Référence : AI-BAT-CCTP-2079

P

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

RENOUVELLEMENT DE CELLULES HTA

Date de diffusion	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Version	Modifications
10/09/2026	Ingénieur électricien BATINFRA	Chef de groupe BATINFRA	Directeur de la division DAI	1.0	Première édition
				2.0	Modification du planning
				2.1	Corrections mineures
				2.2	Ajout câbles RF
Destinataires					

PUBLIC

La version électronique fait foi.



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

TABLE DES MATIERES

1. SIGLES ET ACRONYMES 4
2. GENERALITES 5
3. PRESTATION ATTENDUE 6
3.1. DOCUMENTS ANNEXES 6
4. PRESENTATION DE LA REPONSE 6
5. DESCRIPTION DES TRAVAUX A EFFECTUER 7
5.1. ARCHITECTURE DE LA DISTRIBUTION HTA 7
5.2. POSTE DE LIVRAISON 8
5.2.1. SCHEMA D'IMPLANTATION 8
5.3. POSTE 1 (CŒUR SYNCHROTRON) 9
5.3.1. SCHEMA D'IMPLANTATION 9
5.4. POSTE 2 (BATIMENT T3) 10
5.4.1. SCHEMA D'IMPLANTATION 10
6. SPECIFICATIONS DU MATERIEL 11
6.1. CARACTERISTIQUES GENERALES 11
6.2. CONDITIONS CLIMATIQUES 11
6.3. PROTECTION DES SURFACES 11
6.4. ISOLATION VIBRATOIRE 11
6.5. RACCORDEMENTS 12
6.6. ARRET D'URGENCE 12
6.7. TRANSMISSION D'INFORMATIONS AU SYSTEME GTC 12
6.8. SOURCES AUXILIAIRES 12
6.9. ETUDE DE SELECTIVITE 12
6.10. PROTECTIONS NUMERIQUES 14
6.11. COMMANDE/CONTROLE DE L'APPAREILLAGE 14
6.12. ACCESSOIRES DES POSTES 15
6.13. VERIFICATION TECHNIQUE 15
6.14. SYSTEME DE LOCALISATION DES DEFAUTS 16
6.15. VERROUILLAGE D'EXPLOITATION 16
7. CONTRAINTES TEMPORELLES 17
7.1. PLANNING ET CONTRAINTES 17
7.2. HORAIRES 17
8. ASPECTS ADMINISTRATIFS 17
8.1. RESPONSABILITES DU TITULAIRE 17

8.2. PERSONNEL DU TITULAIRE 17
8.3. GESTION DES ANOMALIES, INCIDENTS ET ACCIDENTS 19
8.4. RECEPTION DES TRAVAUX 19
9. ANNEXES 20
9.1. PHOTOS 20

1. SIGLES ET ACRONYMES

Définition des sigles et des acronymes utilisés dans le présent CCTP :

AXF	AuXiliaires Force
DPGF	Décomposition du Prix Global et Forfaitaire
EPI	Equipement de Protection Individuelle
HTA	Haute Tension A (ou moyenne tension)
PRF	PRocess Force
TGBT	Tableau Général Basse Tension

2. GENERALITES

Synchrotron SOLEIL[1] est le centre français de rayonnement Synchrotron situé sur le plateau de Saclay près de Paris. Il s'agit d'un instrument pluridisciplinaire et d'un laboratoire de recherche ayant pour mission de conduire des programmes de recherche en utilisant le rayonnement synchrotron, de développer une instrumentation de pointe sur les lignes de lumière et de mettre celles-ci à la disposition de la communauté scientifique. Le Synchrotron SOLEIL, outil unique à la fois en matière de recherche académique et d'applications industrielles, a ouvert en 2008.
SOLEIL accueille plus de 4000 chercheurs par an, appelés Utilisateurs, qui utilisent pour leur recherche le rayonnement synchrotron à travers un large éventail de disciplines telles que la physique, la biologie, la chimie, l'astrophysique, l'environnement, les sciences de la terre, etc. SOLEIL s'appuie sur une source de rayonnement remarquable à la fois en termes de brillance et de stabilité.
Les chercheurs sont accueillis à SOLEIL 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. SOLEIL reçoit environ 17000 visiteurs toutes catégories confondues par an.
Cette Très Grande Infrastructure de Recherche (TGIR), partenaire de l'Université Paris-Saclay, est constituée en société « civile » fondée conjointement par le CNRS[2] et le CEA[3].
Pour plus de détails, on pourra se reporter au site web : http://www.synchrotron-soleil.fr/



