

Bâtiment GTH – Val de Reuil (27)

Spécification technique du besoin

Maître d'ouvrage



Partie technique 2 – Spécification technique du besoin

Référence : VAL2101-12780-A-STB

Date	Indice	Modifications	Rédacteur	Vérificateur
04/06/2024	A	Création	PALAYODAN L.	EVIN Johannes
07/10/24	B	Modification de la présentation des exigences	PALAYODAN L.	EVIN Johannes

BUREAU D'ETUDES		
		
BET - MECANIQUE ET STRUCTURE ZA du Lanserre 11 Rue de la Fuye - Juigné / Loire 49610 LES GARENNES SUR LOIRE Web : www.ism-ingenerie.com Tél : +33(0)2 41 45 70 00 Email : contact.ism@setec.com		

Tableau de mise à jour des pages du document

Indices	A	B	C	D	E	Indices	A	B	C	D	E
Pages	62	65				Pages					
1	*					51	*	*			
2	*					52	*	*			
3	*	*				53	*	*			
4	*					54	*	*			
5	*					55	*	*			
6	*					56	*	*			
7	*					57	*	*			
8	*					58	*	*			
9	*					59	*	*			
10	*					60	*	*			
11	*					61	*	*			
12	*					62	*	*			
13	*					63		*			
14	*					64		*			
15	*					65		*			
16	*					66					
17	*					67					
18	*					68					
19	*					69					
20	*					70					
21	*					71					
22	*					72					
23	*					73					
24	*					74					
25	*					75					
26	*					76					
27	*					77					
28	*					78					
29	*					79					
30	*					80					
31	*	*				81					
32	*	*				82					
33	*	*				83					
34	*	*				84					
35	*	*				85					
36	*	*				86					
37	*	*				87					
38	*	*				88					
39	*	*				89					
40	*	*				90					
41	*	*				91					
42	*	*				92					
43	*	*				93					
44	*	*				94					
45	*	*				95					
46	*	*				96					
47	*	*				97					
48	*	*				98					
49	*	*				99					
50	*	*				100					

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	7
1.1 OBJET DU DOCUMENT	7
1.2 LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE	7
1.3 CONVENTIONS	7
1.3.1 Orientation et identification de l'installation	7
1.4 PRESENTATION DE L'INSTALLATION	8
1.4.1 Constitution de l'installation	9
1.4.2 Synoptique de fonctionnement général	26
1.5 CONSISTANCE DES TRAVAUX	28
1.6 OPTIONS	28
1.7 LIMITES DE PERIMETRE	29
2. CARACTERISTIQUES GENERALES	29
2.1 ENVIRONNEMENT REGLEMENTAIRE ET NORMATIF	29
2.2 FONCTIONS A REALISER	30
2.2.1 Fonctions principales	30
2.2.2 Fonctions complémentaires	30
2.2.3 Fonctions optionnelles	31
3. PERFORMANCES ET EXIGENCES	31
3.1 EXIGENCES FONCTIONNELLES	31
3.1.1 Exigences de vitesse	31
3.1.2 Exigences de distance	31
3.1.3 Position des crochets	32
3.1.4 Exigences de charge	32
3.1.5 Profil de vie	32
3.1.6 Profil d'emploi	32
3.1.7 Durée d'indisponibilité	33
3.1.8 Plusieurs mouvements en simultané	33
3.1.9 Synchronisation	33
3.1.10 Prise de la commande	33
3.1.11 Ergonomie	33
3.1.12 Ajout d'une synchronisation entre sommiers	34
3.1.13 Analyse des informations des codeurs	34
3.1.14 Affichage des défauts	34

3.2 EXIGENCES DES OPTIONS.....	35
3.2.1 Option 1 : Amélioration de l'éclairage en sous face des ponts.....	35
3.2.2 Option 2 : Mesure de charge et affichage sur la radiocommande ou sur le pont	35
3.2.3 Option 3 : Connaître la position des ponts	35
3.2.4 Option 4 : Mémoriser la position en X, Y et éventuellement en Z	36
3.2.5 Option 5 : Création de nouvelles zones interdites paramétrables	36
3.2.6 Option 6 : Réglage des 3 vitesses X, Y et Z indépendamment	36
3.3 EXIGENCES CONCERNANT LES RAILS	36
3.4 EXIGENCE DE SECURITE DES BIENS ET DES PERSONNES	37
3.4.1 Fin de mouvement.....	37
3.4.2 Surcharge	37
3.4.3 Défaut perpendicularité pont/rail	37
3.4.4 Homme-mort.....	37
3.4.5 Arrêt d'urgence	38
3.5 CONDITIONS ENVIRONNEMENT.....	38
3.5.1 Température.....	38
3.5.2 Hydrométrie	38
3.5.3 Vents.....	38
3.5.4 U.V.....	38
3.5.5 Exposition radio	38
3.6 EXIGENCES D'INTERFACES.....	39
3.6.1 Interface avec l'alimentation électrique	39
3.6.2 Interface avec le bâtiment.....	39
3.6.3 Interface avec la structure du pont.....	39
3.7 EXIGENCES SSI	39
3.7.1 Acteurs et chaîne de responsabilité.....	39
3.7.2 Formation.....	40
3.7.3 Conception	40
3.7.4 Développement.....	41
3.7.5 Tests	41
3.7.6 Audits.....	41
3.7.7 Exploitation/maintenance	41
3.7.8 Gestion des interventions	43
3.7.9 Vulnérabilités et correctifs	44
3.7.10 Gestion de l'obsolescence et évolutions	45
3.7.11 Gestion de crise	45

3.7.12 Codes malveillants.....	45
3.7.13 Filtrage de sécurité	46
3.7.14 Accès physique au système.....	47
3.7.15 Gestion de la journalisation.....	48
3.7.16 Gestion de la sécurité.....	48
3.7.17 Gestion de configuration.....	50
3.8 SURETE DE FONCTIONNEMENT	50
4. NATURE, PROVENANCE ET QUALITE DES MATERIAUX	50
4.1 ELEMENT DE FIXATION	50
4.1.1 Boulonnerie pour application non précontrainte.....	50
4.2 MATERIAUX ET PRODUITS POUR L'INSTALLATION ELECTRIQUE ET L'AUTOMATISME	51
4.2.1 Généralités.....	51
4.2.2 Capteurs	52
4.2.3 Câbles et raccordement des capteurs.....	52
4.2.4 Chemins de câble	53
4.2.5 Alimentations de commande	53
4.2.6 Armoire électrique.....	53
5. MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX	55
5.1 DOCUMENTATION A FOURNIR.....	55
5.1.1 Avant les travaux	55
5.1.2 Après les travaux	55
5.1.3 Sensibilité des informations et des documents	56
5.1.4 Stockage et manipulation des informations et des documents	56
5.2 ETUDES ELECTRIQUES.....	56
5.3 PRESCRIPTIONS D'EXECUTION MECANIQUE	61
5.3.1 Soudure	61
5.3.2 Réglages	61
5.4 PRESCRIPTIONS D'EXECUTION ELECTRIQUE	61
5.4.1 Dispositions pour la maintenance électrique.....	61
5.4.2 Installations électriques	61
5.4.3 Câblage et repérages	62
5.4.4 Boîte de raccordement	63
5.4.5 Réseau de terre.	63
5.4.6 Fabrication montage	63
5.4.7 Contrôles électriques	64
5.5 EPREUVE DE CHARGE	65
5.6 CONFORMITES REGLEMENTAIRES	65



5.7 FORMATION DU PERSONNEL	65
----------------------------------	----

Ce document comporte 65 pages

1. Introduction

1.1 Objet du document

Ce document a pour objet de préciser les attentes de la maîtrise d'ouvrage en termes d'exigences fonctionnelles et techniques pour la restauration des ponts maître et esclave du bâtiment GTH.

1.2 Liste des documents de référence

Néant

1.3 Conventions

1.3.1 Orientation et identification de l'installation

Dans la suite du document et dans les études complémentaires ou antérieures les repérages suivants cohabitent. Ils sont rassemblés pour faire le lien entre toutes les références :

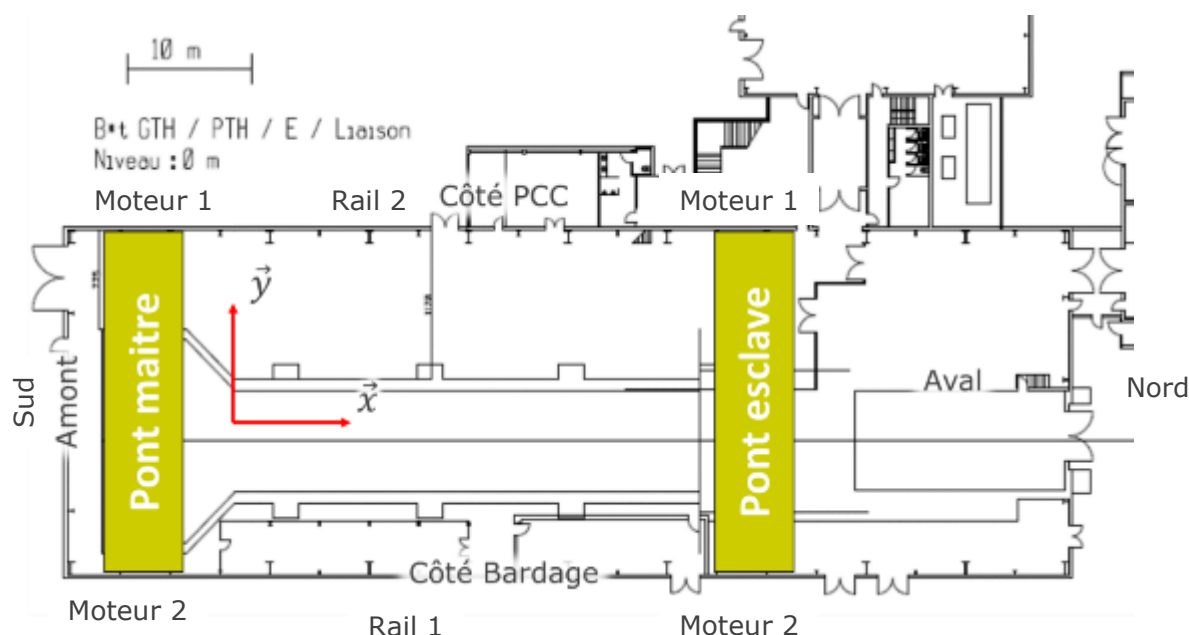
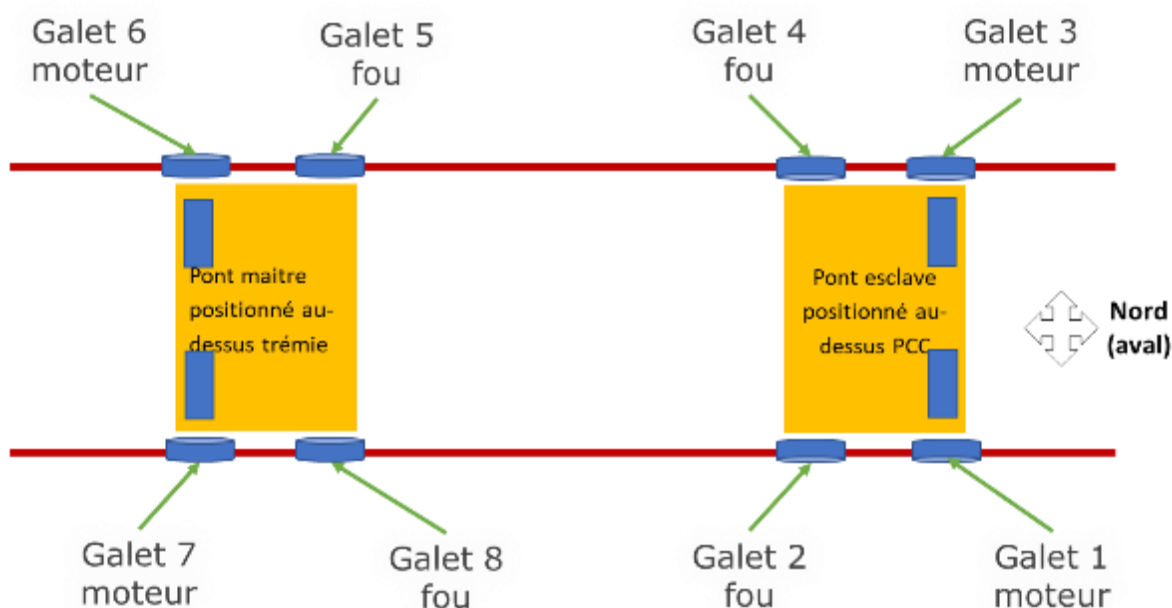


Figure 1 – vue générale du Batiment GTH et des ponts

Les différents mouvements possibles des installations sont définis comme suit :

- Mouvement suivant $\vec{x}$: mouvement de translation ;
- Mouvement suivant $\vec{y}$: mouvement de chariotage ou direction ;
- Mouvement suivant $\vec{z}$: mouvement de levage.



1.4 Présentation de l'installation

Le Grand Tunnel Hydrodynamique (GTH) se situe à Val-de-Reuil dans le département de l'Eure (27).



Figure 2 - Localisation du site

Les ponts roulants objet de ce rapport sont situés dans le bâtiment 0009 du site de la DGA TH.



Figure 3 - Localisation du bâtiment 0009 sur le site de la DGA TH

Les deux ponts roulants ont été mis en service en 1986, permettant la manutention indispensable à l'exploitation du GTH, notamment pour les couvercles instrumentés sur lesquels sont fixés les maquettes.

1.4.1 Constitution de l'installation

1.4.1.1 Les ponts roulants

1.4.1.1.1 Poutres caisson

Les ponts roulants sont du types bipoutre-caisson.



Figure 2 - Vue d'ensemble des 2 ponts

Chacun des ponts roulants est équipé d'une passerelle permettant le passage d'un rail à l'autre. Elles sont situées aux niveaux des échelles à crinolines permettant l'accès aux rails. Elles sont positionnées au niveau de la poutre amont pour le pont maître et de la poutre aval pour le pont esclave (à l'extérieur). Ainsi les passerelles ne gênent pas lorsque les ponts doivent être rapprochés.

A chaque extrémité, les ponts reposent sur un sommier caissonné sur lequel sont fixés deux bloc-galets. Il y a en tout 4 bloc-galets par ponts.

Initialement, les galets, de Ø 500 mm, présents sur les sommiers étaient **non réglables**. Toutefois, ces galets, sources de nombreux problèmes, ont été remplacés en 2016 par des bloc-galets DRS du fabricant DEMAG (réf. : DRS 315 type A). Les nouveaux galets ont un diamètre de 315 mm et sont à doubles joues. Des trous oblongs au niveau des vis de fixation des bloc-galets sur les sommiers rendent ces éléments réglables suivant y (cf. Figure 1) et en orientation.



Figure 3 - Dispositif de réglage d'un système porte galet

Parmi les 4 galets présents sur un pont roulant, deux sont moteurs. Les galets moteurs sont situés au niveau des passerelles longeant les ponts (côté amont pour le pont maître et côté aval pour le pont esclave). Ces galets sont actionnés par un motoréducteur frein DEMAG de référence :

- Moteur frein : ZBA 100 B 4 B050 ;
- Réducteur à arbre parallèle : ADK 70 TD D1.0-75-0-115.

