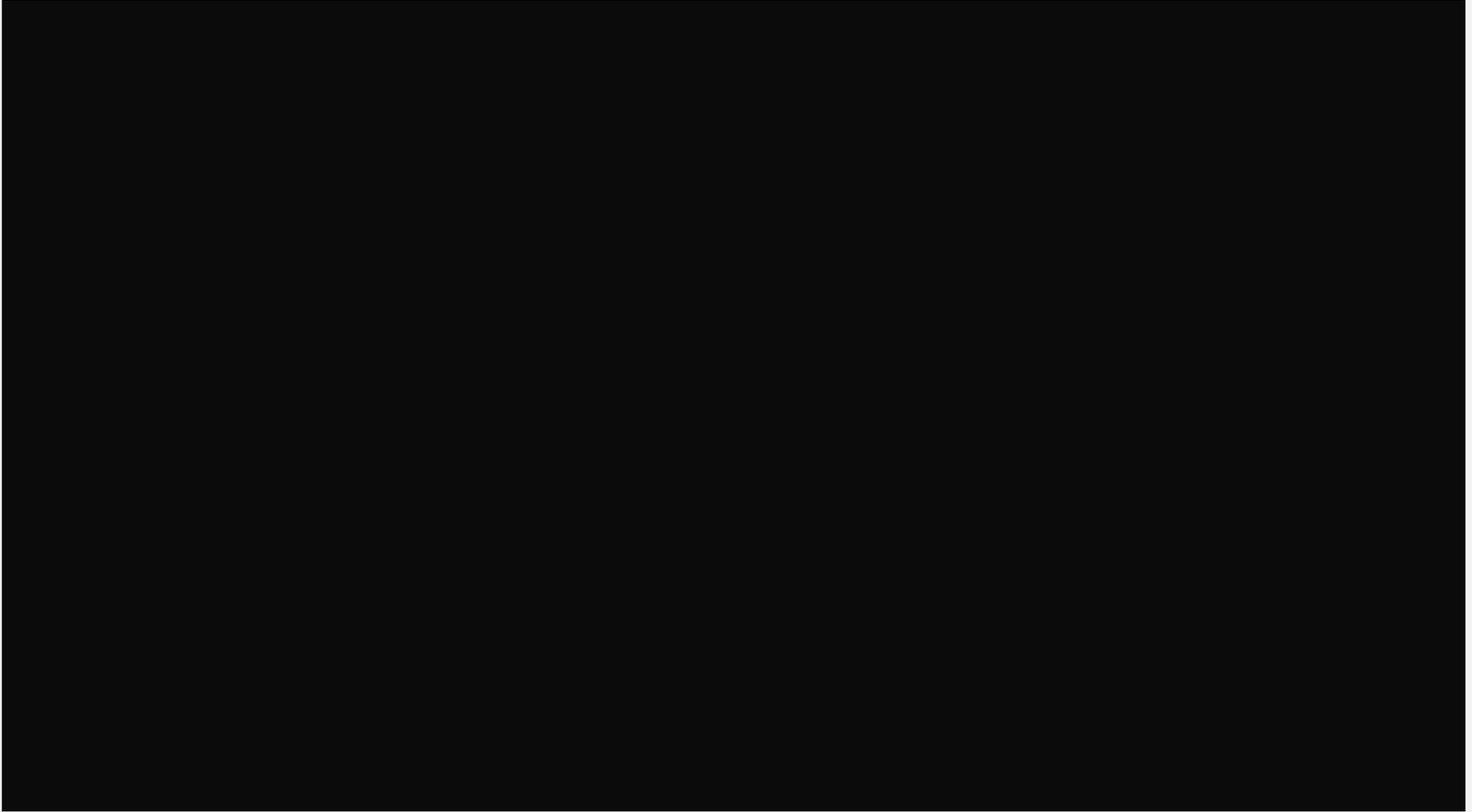


# Schémas et stratégies



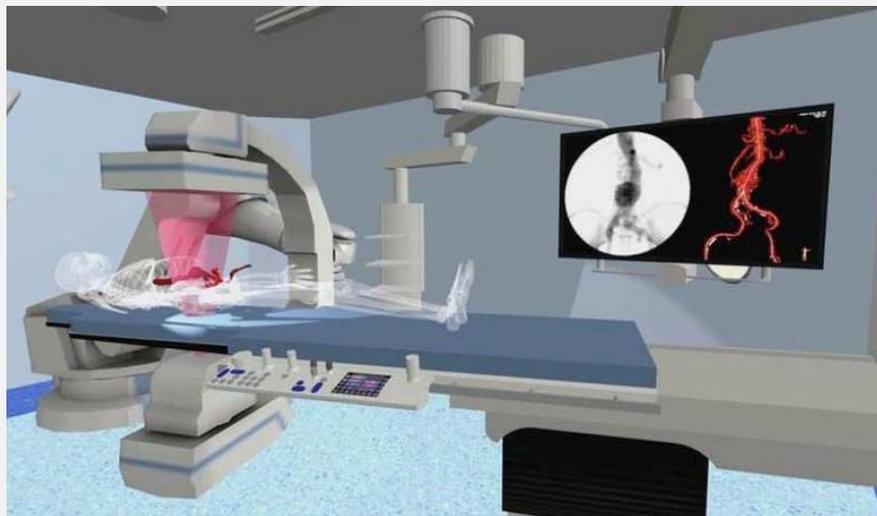
**Gestion des risques, sécurité électrique**

# **Evolutions des techniques médicales et ingénierie électrique**



**Sommes nous prêts ?**

# A Rennes le bloc opératoire du futur est hybride



Alliant soins et recherche au sein d'un bloc opératoire entouré d'écrans de contrôle, la plateforme médico-technique TherA-Image est dotée d'équipements de pointe en imagerie (observation 3D intra-opératoire, réalité augmentée, électrophysiologie cardiaque), d'assistance opératoire (navigation endovasculaire, robot de cathétérisme) et de diffusion vidéo (téléexpertise, formation...) ; un investissement de **5,2 millions d'euros**.

**Compte tenu de l'évolution des techniques liées à l'activité médicale, la barre de la continuité de service est placée très haut.**

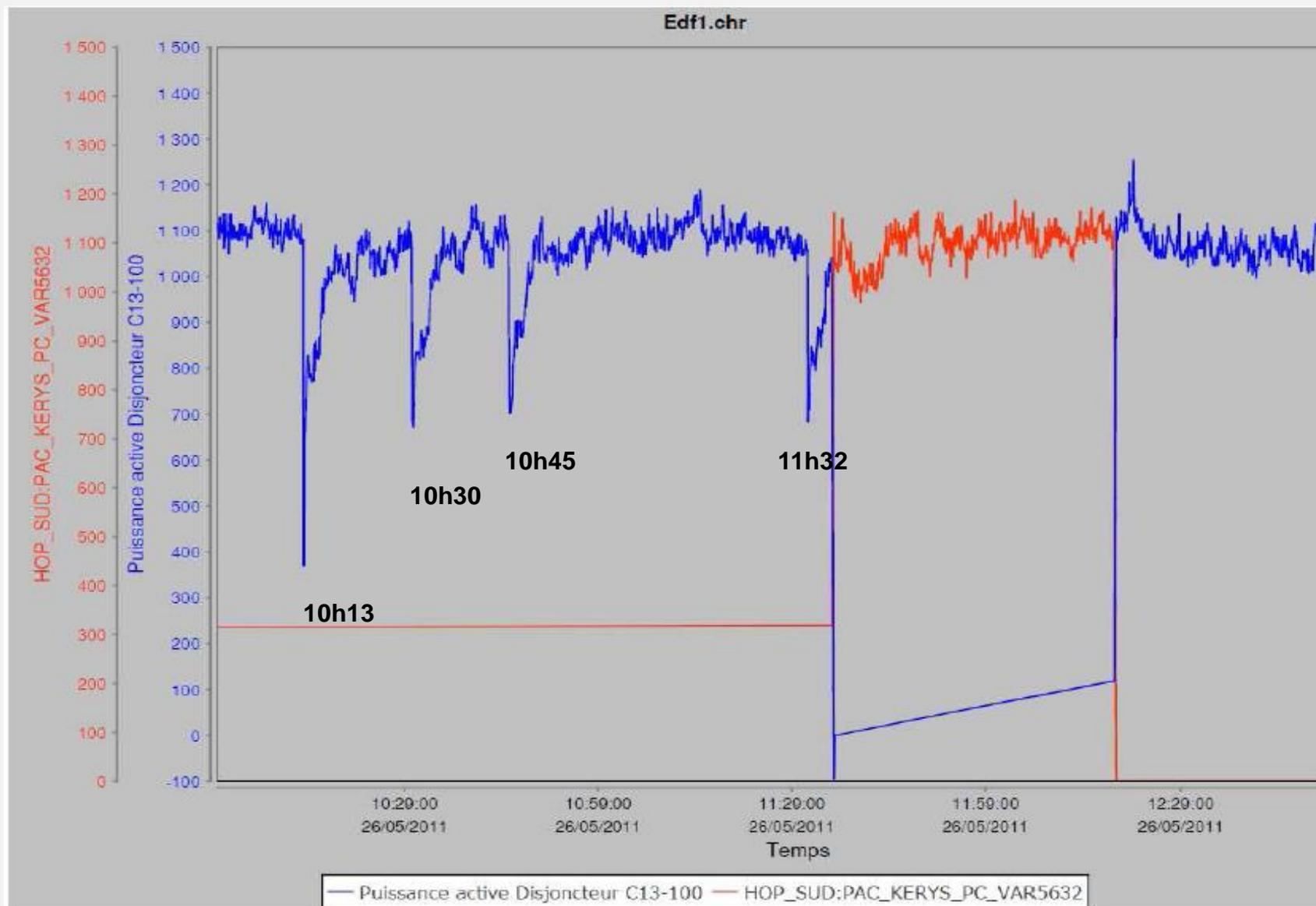
# Exploitation et contraintes techniques

Les réseaux de distribution électrique amont ou internes à l'établissement peuvent être le siège de perturbations électriques significatives et imprévisibles (rapides sur réseau transport, défauts électriques sur la distribution HTA, démarrage de charges importantes, etc...)

Les essais de test du fonctionnement secours sont aujourd'hui réglementaires. La préconisation de périodicité est mensuelle.

Afin d'être représentatifs, ils se doivent d'être réalisés à une heure où l'activité est significative (mise en situation réelle).