Figure 1 : Vue aérienne du site

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

3. PRESTATION ATTENDUE

Le présent CCTP décrit la prestation attendue pour le renouvellement de cellules HTA. Cette prestation comprend :

- L'étude de sélectivité HTA des postes concernés,
- La dépose, l'évacuation et le recyclage (destruction du gaz SF6) des anciennes cellules,
- La fourniture et la pose de nouvelles cellules (sans SF6),
- Le tirage de nouveaux câbles 20kV entre le poste du cœur Synchrotron (poste 1) et le local transformateur de la Radiofréquence,
- Le réglage des relais de protection conformément à l'étude de sélectivité HTA,
- Le test des réglages à la valise (injection des courants de défaut),
- La vérification du bon isolement des câbles.

Si l'étude de sélectivité révèle la nécessité de réaliser une sélectivité logique, le tirage de câbles entre les postes concernés fera l'objet d'un autre marché.

De même, si l'isolement des câbles HTA s'avère insuffisant, de nouveaux câbles seront tirés et feront l'objet d'autre marché.

3.1. DOCUMENTS ANNEXES

Le présent CCTP est complété des documents suivants :

- Schéma de la boucle HTA du site Synchrotron : DCE-SOL-B-X-T7-701 indice D,
- Dossier technique du poste de livraison : EXE-L16-A-E-00-700 indice C.
- Dossier technique du poste 1 : EXE-L16-A-E-00-701 indice E,
- Dossier technique du poste 2 : EXE-L16-A-E-00-702 indice C,
- Inter liaisons raccordement inter équipements : DOE-L16-A-E-SI-031 indice E.

4. PRESENTATION DE LA REPONSE

Dans sa réponse, le Soumissionnaire fournira :

- Une **description technique** (moyens humains et matériels, organisation du chantier et organigramme, plan d'assurance qualité,…),
- Une **Décomposition** du **Prix Global et Forfaitaire**, comprenant toutes sujétions d'exécution et tous frais,
- D'une manière générale tous documents permettant de valoriser sa haute technicité (qualifications, références d'opérations similaires, ...),
- La liste de ses éventuels sous-traitants (avec les travaux sous-traités),
- Une attestation de sa Compagnie d'Assurance.

Toutes les fournitures nécessaires au parfait achèvement de la prestation doivent être prévues même en cas de description incomplète ou omise dans les documents.

Avant de remettre son prix, le Soumissionnaire devra suppléer par ses connaissances professionnelles aux éventuelles omissions ou contradictions relevées dans les documents remis

par SOLEIL. Elle ne pourra se prévaloir d'une erreur ou omission pour obtenir un supplément aux prix globaux figurant dans le bordereau annexé.

Une visite sur site est possible mais non obligatoire.

5. DESCRIPTION DES TRAVAUX A EFFECTUER

Le site du Synchrotron SOLEIL possède 6 postes HTA. Parmi eux, 3 ont une vingtaine d'années et sont équipés de cellules Fluokit M24 devenues obsolètes. Il s'agit des postes suivants :

- Poste de livraison,
- Poste de transformation n°1 (cœur Synchrotron),
- Poste de transformation n°2 (bâtiment T3)

Dans ces 3 postes, les cellules Fluokit M24 doivent être remplacées. Les autres postes ne sont pas concernés par le présent CCTP.

Les accessoires des postes seront également à prévoir.

Les alimentations 48V NF C 13-100 seront à remplacer dans les 3 postes.

5.1. ARCHITECTURE DE LA DISTRIBUTION HTA

Le site est alimenté en énergie 20kV depuis un unique poste de livraison, avec 2 arrivées totalement symétriques. Ces arrivées sont appelées « Lune » et « Europa ».

