Asterial

Ingénierie

Grand Port Maritime de Bordeaux

Raccordement électrique à quai des navires de croisière maritime au Terminal du Médoc (Poste 700)

Mission APS

V1.2 22/11/2021

1 – Cadrage (Programme) de l'APS de Génie Électrique (APS – GE)

Le 04/07/2021, ASTERIAL a remis au Grand Port Maritime de Bordeaux (GPMB) l'étude de faisabilité, comprenant un rapport de diagnostic, du Projet d'électrification du quai du terminal du Médoc (Poste 700).

Ce rapport a été présenté le 21/07/2021 à M. Guillaume GABACHE, Mme Virginie FORT et M. Jonathan BARBE.

Lors de cette réunion les hypothèses techniques suivantes ont été retenues :

Sens d'accostages des navires :

Il n'y aura qu'un seul sens d'accostages des navires.

Tous les navires accosteront dans le sens du jusant, dirigés vers le port du Verdon.

Pontons flottants :

Deux pontons flottants seront mis en œuvre (longueur 120m, largeur 20m).

Ces pontons seront protégés par des ducs d'Albe et rendus solidaires par chaines et amarres en acier.

Compte tenu du sens d'accostage unique retenu (§1) et de la position au 1/3 arrière des navires des connecteurs il est retenu,

- Que le ponton 1 amont (Sud) sera dédié aux installations techniques (dont le système d'électrification des navires à quai) ;
- Que le ponton 2 aval (Nord)sera dédié à la gestion des passagers.

Puissance électrique maximum délivrée :

Compte tenu des informations obtenues par GPMB et par ASTERIAL et des possibilités de livraison d'Enedis il est décidé que les puissances électriques maximales délivrables aux navires seront de 12MW en 11kV pour les grands navires (340m) et de 9MWen 6kV pour les autres navires (200m).

Implantation du local électrique comprenant la centrale de conversion :

Le local électrique sera installé à proximité du poste de livraison Enedis, au croisement du viaduc et de la route départementale.

Cheminement des câbles haute tension :

Les câbles haute tension chemineront sur le côté extérieur du viaduc.

L'étude de faisabilité et la réunion du 21/07/2021 a permis à GPMB, Maître d'Ouvrage du Projet, de faire les choix et de prendre les décisions nécessaires pour permettre à ASTERIAL d'établir le présent APS – GE dans le cadre de la mission d'Assistance à Maitrise d'Ouvrage qui lui a été confiée (TOR V0.0 du 25/11/2020).

Le présent APS – GE a pour objet l'alimentation en énergie électrique HTA d'un seul navire de croisière à la fois, accosté aux deux pontons de 120m X 20m du Poste 700, étrave vers la mer.

L'Équipement électrique du Poste 700 sera conforme à la norme IEC/ISO/IEEE 8005 (Édition de 2019) – Part 1 : High Voltage Shore Connection et à ses Annexes pour les navires de croisière de l'ordre de 200m à la flottaison et pour les grands navires modernes de l'ordre de 340m à la flottaison.

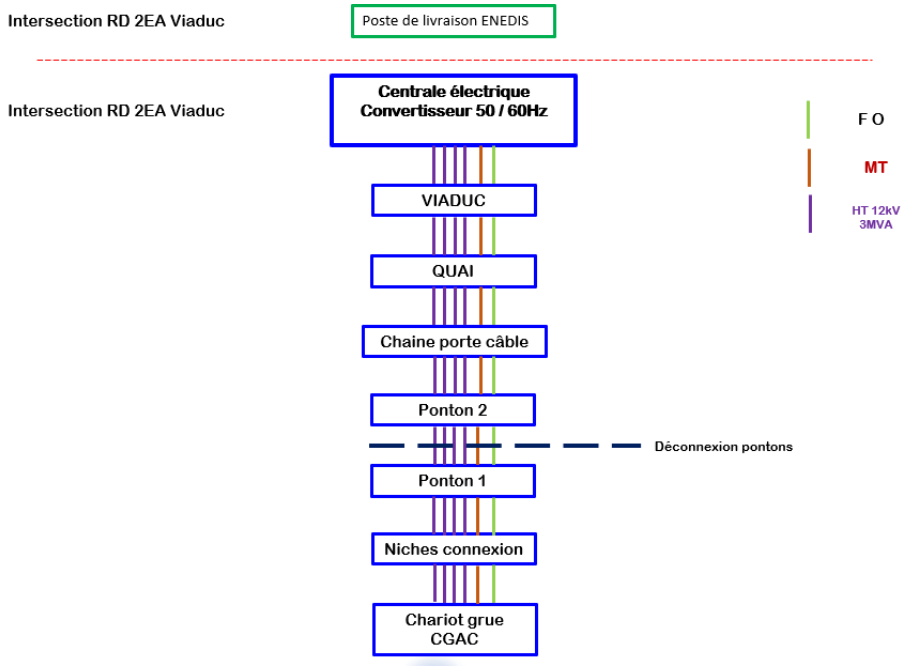
Les puissances électriques maximales délivrables au navire seront de 12MW en 11kV et de 9MW en 6,6kV

L'APS -GE doit permettre au Maître d'Ouvrage (GPMB), de choisir entre les solutions et /ou variantes techniques proposées. Ses décisions permettront de confirmer ou d'adapter les estimations budgétaires figurant en Annexe B (Projet de budget Génie Électrique) du présent APS – GE.