# Il faut faire face à des évènements redoutés !

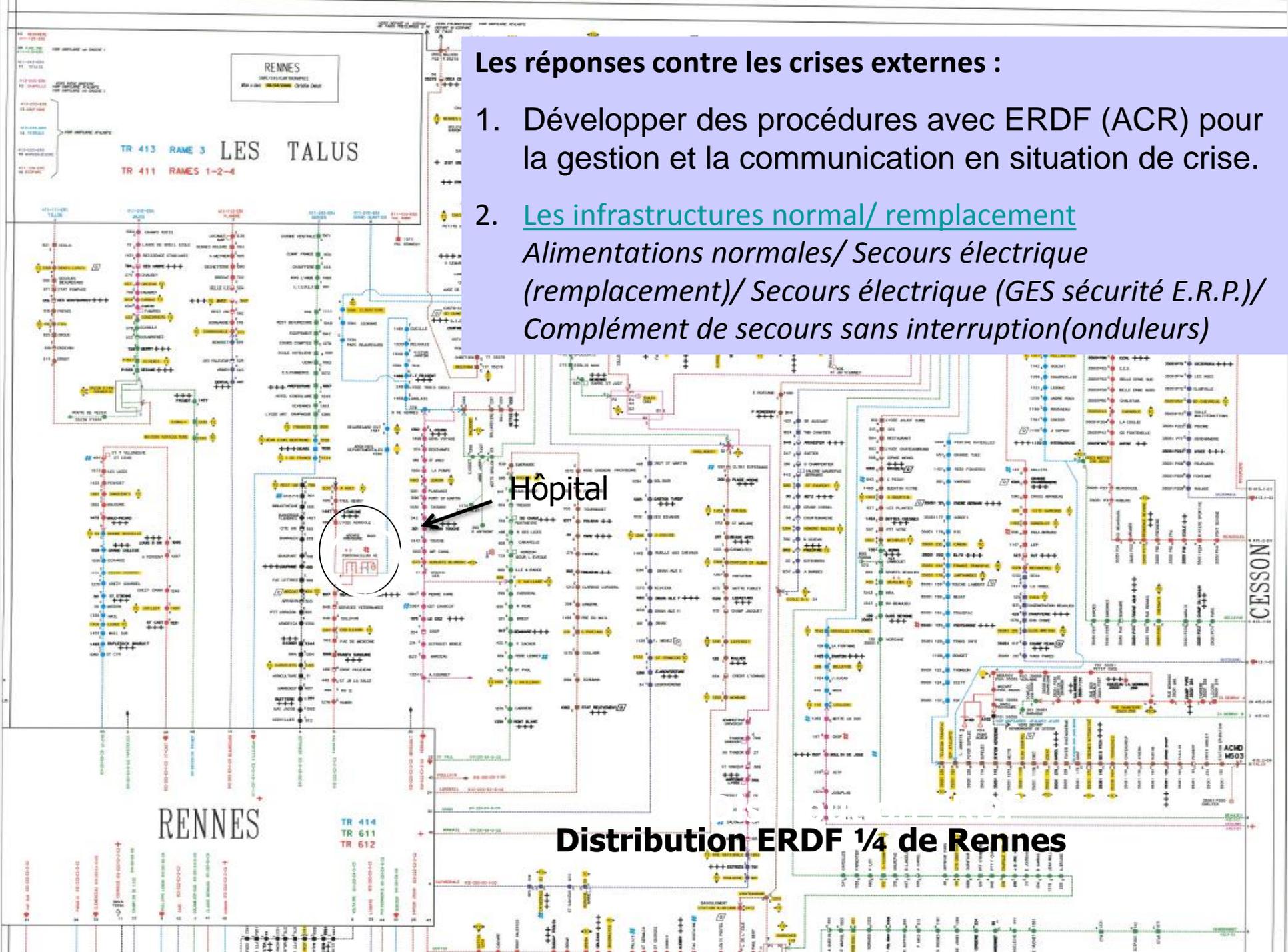


# Approche générale

- L'analyse de risque autour de la continuité de service de la distribution électrique d'un site ou d'un bâtiment hospitalier commence bien sûr par une exploration des infrastructures électriques amont du site ou du bâtiment en question.
- Il est entendu qu'en matière d'infrastructure, chaque établissement de santé est un cas particulier.
- On retiendra également que chaque installation électrique est un compromis technico/économique.

## Les réponses contre les crises externes :

1. Développer des procédures avec ERDF (ACR) pour la gestion et la communication en situation de crise.
2. Les infrastructures normal/ remplacement  
*Alimentations normales/ Secours électrique (remplacement)/ Secours électrique (GES sécurité E.R.P.)/ Complément de secours sans interruption(onduleurs)*



RENNES

TR 414  
TR 611  
TR 612

Distribution ERDF 1/4 de Rennes

**Référence 35 – A327 / 039251 – 01.**

**Conditions Particulières de la Convention de  
Raccordement au Réseau Public de Distribution HTA  
de l'Installation de consommation**

**CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE  
DE RENNES  
POSTE HOPITAL SUD  
A RENNES.**

**COMPLETANT LES CONDITIONS GENERALES  
PUBLIC DE DISTRIBUTION HTA**

**Référence 35 – D327 / 040122 – 01.**

.....

**CONVENTION D'EXPLOITATION  
DE L'INSTALLATION ELECTRIQUE DES  
POSTES CHU PONCHAILLOU ET CHU CUR  
DU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE RENNES  
RACCORDEE AU RESEAU PUBLIC DE DISTRIBUTION HTA**

**Poste de Livraison HTA Client  
Poste CHU PONCHAILLOU,  
situé Avenue Antoine Joly à Rennes.**

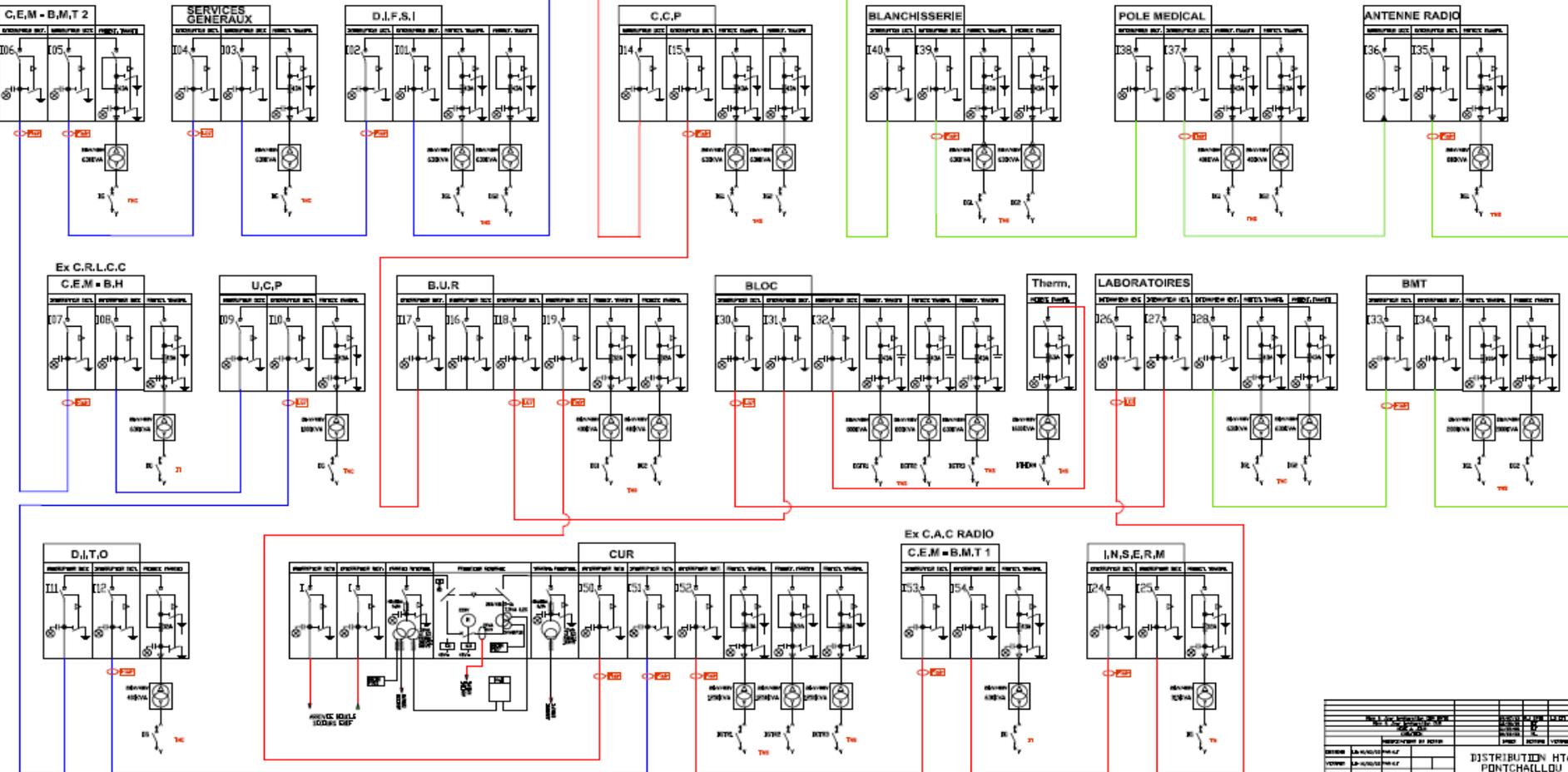
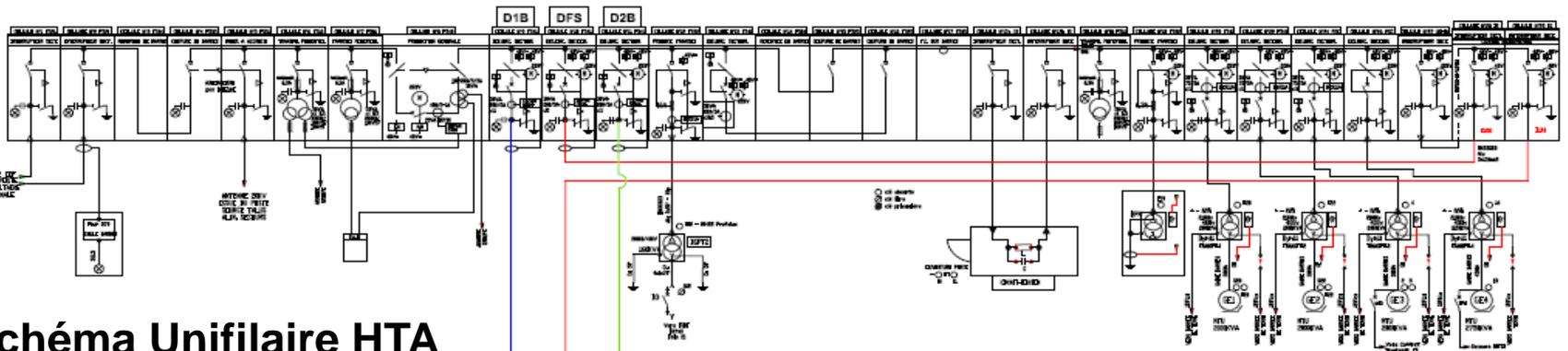
**Poste de Livraison HTA Client  
Poste CHU CUR,  
situé Rue Henri Guilloux à Rennes.**

**CONDITIONS PARTICULIERES**

## Site hospitalier, quelques chiffres :

- 23 MVA de puissance installée (transfos),
- 5,6 MW de puissance souscrite,
- 15 MVA de groupes électrogènes,
- 3 MVA d'ASI,
- 18 postes de transformation,
- + de 100 cellules HTA,
- 32 Gwh de consommation électrique/an

# Schéma Unifilaire HTA



DISTRIBUTION HTA PONTCHAILLU	
DATE	REVISION
DESIGNER	CHECKED
APPROVED	DATE

## **Infrastructures normal/remplacement**

### Alimentations normales

**3** arrivées ERDF (5 câbles et trois transformateurs HTB/HTA, 2 postes "source")

### Secours électrique (remplacement)

Centrale de secours en HTA 8750kVA (4 groupes électrogènes service continu) fonctionnement secours et effacement en couplage permanent/fugitif au réseau ERDF.

**6** Groupes électrogènes en Basse tension (5765kVA) fonctionnement secours et effacement en couplage permanent/fugitif au réseau HTA interne.

### Secours électrique (sécurité incendie)

**3** groupes électrogènes GES (770kVA)

### Complément de secours sans interruption

**19** ASI (onduleurs) pour un total de 3 MVA

## **Infrastructure normal remplacement, suite**

Automatisation totale des interrupteurs de boucles HTA (reconfiguration automatique partielle).

