GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX

Quai Alfred de VIAL

33000 BORDEAUX

EXAMEN DE LA FAISABILITE DE RACCORDEMENT DE NAVIRES SUR LE RESEAU HTA DU GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX



Lieu du contrôle : **GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX**

Contrat n° : A533676102.1

Rapport n° : 12116291- 001-1

Date du contrôle : Janvier 2022

Agence BORDEAUX RIVE DROITE
Z.I. Avenue Gay Lussac
33370 ARTIGUES PRES BORDEAUX
Tél. : 05.56.77.27.27 - Fax : 05.56.77.27.00

PROVISOIRE

APAVE SUDEUROPE SAS
Agence BORDEAUX RIVE DROITE
Z.I. Avenue Gay Lussac
33370 ARTIGUES PRES BORDEAUX

Tél. : 05.56.77.27.27 - Fax : 05.56.77.27.41

GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX
Quai Alfred de VIAL
33000 BORDEAUX

Date d'intervention :
Janvier 2022

EXAMEN DE LA FAISABILITE DE RACCORDEMENT

DE NAVIRES SUR LE RESEAU HTA

DU GRAND PORT MARITIME DE BORDEAUX

CODE PRESTATION : A2000

Adresse(s) d'expédition :

2 ex : GPMB
A l'attention de Mr BARBE
152 Quai de Bacalan
CS 41320
33082 BORDEAUX
J-Barbe@bordeaux-port.fr

Intervenant : Gilles LE CHANJOUR



Rendu compte à :

Monsieur BARBE

Pièces jointes :

•

PROVISOIRE

SOMMAIRE

Pages

1 - GENERALITES 4/12

2 - PRESENTATION RESEAU INTERNE ACTUEL 4/12

3 - DESCRIPTION DU PROJET 4/12

4 - EXAMEN DE LA FAISABILITE DE RACCORDEMENT SUR LE POSTE P432 ..... 5/12

5 - DEFINITION DES FUTURES INSTALLATIONS 6/12

6 - EXAMEN DES CONSEQUENCES SUR LES PROTECTIONS DU RESEAU 9/12

7 - CONCLUSIONS 12/12

PROVISOIRE

1 – GÉNÉRALITES

Ce rapport a pour but de réaliser une mission d'assistance technique sur le réseau Haute Tension du site de GPMB de Bordeaux suite au projet d'installations de prises de raccordement destinées à l'alimentation des navires par le réseau ENEDIS.
Cette mission comprend les étapes suivantes :

- Prise en compte des installations à raccorder
- Définition des installations à mettre en place
- Examen de la faisabilité de raccordement sur le réseau interne GPMB
- Etude des conséquences sur les protections existantes et définition des protections nécessaires
- Rédaction d'un rapport de synthèse

La mission a été réalisée à la demande de Mr BARBE de la société GPMB qui a fourni les informations nécessaires à la réalisation de cette mission.

2 – PRESENTATION RESEAU INTERNE ACTUEL

Le réseau Haute Tension de Tension Nominale de 15 kV est alimenté à partir du réseau ENEDIS de caractéristiques suivantes :

- Arrivée Poste de Livraison n° 47 (**PDC - IDC :** 0006041) SCC Maxi 123 MVA et SCC mini 123 MVA
- Arrivée Poste de Livraison n° 42 (**PDC - IDC :** 0007237) SCC Maxi 90 MVA et SCC mini 89 MVA

Le réseau 15 kV alimente 21 transformateurs (HTA / BT) qui sont répartis sur plusieurs postes de transformation. La boucle privée du site GPMB fonctionne actuellement suivant 3 configurations :

- Réseau entièrement alimenté par le poste 47 (Aval)
- Réseau entièrement alimenté par le poste 42 (Amont)
- Réseaux séparés au niveau du poste Baranqine chaque Poste de livraison alimente une partie de l'installation

3 – DESCRIPTION DU PROJET

Les travaux consistent à installer des équipements HVSC (high voltage shore connexion) permettant l'alimentation des navires par le réseau ENEDIS via le réseau interne HT du port autonome.
La norme IECISOIEEE 80005-1 (18_1202e_CDV) document 18/1254/FDIS détermine les caractéristiques de ces HVSC et des réseaux qui doivent les alimenter.
Le sens de rotation doit être normal A/B/C
La fréquence doit être de 50 Hz +/- 5%
La tension en charge doit être de la valeur nominale - 6% maximum