L'entraxe des galets est de 4 975 mm d'après le plan d'exécution : « *Plan modification sommier-Présentation1* » visible ci-dessous.



Figure 4 - Entraxe galets

1.4.1.1.2 Chariot et treuil

Le chariot équipé de son treuil chemine sur le dessus des poutres caisson constituant les ponts. Il peut se translater sur des profils de roulement rectangulaires de dimension 70x30 mm.

Les profils de roulements sont fixés sur le dessus des poutres par des soudures discontinues.

L'entraxe des galets (de Ø400 mm) est de 2 500 mm.

Le chariot dispose de 2 galets moteurs et de 2 galets fous. Les galets moteurs sont actionnés par un unique motoréducteur frein de la marque LACEM et de référence :

- Moteur frein : TLC 100 M ;
- Réducteur : MR 3I 80.

En sortie du réducteur un pignon de 25 dents et de module 4 engrène sur les 106 dents du galet moteur.

Un arbre de synchronisation permet de lier les 2 galets moteurs.

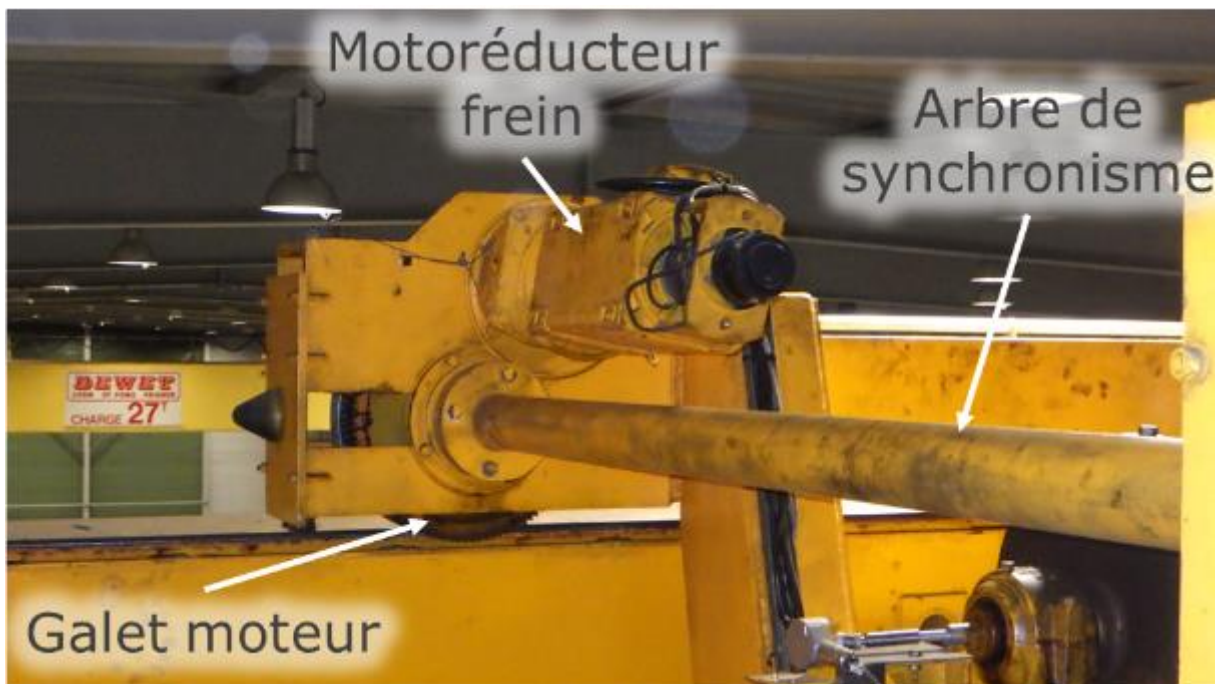


Figure 5 - Galet moteur du chariot (pont maitre)

Au centre du chariot (et des poutres caisson du pont roulant) se trouve le treuil de levage. Il s'agit d'un treuil de la marque DEWET et de type 6210. La course du crochet est de 17 m. Le treuil est actionné par un moteur frein LTSC 160S (fabricant LACEM) et un réducteur R3I-250 (fabricant LACEM).



Deux câbles de manœuvre sont présents par treuil. Les câbles sont mouflés au niveau du crochet de levage (2x4 brins)

Les câbles sont de Ø 16mm et de longueur 160 m, d'après la notice d'exploitation et d'entretien du pont maitre.

Les éléments de mécanisme sont classés 1bm suivant la FEM (équivalence ISO : M3).

1.4.1.1.3 Equipements annexes

Chaque pont roulant est équipé de deux spot lumineux situés côté PCC et côté bardage.



Figure 6 - Eclairage présent sur le pont maitre côté PCC

1.4.1.2 Les rails

Les ponts roulants cheminent sur des rails, de type Burbach n°3. Ils sont raboutés par soudage.

Les rails sont fixés par des crapauds, réparties à intervalle irrégulier, sur une poutre PRS qui est elle-même directement posée sur des corbeaux métalliques solidaires des poteaux métalliques latéraux du hangar.

1.4.1.3 Architecture du contrôle commande

1.4.1.3.1 Architecture générale

Les deux ponts roulants peuvent fonctionner indépendamment l'un de l'autre ou de façon synchronisée.

Ils sont pilotés par un unique automate placé sur le pont esclave. La communication entre les deux ponts est réalisée en filaire et passe dans la guirlande.

Les deux ponts disposent chacun de leurs propres capteurs de fin de course à croix montés directement sur les sommiers des ponts.

L'architecture générale du contrôle commande est la suivante :

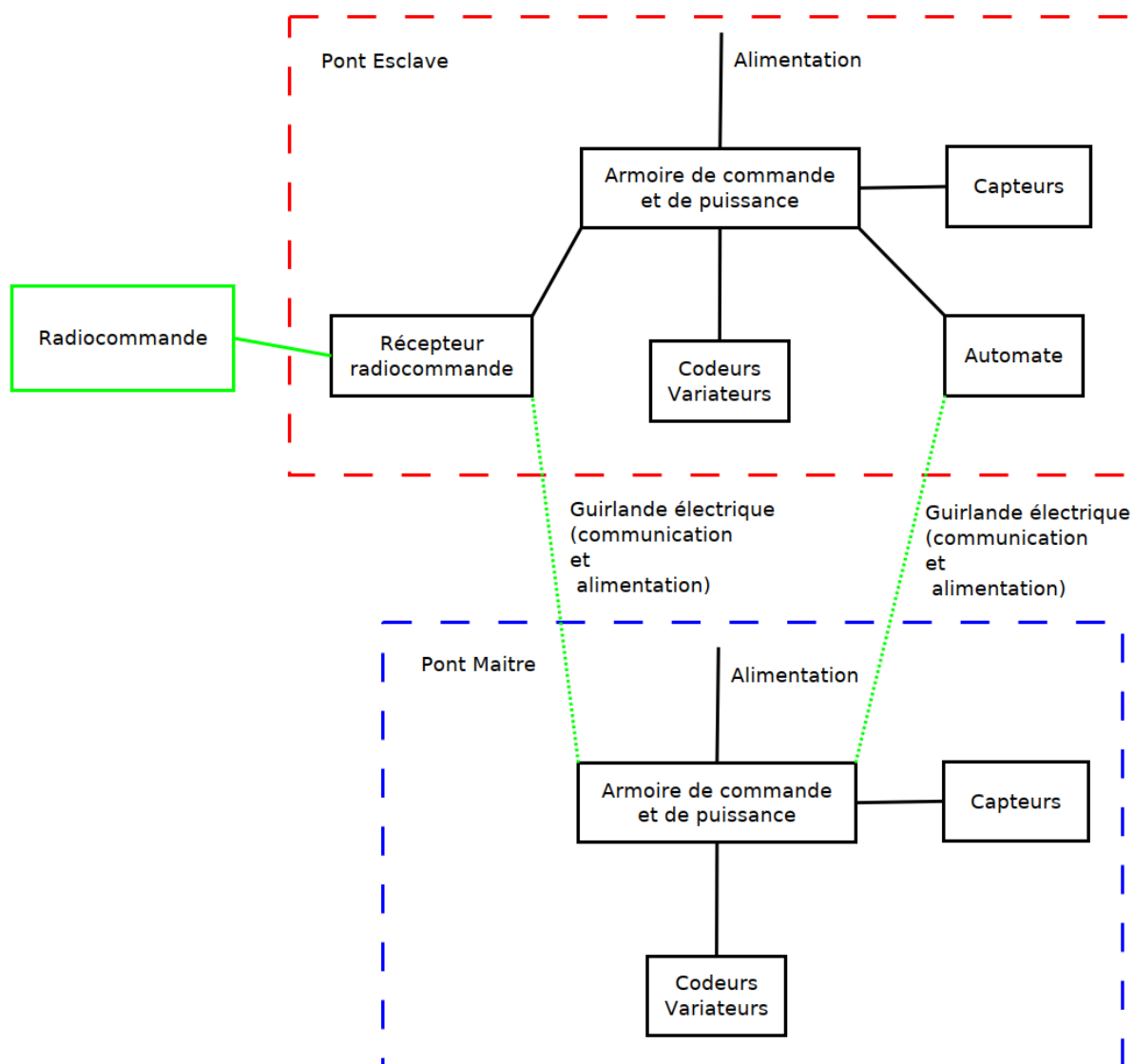


Figure 7 - Architecture générale de la partie contrôle commande

L'automate assure la sécurité de l'installation via des capteurs de fin de course, de passage forcé en petite vitesse, ou d'interdiction de zone pour les chariots. Il est commandé par des télécommandes radios.

L'automate commande le variateur de translation, commun aux deux moteurs d'un même pont.

Le principe de régulation de la vitesse des moteurs du pont est le suivant :

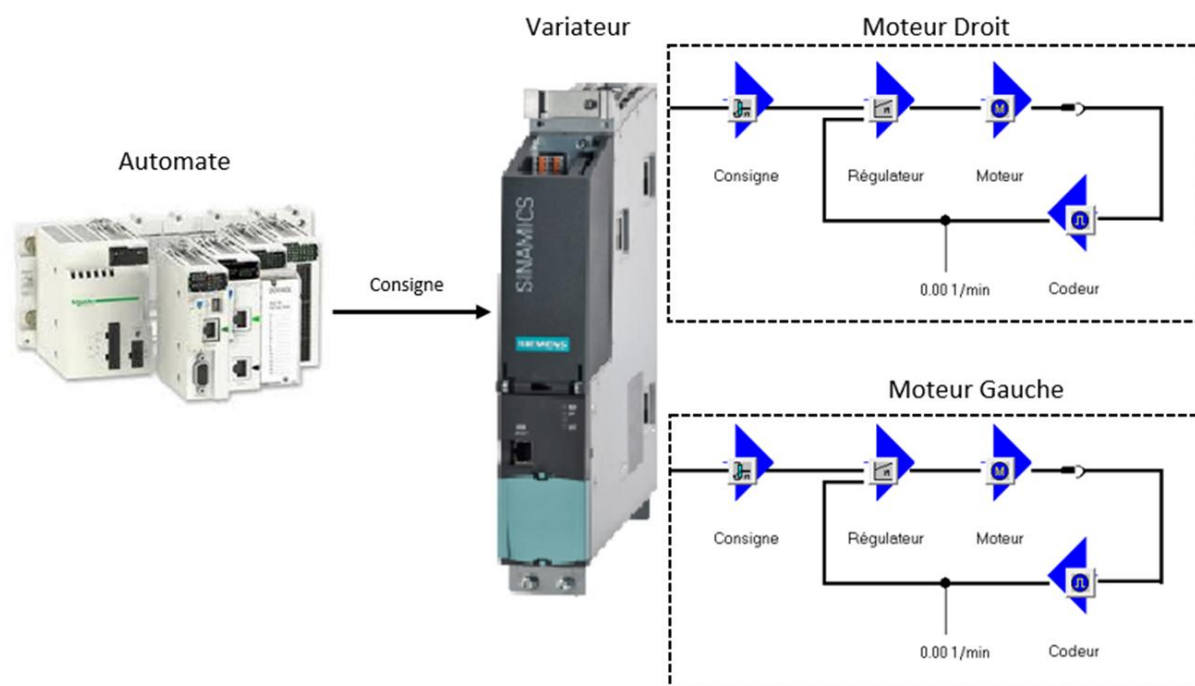


Figure 8 - Principe de régulation des moteurs

Le module double motor, qui contient les variateurs des moteurs de translation, pilote en boucle fermée et de façon indépendante chaque moteur. Cependant, le retour d'information servant à la régulation est obtenu par un codeur disposé sur chaque moteur. Ces codeurs ne renvoient qu'une information indirecte et possiblement erronée de la position de chaque galet.

L'alimentation en puissance des ponts se fait par l'intermédiaire de balai à charbon directement fixé sur les ponts roulants. Les charbons sont en place depuis la mise en fonctionnement de l'installation et n'ont pas été remplacés.



Figure 9 - Balai à charbon présent sur le pont maître

1.4.1.4 Alimentation

L'alimentation spécifique part du TGBT TR04 situé au niveau 0. De là, les câbles montent à 5 m pour contourner les bureaux jusqu'au sectionneur. Après le sectionneur, les câbles montent à + 7m pour alimenter les rails d'alimentation.

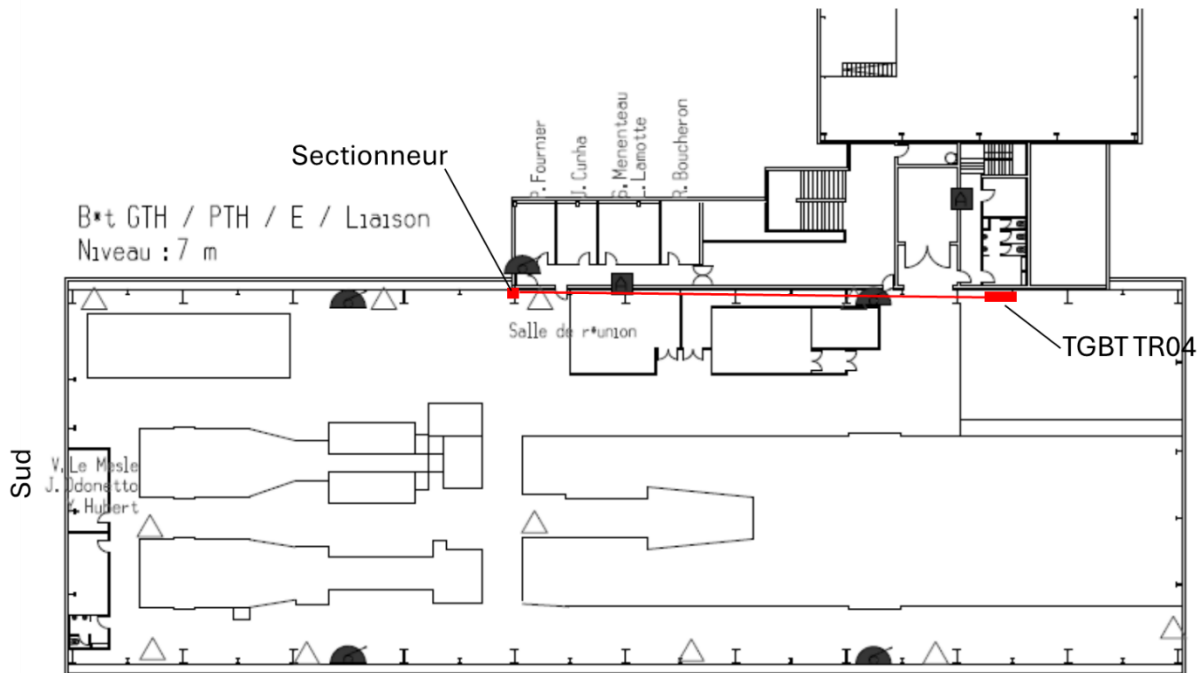


Figure 10 - Alimentation des ponts roulants

1.4.1.5 Armoires

Sur chacun des ponts se trouvent des armoires de puissance et de commande.