Elles proviennent toutes les deux du poste HTB/HTA de Saint-Aubin, où 2 transformateurs distincts les alimentent. Elles empruntent 2 cheminements différents entre Saint Aubin et le Synchrotron SOLEIL.

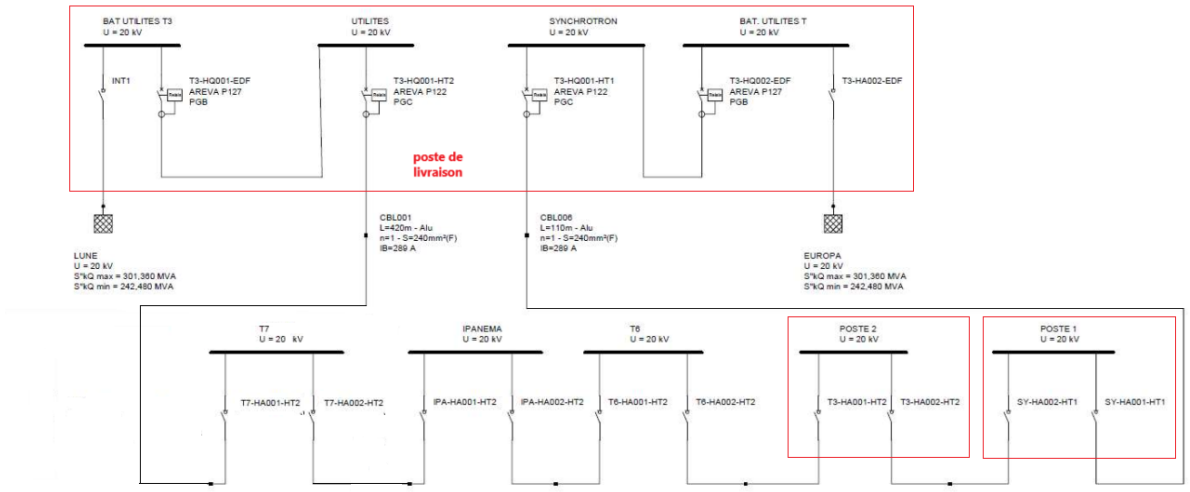


Figure 2 : Synoptique de la distribution HTA du site

Chacune des arrivées est capable de fournir à elle seule la puissance souscrite (6MVA). Par défaut, le site est alimenté par l'arrivée « Europa ».

L'arrivée « Lune » est considérée comme un secours, qui permet notamment de reprendre la charge le temps des maintenances Haute Tension (tous les 3 ans).

5.2. POSTE DE LIVRAISON

5.2.1. *SCHEMA D'IMPLANTATION*

Le poste est composé de 10 cellules, il est totalement symétrique.

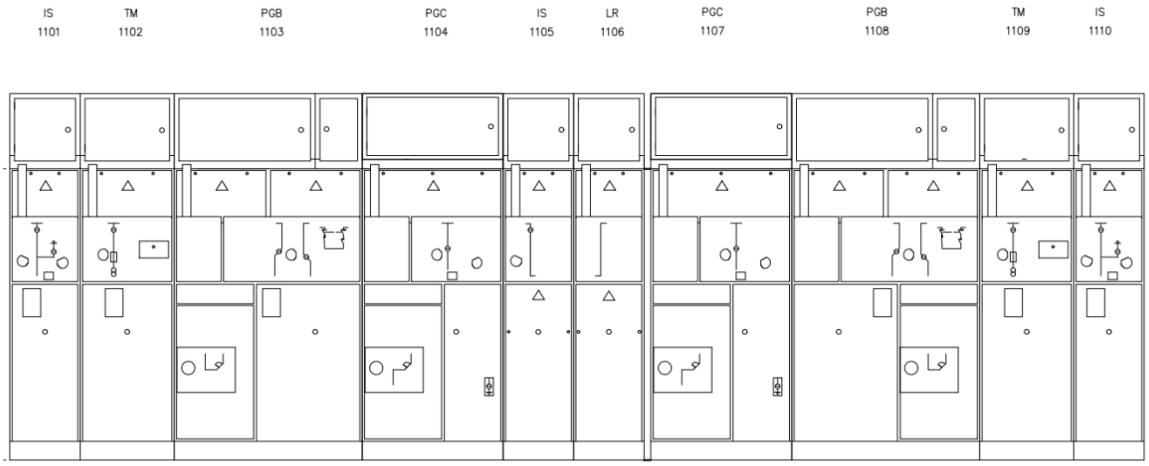


Figure 3 : Vue de face des cellules du poste de livraison

IS : Arrivée ou départ
TM : Transformateur de Mesure
PGB : Protection générale à départ barres
PGC : Protection générale à départ câbles
LR : Remontée de barres

