
	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO
Emetteur : D.A.T		Validation : Directeur des Affaires Techniques	
Destinataires : Professionnels de la D.A.T. et prestataires externes de la D.A.T.			

1 Objet et champ d'application

Dans le cadre de la sécurisation des installations électriques de ses établissements de santé, les Hospices Civils de Lyon ont défini un référentiel de la fonction électrique.

Ce référentiel concerne les professionnels de la Direction de Affaires Technique et les prestataires externes missionnés par la D.A.T. appelés à intervenir en conception, réalisation, exploitation ou maintenance sur les installations de courants forts.

2 Contenu du document

2.1 Présentation du référentiel

2.1.1 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 d'une part et les engagements pris auprès des Groupements hospitaliers d'autre part, ont conduit la Direction des Affaires Techniques à prendre en compte quatre niveaux de criticité selon le temps de coupure admissible pour l'alimentation des activités hospitalières.

- Niveaux 0 et 1 : pas de coupure admise (1)
- Niveau 2 : coupure de 15 s max admise
- Niveau 3 : coupure de 2 heures max admise.

(1) *Le risque « zéro » n'existant pas, le « zéro » coupure n'est donc pas réaliste. Les niveaux 0 et 1 correspondent à des niveaux dont la probabilité de coupure est extrêmement faible. Le niveau 0 étant dédié aux salles serveur avec une solution technique différente de celle du niveau 1 dédié aux activités médicales critiques (demande de la filière « courants faibles »)*

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

Les tableaux ci-après rappellent le niveau de criticité retenu par les HCL pour l'ensemble des activités hospitalières classées en trois familles :

- Activités médicales
- Activités de communication
- Autres activités

Activités médicales

Ces niveaux de criticité sont issus de la norme NFC 15 211 d'une part et du Guide d'informations HCL : Sécurité Electrique des Activités Médicales et des Equipements Médicaux associés d'autre part. Pour les activités médicales, le classement par groupe retenu aux HCL est aussi donné dans le tableau ci-après

Activités	Niveaux (1)			Groupes		
	1(2)	2	3	2	1	0
Bloc opératoire : salles opération,	x			x		
Bloc opératoire : salles de réveil, d'anesthésie	x				x	
Bloc opératoire : traitement d'air		x				x
Urgence, déchocage	x				x	
Réanimation, soins intensifs et unités de soins continus	x				x	
Service des prématurés	x				x	
Salle de cathétérisme	x				x	
Hémodialyse	x				x	
Exploration fonctionnelle (bloc et secteurs interventionnels)	x				x	
Imagerie interventionnelle : salles	x			x (3)	x	
Imagerie interventionnelle : traitement d'air		x				x
Imagerie conventionnelle			x		x	
IRM		x			x	
Médecine nucléaire (salle scintigraphie, ventilation)	x				x	
Radiothérapie et Curiethérapie	x				x	
Laboratoires (automates d'analyses, type P3)	x				x	
Unité de chambre d'isolement bactériologique	x				x	
Pharmacie		x			x	
Unités d'hospitalisation			x		x	

(1) Niveaux 1,2 et 3 = Classes 0, 15 et >15 de la norme NFC 15211.

(2) Niveau 1 : les circuits terminaux notamment les prises de courant seront systématiquement secourus à proximité par des circuits de niveaux 2 ou 3



(3) Schéma IT Médical dans l'environnement du patient

Activités de communication (Locaux de communication LCB et salles serveur)

Les niveaux de criticité de ces activités sont présentés dans le référentiel CFA : Préconisation des alimentations électriques pour les équipements CFA.

Autres activités

Les activités n'appartenant pas aux familles « médicales » ni « communication » sont classées en niveau 3.

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.1.2 Principe Général

➤ Hypothèses

Ce référentiel technique a été élaboré sur la base :

- des règles et normes en vigueur,
- des préconisations ministérielles formulées dans le « guide de sécurité électrique dans les établissements de santé »,
- des règles de l'art en électricité et des retours d'expériences internes et externes.

Concernant les règles de l'art, il est retenu les hypothèses suivantes :

- **Absence de double panne (pas 2 pannes indépendantes simultanées)**
- **Possibilité de propagation de pannes (une panne induit une autre panne)**

➤ Principe retenu



Considérant que chaque équipement d'une installation est susceptible de connaître une défaillance, son contournement voire sa redondance (équipements très sensibles) est nécessaire.

A partir de cette hypothèse et sur la base d'un schéma type d'une distribution électrique, les solutions techniques proposées, pour la réalisation des différents sous-ensembles, sont présentées.

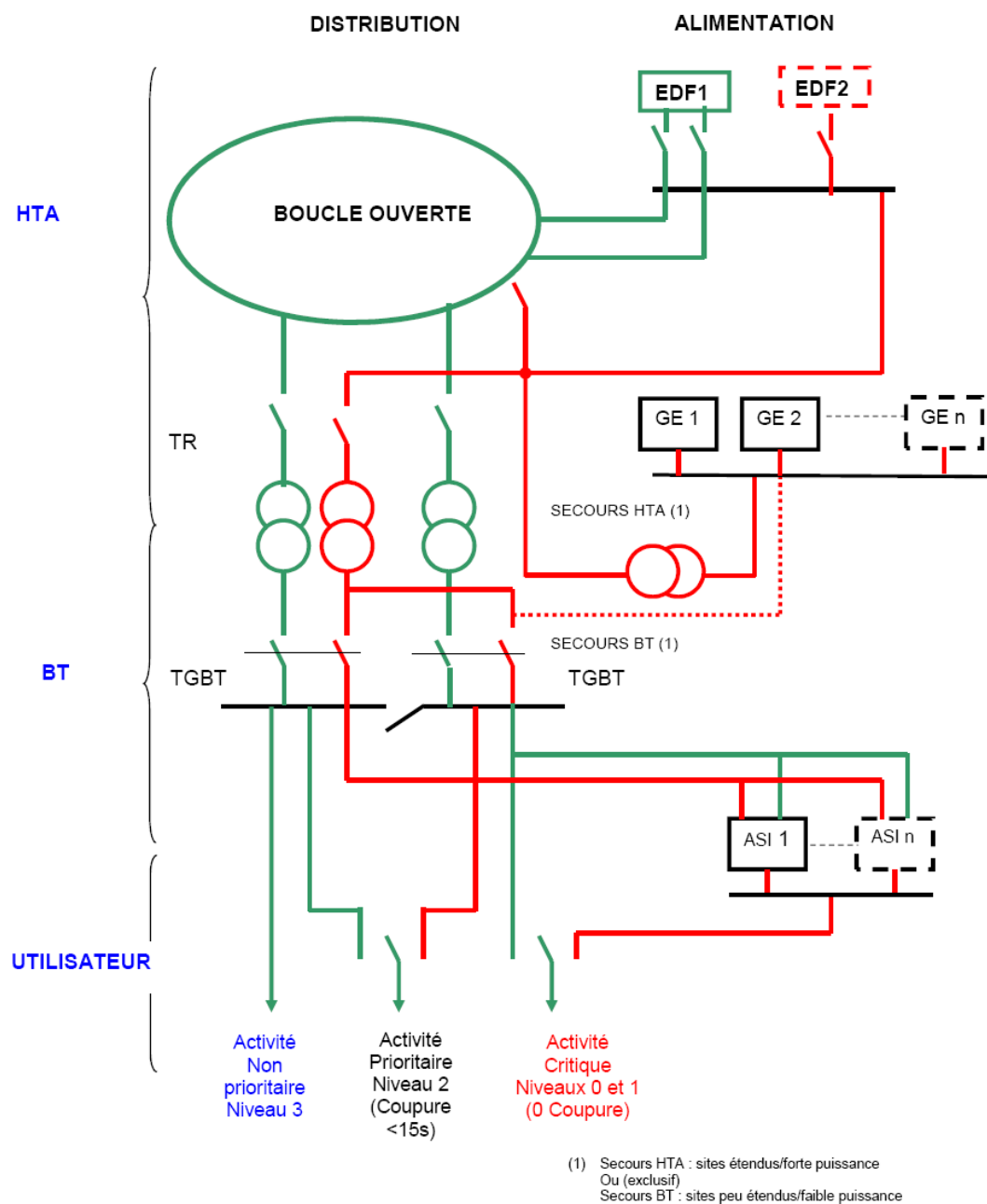
Afin de tenir compte des différences de criticité entre les sites, deux familles d'établissements ont été créées :



- les établissements très sensibles qui abritent des activités sensibles : blocs, réanimation...
- les établissements moins (ou peu) sensibles comme les centres gériatriques.

