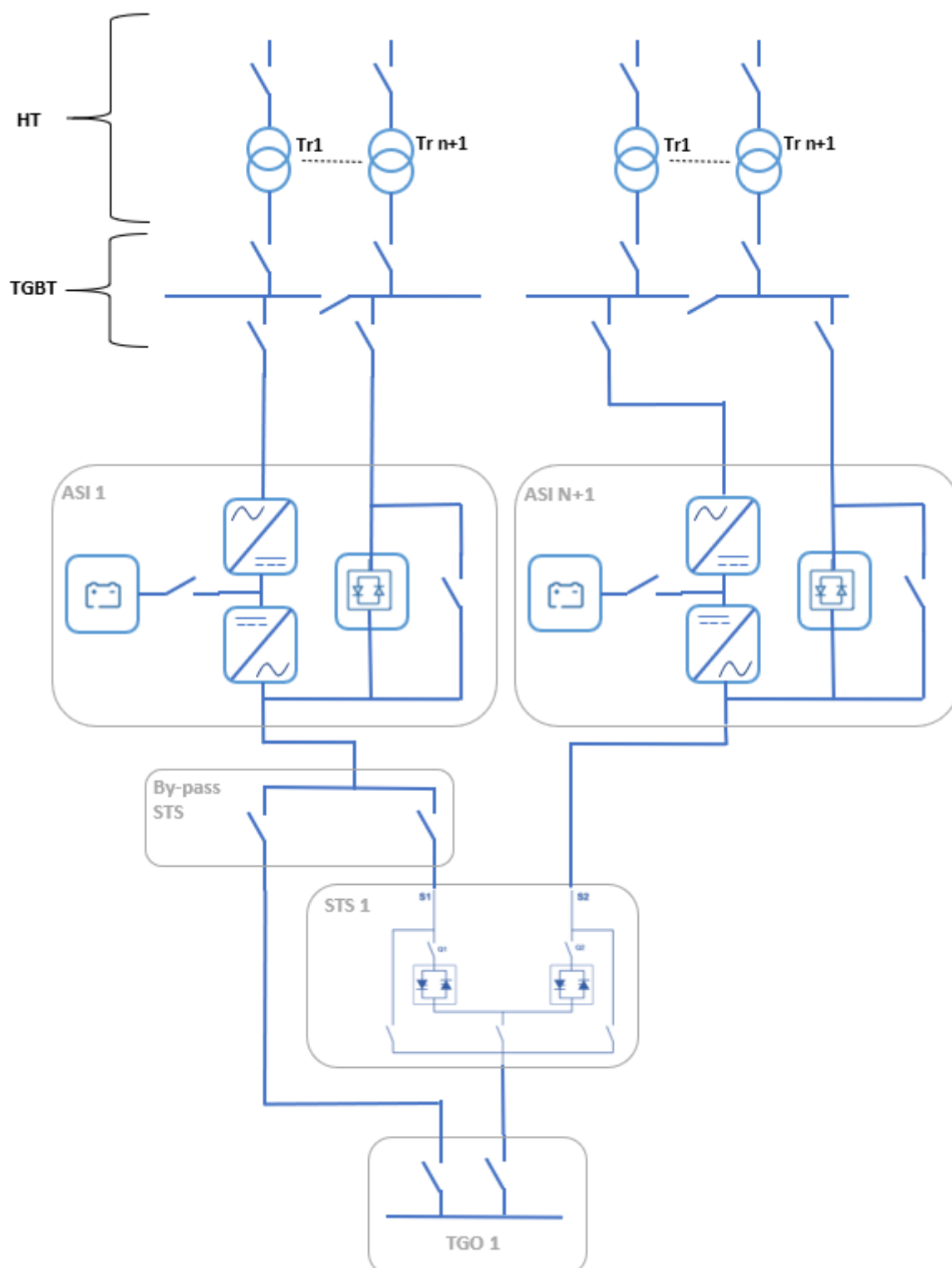
2.3.2 Schéma de principe d'une installation électrique sur le site Sud



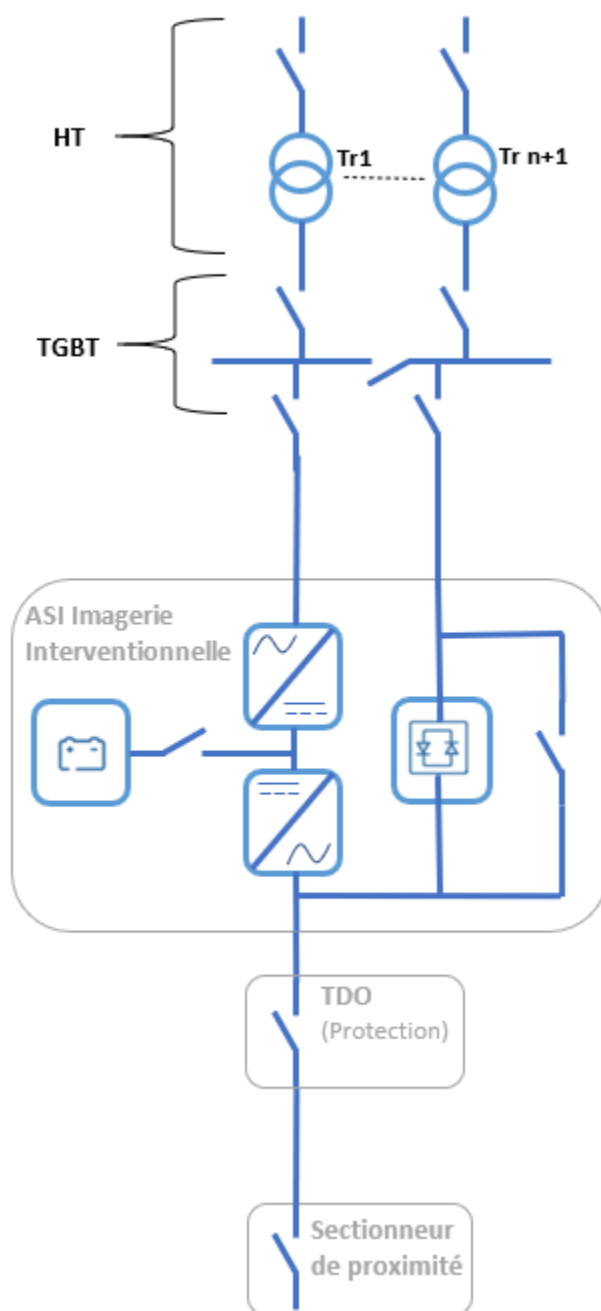
2.3.3 Schéma de principe d'une installation électrique sur le site Voiron



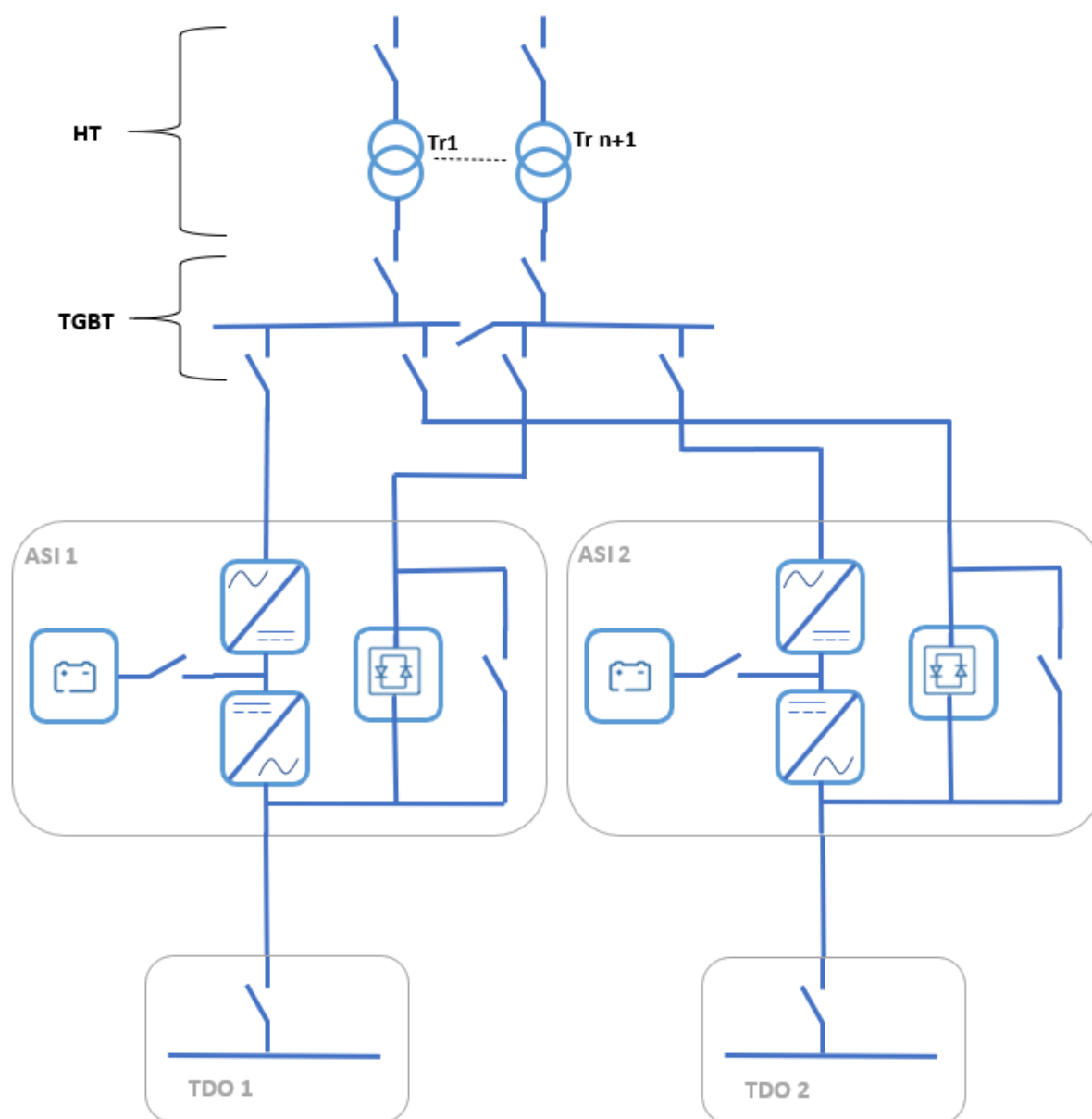
2.3.4 Schéma de principe ASI (pour architecture A et B)



2.3.5 Schéma de principe ASI imagerie interventionnelle



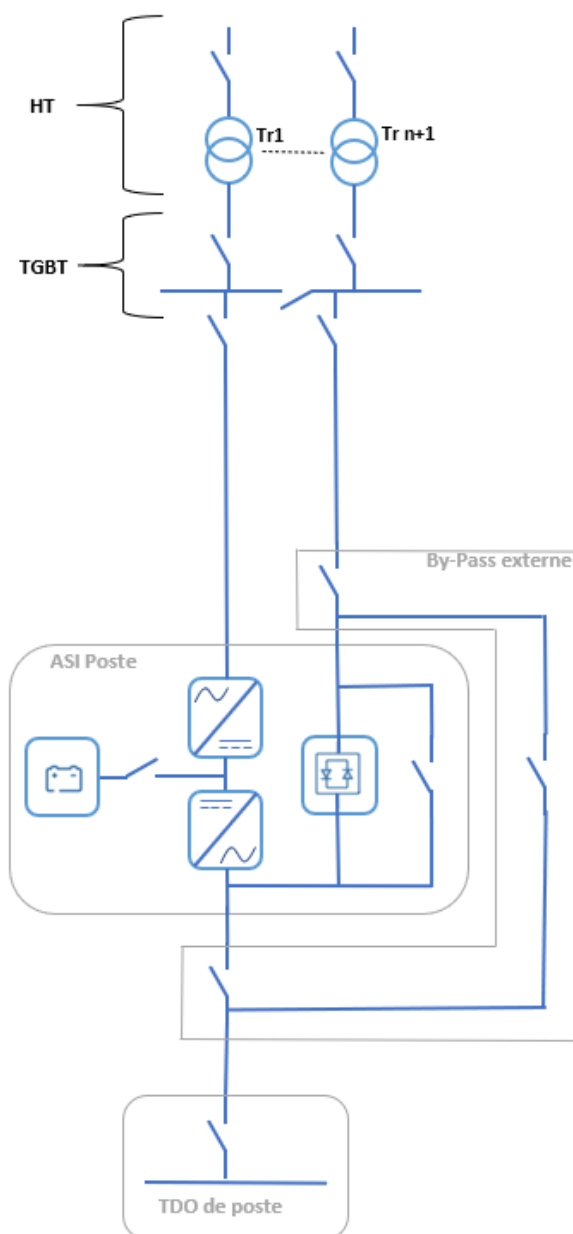
2.3.6 Schéma de principe ASI local serveur



Chaque équipement d'un local serveur possède au minimum une double alimentation.

Répartition des alimentations sur les deux TDO.

2.3.7 Schéma de principe ASI de poste



2.4 Alimentation normale : EDF

L'alimentation 20KV du site doit être faite au minimum par 2 câbles d'alimentation :

- Raccordement en coupure d'artère au moins pour les sites peu sensibles.
- Raccordement en double dérivation pour les sites très sensibles (depuis deux postes de livraison distinct)

(2 alimentations indépendantes - circulaire du 6 octobre 1998)

Motorisation des cellules d'arrivée avec commande à distance pour une réalimentation en 3 secondes.

Détection perte alimentation EDF en amont et en aval du disjoncteur général

Redondance alimentation auxiliaire C13100 (chargeur/batterie et alimentation amont)

Retour sur EDF normal depuis fonctionnement sur secours en semi-automatique (sur validation humaine) sans coupure (couplage des alimentations normales /secours par EDF ou couplage fugitif avec groupes électrogènes) en automatique sur perte du secours.

2.5 Alimentation de remplacement : GE

Source de remplacement permettant une réalimentation automatique en moins de 15 secondes. Un groupe électrogène BT avec transformateur HTA au minimum par établissement de santé redondés (1 parmi n). Couplage fugitif possible des groupes en HT avec le réseau EDF Fonctionnement en mode PRP ou COP en classe 3. Autonomie de 72 heures à puissance nominale (> 96 heures en mode secours réel - puissance variable) conformément au guide.

2.6 Schéma de liaisons à la terre (SLT – Régime de neutre)

Régime de neutre TN-S (excepté les cas particuliers indiqués dans la norme NFC 15-211),

- IT médical pour les locaux définis par la norme NF 15-211
- TN-S mise au Neutre (TNS à partir des bornes des enroulements secondaires des transformateurs de puissance HTA/BT) et pour le reste des installations.

2.7 Limite des chutes de tension

Pour garantir une chute de tension répondant à la réglementation

- 6% pour les circuits d'éclairage
- 8% pour les autres circuits

La chute de tension maximale au niveau d'un TGBT est de 0,25%

La chute de tension maximale au niveau d'une TGO est de 3%

La chute de tension maximale au niveau d'un TD ou d'un TDO est de 4,5%

2.8 Sélectivité de l'installation

La sélectivité est une technique qui consiste à coordonner les protections de manière à ce qu'un défaut sur un circuit ne fasse déclencher que la protection placée en tête de ce circuit, évitant ainsi la mise hors service du reste de l'installation. La sélectivité améliore la continuité de service et la sécurité de l'installation.

La sélectivité totale est demandée pour l'ensemble de l'architecture électrique. Cette sélectivité ne sera donc pas limitée aux installations de sécurité mais étendue à toutes les installations électriques y compris les armoires et installations CVC et plomberie etc...

Afin de maintenir la continuité de fonctionnement de l'installation en cas de défaut électrique, la sélectivité entre protections devra, être totale (horizontale + verticale). Elle devra être efficace pour tout courant de surcharge et de court-circuit. Les protections seront issues d'un seul et unique constructeur. Cette disposition permettra de réaliser puis vérifier par le calcul la sélectivité totale.

La filiation reposant sur l'utilisation du pouvoir de limitation des disjoncteurs, qui permet d'installer en aval des disjoncteurs de pouvoir de coupure inférieur au courant de court-circuit présumé, n'est autorisée que pour les disjoncteurs d'un calibre inférieur à 63A dans le cas où cela est nécessaire pour avoir une sélectivité totale.

2.9 Compensation de l'énergie réactive

Un système de compensation de l'énergie réactive constitué de batteries de condensateurs à gradins automatiques est présent aux niveaux du TGBT. Lors de la création d'un TGBT le principe similaire est à appliquer. Lors de la création d'un AGBT une étude sera à réaliser par l'entreprise s'il est nécessaire de prévoir un compensateur d'énergie réactive. Le système de régulation automatique de compensation de l'énergie réactive sera opérationnel dans toutes les configurations de fonctionnement de l'installation, à savoir :

- Transformateurs du jeu de barres de gauche & du jeu de barres de droite en fonctionnement parallèle
- Transformateur du jeu de barres de gauche & du jeu de barres de droite séparé

Le système de compensation de l'énergie réactive sera délesté sur fonctionnement des groupes électrogènes.

