

DGA TH - GTH – Val de Reuil (27)

Mise à niveau des ponts roulants

Maître d'ouvrage



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DES ARMÉES



Secrétariat général pour l'administration

Conducteur d'opération

**Etablissement du Service d'Infrastructure
de la Défense de Rennes**

Pôle conduite d'opérations RENNES 2

Quartier Margueritte – BP 14 – 35998 RENNES
Cedex 9

Partie technique 1 – Etat 0 de l'installation

Référence : VAL2101-11662-B-PT1 Etat 0

Date	Indice	Modifications	Rédacteur	Vérificateur
29/04/2021	A	Création	A. CLAUDEL	A. BOIGNÉ
28/05/2021	B	Compléments d'information dans les §.5.1, 5.1.4 et 6	A. CLAUDEL	A. BOIGNÉ

BUREAU D'ETUDES		
		
BET - MECANIQUE ET STRUCTURE Parc d'activités de Lanserre 11 Rue de la Fuye JUIGNE-SUR-LOIRE 49610 LES GARENNES SUR LOIRE Web: www.ism-engineering.com Tél: +33(0)2 41 45 70 00 Fax: +33(0)2 41 45 71 45 Email: contact@ism-inq.fr		

Tableau de mise à jour des pages du document

Indices Pages	A	B	C	D	E	Indices Pages	A	B	C	D	E
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. OBJET DU DOCUMENT	5
2. LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE	5
3. INSPECTION DE L'INSTALLATION	6
3.1 PERIMETRE DES INVESTIGATIONS	6
3.2 DEROULEMENT DES INVESTIGATIONS	6
3.3 INTERVENANTS / EFFECTIFS.....	7
4. PRESENTATION DE L'INSTALLATION.....	8
4.1 LOCALISATION	8
4.2 ORIENTATION ET IDENTIFICATION DE L'INSTALLATION	9
4.3 CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION	9
4.4 CONSTITUTION DE L'INSTALLATION	10
4.4.1 Les ponts roulants	10
4.4.2 Les rails	13
4.5 ARCHITECTURE DU CONTROLE COMMANDE	14
4.5.1 Architecture générale.....	14
4.5.2 Armoires	16
4.5.3 Dispositifs de contrôle.....	18
4.5.4 Mode de fonctionnement	21
4.5.5 Instrumentations.....	23
4.6 SYNOPTIQUE DE FONCTIONNEMENT GENERAL	25
5. DEFAUTS RENCONTRES DEPUIS MISE EN SERVICE	27
5.1 MISE EN CRABE DES PONTS ROULANTS	27
5.1.1 Rectification des rails	27
5.1.2 Remplacement des galets des sommiers	28
5.1.3 Modification des rampes de décélération des moteurs	28
5.1.4 Maintenance préventive	29
5.1.5 Bilan	31
5.2 INTERVENTION SUR LES MOTEURS DE TRANSLATION	32
5.3 INTERVENTION SUR LES RAILS	33
5.4 INTERVENTION SUR LES CABLES	35
5.5 INTERVENTION SUR LE CONTROLE COMMANDE	35
5.5.1 Problème après la mise en place des nouveaux bloc-galets.....	35
5.5.2 Mise en place d'un télémètre	36

5.5.3 Remplacement de l'automate.....	36
5.5.4 Problèmes non résolus	36
5.6 BILAN SUR LE FONCTIONNEMENT	37
6. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES	38
6.1 RELEVÉ GEOMETRIQUE DES PONTS	38
6.2 PESAGE DES APPUIS	38
6.3 MESURE DE L'INTENSITÉ DES MOTEURS ET DES TENSIONS D'ALIMENTATION	38
6.4 CONTRÔLE DES PERTURBATION ELECTROMAGNETIQUE.....	39
7. BESOIN A SATISFAIRE – CONDITIONS D'EXPLOITATION	39
7.1 CONTRAINTES ET EXIGENCES FONCTIONNELLES	39
7.1.1 Fonctions à assurer	39
7.1.2 Besoins détaillés par fonction.....	39
7.1.3 Exigences pour chaque équipement.....	40
8. ANNEXE 1 : COMPARAISONS DES DEFAUTS SUR LES RAILS.....	44

Ce document comporte 48 pages

1. Objet du document

Le présent document constitue l'état 0 des deux ponts roulants permettant la manutention des cadres du GTH. Il fait suite à notre visite du site et des installations effectuée le 31/03/2021.