Au regard des dernières inspections ayant eu lieu sur le contrôle commande de l'ensemble des ponts, l'automate est organisé de la façon suivante :

- Sur le pont maitre :
 - D'un module déporté Schneider BMX communiquant avec l'automate pour les entrées sorties tout ou rien du pont maitre ;
 - De deux modules déportés Schneider BMX communiquant avec l'automate pour le comptage des codeurs de position ;
 - D'un variateur double moteur Siemens gérant les moteurs de direction ;
 - D'un variateur Leroy Somer (LS) gérant le moteur de translation ;
 - D'un variateur LS gérant le moteur du treuil ;
 - De deux codeurs installés sur les moteurs de direction et connectés sur les variateurs afin de faire tourner les moteurs à la même vitesse ;
 - D'un codeur installé sur le chariot de translation afin de connaître la position du chariot pour le mode synchronisé ;
 - D'un codeur installé sur le treuil afin de connaître la position du treuil pour le mode synchronisé.
- Sur le pont esclave est placé le rack principal avec :
 - D'un automate Schneider BMX P34 20102 ;
 - D'un module déporté Schneider BMX communiquant avec l'automate pour le comptage des codeurs de position ;
 - D'un variateur double moteur Siemens gérant les moteurs de direction ;
 - D'un variateur LS gérant le moteur de translation ;

- D'un variateur LS gérant le moteur du treuil ;
- De deux codeurs installés sur les moteurs de direction et connectés sur les variateurs afin de faire tourner les moteurs à la même vitesse ;
- D'un télémètre permettant le contrôle de l'écartement des ponts roulant en mode synchronisme ;
- D'un codeur installé sur le chariot de translation afin de connaître la position du chariot pour le mode synchronisé ;
- D'un codeur installé sur le treuil afin de connaître la position du treuil pour le mode synchronisé.

Le schéma simplifié de l'architecture générale de commande est le suivant :

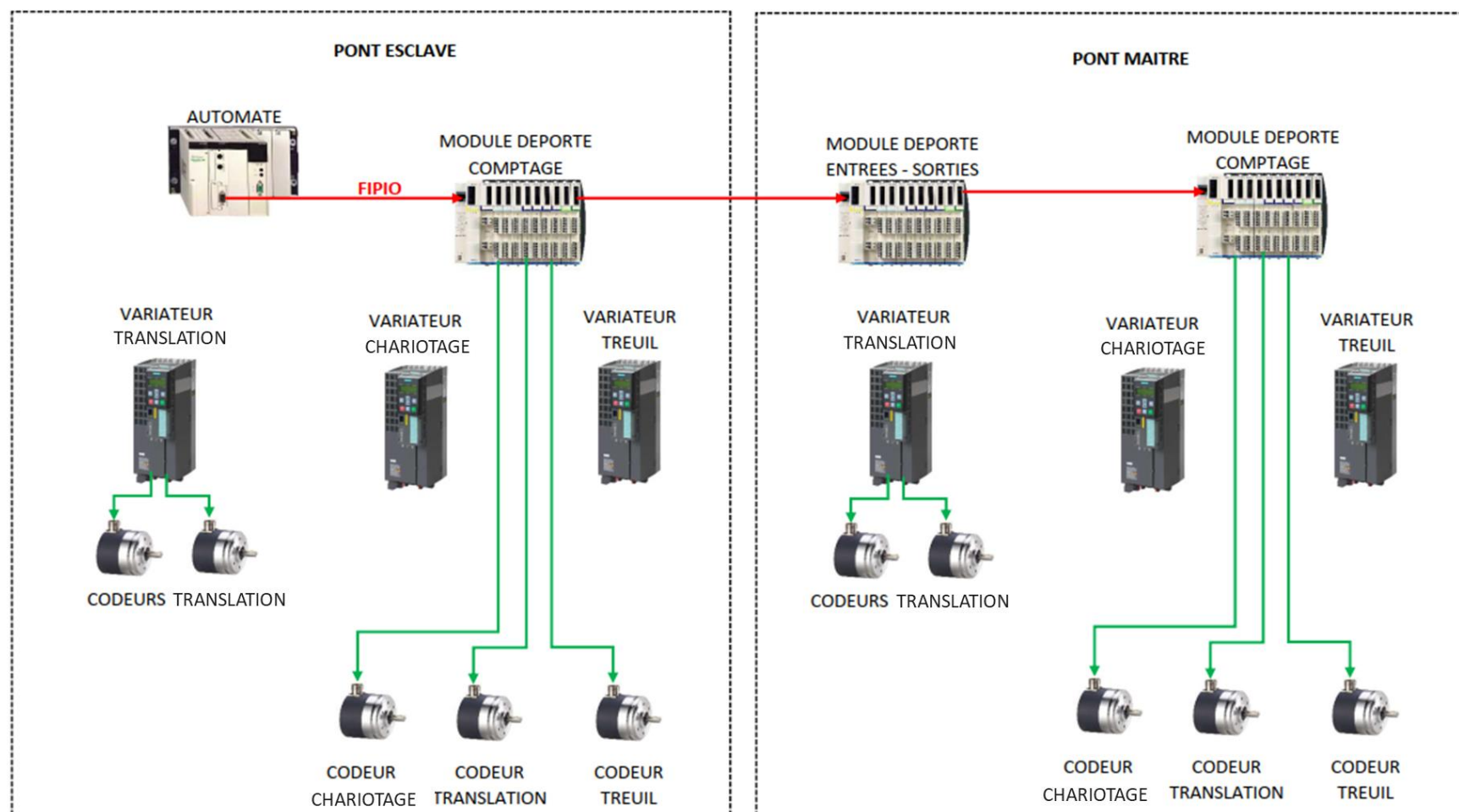


Figure 11 - Schéma de l'architecture de commande

NOTA : Les codeurs de translation directement reliés aux modules déporté de comptage sur cette figure ne sont plus en place aujourd'hui car remplacé par le télémètre laser.

1.4.1.6 Dispositifs de contrôle

1.4.1.6.1 Radiocommandes

1.4.1.6.1.1 Principe de fonctionnement

Les ponts sont pilotés par radiocommande directement depuis le sol.

Quatre radiocommandes identiques sont disponibles actuellement au sein du GTH.

Chacune des radiocommandes peut soit piloter un pont (maitre ou esclave) ou les deux simultanément en passant par le mode synchronisation.

1.4.1.6.1.2 Pilotage



Figure 12 - Vue d'ensemble d'une radiocommande

Le pilotage des ponts par radiocommande se fait comme détaillé ci-dessous :

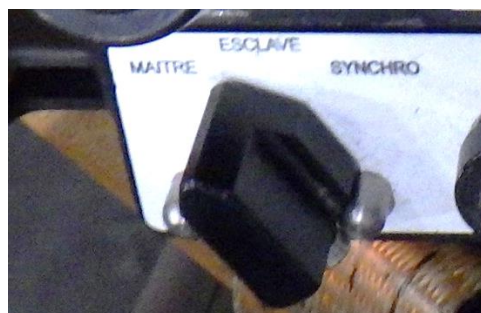
La mise sous tension de la radiocommande se fait en tournant la clef.



La sélection du mode de pilotage se fait entre les positions :

- Maître ;
- Esclave ;
- Synchronisation

par l'activation du commutateur.



L'activation du commutateur « PRISE MAIN » permet de valider le mode de pilotage. Si un pont parmi ceux demandés est déjà « pris », elle est refusée.



L'appui sur le bouton MARCHE permet de mettre sous tension (fermeture des contacteurs de puissance) le pont utilisé (ou les 2 en mode synchronisation).



La sélection du mouvement se fait avec les manipulateurs. Un maintien du « bouton rouge » situé en partie haute des manipulateurs est nécessaire tout au long de la manœuvre. Chaque mouvement démarre avec une vitesse de 0.0 m/mn

Le commutateur à clef présent entre les 2 manipulateurs permet de shunter le dispositif d'anticollision.



La gestion de la vitesse s'effectue avec les boutons +VITE et -VITE



L'arrêt du mouvement s'obtient par relâchement du manipulateur

L'arrêt du pont est fait en basculant le commutateur sur RENDRE MAIN



Les radiocommandes ne permettent pas de faire un mouvement de chariotage et de translation simultanément. Toutefois, l'un de ces mouvements peut être réalisé simultanément avec un mouvement de levage.

Il est possible de faire fonctionner les deux simultanément mais indépendamment avec deux télécommandes.

1.4.1.6.1.3 Sécurité

Seules les radiocommandes sont équipées d'arrêt d'urgence.

De plus, un dispositif de détection « homme mort » est en place sur les radiocommandes. De ce fait, les radiocommandes s'éteignent automatiquement après un temps d'inclinaison trop important.

1.4.1.6.2 Dispositif de commande de secours

Les notices d'exploitation et d'entretien d'origine du pont maître et du pont esclave indiquent la présence d'une boîte à boutons de secours en plus des radiocommandes. Ce type d'équipement n'a jamais été mis en place sur les ponts roulants

1.4.1.6.3 Dispositif de sécurités

1.4.1.6.3.1 Anticollision entre ponts

Un dispositif d'anticollision est présent entre les ponts.

D'après les notices d'exploitation et d'entretien d'origine les dispositifs anticollisions sont assurés par des cellules photo-électriques.

Il ne permet pas de rapprocher les ponts suffisamment c'est pourquoi cette protection est désactivée.

1.4.1.6.3.2 Limiteur de charge

Des limiteurs de charges et des détecteurs de mou de câble sont présents sur les deux ponts roulants.

Les documents en notre possession ne permettent pas de connaître les types de capteurs mis en œuvre ainsi que leurs positionnements au niveau des treuils.

1.4.1.6.3.3 Surcourse

Les mouvement x et y sont équipés de surcourses.

1.4.1.7 Mode de fonctionnement

Deux grands modes de fonctionnement sont possibles :

1. Mode solo ;
2. Mode synchronisation.

Les paragraphes ci-dessous détaillent les différents modes de fonctionnements.

1.4.1.7.1 Mode solo

Dans ce mode de fonctionnement les ponts sont utilisés indépendamment l'un de l'autre, et peuvent être mis en service simultanément sans que le comportement du premier influe sur le second et inversement. Seul le dispositif d'anticollision installé entre les ponts peut stopper les ponts en cas de rapprochement trop important.

La présence d'un unique automate et récepteur de la radiocommande sur le pont esclave impose la mise en place d'une liaison entre les ponts. Aujourd'hui, cette liaison est réalisée en filaire.

1.4.1.7.2 Mode synchronisation

Comme le stipule le nom de ce mode de fonctionnement, les ponts fonctionnent simultanément de façon synchronisée suivant tous les axes.

Ce mode de fonctionnement est avant tout utilisé pour la manutention des objets volumineux mais peu lourd (env. 15t) nécessitant 2 points de levages. Ils peuvent aussi être utilisés à leurs pleine charge (soit 54t) pour des opérations de maintenance exceptionnelle ou lors de la mise en service initiale du GTH.

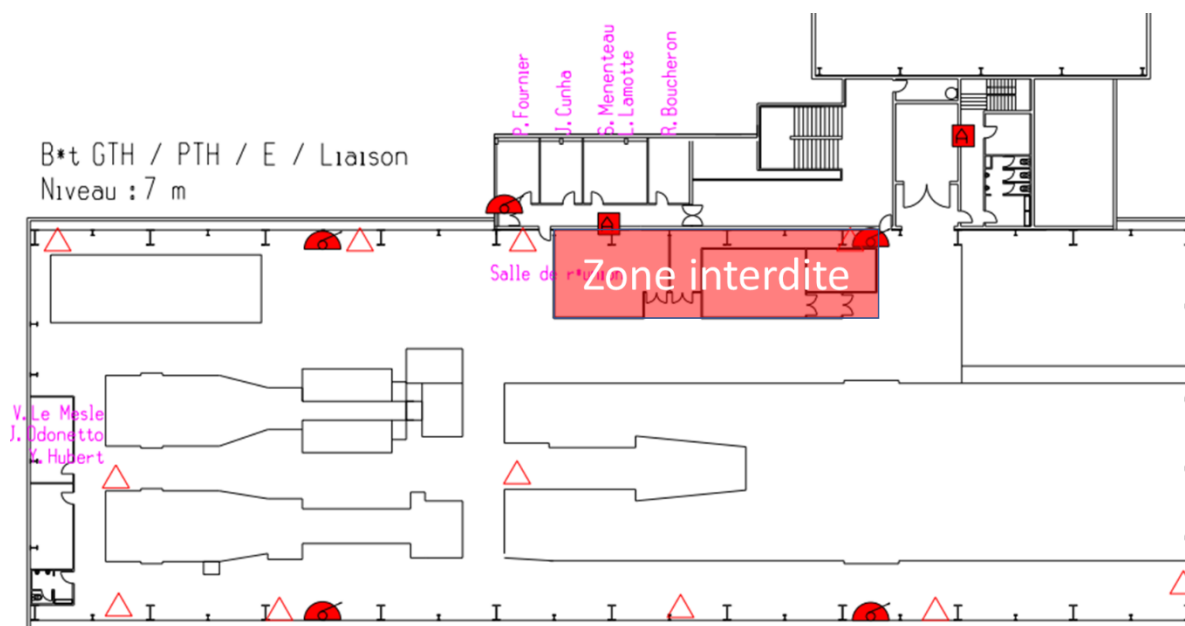
Dans un premier temps, les ponts sont rapprochés manuellement en modo solo puis le mode synchronisation est activé. Par l'activation de ce mode de fonctionnement l'automate gère la synchronisation de l'ensemble des mouvements des ponts (translation, chariotage et levage).

La synchronisation du mouvement de translation, se fait à l'aide d'un télémètre (réf. : FR55-RLAP, fabricant : Sensopart) mis en place lors de travaux récents. L'information renvoyée par le télémètre est directement traitée par l'automate qui pilote les variateurs des moteurs de translation des sommiers.

Le télémètre mesure en permanence la distance qui sépare les deux ponts et la renvoie à l'automate via un signal analogique. Cette mesure serait utilisée pour réguler la vitesse des ponts afin de garder l'écart entre les ponts constant.