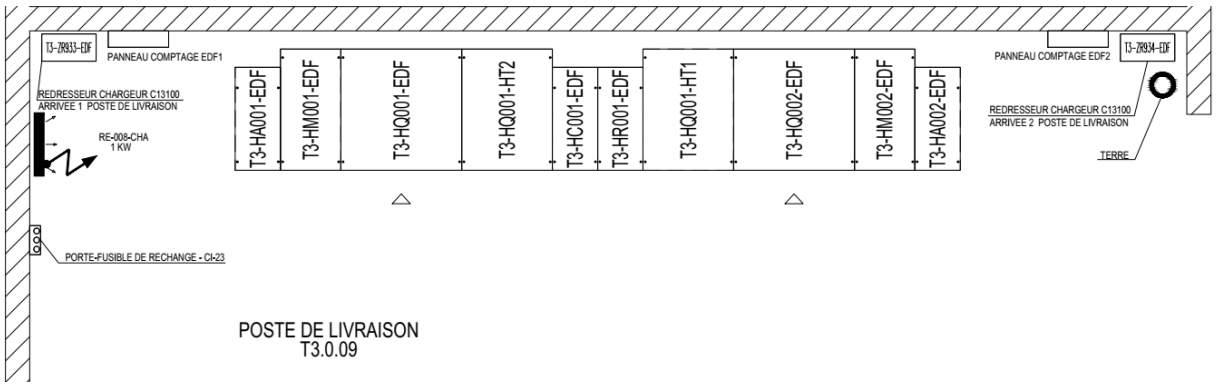


Figure 3 : Vue de dessus des cellules du poste de livraison

5.3. POSTE 1 (CŒUR SYNCHROTRON)

5.3.1. *SCHEMA D'IMPLANTATION*

Le poste est composé de 12 cellules. Toutes les fonctions seront conservées, à l'exception de la « mesure RF » (TM 1209) qui deviendra une cellule de protection câble (PGC 1209). Le Titulaire aura en charge de fournir et de passer des câbles entre cette cellule, et un transformateur 630kVA situé dans le local Radiofréquence (prévoir environ 80m de câbles HT en 50mm² cuivre). Le passage se fait dans des fourreaux de réserve déjà présents. Le raccordement coté transformateur ne sera pas à la charge du Titulaire.