Les condensateurs seront pourvus d'un système de déconnexion en cas de surpression interne. Le système sera équipé de filtre anti-harmoniques afin de proposer, après diagnostic, un système performant avec une diminution de la consommation et une grande espérance de vie. Une synthèse défaut batteries de condensateurs sera disponible sur la GTE. Les condensateurs devront correspondre à $15\% < G_h / S_n < 25\%$ (réseau moyennement pollué). Le coffret batteries sera monté sur socle de rehausse et équipé de crochets de levage pour manutention

2.10 Filtrage des harmoniques

La présence d'harmoniques est synonyme d'une onde de tension ou de courant déformée. La déformation de l'onde de tension ou de courant signifie que la distribution de l'énergie électrique est perturbée et que la qualité de l'énergie n'est pas optimale.

Les courants harmoniques sont générés par les charges linéaires connectées au réseau. Ces charges non linéaires sont en augmentation du fait de l'utilisation croissante d'équipements tels que :

- TV, fours micro-ondes
- Onduleurs, ordinateurs
- Redresseurs, variateurs de vitesses
- Ballasts électroniques

L'association sur les réseaux d'éléments capacitifs et inductifs entraîne l'apparition de phénomènes de résonance. Ceux-ci se manifestent par des valeurs extrêmement élevées ou extrêmement faibles des impédances. Ces variations d'impédance vont modifier les courants et tensions présent sur le réseau. Les harmoniques ont un impact économique important dans les installations :

- Augmentation des dépenses énergétiques
- Vieillesse prématurée des matériels
- Perte de production
 - Soit par exemple :
 - Déclenchements intempestifs
 - Echauffements (câble neutre, transfo)
 - Destruction des cartes électroniques
 - Perturbation des systèmes de télécommande
 - Claquage des condensateurs
 - Vibrations et bruits anormaux

Le filtrage des harmoniques permet d'éliminer ces nuisances.

Des indicateurs appropriés permettent d'évaluer la distorsion harmonique des ondes de tension et de courant :

- Le taux de distorsion harmonique
- Le spectre de fréquence
- Le facteur de puissance
- Le facteur de crête

Ces indicateurs mesurables à l'aide d'analyseurs numériques permettent un diagnostic rapide de l'état de pollution du réseau et la détermination des actions correctives éventuelles.

Pour atténuer les harmoniques, il faut :

- Positionner les charges polluantes en amont du réseau
- Regrouper les charges polluantes pour tendre par foisonnement à compenser entre eux les effets indésirables
- Choisir un schéma de liaison à la terre adapté (régime TNS)

La correction des harmoniques de rangs 3, 5, 7 doit être cherchée par l'entreprise lors de la réalisation de travaux.

2.11 Protection contre les champs électromagnétiques

De nombreuses études épidémiologiques ont montré qu'une exposition prolongée à un champ magnétique de plus de 0.4 μT pouvait avoir des conséquences multiples sur la santé. Il paraît souhaitable d'adopter le principe de prévention prudente qui préconise 0.2 μT maxi pour le champ électromagnétique. Les frais de réalisation des mesures seront à la charge de l'entreprise qui fera appel à un laboratoire externe qui établira un PV des mesures réalisées in situ. Une première campagne de mesures sera réalisée avant réception (lors des OPR) et une deuxième campagne de mesure 9 mois après la mise en exploitation du bâtiment (en fin de GPA).

Lors de la création d'un bâtiment :

Les bâtiments [médicaux] doivent pouvoir disposer à la réalisation d'un ou plusieurs plans de masses fonctionnelles interconnectés. L'objectif est de pouvoir disposer d'un potentiel de référence partout où l'environnement doit être adapté afin de pratiquer des activités médicales sensibles.

3 Spécification technique

3.1 EDF

Non traité dans ce document, se rapprocher sur service CFO.

3.2 HTA

3.2.1 Architecture existante

3.2.1.1 Nord

La distribution électrique se réalise via deux boucles Haute Tension (HT) 20 000 Volt (V). Ces boucles HT sont alimentées depuis l'une des 3 inductions EDF ou par une centrale de groupes électrogènes. L'architecture électrique en aval du poste de livraison est un principe de boucle ouverte. L'une des boucles HT alimente le bâtiment Michallon & NPT et l'autre boucle alimente les pavillons du site Nord. Chaque poste de transformation de chacune des boucles est raccordé en coupure d'artère depuis les postes de livraison PLP ou PLR. La possibilité de déplacer le point d'ouverture de la boucle permet de réaliser des travaux ou d'isoler un tronçon sans interruption de service. Un défaut sur l'un des tronçons de boucle entraîne l'ouverture du disjoncteur présent à l'extrémité de la boucle au niveau des postes de livraison PLP ou PLR.

Dans le but de réduire les temps de coupure en cas de défaut sur le réseau HT, le CHU s'est équipé d'un système de reconfiguration de boucle automatique. En cas de défaillance d'une des boucles HT le reconfigurateur réalise en moins de 4 s, l'identification du défaut, l'isole et réalimente la partie du site non impacté par le défaut.

En cas d'absence de présence tension EDF, une centrale groupe électrogène vient réalimenter le réseau 20kV de l'ensemble du site.

3.2.1.2 Sud

La distribution électrique se réalise via une boucle Haute Tension (HT) 20 000 Volt (V). Cette boucles HT est alimentée depuis l'une des 2 inductions EDF ou par une centrale de groupes électrogènes. L'architecture électrique en aval du poste de livraison est un principe de boucle ouverte. Chaque poste de transformation est raccordé en coupure d'artère depuis les postes de livraison SPL. La possibilité de déplacer le point d'ouverture de la boucle permet de réaliser des travaux ou d'isoler un tronçon sans interruption de service. Un défaut sur l'un des tronçons de boucle entraîne l'ouverture du disjoncteur présent à l'extrémité de la boucle au niveau des postes de livraison SPL.

Les deux postes de transformations les plus critiques ont l'un de leur transformateur HT/BT alimenté depuis un poste antenne (S-PA). Ce principe permet de réalimenter le Tableau Général Basse Tension (TGBT) en cas de défaillance sur la boucle HT.

De plus, il n'y a pas de système de reconfiguration automatique mais un système de téléconduite. Les manœuvres de boucle peuvent être réalisées à distance par un utilisateur via la supervision. Ce choix a été réalisé par rapport à la présence d'alimentation en antenne cité ci-dessus et à la criticité du site qui est moindre comparé au site Nord.

En cas d'absence de présence tension EDF, une centrale groupe électrogène vient réalimenter le réseau 20kV de l'ensemble du site.

3.2.1.3 Voiron

La distribution électrique se réalise via une boucle Haute Tension (HT) 20 000 Volt (V). Cette boucle HT est alimentée depuis l'une des 2 inductions EDF ou par une centrale de groupes électrogènes. L'architecture électrique en aval du poste de livraison est un principe de boucle ouverte. Chaque poste de transformation est raccordé en coupure d'artère depuis les postes de livraison VLP. La possibilité de déplacer le point d'ouverture de la boucle permet de réaliser des travaux ou d'isoler un tronçon sans interruption de service. Un défaut sur l'un des tronçons de boucle entraîne l'ouverture du disjoncteur présent à l'extrémité de la boucle au niveau des postes de livraison VPL.

L'ensemble des postes de transformations ont l'un de leur transformateur HT/BT alimenté depuis un poste antenne VGE. Ce principe permet de réalimenter le Tableau Général Basse Tension (TGBT) en cas de défaillance sur la boucle HT.

De plus, il n'y a pas de système de reconfiguration automatique ni de système de téléconduite. Les manœuvres de boucle sont réalisés localement par un utilisateur. Ce choix a été réalisé par rapport à la présence d'alimentation en antenne citée ci-dessus et la faible étendue du site.

En cas d'absence de présence tension EDF, une centrale groupe électrogène vient réalimenter le réseau 20kV de l'ensemble du site.

3.2.2 Poste de transformation

La création d'un poste de transformation devra recevoir N+1 transformateurs afin d'assurer une redondance totale (reprise de 100%) de l'installation en cas de perte d'un transformateur. Les transformateurs fonctionneront en parallèle reprenant chacun la charge de l'installation et en mode dégradé (perte d'un ensemble de transformateur) le ou les transformateurs restant(s) reprendra(ont) l'ensemble de la charge. Le local poste sera subdivisé avec paroi CF 1 heure, chaque subdivision recevra la moitié des transformateurs HT/BT. Le local ne comportera aucune traversée de canalisation hydraulique. Le local poste transformation sera séparé du local TGBT par une cloison coupe-feu. Ces locaux seront accessibles directement depuis l'extérieur si possible et communiqueront entre eux par une porte. La température du local poste transformation ne devra pas dépasser 30°C. Une sonde température située dans le local donnera localement l'alarme (voyant) en cas de dépassement. Cette alarme sera remontée sur la GTE.

3.2.3 Liaison HT (Cellule/Transformateur)

Ces liaisons seront réalisées par des câbles type PR C33-226 unipolaires 3x1x95mm² Alu (tension assignée 12/20(24kV)) enterrés sous fourreaux TPC en tranchées à l'extérieur des bâtiments. A l'intérieur des bâtiments ces câbles seront fixés par ternes sur chemin de câbles capoté type dalle marine identifié par étiquettes HT tous les 2.5m et mis à la terre générale par l'intermédiaire d'un câble cuivre nu. Les extrémités des câbles seront raccordées sur des accessoires de jonction HT agréés EDF et conforme à la norme C13-100.

3.2.4 Tableau HT

Les équipements constituant les cellules HT sont des éléments modulaires conformes aux normes françaises (NFC 13-100) et disposent de tous les accessoires et asservissements.

Un poste de transformation type comprend :

- 2 cellules d'arrivées type interrupteurs motorisés (48V CC)
- X unités fonctionnelles de protection transformateur de type combiné interrupteur-fusible
- 2 cellules type interrupteur permettant une maintenance sur chaque ½ Jeu de barre HTA

Dans un souci d'harmonisation du parc de maintenance, le maître d'ouvrage souhaite avoir les mêmes installations que celles du parc existant.

Chaque cellule HT comprend l'ensemble des verrouillages nécessaires pour rendre impossible l'accès direct aux pièces et aux organes de l'installation lorsqu'ils sont sous tension (y compris par retour BT).

Pour chaque cellule HT, il sera prévu les verrouillages :

- Entre interrupteur, écran et sectionneur de terre, afin d'interdire la fermeture de l'interrupteur si le sectionneur de terre est fermé ou l'écran ouvert
- Entre la porte et le sectionneur de terre, afin d'interdire l'ouverture de la porte si le sectionneur de terre est ouvert.
- Entre le sectionneur HT, le disjoncteur BT et le sectionneur de terre (cellules départs transformateurs) afin
 - d'interdire l'ouverture du sectionneur HT si le disjoncteur BT est fermé
 - d'interdire la fermeture du sectionneur de terre de la cellule si l'interrupteur HT est

fermé.

Les verrouillages incluent l'accès aux bornes BT des transformateurs.

La serrure de verrouillage en position débrochée du disjoncteur de protection BT de chaque transformateur, les cadenas de verrouillage de la trappe d'accès aux prises de réglage des tensions des transformateurs et les dispositifs de verrouillage de l'habillage métallique de l'accès aux bornes BT des transformateurs sont à fournir et poser au titre du projet. Tous les appareils Haute Tension seront équipés de contacts auxiliaires permettant de contrôler leur position « ouvert », « fermé », « déclenché ». Ces informations seront remontées sur le système de gestion technique. Les schémas de verrouillage seront affichés dans chaque local sous feuille plastifiée collé avec du double face sur chaque cellule.

3.2.5 Transformateur HT/BT

Le choix de la technologie des transformateurs (immergés dans l'huile ou secs) est laissé libre. Sauf pour l'IGH où les transformateurs immergés dans l'huile sont interdits. Tous les transformateurs d'un même poste devront être séparés dans deux locaux. Les enroulements primaires et secondaires seront en cuivre (aluminium proscrit). Chaque transformateur sera muni d'une plaque signalétique reprenant son appellation GMAO. L'établissement des bilans de puissance (normaux, secours, ondulés) permettra le dimensionnement des transformateurs. Prévoir pour chaque une réserve de puissance de 30%. La redondance (N+1) à 100% des transformateurs est demandée. Les transformateurs fonctionneront en parallèle. Les cellules HTA seront motorisées ainsi que les protections amont TGBT. Les transformateurs seront équipés de sondes permettant le déclenchement HT/BT et la reprise des informations de dysfonctionnements sur la GTE. Chaque information est ramenée sur un bornier « report d'information » distinct et soigneusement repéré situé dans un coffret. Ce bornier est libre de toute polarité pour permettre le traitement de ces informations par la GTE. Ce bornier portera le nom de X_GTE et sera de couleur orange.

Pour que X transformateurs triphasés puissent fonctionner en parallèle, il faut que ceux-ci aient :

- Un rapport de leur puissance < 2

- Des caractéristiques de tension égales (rapport de transformation)
- Des caractéristiques de court-circuit identiques (% de la tension)
- Des couplages (branchements étoile, triangle) compatibles
- Des indices horaires identiques (liaisons bornes à bornes) ou appartenant au même groupe de couplage si le régime d'utilisation est équilibré.

3.2.5.1 Transformateur à l'huile

L'huile minérale est inflammable et nécessite des mesures de protection contre les risques d'incendie, d'explosion et de pollution. Les transformateurs à remplissage intégral à huile minérale doivent répondre à la norme NF C 52-112, HD428.x.S1 (x de 1 à 4) pour les puissances de 50 à 2500kVA- Tension primaire jusqu'à 36kV-tension secondaire jusqu'à 1.1kV. Les transformateurs à huile seront avec fosse et filtre sur galets pour des raisons de sécurité incendie (bac de rétention proscrit) et montés sur fer U pour éviter le poinçonnage de la dalle. Chaque transformateur sera muni de sondes thermiques protégeant celui-ci des échauffements intempestifs. Ces sondes type DGPT2 (Détecteur de Gaz, de Pression et de température à 2 niveaux de détection) seront raccordées unitairement sur des bornes sectionnables à l'intérieur d'un coffret de reprise des informations :

- Au premier seuil : envoi d'une information alarme à la GTE
- Au deuxième seuil : envoi d'une information alarme à la GTE et asservissement direct de la cellule HT et disjoncteur général.

L'entreprise prévoira en capteur de fuite avec envoi d'une information alarme à la GTE et asservissement direct de la cellule HT et disjoncteur général.

Un prélèvement d'huile des transformateurs après leur mise en service sur site pour analyse et remise des résultats d'analyse est demandé avant la mise sous tension.

3.2.5.2 Transformateur sec

Les transformateurs secs doivent répondre aux normes NF C52-115x, HD538-x-S1 (x de 1 à 2) et NFC 52-726.

Les transformateurs secs offrent l'avantage de ne présenter aucun risque de fuite ou de pollution. En revanche, ils nécessitent des précautions de mise en œuvre et de maintenance (local ventilé, dépoussiérage, ...). Les enroulements des transformateurs secs sont à prévoir avec sondes de détection afin de surveiller les températures internes et permettre le déclenchement de la charge et de l'alimentation si un problème thermique apparaît :

- Au premier seuil : envoi d'une information alarme à la GTE
- Au deuxième seuil : envoi d'une information alarme à la GTE et asservissement direct de la cellule HT et disjoncteur général.

3.2.6 Reconfiguration de boucle (site Nord)

Le matériel de reconfiguration de boucle doit être conforme à la norme NFC 15-211 et à la circulaire DHOS /E4 n° 2006-393.

Le système de reconfiguration automatique a été mis en service pour gérer automatiquement toutes les configurations du réseau HT sur les boucles internes. Ce système a été mis à en service en octobre 2023. La gestion des boucles est pilotée par un ensemble d'équipement (C264, C52) situé dans chacune des postes électriques. Les unités de contrôle/commande C52 situées dans chaque poste HTA via l'anneau optique Ethernet auto-cicatrisant dédié à la reconfiguration de boucle et des switches Hirschmann. Afin de garantir une discrimination globale conforme à la demande, les entrées/sorties des postes PLR/PGE et PLP sont chacun câblées en fil à fil sur l'automate C264 du poste. Chaque poste situé dans les boucles dispose d'un coffret de contrôle - commande qui assure :

- la commande du poste en local et visualisation des signalisations de l'installation la communication avec le Gestionnaire de boucle en Modbus TCP / IP : signalisations, mesures de courant, alarmes, exécution des ordres de manœuvre
- la surveillance du transit d'intensité dans les câbles MT et détection du passage de courant de défaut (homopolaire et polyphasé).