1.4.1.8 Instrumentations

Les ponts ne peuvent se déplacer sur la totalité de la surface du bâtiment. Des zones, dites « mortes » sont définies. La zone morte se trouve au-dessus des bureaux présents à l'ouest du bâtiment (zone PCC).



La présence des crochets des ponts dans cette zone est strictement interdite. Par conséquent, lorsque l'un des deux crochets se trouve à la verticale de cette zone, les ponts doivent s'arrêter simultanément si fonctionnement en mode synchronisé. En fonctionnement solo, seul le pont dans cette zone doit être arrêté.

Les zones mortes et de fins de course sont délimitées par des taquets d'engagement directement fixé sur la semelle supérieure des poutres PRS recevant les rails et sur le dessus des poutres caissons. Des croisillons (capteur à croix) fixés sur les ponts et sur les chariots treuils s'engagent sur ces taquets.

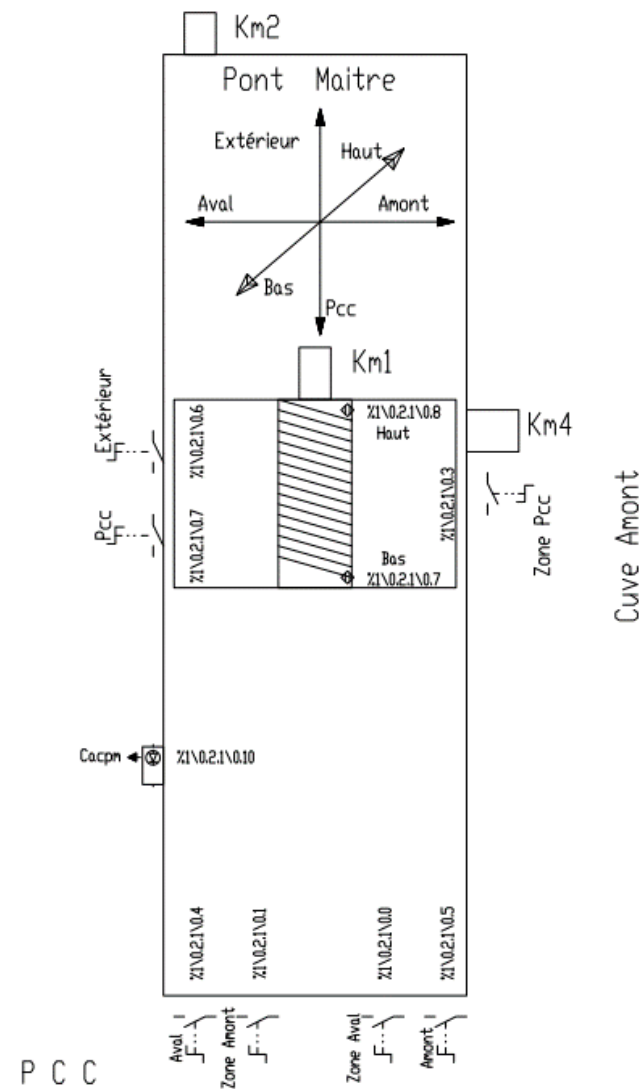
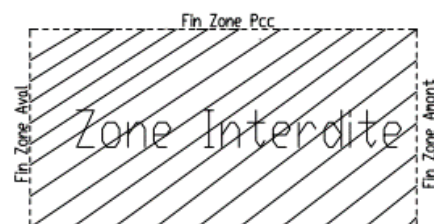
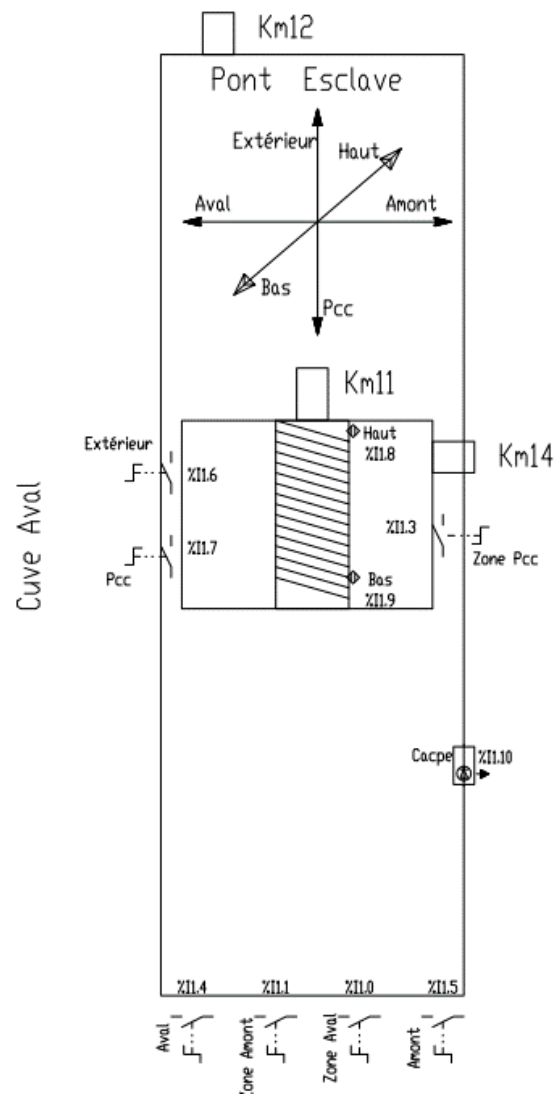


En approche finale, une rampe de décélération de la vitesse est automatiquement appliquée.

La détection est entièrement mécanique.

Le positionnement de ces différents capteurs est donné sur le synoptique ci-dessous.

Extérieur



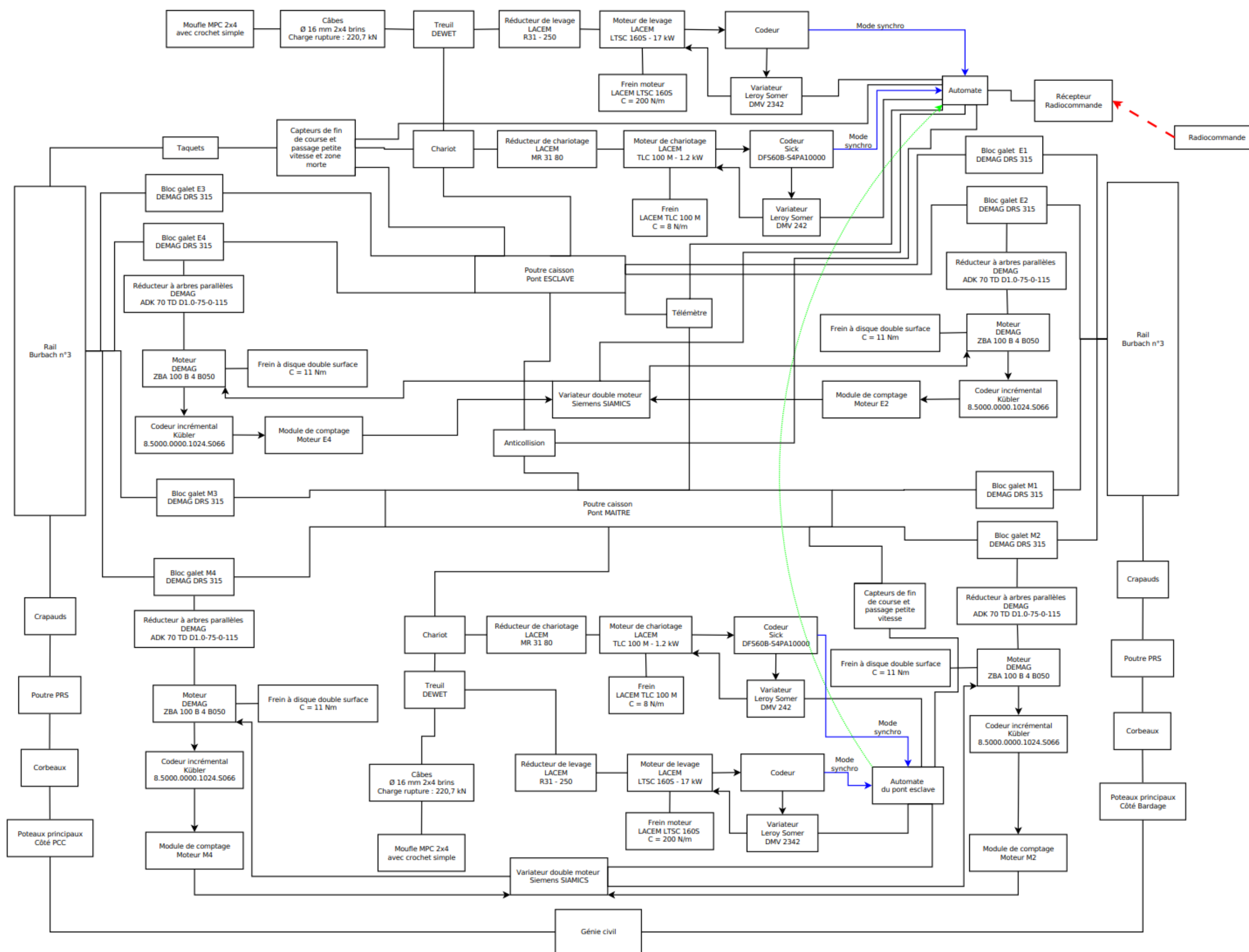
Les capteurs à croissillons présents sur les ponts sont visibles sur les photos ci-dessous.



Figure 13 - Croissillon présent au niveau du pont maitre (à gauche : chariot et à droite : sommier)

1.4.2 Synoptique de fonctionnement général

Le synoptique de fonctionnement général visible ci-dessous, regroupe l'ensemble des composants mécaniques et électriques intervenant dans le fonctionnement des ponts roulants.



1.5 Consistance des travaux

Les ponts roulants subissent des anomalies de fonctionnement depuis longtemps et de manière récurrente au niveau des galets et des rails. De plus, des dysfonctionnements au niveau du contrôle commande sont également présents, comme des latences, des arrêts inopinés...

En conséquence, des travaux ont été décidés. Ces travaux ont pour but de ne pas dégrader les performances actuelles.

Les travaux consistent en une rénovation lourde, avec :

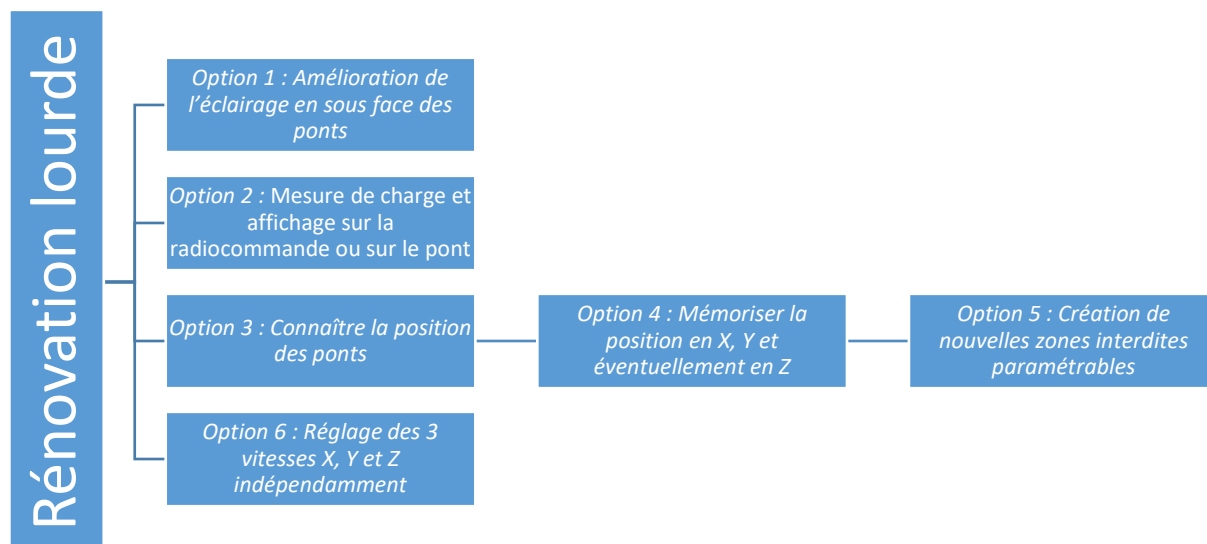
- La préparation générale, comprenant études et approvisionnement de fournitures
- Le remplacement des rails de roulement
- Le remplacement de l'alimentation à partir de la sortie du sectionneur
- Le remplacement de la partie commande (armoires, liaisons, instrumentation, automates)
- Le remplacement des moteurs M1 du pont maître et M1 du pont esclave ;
- Un remplacement et réglages de tous les galets de roulement ;
- La mise en place d'un dispositif de correction d'alignement (codeur absolu)
- L'adaptation des ponts aux nouveaux dispositifs
- Les réglages des ponts roulants y compris des parties non modifiées.
- L'épreuve de charge
- Essais de validation

Certaines options peuvent compléter ce programme de travaux. Elles sont présentées ci-dessous.

1.6 Options

Certaines options sont dites « à tiroirs ». En effet, des options ne peuvent être retenues uniquement si d'autres options l'ont été avant. Par exemple, il n'est pas possible de mémoriser la position des ponts si sa position n'est pas connue au préalable.

Les différentes options ont ainsi été rangées et classées sous forme d'arborescence.



1.7 Limites de périmètre

Sont exclues :

- La dépose des ponts roulants
- Le calcul de structure (du bâtiment et des ponts)
- Une remise en peinture générale des ponts
- Les modifications structurelles des ponts
- Le remplacement du TGBT et du sectionneur

2. Caractéristiques générales

2.1 Environnement réglementaire et normatif

Les principales normes applicables concernant les ponts roulants sont :

- La Directive Machine 2006/42/CE
- La norme NF EN 15011 : Appareil de levage à charge suspendue – Ponts roulants et portiques

- La norme NF EN 60204-32 : Sécurité des machines - Équipement électrique des machines - Partie 32 : exigences pour les appareils de levage
- La norme NF EN 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)
- La norme NF EN ISO 13849 : Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité
- La norme NF EN 62061 : Sécurité des machines - Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité
- La norme NF EN 12464 -1 : Lumière et éclairage - Éclairage des lieux de travail - Partie 1 : lieux de travail intérieurs

2.2 Fonctions à réaliser

2.2.1 Fonctions principales

REF	LIBELLE
FP1	La manutention de colis.
FP2	La manutention avec un ou deux ponts.
FP3	La commande est réalisée depuis le sol.

2.2.2 Fonctions complémentaires

REF	LIBELLE
FC1	Assurer l'intégrité du colis.
FC2	Le retour d'information au pontier.
FC3	La combinaison de mouvements XZ et YZ
FC4	La compatibilité avec les infrastructures existantes.
FC5	Assurer la sécurité des mouvements (anticollision, surcharge, mous de câble, surcourse...).
FC6	Interdiction de certaines zones.
FC7	Gestion de la perpendicularité des ponts par rapport aux rails.
FC8	Précision des mouvements.
FC9	L'alimentation des ponts.

2.2.3 Fonctions optionnelles

REF	LIBELLE
F01	L'éclairage de la zone de manutention.
F02	Le retour d'information au pontier (charge, position).
F03	Des combinaisons de mouvements complémentaires.
F04	La mémorisation et le rappel de positions.
F05	La programmation par l'opérateur des zones interdites.