PFA : Départ protection par interrupteur-fusibles combinés

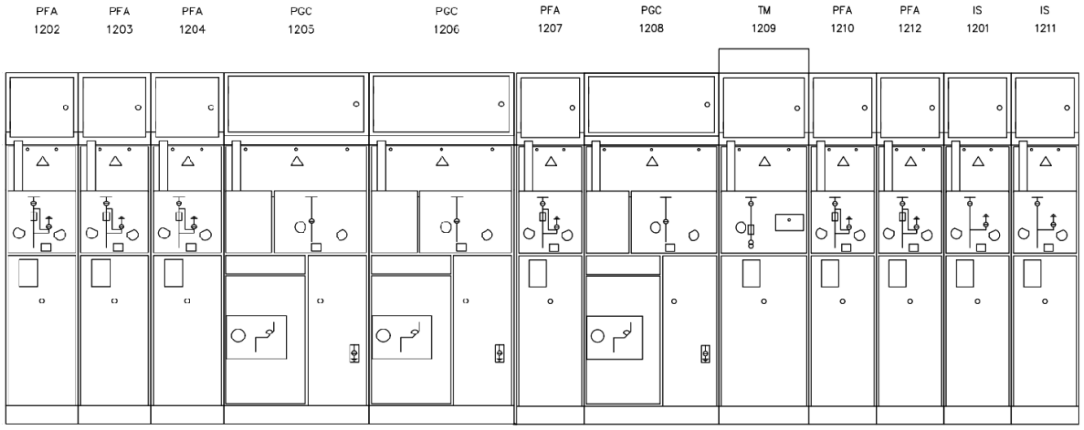


Figure 5 : Vue de face des cellules du poste 1



Figure 5 : Vue de dessus des cellules du poste 1

5.4. POSTE 2 (BATIMENT T3)

5.4.1. *SCHEMA D'IMPLANTATION*

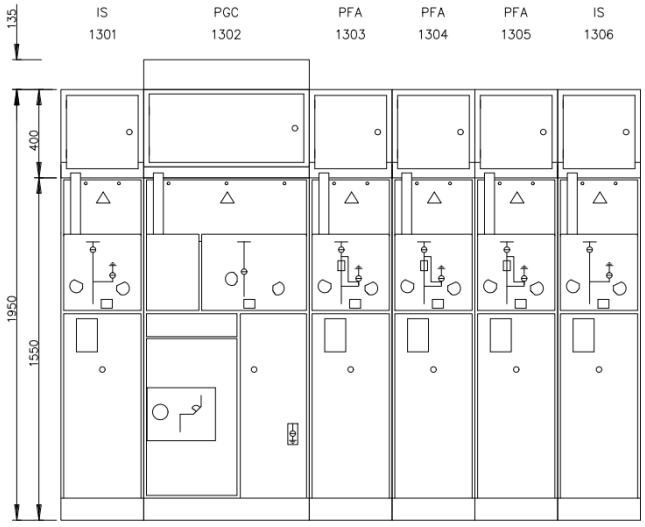


Figure 5 : Vue de face des cellules du poste 2

Le poste est composé de 6 cellules. Toutes les fonctions seront conservées, à l'exception de la cellule PFA1305 qui sera supprimée. Cette dernière n'alimente aujourd'hui aucun départ.

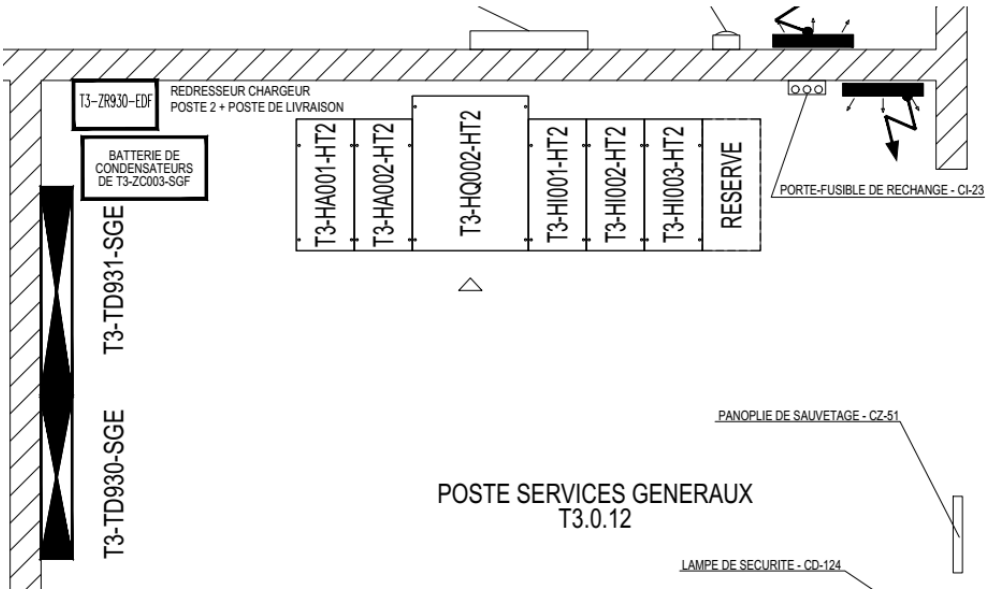


Figure 5 : Vue de dessus des cellules du poste 2

6. SPECIFICATIONS DU MATERIEL

6.1. CARACTERISTIQUES GENERALES

Les cellules respecteront les spécifications suivantes :

Tension assignée	24 kV
Tension de service	20 kV
Fréquence industrielle	50 Hz
Tension de tenue à fréquence industrielle	50 kV efficace pendant 1 min
Tension de tenue au choc de foudre 1,2/50µs	125 kV crête
Tenue au courant de courte durée	12,5 kA efficace pendant 1 sec
Courant nominal jeu de barres	630 A

6.2. CONDITIONS CLIMATIQUES

Les conditions d'exploitation sont conformes à la NFC13 200 et aux normes CEI.