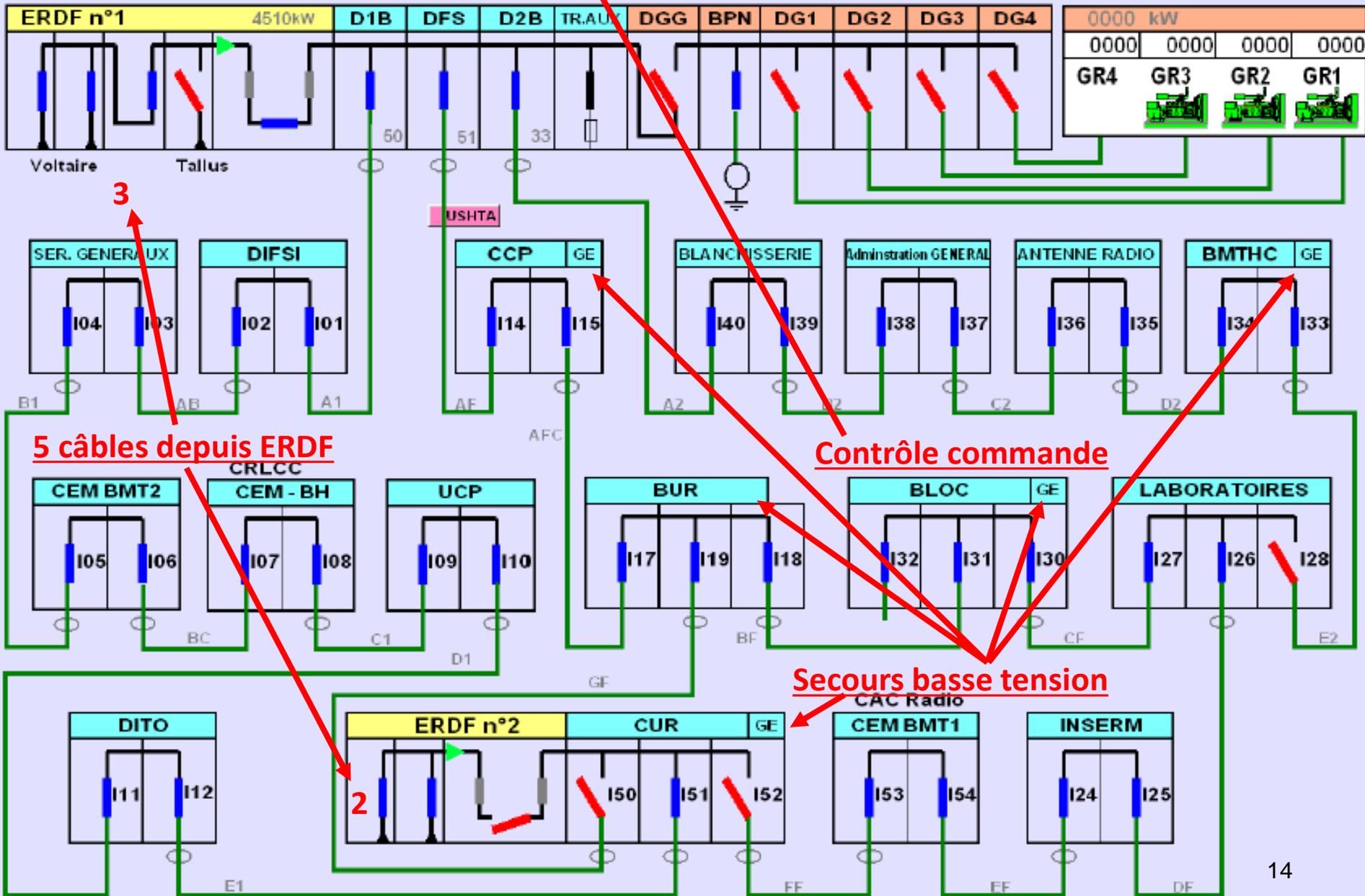
Redondance des transformateurs HT/BT des bâtiments abritant des activités Médicales sensibles.

8 bâtiments en double alimentation BT (maillage manuel et automatique).

Indépendance des processus production/distribution

Interchangeabilité des unités fonctionnelles des tableaux basse tension (pour indices de services 223 et 333), standardisation des tableaux électriques.

Interconnexion des TGBT afin de permettre la maintenance sans arrêt d'exploitation ou la gestion de crise.





# Exemple d'ingénierie de bâtiment hospitalier

LE POLE URGENCES ET REANIMATIONS DU CHU DE RENNES

## Caractéristiques principales :

147 lits, dont 50 de réanimation

10 997 m<sup>2</sup> SU + 3 486 m<sup>2</sup> de locaux techniques

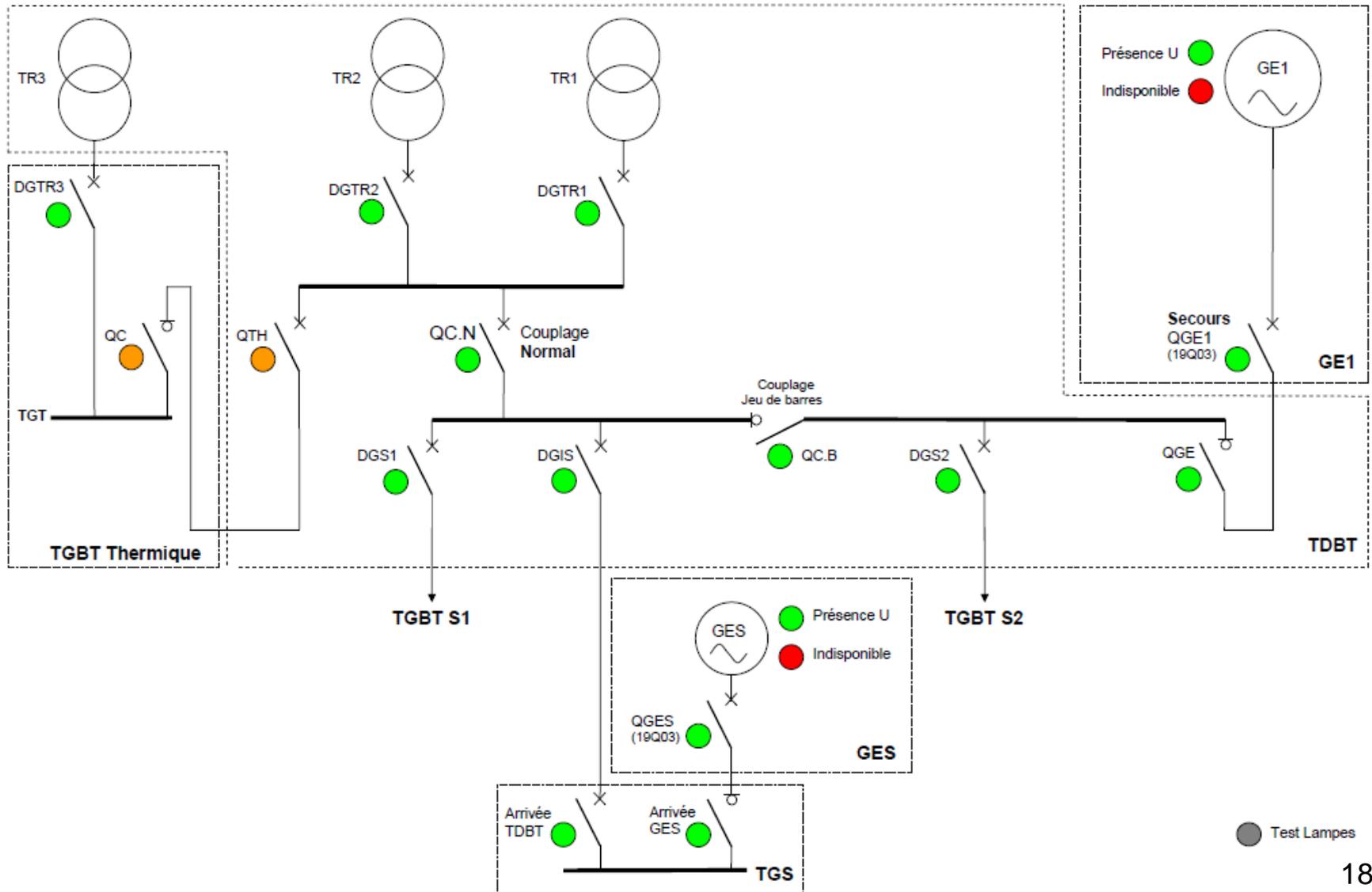
21 368 m<sup>2</sup> SDO

- 5 salles d'opérations, activité non programmée,
- 8 salles de radiologie (2 vasculaire, 2 scanners, 2 IRM, 2 salles télécommandées.
- 5 salles d'échographie, 2 salles explo. fonctionnelle

## **Les installations électriques :**

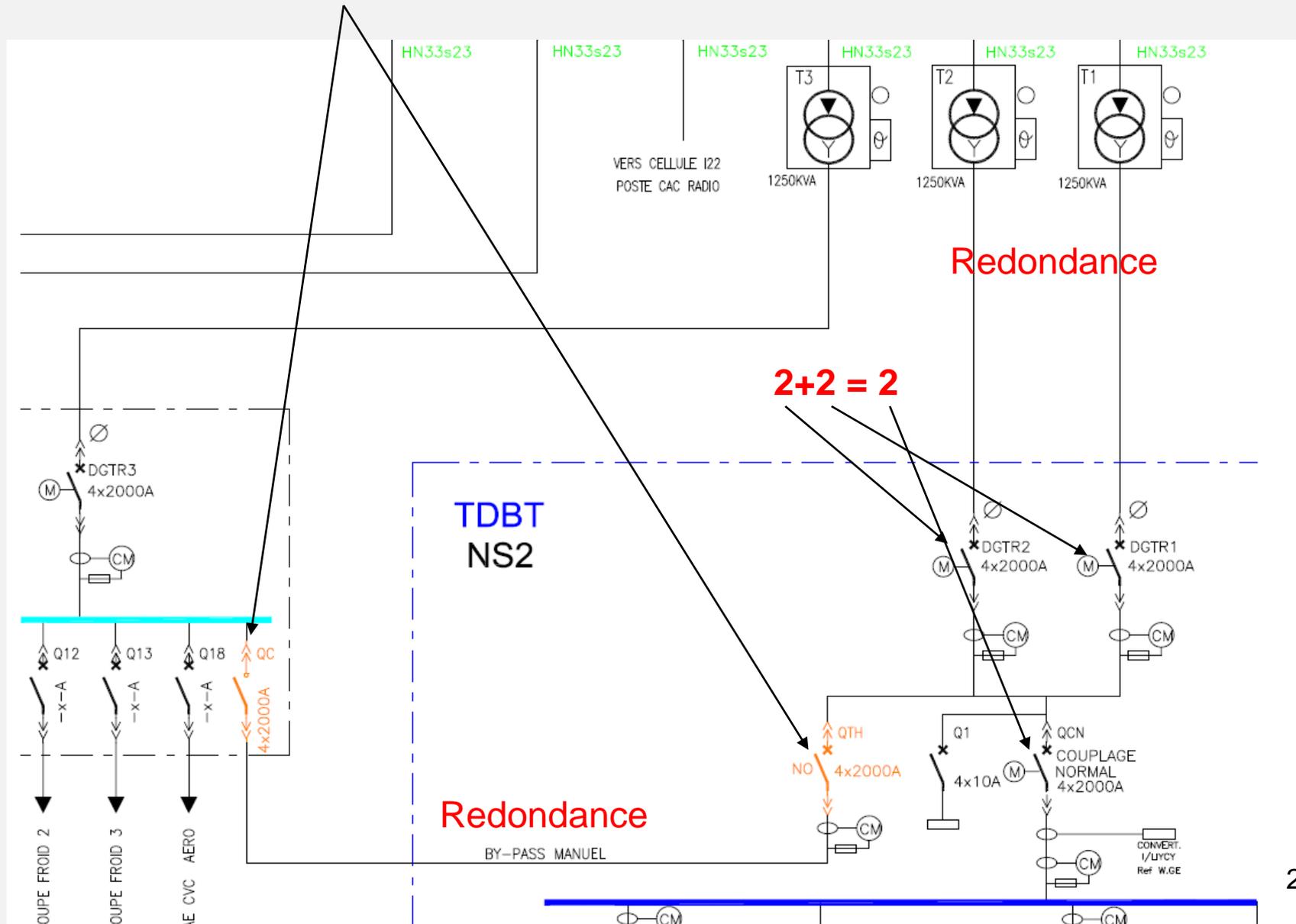
- **1** transformateur HT/BT pour l'alimentation de la production d'eau glacée et du traitement de l'hygrométrie secouru uniquement en HTA.
- **2** transformateurs HT/BT redondant pour l'alimentation du bâtiment.
- **1** groupe électrogène de remplacement secours et effacement.
- **1** groupe électrogène de sécurité (GES).
- **2** ASI redondantes 160kVA, **1** ASI dédié radiologie 640kVA.
- **7** TGBT : TDBT, Thermique, S1 et S2 redondants, HQ, Radio et sécurité (TGS).
- **8** colonnes montantes (4x630A et 4x160A) normal et HQ.
- Double alimentation S1/S2 des TD et des principales centrales de traitement d'air.