3. Performances et exigences

3.1 Exigences fonctionnelles

3.1.1 Exigences de vitesse

REF	LIBELLE
1.	Les vitesses de mouvement sont pilotées par variateur.
2.	Les plages minimales de vitesses sont : • Vitesse de levage entre 0.3 et 3 m/min ; • Vitesse de levage entre 0.3 et 3 m/min ; • Vitesse de levage entre 0.3 et 3 m/min.
3.	Dans la mesure du possible, la vitesse minimale tendra vers 0 de manière à faciliter les réglages de position.
4.	Lors de l'activation d'un mouvement, la consigne de vitesse doit être égale à 0.0 m/min.

3.1.2 Exigences de distance

REF	LIBELLE
5.	Les courses physiques ne sont pas modifiées. Mais la présence de rampes d'extrémité ne permet pas d'atteindre toute la course si l'on n'arrive pas à pleine vitesse. L'ajout de codeurs en direction X permettra d'utiliser toute la course quelle que soit la vitesse d'approche. Cette disposition est aussi valable pour la distance entre pont.
6.	Course du crochet selon l'axe vertical : de 0,4 à 16,5 m.
7.	Course du crochet dans le plan horizontal : • Accès jusqu'à au moins 3,7 m de la face avant des piliers SUD avec le pont maitre et NORD avec le pont esclave ; • Accès jusqu'au moins 1,50m de la face avant des piliers des murs OUEST et EST.

3.1.3 Position des crochets

REF	LIBELLE
8.	Le positionnement des crochets est ajustable en phase finale de manutention selon les 3 axes de déplacements à mieux que : • $\pm 1\text{mm}$ (Z) ; • $\pm 3\text{mm}$(Y) ; • $\pm 5\text{mm}$ (X). C'est la valeur du plus petit déplacement qui peut être obtenue avec la « chaîne » de commande.
9.	En mode synchronisé, la précision de positionnement relatif du crochet esclave par rapport au crochet maître lors d'un déplacement en mode synchro est mieux que : • Translation : $\pm 10\text{ mm}$; • Chariotage : $\pm 25\text{ mm}$; • Levage : $\pm 10\text{mm}$.

3.1.4 Exigences de charge

REF	LIBELLE
10.	La CMU de 27t par pont est conservée. Individuellement, les charges sont typiquement comprises entre quelques dizaines de kg et jusqu'à une vingtaine de tonnes.
11.	En mode synchronisés, les charges sont comprises généralement entre 8 et 17 tonnes, réparties sur les deux ponts. Lors des opérations de maintenance lourdes sur les moyens d'essais (périodicité de l'ordre de 10 ans) et pour les contrôles réglementaires annuels, les ponts doivent être capable de déplacer des charges en mode synchronisé à leur capacité maximale, soit 2 fois 27 tonnes.

3.1.5 Profil de vie

REF	LIBELLE
12.	La durée de vie des rails devra être d'environ 50 ans.
13.	La durée de vie de la partie Electricité-commande devra être d'environ 20 ans.

3.1.6 Profil d'emploi

REF	LIBELLE
14.	Les ponts sont en général utilisés environ 2h par jour ouvré.

3.1.7 Durée d'indisponibilité

REF	LIBELLE
15.	Au regard du plan de charge de la DGA TH, les travaux sur site ne doivent pas dépasser 3 mois. Le GTH sera à l'arrêt pendant les travaux.

3.1.8 Plusieurs mouvements en simultané

REF	LIBELLE
16.	Les ponts doivent être capable d'effectuer au minimum les mouvements simultanés suivants : • X et Z ; • Y et Z.

3.1.9 Synchronisation

REF	LIBELLE
17.	La synchronisation s'active depuis les télécommandes. Le passage doit être très facile.
18.	Lorsque le mode « Synchronisation » est activé, les vitesses et déplacements des deux ponts doivent être identiques sur tous les axes.
19.	En mode « Synchronisation », les mouvements des 2 ponts sont arrêtés simultanément.
20.	Dans ce mode de fonctionnement le rapprochement des sommiers doit permettre une distance entre crochet inférieure à 6m.
21.	En mode synchronisé la distance entre les ponts est contrôlée en continu et maintenue avec une tolérance de régulation de 1 cm.

3.1.10 Prise de la commande

REF	LIBELLE
22.	Chaque télécommande dispose d'une sélection de mode entre le maitre, l'esclave ou les deux (mode synchronisé). A partir de là, il est possible de prendre la main sur le(s) pont(s) sélectionné.
23.	Prendre la main sur un pont déjà pris n'a aucun effet sauf retourner une alerte.

3.1.11 Ergonomie

REF	LIBELLE
24.	La commande des ponts roulants se fait à l'aide de télécommande. 4 unités sont à fournir.

25.	Au moins deux joysticks doivent être présents pour l'ajustement des vitesses de déplacement (un pour la translation et le chariotage, l'autre pour le levage).
26.	L'ergonomie de la commande sera intuitive et conviviale. Les légendes (pictogrammes ou texte) seront suffisantes pour rappeler le fonctionnement des ponts sans devoir réouvrir la notice complète. Cette ergonomie est à maintenir quelques soit les options retenues.
27.	L'autonomie de la télécommande est de 1h minimum, son temps de recharge et l'utilisation éventuelle de batteries amovibles permettent une utilisation typique de 14 h.
28.	La portée des radiocommandes doit couvrir l'ensemble du bâtiment du GTH.

3.1.12 Ajout d'une synchronisation entre sommiers

REF	LIBELLE
29.	Une mesure de position absolue de chaque sommier de chaque pont doit être mise en place.
30.	La précision de mesure attendue est le 1 mm sans tenir compte de la dilatation.
31.	Les informations récoltées permettront de : • Synchroniser les deux sommiers ; • Assurer l'anti-collision ; • Assurer le ralentissement en bout de course.
32.	Il est possible de fonctionner sur un seul codeur. Dans ce cas, la première fonction de l'exigence 31 est désactivé et un avertissement le signale.

3.1.13 Analyse des informations des codeurs

REF	LIBELLE
33.	Les informations des codeurs sont analysées avant usage. • Mise à l'échelle ; • Vérification que les limites physiques ne sont pas dépassées ; • Vérification que les limites de vitesse sont respectées ; • Vérification du retour de marche lors des mouvements ; • Comparer s'il y a redondance.
34.	Si un codeur ne passe pas les tests de l'exigence 33, il est invalidé et le pont stoppe sur défaut.

3.1.14 Affichage des défauts

REF	LIBELLE
35.	Les défauts sont à remonter sur un afficheur accessible afin de faciliter la compréhension des pannes ou défaillances et ainsi faciliter la maintenance

3.2 Exigences des options

3.2.1 Option 1 : Amélioration de l'éclairage en sous face des ponts

REF	LIBELLE
36.	Sous les ponts roulants devront être installés un système d'éclairage afin d'avoir une luminosité de 300 lux au sol sous les ponts. L'objectif est déjà de compenser l'occultation générée par la structure des ponts et même d'améliorer l'éclairement dans les zones de travail située sous les ponts.
37.	La zone concernée s'étend de ± 4 m de l'axe des ponts.
38.	Une continuité dans l'éclairement sera recherchée : • Coefficient d'uniformité : 0.7 ; • Indice de rendu des couleurs : 60 minimum ; • Indice d'éblouissement de 50.
39.	Une étude d'éclairement prenant en compte l'éclairage actuel est à fournir.

3.2.2 Option 2 : Mesure de charge et affichage sur la radiocommande ou sur le pont

REF	LIBELLE
40.	En plus ou en remplacement des limiteurs actuel, cette option doit permettre une mesure continue de la charge sur chacun des ponts.
41.	Un affichage de cette mesure doit être présent, soit sur le pont (visible depuis le sol sans effort à 30 m.) soit sur la radiocommande.

3.2.3 Option 3 : Connaître la position des ponts

REF	LIBELLE
42.	Les ponts roulants doivent être munis de dispositif permettant de connaître leurs positions en X, en Y et en Z. L'instrumentation en X est déjà prévue dans le programme de base. Il reste à donc à instrumenter les axes Y et Z.
43.	L'exigence 42 implique également la présence d'un retour d'information vers la partie commande.
44.	Les informations sont affichées soit sur le pont soit sur la télécommande.
45.	La précision demandée dépend de la direction ; en Y, le jeu dans les galets à joue réduit la précision : • Y : ± 10 mm ; • Z : ± 1 mm.
46.	L'ajout de codeurs en direction Y et Z permettra d'utiliser toute la course physique quelle que soit la vitesse d'approche.
47.	En mode synchronisé, la précision de positionnement relatif du crochet esclave par rapport au crochet maître lors d'un déplacement est améliorée par l'instrumentation des axes Y et Z L'exigence devient : • Chariotage : ± 10 mm ; • Levage : ± 3 mm.

48.	Ces nouveaux codeurs pourront être bypassé dans un mode dégradé. Dans ce cas, les sécurités sont à maintenir mais les performances à atteindre en termes de synchro sont celles sans option.
------------	--

3.2.4 Option 4 : Mémoriser la position en X, Y et éventuellement en Z

REF	LIBELLE
49.	Le contrôle commande doit pouvoir garder en mémoire la position en X, Y et en Z des ponts.
50.	Comme de nombreux points remarquables existent dans le GTH il sera nécessaire de les nommer pour les rappeler.
51.	L'exigence 50 peut entrainer des risques en particulier si des objets se trouvent sur la trajectoire ou en cas d'erreur sur le point de destination. Ces risques devront être gérés dans une étude de sécurité.
52.	L'opérateur conserve la maitrise de la vitesse.
53.	La précision d'accostage attendue est de ± 1 mm.

3.2.5 Option 5 : Création de nouvelles zones interdites paramétrables

REF	LIBELLE
54.	Le contrôle commande doit inclure la possibilité de créer et de paramétrer des zones interdites.
55.	Dans le cas de l'exigence 54, les codeurs de position entrent dans la boucle de sécurité de positionnement et une analyse de sécurité est demandée sur cette partie en particulier.
56.	L'interface de création-suppression reste à définir.
57.	La fréquence de modification est mensuelle.

3.2.6 Option 6 : Réglage des 3 vitesses X, Y et Z indépendamment

REF	LIBELLE
58.	Les vitesses des ponts selon les 3 axes doivent être réglables indépendamment les unes des autres.
59.	La plage de vitesse ira de 0 à la vitesse nominale du mouvement.

3.3 Exigences concernant les rails

REF	LIBELLE
60.	Les rails seront de type Burbach n°3, sont raboutés par soudage et sont fixés par des crapauds sur la poutre PRS.
61.	Les rails sont compatibles avec les déformations du bâtiment.
62.	La géométrie des rails sera vérifiée après pose :

	• Altitude ± 1 mm sur 4 m ; • Continuité 0.5 mm sur 0.1 m ; • Rectitude ± 1 mm sur 20 m ; • Ecartement 26 000 ± 3 mm.
--	---

3.4 Exigence de Sécurité des biens et des personnes

3.4.1 Fin de mouvement

REF	LIBELLE
63.	Le contrôle-commande assurera le ralentissement à proximité puis l'arrêt immédiat, sans intervention de l'opérateur, du mouvement du chariot sur détection de : • Fin de course ; • Surcourse ; • Zone interdite ; • Présence pont.
64.	La rampe de décélération de la vitesse automatiquement appliquée doit être ajustée pour limiter le balancement des charges.

3.4.2 Surcharge

REF	LIBELLE
65.	La surcharge interdit tout mouvement sauf la descente.
66.	Elle dispose d'un shunt à clé sur l'armoire pour réaliser les essais de charge.

3.4.3 Défaut perpendicularité pont/rail

REF	LIBELLE
67.	En cas de dysfonctionnement de la synchronisation des deux sommiers d'un même pont, le pont s'arrête et un défaut est renvoyé.

3.4.4 Homme-mort

REF	LIBELLE
68.	Une action permanente sera demandée à l'opérateur pour actionner le pont.
69.	La fonction homme-mort par inclinaison est proscrite car ne convient pas à l'usage.

3.4.5 Arrêt d'urgence

REF	LIBELLE
70.	La télécommande dispose d'un arrêt d'urgence.

3.5 Conditions environnement

3.5.1 Température

REF	LIBELLE
71.	Température minimale de fonctionnement : +10°C. Température maximale de fonctionnement : +40°C.

3.5.2 Hydrométrie

REF	LIBELLE
72.	Hydrométrie supérieure à 80%, des phénomènes de condensation sont à prendre en compte.

3.5.3 Vents

REF	LIBELLE
73.	Il n'y a pas d'exposition au vent.

3.5.4 U.V.

REF	LIBELLE
74.	Il n'y a pas d'exposition aux U.V.

3.5.5 Exposition radio

REF	LIBELLE
75.	Il n'y a pas d'exposition radio particulière.

3.6 Exigences d'interfaces

3.6.1 Interface avec l'alimentation électrique

REF	LIBELLE
76.	L'alimentation des ponts roulants devra être adaptée à l'énergie électrique disponible et à sa puissance : • Tension 400 V triphasée ; • Intensité Max 160 A. Les tolérances sont celle du réseau EDF.

3.6.2 Interface avec le bâtiment

REF	LIBELLE
77.	Les équipements ajoutés ne limitent ni les courses physiques, ni les accès.

3.6.3 Interface avec la structure du pont

REF	LIBELLE
78.	La structure générale des ponts n'est pas modifiée. Les modifications apportées aux ponts roulants devront être adaptées à leur structure.

3.7 Exigences SSI

3.7.1 Acteurs et chaîne de responsabilité

REF	LIBELLE
79.	Le titulaire doit désigner un point de contact pour la cybersécurité du projet. Celui-ci doit être chargé de : • La liaison avec la chaîne de responsabilité de l'entité responsable ; • La garantie du respect de la politique de cybersécurité ; • La communication sur les divergences par rapport aux exigences et les autres non-conformités.
80.	Une chaîne de responsabilité de la cybersécurité doit être mise en place. Elle doit couvrir l'ensemble des installations.
81.	Les responsabilités pour la cybersécurité doivent être clairement définies pour chacune des parties prenantes quel que soit l'aspect concerné (développement, intégration, exploitation, maintenance, etc.).

3.7.2 Formation

REF	LIBELLE
82.	Les intervenants doivent être habilités et formés à la cybersécurité.
83.	Une charte de bonne conduite doit être mise en place et tous les intervenants doivent la signer lors de leur arrivée.
84.	Les séances de formation et sensibilisation à la cybersécurité des systèmes industriels doivent être dispensées en fonction de la spécificité de la formation administrative ou de l'établissement.

3.7.3 Conception

3.7.3.1 Choix des équipements et logiciels

REF	LIBELLE
85.	Les caractéristiques de cybersécurité des équipements (mécanismes d'authentification, ségrégation des droits, etc.) doivent être intégrées au processus de choix de ceux-ci.