Les navires pris en compte pour ce projet de raccordement sont de type porte-container correspondant à l'annexe D de la norme. La norme précise les points suivants :

- Le courant de court-circuit maximum doit être de 16 kA rms 1s et 40 kA peak.
- La tension doit être de 6,6 kV avec séparation galvanique du réseau ENEDIS (11 kV pour les cargos)
- Le raccordement doit s'effectuer à partir de 2 câbles pour une puissance maximale de 7,5 MVA
- Le régime de neutre doit être de type impédant 200 Ohms pour 6,6 kV (335 ohms pour 11 kV)

L'examen des conditions physiques de raccordement réalisé par Mr BARBE a permis de fixer la puissance d'installation à 5 MVA (continu) dans un premier temps, et un point d'installation des équipements nécessaires qui sera le poste P432 en alimentation par le Poste de Livraison AC47.

PROVISOIRE

4 – EXAMEN DE LA FAISABILITE DE RACCORDEMENT SUR LE POSTE P432

Le poste P432 est alimenté par le poste PL47 par l'intermédiaire d'un câble de 150 mm2 Alu enterré fourreau de longueur 870 m. La liaison PL 47 vers P432 alimente également le poste 46 qui comporte 3 transformateurs de puissances différentes (800 kVA, 630 kVA et 250 kVA).

Le poste P432 alimente les transformateurs suivants :

Transfo	**Protection**	**Caractéristiques Transformateur**
Poste 432 Transfo 800 kVA	Fusibles 63 A	800 kVA 15 kV / 30,8 A 427 V / 1081 A Ucc 4 % Yyn0
Poste 432 Transfo 630 kVA	Fusibles 50 A	630 kVA 15 kV / 24.25 A 410 V / 887 A Ucc 4 %

L'intensité admissible brute **sans application des coefficients** du câble 150 mm² Aluminium est de 325 A en trèfle enterré. Les informations concernant les conditions d'installation ont permis de choisir les valeurs suivantes :
Mode de pose 61 (Enterré fourreau) :
Coefficient K12 --> Température du sol 20 °C Maximum → K12 = 1
Coefficient K13 --> Terrain sec → K13 = 1
Coefficient K14 --> Profondeur d'enfouissement maximum : 1 m → K14 = 0,97
Coefficient K17 --> En conduits non jointifs : 2 câbles jointifs Maxi → K17 = 0,74
Le coefficient de réduction total le plus défavorable est de 0,718 donc l'intensité admissible est de 233 A dans le mode de pose le plus défavorable ce qui correspond à 6MVA sous 15 kV.

La puissance installée entre le poste AC47 et le poste P432 est de 3840 kVA (730 kVA sur le poste 47, 1680 kVA sur le poste 46 et 1430 kVA sur le poste 432).
La puissance souscrite sur le poste de livraison 47 est de 1,2 MW, mais la puissance moyenne consommée est comprise entre 800 et 600 kW.
On peut donc considérer que la charge actuelle du poste de livraison est actuellement de 1MVA environ, il reste la possibilité d'alimenter 5 MVA de puissance continue ce qui correspond au projet. Il est important de noter que toute extension de puissance installée devra faire l'objet de travaux de modification du réseau.
La chute de tension sur le câble sera de 1 % à pleine charge au niveau du poste P432 ce qui est satisfaisant.

Le couplage sera effectué en HT sur le réseau interne du port avec les impératifs suivants :

- Les transformateurs qui vont permettre d'adapter la tension du réseau à celle des navires devront être magnétisables sans creux de tension trop important.
- Le nombre de transformateur devra être limité pour limiter le nombre d'éléments HT à installer

La puissance maximale installée sur le réseau étant de 2,5 MVA, il est possible d'installer 2 transformateurs de puissance équivalente afin de rester dans la même gamme de puissance et de minimiser le nombre d'équipements.