Pour chaque sous-ensemble des installations électriques, les solutions techniques sont présentées pour les deux types d'établissements.

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ Schéma de principe d'une installation électrique « sécurisée »



	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.2 Principes techniques retenus pour les installations électriques

2.2.1 Source d'alimentation

- **Alimentation normale : ENEDIS**

- Conception / Réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
2 câbles au minimum d'alimentation	X		
- Raccordement en coupure d'artère au moins pour les sites peu sensibles.			X
- Raccordement en coupure d'artère + secours ou en double dérivation pour les sites très sensibles			X
(2 alimentations indépendantes - circulaire du 6 octobre 1998)			
Motorisation des cellules d'arrivée avec commande à distance pour une réalimentation en 15 minutes			X
Détection perte alimentation ENEDIS en amont et en aval du disjoncteur général			X
Redondance alimentation auxiliaire C13100 (chargeur/batterie et alimentation amont)			X
Retour sur ENEDIS normal depuis fonctionnement sur secours en semi-automatique (sur validation humaine) sans coupure (couplage des alimentations normales /secours par ENEDIS ou couplage fugitif avec groupes électrogènes) en automatique sur perte du secours			X

- Exploitation et maintenance

Maintenance triennale constructeur des cellules et des relais (protections C13100 et découplage, mesures...) associés



Manœuvre annuelle manuelle des cellules « HTA »

Essais périodiques annuels de bon fonctionnement (automatismes, alimentations auxiliaires...)

- **Alimentation de remplacement : Groupes électrogènes de secours**

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
Source de remplacement permettant une réalimentation en moins de 15 secondes	X		
1 groupe électrogène au minimum par établissement de santé :			
➤ Groupe « BT » non redondé sur les sites gériatriques et peu sensibles			X
➤ Groupes « HTA » redondés (1 parmi n) sur les sites très sensibles			X
Couplage fugitif possible des groupes « HTA » avec le réseau ENEDIS			X
Fonctionnement en mode PRP ou COP en classe 3	X		
Autonomie de 72 heures à puissance nominale (> 96 heures en mode secours réel - puissance variable)		X	



	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- **Exploitation et maintenance**

Suivi des préconisations constructeur pour les grands entretiens (prestations et fréquence) pour les groupes électrogènes alimentant des activités médicales sensibles,

Entretien périodique :

- Tous les mois : Visite périodique des groupes et des cuves
Relevé des compteurs (électriques, fuel, heures...)
- Tous les 4 mois : Visite périodique d'entretien ;
- Tous les ans : Analyse d'huile, avec vidange si nécessaire
Analyse de fuel ;
Analyse du/des liquides de refroidissement, avec remplacement si nécessaire
Contrôle du jeu axial et radial des turbos compresseurs
Contrôle complet des cuves
- Tous les 3 ans : Essais « à puissance nominale du groupe » (sur banc de charge résistif ou autre)
Remplacement des bancs de batteries
Révision des systèmes de démarrage pneumatique
Contrôle des jeux de culbuteurs
Contrôle thermographique des connexions de l'alternateur et du Transformateur élévateur.
- Tous les 6 ans : Remplacement des durites et flexibles
Contrôle endoscopique des cylindres et contrôle des injecteurs.
- Essais périodiques :
Tous les mois : 1 essai en charge (1 heure) et 1 essai à vide (>5mn)
Tous les trimestres : 1 essai ultime secours
Tous les ans : Essais des alimentations auxiliaires, systèmes pneumatiques de démarrage, des automatismes...

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **Alimentation sans interruption : Onduleurs**

- **Conception et réalisation**



Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
Onduleurs avec redondance chaude (1 parmi n avec n=1 ou 2, voir annexe) pour les activités sensibles ne supportant pas de coupure	X	X	X
Onduleurs TRI/TRI sectorisés (implantés à proximité des installations à alimenter) de moyenne puissance (20 à 300 KVA) avec circuits d'alimentation et de distribution redondants. Pour onduleur de moins de 20 KVA (locaux communication en particulier), prévoir onduleurs TRI/MONO		X	X
Onduleurs de type « on line » avec commutateur statique et by-pass manuel « sans coupure » et carte SNMP.		X	X
Prise en compte des courants de court-circuit dans le choix de l'onduleur afin d'assurer une sélectivité totale	X		X
Onduleurs redondés d'autonomie de 30mn chacun à la puissance nominale (sauf cas particulier-Optimisation), permettant de garantir une autonomie globale d'au moins une heure en cas de perte de l'alimentation amont (TGBT...)	X		
Coefficient de foisonnement égal à 0.9 (par secteur)			X
Batteries constituées au moins de deux chaînes en parallèle Autonomie batteries justifiée par note de calcul			X
Protections amonts onduleurs directement raccordées sur le TGBT Isolement galvanique sur alimentation réseau1 en schéma IT (fonctionnement CPI) Liaison courte entre onduleurs et TGO (éviter protection série)			X
Alarmes sonore et visuelle au niveau des utilisateurs lors du passage des onduleurs sur batterie			X

- **Exploitation et maintenance**

Visite préventive annuelle (contrôle redresseur/ chargeur, batterie, onduleur, commutateur statique et by-pass)

Remplacement systématique des pièces d'usure (batteries, condensateurs, ventilateurs, cartes alimentation ...) selon préconisations constructeurs

Essais annuel ultime secours

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **Alimentation de sécurité**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
Application du règlement de sécurité incendie des établissements recevant du public (ERP) :			
- Etablissements de 1 ^{ère} et 2 ^{ème} catégories et Puissance installations de sécurité supérieure à 10 KW ⇒ Groupe de sécurité BT selon norme NF S 61940 et NF E 37312 (Puissance LTP exclue/ classe G2 minimum /autonomie 36h) TGS alimentée en double attache : N/S + Sécurité.	X		
- Etablissements de 1 ^{ère} et 2 ^{ème} et Puissance installations de sécurité inférieure à 10 KW et autres catégories ⇒ Alimentation directe, spécifique et sélective du TGBT ou armoire « TGS » simple attache	X		
- Coefficient de foisonnement de 1	X		
- Régime de neutre TNS préconisé	X		X
- Mise en place banc charge sur GES pour essais périodiques			X

- **Exploitation et maintenance**

Cf. § groupe électrogène de secours



➤ **Alimentations auxiliaires**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
Alimentations « contrôle-commande » installations HTA (cellules HTA....)			
- Alimentation par tension continue (48, 110V...) redondée -			
- Double chargeur en redondance (amont et aval) avec autonomie unitaire de 60mn.	X		X X
Alimentations « contrôle-commande » installations BT (TGBT...)			
- Auto-Alimentation en alternatif 230V redondée			
- Alimentation depuis les secondaires des transformateurs normaux et secours (« OU » entre l'ensemble des alimentations			X X

- **Exploitation et maintenance**

Vérification et essais (charge et décharge des batteries) annuels
Remplacement des batteries tous les 3 ans (au plus tard).

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.2.2 Distribution interne primaire

➤ Distribution normale HTA (applicable aux sites à forte puissance et étendus)

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Distribution en boucle ouverte avec disjoncteurs en tête de boucle ➤ avec reconfiguration manuelle sur les sites peu sensibles ➤ avec reconfiguration automatique (<15s) sur les sites très sensibles		X	X
- Alimentation de la boucle par ENEDIS et les groupes électrogènes « HTA » en automatique ou en manuel			X

- Exploitation et maintenance

Maintenance triennale constructeur des cellules et des relais (protections, mesures...) associés
Manœuvre annuelle manuelle des cellules « HTA »
Essais périodiques annuels de bon fonctionnement (automatismes, alimentations auxiliaires...)
Test des câbles HTA tous les 10 ans (câbles existants) sous 12 KV /1mn- Phase-terre.