3.2.7 Téléconduite (site Sud)

Le matériel de reconfiguration de boucle doit être conforme à la norme NFC 15-211 et à la circulaire DHOS /E4 n° 2006-393. La gestion des boucles est pilotée par l'automate baie GTE S60 situé au poste Centrale GE (marque Schneider Electric). Cet automate communique avec les unités de contrôle/commande T200 situées dans chaque poste HTA via l'anneau optique Ethernet auto-cicatrisant dédié à la GTE. Chaque poste situé dans les boucles dispose d'un coffret de contrôle - commande qui assure :

- la commande du poste en local et visualisation des signalisations de l'installation la communication avec le Gestionnaire de boucle en Modbus TCP / IP : signalisations, mesures de courant, alarmes, exécution des ordres de manœuvre
- la surveillance du transit d'intensité dans les câbles MT et détection du passage de courant de défaut (homopolaire et polyphasé).

3.3 Groupe Electrogène

Non traité dans ce document, se rapprocher sur service CFO.

3.4 TGBT

Les prescriptions sont valables pour la création d'un nouveau TGBT mais aussi pour l'intégration de nouvelles protections dans les équipements existants.

Le TGBT sera installé dans un local spécifique ne comportant aucune traversée de canalisation hydraulique. Le local TGBT sera séparé du local poste Transformation par une cloison coupe-feu. Ces locaux seront accessibles directement depuis l'extérieur si possible et communiqueront entre eux par une porte.

Une sonde de température sera située dans le local. Cette information sera remontée sur la GTE.

- La température du local TGBT ne devra pas dépasser 30°C (s'il ne comporte pas d'ASI)

Une étude des déperditions thermiques des équipements électriques sera réalisée, l'entreprise combattra les dégagements caloriques au cœur des tableaux électriques et les calories dégagées hors des enveloppes des tableaux électriques par un traitement de l'air du local technique. Le système de ventilation et d'extraction devront être protégés individuellement de façon à ce qu'un défaut sur un équipement n'entraîne pas l'arrêt des autres. Les défauts de ces protections seront remontés sur la GTE.

Le local sera organisé afin que le TGBT soit accessible par la maintenance sur ses 4 faces. Il sera dimensionné afin qu'une mise en parallèle d'un TGBT identique face à celui du projet soit possible pour assurer le remplacement éventuel du TGBT dans l'avenir. Une extension future du TGBT doit être possible de chaque côté du TGBT à la fin du projet. Le passage libre tiroirs débrochés entre le TGBT et une paroi devra être de 0.80m mini et l'espace libre entre 2 équipements électriques se faisant face de 1.60 mini (dans ce dernier cas les 2 faces avant des enveloppes ne doivent pas se faire face)

Le TGBT sera de type constructeur et conforme aux exigences de la norme NF-EN 61439-1 concernant les ensembles d'appareillages à basse tension de série. Il sera réalisé et mis en œuvre à partir d'ensembles préfabriqués modulaires répondant à la CEI 439-1 et la norme NFC 63-42. Le TGBT sera installé dans la mesure du possible au barycentre des puissances à distribuer. Une réserve de 30% en puissance et physiquement sera disponible à la fin du projet.

Les indices de services (IS) sont définis par l'UTE sous la référence C63-42 d'octobre 2002. Cet outil permet de spécifier un tableau BT en se référant aux besoins de l'utilisateur plutôt qu'aux aspects techniques contenus dans la norme NF EN 61439-1. Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution.

Indice de service :

- Existant : IS333 pour tous les TGBT sauf le M50, T50, T60, T70 et + le S30 à sud
- Lors de la création d'un TGBT l'IS333 sera à appliquer.

La forme des tableaux correspond aux séparations à l'intérieur d'un ensemble. Elles sont définies au chapitre 7.7 de la norme NF EN 61439-1. Elles font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Elles sont déterminées selon 4 formes distinctes pour assurer la protection contre les contacts directs. Une forme supérieure intègre les caractéristiques de la forme qui la précède.

La forme standard à appliquer lors de la création d'un TGBT est la forme 4b.

L'ensemble des départs du TGBT se doivent d'être débrochable suivant la norme NF EN 60439-1. De ce fait, les raccordements en amont, en aval ainsi que les raccordements auxiliaires se doivent d'être

débrochable suivant l'indice WWW de la norme. La position du bloc débrochable sera remontée sur la GTE, embroché, débroché, essais

Nota : cet indice de service nécessite une réception usine avec essais en plateforme et établissement d'un PV essai usine avant livraison sur site (essais usine réalisés en présence des représentants du Maître d'ouvrage). Voir le chapitre 4.5 essais en usine.

Le TGBT sera conçu pour pouvoir être inspecté par une caméra infrarouge. Une campagne de contrôle par caméra sera réalisée sur le TGBT lors des OPR et seconde campagne en fin de GPA. La réalisation de ces campagnes incombe à l'entreprise.

Le TGBT comportera deux ½ jeux de barres alimenté chacun par au minimum un transformateur. Un inter de couplage autorisera le couplage des deux ½ jeux de barres. Chaque ½ jeu de barre sera dimensionné pour un fonctionnement avec l'ensemble des transformateurs couplés.

Il disposera de la possibilité de raccordement à un groupe électrogène mobile de même calibre que les arrivées des transformateurs. La protection sera équipée de queues de barres mise en attente dans une cellule du TGBT dédiée « raccordement GEM ». Le groupe mobile sera utilisé en cas de perte d'alimentation du jeu de barre du TGBT. Pour faciliter cette mise en œuvre le local TGBT donnera directement sur l'extérieur ou un coffret de raccordement sera mis en place entre le TGBT et l'extérieur du bâtiment.

Tous les disjoncteurs de type moulés et ouverts seront prévus en tétrapolaire uniquement.

Tous les disjoncteurs d'arrivées de type ouverts, sont équipés à minima de :

- 4 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.
- 2 contacts défaut SD.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Commande électrique, temps d'armement de 4s maximum.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Possibilité de réarmement automatique pour commande à distance.
- Centrale de mesure
- Voyant de présence tension de type tri-LED pour indiquer la présence tension de chaque phase.
- Les sources d'éclairage de signalisation seront du type " LED " : Trois voyants par disjoncteur (ouvert, fermé et défaut)

L'interrupteur de couplage de type ouverts, sera équipé à minima de :

- 4 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Possibilité de réarmement automatique pour commande à distance.
- 2 Voyants de présence tension de type tri-LED pour indiquer la présence tension de chaque phase, en amont et aval pour le couplage.

Tous les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 100A, sont équipés à minima de :

- 4 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.

- 2 contacts défaut SD.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Commande électrique, temps d'armement de 4s maximum.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Possibilité de réarmement automatique pour commande à distance.
- Centrale de mesure
- Les sources d'éclairage de signalisation seront du type " LED " : Trois voyants par disjoncteur (ouvert, fermé et défaut)

Pour les disjoncteurs de type moulé de calibre compris entre 40A et inférieur à 100A :

- 4 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.
- 2 contacts défaut SD.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Commande électrique, temps d'armement de 4s maximum.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Les sources d'éclairage de signalisation seront du type " LED " : Trois voyants par disjoncteur (ouvert, fermé et défaut)

Tous les disjoncteurs modulaires de calibre inférieur à 40A, sont équipés à minima de :

- 1 contact de chaque position NO & NF.
- 1 contact défaut SD.

Les disjoncteurs modulaires seront raccordés sur des répartiteurs par ligne permettant le raccordement ou le remplacement d'un équipement sans nécessité de coupure (type multiclip ou iconec) sur l'intégralité du tableau.

Les bornes seront du type cage à ressort pour toutes les sections inférieures à 16mm².

Les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 100A seront équipés de centrales de mesure électrique indiquant les principales caractéristiques électriques (U, I, Q, S, Cos, kW, kWh, harmoniques...). Ces centrales de mesures seront dissociées des disjoncteurs et seront présentées en face avant du TGBT. Les informations des centrales seront remontées sur la GTE via l'automate de gestion technique dédié à la filière électrique localisé généralement dans le local technique TGBT. Les comptages d'énergie électrique suivant la RT2012 seront réalisés et remontés par catégorie sur la base de données (SQL) de la GTE puis utilisé pour le logiciel de suivi énergétique Emis³.

L'ensemble des contacts NO, NF, SD et les centrales de mesure seront remontées pour exploitation en GTE.

Tous les départs d'un calibre supérieur ou égal à 100A seront motorisés afin d'être délestable. Le choix de délester ou non un départ reste au choix du CHU en phase exploitation. Un commutateur local/distant en face avant du tableau sera affecté à chacun de ces départs (supérieur ou égal à 100A), pour permettre de choisir leur commande soit par l'automate de délestage, soit manuellement. En position manuelle, aucune commande à distance (automate) ne sera possible pour ces disjoncteurs.

- Site Nord : l'automate maître de délestage est un automate Schneider M580, localisé dans le bâtiment de la centrale groupe électrogène.
- Site Sud : l'automate maître de délestage est un automate premium, localisé dans le bâtiment de la centrale groupe électrogène.
- Site Voiron : pas d'automate de délestage

Tous les modules déportés liés à la GTE seront situés en face arrière du TGBT. Un module sera propre à une colonne du TGBT.

Tous les modules déportés liés au délestage seront situés en haut de la face avant du TGBT. Un module sera propre à une colonne du TGBT. L'ensemble du TGBT sera prévu y compris la réserve en délestage. L'objectif est de ne pas avoir besoin de requalifier l'ensemble du système de délestage lors de l'ajout d'un disjoncteur ultérieurement.

3.5 TGS

Les prescriptions sont valables pour la création d'un nouveau TGS mais aussi pour l'intégration de nouvelles protections dans les équipements existants.

Le TGS sera installé dans un local spécifique ne comportant aucune traversée de canalisation hydraulique.

Une sonde de température sera située dans le local. Cette information sera remontée sur la GTE.

- La température du local TGS ne devra pas dépasser 30°C

Une étude des déperditions thermiques des équipements électriques sera réalisée, l'entreprise combattrra les dégagements caloriques au cœur des tableaux électriques et les calories dégagées hors des enveloppes des tableaux électriques par un traitement de l'air du local technique. Le système de ventilation et d'extraction devront être protégés individuellement de façon à ce qu'un défaut sur un équipement n'entraîne pas l'arrêt des autres. Les défauts de ces protections seront remontés sur la GTE.

Le local sera organisé afin que le TGS soit accessible par la maintenance sur ses 4 faces. Il sera dimensionné afin qu'une mise en parallèle d'un TGS identique face à celui du projet soit possible pour assurer le remplacement éventuel du TGS dans l'avenir. Une extension future du TGS doit être possible de chaque côté du TGS à la fin du projet. Le passage libre tiroirs débrochés entre le TGS et une paroi devra être de 0.80m mini et l'espace libre entre 2 équipements électriques se faisant face de 1.60 mini (dans ce dernier cas les 2 faces avant des enveloppes ne doivent pas se faire face)

Le TGS sera de type constructeur et conforme aux exigences de la norme NF-EN 61439-1 concernant les ensembles d'appareillages à basse tension de série. Il sera réalisé et mis en œuvre à partir d'ensembles préfabriqués modulaires répondant à la CEI 439-1 et la norme NFC 63-42. Le TGS sera installé dans la mesure du possible au barycentre des puissances à distribuer. Une réserve de 30% en puissance et physiquement sera disponible à la fin du projet.

Les indices de services (IS) sont définis par l'UTE sous la référence C63-42 d'octobre 2002. Cet outil permet de spécifier un tableau BT en se référant aux besoins de l'utilisateur plutôt qu'aux aspects techniques contenus dans la norme NF EN 61439-1. Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution. L'indice de service à appliquer lors de la création d'un TGS est de type IS333.

La forme des tableaux correspond aux séparations à l'intérieur d'un ensemble. Elles sont définies au chapitre 7.7 de la norme NF EN 61439-1. Elles font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Elles sont déterminées selon 4 formes distinctes pour assurer la protection contre les contacts directs. Une forme supérieure intègre les caractéristiques de la forme qui la précède. La forme standard à appliquer lors de la création d'un TGS est la forme 4b.

L'ensemble des départs du TGS se doivent d'être débrochable suivant la norme NF EN 60439-1. De ce fait, les raccordements en amont, en aval ainsi que les raccordements auxiliaires se doivent d'être débrochable suivant l'indice WWW de la norme. La position du bloc débrochable sera remontée sur la GTE, embroché, débroché, essais

Nota : cet indice de service nécessite une réception usine avec essais en plateforme et établissement d'un PV essai usine avant livraison sur site (essais usine réalisés en présence des représentants du Maître d'ouvrage). Voir le chapitre 4.5 essais en usine.

Le TGS sera conçu pour pouvoir être inspecté par une caméra infrarouge. Une campagne de contrôle par caméra sera réalisée sur le TGBT lors des OPR et seconde campagne en fin de GPA. La réalisation de ces campagnes incombe à l'entreprise.

Le TGS comportera deux arrivées avec une permutation automatique d'une source à l'autre (sans source prioritaire). Chaque arrivée aura un voyant de présence tension de type tri-LED pour indiquer la présence tension de chaque phase.

Tous les disjoncteurs de type moulés et ouverts de calibre supérieur ou égal à 40A seront prévus en tétrapolaire uniquement.

Tous les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 40A, sont équipés à minima de :

- 2 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.
- 1 contacts défaut SD.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Commande électrique, temps d'armement de 4s maximum.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Possibilité de réarmement automatique pour commande à distance.
- Centrale de mesure pour les départs supérieur et égale à 100A.
- Les sources d'éclairage de signalisation seront du type " LED " : Trois voyants par disjoncteur (ouvert, fermé et défaut)

Tous les disjoncteurs modulaires de calibre inférieur à 40A, sont équipés à minima de :

- 1 contact de chaque position NO & NF.
- 1 contact défaut SD.

Les disjoncteurs modulaires seront raccordés sur des répartiteurs par ligne permettant le raccordement ou le remplacement d'un équipement sans nécessité de coupure (type multiclip ou iconec) sur l'intégralité du tableau.

Les bornes seront du type cage à ressort pour toutes les sections inférieures à 16mm².

Les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 100A seront équipés de centrales de mesure électrique indiquant les principales caractéristiques électriques (U, I, Q, S, Cos, kW, KWh, harmoniques...). Ces centrales de mesures seront dissociées des disjoncteurs et seront présentent en face avant du TGBT. Les informations des centrales seront remontées sur la GTE via l'automate de gestion technique dédié à la filière électrique localisé généralement dans le local technique TGBT. Les comptages d'énergie électrique suivant la RT2012 seront réalisés et remontées par catégorie sur la base de données (SQL) de la GTE puis utilisé pour le logiciel de suivi énergétique Emis³.

L'ensemble des contacts NO, NF, SD et les centrales de mesure seront remontées pour exploitation en GTE.

3.6 Tableau Général Ondulée (TGO)

Les prescriptions sont valables pour la création d'un nouveau TGO mais aussi pour l'intégration de nouvelles protections dans les équipements existants.

Le TGO sera installé dans un local spécifique ne comportant aucune traversée de canalisation hydraulique.

Une sonde de température sera située dans le local. Cette information sera remontée sur la GTE.

- La température du local TGO ne devra pas dépasser 20°C ou 25°C si les batteries ne sont présente dans le même local.

Une étude des déperditions thermiques des équipements électriques sera réalisée, l'entreprise combattrra les dégagements caloriques au cœur des tableaux électriques et les calories dégagées hors des enveloppes des tableaux électriques par un traitement de l'air du local technique. Le système de ventilation et d'extraction devront être protégés individuellement de façon à ce qu'un défaut sur un équipement n'entraîne pas l'arrêt des autres. Les défauts de ces protections seront remontés sur la GTE.

Le local sera organisé afin que le TGO soit accessible par la maintenance sur ses 4 faces. Il sera dimensionné afin qu'une mise en parallèle d'un TGO identique face à celui du projet soit possible pour assurer le remplacement éventuel du TGS dans l'avenir. Une extension future du TGO doit être possible de chaque côté du TGS à la fin du projet. Le passage libre tiroirs débrochés entre le TGO et une paroi devra être de 0.80m mini et l'espace libre entre 2 équipements électriques se faisant face de 1.60 mini (dans ce dernier cas les 2 faces avant des enveloppes ne doivent pas se faire face). Plusieurs cas sont possibles en fonction de l'intensité nominale du TGO :

- Si cette intensité est de 200A ou plus les prescriptions à respecter sont celles-ci dessus
- Si l'intensité est inférieur à 200A, celle-ci peut être posé contre un mur du local et perdre l'accessibilité par derrière.

Le TGO sera de type constructeur et conforme aux exigences de la norme NF-EN 61439-1 concernant les ensembles d'appareillages à basse tension de série. Il sera réalisé et mis en œuvre à partir d'ensembles préfabriqués modulaires répondant à la CEI 439-1 et la norme NFC 63-42. Le TGO sera installé dans la mesure du possible au barycentre des puissances à distribuer. Une réserve de 30% en puissance et physiquement sera disponible à la fin du projet.

Le TGO sera conçu pour pouvoir être inspecté par une caméra infrarouge. Une campagne de contrôle par caméra sera réalisée sur le TGO lors des OPR et seconde campagne en fin de GPA. La réalisation de ces campagnes incombe à l'entreprise.

Le TGO comportera deux arrivées. Chaque arrivée aura un voyant de présence tension de type tri-LED pour indiquer la présence tension de chaque phase.