PROVISOIRE

Les conditions de basculement de la charge du navire impliquent un couplage afin de transférer la puissance sans coupure. Le temps de ce couplage devra permettre le transfert de la charge sans à-coup de tension et donc ne pourra s'effectuer dans les temps maximum autorisés pour le couplage fugitif (30s).
Le guide NFC 15-400 « Raccordement des générateurs d'énergie électrique dans les installations alimentées par un réseau public de distribution » précise en cas de raccordement sur le réseau HT d'une puissance inférieure à 10 MW :

- Une protection de découplage nécessaire et sera définie par les services techniques d'ENEDIS H1 à H5 pour du couplage permanent et F1 à F5 pour du fugitif mais peu probable compte tenu du temps nécessaire au transfert de 5 MW
- Cette protection est en règle générale installée au niveau du poste de livraison et doit prendre en compte des informations des organes de couplage

Il sera nécessaire d'installer la protection de découplage imposée par les services techniques d'ENEDIS et d'installer les liaisons nécessaires entre le poste de livraison et le point de raccordement HT des navires.

Selon les normes, il est obligatoire d'avoir une mise à la terre du neutre en service hors couplage. La mise à la terre devra être déconnectée lors de la période de transfert de charge du navire au réseau ENEDIS.

Les informations ci-dessus ont permis d'établir un schéma de principe de la future distribution avec les impératifs suivants :

- Les transformateurs devront être de caractéristiques identiques pour garantir l'absence d'échange entre les installations lors de la mise en parallèle
- Les transformateurs devront être à courant d'enclenchement inférieur à 6 In afin de limiter les creux de tension sur le réseau
- Les liaisons de puissance devront être de caractéristiques identiques (longueur, section type, mode de pose) pour garantir l'absence d'échange entre les installations lors de la mise en parallèle
- Le schéma de principe devra être établit en fonction des calibres des prises HVSC car selon les intensités admissibles disponibles il devra être nécessaire de protéger les liaisons

5 – DEFINITION DES FUTURES INSTALLATIONS

En fonction des données de la norme et des données de l'installation, les caractéristiques des futurs équipements pourraient être :
Transformateurs

- Puissance continue 2500 kVA
- Courant d'enclenchement limité à 5,5 In
- Tension Primaire 15/20 kV (Voir la nécessité 20 kV)
- Tension Secondaire 6,6 kV (Voir la possibilité et la nécessité d'un couplage 11kV)
- Courant Primaire 96 A (sous 15 kV)
- Courant Primaire 218 A (sous 6,6 kV)
- Tension de court-circuit 6 %
- Chute de tension maxi pleine charge 5 %

Cellules HT Secondaires :

- Tenue Icc 16 kA imposition (transformateurs + Navires)
- Intensité JDB 630 A (extension à 7,5 MVA)

Liaison HT Secondaires :

- Suivant calibres des prises HVSC

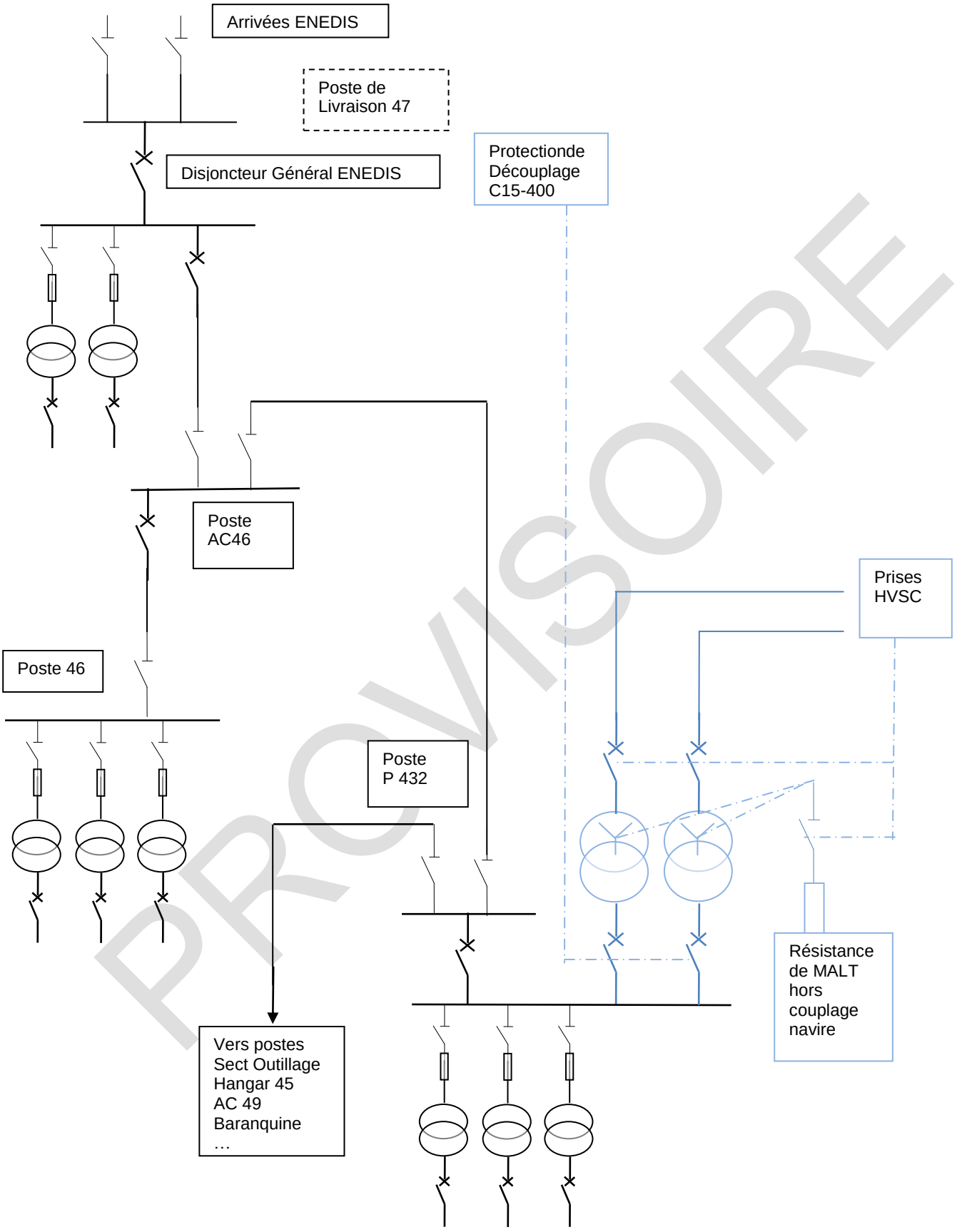
Impédance de MALTN Secondaires :