➤ Distribution secours HTA (applicable aux sites avec distribution normale HTA)

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Distribution électrique indépendante de la distribution normale sous forme d'antennes alimentant les TGBT.			X
➤ Antennes alimentées par ENEDIS ou Groupes « HTA » en automatique et en manuel			X
➤ Antennes sous tension en permanence (alimentation ENEDIS ou groupes)			X
➤ Protection générale des antennes par disjoncteur (coté ENEDIS et groupes)			X
➤ Protection individuelle des antennes par fusible			X
➤ Cheminement des alimentations secours distinct de celui des alimentations normales jusqu'aux points d'alimentation (Eviter les modes communs)		X	X

- Exploitation et maintenance

Cf. § distribution normale HTA

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **Distribution BT (applicable aux sites à faible puissance et peu étendus)**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Distribution en antenne non redondée			X
- 15 % <THDI< 33 %			X

- **Exploitation et maintenance**

Maintenance triennale constructeur des disjoncteurs BT et des relais (protections, mesures...) associés

Manœuvre annuelle manuelle des disjoncteurs « BT »

Essais périodiques annuels de bon fonctionnement (automatismes, alimentations auxiliaires...)



2.2.3 Poste de transformation HTA/BT

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Redondance, indépendance (1) et protection des circuits,			X
➤ Mise en parallèle de transformateurs sur des jeux de barres TGBT différents reliés par un interrupteur de couplage à fermeture manuelle			X
➤ Redondance des transformateurs normaux (N+1) afin de prendre la totalité de la charge en cas de défaillance d'un des transformateurs normaux			X
➤ Transformateurs secours dimensionnés pour la puissance totale du poste (pas de délestage excepté la climatisation de confort)			X
➤ Puissance unitaire maximale par transformateur 1250KVA (2)			X
➤ Séparation électrique des réseaux normaux des réseaux secours			X
➤ Protection HTA par fusibles et BT par disjoncteur			X
➤ Protection de type DGPT2 avec actions suivantes :: 1 ^{er} seuil T° ⇒ alarme 2 ^{ème} seuil T° ⇒ ouverture cellule HTA et BT Seuil Pression ⇒ ouverture cellules HTA et BT	X		
➤ Utilisation de transformateurs à huile avec marge de puissance de 20 à 30 % à T0			X
➤ Compensation puissance réactive par batterie de condensateur			X
- Compensation automatique par gradin			
- Valeur batterie minimale : 20% puissance transformateurs			
- Surveillance température batterie et contacteur par capteur avec remontée valeur T° et alarme sur GTC			

(1) La séparation « physique » des installations normales et secours sera mise en place dès que possible (objectif)

(2) Dérogation possible sur accord HCL

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- **Exploitation et maintenance**

Maintenance triennale constructeur des cellules « HTA », des fusibles et des relais (protections, mesures, DGPT2...) associés,

Manœuvre annuelle manuelle des cellules « HTA »



Maintenance semestrielle (relevé puissance et consommations par transformateur...)

Essais périodiques annuels de bon fonctionnement (automatismes, alimentations auxiliaires...)

Thermographie annuelle batterie de condensateurs en service.

- **Conception et réalisation**

(1) La séparation « physique » des installations normales et secours sera mise en place dès que possible (objectif)
(2) Dérogation possible sur accord HCL

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- **Exploitation et maintenance**

Maintenance triennale constructeur des disjoncteurs et permutateurs BT et des relais (protections, mesures...) associés

Thermographie triennale des jeux de barres et des disjoncteurs arrivées et départs

Manœuvre annuelle manuelle des disjoncteurs « BT »

Essais périodiques annuels de bon fonctionnement (automatismes, alimentations auxiliaires...).



➤ **AGBT**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Redondance, indépendance et protection des circuits, <ul style="list-style-type: none"> ➤ Création de deux ½ AGBT reliés par un interrupteur de couplage (IC) à gestion manuelle alimentées par deux liaisons depuis le TGBT ➤ Verrouillage sur cellule de couplage (IC) afin d'éviter la mise en parallèle des deux alimentations depuis le TGBT ➤ Possibilité d'alimenter les deux ½ AGBT par une seule liaison ➤ Interrupteur d'arrivée sur chaque alimentation depuis le TGBT ➤ Activités médicales niveau 1 alimentées depuis AGBT : IS 233 min – IP : 20 min- Indice de forme 3a min ➤ Activités médicales niveaux 2 ou 3 alimentées depuis AGBT : IS 223 min – IP : 20 min- Indice de forme 2a min ➤ Centrale de mesures communicantes (I, U, P, Q, S, W, H, Max) sur arrivées et sur départs (supérieur ou égal à 100A pour les départs) 		X	X X X X X X X

- **Exploitation et maintenance**

Thermographie des armoires tous les cinq ans

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **TGO**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<p>➤ Sécurité patient</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tableaux conformes à la norme NF 61 439-1 -Tableaux « constructeur d'origine » (2) -Indice de forme minimum 4a (2) -Interrupteurs d'arrivée : un par onduleur + un pour le by-pass externe -By-pass sans coupure – Gestion par relayage -Disjoncteurs de départs amovibles ou débrochables. IS 233 (2) minimum -Réserves en puissance et en place de 20 % minimum à T0 hors réserves équipées. -Réserves équipées : une par calibre existant sur TGO -Mesures <ul style="list-style-type: none"> - Analyseurs de réseau (compatible mesures norme EN 50 160) sur arrivées - Centrale de mesures (I, U, P, Q, S, E, THDI, THDU.. Max) sur départ=> 100A - Appareils de mesure communicants pour remontée d'informations sur supervision « courants forts » <p>➤ Autres</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indice de forme 2a -Interrupteurs d'arrivée : un par onduleur + un pour le by-pass externe -By-pass sans coupure – Gestion par relayage - Disjoncteurs de départs déconnectables IS 223. -Réserves en puissance et en place de 20 % minimum -Centrale de mesure (I, U, P, E, THDI, THDU ...) sur arrivée 			<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>



(2)Dérogation possible sur accord HCL

- **Exploitation et maintenance**

Thermographie des TGO tous les ans

Essais ultime secours annuel sur TGO « sécurité patient »

Durée max coupure tolérée sur départ TGO pour travaux : 1 heure (soumis à accord HCL)

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **TGS**

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<ul style="list-style-type: none"> -Tableaux conformes à la norme NF 61 439-1 -Tableaux « constructeur d'origine » (2) -Indice de forme minimum 3b (2) -Inverseur automatique de source sur arrivée -Disjoncteurs de départs amovibles ou débrochables. IS 233 (2) minimum -Réserves en puissance et en place de 20 % minimum à TO hors réserves équipées. -Réserves équipées : une par calibre existant sur TGS -Centrale de mesure (U, V, I, P, E, THDI, THDU ...) sur arrivée 			<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>

(2)Dérogation possible sur accord HCL

- **Exploitation et maintenance**



Thermographie des TGS tous les 5 ans

Essais annuels inverseur automatique de source sur arrivée

2.2.5 Distribution Interne Secondaire

➤ **Schéma de mise à la terre**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Continuité de service et protection assurées			
➤ Schéma IT : <ul style="list-style-type: none"> - Pour toutes les activités médicales concernées selon classement groupe (IT Médical) : <ul style="list-style-type: none"> - Blocs opératoires - Imagerie Interventionnelle - Pour les installations existantes ou rénovées, raccordées à un TGBT en schéma IT - Mise en place de localisateur de défaut sur l'ensemble des départs des TGBT, AGBT et TGO 	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>		<p>X</p>
➤ Schéma TNS pour les nouveaux TGBT En régime TN, mise en place dès le secondaire des transformateurs HT/BT du régime TNS (TNC interdit)		X	X

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ **Distribution secondaire**

Alimentations de sécurité

- **Conception et réalisation**

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Continuité de service et protection assurées ➤ Distribution en étoile depuis le TGBT ou le groupe par câbles résistant au feu	X		

- **Exploitation et maintenance**

Thermographie des armoires tous les 5 ans

Vérification des schémas et de la cohérence des protections tous les 5 ans

Alimentations de niveau 1 (0 coupure)

Conception et réalisation



Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Continuité de service (pas de coupure) et protection assurées		X	X
- Redondance des sources et des distributions (jusqu'au TD étage)		X	X
➤ Distribution en « double étoile »: une liaison « ondulée » et une liaison normale par tableau d'étage		X	X
➤ Cheminement distinct et indépendant des alimentations ondulée et normale depuis les TG jusqu'aux TD d'étage.		X	X
➤ Permutateur statique extractible sans coupure avec by-pass manuel au niveau du tableau d'étage			X
➤ 15 % <THDI< 33 %			X
➤ Prise de courant ondulée (PCO) de couleur grise ou noire sans détrompeur (possibilité de rajouter les couleurs vert, bleu pour différencier les réseaux ondulés.)			X
➤ Protection circuit prise de courant par disjoncteur 16A courbe C (calibre 10A et courbe B interdits)	X		X
➤ Secours des PCO par des PCN à proximité			X
➤ Identification sur chaque prise du tableau et du départ d'origine	X		X