# Synoptique unifilaire simplifié

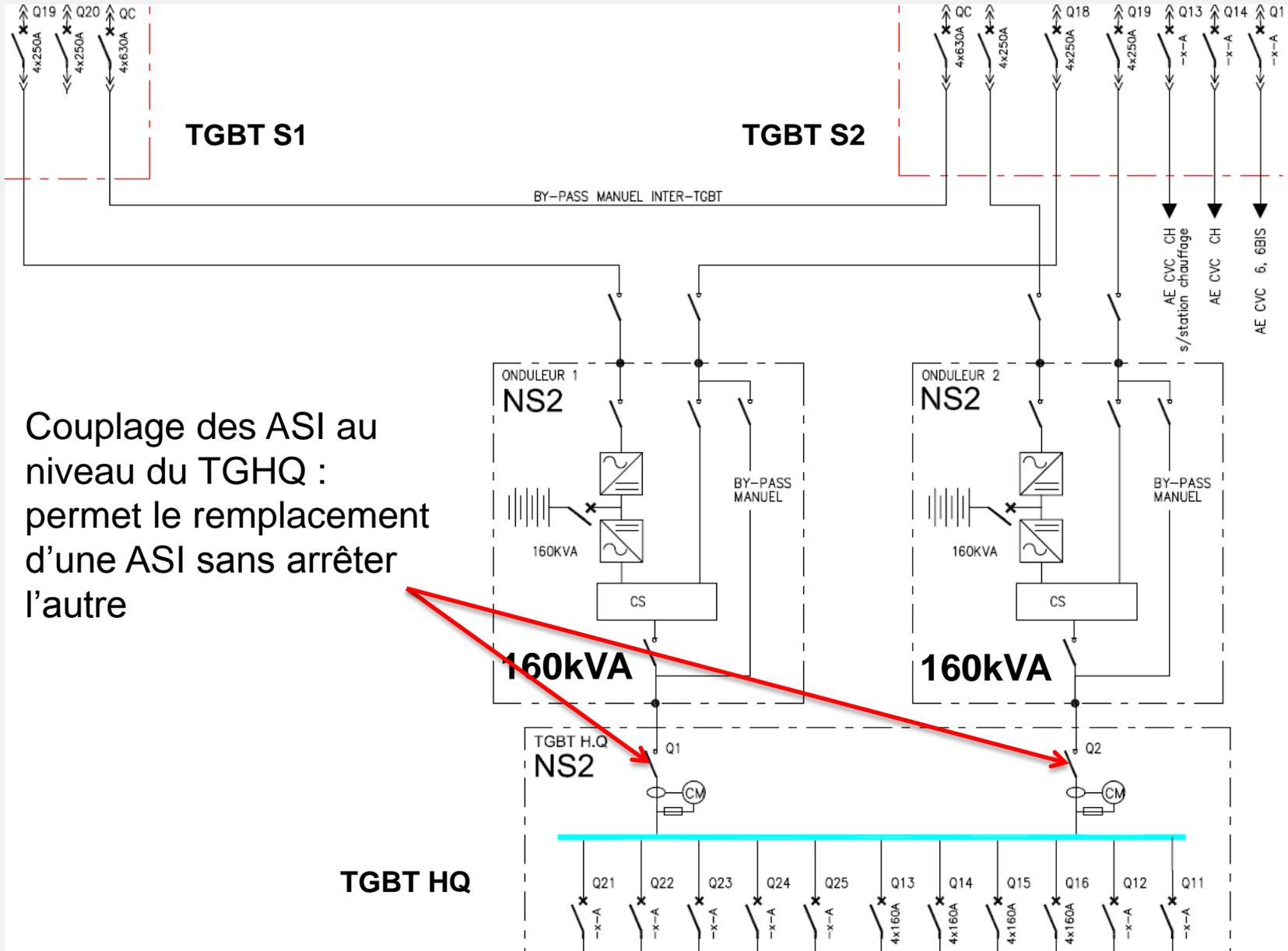




# Redondance et bouclage exploitation/maintenance



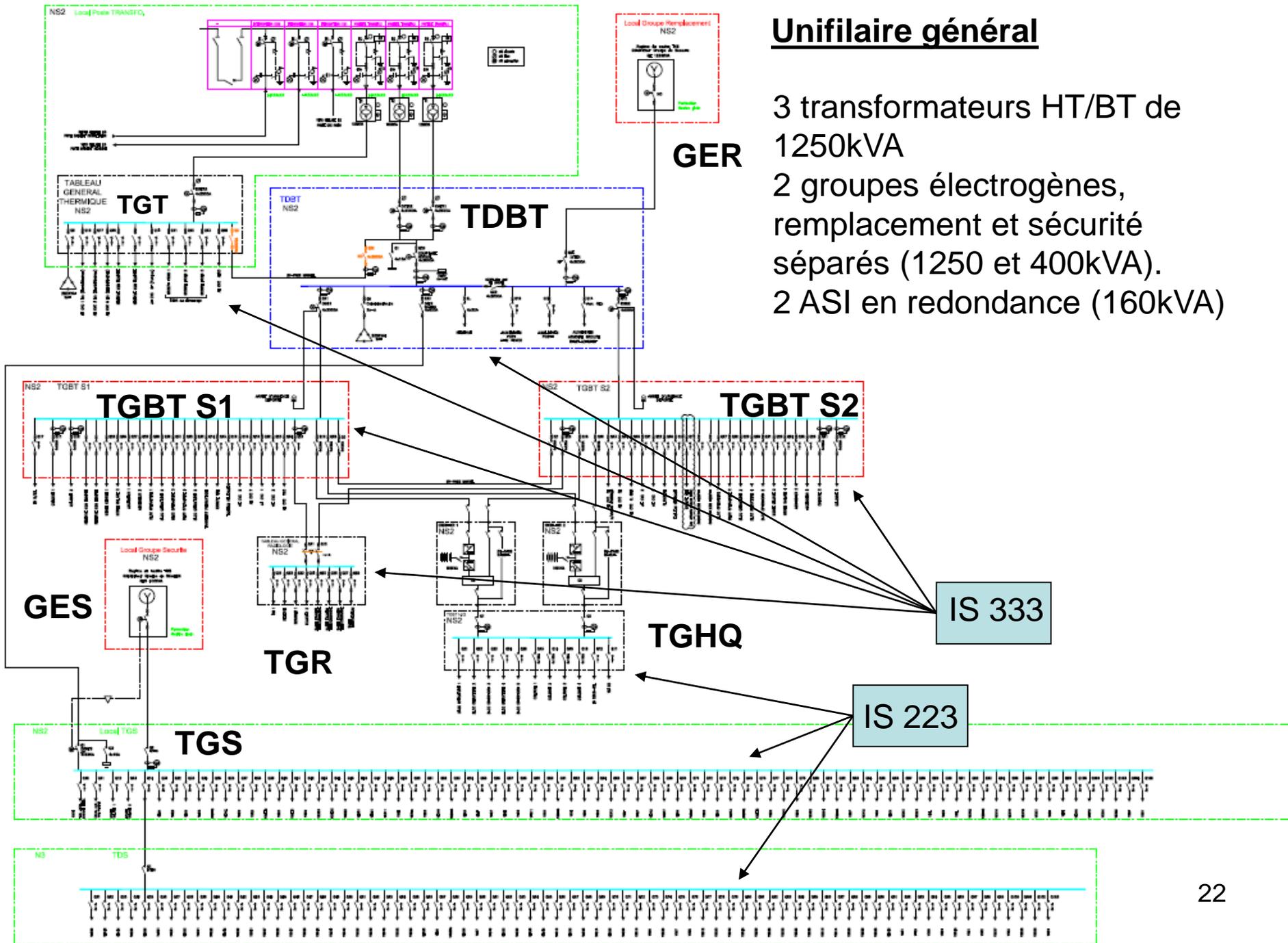
# Réseau haute qualité (onduleur)



Couplage des ASI au niveau du TGHQ : permet le remplacement d'une ASI sans arrêter l'autre

# Unifilaire général

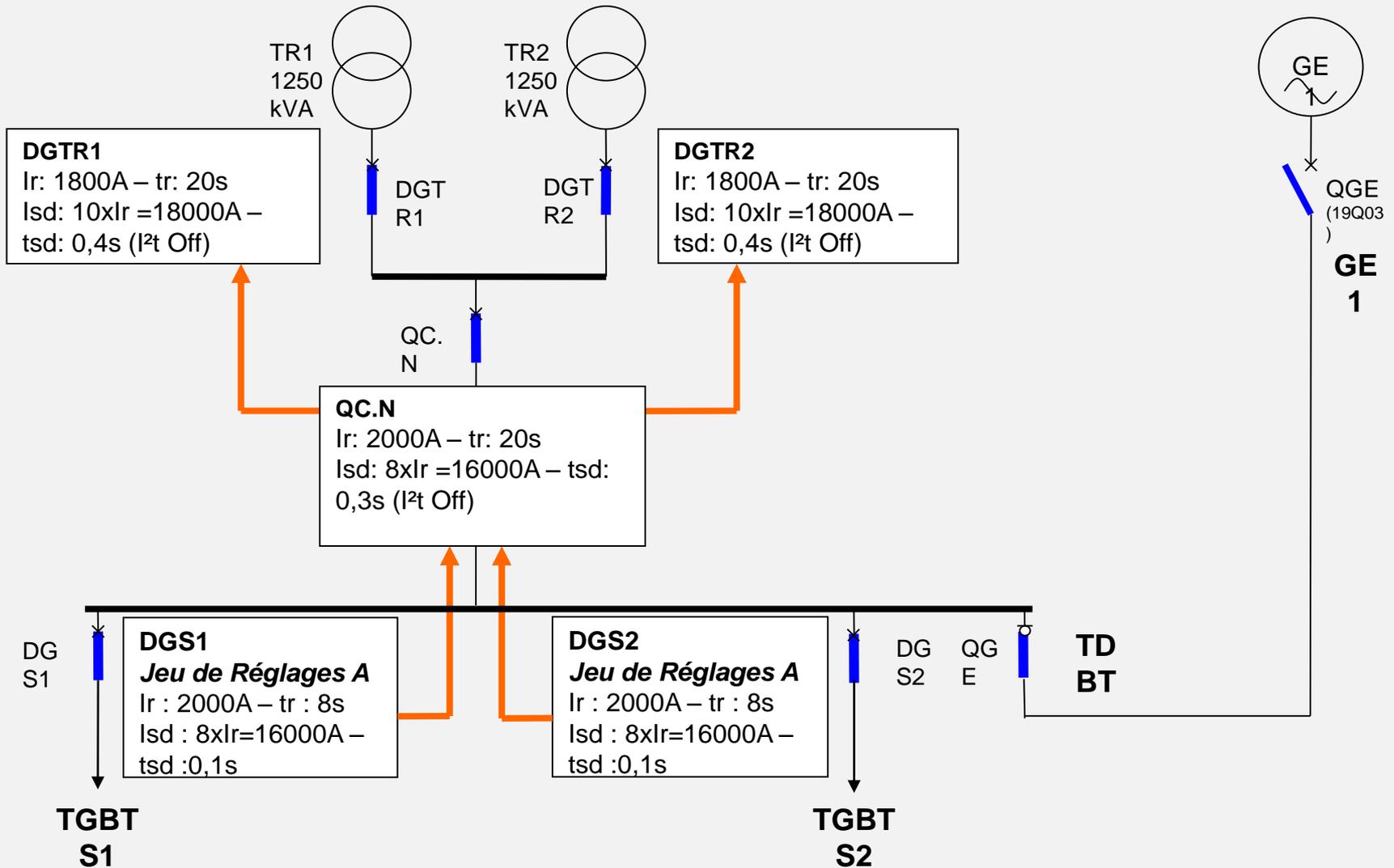
- 3 transformateurs HT/BT de 1250kVA
- 2 groupes électrogènes, remplacement et sécurité séparés (1250 et 400kVA).
- 2 ASI en redondance (160kVA)