- Valeur 200 Ohms (courant limité 19 A)

Les cellules HT Primaires seront de mêmes caractéristiques que les cellules existantes du poste 432 de type Disjoncteur avec protection numérique et tores pour la protection Homopolaire primaire et secondaire.

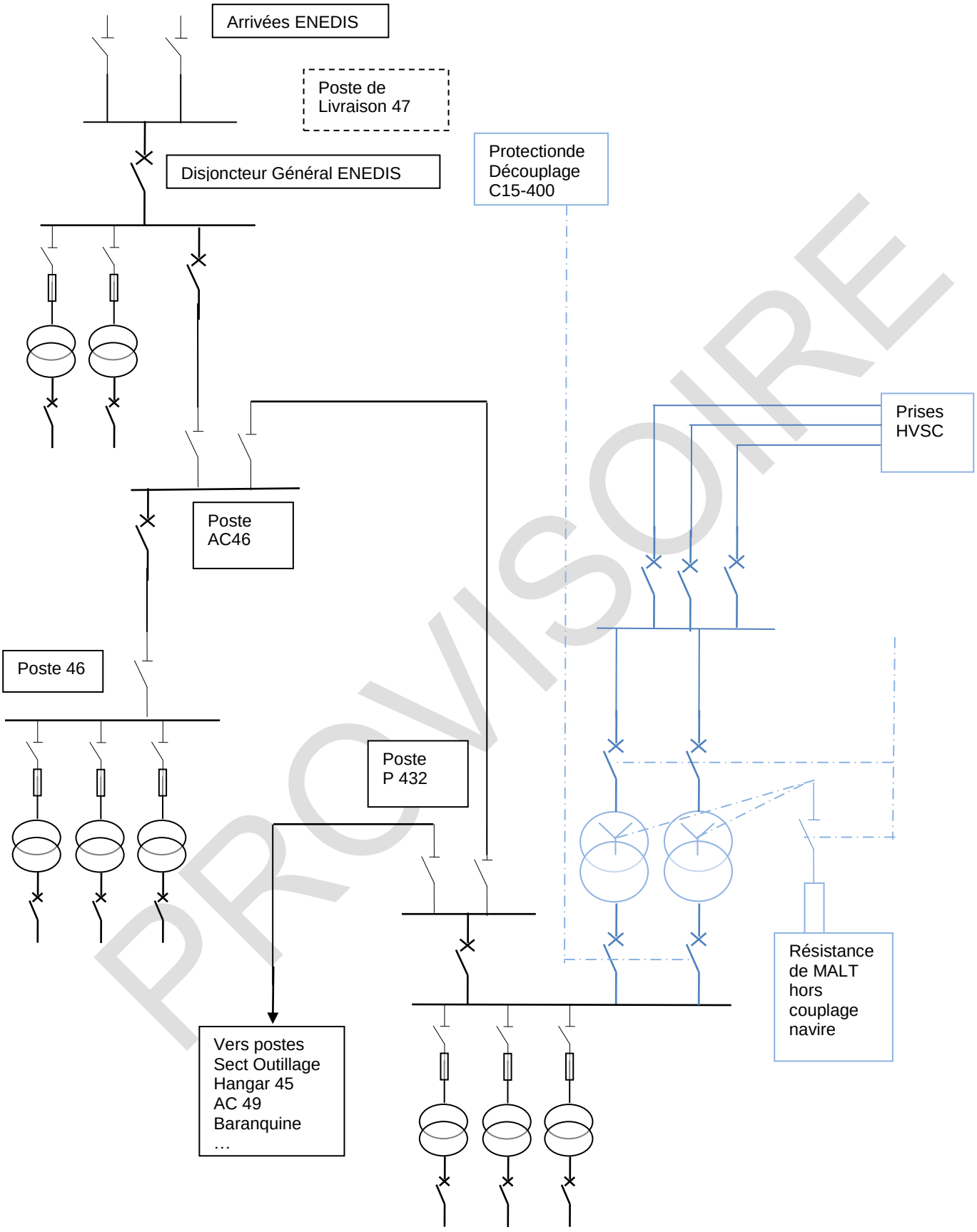
PROVISOIRE

SCHEMA DE PRINCIPE AVEC UN TRANSFORMATEUR PAR PRISE HVSC



PROVISOIRE

SCHEMA DE PRINCIPE AVEC UNE PROTECTION PAR PRISE HVSC

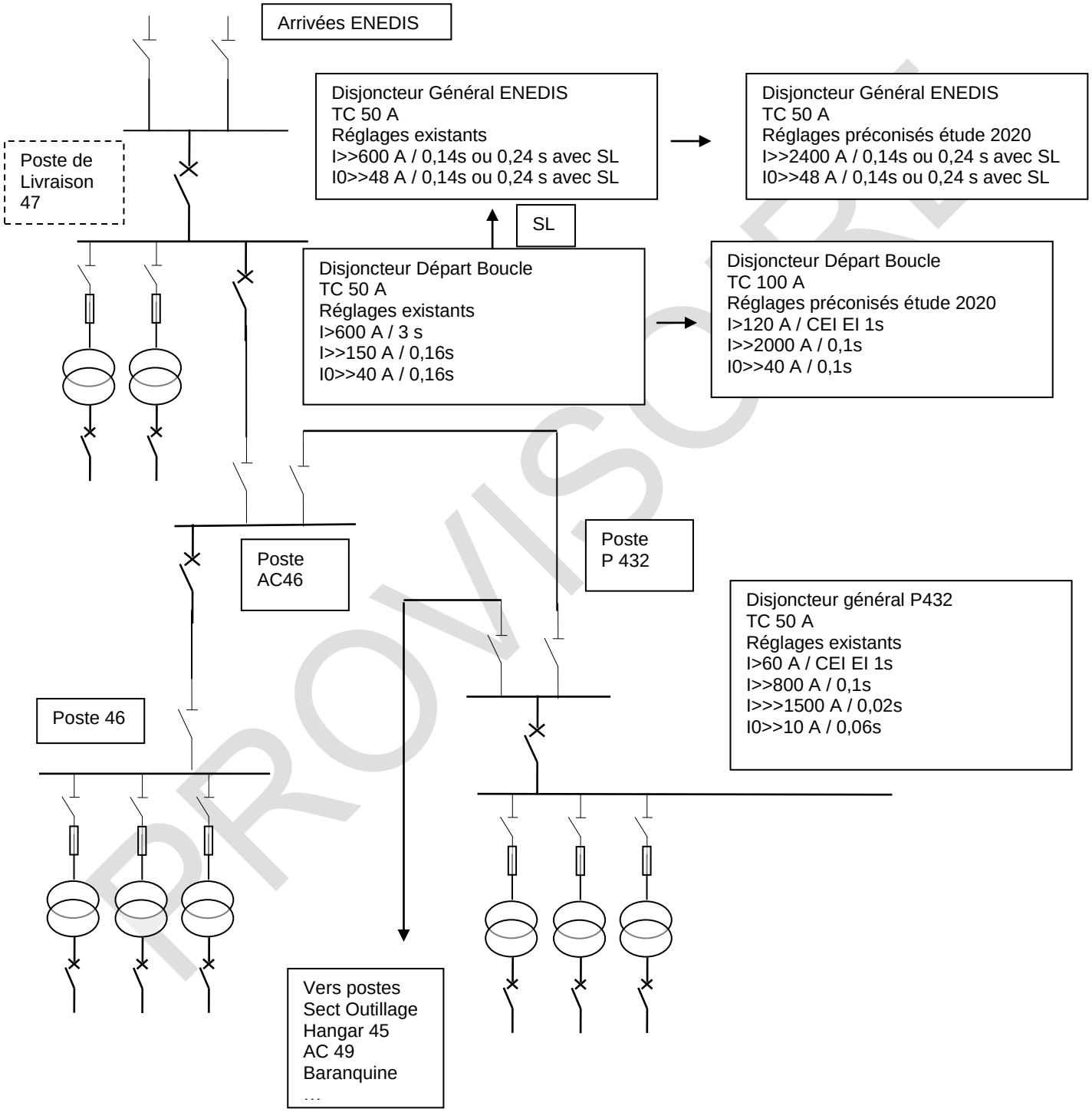


PROVISOIRE

6 – EXAMEN DES CONSEQUENCES SUR LES PROTECTIONS DU RESEAU

Nous avons examiné les conséquences d'une extension de la puissance installée de 5 MVA sur le poste P432 afin de connaître les points bloquant sur l'installation existante.

Les réglages des protections existantes sont les suivants :



PROVISOIRE

Réglage Protection Générale ENEDIS Poste H47

Le réglage de cette protection est imposé par les services techniques d'ENEDIS en fonction des caractéristiques de la source, de la section de la boucle, de la sélectivité avec les protections Amont et des caractéristiques des éléments de la protection installée.