Exploitation et maintenance

Vérification et essais annuels des permutateurs N/S

Thermographie des armoires ondulées tous les ans

Vérification des schémas et de la cohérence des protections tous les ans

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

Alimentations de niveau 1 – Schéma IT Médical

Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
En complément des exigences applicables aux alimentations de niveau 1 :			
- Transformateur (TR) mono-mono de 10KVA au plus près de TD alimenté (<10m)	X		X
- Longueur max distribution terminale (TDO/récepteur : PC..) égale à 20m			X
- Absence de protection thermique sur l'alimentation primaire et secondaire du transformateur.	X		X
- Dimensionnement liaison primaire TR : Protection surcharge Calibre: 1.5 et Thermique : Dispense			X
- Prise de courant « ultime secours » raccordée directement en amont du TR et protégée par un 16A courbe C DDR30mA SI.			X
- Sol antistatique dans locaux sous « IT Médical »			X

Exploitation et maintenance

Cf. § Alimentation de niveau 1



Alimentations de niveau 2 selon le guide (15s de coupure)

Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Continuité de service (coupure < 15s) et protection assurées		X	
- Redondance des sources et des distributions (jusqu'au TD étage)		X	
➤ Distribution en double colonne montante, chaque colonne étant alimentée par un des deux ½ TGBT		X	
➤ Cheminement distinct et indépendant des deux alimentations depuis les TG jusqu'aux TD d'étage			X
➤ Permutateur électromécanique au niveau du tableau d'étage			X
➤ 15 % <THDI< 33 %			X
➤ Prise de courant de couleur blanche- Protection par 16A courbe C			X

Exploitation et maintenance

Cf. § Alimentation de niveau 1 ; excepté Thermographie des armoires tous les 5 ans

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

Alimentations de niveau 3 (coupure admise au-delà de 15s)

Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<ul style="list-style-type: none"> - Protections assurées <ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribution en simple colonne montante ➤ 15 % <THDI< 33 % ➤ Prise de courant de couleur blanche- Protection par 16A courbe C 		X	X X

Exploitation et maintenance

Cf. § Alimentation de niveau 2



➤ Tableaux divisionnaires

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<ul style="list-style-type: none"> - Interface de raccordement amont <ul style="list-style-type: none"> - TD de niveau 1 : Permutateur statique (TC< 10ms) - TD de niveau 2 : Permutateur électromécanique (TC ajustable) - TD de niveau 3 : Interrupteur - Raccordement amont des protections départs par répartiteurs (peignes interdits sauf si dérogation HCL acceptée pour cas très particuliers) - Regroupement DDR interdit. DDR sur la protection du circuit terminal - Réserve puissance et place de 20 % au minimum - Identification sur chaque protection de départ de l'activité et du local alimenté - Schémas et plans intégrés dans la base de données HCL : Pack-Elec ainsi que l'arborescence électrique depuis le ou les TG (TGBT, TGO...) 		X	X X X X X
- Implantation sur châssis dans placard technique			X

- Exploitation et maintenance

Cf. § Alimentation de niveaux 1 et 2.

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.2.6 Automatismes

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Efficacité, simplicité et fiabilité			
➤ Automatismes standards « constructeurs », validés et ouverts			X
➤ Bobine à manque interdite excepté sur les installations où elle est réglementairement imposée (C13100)	X		X
➤ Réseaux de communication dédiés (non partagés)			X
➤ Analyses fonctionnelles et logigrammes détaillés,			X
➤ Programme détaillé et commenté			X
➤ Automatisme « fonction inverseur N/S » : temps de bascule ajustable de 1s à 60mn			X
➤ Contacts position en nombre suffisant pour éviter les relayages			X
➤ Contournement entièrement manuel (automatisme déconnecté)			X

- Exploitation et maintenance



Vérification annuelle du programme

Essais trimestriels de contournement des automatismes

2.2.7 Surveillance des installations

- Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Efficacité, simplicité et fiabilité			X
- Contacts position en nombre suffisant pour éviter les relayages			X
- Installations primaires HT/BT (C13100 et C13200)			
➤ Système de supervision dédié et adapté			X
➤ Visualisation des événements en « temps réel »			X
➤ Réseau de communication dédié depuis les matériels surveillés jusqu'au superviseur (indépendant GTC site)			X
➤ Traçabilité détaillée des événements par horodatage à 10ms			X
- Autres installations : onduleurs, inverseurs, centrales mesures...			
➤ Raccordement sur GTC sous réserve d'absence de risque d'impact sur le fonctionnement des équipements surveillés notamment en cas d'utilisation de « systèmes communicants » (remontée par contact « tout ou rien » en cas de doute)			X

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- **Exploitation et maintenance**

Vérification annuelle de la fonctionnalité (cohérence entre informations réelles et remontées à la supervision)

2.2.8 Protections

- **Conception et exploitation**



Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
- Efficacité et sélectivité			
➤ Protection par disjoncteurs magnéto thermiques excepté pour les transformateurs (fusibles) et exigences particulières (moteurs désenfumage, autres...)			X
➤ Protection BT exclusivement par déclencheur électronique sur disjoncteurs moulés ou ouverts			X
➤ Principe de protection			
- Distribution primaire HTA : Ampère métrique et logique ou/et chronométrique			X
- Mesure homopolaire par tore uniquement (sommation 3 T C interdite)			X
- Protections directionnelles uniquement sur protection groupes Electrogènes.			X
- Distributions primaire et secondaire BT : ampère métrique ou Chronométrique.			X
- Prendre en compte PCC amont (ENEDIS/Centrale groupes de secours) applicables aux sites HCL			X
- Protection contre les contacts indirects par « protection base » (LES à argumenter. EQUIPO Interdite)			X
- Protection par DDR limitée aux exigences réglementaires (prises de courant, locaux à risque...)			X
- Dispense vérification des contraintes thermiques non admise (1)			X
➤ Sélectivité totale	X		X
➤ Filiation acceptée si sélectivité totale garantie	X		X
➤ Protection prise de courant (groupe 1 NFC 15211) : 1 DDR 30mA SI pour trois prises de courant			

(1) Dérogation possible si accord HCL dans cas très particuliers (LCB, Imageries)

- **Exploitation et maintenance**

Protections « HTA » : vérification triennale des seuils de déclenchement

Protections « BT » : Cf. § Distribution secondaire

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.2.9 Essais

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<ul style="list-style-type: none"> - Représentativité <ul style="list-style-type: none"> ➤ Essais règlementaires applicables à chaque type d'installation ➤ Essais fonctionnels : Essais permettant pour chaque type d'installation identifié dans le référentiel (TGBT.TGO...) de valider les exigences spécifiées dans le référentiel 	X		X

2.2.10 Locaux techniques

➤ Conception et réalisation

Référentiel	Origine		
	Normes	Guide	Expérience
<ul style="list-style-type: none"> - Absence de réseau hydraulique dans les locaux électriques - Dimensions minimales locaux - Poste de livraison : Largeur >2.5m, H >2.5m, Long : Longueur équipements + 2m - Poste de transformation : Largeur >3.5m, H >2.5m, Long : Longueur équipements + 2m - Local TGBT, AGBT, TGS et TGO :: Largeur >3 m H >2.5m, Long : Longueur équipements + 2m - Placard technique TD : Profondeur >1 m, H >2.5m, Long : Largeur : largeur châssis - Gamme de température local - Local onduleur : 20°C +/-5°C (climatisation à prévoir) - Autres locaux techniques 10 à 40 °C (ventilation mécanique à Prévoir voire rafraîchissement si dépassement des 40°C) - Détection incendie - Equipements de sécurité 			X X X X X X X X X X X



➤ Exploitation et maintenance

Vérification annuelle du bon fonctionnement des installations (climatisation, rafraîchissement, ventilation, éclairages, prises, détection incendie...)