Altitude	<1000m		
Température	Standard	:	-25°C à +40°C
Hygrométrie	Minimum Maximum	: :	0 % 70%

Les cellules HT sont mises en place dans un local prévu à cet effet et dont le sol aura une planéité conforme aux prescriptions du fournisseur.

6.3. PROTECTION DES SURFACES

Les cellules recevront une protection de surface anti-corrosion en usine qui sera réalisée suivant les standards du fabricant.

6.4. ISOLATION VIBRATOIRE

Compte tenu de l'extrême sensibilité aux vibrations de la structure du bâtiment synchrotron. Tous les équipements électromécaniques lourds situés dans le bâtiment synchrotron doivent impérativement être placés sur des dispositifs anti-vibratiles adaptés.
Les performances impératives de stabilité vibratoires doivent être les suivantes dans la zone noble :

- En vertical : 1µm crête à crête dans la plage 0,1 – 70 Hz
- En horizontal : 4µm crête à crête dans la plage 0,1 – 70 Hz
- Rechercher l'amortissement maxi vers 10 – 15 Hz.

Les cellules ne devront transmettre aucune vibration par leurs points de contacts avec le sol.

Des dispositifs anti-vibratoires présentant au minimum les caractéristiques suivantes sont à prévoir pour le poste P1 (cœur) :

- fréquence de résonance : >10 Hz
- Atténuation à 100 Hz : >90%

6.5. RACCORDEMENTS

Le compartiment câbles HT sera muni de plages fonctionnelles permettant le raccordement (avec cosses normalisées) des câbles secs de section ≤ 240 mm².

6.6. ARRET D'URGENCE

Le poste de livraison est actuellement relié à un arrêt d'urgence (coup de poing). Le Titulaire prévoira le raccordement de cet arrêt d'urgence aux nouvelles cellules du poste.

Un commutateur de test de l'arrêt d'urgence, à clé, devra être prévu sur la boite à boutons du poste de livraison, afin de tester la chaine de commande (depuis le coup de poing) sans pour autant déclencher les cellules. Ce commutateur sera à 2 positions : « test AU », « exploitation normale ».

6.7. TRANSMISSION D'INFORMATIONS AU SYSTEME GTC

La conception des tableaux HT, permettra l'intégration de l'ensemble « interface GTC » comprenant :

- Les modules d'acquisition d'entrées sorties TOR et ou ANA de chaque cellule,
- Les coupleurs de bus-terrain ETHERNET sous protocole MODBUS TCP-IP

Les informations remontées concernent la position des interrupteurs/disjoncteurs/sectionneurs, les tensions/courants et les éventuels défauts rencontrés.

Les échanges de données entre les modules d'acquisition et le système GTC se feront par liaison type ETHERNET sous protocole MODBUS / TCP-IP. Le Titulaire fournira les adresses des équipements raccordés sur le bus, mais la création de la page de visualisation GTC n'est pas à la charge du Titulaire.

6.8. SOURCES AUXILIAIRES

Les alimentations 48V des 3 postes sont à remplacer. Elles permettent d'alimenter les protections numériques ainsi que la motorisation des cellules. Elles répondront aux exigences de la norme NF C 13-100.

L'autonomie des batteries dépassera les 8 heures et un nombre raisonnable de manoeuvres.

Les alimentations du poste 1 ne sont pas à prévoir car elles ont été récemment remplacées.

6.9. ETUDE DE SELECTIVITE

Une étude de sélectivité HT justifiera le réglage des protections. Dans la mesure du possible, une sélectivité totale est souhaitée. Si le temps de coupure de 200ms demandé par ENEDIS l'impose, une sélectivité logique est envisageable.