La Puissance totale installée future sur le site sera de 19185 kVA soit un Ib de 738 A sous 15 kV.
Le réglage de 8 Ib est préconisé pour éviter les déclenchements intempestifs liés aux courants magnétisants mais il ne peut être adopté que dans le cas où cette valeur est inférieure à 0,8 Iccbi (2850 A).
Pour le site 8 Ib sera égal à 5900 A environ soit supérieur à 0,8 Iccbi.

Le calibre des TC est de 50 A et le type 5P30 impose un réglage maxi à 1500 A.
Réglages actuels
Réglage seuil court-circuit actuel 12 In soit 600 A et Temporisation 0,14 s ou 0,24 s si sélectivité logique.
Réglage seuil homopolaire est de 0,96 In soit 48 A et Temporisation 0,14 s ou 0,24 s si sélectivité logique.
Le réglage actuel ne permet pas la magnétisation (voir étude 2020) de l'ensemble des transformateurs et donc il existe un risque de déclenchement intempestif en cas de microcoupure sur le réseau.

Réglages Préconisés

Modification du calibre des TC passage en calibre 300 A / 5 A
Réglage seuil court-circuit 2700 A et Temporisation 0,14 s et Temporisation 0,14 s ou 0,24 s si sélectivité logique.
Réglage homopolaire (Pas de modification) seuil 48 A et Temporisation 0,14 s ou 0,24 s si sélectivité logique.

Réglage Protection départ disjoncteur départ PL 47 vers Poste AC 46

La sélectivité logique vers le disjoncteur général ENEDIS est installée.
Le calibre des TC est de 50 A et le type n'a pas été fourni.
Réglages actuels
Réglage seuil Surcharge actuel 1,2 In soit 60 A et Temporisation 3s
Réglage seuil court-circuit actuel 3 In soit 150 A et Temporisation 0,16 s.
Réglage seuil homopolaire est de 0,8 In soit 40 A et Temporisation 0,16 s.

Réglages Préconisés

La Puissance totale installée future sur la boucle sera de 18000 kVA environ soit un Ib voisin de 700 A sous 15 kV. Le réglage de 8 Ib est préconisé pour éviter les déclenchements intempestifs liés aux courants magnétisants mais il ne peut être adopté que dans le cas où cette valeur est inférieure à 0,8 Iccbi le plus défavorable de la boucle (2050 A).
Pour la boucle 8 Ib sera égal à 5600 A environ soit supérieur à 0,8 Iccbi.