2.3 Annexes Techniques : Alimentation ondulée

2.3.1 Objet

Dans le cadre du référentiel technique de la fonction électrique, l'objet de cette note est de présenter et d'argumenter les solutions techniques préconisées par les HCL pour la mise en place des alimentations ondulées permettant d'assurer le secours électrique des activités médicales et de communication sensibles (cf. § A) dans ses établissements de santé

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.3.2 Hypothèses

L'objectif premier des alimentations ondulées est de garantir la continuité et la qualité des alimentations électriques des équipements sensibles afin d'assurer la sécurité des patients, des personnes et des biens alimentés.

La prise en compte des normes, des règles en vigueur, du guide de sécurité électrique et de l'état de l'art (expérience) conduisent aux hypothèses clés suivantes :

- redondance des sources et de la distribution
- puissance et autonomie suffisantes pour assurer la continuité d'alimentation pendant la durée d'indisponibilité du réseau amont en cas de panne (HT-TGBT).
- onduleurs de type « on line » avec commutateur statique et by-pass manuel permettant de contourner l'onduleur en cas d'incident
- onduleurs sectorisés de moyenne puissance (10 à 300 KVA) implantés au plus près de l'activité à sécuriser permettant une réduction du nombre d'onduleurs et donc une optimisation technique et financière de l'exploitation et de la maintenance.
- Temps de transfert inférieur à 10ms pour garantir la notion de « sans coupure » pour les équipements « électroniques »

2.3.3 Solution proposée

➤ Architecture



Afin de satisfaire les exigences de redondance et d'autonomie et d'optimiser les coûts, deux architectures générales, basées sur des **onduleurs en redondance N+1 (N=1 ou N=2) ayant une autonomie de 30mn chacun**, sont proposées en fonction de la puissance totale à fournir :

- Pour un besoin en puissance (hors redondance) $\leq 100\text{KVA}$, N=1
- Pour un besoin en puissance (hors redondance) $> 100\text{KVA}$, N=2

avec cependant deux cas particuliers pour les imageries interventionnelles et certaines applications « courants faibles » compte tenu des exigences et/ou caractéristiques particulières de ces activités

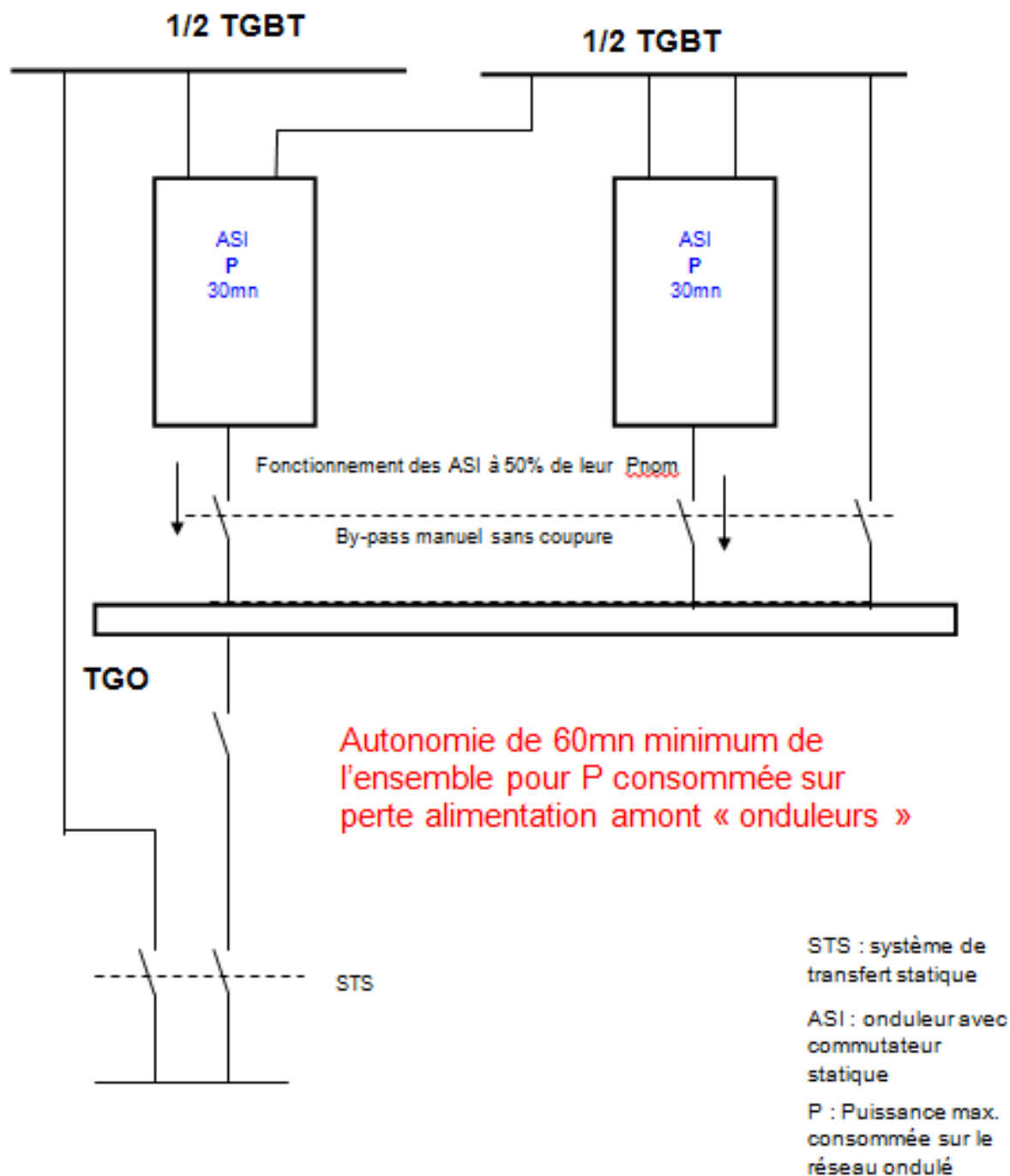
En tout état de cause, ces solutions permettent, en cas de perte d'alimentation sur les TGBT, de garantir une autonomie de l'ensemble d'au moins 1 heure à la puissance d'utilisation, compatible des délais de réalimentation des TGBT en cas d'incident.

Les schémas de principe de ces architectures sont présentés ci-après.



	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- Schéma de principe : redondance N+1 avec N=1 pour $P \leq 100\text{KVA}$