Le tirage de câble pour effectuer cette sélectivité ne fait pas partie du présent CCTP.

Toutes les hypothèses permettant la réalisation de l'étude seront fournies par SOLEIL.

6.10. PROTECTIONS NUMERIQUES

Les protections seront de type Numériques (Sepam ou équivalent) dotée d'une interface de communication utilisant un protocole réseau Ethernet TCP/IP et devront au minimum protéger l'installation ou partie d'installation qu'elle surveille contre :

- Pour les disjoncteurs arrivées EDF et les départs de boucle :
  - Maxi de courant phase directionnel : code ANSI 67,
  - Maxi de courant homopolaire directionnel (utilisation d'un tore spécifique pour l'homopolaire) : code ANSI 67N.

    Les protections directionnelles ont pour but d'éviter la déconnexion d'une arrivée saine.

- Pour les autres disjoncteurs :
  - Maxi de courant phase temporisé (surcharge) : code ANSI 51,
  - Maxi de courant phase instantané (court-circuit) : code ANSI 50,
  - Maxi de courant homopolaire (utilisation d'un tore spécifique pour l'homopolaire) : code ANSI 50G.

Les interrupteurs n'ont pas vocation à être équipés de protections numériques (ils en sont équipés actuellement). Les relais Bardin suffiront à la recherche d'éventuels défauts sur les câbles de liaison entre les postes.

La liste des protections n'est pas limitative et pourra être complétée par le Titulaire à la suite de l'étude de sélectivité.

6.11. COMMANDE/CONTROLE DE L'APPAREILLAGE

La commande de l'appareillage pourra se faire depuis une boite à boutons raccordée en filaire, située dans le même local que les cellules. Par conséquent : **les disjoncteurs, les interrupteurs et les sectionneurs de mise à la terre seront motorisés**.

La prise de commande de la boite à boutons se fera avec un commutateur à clé afin d'éviter son utilisation intempestive par du personnel non habilité.

L'état de l'appareillage sera également remonté par des voyants sur la boite. Le rouge sera la couleur utilisée pour les appareils fermés (présence tension) et le vert pour les appareils ouverts ou mis à la terre (absence tension).

6.12. ACCESSOIRES DES POSTES

Les postes seront équipés des matériels suivants permettant d'assurer l'exploitation et les manœuvres nécessaires dans des conditions de sécurité :

- Un tabouret ou tapis isolant (suivant la norme NF C 13-100, article 62),
- Une paire de gants adaptés aux tensions les plus élevées,
- Un dispositif de vérification d'absence de tension (VAT),
- D'une perche de sauvetage,
- Du matériel d'extinction d'incendie : extincteur à CO^2,
- Un éclairage portatif,
- De la signalétique et des pancartes de sécurité.

La liste fournie ci-dessus n'est pas limitative.

6.13. VERIFICATION TECHNIQUE

Le Soumissionnaire prévoira dans son offre le passage d'un vérificateur technique Consuel, et d'ENEDIS pour la partie comptage et HTA.

Il fournira tous les schémas, notes de calcul (y compris mise à la terre), ainsi que les rapports d'essais (mesure de la résistance de terre…).

6.14. SYSTEME DE LOCALISATION DES DEFAUTS

Pour aider l'opérateur à localiser un défaut sur la boucle, après avoir été éliminé par les protections, le Titulaire prévoira la mise en place d'un système de détection et de mémorisation du défaut. La signalisation sera placée à l'extérieur du poste.

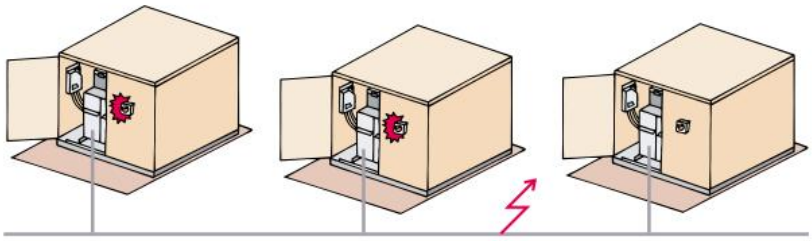


Figure 5 : exemple de signalisation à l'extérieur du poste (crédit : Schneider)

6.15. VERROUILLAGE D'EXPLOITATION

Un verrouillage d'exploitation par serrures devra interdire toutes manœuvres dangereuses pour l'exploitant ou pour le matériel.