# Tableau principal IS 333

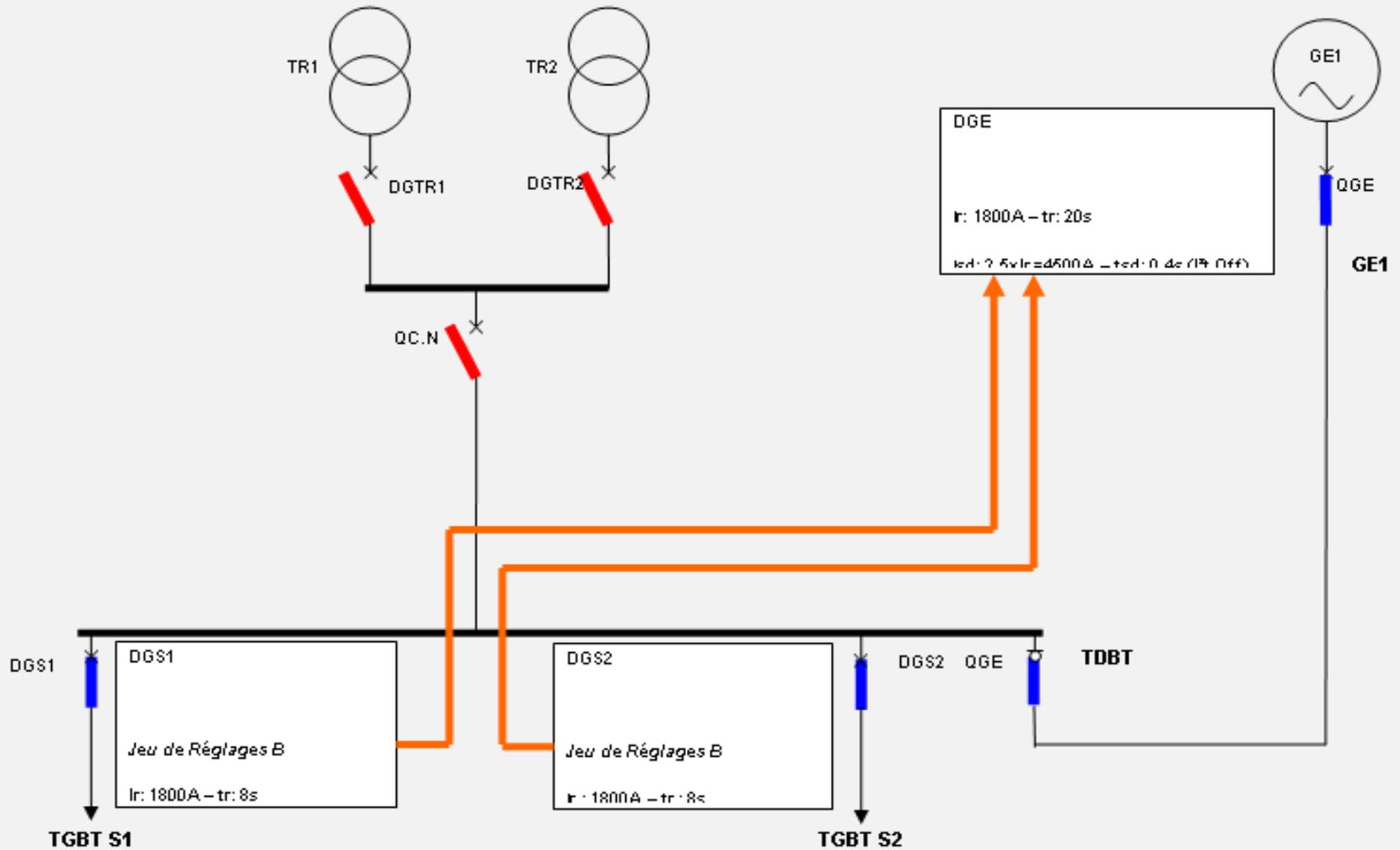


# Fonctionnement normal, plan de protection, sélectivité logique



→ Attente Logique

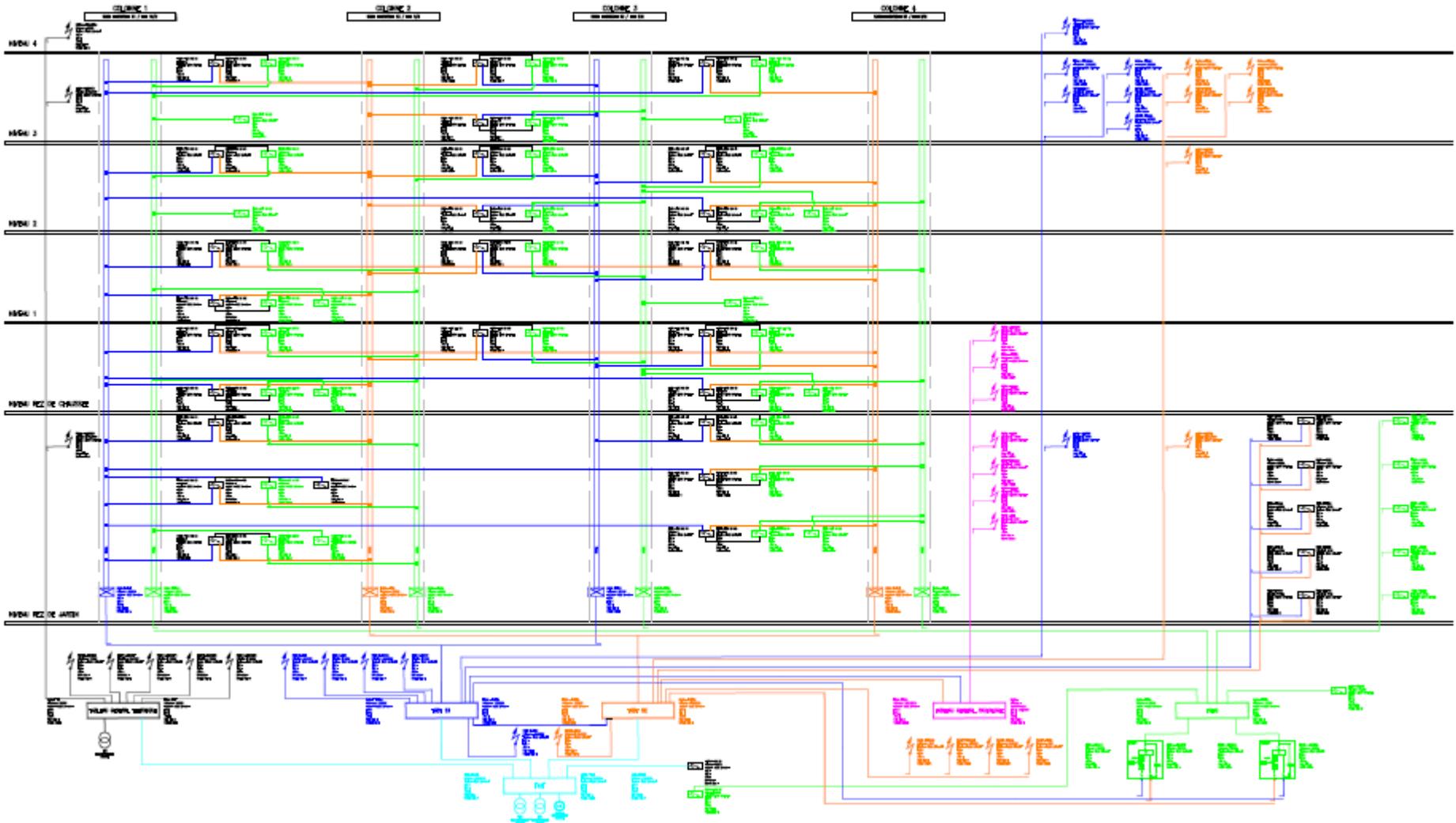
# Fonctionnement secours: changement du plan de protections



→ Attente Logique

**Mode de fonctionnement SECOURS – Alimentation depuis le groupe de remplacement du bâtiment**

# Unifilaire basse tension : vous avez dit simplicité ?



# Règles du Jeu

Direction du Plan et des Travaux



**CHU RENNES**

## Charte pour l'exécution de Calculs Assisté par Ordinateur

**C.A.O. / ELEC**

**Notes de calculs**

Direction du Plan et des Travaux  
2, rue Henri Le Guilloux  
35033 RENNES CEDEX 9  
<http://www.chu-rennes.fr>

Correspondant : Loïc Bardou - tel. 02 99 28 94 23  
Email : loic.bardou@chu-rennes.fr

Mise à jour le : 13/07/2012

Direction du Plan et des Travaux



**CHU RENNES**

## Charte pour l'exécution de Dessin Assisté par Ordinateur

**D.A.O. / ELEC**

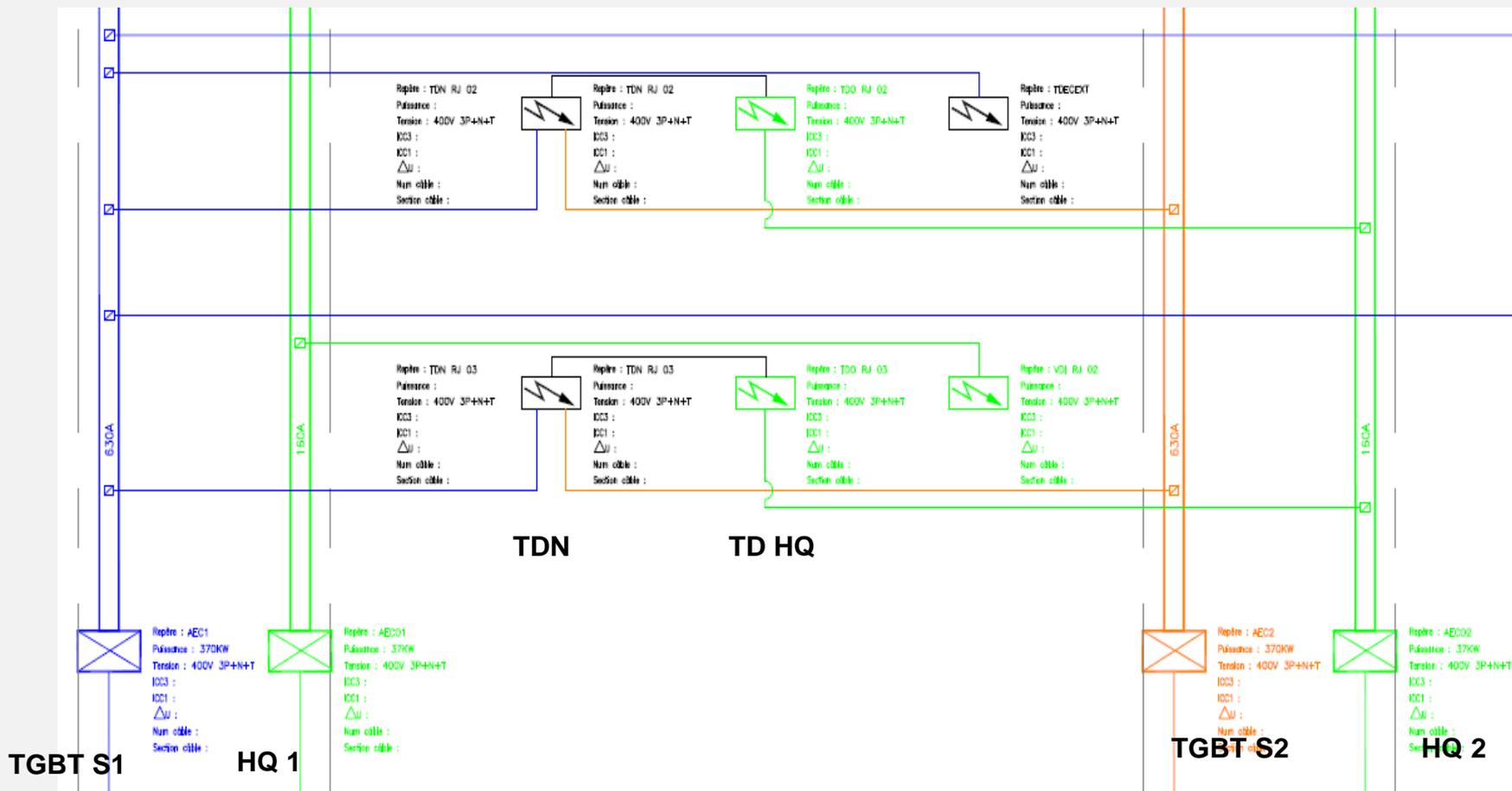
**Schémas et plans de récolement.**

Direction du Plan et des Travaux  
2, rue Henri Le Guilloux  
35033 RENNES CEDEX 9  
<http://www.chu-rennes.fr>

Correspondant : Loïc Bardou - tel. 02 99 28 94 23  
Email : loic.bardou@chu-rennes.fr

Mise à jour le : 01/02/07

# Distribution basse tension



Redondance des alimentations, secours du HQ par le normal

# Notes de calculs, outils de simulation

Elec Calc - Calculs alim ond TGR.trc \*

Fichier Edition Affichage Insertion Calcul Préférences Installation Fenêtre ?