- Puissance installée = 2 fois la puissance nécessaire

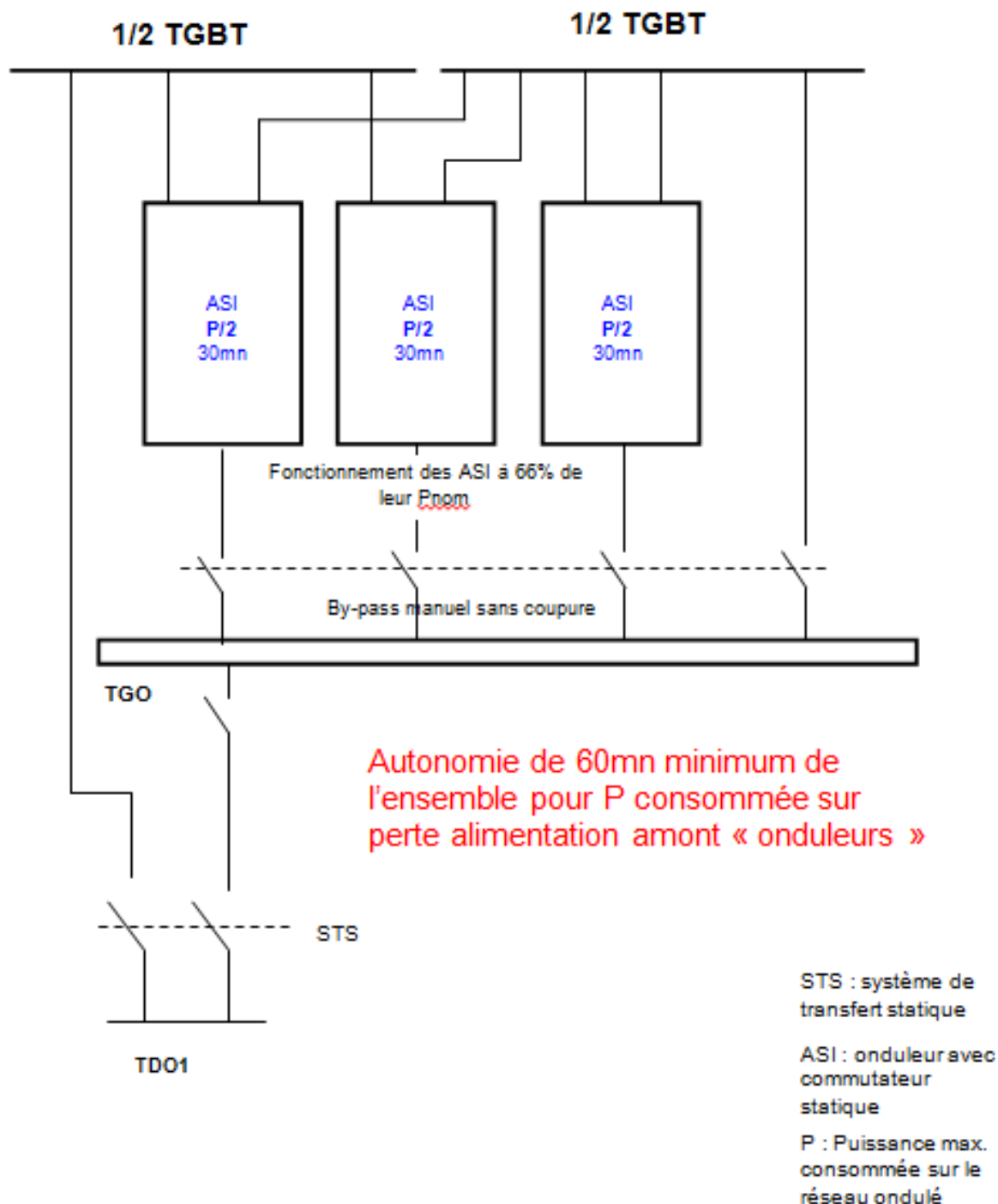


Nota : Mutualisation alimentations réseaux 2 envisageable au cas par cas (soumis à accord HCL)



	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

- Schéma de principe : redondance N+1 avec N=2 pour P > 100KVA

- Puissance installée = 1.5 fois puissance nécessaire



Nota : Mutualisation alimentations réseaux 2 envisageable au cas par cas (soumis à accord HCL)

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ Bilan de puissance

- Calcul des consommations **nominales réelles** des équipements sensibles devant être simultanément maintenus en fonctionnement à partir de la relation :

$$P_{nom}(réelle) \approx \sum \sqrt{P_{mesurée} \times P_{nom}(constructeur)} \approx 0.8 \times \sum P_{nom}(constructeur)$$

- Application d'un coefficient de **foisonnement de 0.9 par secteur**
- Prise en compte d'une marge de 20% minimum pour tenir compte de l'évolution des besoins et des transitoires de puissances (démarrage...)

➤ Principes de fonctionnement

- En fonctionnement normal, la puissance consommée P est fournie par le réseau amont par l'intermédiaire des n onduleurs en parallèle (les batteries ne sont pas sollicitées).
- En cas de perte de l'alimentation amont (TGBT), la puissance consommée P est fournie par les n onduleurs en parallèle (les batteries sont sollicitées). L'autonomie de l'ensemble (redondance comprise) est d'environ 1 heure.
- En cas de panne d'un onduleur, l'alimentation est assurée par le ou les onduleurs disponibles (les batteries ne sont pas sollicitées).
- En cas de panne sur la distribution terminale l'alimentation est assurée directement à partir d'un des 1/2 TGBT ou de l'autre voie ondulée (niveau 0) par l'intermédiaire d'un commutateur statique qui peut être interne à l'équipement (locaux de communication)
- Pour le dimensionnement des protections en aval du TGO, prendre en compte les courants de court-circuit de l'ensemble des onduleurs en parallèle



2.3.4 Cas particuliers : Imageries Interventionnelles

➤ Hypothèses

Bien que classées en sécurité patient niveau 1 (pas de coupure), les imageries interventionnelles sont traitées de façon spécifique compte tenu du « profil » de puissance de ces dernières.

En effet, ces équipements se caractérisent notamment :

- par une puissance de raccordement relativement élevée : 50 KVA environ
- mais surtout, par des appels de puissance très importants (100 à 200KVA) d'une durée de quelques centaines de ms mais dont la récurrence (fréquence) n'est pas communiquée par le constructeur.

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

➤ Architecture

Compte tenu des puissances mises en œuvre, et dans un souci d'optimisation technique et financière, trois différences majeures avec les autres onduleurs « sécurité patient » sont retenues :

- Absence de redondance de l'onduleur
- Réduction de l'autonomie à Puissance nominale l'onduleur
- Un onduleur par équipement d'imagerie Interventionnelle afin d'éviter les perturbations entre équipement (préconisation constructeur imagerie)

➤ Dimensionnement de l'onduleur

Un onduleur se caractérise par trois grandeurs électriques essentielles :

- sa puissance nominale,
- son autonomie à la puissance nominale
- ses courants de court-circuit (Ik1, 2 et 3)

1) Puissance de l'onduleur

L'onduleur retenu doit être capable de fournir les appels de puissances répétés et aléatoires (fréquence des appels non définie) demandés par l'équipement d'imagerie sans by-passer et sans « stress » des composants.

La puissance nominale de l'onduleur sera donc égale à **la puissance crête de l'équipement d'imagerie**.

2) Autonomie de l'onduleur

Comme indiqué, le fonctionnement des équipements d'imageries interventionnelles se caractérise par des appels de puissances importants mais de courtes durées.

Bien que les fréquences maximales de ces appels de puissance restent inconnues (pas de réponse des constructeurs d'imageries sur ce point) et ne permettent donc pas de calculer précisément les puissances « efficaces » appelées, les retours d'expériences à ce jour, montrent des puissances efficaces (mesurées) modérées et cohérentes avec les puissances de raccordement spécifiées (rapport 3 à 4 entre puissances crêtes et de raccordement)



Ainsi, pour atteindre une autonomie réelle de 60 mn (objectif : sécurité patient) « en fonctionnement normal », les batteries devront être dimensionnées pour **une autonomie de 60 mn pour la puissance de raccordement** de l'équipement d'imagerie.

Ces valeurs seront optimisées lors des remplacements des batteries (maintenance) sur la base des consommations (énergies) réellement mesurées sur site, afin de garantir une autonomie réelle d'une heure en fonctionnement « normal »

3) Courants de court-circuit de l'onduleur.