3.7.3.2 Orientation de la conception

REF	LIBELLE
86.	Des procédures et des moyens techniques doivent être définis pour permettre des opérations de maintenance préventive et curative afin de maintenir le niveau de cybersécurité dans la durée. Par exemple, des modes dégradés pourraient être prévus pour réaliser des mises à jour. On pourra, par exemple, configurer les sorties d'un automate pour qu'elles restent sur leurs derniers états, pendant la mise à jour de son firmware.
87.	La définition de la localisation des équipements doit prendre en compte leur sécurité physique.
88.	La conception doit intégrer des outils et mécanismes pour gérer la sécurité et faciliter les exigences telles que : • La maîtrise de la configuration ; • Le durcissement des configurations ; • La gestion des vulnérabilités.
89.	Lors de la conception, les interfaces et la complexité du système doivent être limitées au maximum afin de limiter l'introduction de vulnérabilités lors de l'implémentation.
90.	Les installations doivent intégrer des modes dégradés leur permettant soit de s'arrêter sans provoquer de dégâts (matériel ou humain), soit de continuer à fonctionner par un pilotage en mode « manuel ».

3.7.4 Développement

REF	LIBELLE
91.	Des règles de bonne pratique de programmation doivent être définies, appliquées et vérifiées. Pour cela, on pourra par exemple utiliser les options avancées de certains compilateurs ou des outils dédiés à la vérification des bonnes pratiques de programmation.
92.	Un environnement de développement doit être dédié au système industriel.
93.	En plus de bonnes pratiques de développement évoquées dans la recommandation R.264, des règles de développement de sécurité (secure coding) doivent être mises en place et appliquées.
94.	Des outils d'analyse statique et des tests de robustesses doivent être utilisés systématiquement.

3.7.5 Tests

REF	LIBELLE
95.	Le titulaire doit fournir des tests de cybersécurité, notamment lors des recettes usine et plateforme.
96.	Les modifications doivent être évaluées dans un environnement de test au préalable.

3.7.6 Audits

REF	LIBELLE
97.	Le titulaire doit autoriser l'autorité responsable à réaliser des audits qui doivent vérifier que l'ensemble des mesures de cybersécurité demandées sont bien appliquées. Cette exigence concerne à la fois le titulaire et ses fournisseurs.

3.7.7 Exploitation/maintenance

3.7.7.1 Livraison des matériels, équipements et logiciels

REF	LIBELLE
98.	Le processus de livraison de l'ensemble des logiciels, programmes et éléments de configuration ainsi que de leurs mises à jour doit intégrer un mécanisme de vérification de l'intégrité et de l'authenticité (signature). Les éléments concernés sont en particulier : • Les firmwares ; • Les systèmes d'exploitation et logiciels standards ; • Les logiciels SCADA ; • Les programmes d'automates et de SCADA ; • Les fichiers de configuration des équipements réseau ; • etc.

3.7.7.2 Homologation

REF	LIBELLE
99.	Avant de mettre en exploitation une installation il faut : • Etablir un état des lieux exhaustif du niveau de cybersécurité de l'installation ; • S'assurer des moyens disponibles pour le maintenir à un niveau acceptable.
100.	Un système industriel doit être homologué. La démarche d'homologation à suivre est SIMPLIFIEE.
101.	La durée de validité de l'homologation doit être inférieure ou égale à 5 ans.

3.7.7.3 Terminaux et autres médias mobiles

REF	LIBELLE
102.	Les points d'accès réseau doivent être clairement identifiés et recensés.
103.	Les équipements autorisés à se connecter aux installations doivent être clairement identifiés et validés.

3.7.7.4 Activités récurrentes associées à l'exploitation

REF	LIBELLE
104.	La cartographie et la documentation du système industriel doivent être revues régulièrement, à chaque modification du système industriel et au moins une fois par an.
105.	Les mises à jour et modifications apportées aux systèmes doivent être tracées.
106.	Le plan de gestion de l'obsolescence pour remplacer les équipements et applications obsolètes doit être appliqué.

3.7.7.5 Plan de continuité et de reprise des activités

REF	LIBELLE
107.	Un plan de sauvegarde des données sensibles doit être mis en place afin de pouvoir reconstruire l'installation après sinistre.
108.	Les plans de reprise et de continuité d'activité doivent intégrer les incidents de cybersécurité. Le ou les systèmes industriels doivent disposer d'un plan de continuité informatique (PCI) et d'un plan de reprise informatique (PCI).
109.	Les procédures d'intervention doivent intégrer un mode d'urgence (« procédure bris de glace ») pour pouvoir intervenir rapidement en cas de besoin sans dégrader significativement le niveau de cybersécurité du système industriel. En particulier, cette procédure d'urgence ne doit pas affecter la traçabilité des interventions.

3.7.8 Gestion des interventions

REF	LIBELLE
110.	Une procédure de gestion des interventions doit être mise en place afin de pouvoir identifier : • La personne qui exécute le travail et son donneur d'ordre ; • La date et l'heure de l'intervention ; • Le périmètre sur lequel le travail est exécuté ; • Les actions réalisées ; • La liste des équipements retirés ou remplacés (y compris, le cas échéant, les numéros d'identification) ; • Les modifications apportées et leur impact.
111.	L'ensemble des équipements matériels et logiciels utilisés pour les interventions sur les systèmes industriels doivent être recensés dans la gestion du parc afin d'être bien identifiés et maintenus à jour.
112.	Le processus d'intervention doit être audité au minimum une fois par an afin de s'assurer du respect de la procédure.
113.	Pour les cas particuliers où l'intervenant apporte ses propres outils (des outils de diagnostic propres à l'équipementier par exemple), une procédure, même succincte, doit être mise en place pour vérifier que les équipements de l'intervenant ont un niveau de sécurité satisfaisant. Une telle situation ne doit arriver qu'en cas d'absolue nécessité et doit rester exceptionnelle.
114.	L'utilisation d'outils particuliers hors d'un cadre prévu par la politique de sécurité du système industriel est interdite.
115.	Lorsque cela est possible, un accès en lecture seule doit être configuré pour les interventions de maintenance de premier niveau.

3.7.8.1 Sauvegarde/restauration

REF	LIBELLE
116.	Un plan de sauvegarde des données importantes doit être mis en place afin de permettre leur restauration en cas d'incident.
117.	Les configurations doivent être sauvegardées avant et après toutes modifications, y compris lorsque celles-ci ont été apportées « à chaud ».
118.	Le processus de restauration des sauvegardes doit être testé régulièrement. Il pourrait être testé sur un échantillon limité mais représentatif du système industriel dans son ensemble. Les données concernées sont toutes les données nécessaires à la reconstruction de l'installation après un sinistre : les programmes, les fichiers de configuration, les firmwares, les paramètres de procédé (réglages d'asservissement par exemple), etc. Cela peut également concerner des données ayant un aspect réglementaire comme des exigences de traçabilité.

3.7.9 Vulnérabilités et correctifs

3.7.9.1 Veille sur les menaces et vulnérabilités

REF	LIBELLE
119.	Un processus de veille sur les menaces et vulnérabilités doit être mis en place.
120.	La diffusion, par les fournisseurs, des bulletins de vulnérabilité pour l'ensemble des équipements matériels et logiciels utilisés dans le système industriel doit être contractualisée. Le ministère dispose d'une structure unique de diffusion des alertes de sécurité (CALID). Le titulaire doit fournir les éléments nécessaires à cette diffusion à ce centre.
121.	Un processus de veille sur l'évolution des techniques de protection doit être mis en place (veille sur les vulnérabilités). Il pourrait être basé également sur des sources ouvertes disponibles comme le site web de l'ANSSI.
122.	Un processus de veille sur l'évolution des techniques d'attaque et sur l'évolution de la menace doit être mis en place. En cas d'évolution importante, une réévaluation de l'analyse de risque doit être engagée (si elle existe) qui peuvent engendrer de nouvelles mesures organisationnelles ou techniques.

3.7.9.2 Gestion des vulnérabilités

REF	LIBELLE
123.	Un processus de gestion des vulnérabilités doit être mis en œuvre afin de : • Rechercher les correctifs disponibles pour corriger ces vulnérabilités ; • Identifier les vulnérabilités connues et mesurer leurs impacts sur les installations ; • Déployer les correctifs en commençant par les plus importants en conformité avec les PES s'elles existent ; • Recenser les vulnérabilités qui n'ont pas pu être corrigées (soit par manque de correctifs, soit parce que le correctif n'a pas pu être appliqué en raison de contraintes opérationnelles).

3.7.9.3 Gestion des correctifs

REF	LIBELLE
124.	Les correctifs doivent être validés par les fournisseurs avant le déploiement.

3.7.10 Gestion de l'obsolescence et évolutions

3.7.10.1 Gestion de l'obsolescence

REF	LIBELLE
125.	Un plan de gestion de l'obsolescence pour remplacer les équipements et applications obsolètes doit être mis en place.
126.	Des clauses relatives à la gestion de l'obsolescence des équipements et logiciels, en indiquant par exemple la date à laquelle ils ne seront plus pris en charge, doivent être intégrées dans les contrats avec les fournisseurs.

3.7.10.2 Gestion des évolutions

REF	LIBELLE
127.	Un processus de vérification des versions de programme en cours d'exécution par rapport à une version de référence doit être mis en place.
128.	Cela permet de s'assurer que les configurations exécutées par le système industriel (les automates, les SCADA, etc.) sont bien les bonnes.

3.7.11 Gestion de crise

REF	LIBELLE
129.	Un processus de gestion de crise doit être mis en place. Celui-ci doit permettre de déterminer : • Que faire lors de la détection d'un incident ; • Qui alerter ; • Qui est la personne qui doit coordonner les actions en cas de crise ; • Quelles sont les premières mesures à appliquer.
130.	La gestion de crise doit également définir une phase d'analyse post incident dans le but de déterminer l'origine de l'incident et d'améliorer la cybersécurité du système industriel.

3.7.12 Codes malveillants

REF	LIBELLE
131.	Une station de décontamination doit être installée afin d'analyser et décontaminer tous les périphériques amovibles avant de les utiliser sur le système industriel.
132.	Un SAS doit être mis en place pour échanger des données avec les systèmes industriels. Il doit être placé dans une zone maîtrisée. Cet échange de données est une action ponctuelle qui doit être encadrée par une procédure.
133.	Le SAS doit être placé dans une zone maîtrisée. Un SAS doit respecter les règles d'hygiène informatique.

3.7.13 Filtrage de sécurité

3.7.13.1 Zonage de sécurité

REF	LIBELLE
134.	Les systèmes industriels doivent être découpés par zones fonctionnelles ou zones techniques cohérentes. Ces zones doivent être cloisonnées entre elles.
135.	Une politique de filtrages entre les zones doit être mise en place. Pour définir une politique de filtrage, on pourra notamment se reporter au guide sur les pare-feux (cf. guides de l'ANSSI ou de la DGA-MI). Pour les flux utilisant le protocole IP, on en rappelle néanmoins ici quelques grands principes : • Un flux est identifié par l'adresse IP source, l'adresse IP destination, le protocole (par exemple UDP ou TCP) et, le cas échéant, les numéros de port source et destination ; • Les flux sont refusés par défaut ; • Seuls les flux nécessaires au fonctionnement du système industriel sont autorisés ; • Les flux rejetés doivent être journalisés et analysés ; • Tous les flux entrants ou sortants du système industriel doivent être journalisés.
136.	Lorsque des flux non-IP doivent transiter entre deux zones distinctes, un filtrage doit être effectué sur les adresses MAC source et destination ainsi que sur les protocoles autorisés.
137.	Autant que possible, un cloisonnement physique doit être privilégié entre les zones fonctionnelles du système industriel. Indépendamment de la cybersécurité, le cloisonnement physique participe également à renforcer la disponibilité des systèmes.
138.	Lorsqu'une séparation physique n'est pas possible entre les zones fonctionnelles du système industriel, un cloisonnement logique doit être mis en place. L'utilisation des VLAN est un exemple de cloisonnement logique possible.
139.	Le réseau d'administration des équipements doit être cloisonné des autres réseaux, à minima de manière logique. Le périmètre porte sur les équipements d'informatique classique comme les commutateurs, passerelles, routeurs, pare-feu, etc.
140.	Les postes d'administration ne doivent pas avoir d'autre usage. Ils ne doivent pas être connectés à Internet ni à un réseau de gestion.
141.	Il est possible que certains équipements, notamment d'ancienne génération, ne permettent pas techniquement de réaliser un cloisonnement. Dans ce cas, une analyse spécifique doit être menée pour étudier les contre-mesures possibles et définir le niveau de risque résiduel.
142.	Les flux doivent être unidirectionnels entre les systèmes industriels de classe 2 et les systèmes industriels de classe 1. L'unidirectionnalité des flux pourra être assurée par un pare-feu.
143.	Les réseaux d'administration des équipements doivent être cloisonnés physiquement des autres réseaux. A minima, ils doivent être séparés logiquement à l'aide de tunnels VPN. L'utilisation de produits qualifiés pour l'établissement de ces tunnels est recommandée.
144.	Les flux doivent être unidirectionnels entre des zones de classe 3 et de classe inférieure. L'unidirectionnalité est assurée physiquement par une diode.
145.	Les systèmes industriels de classe 3 doivent être physiquement séparés des systèmes de classe inférieure. L'utilisation de cloisonnement logique est interdite.

3.7.13.2 Durcissement d'une interconnexion

REF	LIBELLE
146.	Les protocoles non sécurisés (http, telnet, ftp, etc.) doivent être désactivés au profit des protocoles sécurisés (https, ssh, sftp, etc.) pour assurer l'intégrité, la confidentialité, l'authenticité et l'absence de rejeu des flux.
147.	Pour les protocoles ne pouvant pas être sécurisés pour des raisons techniques et opérationnelles, des mesures compensatoires doivent être mises en place comme : • Mettre en place des protections périmétriques (pare-feu) ; • Encapsuler les flux dans un VPN pour en assurer l'intégrité et l'authenticité.

3.7.13.3 Les réseaux sans-fil

REF	LIBELLE
148.	Protéger physiquement les points d'accès.

3.7.14 Accès physique au système

3.7.14.1 Accès aux locaux

REF	LIBELLE
149.	Une politique de contrôle d'accès physique doit être définie. Cette politique doit notamment prévoir de : • Récupérer les clés ou badges d'un employé à son départ ; • Changer régulièrement les codes de l'alarme de l'entreprise ; • Ne jamais donner de clé ou de code d'alarme à des prestataires extérieurs sauf s'il est possible de tracer les accès et de les restreindre à des plages horaires données.

3.7.14.2 Accès au système

REF	LIBELLE
150.	Un dispositif de détection d'ouverture, avec remontée d'alarme, doit être mis en place sur les armoires des équipements sensibles. A minima, sur les coffrets extérieurs contenant des composants sensibles, un moyen de contrôle visuel, comme la pose de scellés par exemple doit être installé. Le retrait de ces moyens visuels doit suivre une procédure bien définie et être soumis à autorisation préalable.

3.7.14.3 Accès aux équipements de terrains (automates, équipements actifs, câblages)

REF	LIBELLE
151.	L'accès aux équipements doit être strictement réservé aux personnes habilitées.
152.	Les points d'accès réseau ne doivent être accessibles que dans des locaux maîtrisés.
153.	Des prises d'accès au système industriel ne doivent pas être accessibles dans les endroits ouverts au public.
154.	Les prises d'accès au système industriel ne doivent pas être accessibles dans les zones sans surveillance.
155.	L'intégrité physique des câbles doit être protégée (par exemple : un capotage).
156.	Lorsqu'elles ne sont pas utilisées, les prises dédiées à la maintenance doivent être obturées (bouchons, plaques d'occultation...). Le retrait de l'obturateur suit une procédure bien définie et est soumis à autorisation préalable.