Tous les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 40A seront prévus en tétrapolaire uniquement.

Tous les disjoncteurs de type moulé de calibre supérieur ou égal à 40A, sont équipés à minima de :

- 2 contacts de chaque position NO & NF.
- 3 contacts de position embroché/débroché/essai.
- 1 contact défaut SD.
- D'indicateurs mécaniques d'états (embroché, débroché, essai, etc...).
- Commande électrique, temps d'armement de 4s maximum.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position ouvert.
- Serrure de verrouillage ou cadenassage en position débroché.
- Possibilité de réarmement automatique pour commande à distance.
- Les sources d'éclairage de signalisation seront du type " LED " : Trois voyants par disjoncteur (ouvert, fermé et défaut)

Tous les disjoncteurs modulaires de calibre inférieur à 40A, sont équipés à minima de :

- 1 contact de chaque position NO & NF.
- 1 contact défaut SD.

Les disjoncteurs modulaires seront raccordés sur des répartiteurs par ligne permettant le raccordement ou le remplacement d'un équipement sans nécessité de coupure (type multiclip ou iconec) sur l'intégralité du tableau.

Les bornes seront du type cage à ressort pour toutes les sections inférieures à 16mm².

Les disjoncteurs de calibre supérieur ou égal à 100A seront équipés de centrales de mesure électrique indiquant les principales caractéristiques électriques (U, I, Q, S, Cos, kW, KWh, harmoniques...). Ces centrales de mesures seront dissociées des disjoncteurs et seront présentées en face avant du TGBT. Les informations des centrales seront remontées sur la GTE via l'automate de gestion technique dédié à la filière électrique localisé généralement dans le local technique TGBT. Les comptages d'énergie électrique suivant la RT2012 seront réalisés et remontés par catégorie sur la base de données (SQL) de la GTE puis utilisés pour le logiciel de suivi énergétique Emis³.

L'ensemble des contacts NO, NF, SD et les centrales de mesure seront remontées pour exploitation en GTE.

3.6.1 TGO d'intensité supérieur ou égal à 200A

Les indices de services (IS) sont définis par l'UTE sous la référence C63-42 d'octobre 2002.

Cet outil permet de spécifier un tableau BT en se référant aux besoins de l'utilisateur plutôt qu'aux aspects techniques contenus dans la norme NF EN 61439-1. Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution.

L'indice de service à appliquer lors de la création d'un TGO est de type IS333.

Nota : cet indice de service nécessite une réception usine avec essais en plateforme et établissement d'un PV essai usine avant livraison sur site (essais usine réalisés en présence des représentants du Maître d'ouvrage). Voir le chapitre 4.5 essais en usine.

La forme des tableaux correspond aux séparations à l'intérieur d'un ensemble. Elles sont définies au chapitre 7.7 de la norme NF EN 61439-1. Elles font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Elles sont déterminées selon 4 formes distinctes pour assurer la protection contre les contacts directs. Une forme supérieure intègre les caractéristiques de la forme qui la précède.

La forme standard à appliquer lors de la création d'un TGO est la forme 4b.

L'ensemble des départs du TGO se doivent d'être débrochable suivant la norme NF EN 60439-1. De ce fait, les raccordements en amont, en aval ainsi que les raccordements auxiliaires se doivent d'être débrochable suivant l'indice WWW de la norme. La position du tiroir débrochable sera remontée sur la GTE, embroché, débroché, essais

Le TGO aura une profondeur minimale de 40cm.

3.6.2 TGO d'intensité inférieur à 200A

Les indices de services (IS) sont définis par l'UTE sous la référence C63-42 d'octobre 2002.

Cet outil permet de spécifier un tableau BT en se référant aux besoins de l'utilisateur plutôt qu'aux aspects techniques contenus dans la norme NF EN 61439-1. Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution.

L'indice de service à appliquer lors de la création d'un TGO est de type IS223.

Nota : cet indice de service nécessite une réception usine avec essais en plateforme et établissement d'un PV essai usine avant livraison sur site (essais usine réalisés en présence des représentants du Maître d'ouvrage). Voir le chapitre 4.5 essais en usine.

La forme des tableaux correspond aux séparations à l'intérieur d'un ensemble. Elles sont définies au chapitre 7.7 de la norme NF EN 61439-1. Elles font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Elles sont déterminées selon 4 formes distinctes pour assurer la protection contre les contacts directs. Une forme supérieure intègre les caractéristiques de la forme qui la précède.

La forme standard à appliquer lors de la création d'un TGO est la forme 3b.

L'ensemble des départs du TGO se doivent d'être débrochable suivant la norme NF EN 60439-1. De ce fait, les raccordements en amont, en aval ainsi que les raccordements auxiliaires se doivent d'être débrochable suivant l'indice WFD de la norme. La position du tiroir débrochable sera remontée sur la GTE, embroché, débroché, essais

Le TGO aura une profondeur minimale de 40cm.

3.6.3 TGO ASI imagerie interventionnelle

Quand un ASI est dédié à un équipement d'imagerie interventionnel ou non, le TGO étant limité à une seule protection, il aura les caractéristiques spécifiques suivantes :

Les indices de services (IS) sont définis par l'UTE sous la référence C63-42 d'octobre 2002.

Cet outil permet de spécifier un tableau BT en se référant aux besoins de l'utilisateur plutôt qu'aux aspects techniques contenus dans la norme NF EN 61439-1. Il garantit la bonne définition du tableau pour toute opération ultérieure d'exploitation, de maintenance ou d'évolution.

L'indice de service à appliquer lors de la création d'un TGO est de type IS111.

Nota : cet indice de service nécessite une réception usine avec essais en plateforme et établissement d'un PV essai usine avant livraison sur site (essais usine réalisés en présence des représentants du Maître d'ouvrage).

La forme des tableaux correspond aux séparations à l'intérieur d'un ensemble. Elles sont définies au chapitre 7.7 de la norme NF EN 61439-1. Elles font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur. Elles sont déterminées selon 4 formes distinctes pour assurer la protection contre les contacts directs. Une forme supérieure intègre les caractéristiques de la forme qui la précède.

La forme standard à appliquer lors de la création d'un TGO est la forme 1.

Le TGO aura une profondeur minimale de 20cm.

3.7 Tableau divisionnaire (TD)

A chaque étage, il sera prévu au minimum un tableau divisionnaire sous forme de châssis unique fixe regroupant tous les organes de protection, de coupure et de commande des circuits secondaires de distributions avec une réserve de 30% (place et puissance). Chaque tableau divisionnaire couvrira une surface maximale de 500m². (RT 2012).

Les placards techniques accueillants les tableaux divisionnaires seront réservés à cet effet, ils ne pourront recevoir aucuns autres équipements, sauf les GAB servant à leur alimentation

Les tableaux divisionnaires seront installés au droit des circulations générales et facilement accessibles au personnel de maintenance, ils seront installés dans des placards techniques « plombant » d'un étage à l'autre afin d'avoir une distribution verticale. Les placards techniques seront conçus de façon à permettre un accès total au tableau divisionnaire, aucun montant d'hubriserie ne doit se situer devant le tableau. Les portes de ces placards seront équipées de serrures à cylindre européen conforme à l'organigramme du CHUGA.

Chaque tableau divisionnaire sera alimenté individuellement en double attache depuis des TGBT ou des distributions verticales par Gaine à Barre (GAB) pour optimiser le nombre de disjoncteurs dans le TGBT dans les bâtiments de plus de 4 niveaux.

Chaque placard recevant un châssis électrique sera muni d'un éclairage intérieur commandé par l'ouverture des portes du placard technique et un bloc autonome d'ambiance d'éclairage de sécurité. Une prise de courant de service type plexo pour la maintenance sera systématiquement installée dans le placard recevant le châssis.

Chaque châssis électrique aura au minimum un Arrêt d'Urgence (AU) dans le placard technique. Dans le cas de placard technique plombant sur plusieurs niveaux, le placard technique disposera également d'un AU pour le châssis électrique de l'étage supérieur et un AU pour le châssis électrique de l'étage inférieur.

Chaque tableau de distribution est à équiper pour permettre le raccordement ou le remplacement d'un équipement sans nécessité de coupure (type multiclip ou iconec) sur l'intégralité du tableau y compris la réserve.

Les distributions secondaires seront issues des tableaux divisionnaires. Elles seront généralement dissimulées dans les faux-plafonds et emprunteront les axes de circulations pour les parcours horizontaux. Ces distributions seront accessibles en faux-plafond.

3.7.1 Composition des tableaux divisionnaires

Les armoires d'étage seront composées d'un châssis métallique unique fixe avec les dimensions suivantes :

Hauteur totale : 2000mm

Largeur minimale : 800mm

Montage de 9 rails DIN sur la hauteur du châssis.

Si la réserve en place et/ou puissance de l'armoire est inférieur à 30% un second châssis avec les mêmes dimensions sera à mettre en place.

Tous les appareils seront montés en face avant, posés directement sur des rails oméga, des passes câbles sont fixé en face arrière des rails oméga. Un bornier fixe attenant au châssis sera fixé verticalement. L'ensemble monté comportera un degré de protection IP = 2x. L'ensemble des équipements devra pouvoir supporter le courant de court-circuit du tableau (effet électrique et électrodynamique) suivant note de calcul à réaliser par l'entreprise.

Les tableaux comprendront les circuits suivants (pour les plus importants, liste non exhaustive) :

- Un inverseur de source automatique 160A, sans source prioritaire pas de retour automatique sur source prioritaire (de type Atys M ou équivalent). La double alimentation est obligatoire pour les tableaux alimentant des locaux du groupe 1 de la NFC 15- 211.
 - Conforme aux normes en vigueur,
 - Commutation en charge des deux sources d'alimentation, **Nota** : *l'exploitant doit pouvoir indiquer qu'aucune des sources n'est prioritaire par rapport à l'autre. Le basculement d'une source à l'autre doit s'effectuer exclusivement en cas de perte de la source alimentant le tableau.*
 - Commande automatique et manuelle pour les opérations d'urgence,
 - Cadenassage en position 0, 1 et 2,
 - Tension de service et pouvoir de coupure adaptée au châssis
 - 4 pôles,
 - Contacts O/F de positions câblés est ramenée sur bornes orange du bornier.
 - Contacts de défaut de l'inverseur câblés sur bornier.
 - Intègre la fonction d'arrêt d'urgence.
- Voyants de position, d'arrêt et/ou de défaut,
- Les contacts O/F de positions câblés sur bornes orange du bornier GTE.
- La synthèse défaut de l'inverseur de source.
- Un jeu de barre de répartition pour les trois familles de départ du TD (éclairage, prises et force motrice)
- Des centrales de mesures (suivant schéma de principe), type Diris A10 de Socomec, avec module de communication Ethernet TCP/IP ou équivalent,
- Un arrêt d'urgence pour l'armoire et une protection arrêt d'urgence. La fonction d'arrêt d'urgence doit être gérée par l'inverseur de source.
- Une prise de courant sur l'armoire pour des travaux dans le placard,
- 3 familles de départs : Eclairages (Ecl.), prises de courant (PC) et Force Motrice (FM) avec un interrupteur général tétraphasé et des disjoncteurs aval
 - Conforme aux normes en vigueur,
 - Appareillage modulaire avec le neutre protégé
 - Tension de service et pouvoir de coupure adaptée au châssis
 - 4 pôles,
 - Commande manuelle en face avant,
- Les départs divers de calibre 10, 16, et/ ou 32 pour les départs considérés ; disjoncteur par phase, neutre compri

- Les départs des circuits prises de courant avec différentiel 30mA SI,
- Les départs des circuits lumières sans différentiel si la note de calcul le permet sauf cas des locaux humide (30mA) et locaux à risque (300mA)
- Les départs des circuits forces motrices sans différentiel si la note de calcul le permet ($I_d > I_m$) et s'il ne s'agit pas d'un local à usage médical.
- Les groupements de départs sous un DDR général sont proscrit.
- L'intégralité de la réserve physique du TD doit être équipé de répartiteur à raccordement rapide, de type « Multiclip ou ICONEC » ou équivalent permettant le raccordement sous tension des futurs départs
- Les contacts SD de défaut de l'ensemble des départs sont câblés en série (fil de couleur orange de 1mm²) et la chaîne est ramenée sur deux bornes orange du bornier GTE. La numérotation de la boucle SD sera de 100 à 700 :
 - Jdb Aux/Ecl 100 jusqu'à nécessaire, le dernier portera le numéro 300
 - Jdb Pc 300 jusqu'à nécessaire, le dernier portera le numéro 600
 - Jdb FM 600 jusqu'à nécessaire, le dernier portera le numéro 700
 - Fil 100 sur borne 7 XGTE
 - Fil 700 sur borne 8 XGTE
- La numérotation des disjoncteurs sera en lien avec les folios du schéma. Pour permettre l'évolution du châssis, il sera appliqué :
 - 8 Disjoncteurs/folio
 - Dj Ecl à partir de F07 → 7Q...
 - DJ PC à partir de F20 → 20Q...
 - DJ FM à partir de F40 → 40Q...
- Le châssis devra comporter un minimum de 30% de réserve physique et en puissance non équipée de disjoncteur mais équipés en répartiteurs.
- Un code couleur filerie sera à respecter (voir tableau)

Application	Couleur	Utilisation
Bornes et fils	Orange	Gestion technique
Fils	Marron	Ph 1
	Noir	Ph 2
	Rouge	Ph 3
	Violet	Commande et auxiliaire
Bornes	Bleu	Neutre

Pour les bâtiments avec éclairage du 1/3 en permanent depuis un TGS ou TDS, les principes seront les mêmes ; la différence viendra de l'ajout d'un second inverseur de source automatique 40A. Une alimentation sur le JDB ECL et la seconde puis le TGS ou TDS. Il alimentera un répartiteur à raccordement rapide, de type « Multiclip ou ICONEC » ou équivalent permettant le raccordement sous tension des futurs départs. Il distribuera l'ensemble des disjoncteurs circulations 1/3 permanents.

Schéma de principe d'un TD double alimentation (sans éclairage de sécurité depuis TGS) :

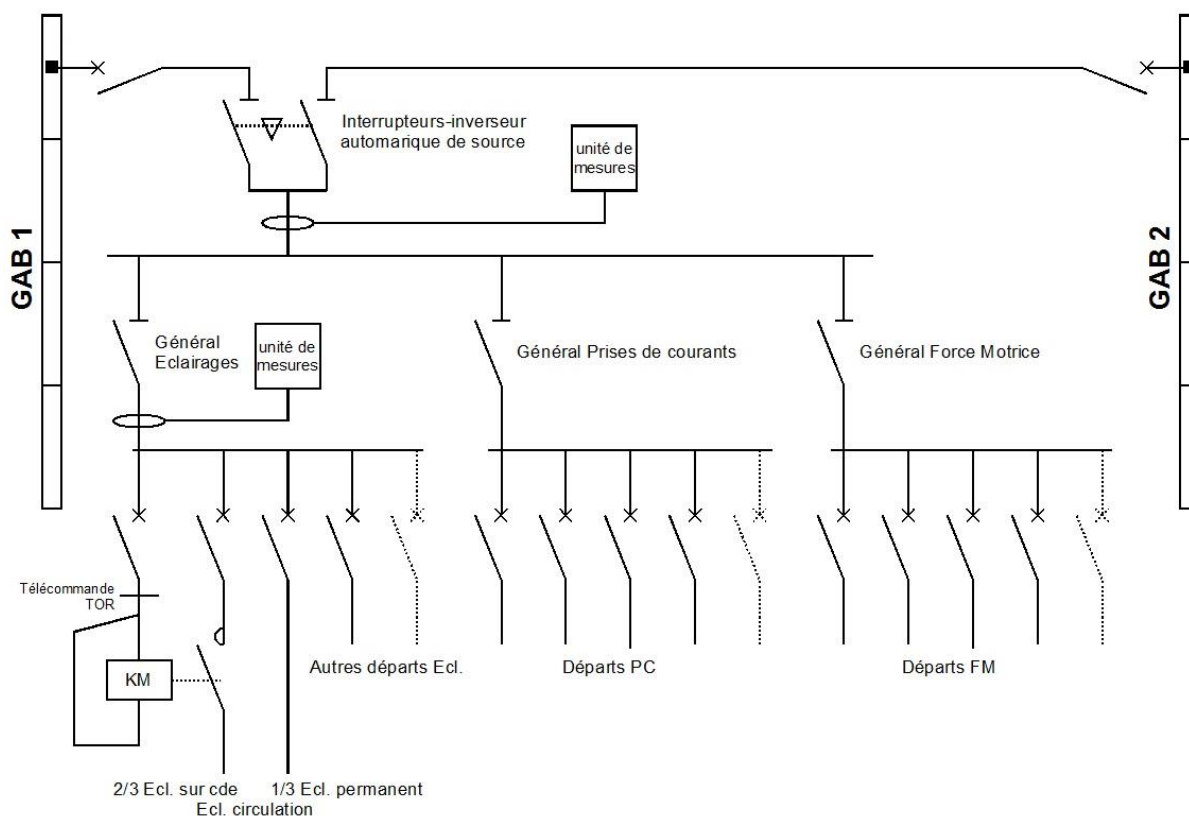
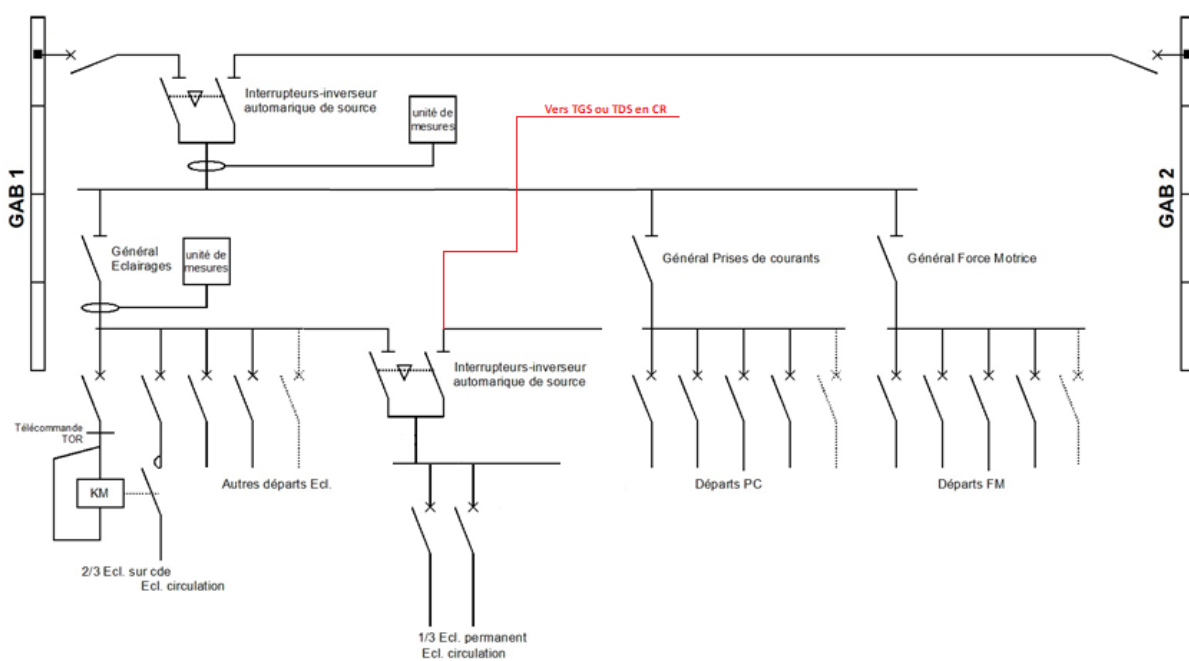