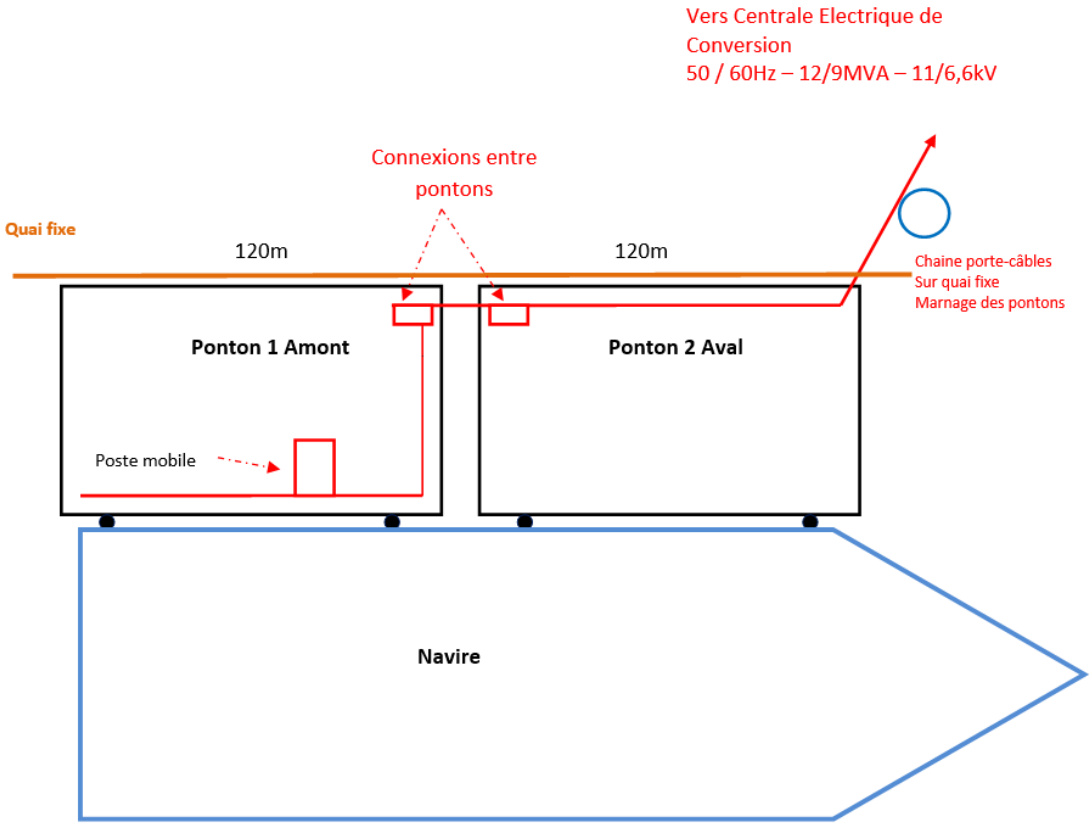
Un Avant-Projet Détaillé – Génie Électrique (APD - GE) pourra alors être établi.

Après nouvelle approbation du Maître d'Ouvrage, l'APD – GE servira de base à l'établissement des pièces techniques nécessaires à la consultation d'Industriels ensembliers pour les équipements et les travaux de mise en œuvre.

PRINCIPE GENERAL



SCHEMA QUAI


Vers Centrale Electrique de
Conversion
50 / 60Hz – 12/9MVA – 11/6,6kV
Connexions entre
pontons
Quai fixe
120m
120m
Chaine porte-câbles
Sur quai fixe
Marnage des pontons
Ponton 1 Amont
Ponton 2 Aval
Poste mobile
Navire

2 – L'alimentation par le Réseau Public de Distribution HTA (RPD HTA) de la connexion électrique à quai du navire

ENEDIS a répondu à la demande de GPMB d'alimentation par le RPD HTA du Poste 700 par sa Proposition de Raccordement Avant Complétude (PRAC) de juin 2020.

Cette PRAC doit être reprise pour être adaptée aux contraintes du Projet (voir Annexe A – Programme) et aux décisions prises par GPMB au vu du diagnostic d'ASTERIAL :

Le poste de livraison privé existant (Puissance 500kW) est actuellement raccordé en coupure d'artère devra être déraccordé et réaménagé pour répondre aux besoins de la seule connexion à quai du navire.

En effet, la partie de l'emprise domaniale de GPMB, à Pauillac, entre la RD2E4 et la rive de la Gironde, classée Natura 2000, devra être réservée aux installations industrielles du Projet de Terminal de Croisière. Les parties commerciale et tertiaire du Projet devront être réalisées, par exemple, dans la partie Ouest de l'emprise domaniale, de l'autre côté de la RD2E4.