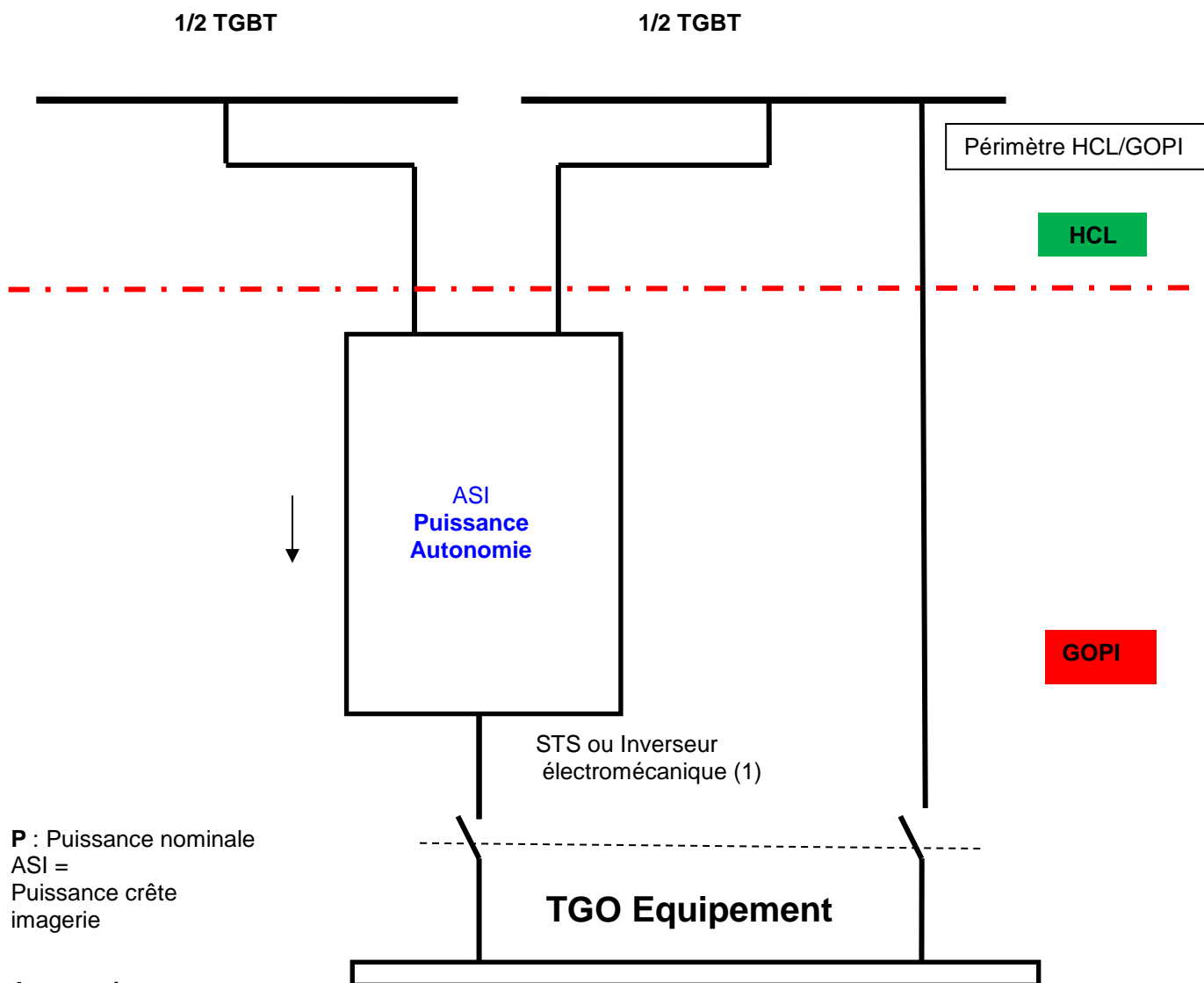
Une des évolutions majeures constatées sur les équipements d'imagerie ces dernières années est l'augmentation significative des appels de courant avec des pointes pouvant dépasser les 300 A, toutefois sur des durées faibles (<<100ms)

Aussi afin d'assurer un fonctionnement correct des protections c'est-à-dire une absence de disjonction intempestive sur les appels de courant et une sélectivité totale en cas de défaut, les courants de court-circuit des onduleurs devront être suffisants. Le rapport entre les valeurs d'IK onduleur (IK1, 2 et 3) à 100ms et I crête imagerie devra être au minimum égal à 2.

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO



• schéma de principe :

Onduleur et TGO situés dans le local Imagerie : Imagerie directement raccordée au TGO (liaison courte) :
Schéma préconisé



**Autonomie de 60mn pour la puissance
de raccordement de l'équipement**

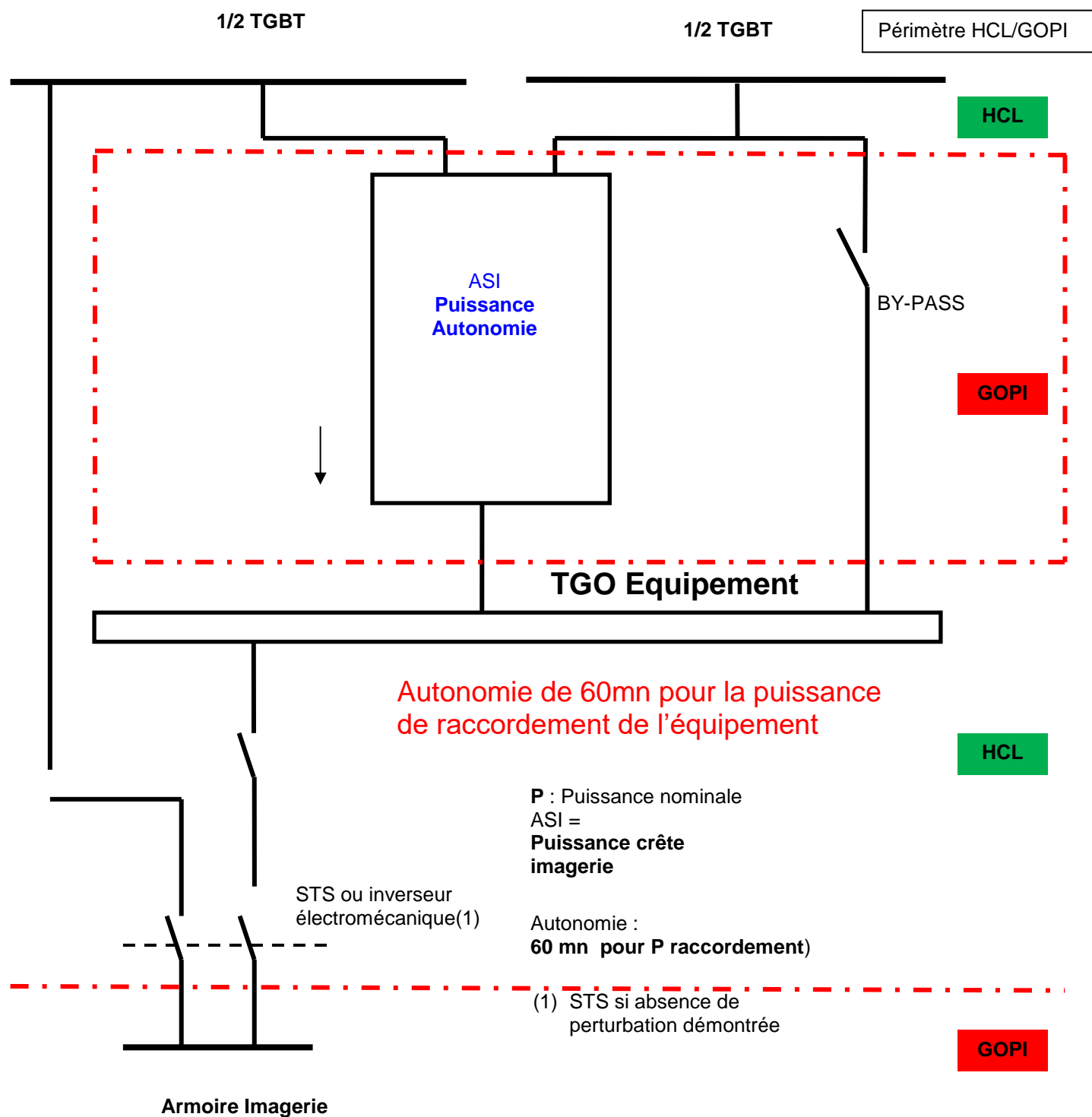
- (1) STS si absence de perturbation
démontrée
STS/Inverseur fourni, installé et
maintenu par le fournisseur de
l'onduleur

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO



• schéma de principe :

Onduleur et TGO situés hors du local Imagerie : Imagerie raccordée à un TD imagerie : **Schéma**