Calculs alim ond TGR.trc \*

Explorateur

Propriété Bibliothèque

Mode de calcul

- Conception
- Manuel
- Validation

Ajouter Supprimer la sélection...

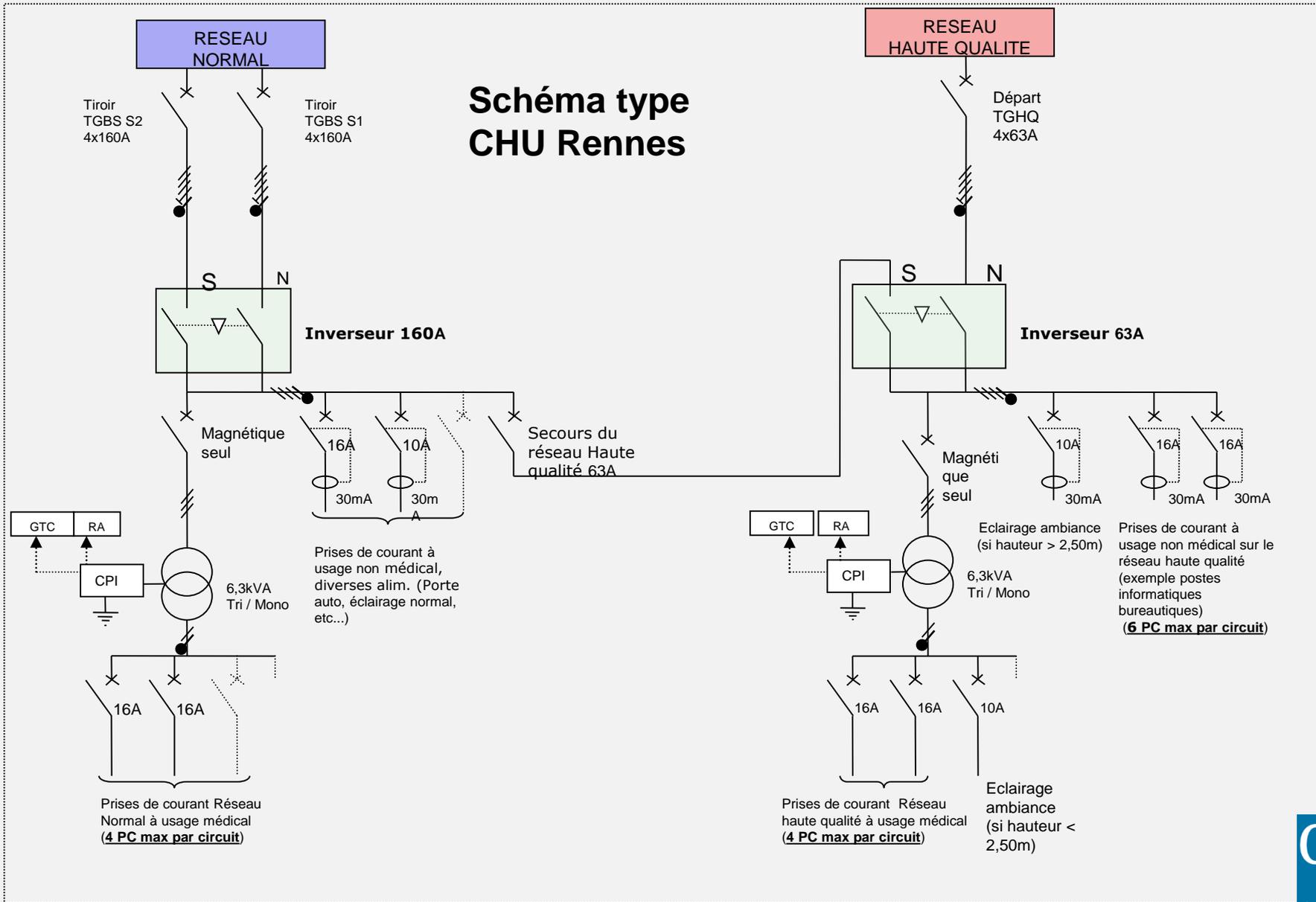
Nom	Verrou
Normal	
Normal +GE	
Secours + Ond Res 1	
Secours + Ond Res 2	

Validation : Normal 0%

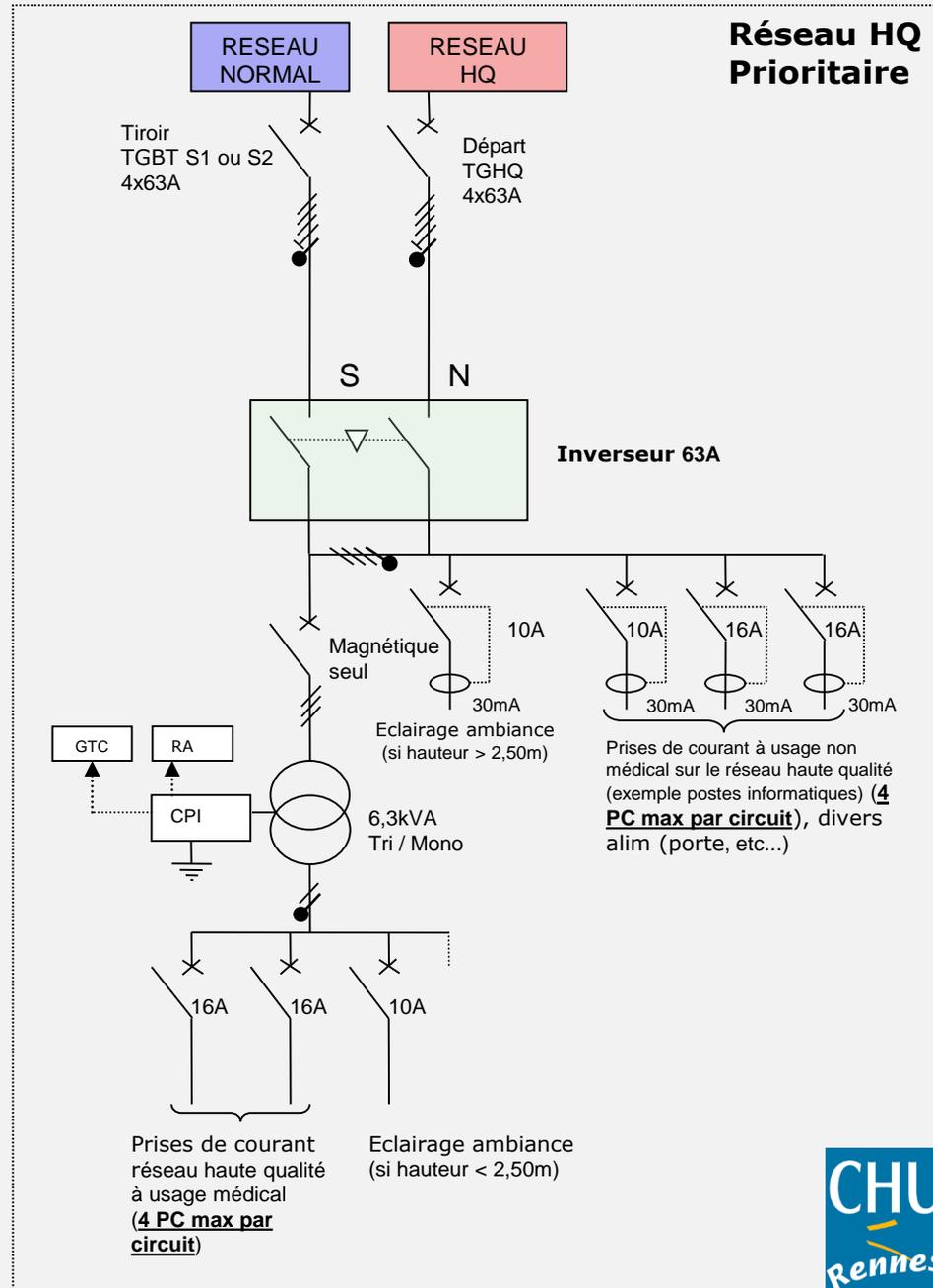
démarrer Réveiller STAR Explorateur... Microsoft ... Microsoft Pow... Elec Calc - Cal... Rechercher sur l'ordi... 08:49

# Modélisation : Infrastructure bloc opératoire

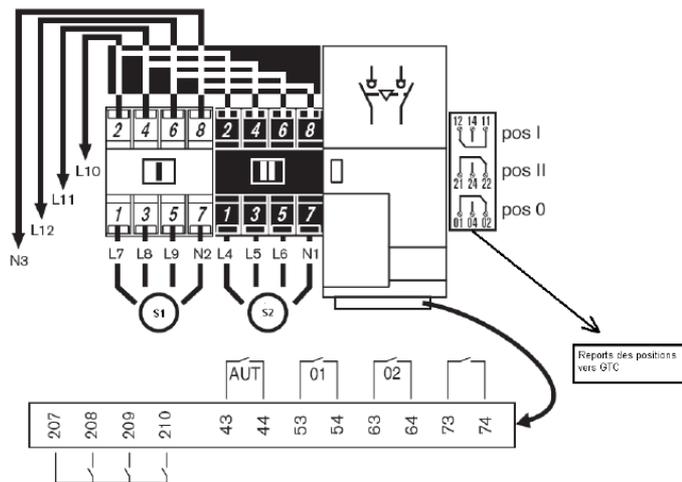
## Schéma type CHU Rennes



# Modèle : environnement patient salle de radiologie interventionnelle



## PRINCIPE DE RACCORDEMENT INVERSEUR ATys

Entrées (2 sorties automate)

- **208** Inhibition du mode automatique, cette entrée interdit la permutation en cas de défaut sur la dérivation de colonne.

Elle est activée soit par les contacts défaut (SD) issus des disjoncteurs de dérivation des colonnes ou des disjoncteurs TGBT, soit par la GTC (sortie automate) ce qui fait 3 contacts à fermeture en //.

Il est à noter que pour les tableaux dont les sources sont issues des TGBT principaux (S1-S2 et HQ) les contacts SD des départs TGBT seront à câbler jusqu'aux inverseurs (inhibition de l'inversion). Ces départs TGBT devront donc disposer d'un contact SD pour l'inhibition de l'inversion (câblé en entrée inverseur) et d'un contact de position O/F pour la gestion des alarmes (câblé sur l'automate du niveau -2).

- **209** Commande de permutation en charge depuis la GTC.
- **210** Commande d'arrêt d'urgence retour position 0 (issue de l'arrêt d'urgence du tableau divisionnaire).

*Nota : cette possibilité a été vérifiée auprès de Socomec (version finale de l'Atys M6e)*

Sorties alarmes (5 entrées automate)

- **43-44** signale à la GTC le mode inhibé (passage en commande manuelle ou entrée **208** active).
- Contact position 0 (Arrêt d'urgence). Information issue du contact auxiliaire de l'Atys.
- Une entrée supplémentaire (arrêt d'urgence enclenché) sera prévue, elle sera issue d'un contact auxiliaire de l'arrêt d'urgence.

## PRINCIPE DE RACCORDEMENT INVERSEUR ATys

- Disjoncteur dérivation colonne 1 ouvert
- Disjoncteur dérivation colonne 2 ouvert

Informations issues des contacts O/F des disjoncteurs "dérivation colonne"

Sorties états (4 entrées automate)

- **53-54** présence tension source 1
- **63-64** présence tension source 2
- Contact position I
- Contact position II

Informations issues des contacts auxiliaires de l'Atys

## Analyse fonctionnelle CHU pour chaque processus critique "sécurité électrique"



## Fichier CHU de paramétrage ATyS - 2 sources réseau 4 fils 400V

**TABLEAUX DIVISIONNAIRES TDN THERA IMAGE Niveau 0 Imagerie CCP**

# Alimentations issues des tableaux TGBT S1 et TGBT S2 (vérifier que le réseau 1 soit issu du TGBT S1 et que le réseau 2 soit issu du TGBT S2)  
 # Inhibition d'inversion de sources depuis SD des disjoncteurs amont (entrées 207/208 câblée - contact NO)  
 # temporisation 1FT > 5s

**Fonctionnement de l'Arrêt d'urgence**

# Commande d'arrêt d'urgence (entrée 207/210 câblée - contact NO)  
 # Si 2ND TRIP=NO et IN3=PS0 alors l'ARU fonctionne en mode auto seulement et le simple fait de déverrouiller l'arrêt d'urgence autorise le retour au réseau prioritaire.