En l'attente du dimensionnement des besoins en énergie électrique de ces parties tertiaires du Projet et des études d'ENEDIS pour les satisfaire, le poste de livraison privé GPMB de PAUILLAC sera raccordé en radiale au TR313 du Poste Source (PS) PAUILLAC.

En effet, GPMB a décidé de ne pas secourir cette radiale dans l'immédiat et a fixé à 12 MVA la puissance maximale délivrable au navire.

Toutefois de la place sera réservée dans le poste privé GPMB pour pouvoir y installer ultérieurement aisément :

- Une cellule « départ HTA » vers un système d'alimentation électrique MT/BT 50 et 60HZ d'un navire de croisière côtière maritime conforme à la Part 3 (Low Voltage Connection de la norme IEC/ISO/IEEE 8005
- ou Une unité de production d'hydrogène ou un électrolyseur alimentant une pile à hydrogène
- Une cellule de départ vers un poste de livraison privé tertiaire dans la zone commerciale du Projet en traversant la RD2E4 (en domaine public tant que cette route n'est pas déviée pour unifier l'emprise domaniale de GPMB).

Observation : Compte tenu des temps de réponse de la SNCF pour le passage de la ligne HTA, ASTERIAL recommande que le forage dirigé sous la voie ferrée soit étudié de manière à ce qu'il soit possible de réaliser un jour une boucle 20kV sécurisée : TR313 (PS) – Poste privé GPMB – Poste privé tertiaire – TR311 (PS)

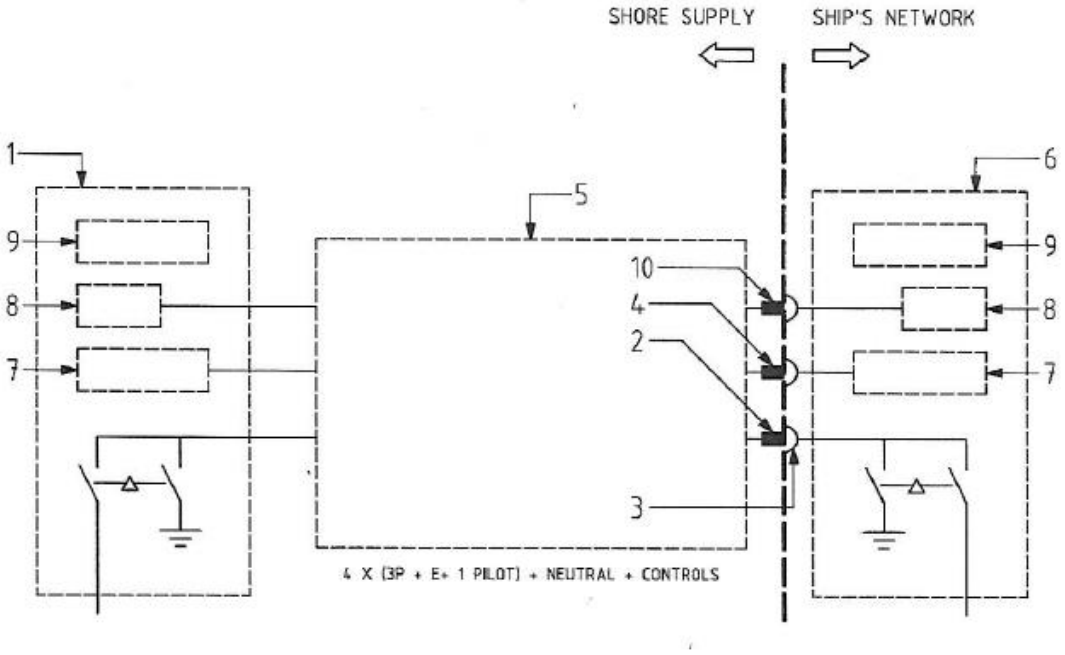
Compte tenu des délais annoncés par ENEDIS pour la mise à disposition de GPMB de la puissance requise, il est important pour le planning du Projet qu'une nouvelle PRAC soit obtenue au plus tôt, acceptée par GPMB et qu'une offre de raccordement engageante soit établie par ENEDIS et signée par GPMB dès que possible.

La nouvelle PRAC mentionnera le coût des redevances en € /kW/an pour une puissance maximale délivrable de 12MVA en 20kV en application des Tarifs d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité (TURPE) à compter du 01/01/2023.

3 - La conversion de fréquence 50/60HZ

L'annexe C (Additional requirement for cruise ships) à la norme IEC/ISO/IEEE 8005 – Part 1 : High Voltage Shore Connection décrit le système général de connexion à quai des navires de croisière maritime.