Modification du calibre des TC passage en calibre 300 A / 5 A et installer un tore pour la protection homopolaire
Réglage Surcharge I> seuil 0,8 In soit 280 A et Temporisation CEI EI Temporisation 1 s
Réglage court-circuit I >> seuil 2000 A et Temporisation 0,1 s avec envoi sélectivité logique vers général ENEDIS.
Réglage homopolaire seuil 20 A et Temporisation 0,1 s avec envoi sélectivité logique vers général ENEDIS.

Réglage Protection départ disjoncteur P432

Le calibre des TC est de 50 A et le type 10P30.

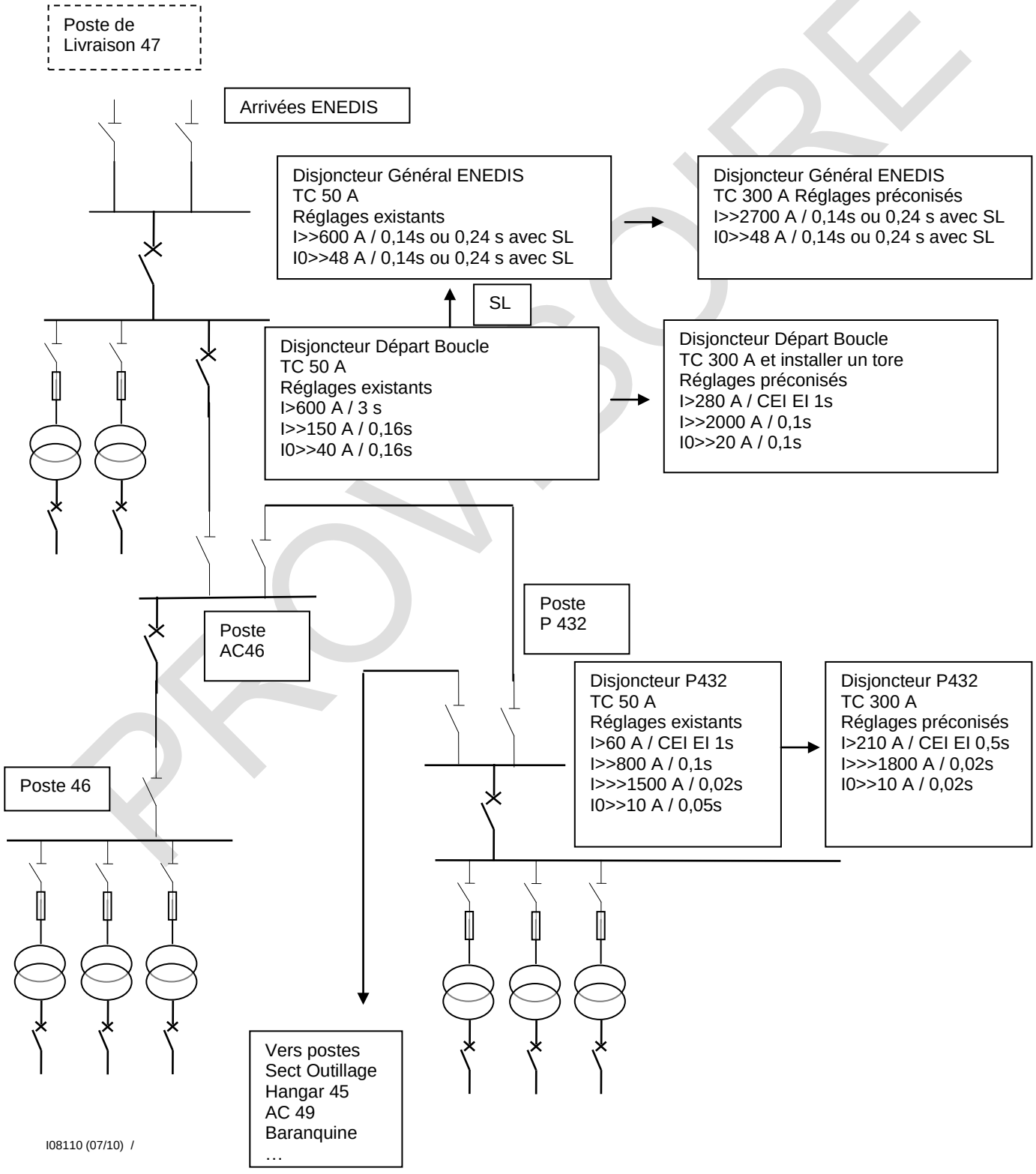
Réglages Existants
La Puissance totale existante sur le poste 432 est de 1430 kVA soit un Ib de 55 A sous 15 kV.
Réglage Surcharge PHHPTOC 1-1 seuil 1,2 In soit 60 A et Temporisation CEI EI Temporisation 1 s
Réglage court-circuit PHHPTOC 2-2 seuil 800 A et Temporisation 0,1 s
Réglage court-circuit PHIPTOC1-1 seuil 1500 A et Temporisation 0,02 s
Réglage homopolaire DELFPDEF1-1 seuil 10 A et Temporisation 0,06 s.
Réglage homopolaire DELFPDEF2-2 seuil 15 A et Temporisation 0,06 s (Secours du seuil 1).