Accès à la programmation en restant appuyé 3s sur la touche entrée puis rentrer code 1000

**1 SETUP**

NETWORK	4NBL	←	réseau 4 fils
NEUTRAL	AUTO	←	Position du neutre automatiquement fixé à chaque mise sous tension
ROT PH.	---	←	vérification cohérence du sens de rotation des 2 sources
NOM. VOLT	400 Vac	←	Tension composée nominale
NOM. FREQ	50Hz	←	Fréquence nominale
APP	M-M	←	Fonctionnement inverseur entre 2 réseaux
PRIOR NET	1	←	Priorité de fonctionnement sur réseau 1
RETRANS NO	NO	←	le retour au réseau 1 après basculement se fait automatiquement
RETURN 0	NO	←	pas de retour à 0 sur défaillance inverseur
2ND TRIP	NO	←	pas de disponibilité réserve de marche avant retour sur source
MODE AUTO	NO	←	Pas de forçage mode auto si capot ouvert
CNT RST	NO	←	Pas de remise à 0 compteur de manœuvre
BACKLGH	INT	←	écran rétro éclairé sur utilisation et extinction après 30s
CODE P	1000	←	Code de programmation (laisser 1000)
CODE E	0000	←	Code exploitation (laisser 0000)

**2 VOLT LEVEL**

OV. U	115%	←	(460V) Détection surtension source 1 % de NOM.VOLT dans menu SETUP
OV. HYS	110%	←	Hystérésis surtension % de NOM.VOLT dans menu SETUP
UND. U	85%	←	(340V) Détection sous-tension % de NOM.VOLT dans menu SETUP
UND. U HYS	95%	←	Hystérésis sous-tension % de NOM.VOLT dans menu SETUP
UNB.U	00%	←	Détection déséquilibre source 1
UNB.U HYS	01%	←	Hystérésis déséquilibre source 1
OV. U	115%	←	(460V) Détection surtension source 1 % de NOM.VOLT dans menu SETUP
OV. HYS	110%	←	Hystérésis surtension % de NOM.VOLT dans menu SETUP
UND. U	85%	←	(340V) Détection sous-tension % de NOM.VOLT dans menu SETUP
UND. U HYS	95%	←	Hystérésis sous-tension % de NOM.VOLT dans menu SETUP

UNB.U	00%	←	Détection déséquilibre source 1
UNB.U HYS	01%	←	Hystérésis déséquilibre source 1

**3 FREQ. LEVEL**

OV. F	105%	←	(52,5Hz) Détection sur-fréquence réseau 1
OV. F HYS	103%	←	Hystérésis sur-fréquence réseau 1
UND. F	95%	←	(47,5Hz) Détection sous-fréquence réseau 1
UND. F HYS	97%	←	Hystérésis sous-fréquence réseau 1
OV. F	105%	←	(52,5Hz) Détection sur-fréquence réseau 1
OV. F HYS	103%	←	Hystérésis sur-fréquence réseau 1
UND. F	95%	←	(47,5Hz) Détection sous-fréquence réseau 1
UND. F HYS	97%	←	Hystérésis sous-fréquence réseau 1

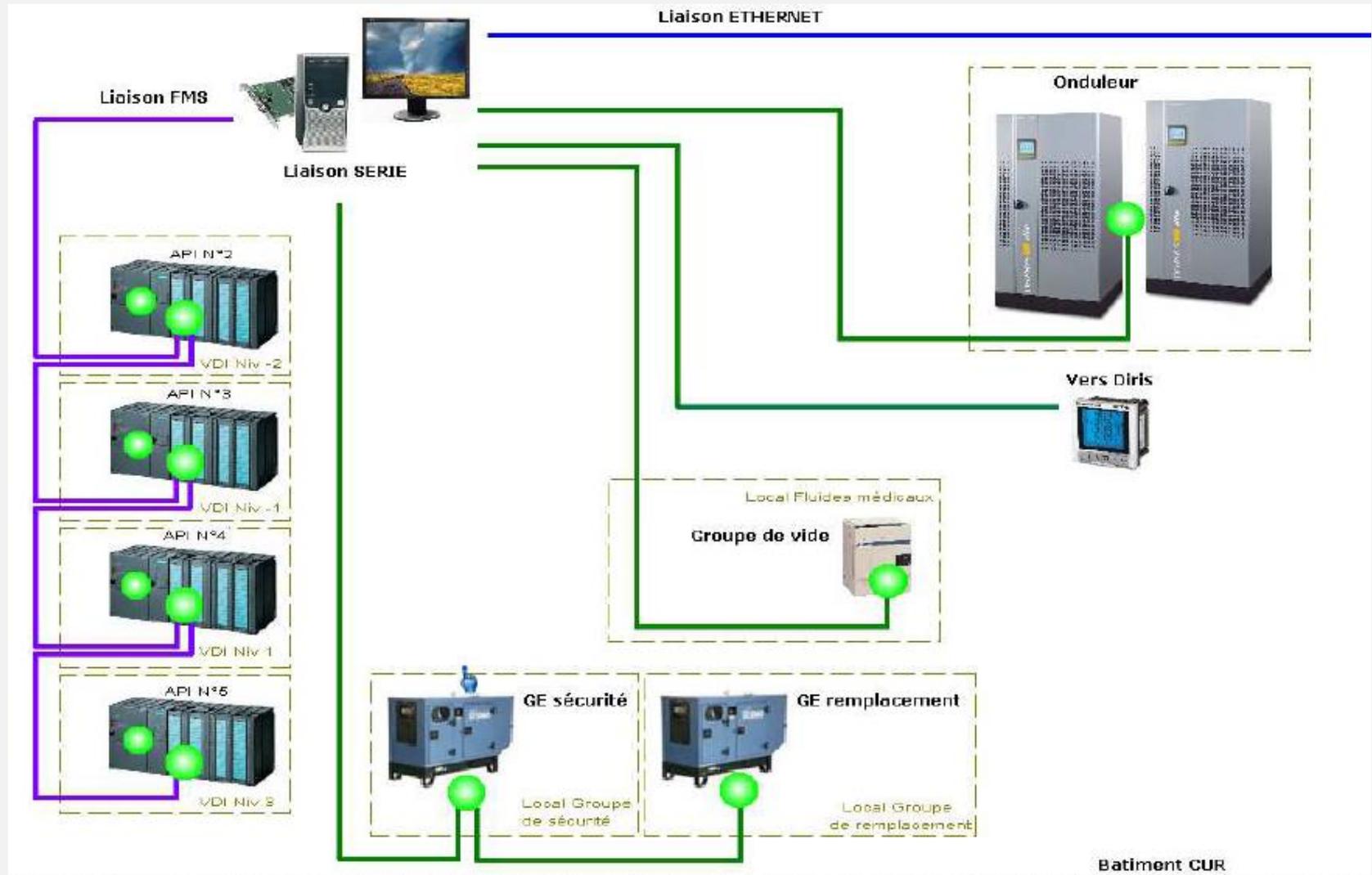
**4 TIMERS**

1FT	5s	←	tempo perte source réseau 1 (avant basculement sur source 2) → Si le réseau 1 est issu du TGBT S1 (réglage "PRIO NET dans menu 1 SETUP) alors mettre 1FT>15s
1RT	30s	←	tempo retour source réseau 1 (avant rebasculement sur source 1)
2FT	5s	←	tempo perte source réseau 2 (avant basculement sur source 1)
2RT	5s	←	tempo retour source réseau 2 (avant rebasculement sur source 2)
0DT	3s	←	tempo retour à 0 depuis source 2 vers source 1

**5 I-O**

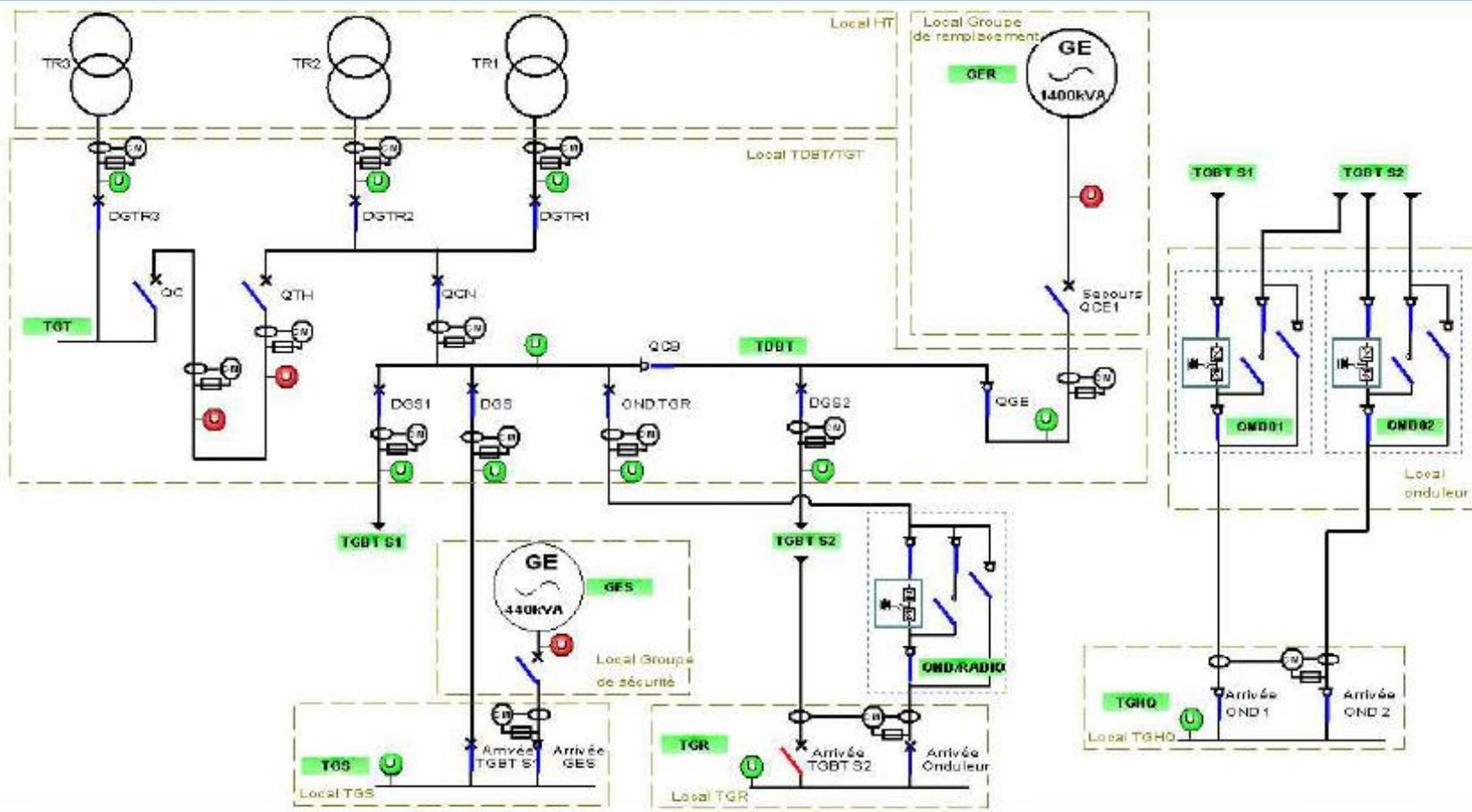
IN 1	INH	←	Inhibition de l'automatisme, issue SD disjoncteurs amonts
IN 1 NO	NO	←	Type de contact (NO sur entrée 207-208)
IN 2	PS2	←	Commande extérieure permutation vers réseau 2
IN 2 NO	NO	←	Type de contact (NO sur entrée 207-209)
IN 3	PS0	←	Commande extérieure vers position 0 (Arrêt d'urgence)
IN 3 NO	NO	←	Type de contact (NO sur entrée 207/210)
OUT 1	POP	←	produit opérationnel (pas de défaut + inverseur en mode Auto, contact fermé sur O1:43-44))
OUT 2	S1A	←	Source 1 disponible (présence U réseau 1, contact fermé sur O2:53-54)
OUT 3	S2A	←	Source 2 disponible (présence U réseau 2, contact fermé sur O3:63-64)