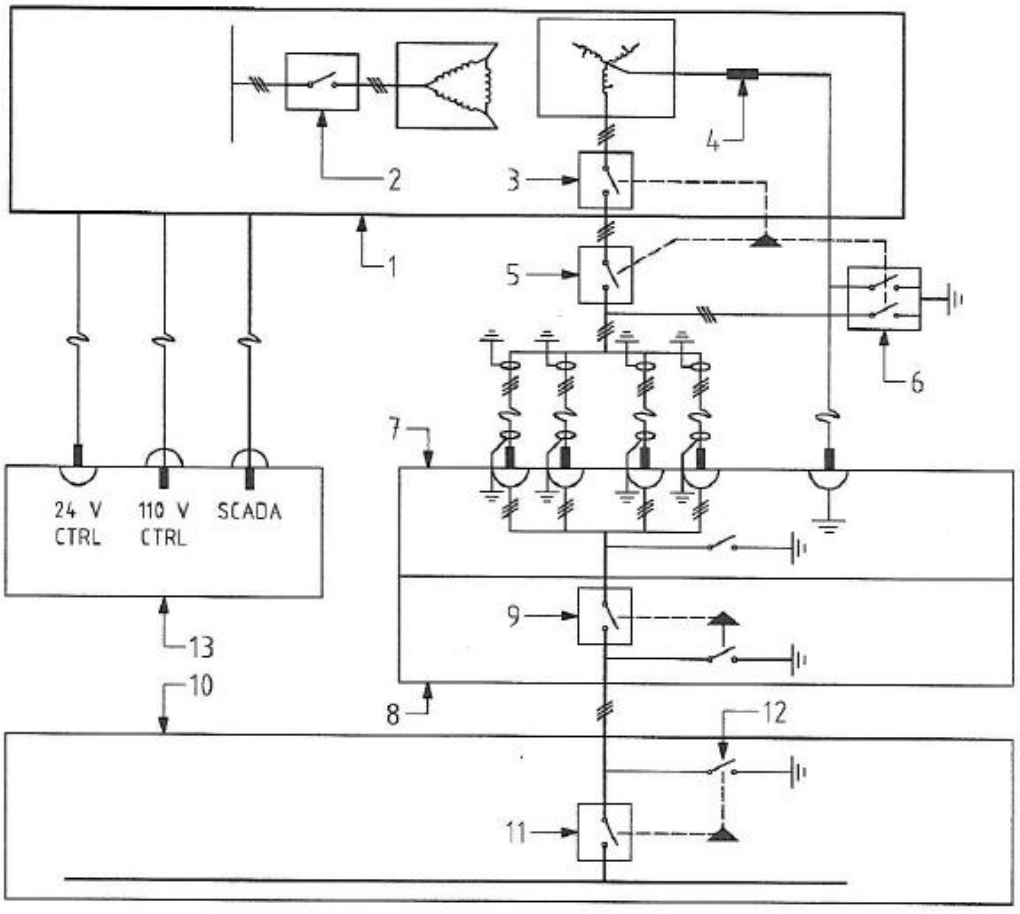
L'objet du présent paragraphe de l'APS -GE est de décrire le système de conversion de fréquence 50/60HZ en HTA (Key 1 – Figure C .1 et Figure C.2 de cette Annexe) à réaliser à Pauillac.



KEY

1. HV-SHORE SUPPLY SYSTEM
2. HV-PLUG
3. SHIP'S HV-SOCKET
4. PILOT WIRES (INTEGRATED IN PLUG AND SOCKET)
5. CABLE MANAGEMENT SYSTEM
6. SHORE CONNECTION SWITCHBOARD
7. INTERLOCKS WITH PILOT WIRE
8. COMMUNICATION FOR CONTROL AND MONITORING
9. PROTECTIVE RELAYING
10. COMMUNICATION AND CONTROL WIRES

Figure C.1 – General system layout



KEY

1. SHORESIDE SUBSTATION
2. TRANSFORMER PRIMARY CIRCUIT BREAKER
3. TRANSFORMER SECONDARY CIRCUIT BREAKER
4. NEUTRAL GROUNDING RESISTOR
5. DOCK DISCONNECT SWITCH
6. DOCK GROUND SWITCH
7. SHIP'S SHORE CONNECTION CUBICLE
8. SHIP'S BREAKER CUBICLE
9. SHORE CONNECTION CIRCUIT BREAKER
10. SHIP'S RECEIVING SWITCHBOARD
11. RECEIVING CIRCUIT BREAKER
12. GROUND SWITCH
13. SHIP'S CONTROL CUBICLE