3.7.15 Gestion de la journalisation

3.7.15.1 Politique de journalisation

REF	LIBELLE
157.	Une politique de gestion des événements doit être définie. Elle doit permettre : • De déterminer quels sont les événements pertinents à prendre en compte ; • D'organiser leur stockage (volumétrie, durée de conservation, etc.) ; • De définir les conditions d'analyse (en préventif, post-incident...) ; • De définir quels sont les événements qui doivent générer des alertes.
158.	Les modifications des paramètres doivent être tracées et enregistrées pour les capteurs et actionneurs, fonctions d'asservissement et de régulation, etc.
159.	En cas de tentative de connexion et de déconnexion sur des ports réseau, une alerte doit être remontée et traitée.

3.7.16 Gestion de la sécurité

3.7.16.1 Durcissement du système

REF	LIBELLE
160.	Sur les équipements, on doit désactiver : • Les comptes par défaut ; • Les ports physiques non inutilisés ; • Les supports amovibles, s'ils ne sont pas utilisés ; • Les services non indispensables (service web par exemple).
161.	Les préconisations de durcissement des systèmes d'exploitation doivent être appliquées pour chaque équipement. Lorsque des guides de configuration rédigés ou recommandés par DGA-MI ou l'ANSSI existent, ils doivent être appliqués.

162.	Les outils de développement ne doivent pas être installés sur les machines de production. Seuls les environnements de production (runtime) doivent être installés sur les serveurs et stations SCADA par exemple.
163.	Les ports de médias amovibles doivent être désactivés lorsque leur utilisation n'est pas nécessaire. Si le blocage physique n'est pas possible, le port doit être désactivé logiquement. Par exemple, on pourrait envisager les mesures suivantes : • Le blocage des ports USB à l'aide de mécanismes de sécurité physiques ou logiques, comme les verrous USB physiques (avec clés) ou par un logiciel de sécurité capable de bloquer l'utilisation de clés USB et autres périphériques ; • Le retrait ou la déconnexion des lecteurs de médias amovibles.

3.7.16.2 Durcissement de la supervision, du pilotage et de l'ingénierie

REF	LIBELLE
164.	Les applications doivent s'exécuter avec les privilèges strictement nécessaires à leur fonctionnement.
165.	Les stations d'ingénierie doivent respecter les règles suivantes : • Être dédiées aux activités d'ingénierie ; • Ne pas être connectées à Internet ; • Être installées dans des locaux maîtrisés (sous contrôle d'accès) ; • Se voir appliquer les règles de durcissement des stations de travail ; • Être éteintes lorsqu'elles ne sont pas utilisées.
166.	Les consoles de programmation doivent : • Être dédiées aux activités de maintenance et d'exploitation ; • Ne pas être connectées à Internet ; • Ne pas être connectées à d'autres installations que le système industriel ; • Appliquer les règles pour les terminaux mobiles ; • Appliquer les règles de durcissement de configuration et de renforcement des protections ; • Être stockées dans un local sécurisé ; • Être facilement identifiables (marquage visuel par exemple).

3.7.16.3 Durcissement des équipements de terrain (automates, équipements actifs)

REF	LIBELLE
167.	Les points d'accès réseau non utilisés (commutateurs, hubs, baies de brassage, prises de maintenance sur les bus de terrain, etc.) doivent être désactivés.

3.7.17 Gestion de configuration

REF	LIBELLE
168.	L'intégrité et l'authenticité des firmwares, logiciels et programmes applicatifs (automates, SCADA, etc.) doivent être vérifiées régulièrement. Idéalement, cette tâche doit être automatisée et exécutée une fois par jour.

3.8 Sureté de fonctionnement

REF	LIBELLE
169.	Il sera demandé à l'opérateur industriel de démontrer la disponibilité de la machine via : • Une AMDEC pour la fiabilité ; • Des procédures de maintenance.

4. Nature, provenance et qualité des matériaux

4.1 Élément de fixation

4.1.1 Boulonnerie pour application non précontrainte

REF	LIBELLE
170.	La boulonnerie non précontrainte (acier et acier inox) est certifiée « SB » et valide les normes de boulonnerie en vigueur.
171.	Il est exigé un document de contrôle type 2.1 selon NF EN 10204 pour la boulonnerie sur application non précontrainte.

Boulonnerie acier au carbone

REF	LIBELLE
172.	Toute boulonnerie non inoxydable, dont l'installation est définitive, est en acier de classe de qualité 8.8 au minimum, protégée par galvanisation à chaud selon NF EN ISO 10684 et NF EN ISO 1461.
173.	Les revêtements électrolytiques, zingage, cadmiage, anodisation etc. sont prohibés.

Boulonnerie en acier inoxydable

REF	LIBELLE
174.	La boulonnerie inoxydable est de la nuance X20Cr13 ou A4-80 minimum.

4.2 Matériaux et produits pour l'installation électrique et l'automatisme

4.2.1 Généralités

4.2.1.1 Qualité des matériaux et équipements électriques

REF	LIBELLE
175.	La qualité des matériaux et composants principaux est attestée par la fourniture, avant la mise en œuvre, des documents délivrés par les fabricants : • Fiche technique ; • Certificats d'essais ; • Certificats de conformité aux Normes NF.
176.	Leur agrément par le Maître d'Œuvre est subordonné, pour chacun des matériels inconnus du Maître d'Œuvre, à la fourniture des procès-verbaux établis par des organismes d'essais reconnus prouvant que ces spécifications sont respectées. À défaut, l'entrepreneur organise, à ses frais, dans les laboratoires choisis par le Maître d'Œuvre ou, à défaut, dans les locaux du constructeur, les essais susdits en présence du (ou des) représentant(s) du Maître d'Œuvre. Il en est notamment ainsi de tous les matériels liés aux réseaux et aux automatismes.
177.	Les sous-ensembles, tels qu'armoires et tableaux, coffrets, font l'objet d'un accord préalable du Maître d'Œuvre, avant expédition et montage sur le chantier.
178.	Les différents matériels électriques et électroniques sont prévus pour fonctionner dans les conditions suivantes : • Intérieur ○ [0°C ; +40°C] ; ○ Composant individuel : IP 66 minimum ; ○ Armoire : IP 42 ; ○ Humidité : 0 à 100 %.
179.	Les pièces constitutives de l'installation doivent pouvoir être fournies pendant 10 (dix) ans au minimum, sauf fabrication spéciale.

4.2.1.2 Critères de choix des équipements électriques

REF	LIBELLE
180.	Les éléments constituant les systèmes à mettre en place doivent être choisis en tenant compte des critères suivants : • fiabilité et disponibilité du système ; • sûreté de fonctionnement : immunité aux parasites, contrôle d'exécution des commandes, protection contre les coupures secteurs ; • la modularité des extensions ; • maintenabilité ;

	• niveau de bruit à l'intérieur des locaux ; • la qualité des armoires, boîtes et borniers au regard de la tenue aux UVs et à la corrosion.
181.	L'homogénéité des matériels est recherchée pour faciliter la mise en œuvre et l'approvisionnement.

4.2.1.3 Dispositions particulières

REF	LIBELLE
182.	Les circuits sont suffisamment stables pour ne pas avoir à être réglés dans les conditions d'ambiance et d'alimentation imposées. Il y aura lieu de prévoir, le cas échéant, une tropicalisation de ces matériels.
183.	Il appartient au titulaire de prévoir tout équipement nécessaire au bon fonctionnement des équipements dans les plages de température et d'humidité spécifiées.
184.	Le câblage est réalisé suivant les règles de l'art en vigueur et conformément aux normes UTE et CCTU.
185.	Aucun matériel ne doit pouvoir être endommagé par une coupure fortuite de l'alimentation ou de la transmission des signaux. Des débranchements systématiques des sous-ensembles sont pratiqués lors des essais de réception.

4.2.2 Capteurs

REF	LIBELLE
186.	Tous les capteurs sont du type à connecteur type M12 ou équivalent permettant leur remplacement sans démontage du câble.
187.	Les capteurs de type TOR pour la détection en position doivent toujours privilégier la technologie inductive. Les capteurs mécaniques ou optiques peuvent être utilisés, en cas d'impossibilité avec cette technologie.
188.	Les principes optiques doivent toujours privilégier l'émetteur récepteur, la réflexion directe sera refusée.
189.	Pour les cellules optiques, des modèles pour environnement sévère sont attendus.
190.	Les capteurs ultimes de fin de course (surcourse) sont du type « à action positive ». Si le capteur est actionné, une fonction d'arrêt d'urgence doit s'enclencher automatiquement.
191.	Les capteurs de sécurité seront marqués CE.

4.2.3 Câbles et raccordement des capteurs

REF	LIBELLE
192.	Tous les câbles doivent être adaptés à l'environnement d'utilisation.
193.	Tous les conducteurs sont obligatoirement à âme cuivre, multibrins et terminés par cosses ou embouts sertis. Ils sont également traités pour les environnements sévères, l'humidité et le très fort rayonnement solaire. Les câbles ne répondant

	pas à ces critères doivent être placés dans des cheminements ou gaines de protection.
194.	Les câbles immergés doivent être du type adapté au milieu marin, type Ho7 RNF.
195.	La filerie interne aux tableaux est réalisée à l'aide de câbles du type U 500 DV ou similaires.
196.	Le diamètre minimal de la filerie de contrôle est fixé à 0.75 mm ² .

4.2.4 Chemins de câble

REF	LIBELLE
197.	Les distributions sur l'ouvrage se font en intérieur par chemins de câbles galvanisé ou inox avec 20% de réserve disponible.
198.	Ils sont fermés par des capots clipsés.
199.	La disposition des câbles dans les chemins de câbles est linéaire et les câbles sont fixés avec des attaches de type Colson.
200.	Les chemins de câbles sont mis en œuvre avec des éclisses clamées sur des supports métalliques, ou par éclisses chevillées dans le béton.
201.	Les cheminements des câbles de capteurs sur les équipements de manœuvre, selon les difficultés d'installation peuvent se faire sous gaine métallique spiralée de type Capri et/ou sous tube inox. Alors, les extrémités des gaines ou tubes sont dotées de capuchons plastiques anti-coupure.

4.2.5 Alimentations de commande

REF	LIBELLE
202.	Contraintes liées aux alimentations : • Protection pour écran et automate séparées ; • Alimentation stabilisée et secourue pour automate ; • La tension de la commande est le 24 V.

4.2.6 Armoire électrique

4.2.6.1 Généralités

REF	LIBELLE
203.	Chaque armoire ou coffret comporte, sous pochette plastique, le schéma électrique à jour.
204.	Les armoires disposent de 20% de linéaire libre. Tous les borniers devront comporter 30 % de bornes libres supplémentaires.
205.	Les armoires valident les exigences suivantes : • les voyants, commutateurs et indicateurs sont montés en encastré sur la façade de l'armoire ; • ventilation et chauffage indépendamment gérés par un dispositif de commande thermostatique ;

	une prise de courant installée en interne, de type étanche bipolaire 230 Vac 16A, protection différentielle 30 mA.
--	--

4.2.6.2 Enveloppe

REF	LIBELLE
206.	Les armoires sont réalisées à partir d'une enveloppe industrielle type armoire.
207.	Placée sur un socle, elles devront être verrouillables par serrure.
208.	Les portes d'accès à ces armoires sont munies de joint d'étanchéité.

4.2.6.3 Départ puissance

REF	LIBELLE
209.	L'alimentation et la protection des moteurs doivent être adaptées aux attentes de fonctionnement et de la distribution des énergies.
210.	Le démarrage doit intégrer un dispositif de limitation des courants de démarrage électromécanique ou électronique.

4.2.6.4 Dispositions pour la maintenance électrique

REF	LIBELLE
211.	Les armoires sont organisées de telle sorte que le câblage et les composants électriques propres à chaque élément d'ouvrage soient géométriquement séparés pour en faciliter la maintenance.
212.	Les composants sont accessibles et aisément remplaçables.
213.	Tous les ensembles, sous-ensembles, circuits, organes, points de test, liaisons, etc., sont convenablement repérés et étiquetés, et les commandes de réglages sont graduées. Les dénominations de leur utilisation devront être inscrites sur la face avant.
214.	Les armoires doivent être facilement accessibles pour la maintenance ; l'ouverture des portes doit être totale. Elles sont équipées d'un éclairage interne commandé par l'ouverture des portes.

4.2.6.5 Automate programmable

REF	LIBELLE
215.	Le contrôle commande est géré par un automate programmable industriel (API). L'API est composée : - d'un châssis de base, extensible avec 30% de réserve pour les entrées/sorties ; - d'une CPU (unité centrale) capable de supporter des évolutions de firmware relatives à de nouveaux outils de programmation ou

	nouvelles fonctionnalités. Le programme de l'API est résident dans une mémoire sauvegardée.
216.	La taille de la mémoire sera déterminée selon le volume du programme, avec une réserve de 50%.

5. Mode d'exécution des travaux

5.1 Documentation à fournir

5.1.1 Avant les travaux

REF	LIBELLE
217.	Le titulaire doit fournir un plan d'assurance sécurité décrivant toutes les mesures répondant aux exigences de cybersécurité demandées.
218.	Le titulaire doit fournir des documents comprenant notamment : • Un Plan Assurance qualité ; • Une analyse fonctionnelle ; • Les diagrammes d'arrêt ; • AMDEC et procédure de maintenance ; • Les notes de calcul de puissance électrique ; • Une analyse organique ; • Un dossier d'exploitation et de maintenance ; • La fiche technique des composants ; • Une cartographie ; • Le plan de sécurité (PDS) qui comprend la matrice de traçabilité de couvertures des exigences par les mesures (organisationnelles, fonctionnelles et techniques).
219.	Les documents de spécification fournis par le titulaire doivent décrire de façon détaillée les moyens techniques, humains et organisationnels mobilisés afin de permettre leur traçabilité et de pouvoir vérifier leur niveau de cybersécurité

5.1.2 Après les travaux

REF	LIBELLE
220.	A la fin des travaux, outre les documents ci-dessus, les documents ci-dessous sont à fournir : • Les procédures d'exploitation de la sécurité (PES) qui peuvent être incluses dans un dossier d'utilisation et d'administration (DAU) ou un dossier d'exploitation et de maintenance (DEM) ; • Certificats de conformité des composants ; • Les résultats de tous les essais et mesures.

5.1.3 Sensibilité des informations et des documents

REF	LIBELLE
221.	La documentation relative au dossier d'homologation du système industriel fait l'objet d'une mention de protection au minimum Diffusion Restreinte.
222.	Les documents doivent être traités en conséquence.
223.	L'ensemble des documents relatifs à la conception, à la configuration ou au fonctionnement du système industriel doit faire l'objet d'une mention au minimum Diffusion Restreinte.