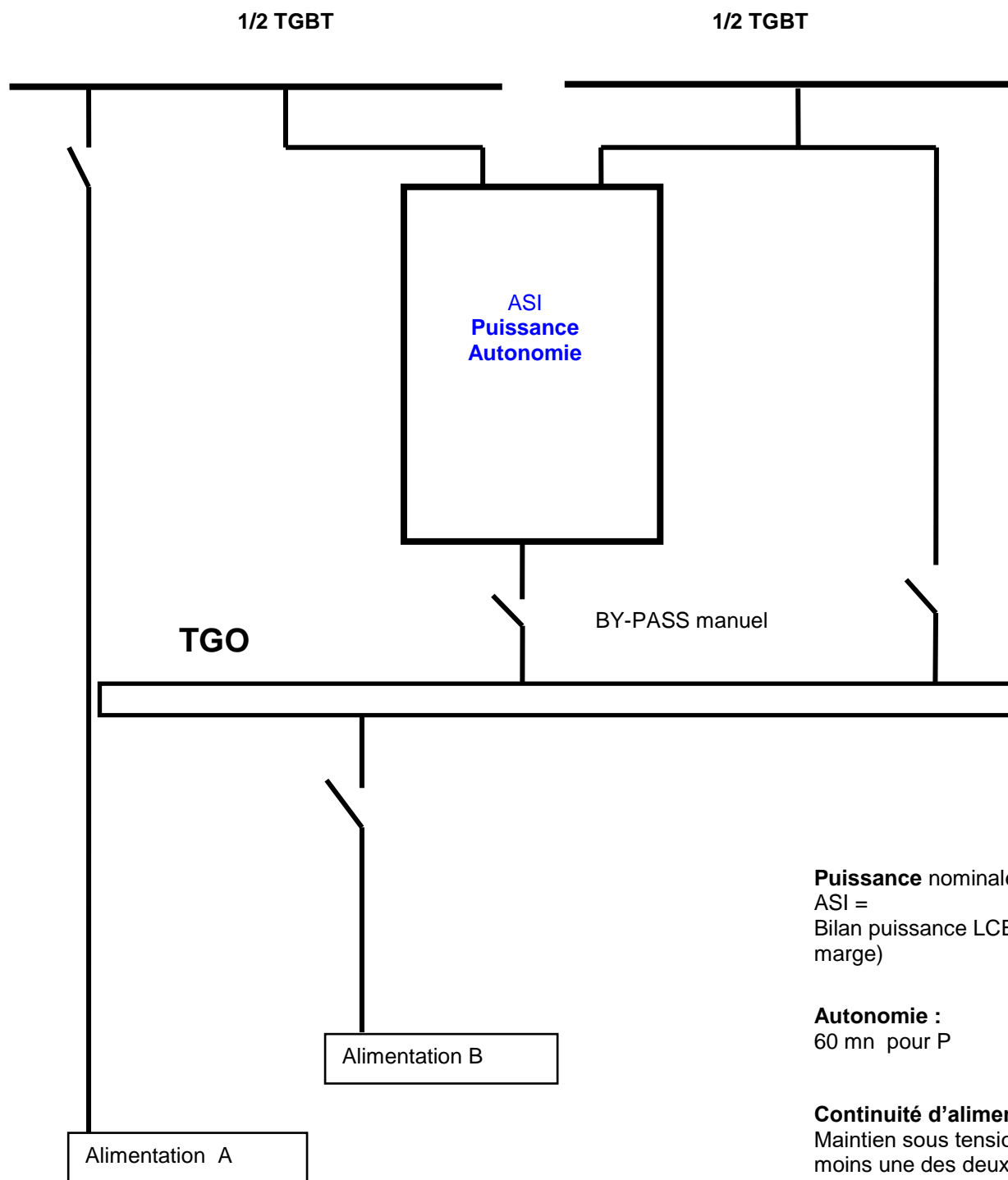
« acceptable » sous réserve de caractéristiques suffisantes de l'onduleur et d'accord HCL (filère CFO)





Nota : Mutualisation alimentations réseaux 2 et by-pass envisageable au cas par cas (soumis à accord HCL)

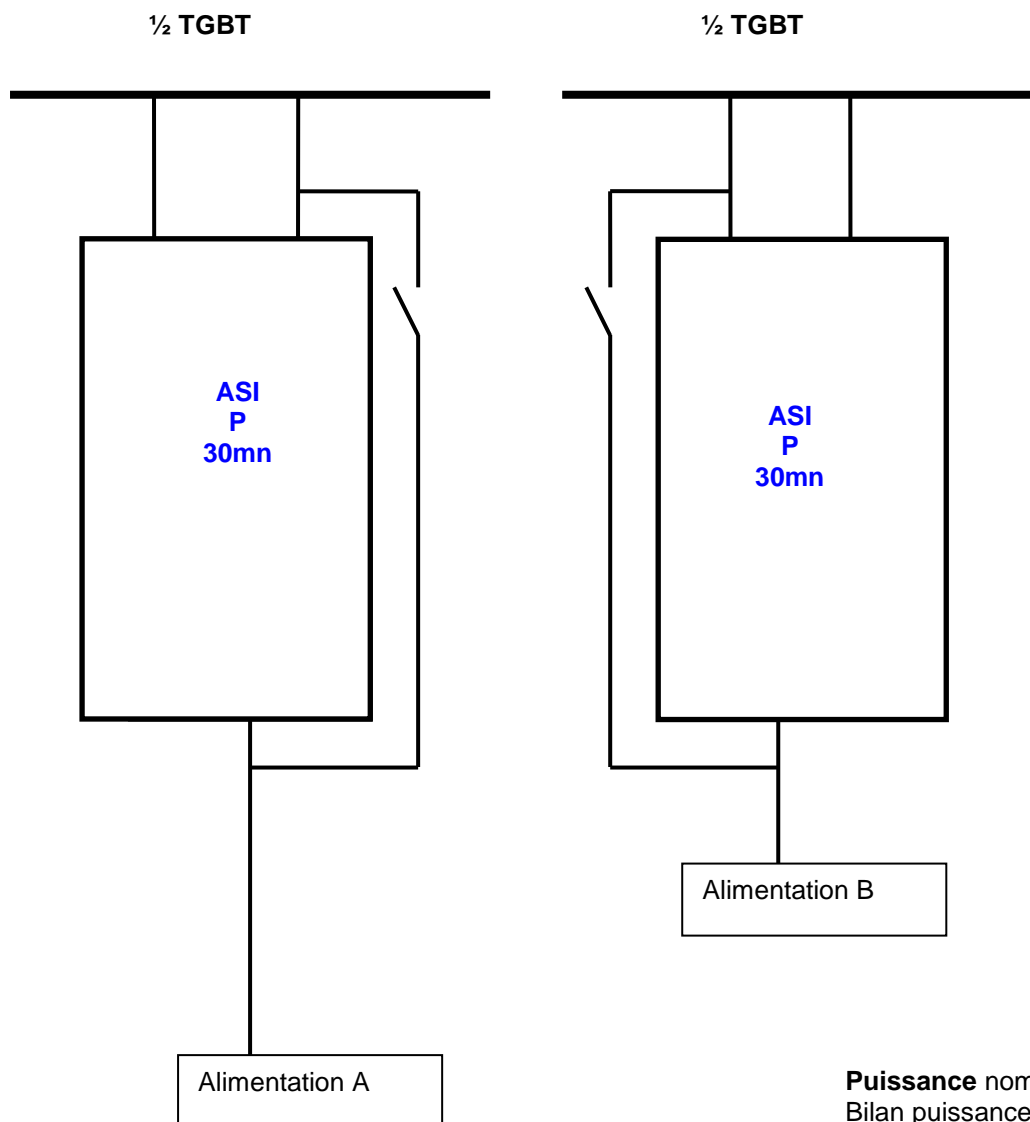
	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REFCFO

LCB (niveau 1)





	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

Salles serveur et Data Center (niveau 0)



Puissance nominale ASI =
Bilan puissance salle serveur (+
marge)

Continuité d'alimentation :
Maintien sous tension d'au
moins une des deux
alimentations

	ALIMENTATION ET RESEAUX ELECTRIQUES		
	Référentiel	Version n°04 – 06-12-2024	DAT REF CFO

2.4 Documents de conception et de réalisation

ELEMENTS	CONTENU	AP	DCE	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) et groupes	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
Schémas unifilaires / Architectures électriques	Mise à jour ou création des schémas, synoptiques et plans de câblage des installations concernées	X	X	X	X
Plans de cheminement	Mise à jour des plans de cheminement des câbles (HT et BT) depuis les sources jusqu'aux armoires terminales	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	Pré Etude	Pré Etude	X	X
Procédures d'intervention / Continuité de service	Fourniture des procédures d'intervention (mode opératoire) précisant notamment les moyens mis en œuvre pour respecter les contraintes de continuité de service (durée coupure ou absence de secours)	Pré Etude	Pré Etude	X	X
Plans selon PACK'ELEC	Génération et/ou mise à jour des plans selon procédure « Pack'élec »		X	X	X

Les pré- études ont pour but de vérifier la faisabilité et/ou d'estimer les quantitatifs (chiffrage)
Les documents sont rédigés pour la phase AP (engagement TX notamment) et mis à jour pour la phase DCE

3 Définitions et abréviations

Sans objet

4 Documents de références

Guide de sécurité électrique des établissements de santé – ministère de la Santé – 2000

Norme NFC 15-100 ; NFC 15-211 ; règlement de sécurité des ERP ; NFC 13-100 ; NFC 13-200 et NF 5016.

5 Documents Associés

Sans objet

Auteur : Marc FABREGA

Contacts : Direction des Affaires Techniques – Hospices Civils de Lyon

Date de 1^{ère} version : Décembre 2006

Mots clés : Sécurité ; Groupe électrogène ; Onduleurs ; HTA