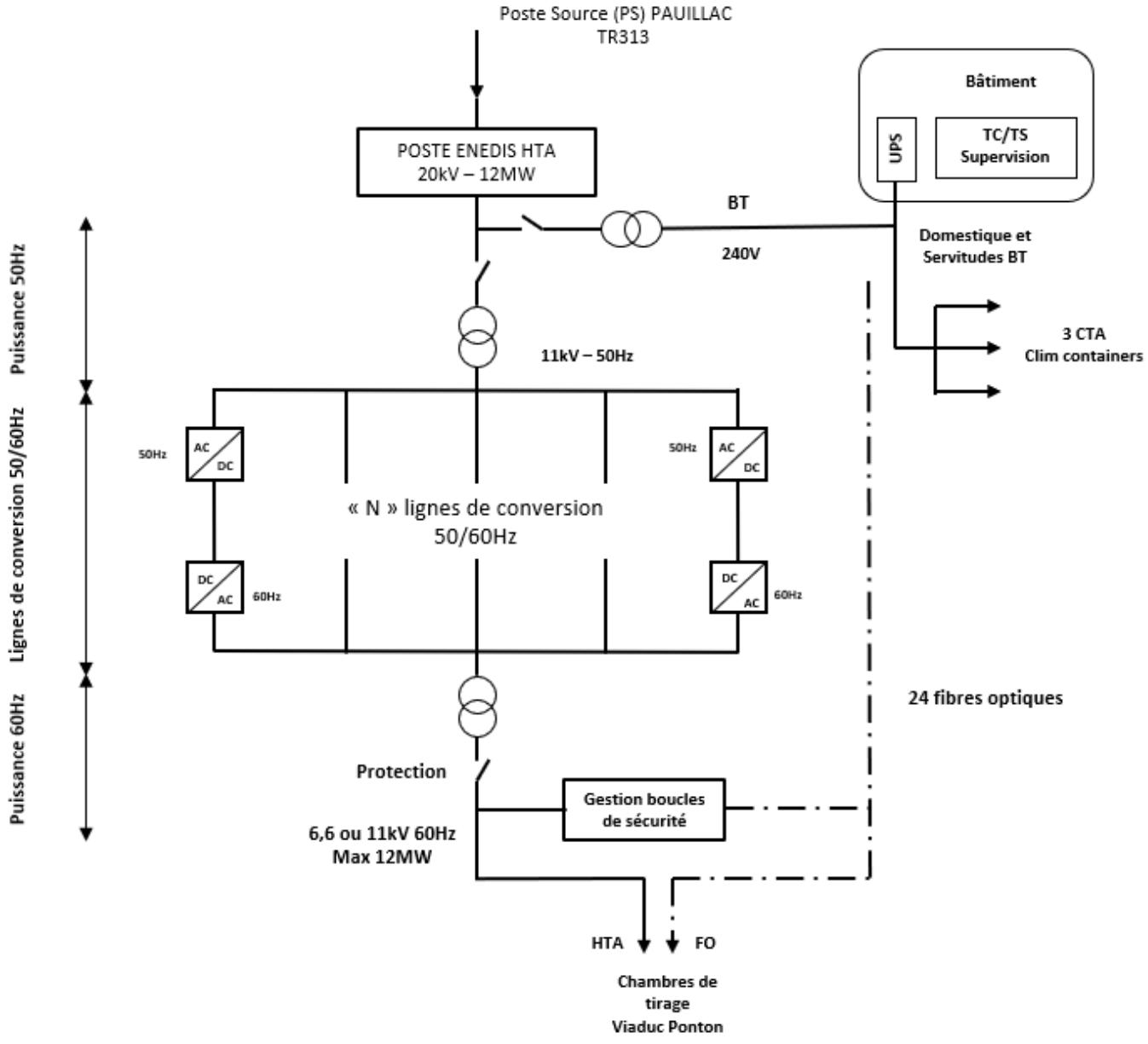
NOTE

a. DUAL SECONDARY 11 kV AND 6.6 kV TRANSFORMER MAY BE USED

b. 24 V CTRL IS 24 VOLTS DC, 110 V CTRL IS 110 VOLTS DC, AND SCADA IS SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION

Figure C.2 – Cruise ship HVSC system single line diagram

La déclinaison de ces schémas en Europe où les Réseaux Publics de Distribution (RPD HTA) sont en 50HZ est représentée sur le synoptique suivant :



Le dispositif de conversion de fréquences sera statique (Alternative Frequencies Equipment - AFE) (voir synoptique).

La technologie des composants des redresseurs HTA 50Hz et les onduleurs HTA 60Hz sera IGBT (Isolated Gate Bipolaire Transistor - Transistor Bipolaire à Grille Isolée) sans batterie intermédiaire sauf justification industrielle.

Les équipements proposés par les Industriels référents diffèrent en particulier par la tension continue entre le redresseur 50Hz et l'onduleur 60Hz. Si cette tension est de plusieurs milliers de volts, par exemple 3000V, le convertisseur sera dit HT, si elle est de l'ordre de 1000V, le convertisseur sera dit BT.

Suivant cette tension continue un nombre différent de lignes de conversion élémentaires (redresseurs 50Hz et onduleurs 60Hz) seront mis en œuvre.

Nous recommandons le choix de la tension d'utilisation (6,6 ou 11kV) par commande des onduleurs 60HZ, de préférence à la mise en œuvre d'un transformateur 60HZ à deux sorties.

Les circuits de contrôle et de sécurité des utilisations sont représentés sur la Figure C3 de l'annexe C (Additional requirement for cruise ships) à la norme IEC/ISO/IEEE 8005 – Part 1 : High Voltage Shore Connection. Voir ci-dessous.