Schéma de principe d'un TD triple alimentation avec éclairage 1/3 permanent depuis TDS (IGH) :



3.7.2 Repérage des tableaux divisionnaires :

L'entreprise fournit et installe, toutes sujétions comprises :

- Sur le châssis de chaque tableau divisionnaire (à un endroit visible), une étiquette précisant le libellé suivant ; « TD (étage) – (colonne) », exemple ; « TD03-L » pour l'armoire de la colonne L au 3ème étage et une étiquette avec l'icc en tête d'armoire.
- Sur la gaine préfabriquée, a chaque étage, une étiquette, précisant de quel poste est issue l'alimentation, le libellé est le suivant ; « poste – départ », exemple ; « M30-Q02.48.1 » pour une alimentation issue du poste M30 et du tiroir Q02.48.1.
- Sur l'ensemble « interrupteurs inverseurs de source automatique », une étiquette sur chaque arrivée, précisant de quel poste est issue l'alimentation, le libellé est le suivant ; « poste – départ », exemple ; « M30-Q02.48.1 » pour une alimentation issue du poste M30 et du tiroir Q02.48.1.
 - Alimentation normale : Ecriture noir sur fond blanc
 - Alimentation Ondulée : Ecriture blanc sur fond rouge
 - Alimentation depuis TGS : Ecriture blanc sur fond orange

Tous les départs sont repérés sur l'appareillage avec le numéro de l'équipement présent sur le schéma. Aucune autre indication n'est demandée.

Le repérage est réalisé par des étiquettes gravées en dilophane et collées. Les couleurs des fonds et des gravures pour chaque type d'étiquette sont au choix du MO.

3.7.3 Aménagement dans les gaines ou placard techniques

Un éclairage à LED sera à mettre en place. Il doit être commandé par un contact de porte ou par détection de présence.

En complément, un bloc d'ambiance autonome est à prévoir. Si le bâtiment est équipé d'une centrale adressable, le bloc est à remonter sur le logiciel de suivi de l'état des blocs de sécurité.

3.7.4 GTE

Voir règle de réalisation GTE.

L'entreprise fournit, installe et raccorde des câbles multipaires pour les informations TOR et des câbles Ethernet TCP/IP pour les informations COM (y compris les chemins de câbles) depuis le tableau électrique vers l'API TD défini par le CHU.

Nota : chaque tableau divisionnaire est câblé avec un câble multipaire direct entre le tableau divisionnaire et l'API TD. Pour les télécommandes, un autre câble multipaire sera utilisé (éclairage par exemple). La liaison RS485 peut-être partagée pour huit unités de mesures maximum.

L'entreprise fournit, installe et raccorde un ou des téléfast(s) avec les limandes ad hoc entre ces téléfast et l'API TD et une ou des carte(s) d'entrée(s) selon l'existant pour remonter les informations sur la supervision, les informations entrées et sorties seront bien dissociées.

L'entreprise crée les tables d'échanges dans les API TD pour le traitement de toutes les informations TOR et COM par la supervision pour tous les nouveaux tableaux divisionnaires.

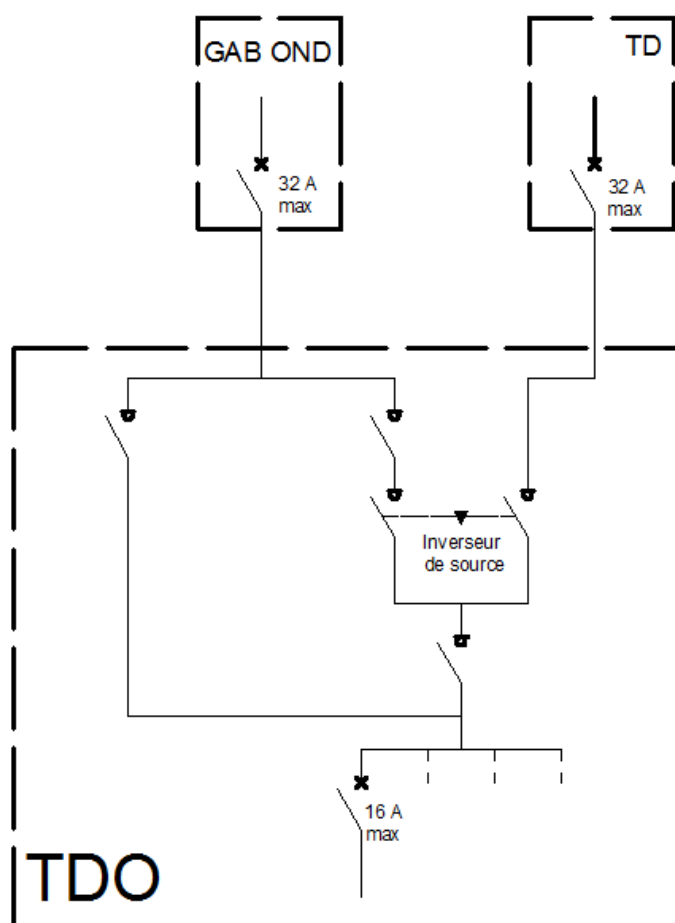
Nota : L'entreprise a l'obligation de rendre des tables d'échanges lisibles et compatibles par la supervision existante.

3.8 Tableau divisionnaire ondulé (TDO)

Les prescriptions pour les tableaux divisionnaires ondulés sont les mêmes qu'un tableau divisionnaire en dehors des précisions apportées dans le présent chapitre.

Sauf demandes spécifiques du CHUGA, il n'est pas nécessaire de mettre en place de centrales de mesures dans les TDO.

Chaque TDO doit avoir une double alimentation avec un système d'inverseur de source automatique. S'il y a plusieurs sources ondulées de disponible les deux sources de l'inverseur seront ondulées. Si ce n'est pas le cas la deuxième source sera issu d'une alimentation normale. La voie 1 (ondulée) de l'inverseur sera équiper d'un jeu d'interrupteur permettant l'essai ou le remplacement de l'inverseur sans impact pour la charge (by-pass externe). Il sera réalisé avec des interrupteurs directement dans le TDO suivant le principe d'alimentation générale ci-dessous :



3.9 Armoire électrique pour les salles d'opérations (Baie IT médical)

L'ensemble des activités faisant parties du groupe 2 dans le tableau de classement des activités critiques de la NFC 15-211 devront toute être conçu sur le même principe pour que le service d'exploitation puisse exploiter et maintenir les installations avec aisance.

3.9.1 Site Nord et Sud :

La baie IT sera de type « solution constructeur » de chez Socomec, conforme à la NF EN 61439 et sera composé à minima de :

- 1 enveloppe métallique de type armoire de distribution modulaire double alimentation issue de 2 sources distinctes,
- 1 arrivée générale réseau 1 sur interrupteur 2x63A équipé bobine MX déclenchement 63A
 - o x disjoncteurs pour assurer la protection des auxiliaires (présence tension, CPI, DLD, compteur Countis A43...)
 - o 1 compteur d'énergie de type countis E43
 - o 1 disjoncteur 3x32A (type GV2LE32) protection amont transfo d'isolement N°1
 - o 1 transformateur d'isolement mono /mono de 6,3 kVA équipé de ses protections interne (sondes ipsothermes)
 - o 1 contrôleur permanent d'isolement type HMD 420
 - o 1 interrupteur 3x32A en coupure générale réseau IT Médical transfo 1
 - o 1 ensemble de 12 disjoncteurs 2x16A C60N + contact SD, courbe B (le choix de la courbe sera effectué lors de l'établissement de la note de calcul) en protection de 3PC au maximum
 - o 1 ensemble de contrôle de défaut d'isolement associé à une localisation du départ en défaut (système tore + INJ 204+ concentrateur DLD 260-12 de chez socomec)
- 1 arrivée générale réseau 2 sur interrupteur 2x63A équipé bobine MX déclenchement 63A
 - o x disjoncteurs pour assurer la protection des auxiliaires (présence tension, CPI, DLD, compteur Countis A43...)
 - o 1 compteur d'énergie de type countis E43
 - o 1 disjoncteur 3x32A (type GV2LE32) protection amont transfo d'isolement N°1
 - o 1 transformateur d'isolement mono /mono de 6,3 kVA équipé de ses protections interne (sondes ipsothermes)
 - o 1 contrôleur permanent d'isolement type HMD 420
 - o 1 interrupteur 3x32A en coupure générale réseau IT Médical transfo 1
 - o 1 ensemble de 12 disjoncteurs 2x16A C60N + contact SD, courbe B (le choix de la courbe sera effectué lors de l'établissement de la note de calcul) en protection de 3PC au maximum
 - o 1 ensemble de contrôle de défaut d'isolement associé à une localisation du départ en défaut (système tore + INJ 204+ concentrateur DLD 260-12 de chez socomec)
- 1 interrupteur de couplage type sircover 2x63A permettant de coupler les 2 distributions « IT-Médical » réalisée en amont transfo 1 et transfo 2.
- 1 module de gestion double alimentation DPS alimentant l'alimentation des bobines MX, le transfo d'alimentation du report d'alarme de type RA780. Un disjoncteur « Auxiliaire » 2x6A protégera l'ensemble en sorti du DPS.
- 1 parafoudre type 3
- Un report sous forme visuelle et sonore d'un défaut d'isolement, courant de surcharge et du défaut interne des transformateurs IT Médical sera assuré dans la salle d'opération par un module

de report avec afficheur type RA 780 de chez Socomec, qui sera intégré au panneau de contrôle de commande de la salle d'opération. Le report de défaut permettra de d'avoir l'information du départ en défaut dans chaque salle (en indiquant le numéro du disjoncteur). La liaison avec le CPI HMD 420 sera de type RS485. Le système de contrôleur permanent d'isolement avec sa recherche de défaut fixe associée utilisera un signal de type « train d'impulsion » avec un courant de localisation maximum de 1mA avec un temps maximum d'acquisition pour 0,5μF de 5s.

- Les compteurs countis E43 sont communiquant RS485

Les disjoncteurs non utilisés seront installés en réserve.

Possibilité de passer sur l'ensemble des nouveaux équipements ISOM M55 et ISOM L-60.

3.9.2 Site Voiron :

La baie IT sera de type « solution constructeur » de chez Socomec, conforme à la NF EN 61439 et sera composé à minima de :

- 1 enveloppe métallique de type armoire de distribution modulaire double alimentation issue de 2 sources distinctes,
- 1 inverseur statique mono rackable avec by-pass et carte de communication et carte contact secs
- 1 sectionneur général d'arrivée
- x disjoncteurs pour assurer la protection des auxiliaires (présence tension, DLD, éclairage de la salles sur deux circuits, prise radio 1 et prise radio 2,...)
- Le relaying pour la gestion des prises radio et des voyants associés (Blanc et Rouge)
- 1 disjoncteur 3x32A (type GV2LE32) protection amont transfo d'isolement
 - o 1 transformateur d'isolement mono /mono de 6,3 kVA équipé de ses protections interne (sondes ipsothermes)
 - o x disjoncteurs pour assurer la protection des auxiliaires (CPI, ,...)
 - o 1 contrôleur permanent d'isolement type K-40h avec report D-15h en salle
 - o 1 ensemble de 12 disjoncteurs 2x16A C60N + contact SD, courbe B (le choix de la courbe sera effectué lors de l'établissement de la note de calcul) en protection de 3PC au maximum
 - o 1 ensemble de contrôle de défaut d'isolement associé à une localisation du départ en défaut (système tore + INJ 204+ concentrateur DLD 260-12 de chez socomec)
- Un report sous forme visuelle et sonore d'un défaut d'isolement, courant de surcharge et du défaut interne des transformateurs IT Médical sera assuré dans la salle d'opération par un module de report avec afficheur type D-15h de chez Socomec, qui sera intégré au panneau de contrôle de commande de la salle d'opération. Le report de défaut permettra de d'avoir l'information du départ en défaut dans chaque salle (en indiquant le numéro du disjoncteur). La liaison avec le CPI K-40h sera de type RS485. Le système de contrôleur permanent d'isolement avec sa recherche de défaut fixe associée utilisera un signal de type « train d'impulsion » avec un courant de localisation maximum de 1mA avec un temps maximum d'acquisition pour 0,5μF de 5s.

Les disjoncteurs non utilisés seront installés en réserve.

3.10 Alimentation Sans interruption (ASI)

Le choix du type d'architecture du réseau ondulé sera à la charge du CHU en fonction du type de charge à alimenter, la criticité des installations et en fonction de l'architecture amont.

Le redresseur-chargeur alimente l'onduleur correspondant en courant continu et assure simultanément le maintien en charge de sa batterie. Dans le même temps, l'onduleur alimente en permanence la charge en énergie électrique fiabilisée. Dans le cas d'une disparition ou d'une forte dégradation du réseau d'alimentation, l'onduleur continu à alimenter la charge, sans interruption ni perturbation, à partir de l'énergie stockée dans sa batterie, dans la limite de l'autonomie prévue. Lors du retour du réseau d'alimentation le redresseur-chargeur réalimente l'onduleur correspondant, sans interruption ni perturbation de l'énergie fournie à la charge, tout en rechargeant automatiquement sa batterie. En cas de forte surcharge générée par l'utilisation (court-circuit, très fort courant d'appel ...), la charge est automatiquement transférée, instantanément et sans coupure sur le réseau secours d'alimentation pourvu que ce dernier soit disponible et dans les tolérances spécifiées. Pour cela une synchronisation automatique en phase et fréquence de chaque onduleur sur le réseau secours est réalisée.

Les ASI seront sectorisés, implantés à proximité des installations à alimenter et avec un circuit d'alimentation redondant. Les protections amont seront directement raccordées au TGBT en 4poles. Ils seront implantés dans les locaux dédiés. Les batteries peuvent être séparées des ASI, les contraintes de températures minimales à maintenir sont :

- ASI sans batterie -> 25°
- Batterie -> 20°

Un ventilateur mécanique dans chaque local batterie avec une alarme « défaut ventilation » à remonter sur la GTE pour chaque local.

Aucune traversée de canalisation hydraulique dans ces locaux.

Le fonctionnement de l'onduleur sera de type ON LINE. En cas de perte de la source 1, l'onduleur bascule sur les batteries même si la source 2 est présente. La maintenance de l'onduleur doit pouvoir être réalisée facilement. La puissance minimale d'un onduleur sera de 10 kVA. Pour ses derniers, si le besoin est moindre, le dimensionnement des batteries pourra être adapté pour garantir 1h d'autonomie de la charge à alimenter plus une réserve de 30 %. Quand on parle de redondance N+1, on parle de machine distincte, les ASI modulaires ne permettront pas de répondre à ce besoin en un seul ensemble. Le matériel sera conforme aux normes en vigueur, en particulier en ce qui concerne la CEM (EN50 091-2 & IEC 146-4).