5.1.4 Stockage et manipulation des informations et des documents

REF	LIBELLE
224.	Les documents doivent être stockés dans un système d'information dont le niveau de sensibilité est adapté.
225.	Les exigences de l'instruction interministérielle 901 (II 901) doivent être appliquées en fonction du niveau de sensibilité des informations à stock.
226.	La confidentialité de la documentation doit être garantie.

5.2 Etudes électriques

5.2.1.1 Normes et documents de référence

REF	LIBELLE
227.	L'ensemble de l'ouvrage électrique à exécuter est réalisé en conformité avec les normes et règlements pertinents, en vigueur et en particulier : • FEM cahier 5 ; • Directive 98/37/CE du 22 juin 1998 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux machines ; • Respect de la directive Européenne 73/23 CE modifiée ; • Normes, règlements, spécifications de l'UTE, classe C - électricité ; • Normes UTE - NFC 15-100 concernant les installations électriques à basse tension ; • Décret du 14.11.1988, n° 88-1056, relatif à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des circuits électriques ; • Normes CEM ; • Documents DTU édités par le C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ; • Règlements du Code du Travail, Hygiène et Sécurité parus au Journal Officiel ; • Normes, règlements et prescriptions imposés par le distributeur local d'énergie électrique ; • Norme NF C 63.850, l'automate devra être conforme à cette norme ;

	NF EN ISO 13849-1 : 2008 Sécurité des Machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité.
--	--

5.2.1.2 Programme des études électricité-contrôle-commande

5.2.1.2.1 Documents de conception et notes de calcul

Notes de calcul électriques

REF	LIBELLE
228.	Les notes de calculs électriques, indique sous forme de tableau par circuit unitaire et pour tous circuits de la distribution : - La désignation du circuit ; - Le calibre et les caractéristiques de la protection ; - Le coefficient de foisonnement ; - L'intensité en ligne ; - Le mode de pose de la canalisation et la nature de l'isolant ; - L'intensité nominale de la protection et le coefficient global de réduction ; - La section et la longueur de la ligne ; - La chute de tension ; - Les courants de court-circuit monophasés et triphasés à chaque niveau de la distribution ; - La puissance installée.
229.	Un bilan de puissance est établi pour justifier des sections des conducteurs envisagés et la conservation des conditions d'alimentation du site.
230.	Cette note prend en compte les courants d'appel au démarrage des moteurs.

Notes de calcul des matériels :

REF	LIBELLE
231.	Une note de calculs de dimensionnement des actionneurs et des centrales hydrauliques est établie justifiant de : - La puissance retenue pour chaque moteur ; - Du choix du type de moteur ; - Les cycles retenus pour les phases de démarrage, ralentissement, arrêt (temps d'accélération ...) ; - Le dimensionnement des éventuels variateurs et des résistances utiles pour le fonctionnement du moteur en frein et en retenue de charge.

Analyse fonctionnelle :

REF	LIBELLE
232.	L'analyse fonctionnelle a pour but de décrire le processus de la logique de commande de l'ouvrage. Elle présente en particulier : • La liste des équipements et actionneurs commandés avec leurs spécificités de fonctionnement (démarrage, instrumentations, actions, ...) ; • La liste des équipements électriques et leurs caractéristiques (armoires électriques, atelier d'énergie, TGBT, groupe électrogène, ...) ; • La liste des équipements de contrôle commande et leur caractéristiques (armoires de commande, automates, pupitres, IHM, ...) ; • Le recensement des fonctions, leur caractérisation et leur hiérarchisation ; • La définition des actionneurs et voyants des commandes manuelles ; • La définition des modes de manœuvre ; • La définition des actions unitaires et leur commande ; • La description des modes de défaillances des principes de réactions ; • La description des sécurités, gestion des défauts et gestion des mouvements ; • La description fonctionnelle du logiciel : ○ Définition de l'arborescence et du mode de navigation ; ○ Description de chaque écran avec les reports et les fonctions disponibles ; ○ Paramètres accessibles ; ○ La gestion des utilisateurs ; ○ La protection contre les intrusions physique ou logiciel, maintenance et le suivi nécessaire ; ○ Le principe de stockage et d'horodatage des événements.
233.	Les descriptions sont appuyées par des visuels sous forme de GRAFCET.
234.	Les différents états de la « machine » sont explicités ainsi que les cycles de manœuvre. Les sécurités et les conditions de déclenchement sont définies, notamment en corrélation avec les contraintes de conception du circuit hydraulique.

Architecture des réseaux :

REF	LIBELLE
235.	L'architecture des réseaux est présentée sous forme de diagramme de réseau identifiant les matériels électrique et d'automatisme et les connexions entre eux.

5.2.1.2.2 Dessins d'exécution

Synoptiques de câblage :

REF	LIBELLE
236.	Au début des études, un schéma synoptique câblage et réseaux de distribution est établi comportant la nomenclature des câbles et qui précise le cheminement prévu.

Plans de câblage :

REF	LIBELLE
237.	Il est attendu la fourniture : • Des schémas de câblage des coffrets et armoires de distribution ; • Des nomenclatures détaillées des installations électriques, où le Titulaire indique sous forme de tableau par composant : ○ La désignation du matériel ; ○ Le repère de câblage ; ○ Le calibre ; ○ La référence du constructeur ; ○ Le constructeur du matériel. • Les carnets de câbles.

Plans d'implantation des matériels et réseaux :

REF	LIBELLE
238.	Le Titulaire transmet l'ensemble des plans d'implantation des matériels électriques.
239.	Il recense les interactions avec l'environnement, les modalités de passage des câbles et chemins de câbles, ...
240.	Il intègre les notions d'ergonomie dans la circulation des opérateurs dans les locaux, avec notamment la conservation d'un passage libre minimal de 600 mm.
241.	Les sens d'ouverture et la longueur des portes des armoires sont étudiés et représentés.

5.2.1.2.3 Programmation

REF	LIBELLE
242.	La programmation est réalisée dans les règles de l'art. Elle est cohérente avec l'analyse fonctionnelle. Les tâches complexes sont découpées en sous-ensemble fonctionnel testables indépendamment du reste du programme.
243.	Le programme est commenté. Chaque bloc fonctionnel est expliqué en français avec ces entrées, sorties et rôle.
244.	Les dénominations des variables ou alias font l'objet d'un plan de nommage cohérent. Les noms sont explicites.

245.	Le programme est indicé à partir de l'injection sur site. L'indice précise la liste de modification opérées, la date, et la personne.
-------------	---

5.2.1.3 Règles générales applicables

Ces règles représentent les attentes minimales en l'absence de toute indication spécifique.

5.2.1.3.1 Protection contre la foudre

REF	LIBELLE
246.	Les équipements sont protégés contre les surtensions provoquées par la foudre à l'aide de parafoudres implantés dans les circuits.
247.	Les normes DIN EN 62305-1 et DIN EN 62305-3 doivent être respectées.

5.2.1.3.2 Sélectivité des protections

REF	LIBELLE
248.	Le Titulaire doit respecter une sélectivité verticale par seuils et chronologique sur l'ensemble des circuits de distribution. Cette sélectivité est assurée par un choix des calibres des disjoncteurs et des dispositifs différentiels amont et aval des circuits.

5.2.1.3.3 Protections contre les surintensités

REF	LIBELLE
249.	La protection contre les surintensités est assurée exclusivement par des disjoncteurs. L'usage de fusibles est interdit.
250.	Les calibres des dispositifs de protection sont déterminés conformément aux prescriptions de la NF C15-100 et de ses additifs, et doivent permettre d'obtenir une sélectivité verticale convenable.
251.	Chaque circuit est protégé de façon omnipolaire, en fonction de sa section, contre les surcharges, les courts-circuits. Chaque appareil de protection doit posséder un pouvoir de coupure supérieur au courant de court-circuit susceptible de se produire en aval.
252.	En tout point des installations, la valeur de l'Icc est calculée conformément à la norme NF C15-100 pour un court-circuit triphasé (au niveau de chaque armoire) et pour un court-circuit monophasé entre phase et Neutre (pour les circuits terminaux).

5.3 Prescriptions d'exécution mécanique

5.3.1 Soudure

REF	LIBELLE
253.	Le procédé utilisé est le ATW suivant la norme ISO 23300-1.

5.3.2 Réglages

REF	LIBELLE
254.	La mise en œuvre mécanique demande certains réglages. Ils font l'objet d'enregistrements : • Rectitude et position des rails ; • Parallélisme des galets.

5.4 Prescriptions d'exécution électrique

5.4.1 Dispositions pour la maintenance électrique

REF	LIBELLE
255.	Les composants sont accessibles et aisément remplaçables.
256.	Les armoires doivent être facilement accessibles pour la maintenance et l'ouverture des portes doit être totale.

5.4.2 Installations électriques

REF	LIBELLE
257.	Les installations à réaliser sont conformes aux dispositions définies par les normes en vigueur, y compris leurs additifs, ainsi que les prescriptions imposées par le distributeur local d'énergie.
258.	Il est tenu compte : • Des règles de l'art en usage pour les travaux électriques industriels et avec les règles particulières applicables aux ouvrages maritimes/fluviaux ; • Des recommandations des constructeurs concernant la mise en œuvre de leurs équipements. Ces recommandations doivent être fournies au Maître d'Œuvre avec les études d'exécution ; • Des plans approuvés par le Maître d'Œuvre.

5.4.3 Câblage et repérages

5.4.3.1 Généralités

REF	LIBELLE
259.	Le câblage doit être net, solide et aussi court que possible ; on veille toutefois à laisser assez de "mou" pour pouvoir réparer les connexions cassées.
260.	On veille de plus à ce que des bornes, des fils, des arêtes vives ou surfaces rugueuses ne risquent pas de blesser les fils de câblage.
261.	Tous les appareillages ainsi que tous les conducteurs actifs sont repérés avec les couleurs conventionnelles. La couleur vert/jaune est réservée exclusivement au repérage des conducteurs de protection.
262.	Tous les conducteurs de puissance, de commande et de signalisation sont repérés à l'intérieur de l'armoire et en amont et aval du bornier. Les borniers sont repérés avec la même numérotation que les conducteurs s'y raccordant.
263.	Tout l'appareillage est repéré par étiquettes plastiques gravées dans la masse.
264.	Les phases sont repérées à l'aide de bagues portant les repères L1, L2, L3.
265.	Les fourreaux sont fermés en leurs extrémités par des bagues d'étanchéité ou par un autre moyen approprié.

5.4.3.2 Repérage des câbles

REF	LIBELLE
266.	Tous les câbles sont repérés par étiquettes plastiques gravées dans la masse.
267.	Sur chaque câble électrique, un repère est placé : • Tous les 25 mètres ; • À chaque pénétration ou sortie de chemin de câble ; • À chaque pénétration ou sortie du génie civil ; • À chaque pénétration ou sortie de fourreau, tube ou goulotte ; • À la pénétration dans les équipements, coffrets et armoires.

5.4.3.3 Dispositions vis-à-vis de la CEM

REF	LIBELLE
268.	D'une manière générale l'entreprise veille à la CEM des équipements installés et des câblages et met en œuvre les dispositions adaptées, notamment, au besoin un blindage des équipements et câbles.
269.	Les câbles de puissance et ceux utilisés pour la commande sont physiquement séparés. Ils cheminent dans des fourreaux ou dans des chemins de câbles distincts, séparés d'au moins 30 cm.

5.4.4 Boîte de raccordement

REF	LIBELLE
270.	Les boîtes de raccordement doivent répondre à la destination envisagée, adaptées à la section des câbles d'alimentation.

5.4.5 Réseau de terre.

REF	LIBELLE
271.	La valeur mesurée de la résistance de la prise de terre qui est utilisée ou implantée par l'entrepreneur doit être conforme aux valeurs définies par la norme NF C15-100.
272.	Les masses métalliques des appareils et des coffrets doivent obligatoirement être reliées à la terre et les installations répondent aux spécifications de la norme NF C15-100 au sujet de la protection des travailleurs contre les dangers présentés par les courants électriques. Il doit être évité dans le câblage des installations électroniques toute formation de boucle de masse susceptible de créer des parasites.

5.4.6 Fabrication montage

5.4.6.1 Conditions de réalisation de fabrication des armoires et coffrets

REF	LIBELLE
273.	Les armoires et coffrets sont réalisés en atelier chez l'entrepreneur ou chez un tableautier spécialisé.
274.	La réalisation doit répondre aux normes applicables sur les armoires et coffrets.
275.	L'entrepreneur doit mettre en place un système de qualité de réalisation des montages et des câblages, et fournit : • Les PV d'essais (câbles, équipements mécaniques...) ; • Les certificats de conformité des équipements approvisionnés (certificats de conformité aux normes ou directives européennes CE) ; • Contrôle fil à fil.

5.4.6.2 Accès aux ateliers de fabrication

REF	LIBELLE
276.	L'entrepreneur laisse un libre accès au Maître d'Œuvre ou ses représentants aux ateliers dans lesquels sont fabriquées les armoires pendant toute la durée de la fabrication pour inspection des éléments en cours de fabrication.
277.	L'entrepreneur doit être en mesure de démontrer à cette occasion la bonne application de ses procédures de maîtrise de la qualité de fabrication au travers de la présentation de la documentation qualité.

278.	L'ensemble des prestations nécessaires à la mise en place des armoires reste à la charge de l'entrepreneur (transport, manutention...). Il lui appartient, pendant les phases de conception, de vérifier la bonne compatibilité de montage de ces armoires sur site.
-------------	--

5.4.7 Contrôles électriques

5.4.7.1 Contrôle fil à fil

REF	LIBELLE
279.	Les armoires font l'objet d'un contrôle fil à fil après câblage. Il fait l'objet d'un PV de contrôle.

5.4.7.2 Mesure de terre

REF	LIBELLE
280.	La résistance de terre est conforme aux spécifications de la norme NF C15-100.

5.4.7.3 Raccordement des armoires

REF	LIBELLE
281.	Le raccordement des armoires nécessite une pré-validation interne de l'entreprise des bonnes conditions de montage des armoires.
282.	Durant cette pré-validation, elle s'assure que le montage est conforme aux exigences du CCTP, que le niveau d'étanchéité est respecté, que la porte et les serrures fonctionnent correctement.

5.4.7.4 Mesure de d'intensité

REF	LIBELLE
283.	L'intensité dans les deux moteurs d'un pont sera mesurée, en simultané, sur toute la course de translation aller et retour.
284.	L'essai sera renouvelé sur les deux ponts. Il vise à démontrer l'absence de point dur dans le fonctionnement mécanique.

5.5 Epreuve de charge

REF	LIBELLE
285.	Le titulaire réalisera à sa charge les essais de charge après restauration des ponts.

5.6 Conformités réglementaires

REF	LIBELLE
286.	L'entreprise doit fournir les rapports initiaux de contrôles réglementaires suivants établis par des organismes techniques accrédités : • Rapport de sécurité électrique (visite réglementaire initiale de l'installation) ; • Rapport d'épreuve et de contrôle réglementaire pour la mise en service des ponts.
287.	Les mises en conformité éventuelles soulignées dans ces rapports doivent avoir été faites avant la réception.

5.7 Formation du personnel

REF	LIBELLE
288.	A l'issue de travaux, une formation théorique et pratique sera dispensée aux opérateurs. Prévoir 2 sessions avec 4 ou 5 personnes.