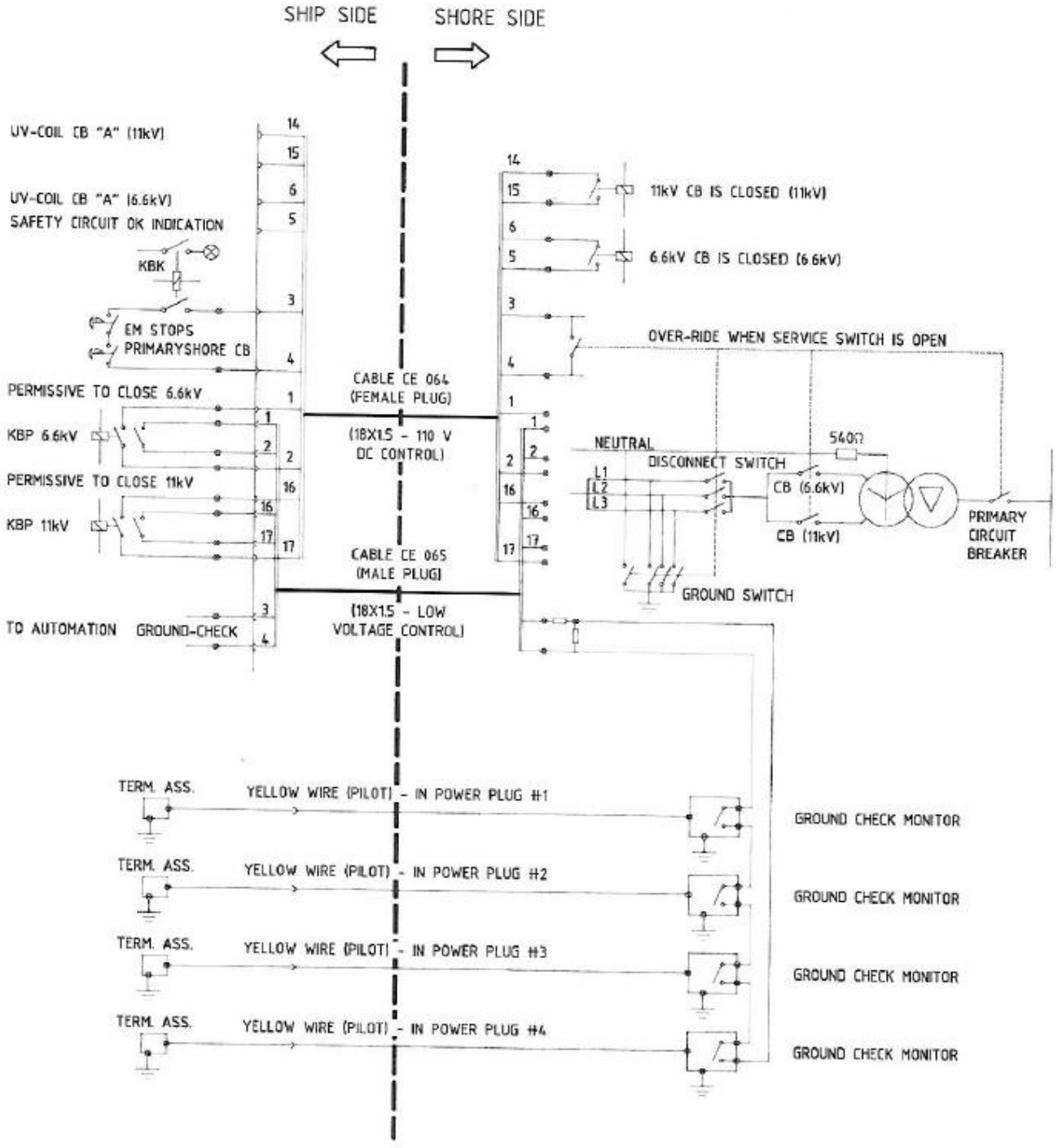


Figure C.3 – Example of safety and control circuit

Les caractéristiques et performances de tous les équipements, notamment les transformateurs, interrupteurs, commutateurs, disjoncteurs, etc. seront adaptées à leurs utilisations particulières (multiples commutations à chaque connexion et déconnexion d'un navire) très différentes des pratiques d'exploitation des Réseaux Publics de Distribution HTA.

L'ensemble du système sera containerisé (dimensions container maritimes 40'') pour permettre son montage, sa mise au point et ses essais en usine. Cela facilitera sa mise en œuvre sur site et évitera la nécessité de disposer sur site d'une charge d'essai de 12MVA.

Chaque container permettra de convertir une puissance de 3MW.

Cette solution réduira également le coût de déplacement du système si l'évolution du site le nécessitait à moyen terme.

Sauf si l'industriel retenu, impose son système propriétaire de refroidissement des lignes de conversion 50/60HZ, la climatisation des containers sera assurée par 2 ou 3 Centrales de Traitement d'Air (CTA – Fonctionnement Air/Air modulable) installées au-dessus des containers sur une chaise en acier protégé contre la corrosion.

En première approximation la puissance maximale requise est de deux fois 180 frigories. Les CTA seront alimentées par une cellule auxiliaire 50HZ de l'ordre de 60kVA.

Si nécessaire, les CTA seront dotés de pièges à son.

Il est noté qu'en l'absence de toute connexion de navire, lorsque le système de conversion est sous tension, il consomme et dissipe de l'ordre de 100kVA.