La puissance de la machine sera définie en fonction du bilan de puissance du TGO et du courant de court-circuit en fonctionnement sur batterie pour permettre le déclenchement des protections en aval en protection BASE et assuré une sélectivité de la distribution.

La charge est de type informatique classique, avec les caractéristiques suivantes :

- facteur de déplacement ($\cos \phi$) : 0.995 avance
- facteur de puissance : 0.97
- facteur de crête minimal : 3
- taux de distorsion en courant par rapport au fondamental (THDI f) : 63%
- surcharge admissible pendant :
 - 60 minutes : 110%
 - 10 minutes : 125%

- 1 minute : 150%
- tension de sortie : 400V 3P+N
- tolérance en tension :
 - En régime statique : <1%
 - Sur impact de l'utilisation de 0 à 100% : < ±5% de la valeur nominale (50Hz)
- Rendement minimal de 95% dès 30% de charge
- Réseau absent : l'onduleur devra pouvoir générer un courant de court-circuit minimum de 3 In durant 20ms afin d'assurer la sélectivité. Dans le cas d'un court-circuit non sélectif, l'onduleur devra s'arrêter par protection électronique, sans aucune détérioration.

Les équipements comporteront les dispositifs nécessaires pour limiter les taux de distorsion aux valeurs suivantes :

- taux global de distorsion en courant en amont du redresseur : < 5%
- taux global de distorsion en tension de sortie : < 3% et moins de 15% pour chaque harmonique.

Un afficheur numérique sera prévu en face avant de chaque onduleur afin d'optimiser l'exploitation et la maintenance. Cet afficheur assurant :

- les commandes
- la visualisation des mesures électriques
- la visualisation des états

Tous les événements (états, alarmes et commandes) seront enregistrés et horodatés. La mémoire sera sauvegardée par une batterie indépendante.

Chaque équipement devra être équipé de deux cartes de communication, une analogique TOR et un MODBUS RTU (Ethernet TCP/IP sur validation au cas par cas). La carte de communication MODBUS devra permettre de remonter les états de l'onduleur, les tensions et courant sur les entrées et sortie ainsi que la position des différents sectionneur/disjoncteur de manœuvre accessible de l'équipement. Elle permettra de visualiser de manière dynamique les informations de fonctionnement sur la GTE.

La carte analogique remontera 4 informations TOR :

- Alarme générale
- Fin d'autonomie batterie
- Fonctionnement sur batterie
- Défaut ventilation (information liée au local batteries)

Plus d'information dans les règles de réalisation automatisme GTE.

En complément du by-pass statique interne il sera prévu pour chaque onduleur un contournement manuel externe de super by-pass permettant d'exclure et d'isoler électriquement l'ASI pour entretien ou remplacement intégral sans interrompre l'alimentation vers l'utilisation. La procédure d'utilisation et de consignation devra recevoir l'agrément du fabricant, toutes dispositions permettant la mise en œuvre de ce contournement sont à charge de l'entreprise. Les réseaux 1 & 2 ainsi que le super by-pass seront protégés et alimentés par des disjoncteurs et des câbles dimensionnés suivant les recommandations des constructeurs d'onduleurs.

Les batteries d'accumulateurs seront de type stationnaire étanche avec taux de recombinaison supérieur à 95%, montées câblées sur châssis de préférence (ou installées en armoires de présentation identique à celle de l'onduleur) La stratégie de charge des batteries intégrera comme paramètre la température ambiante du local. Les dispositifs de protection contre les surcharges et les courts-circuits entre les chaînes batteries et les onduleurs font partie intégrante de la fourniture du fabricant d'onduleurs, au même titre que les schémas

d'installations et de raccordement des chaines batteries. Les protections seront incorporées dans un coffret. Les batteries auront une durée de vie de 10 ans et disposeront d'une garantie constructrice de 5 ans. Elles seront composées à minimum de :

- 3 branches batteries sur chantier pour un onduleur égal ou supérieur à 60 kVA
- 2 branches batteries en armoire pour un onduleur de moins de 10 kVA

Le calcul de l'autonomie des batteries sera calculé à partir de la puissance nominale avec un cos phi de 0.9.

3.11 Système de Transfert Statique (STS)

Les caractéristiques minimales que doit posséder chaque STS sont les suivantes :

- tension monophasée : 230 V.
- tension triphasée avec neutre : 400 V.
- variation de tension admissible : configurable jusqu'à + 20 %
- fréquence : 50 Hz tolérance en fréquence + 2 Hz configurable jusqu'à + 5 Hz
- Intensité nominale : 160 A
- surcharge admissible : 150 %
- technologie : commutateur statique
- contrôle commande : micro contrôleurs

Il sera prévu pour chaque STS un contournement manuel externe permettant d'exclure et d'isoler électriquement le STS pour entretien ou remplacement intégral sans interrompre l'alimentation vers l'utilisation. Pour optimiser la maintenance, chaque STS est équipé d'un afficheur alphanumérique donnant accès aux fonctions d'exploitation :

- les commandes STS de charge par touche de fonction. Pour assurer la sécurité, chaque commande doit être validée avant exécution
- la visualisation des mesures électriques par un afficheur alphanumérique
- la visualisation des états :
 - source prioritaire
 - tension source 1 dans les tolérances
 - tension source 2 dans les tolérances
 - utilisation sur source 1
 - utilisation sur source 2
 - transfert verrouillé
 - by-pass de maintenance source 1 en service
 - by-pass de maintenance source 2 en service
 - arrêt imminent
 - alarme défaut utilisation
 - transfert verrouillé
 - retour sur source prioritaire verrouillée
 - surcharge
 - défaut température
- historique : tous les événements (états, alarmes et commandes) sont enregistrés et horodatés. La mémoire est alimentée par une batterie indépendante.
- Aide à l'exploitation : lors de la mise en service, en cas d'inversion de l'ordre des phases, il n'y a pas de risque de destruction des composants du module de transfert statique de charge et un message signale l'anomalie à l'opérateur.

Une vue graphique est à développer spécifiquement par STS. Elle permettra de visualiser de manière dynamique les informations de fonctionnement sur la GTE. Les informations sont à remonter sur la GTE via la COM du STS en mode MODBUS RTU.

3.12 Protection Foudre

Les prescriptions ci-dessous sont à prendre en compte lors de la création d'un bâtiment. Dans le cas d'un bâtiment existant, l'entreprise doit pouvoir réaliser une étude du risque foudre sur le périmètre de ces travaux et appliquer les mêmes prescriptions sans avoir à reprendre l'étude de l'ensemble du bâtiment.

L'entreprise fournira une note de calcul des risques indiquant si le bâtiment doit posséder une protection directe contre les risques foudre. Cette note sera établie en fonction du niveau kéraunique dans lequel se situe le projet et prendra en compte les constructions avoisinantes du site du CHU ainsi que son classement en ICPE.

Le cas échéant, elle prévoira une protection contre les effets indirects de la foudre par installation de parasurtenseurs (parafoudres) de niveau 1 (TGBT), de niveau 2 (TGO, TD) et de niveau 3 (les départs sensibles + TDO). Les effets directs (protection incendie) et indirects (protection des biens) de la foudre sur le projet seront évalués suivant les normes NFC 61-740/1995, NFC 17-100 et 17-102 et la note de calcul sera remise avec l'offre.

Le contrôle du système de protection contre la foudre devra être vérifié par un organisme agréé indépendant à la charge de l'entreprise.

Suivant les résultats de l'étude de risque foudre, des pointes sèches conformes à la norme NFC 17-100 seront disposées de façon à couvrir l'ensemble des espaces bâtis et non bâtis du site. Elles auront une émergence d'au moins 2 mètres au-dessus des édifices et obstacles les plus hauts des bâtis. Elles seront disposées pour éviter les zones d'approche des hélicoptères (cônes d'approche et de décollage).

Les pointes captatrices seront interconnectées à un maillage en toiture. Le maillage et les descentes seront réalisés par conducteurs méplats (ruban) en cuivre étamé. Les descentes en façades seront fixées par crampons et chevilles, agrafes ou brides suivant le cas, à raison de 3 fixations par mètre. Seront également raccordés au maillage ou aux descentes :

- les masses métalliques émergentes en toiture (locaux techniques en bardage métallique, charpente métallique, caisson de ventilation...)
- les mâts d'antenne, y compris éclateurs
- toute canalisation passant à proximité
- tous équipements électriques (caméras, portiers...) et métalliques situés à moins d'un mètre du ruban
- les masses métalliques des façades

En bas de descente, une protection mécanique sur une hauteur de 2 m et une borne de coupure (mesure de terre) fixée à la maçonnerie seront prévues. Les bornes de coupure porteront la mention « paratonnerre » et le symbole « prise de terre ». Le renvoi à la terre est à effectuer selon un cheminement rectiligne et sans risque pour les façades avec du ruban cuivre aboutissant sur un réseau de terre formant une ou plusieurs pattes d'oie. Le dispositif adopté doit être couvert par un avis d'agrément et répondre à la réglementation en vigueur.

Les prises de terre sont réalisées suivant l'une des dispositions décrites au § 4.2 de la norme NF C 17-102. La prise de terre sera réalisée en patte d'oie constituée de cuivre étamé enfouie dans le sol à 0.80 m de profondeur (suivant la nature du terrain la profondeur peut être variable) dans 3 tranchées avec connections entre les branches de la patte d'oie par rivetage sur l'âme cuivre des conducteurs puis enrobage de soudure. Les extrémités des rubans de la patte d'oie seront munies de piquets ou de plaques suivant la valeur à atteindre pour la prise de terre. L'interconnexion avec le circuit de terre général du bâtiment (fond de fouille) sera réalisée dans un regard de visite.

Il faudra prévoir l'insertion dans l'installation de protection contre la foudre de compteurs de coups de foudre permettant d'assurer le suivi de la maintenance de l'installation.

L'entreprise prévoira la protection contre les effets destructifs des coups de foudre sur les équipements électrotechniques : installation de parasurtenseurs en cascade pour assurer l'écrêtage des ondes de chocs dans les TGBT, les armoires principales, les tableaux divisionnaires, les départs sensibles alimentant des organes de sécurité (SSI, Autocom, GTC, appel malades, contrôle d'accès, baies VDI, ASI ...).

Les parafoudres seront dimensionnés par rapport au risque foudre du site et du bâti conformément à la norme UTE C 15-443. Les parafoudres de type 1 utilisant la technologie de l'éclateur à gaz couplé à une varistance seront employés. L'emploi de parafoudres utilisant la technologie des éclateurs à Trigger source de mauvais fonctionnement en raison de l'utilisation de l'électronique dans ces composants ne seront pas admis. Chaque parafoudre comportera un afficheur permettant de mesurer l'usure de celui-ci.

En complément, un dispositif de signalisation doit indiquer que le parafoudre n'assure plus sa fonction de protection.

Des parafoudres de type 1 seront à intégrer dans l'ensemble des TGBT et AGBT

Des parafoudres de type 2 seront à intégrer dans l'ensemble des TGO et TD

Des parafoudres de type 3 seront à intégrer dans l'ensemble des TDO

Les informations suivantes seront reprises sur la GTE (prévoir les bornes pour ces renvois) :

- état du compteur d'impact descente parafoudre
- état des parasurtenseurs
- déclenchement parafoudre

3.13 Gestion Technique Electrique (GTE)

Le CHUGA dispose d'un service automatisme. Les règles de réalisation pour la gestion technique des installations électriques rédigée par le service automatisme sont à prendre en compte. Elle détail les points et types de points à prendre en compte pour chaque équipement.

3.14 Distribution secondaire

3.14.1 Câbles

Le choix de la série et de la section des conducteurs et des conduits se fera en fonction des tableaux de la norme UTE NFC 15-100. Les différents conduits devront être en conformité avec les normes UTE NFC 68 100, règles générales, NFC 68 111 à NFC 68 250 additifs pour les règles particulières et l'arrêté du 17 mai 2024.

Les sections inférieures à 50 mm² seront obligatoirement en âme cuivre.

3.14.2 Chemins de câbles

Les groupements de plus de 5 câbles chemineront sur chemin de câbles. Spécifications particulières pour les chemins de câbles :

- les chemins de câbles disposeront d'une réserve de place de 30%
- l'entre axe des points de fixation des chemins de câbles sera au plus de 1m
- chaque tronçon de chemins de câbles sera mis à la terre
- il est interdit de faire passer des câbles courants forts sur des chemins de câbles autres que ceux destinés aux courants forts
- Les câbles circulant seul ou un nombre inférieur à 5 seront placés dans un tube IRO ou fixé au plafond par des attaches appropriées.
- les câbles seront fixés sur les chemins de câble par collier type Colson espacer au maximum de 60cm

La protection de surface du chemin de câble sera assurée par :

- Electrozingage après fabrication pour toutes les zones usuelles du bâtiment à l'exception des zones humides (la galvanisation avant fabrication en continu n'étant pas autorisée)
- Galvanisation à chaud après fabrication dans toutes les zones exposées à l'humidité ou en ambiance semi extérieur, dans ce dernier cas, l'usinage sur chantier donnera lieu obligatoirement à une passivation à froid des coupes
- Inox avec couvercle dans les zones à très forte humidité, agression chimique, ou aux projections d'eau ainsi qu'en extérieur

Les chemins de câbles seront à bords rabattus non coupants, les bords droits étant exclus.

Les chemins de câbles seront fournis avec tous accessoires (obligatoirement ceux du fabricant) nécessaires à leur parfait montage (éléments de raccordement, consoles, échelles de console, etc...). L'usinage directement sur chantier des tôleries de chemins de câbles étant à limiter au maximum.

Toute découpe doit être ébavurée et protéger pour supprimer tout risque de blessure des câbles lors du tirage de câble.

Il est précisé que les suspentes par tiges filetées de chaque côté des chemins de câbles seront proscrites, seules les consoles suspendues ou murales sont admises car ces dernières facilitent la mise en place des câbles latéralement.

Les câbles et nappes de câbles seront posés avec soins et seront correctement ordrés afin d'éviter tout croisement, chevauchement non justifiable. Les câbles seront attachés sur les chemins de câbles avec des colliers polyamide au maximum tous les 0,6m. Il y aura au maximum deux couches de câbles sur les chemins de câble.

Ils seront mis à la terre sur tous leurs parcours par une câblette de cuivre, ou par une garantie de continuité parfaite des équipotentialités complètes par des raccords à chaque conducteur de protection.

Chaque chemin de câbles sera repéré régulièrement par une étiquette de couleur Dilophane gravée posée latéralement sur les bords du chemin de câbles tous les 15 m en ligne droite, lors de la traversée de voile (de chaque côté de celui-ci) et à chaque changement de direction.

Code couleur pour l'identification des chemins de câbles :

- rouge pour chemins de câbles CFO Normal et ondulé
- jaune pour chemins de câbles CFO réseau de sécurité

Les chemins de câbles pour les installations IT médicale seront obligatoirement réalisés en dalles marines et seront équipés d'un couvercle de fermetures (treillis en fil soudé proscrit). Le chemin de câble doit être dédié aux câbles utilisés pour le réseau IT médicale.

Pour pouvoir exploiter la réserve de place de 30% demandé ci-dessus. L'entreprise considérera le chemin de câble comme plein lors de la réalisation de sa note de calcul ($K=0,72$)

3.15 Appareillage

Tout l'appareillage sera de type normalisé portant le label USE ou UTE et standardisé. Il sera de type : anti bactérien dans les zones aseptiques (ISO 5, 7, 8) et nettoyable par les produits utilisés pour la désinfection des locaux. Tout l'appareillage, commande d'éclairage, prises de courant, etc. sera du type encastré, à vis (griffes proscrites) et adaptés aux influences externes (IP & IK). La finition de pose de l'appareillage sera soignée.

3.15.1 Boîtes d'encastrement

L'appareillage encastré sera obligatoirement monté dans une boîte d'encastrement isolante. La protection mécanique de la canalisation devra être assurée jusqu'à sa pénétration dans l'appareil. La pose des boîtes face à face ou traversant les cloisons ne sera pas admise. Elles devront être écartées au minimum de 60 mm ; ceci concerne l'ensemble des cloisons du bâtiment. Les appareillages posés côte à côte seront implantés dans des boîtes d'appareillage multiples (double ou triple selon le cas) et non pas dans des boîtes d'encastrement individuelles juxtaposées. Les boîtes utilisées en cloisons sèches devront obligatoirement être du type à fixation par $\frac{1}{4}$ de tour (serrage de l'élément plâtre par pincement). Les boîtes souples à ouïes ne sont pas admises. En aucun cas, ces boîtes ne devront permettre la création de courant d'air entre le vide des cloisons et le local, l'étanchéité des boîtes est à assurer. En cas d'implantation en locaux à usages spécifiques, en particulier lorsque le local est maintenu en surpression (salle d'opération, ...), une étanchéité supplémentaire est exigée (jointage du passage de câbles, ...) Les boîtes de dérivation devront être positionnées sur les plans de recollement.