PROVISOIRE

Réglages Préconisés P432

La Puissance totale installée future sur le poste sera de 6430 kVA environ soit un Ib voisin de 250 A sous 15 kV. Le réglage de 6 Ib est préconisé (Courant d'enclenchement limité) pour éviter les déclenchements intempestifs liés aux courants magnétisants mais il ne peut être adopté que dans le cas où cette valeur est inférieure à 0,8 Iccbi le plus défavorable du poste (2050 A).
Pour le poste 6 Ib est égal à 1500 A environ soit inférieur à 0,8 Iccbi.

Modification du calibre des TC passage en calibre 300 A / 5 A
Réglage Surcharge PHHPTOC 1-1 seuil 210 A et Temporisation CEI EI Temporisation 0,5 s
Réglage court-circuit PHIPTOC1-1 seuil 1800 A et Temporisation 0,02 s
Réglage homopolaire DELFPDEF1-1 seuil 10 A et Temporisation 0,06 s.
Réglage homopolaire DELFPDEF2-2 seuil 15 A et Temporisation 0,06 s (Secours du seuil 1).



PROVISOIRE

7) CONCLUSIONS

L'examen des caractéristiques techniques nécessaires montre que l'installation des HVSC sur le site est réalisable sous réserve de limiter la puissance maximale du navire à 5 MVA continu et sous réserve des points suivants :

- L'accord des services techniques d'ENEDIS devra être donné pour l'extension de puissance souscrite, l'autorisation de couplage des sources et la définition des protections nécessaires (découplage et défauts)
- Les installations du poste de livraison suivantes devront être modifiées protection C13-100 et protection départ boucle (remplacement TC, modification réglage et ajout tore sur le départ)
- Les conditions d'exploitation du site devront être modifiées pour n'autoriser le raccordement des navires que lorsque le P432 sera alimenté par le PL47
- Les renvois d'information entre le PL et le poste P432 devront être installés
- Le poste P432 devra être modifié (TC, Protection et ajout cellules)
- Les protections des nouveaux transformateurs et du général poste P432 ne pourront pas être sélectives
- Toute nouvelle extension de puissance installée devra faire l'objet de travaux de modification du réseau.

La définition exacte des futures installations de raccordement dépend des calibres choisis pour les HVSC :

- Puissance et tension de sortie des transformateurs
- Nombre et types des cellules secondaires
- Types de protections et équipements destinés au couplage
- Types et sections des canalisations

Il sera nécessaire de prévoir les points suivants :

- Modification TC disjoncteur ENEDIS
- Modification TC disjoncteur Départ
- Modification TC disjoncteur P432
- Cheminement pour les infos de couplage entre PL et P432
- Inter déclenchement Primaire / secondaire sur les nouveaux Transformateurs
- Impédance et organe de coupure pour la mise à la terre du neutre au secondaire des transformateurs
- Prévoir des TP dans les cellules disjoncteurs secondaires ou des cellules départs ou au niveau du jeu de barres
- Tenue au courant de court-circuit adaptée pour les cellules secondaires et adaptation au courant maximum
- La chute de tension Maximale à pleine charge des transformateurs devra être de 5 %
- Le neutre devra être sorti au secondaire
- Le courant d'appel des transformateurs devra être réduit
- Etudier la nécessité d'une double tension primaire et secondaire
- Les protections nécessaires au secondaire pour envoi au navire (CC, surch, def Terre, déseq)

PROVISOIRE