4 – Centrale ENERGIE GPMB Pauillac

Une proposition d'aménagement de la partie domaniale GPMB entre la RD2E4 et la rive de la Gironde pour électrifier le quai du Terminal du Médoc est annexée (Annexe 1) au présent APS-GE en vue de son étude détaillée dans le cadre de l'Avant-Projet Détaillé de Génie Électrique (APD-GE).

La centrale ENERGIE comprendra :

- Les unités accueillant le système de conversion de fréquence 50/60HZ décrit ci-dessus (4 containers 40'').
- Un bâtiment (ou containers) de 60m2 recevant les bureaux et le Contrôle/Commande – Supervision.

Le bâtiment comprendra :

- Un bloc sanitaire et un vestiaire ;
- Un bureau ;
- Une salle technique avec ouverture sécurit permettant d'observer les manœuvres navire ;
- Un vide sanitaire de 40cm de hauteur ;
- Le toit sera aménagé pour faciliter l'entretien et la maintenance des CTA.

Dans la salle technique seront installés tous les équipements de Contrôle/Commande et de Supervision qui auront été livrés dans les containers après programmation, mise au point et recette du système complet en usine.

Les containers seront posés sur des longrines en béton, s'ils ne sont pas dotés de skids en acier d'au moins 30cm de hauteur.

L'ensemble, bâtiment, dalle et chaise support des CTA, sera protégé contre la foudre selon les principes d'une cage maillée en cuivre 30x2mm.

Notamment le treillis sous radier de la dalle sera soudé et relié dans ses angles et tous les 5m à un double ceinturage en cuivre enterré à au moins 1m.

Pour sa protection environnementale, la réduction des nuisances, notamment sonores, et son esthétique, l'ensemble (partie construite et containers) pourra être habillé par un bardage de préférence non métallique, pour éviter toute corrosion.

S'il est métallique, il sera mis à la terre, et améliora la cage maillée équipotentielle de protection contre la foudre et la protection électromagnétique des éléments sensibles des équipements (sécurité informatique).

5 – Liaisons entre le Bâtiment ENERGIE et le ponton 1 AMONT (Sud)

Les navires accosteront le Poste 700 étrave vers la mer au Nord.

Le ponton 2 Aval (Nord) supportera les passerelles d'accès des passagers entre le navire et le quai fixe et sera réservé à l'avitaillement commercial du navire.

Le ponton 1 Amont (Sud) sera réservé à l'assistance technique au navire en escale. Il supportera le Chariot Automoteur Gestionnaire de Câbles (CAGC) et l'équipement de Contrôle/Commande et d'exploitation de l'électrification à quai des navires, abrité dans le Bâtiment ENERGIE.

Les liaisons entre ce système et les équipements disposés sur le ponton sont décrits par le bloc 5 (Cable Management System) de la figure C1 et par la figure C2 de l'annexe C à la norme IEC/ISO/IEEE 8005 – Part 1 : High Voltage Shore Connection jointe au présent APS - GE.

A ces câbles HTA, il faut rajouter un câble MT ou triphasé BT pour alimenter les servitudes des pontons dont une alimentation/chargeur des batteries du Chariot Automoteur Gestionnaire de Câbles.

Comme représenté sur la proposition d'aménagement de la partie domaniale entre la RD2E4et la rive de la Gironde annexée au présent APS-GE, un réseau busé adapté HTA sera réalisé de la sortie des containers, sous la voie d'accès au viaduc vers le quai fixe et jusqu'à l'entrée du quai fixe.

Une chambre de tirage d'au moins 3m X 3m sera réalisée au nord de la traversée de la voie d'accès au viaduc.

Un chemin de câbles capoté sera réalisé le long du côté nord (extérieur) du viaduc, soit jusqu'à l'entrée du quai fixe, soit jusqu'à l'aplomb entre les deux pontons, si les rails de guidage vertical des pontons le permettent. Il sera supporté par des chaises en acier protégé contre la corrosion, fixées tout le long du viaduc puis du quai suivant la solution retenue.

Un dispositif sera réalisé pour la descente des câbles soit sur le ponton 2 Aval soit entre les deux pontons en les préservant de tout contact avec les eaux de la Gironde sous l'effet du marnage.

Si les câbles passent par le ponton Aval, une transition par connecteurs entre les deux pontons sera réalisée pour permettre la désolidarisation des pontons lors de leurs carénages, un par un.

Sur le ponton 1 Amont (Sud), les câbles chemineront jusqu'à la position de stationnement d'attente du CAGC, approximativement au milieu du ponton, dans un caniveau d'au moins 80cm de large, capoté en acier galvanisé et /ou en fonte.

Tous ces ouvrages (buses enterrées, chambres de tirage, chemins de câbles le long du viaduc et sur le ponton) seront suffisamment dimensionnés pour permettre le passage aisé des câbles d'un système d'alimentation à quai des navires en Low Voltage (LV), si GPMB décidait ultérieurement d'alimenter en énergie électrique (50 ou 60HZ) un navire de croisière côtière.