3.15.2 Plinthes et goulottes

Les plinthes et goulottes disposeront de 2 compartiments (1 CFO & 1 cfa) et de 2 couvercles en face avant. Les plinthes et goulottes à cloisons amovibles sont proscrites. Cette disposition permet les interventions de maintenance et les modifications sans interagir entre les domaines CFO & cfa. Le compartiment haut sera réservé aux prises de courants forts et celui du bas au RJ45. Les socles de prises (CFO & RJ) seront positionnés en quinconce sur les plinthes afin que la disposition de superposition des prises ne se présente pas (alignement vertical des prises CFO & cfa proscrits). Les câbles d'alimentations des blocs de PC disposeront d'une réserve de longueur (boucles dans le compartiment de la goulotte d'un mètre permettant les

déplacements des blocs en face avant des goulottes sans déconnexion. Tous les accessoires de finition sont à prévoir sur les goulottes, toutes les extrémités seront bouchées. La pose de plinthes ou goulotte devront être au minimum à 30 cm du sol. Lorsque le sol des locaux sera réalisé par plinthe à gorge, la plinthe électrique sera posée en élévation par rapport à cette dernière. Les plinthes électriques seront posées sur toute la longueur du local même si les terminaux de connexion sont sur une seule partie du linéaire de la pièce. La descente éventuelle apparente du plafond à la goulotte en allège sera réalisée dans l'angle de la pièce le moins visible. En cas d'alimentation d'un seul point terminal dans la pièce, si celui-ci est situé à proximité immédiate d'un angle, la disposition des terminaux pourra être réalisée sur la partie basse de cette descente verticale.

3.15.3 Appareil de commande

Les boutons poussoirs ou interrupteurs des circulations, les appareils de commande placés à l'extérieur des locaux qu'ils éclairent, les appareils de commande placés à l'intérieur des locaux ne disposant pas d'éclairage naturel (locaux aveugles) seront équipés de témoins lumineux. Les boutons poussoirs seront du même type que les interrupteurs, sauf spécifications portées sur les plans. Les manœuvres des interrupteurs devront toujours se faire dans le plan vertical et l'allumage pour les interrupteurs sera obtenu en position basse. Dans les salles d'eau, l'implantation des interrupteurs sera réalisée conformément à la norme UTE NFC 15-100. Un calibre doit être adapté au nombre d'appareils d'éclairage à commander et notamment à l'intensité des appareils. Lorsque la puissance de l'éclairage commandé atteint 200 W il sera utilisé un télérupteur à la place d'un interrupteur.

Nota : Les appareils en saillie de même type devront utiliser les mêmes socles.

3.15.4 Prises de courant

Les prises de courant auront les caractéristiques suivantes :

- la hauteur des prises par rapport au sol est en principe de 30 cm (hors circulations). Cette hauteur est à adapter local par local.
- dans les circulations les prises seront à fixation par vis à une hauteur de 1,6 m afin d'éviter les chocs
- les prises situées dans les locaux humides seront étanches
- les prises ondulé (PCO) seront rouges et sans détrompeur
- les prises IT médicale seront blanches avec voyant

De manière générale il est prévu :

- 1 PC dans chaque local pour l'entretien, y compris dans les placards techniques
- 1 PC tous les 15 ml dans les circulations et les grands espaces
- 1 PC par tranche de 30m² dans les locaux de grande surface
- par poste de travail administratif : 4 PC 10/16 A+T et 1 RJ45
- par photocopieuse : 1 PC 10/16 A+T et 1 RJ45
- chaque circuit à usage administratif ou hôtelier comprendra au maximum huit PC, il ne sera pas pratiqué de déclassement sur les blocs multiples (un bloc triple=3 PC)
- chaque circuit à usage médical comprendra au maximum trois PC, il ne sera pas pratiqué de déclassement sur les blocs multiples (un bloc triple=3 PC)

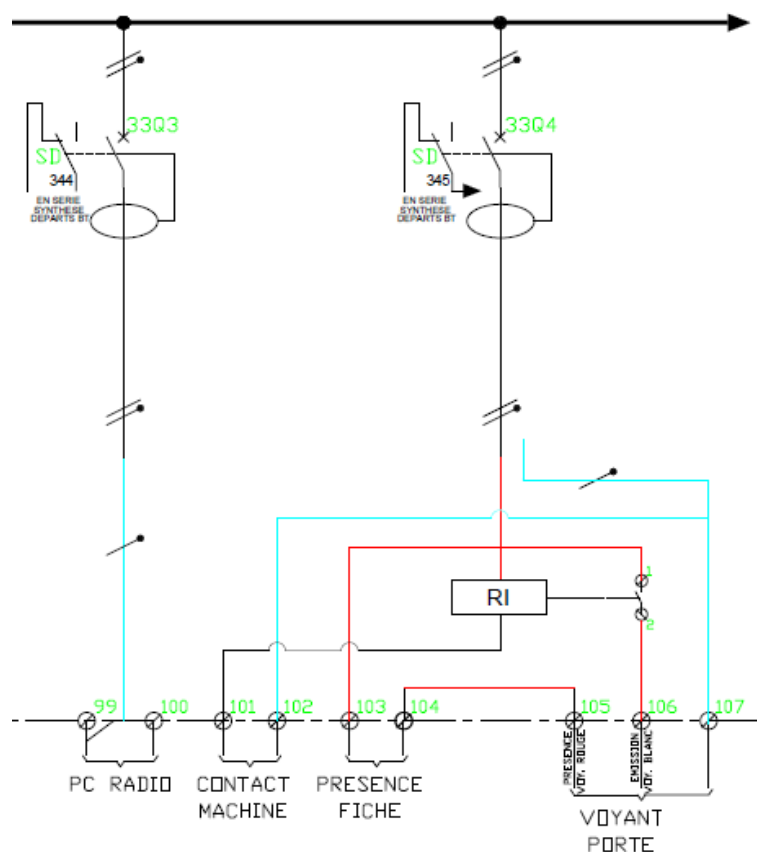
3.15.5 Prises et voyant d'imagerie mobile (prise Marechal)

Le CHUGA a standardisé les salles d'opération en prise Marechal référence 61S415M974K03. L'objectif est d'alimenter la machine d'imagerie et de commander les voyants rouges (appareil sous tension) et blancs (émission rayon) liés à la réglementation des appareillages d'imagerie.

Chaque salle d'opération sera équipée de 2 prises d'imagerie mobile (hors salle d'imagerie spécifique). Pour les autres salles, le nombre de prise sera à définir.

Le voyant rouge appareil sous tension est déclenché par la connexion de la prise Marechal. Le voyant blanc est commandé par l'information venant de la machine par les broches 2 et 3 de la prise Marechal.

Le relai et les borniers seront situés au niveau de l'armoire où se trouve les protections voyant et prise. Le schéma de principe est le suivant :



iDD40T		iDD40T	
C		C	
16		10	
30mA SI		30mA SI	
U1000R2V		U1000R2V	
7G2.5		5G1.5	
33Q3		33Q4	
PC RADIO		VOYANT PC RADIO	

3.16 Eclairage intérieur

Les valeurs à retenir pour chaque type de local sont les valeurs d'éclairement, d'IRC et d'URG de la norme EN 12464-1.

Tous les luminaires, dans tous les locaux seront de type LED. Le rendu des couleurs doit être de qualité, car l'observation de la couleur de la peau des patients est importante pour le personnel soignant. L'IRC devra être au moins égal à 90 dans les zones de soins. Dans les autres cas l'IRC devra être au minimum égal à 80. La température de couleur sera de 4 000°K (en cas de demande spécifique, elle devra être validée par le service CFO). Il est demandé de veiller particulièrement à tout risque d'éblouissement des patients, souvent transportés couchés. L'UGR devra être de 19 au maximum (22 sur validation du service électrique). Les luminaires auront une classe au risque photobiologique de 0. Le rendement des luminaires sera au minimum de :

- 140lm/W pour les pavées
- 120lm/W pour les downlight
- 110lm/W pour les hublots
- 160lm/w pour les appliques étanches

Le choix du luminaire, le type et l'implantation des appareils seront étudiés pour faciliter la maintenance. Les appareils seront étanches dans les locaux humides.

Les luminaires intérieurs, en particulier ceux des locaux de grande hauteur, et extérieurs doivent pouvoir être entretenus en toute sécurité par l'agent en charge de la maintenance sans recourir ni à une nacelle, ni à un prestataire extérieur. Dans le cas où les interventions ne peuvent pas être faites depuis le sol (poulie, pantographe, etc.) ou sur un escabeau, des protections collectives permanentes seront systématiquement prévues (passerelles, etc.). Dans le cas exceptionnel où le CHU dérogerait à cette exigence en acceptant une nacelle, il convient de prévoir les accès nécessaires à l'amenée de la nacelle aux endroits prévus.

La variété des lampes et luminaires présents dans un bâtiment nouveau ou existant sera limitée afin de simplifier la maintenance de l'éclairage. Dans le cadre de travaux de rénovation, afin de ne pas rompre l'harmonisation avec l'existant, les luminaires proposés devront se limiter à ceux déjà présents dans le local ou à minima déjà présents sur le site. Si un nouveau produit est proposé, il devra être validé par le service CFO. Les dimensions standards sont :

- 600x600
- 300x1200
- Spot type GU10
- Downlight 150
- Downlight 200
- Downlight 225
- Applique étanche 1.2m
- Applique étanche 1.5m

Il est prévu deux circuits d'éclairage dans les circulations, un fonctionnement de jour (200 lux) et un fonctionnement de nuit (50 lux). Les valeurs d'éclairement des circuits jour et nuit devront être obtenues sans les éclairages décoratifs (ceux destinés à mettre en valeur la signalisation par exemple), le calepinage des luminaires fonctionnels devra être justifié par une note de calcul d'éclairement

3.16.1 Fonctionnement Nord et Sud

L'ensemble des circulations seront géré par la GTE afin notamment de forcer la coupure à des horaires programmables par zone.

Pour les circulations et locaux disposant d'un apport d'éclairage naturel important, un des circuits d'éclairage (réseau jour) sera réalisé sur gradation piloté par des détecteurs de luminosité (et de présence pour certains locaux) adaptant le niveau d'efficacité des sources lumineuses des luminaires à l'ensoleillement (et la présence le cas échéant). Ce circuit gradué sera commandé par la GTE.

3.16.2 Fonctionnement Voiron

L'éclairage 1/3 est en fonctionnement permanent sans possibilité de le piloter.

L'éclairage 2/3 est commandé par des détecteurs de présence et de luminosité en série avec une horloge (coupure la nuit).

3.16.3 Spécificité luminaire extérieur

En complément/modification des paragraphes ci-dessus pour les luminaires extérieurs seront de type LED avec une température de couleur de 3000°K. L'ajout de luminaire se fera dans la logique du site en terme de gamme de produit et de fonctionnement.

Nord :

- BEGGA 99515 et 99528 (uniquement nord)

Nord et Sud :

- ECLATEC – LINK 6500lm
- ECLATEC - WEET NEO X1 en 34W ou 54W ou 79W
- Projecteur extérieur 200W

Voiron :

- Selux TRIGO
- Selux PARALLIA 450A
- Selux EOL BORNE
- Selux DISCERA 400SC Led
- Projecteur extérieur 200W

3.17 Eclairage de sécurité

Les points lumineux d'ambiance de direction et de balisage seront identifiables sans démontage, et seront de type LED. L'éclairage de sécurité sera identique à celui en place dans le bâtiment pour faciliter la maintenance.

Pour la création d'un nouveau bâtiment l'éclairage de sécurité sera de type autonome connecté, chaque télécommande sera raccordée sur le réseau informatique du CHUGA, les télécommandes seront installées dans les tableaux divisionnaire, chaque télécommande couvrira la même zone que le tableau divisionnaire dans lequel elle est implanté. Une même télécommande ne peut en aucun cas piloter des BAES dont les alimentations sont issues de tableaux différents.

3.18 Installation Recharge Véhicule Electrique (IRVE)

Non traité dans ce document, se rapprocher sur service CFO.

3.19 Installation photovoltaïque

Non traité dans ce document, se rapprocher sur service CFO.

3.20 Document d'études

L'entreprise anticipe la demande des fichiers informatiques des schémas et des plans à mettre à jour. Ces mises à jour devront impérativement être transmises et validées par le service CFO du CHUGA avant la consignation des réseaux. Une version définitive sera à transmettre après la fin de la prestation. Les consignations ne seront réalisées que lorsque l'entreprise aura remis au service CFO l'ensemble des plans et schémas à jour. Les études nécessaires ainsi que les mises à jour des plans et schémas seront incluses dans les prix du BPU.

Les documents d'étude attendu à minima pour chacune des phases sont :

Elements	Contenu	APS	APD	EXE	DOE
Rappel des hypothèses majeures du projet	Textes et normes applicables à l'opération Classement ERP des bâtiments concernés Classement des activités des bâtiments selon les niveaux de criticités (1, 2 ou 3)	X	X	X	X
Bilans de puissance	Normal, secours, ondulé et sécurité	X	X	X	X
Point de raccordement	Caractéristiques (principe, capacité en puissance...) du point de raccordement de l'opération à l'installation existante	X	X	X	X
Notes de calcul/ Sélectivité	Elaboration des notes de calculs et vérification de la sélectivité totale sur la totalité de l'installation	*	X	X	X
Architectures électriques	Mise à jour ou création des synoptiques	*	X	X	X
Schémas unifilaires	Mise à jour ou création des schémas et plans de câblage des installations concernées			X	X
Plans de cheminement	Mise à jour ou création des plans de cheminement des câbles (HT et BT)			X	X
Marques et types matériels	Fourniture des marques et types de matériels installés. Fourniture des caractéristiques et configurations des matériels réellement installées.			X	X
Automatisme/ Analyse fonctionnelle	Fourniture d'analyse fonctionnelle détaillée sous forme de logigrammes intégrant les réponses aux aléas (ex : non exécution d'une commande) Fourniture des programmes commentés des automates installés et des sources des logiciels utilisés.			X	X
Procédures d'intervention / Continuité de service	Fourniture des procédures d'intervention (mode opératoire) précisant notamment les moyens mis en oeuvre pour respecter les contraintes de continuité de service (durée coupure ou absence de secours)			X	
Procédures d'essais	Fourniture des procédures d'essais intégrant : les objectifs visés, le mode opératoire et les résultats attendus			X	X
PV d'essais	Fourniture des PV d'essais intégrant les résultats (notamment chiffrés) obtenus et leur conformité par rapport aux valeurs attendus.				X

* Les pré-études (APS et APD) ont pour but de vérifier la faisabilité et/ou d'estimer les quantitatifs (chiffrage).

3.21 Etudes (EXE)

L'entreprise en charge d'un projet et/ou de travaux a à sa charge, l'étude d'exécution de ce dernier, tout en respectant les directives et préconisation du CHUGA, devra tous les calculs et la détermination du matériel nécessaire à leurs bonnes mise en œuvre.

Cette étude comprendra :

- Les plans de réservations et de synthèse des réseaux en collaboration avec les autres lots concernés (CVC, architectural, ...)
- En lien avec le plan ces plans de réservations, fourniture des caractéristiques et sections des canalisations
- Les synoptiques de distribution HT/BT
- Bilan de puissance (Normal, Secours, Ondulé, Sécurité)
- Les plans d'implantations du matériel et de l'appareillage
- Les plans de maquettage des locaux techniques électriques
- Les schémas électriques des installations au format DWG accompagné d'une extraction de ce dernier au format PDF dont :
 - o Le tracé unifilaire des circuits de distribution
 - o Le tracé multifilaire des circuits de commande
 - o Les plans de borniers
 - o L'implantation dans les armoires, coffrets, ...
- Synoptique des installations avec analyses fonctionnel
- Les procédures d'exploitations
- Etude d'éclairiment
- L'ensemble des notes de calculs au format AFR et PDF
- Tous autres documents de dimensionnements
- Les fiches matérielles et fournisseurs
- Tout autre document demandé par le contrôleur technique

3.22 DOE

Le transfert de propriété ne pourra se faire qu'après fourniture de tous les plans, documents, notices techniques, etc, permettant une exploitation et maintenance normale des dites installations.