# Gestion technique, communication des installations



# Distribution principale basse tension, instrumentation, mesures

- DOMAINE
- ELECTRICITE
- Globale BT
- Tableau
- GE Rempla.
- GE Sécurité
- Onduleur N°1
- Onduleur N°2
- Onduleur Radio
- DIRIS
- Col. Montante
- Zoning Niv.
- Eclair. Ext.
- Optimisation



# Contrôle commande



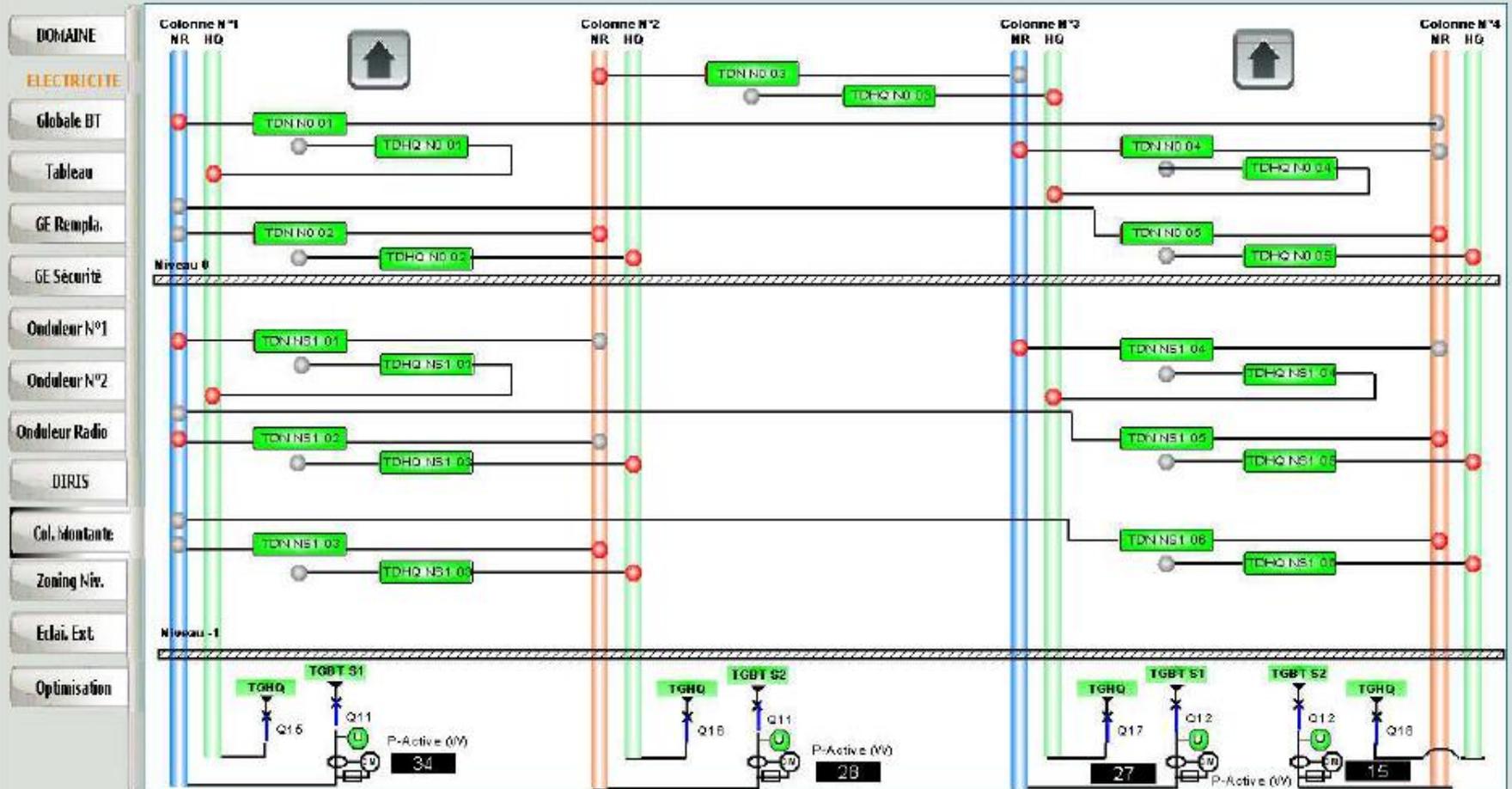
fr

## CENTRE URGENCE REANIMATION



24 Friday May 2013

### Colonne montante Niveau -1 et 0



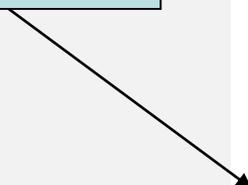
# Contraintes réglementaires :

La norme **NFC 15-211** classe les salles d'imagerie interventionnelle dans le groupe 1 (zéro coupure).

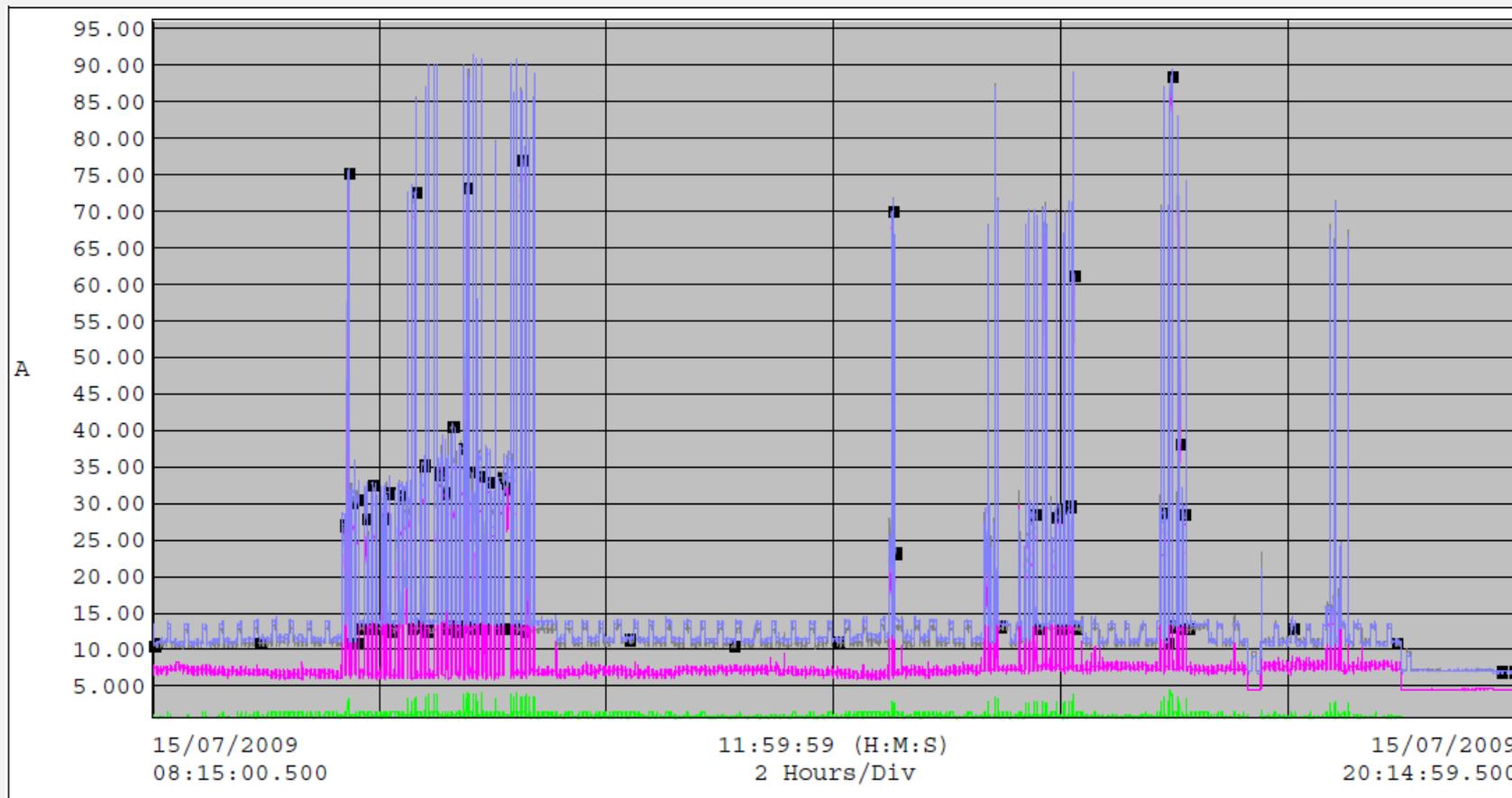
Tableau 1 – Niveaux de criticité de certaines activités

Activités	Niveaux		
	1	2	3
<b>Bloc opératoire</b>			
Salle d'opération	X		
Salle surveillance post-interventionnelle		X	
<b>Bloc obstétrical</b>	X		
Salle d'accouchement		X	
<b>Anesthésie</b>	X		
<b>Réanimation</b>	X		
<b>Unité de soins intensifs</b>	X		
<b>Service de prématurés</b>		X	
<b>Hémodialyse</b>		X	
<b>Imagerie interventionnelle</b>	X		
<b>Explorations fonctionnelles</b>		X	
<b>Imagerie médicale</b>			

Imagerie  
interventionnelle



# Exemple de charge électrique en radiologie



Nom	Date	Heure	Moy	Min	Max	Unités
Arms Phase1	15/07/2009	08:15:00.500	13.41	6.800	91.20	A
Arms Phase2	15/07/2009	08:15:00.500	8.934	4.200	88.40	A
Arms Phase3	15/07/2009	08:15:00.500	13.79	6.700	91.50	A





Les exigences liées à la continuité ainsi qu'à la sécurité de l'activité médicale entraînent de façon incontournable l'évolution de l'ingénierie des installations électriques, la moindre microcoupure pouvant pour certains gestes être fatale pour le patient.

La pérennité donc l'adaptabilité des infrastructures et des équipements de la distribution électrique d'un bâtiment hospitalier doivent faire l'objet de nombreuses réflexions.

Le simple respect des réglementations ne saurait en effet être l'unique objectif à atteindre. La pérennité du bâti et le bon fonctionnement des systèmes techniques, la diminution des coûts de fonctionnement, l'optimisation d'usage (adéquation aux besoins du public reçu et du personnel occupant) et la flexibilité des infrastructures techniques et des locaux participent naturellement à la définition d'une stratégie de construction.

Rappelons que le coût de construction ne représente que 30% du coût global d'un bâtiment par rapport à son maintien en condition pendant sa durée de vie; investissons "durable" !

Les prémices d'une approche standardisée en matière de problématiques de sécurité électrique des établissements de santé publiée en 2000, dans le numéro 54 d'informations hospitalières sous forme de guide, ont aujourd'hui indiscutablement besoin d'être adaptées et consolidées. Le travail qui va être réalisé sur l'évolution normative de la NF C 15-211 (installations électriques des locaux à usage médical) s'avère lui aussi nécessaire.

Il nous faut impérativement être plus directif sur nos exigences en matière de conception afin de prendre en compte la gestion des risques lié à l'arrêt d'exploitation mais aussi rendre nos installations exploitables, maintenables et évolutives par rapport au progrès des techniques médicales toujours plus exigeantes.

Compte tenu des enjeux, les bâtiments hospitaliers doivent être conçus en matière d'installations électriques en s'appuyant évidemment sur l'expertise en électricité associée à la capitalisation des retours d'expériences. Les besoins exprimés par les utilisateurs médicaux doivent être objectifs et crédibles sous peine d'être inaccessibles.

La création de référentiels, véritables modèles de conception permettra à terme la mutualisation des compétences et fera sortir les besoins techniques du monde hospitalier du mode « cas particulier ». Arrêtons de réinventer chaque salle d'opération, chaque chambre de réanimation, pourquoi seraient-elles différentes d'un établissement à un autre ?



Merci de votre attention