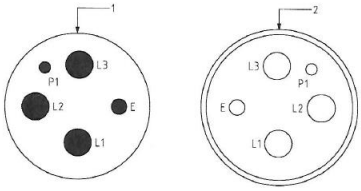
6 – Équipement du ponton 1 Amont (Sud)

6 – 1 Chariot Automoteur Gestionnaire de Câbles (CAGC)

Le CAGC sera conforme à la norme IEC/ISO/IEEE 8005 (Édition de 2019) – Part 1 : High Voltage Shore Connection et à ses Annexes pour les navires de croisière de l'ordre de 200m et pour les grands navires modernes de l'ordre de 340m.

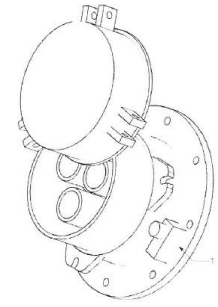
La Figure C.3 de l'Annexe C de cette norme décrit les circuits à réaliser entre le CAGC et le navire.

Les Figures C4 et C5 de cette Annexe C décrivent la connectique navire à respecter.



KEY
1 POWER PLUG FACE (SHORE SIDE PLUG)
2 SOCKET OUTLET FACE (SHIP SIDE SOCKET)
E EARTH
P1 PILOT LINE 1 (USED FOR GROUND CHECK)
L1 PHASE A – PHASE R
L2 PHASE B – PHASE S
L3 PHASE C – PHASE T

Figure C.4 – Shore power connector pin assignment



KEY
1 FAIL-SAFE LIMIT SWITCH

Figure C.5 – The power inlet fitted with fail-safe limit switch

Les puissances électriques maximales délivrables au navire seront de 12MW en 11kV et de 9MW en 6,6kV.

Le CAGC sera constitué de :

- Un système enrouleur/dérouleur de câbles en deux parties :
  Enrouleur principal pour des câbles supportant 20MVA/11kV et un câble de neutre ;
  Enrouleur secondaire pour un câble de Fibres Optiques.
- Un système de bras articulé permettant d'amener tous ces câbles à bord ;
- Un coffret étanche contenant les IHM de contrôle/commande du bras articulé et de gestion de sécurité des connexions navire.

Le CAGC sera automoteur électrique. Ses batteries seront en charge permanente à son point de repos. Si le CAGC ne dispose pas d'un chargeur de batteries intégré, il devra en être installé un à proximité immédiate de ce point de repos.

Le chargeur de batteries, intégré ou non, sera alimenté en BT en tant que servitude du ponton.

Les batteries seront dimensionnées pour permettre, un déplacement du CAGC supérieur à 240m (un aller/retour sur toute la longueur du ponton) et l'alimentation en 24 ou 48 V CC des IHM d'exploitation pendant toute la durée de l'escale du navire.
Si ce dimensionnement conduit à des batteries trop importantes, le CAGC sera alimenté en BT depuis son point de repos, il devra alors être équipé d'un enrouleur d'alimentation auxiliaire.

Le CAGC pèsera environ 20 Tonnes

L'axe longitudinal de déplacement du CAGC sur le ponton sera, soit l'axe médian du ponton, soit légèrement décalé vers le quai fixe, si nécessaire suivant la stabilité transversale du ponton, pour que le plan de pose du CAGC soit horizontal lorsque les câbles sont passés et/ou connectés à un grand navire (340m).

Le point de repos du CAGC sur cet axe longitudinal sera, soit au milieu du ponton, soit à mi-distance des sabords de passage des câbles d'un navire de 200m et d'un navire de 340m.

Sa latitude de déplacement longitudinal sera d'au moins 30m de part et d'autre de son point de repos.

Le CAGC devra être abrité pendant les périodes hivernales et en cas d'arrêt prolongé de la fréquentation navire du Poste 700 :

- Soit un garage sera construit à proximité du Bâtiment ENERGIE pour en faciliter l'entretien. Le CAGC devra alors être sorti du ponton par une grue automotrice positionnée sur le quai fixe.
- Soit un abri démonté pendant les périodes d'activité du Poste 700 sera fourni, disposé et stocké sur le ponton.

6 – 2 Conception et Exploitation des équipements mobiles du ponton 1 Amont (Sud)

Les transferts de charge quai /bord et les puissances électriques appelées, tant à l'arrivée du navire (connexion) qu'à son appareillage (déconnexion), seront gérés par le navire.

La chute de l'alimentation HTA quai sera gérée par le navire (évitement du black-out bord).

Le positionnement du CAGC sur le ponton 1 Amont, la commande de son bras articulé et l'amenée à bord des câbles et des connecteurs de puissance seront télécommandés par un système propriétaire recourant aux technologies GSM.

Ce système assurera la supervision et les télécommandes des boucles de sécurité de connexion au navire.

Il sera composé de :

- **Une unité IHM installée dans un coffret étanche solidaire du CAGC alimentée en 24 ou 48V CC**
- **Une unité centrale qui aura été livrée dans les containers et déplacée dans le Bâtiment ENERGIE.**

Les transmissions de données entre ces deux unités seront assurées par une boucle de Fibres Optiques.

Il est noté que les personnels GPMB qui exploiteront les équipements mobiles du ponton n'auront pas besoin d'être habilités HTA.