L'entreprise du lot Electricité aura à sa charge, la réalisation et la fourniture du Dossier des Ouvrages exécutés (D.O.E.) suivant les formats et le nombre d'exemplaires papier et numérique demandé par le Maître d'ouvrage. Le Dossier des Ouvrages Exécutés comprendra :

- Les synoptiques de distribution HT/BT
- Les carnets des consignes de manœuvre des verrouillages
- Les bilans de puissances « normal », « secours », « ondulés »,
- Les schémas et plans unifilaires
- Les notes de calculs en format AFR et PDF
- Les études de sélectivité HTA & BT & le carnet de réglage de ces protections
- Les carnets de câbles
- Les plans de cheminements
- Les plans de réservations
- Les plans d'implantations
- Les plans de maquettage des locaux techniques électriques
- Les plans de distribution
- Les fiches matériels et fournisseurs
- Les spécifications fonctionnelles et matérielles
- Les programmes et leurs notices d'utilisation
- Les fiches de réglages des systèmes
- La liste des matériels et sous-ensembles indiquant sous forme de tableau la marque, le type, la référence, les coordonnées du fournisseur et les principales caractéristiques
- Les manuels de maintenances avec : le détail et la périodicité des opérations de contrôle et de maintenance pour l'ensemble des équipements
- Les manuels d'utilisation
- Les fiches de déclarations environnementales et sanitaires (F.D.E.S.)
- Les fiches de sécurité (F.D.S.)
- Les autocontrôles de l'entreprise
- Les certificats CE des équipements
- Le cahier des photographies, thermographie de l'ensemble des tableaux électriques
- Les PV des essais
- Une sauvegarde de l'ensemble des programmes automate.

L'ensemble des plans, synoptique et schéma seront transmis en version PDF et DWG.

Une attestation de conformité aux normes de l'installation électrique sera remise au Maître d'Ouvrage pour la réception.

3.23 Note de calcul

Le Centre Hospitalier Universitaire Grenoble Alpes a défini des principes liés à la réalisation des notes de calcul électrique. Ces spécifications concernent les professionnels de la Direction des Travaux et des Services Technique et les prestataires externes missionnés par la D.T.S.T. appelés à intervenir en conception, réalisation, exploitation ou maintenance sur les installations de courants forts.

3.23.1 Périmètre

La note de calcul aura pour origine le/les postes de transformation 20KV lié à l'arborescence. Elle s'étendra jusqu'aux disjoncteurs terminaux de l'opération ou des équipements à alimenter.

3.23.2 Spécificité

Elle devra être en sélectivité totale.

L'utilisation des dispenses est interdite.

Les calculs pour la protection contre les contacts indirects seront faits en protection BASE (LES à argumenter en amont, EQUIPO interdit)

L'emploi de protection DDR sera limitée aux exigences réglementaires des C15-100 ou C15-211 :

- Les circuits prise inférieur à 64A,
- Les circuits éclairage des locaux humides
- Les circuits d'éclairage des locaux à risque.

Utilisation de la filiation acceptée uniquement si elle permet une sélectivité totale.

3.23.3 Logiciel

Le logiciel pour les notes de calcul électrique est CANECO BT dernière version.

3.23.4 Composition du rapport

Dans les échanges, seront envoyé le fichier AFR et les rapports PDF seront composés à minima de :

- Page de garde
- Liste des folios
- Unifilaire général A3 Normal
- Unifilaire général A3 Secours
- Fiche source normal
- Fiche source secours
- Fiche de calcul 3 circuits
- Fiche de réglage des protections

3.23.5 Hypothèse HT

		S"KQ HT Max	S"KQ HT Min
Nord	Normal	500 MVA	20 MVA
Sud	Normal	250 MVA	6.4MVA
	Secours	250 MVA	6.4MVA
Voiron	Normal	175MVA	5MVA

3.23.6 Hypothèse TGBT

Disjoncteur magnéto thermique ouvert :

- Pouvoir de coupure minimum identique aux protections déjà en place
- Uniquement des déclencheurs électroniques

3.23.7 Hypothèse BT

Disjoncteur magnéto thermique moulé :

- Pouvoir de coupure minimum identique aux protections déjà en place dans les tableaux existant ou suivant NdC pour les nouveaux tableaux.
- Uniquement des déclencheurs électroniques
- Installation par défaut de modèle 4P réglable en 3P

Disjoncteur modulaire :

- Courbe C par défaut
- Courbe B :
 - Interdit sur circuit normal
 - Interdit lors de la création de nouveau TGO/TDO.

3.23.8 Onduleur

Les distributions avec onduleur devront tenir compte du courant de court-circuit en fonctionnement sur batterie de l'onduleur ($I_{k\ min}$) et du courant d'alimentation par by-pass ($I_{k\ max}$). La sélectivité totale devra être assuré dans tous les cas.

3.23.9 Spécificité liée au marché d'entretien

Note de calcul sur tous les circuits de distribution depuis TGBT, AGBT, TGO.

Note de calcul sur tous les départs normaux supérieur à 20 mono, 32A tétra ou distance supérieur à 45m.

Note de calcul sur tous les départs ondulés.

3.24 Schéma TD et TDO

Pour les armoires existante l'entreprise utilisera le fichier DWG existant pour la mise à jour. Si l'armoire ne possède pas de fichier DWG et que la prestation de création du schéma n'a pas été demandé. L'entreprise fournit le folio correspondant à son intervention (PDF et DWG).

Pour les nouvelles armoires, les schémas devront être lisible. Les différents éléments et indication devront être organiser dans des calques pour pouvoir les gélés où modifier les couleurs facilement.

Exemple de calque :

CFO_SC_AutreEquipement					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AutreEquipement_Détail					vert Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AutreEquipement_Nom					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AUX					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AUX_Bornes					ro... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AUX_Liaison					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_AUX_Num					vert Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Bornier					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Bornier_Détail					vert Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Bornier_Num					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Cartouche					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_CentraleDeMesure					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_DJ					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_DJ_Bornes					ro... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_DJ_DétailCartouche					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_DJ_Num					vert Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Fil					8 Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Fil_num					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Inverseur					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_JDB					bla... Continu...	— Par...	0	
CFO_SC_Tenant&Aboutissant					ro... Continu...	— Par...	0	

La numérotation des disjoncteurs sera la suivante pour mettre l'évolution de l'armoire :

- 8 Disjoncteurs/folio
- Dj Ecl à partir de F07 → 7Q...
- DJ PC à partir de F20 → 20Q...
- DJ FM à partir de F40 → 40Q...

La numérotation boucle SD sera de 100 à 700 de la manière suivante :

- Jdb Aux/Ecl 100 ... au dernier 300
- Jdb Pc 300 ... au dernier 600
- Jdb FM 600 ... au dernier 700
- Fil 100 sur borne 7 XGTE
- Fil 700 sur borne 8 XGTE

Un seul fichier DWG par schéma, l'espace objet sera organisé de la manière suivante :

- Un fichier DWG avec tous les folios
- Les Folios sont organisés par ligne des différents jeux de barres "famille"
 - 1^{ère} ligne page de garde/sommaire/implantation/inverseur/compteur/aux...
 - 2^{ème} ligne jdb ECL
 - 3^{ème} ligne jdb PC
 - 4^{ème} ligne jdb FM

4 Interface entreprise extérieur / CHU CFO

4.1 Habilitations

Dès lors qu'il travaille à proximité d'installations sous tension, le personnel intervenant doit être habilité conformément à la norme NFC 18-510. Tout exécutant doit avoir son titre d'habilitation sur lui en permanence. L'habilitation du personnel est obligatoire suivant les articles R 42 226-9 & R 42 215-3 du code du travail. Le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre se réservent le droit de demander son titre d'habilitation à tout moment et à toute personne. Tout manquement est sanctionné par une exclusion du chantier.

4.2 Consignations

Les consignations et déconsignations en HTA et en BT (première étape) seront réalisées par le chargé de consignation représentant des services techniques de l'hôpital. Les attestations de consignations sont rédigées sur le carnet de consignations du CHUGA par le chargé de consignation du CHUG. Le chargé de consignation délivrera une attestation de consignation seulement aux personnes habilitées à un niveau permettant de recevoir celle-ci. La déconsignation sera réalisée par le chargé de consignation du CHUGA lorsque l'avis de fin de travail aura été complété (§10 de l'attestation de consignation).

L'entreprise fait ses demandes de consignation et déconsignation au minimum 7 jours à l'avance. Avant la coupure d'une installation, le représentant du service électrique s'assure auprès des services concernés que la coupure est possible. Aucune coupure ne sera autorisée sans accord préalable de cette personne, ce qui veut dire qu'une coupure même programmée longtemps à l'avance peut être reportée au dernier moment, l'entreprise en tient compte dans son offre.

Pour faciliter les échanges entre le service courant fort et les entreprises d'électricité, une feuille de demande de consignation type est présente en annexe : CCTP_Annexe_1.2 Demande de consignation

4.3 Installation de chantier

Les installations de chantier (coffret de distribution, éclairage, base vie...) sont à la charge de l'entreprise. L'entreprise doit prévoir l'ensemble des matériels nécessaires à la bonne réalisation des travaux, en particulier tout l'outillage, les engins de levage spécifiques, etc. (armoire de chantier, coffrets provisoires de chantier équipés de protections différentielles 30mA pour les prises de courant, éclairage de chantier si nécessaire, etc...). L'entreprise aura aussi à sa charge la vérification de ces installations par un bureau de contrôle.

4.4 Dépose des anciennes installations

L'entreprise devra la dépose des anciennes installations à rénover et l'évacuation des matériels, matériaux, déchets, gravats, etc. occasionnés lors des travaux. La dépose de câble plus utilisé doit être effectuée dans son intégralité. Les divers réseaux seront mis hors circuits dès le début des travaux. L'entrepreneur devra immédiatement signaler une canalisation ou tout câble électrique enterré ou encastré, dont la présence ne pouvait être soupçonnée lors des opérations préalables.

4.5 Essais usines

Les équipements suivants seront à réceptionnés en usine avant livraison sur site :

- Les cellules HTA pour le matériel non référencé sur site ou au fonctionnement spécifique
- Les transformateurs pour le matériel non référencé sur site
- reconfigurateur ou téléconduite (boucle HT)
- délestage
- Les Onduleurs pour le matériel non référencé sur site
- Les TGBT
- Les tableaux divisionnaires

Ces opérations de réception seront réalisées par deux représentants du Maître d'Ouvrage accompagnés des représentants de l'entreprise et donneront lieu à des procès-verbaux. Les frais de déplacement et d'hébergement des représentants du Maître d'ouvrage sur les lieux de réception d'usines sont à charge de l'entreprise.

4.5.1 Essais cellules HTA

Les essais et mesures à réaliser au minimum sur les cellules sont :

- Vérification du fonctionnement des différents appareillages (fonctionnement des commandes manuel et des commandes électriques)
- Essais de verrouillage
- Contrôle de la filerie
- Contrôle du repérage (garder la même logique que les cellules HTA existantes)
- Vérification des TC et TP (référence, calibre, classe, rapport, câblage...)
- Mesure des déclenchements défaut homopolaire
- Mesure de déclenchement défaut biphasé
- Essais de sélectivité
- Essais de déclenchement HT/BT
- Essais diélectriques

4.5.2 Essais Transformateur

Les essais et mesures à réaliser au minimum sur les transformateurs sont :

- Mesures des pertes à vides et en charge
- Mesure des rapports de transformation
- Mesure des résistances des enroulements
- Essais d'échauffement
- Essais des décharges partielles
- Essais diélectriques BT et HT

Ces essais devront être réalisés à chaud

4.5.3 Essais reconfigurateur ou téléconduite (boucle HT)

Lors de la création/rétrofit ou d'ajout d'élément dans la boucle HT reconfigurable, une réception en usine devra être prévue. Ces essais doivent valider le bon fonctionnement du système de reconfiguration ou téléconduite. Lors de ces essais, la présence de l'intégralité des éléments compris dans la boucle HT doit être simulés. Ces tests, en plus de tester les nouveaux éléments, doivent aussi tester la réaction de ces derniers suivent le comportement des autres postes de la boucle, la perte d'équipement etc. Les essais fonctionnels suivants les différents modes de fonctionnement possibles de la boucle devront être réalisés de façon exhaustive. Une réflexion commune sera menée en phase d'exécution des travaux. Ces essais seront complétés par des essais sur site en horaire décalé afin de valider le bon fonctionnement de ces systèmes, la liste des essais est au choix de l'exploitant.

4.5.4 Essais délestage

Lors de la création/réetrofit ou d'ajout d'élément dans le système de délestage, une réception en usine devra être prévue. Ces essais doivent valider le bon fonctionnement du système de délestage/relestage. Lors de ces essais, la présence de l'intégralité des éléments compris dans le système doit être simulés. Ces tests, en plus de tester les nouveaux éléments, doivent aussi tester la réaction de ces derniers suivant le comportement des autres postes de la boucle, la perte d'équipement etc. Les essais fonctionnels suivants les différents modes de fonctionnement possibles de la boucle devront être réalisés de façon exhaustive. Une réflexion commune sera menée en phase d'exécution des travaux. Ces essais seront complétés par des essais sur site en horaire décalé afin de valider le bon fonctionnement de ces systèmes, la liste des essais est au choix de l'exploitant.

4.5.5 Essais ASI

Les essais et mesures à réaliser au minimum sur les ASI sont :

- Essais et contrôle des performances électriques
- Calcul du rendement global
- Essais sur le redresseur
- Essais sur l'onduleur
- Essais sur le by-pass statique
- Essais courant de court-circuit

4.5.6 Essais TGBT

Les essais des TGBT seront réalisés suivant les exigences de la norme NF-EN 61439-1 (application de la norme internationale CEI 61439-1). La norme définit 10 essais :

- Les 7 essais de types : effectués sur des configurations de tableaux, certifiés conforme à la norme, en laboratoire agréé (ASEFA), ils sont faits une seule fois.
 - La vérification des limites d'échauffement
 - La vérification des propriétés diélectriques
 - La vérification de la tenue aux courts-circuits
 - La vérification de l'efficacité du circuit de protection
 - La vérification des distances d'isolement et des lignes de fuite
 - La vérification du fonctionnement mécanique
 - La vérification du degré de protection
- Les 3 essais individuels : réalisés sur tous les tableaux par le metteur en œuvre lors d'essais en usine :
 - Inspection de l'ensemble y compris de la filerie et, si cela est nécessaire un essai de fonctionnement électrique
 - Un essai diélectrique
 - Une vérification des mesures de protection et de la continuité électrique du circuit de protection

Outre ces essais, il sera réalisé hors tension et sous tension :

- Les contrôles :
 - Des caractéristiques techniques (enveloppe, appareillage, indice, forme)
 - De la filerie
 - De la finition
- Le contrôle des schémas
- Les essais fonctionnels
- Le contrôle des automatismes
- Le contrôle des appareils de mesures (référence, calibre, classe, rapport, câblage...)
- Essais de fonctionnement des tables de vérités (si concerné)

4.5.7 Essais TD et TDO

Les essais et mesures à réaliser au minimum sur les tableaux divisionnaires sont :

- Le contrôle des schémas
- la vérification du fonctionnement des différents appareillages (fonctionnement des commandes manuel et des commandes électriques)
- Essais des bobines MX
- Essais de/des l'inverseur de source
- Contrôle de la filerie
- Contrôle du repérage
- Vérification des TC et TP (référence, calibre, classe, rapport, câblage...)

4.6 Essais sur site

Des essais seront réalisés sur site suivant les dispositions figurant dans les documents COPREC.

Ces essais seront réalisés à la demande des contrôleurs technique et représentants du Maître d'Ouvrage.

Les essais de bon fonctionnement et vérification seront réalisés.

4.7 Formation

Le transfert, au Maître d’Ouvrage des installations réalisées par l’entreprise sera accompagné d’une formation dispensée par ce dernier afin de permettre l’acquisition de la connaissance des installations.

Une formation spécifique sera programmée pour chaque installation sensible :

- La haute tension : le principe de fonctionnement d’une boucle ouverte, de la télé conduite, de la reconfiguration de boucle, les manœuvres à effectuer...
- Les groupes électrogènes : le fonctionnement, la connaissance des procédures...
- Les onduleurs : le fonctionnement d’un onduleur, les différents fonctionnements présents dans l’établissement (2 onduleurs en parallèle, 2 onduleurs alimentant un STS (Système de Transfert de charge Statique)), les manœuvres à effectuer, pourquoi utiliser un onduleur...
- TGBT, TGO, TD, TDO : le fonctionnement, les manœuvres possibles sur ces installations...
- Automatisation et supervision : le fonctionnement des automates, comment remontent les informations sur le logiciel de supervision. Pouvoir réaliser un diagnostic de l’état des installations depuis la supervision.

Chaque formation se fera en 2 sessions par installation.

Dès la mise en service du poste HTA les exploitants du maître d’ouvrage seront formés et auront l’autorisation d’accéder au chantier et de manœuvrer les cellules dans le but de reconfigurer la boucle si besoin.

A ce titre le groupement doit notamment :

- La présentation (physique, descriptive) sur site des différents composants
- La démonstration du fonctionnement des systèmes
- Indiquer aux personnels utilisateurs, les possibilités offertes par les équipements et leurs modes de fonctionnement
- La présentation des documents constituant le DOE, pour initier et faciliter leur exploitation
- Examiner les documentations techniques et indiquer aux personnels utilisateurs les principaux organes de manœuvres
- Indiquer au personnel d’entretien et de maintenance toutes les opérations courantes d’entretien et les principales pannes possibles.

A l’issue de cette formation, le personnel doit être capable d’exploiter les installations et de réaliser les interventions de premier niveau permettant de rétablir l’alimentation électrique, des installations sensibles en cas de dysfonctionnement.