Ce verrouillage devra permettre d'isoler un tronçon de la boucle ou d'accéder aux bornes d'un transformateur en toute sécurité.

Un système devra permettre la mise en place de cadenas de consignation sur les organes de coupure et sur les SMALT.

7. CONTRAINTES TEMPORELLES

7.1. PLANNING ET CONTRAINTES

Poste 1 : Les cellules du poste P1 (cœur du Synchrotron) devront être remplacées impérativement à **l'été 2027.** Une semaine de coupure complète du bâtiment Synchrotron est prévue à cet effet. Les dates exactes seront communiquées lorsque le calendrier de fonctionnement du site sera diffusé (autour du mois d'octobre 2026).

Lors de ce remplacement, les lignes de lumières seront sauvegardées par des groupes électrogènes, le reste des installations et du bâtiment seront intégralement privés de courant.

Poste de livraison : Le remplacement des cellules du poste de livraison se fera en **2 étapes** afin d'être transparent pour l'exploitation de SOLEIL. Le ou les arrêt(s) technique(s) concerné(s) seront fixés en accord avec le Titulaire du marché. Ils seront postérieurs à l'été 2027.

Poste 2 : Le remplacement des cellules du poste 2 se fera lors d'un arrêt technique, en sauvegardant un maximum d'installations par le déploiement de groupes électrogènes. L'arrêt technique en question sera fixé en accord avec le Titulaire du marché. Il sera postérieur à l'été 2027.

7.2. HORAIRES

Les horaires applicables sur le site du Synchrotron SOLEIL sont les suivants : 8h30 à 17h 30. Aucun travail de nuit ne sera prévu par le Soumissionnaire.

En cas d'aléa, une adaptation des horaires pourra toutefois être mise en place. Cette adaptation devra faire l'objet d'un accord entre le Titulaire du marché et le personnel de SOLEIL. Un avenant au contrat sera alors rédigé.

8. ASPECTS ADMINISTRATIFS

8.1. RESPONSABILITES DU TITULAIRE

Le Titulaire, outre ses responsabilités d'employeur, est chargé d'assurer la bonne exécution du marché, notamment en ce qui concerne la qualité des prestations, le respect des consignes et des délais.

8.2. PERSONNEL DU TITULAIRE

Le Titulaire s'engage à affecter à l'exécution du présent CCTP le personnel en nombre nécessaire et suffisant pour la réalisation des prestations qui lui seront confiées.

Aucune opération ne pourra être effectuée sans que le personnel du Titulaire n'ait pris connaissance des instructions générales et particulières d'hygiène et de sécurité et des consignes générales applicables à SOLEIL.

Le Titulaire communiquera une liste de son personnel qui mentionnera notamment les qualifications, habilitations et formations suivies.

8.3. GESTION DES ANOMALIES, INCIDENTS ET ACCIDENTS

Le Titulaire s'engage à signaler immédiatement à SOLEIL toute anomalie, incident ou accident de toute nature survenu lors des prestations.

En particulier tous les jours le responsable du Titulaire informera le chargé d'affaire SOLEIL de l'avancement des travaux.

8.4. RECEPTION DES TRAVAUX

La réception sera prononcée lorsque :

- Tous les travaux seront terminés et les zones impactées rangées (si besoin nettoyées),
- Les PV d'essais d'isolement et de rigidité diélectrique HT auront été fournis,
- Le PV d'essai d'isolement des circuits auxiliaires BT aura été fourni,
- Les rapports de paramétrages des relais de protection et le PV des essais de déclenchement auront été fournis,
- Les schémas complets (y compris les circuits BT auxiliaires) auront été fournis,
- L'attestation de conformité d'un organisme de contrôle aura été fournie,
- L'attestation de conformité d'ENEDIS aura été fournie.

Le Titulaire devra rendre les locaux dans l'état de propreté dans lequel il les a trouvés.

9. ANNEXES

9.1. PHOTOS



Figure 6 : poste de livraison