Ce document a pour objectif de présenter les ponts roulants dont notamment :

- Leur fonctionnement, leurs fonctions ainsi que leurs utilisations usuelles et exceptionnelles ;
- Le type de maintenance et les travaux qu'ils ont subis ;
- Leur environnement.

2. Liste des documents de référence

[1] Le mémoire technique ISM – DEV2029-ESID35-A-mémoire technique ;

[2] Les différentes pièces du marché transmissent lors de la consultation, dont notamment :

- a. 20200326_454355_AMO_CCP valant AE_annexe 2_photos GTH.docx ;
- b. 20200326_454355_AMO_CCP valant AE_annexe 3_STF utilisateur.pdf ;
- c. 20200528_454355_AMO_CCP valant AE_annexe 1_GTH et installation.doc.

[3] Ensemble de document d'archives, dont notamment :

- a. Le DOE du changement des sommiers ;
- b. Les études sur le bâtiment GTH datant de 2014 et 2017 ;
- c. L'étude par télémétrie du bâtiment GTH datant de 2018 ;
- d. La notice d'exploitation d'origine du pont esclave : DEWET-Notice d'exploitation et d'entretien-Pont esclave – réduit.pdf ;
- e. La notice d'exploitation d'origine du pont maitre : DEWET-Notice d'exploitation et d'entretien-Pont maitre – réduit ;
- f. Le suivi de l'usure des galets depuis le remplacement des sommiers en 2016.

3. Inspection de l'installation

3.1 Périmètre des investigations

Les investigations se concentrent sur les deux ponts roulants présents dans le bâtiment du GTH.

Lors de notre venue sur site, les zones inspectées ont été les suivantes :

- La zone de commande des ponts roulants ;
- Le pont roulant maître avec un accès direct en montant par l'échelle à crinoline situé à l'amont côté Pcc. Accès visuel permettant de :
 - comprendre la structure ;
 - la transmission des charges ;
 - la composition des ponts.
- Une partie du rail de roulement : accès visuel pour constater leurs états.

3.2 Déroulement des investigations

L'intervention a eu lieu le 31 mars 2021 de 10h30 à 15h30.

La chronologie de l'intervention est la suivante :

- Présentation des installations ;
- Entretiens avec le personnel intervenant sur les ponts roulants ;
- Inspection et relevé sur le pont roulant maître et le rail situé côté Pcc à l'amont du bâtiment.

Lors de cette visite des nombreux documents ont été récupérés et analysés dans nos locaux. Les documents fournis concernant avant tout les opérations de changement des sommiers des ponts ayant eu lieu en 2016 ainsi que les relevés géométriques du bâtiment réalisés en 2014 et 2017.

3.3 Intervenants / Effectifs

REPRESENTANT		TELEPHONE	COURRIEL
MAITRISE D'OUVRAGE			
ESID de Rennes	M. David RICHARD <i>Conducteur d'Opérations au PCO de Rennes 1</i>	02.23.35.23.80	david11.richard@intradef.gouv.fr
ESID de Rennes	M. Corentin ROUGIER WAGNER	02.23.35.26.15	corentin.rougier-wagner@intradef.gouv.fr
DGA TH	M. Patrick FOURNIER <i>Responsable département tunnels</i>	02.32.59.78.09	patrick-p.fournier@intradef.gouv.fr
DGA TH	M. Damien DUGUÉ <i>Contrôleur de travaux</i>	02.32.59.78.16 06.81.67.57.12	damien.dugue@intradef.gouv.fr
ENTREPRISES			
Titulaire			
ISM INGENIERIE	M. Kévin NAUD <i>Responsable de Pôle</i>	02.41.45.95.96	nkevin@ism-ing.fr
ISM INGENIERIE	M. Adrien BOIGNÉ <i>Chargé d'affaires</i>	02.52.57.00.63 06.71.09.17.31	aboigne@ism-ing.fr
ISM INGENIERIE	M. Adrien CLAUDEL <i>Ingénieur études</i>	02.52.57.00.60	aclaudel@ism-ing.fr
ISM INGENIERIE	M. François RENAUDIN <i>Chargé d'affaires</i>	02.52.57.00.67	frenaudin@ism-ing.fr

Personnes intervenant sur site (hors personnel MOA).

4. Présentation de l'installation

4.1 Localisation

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

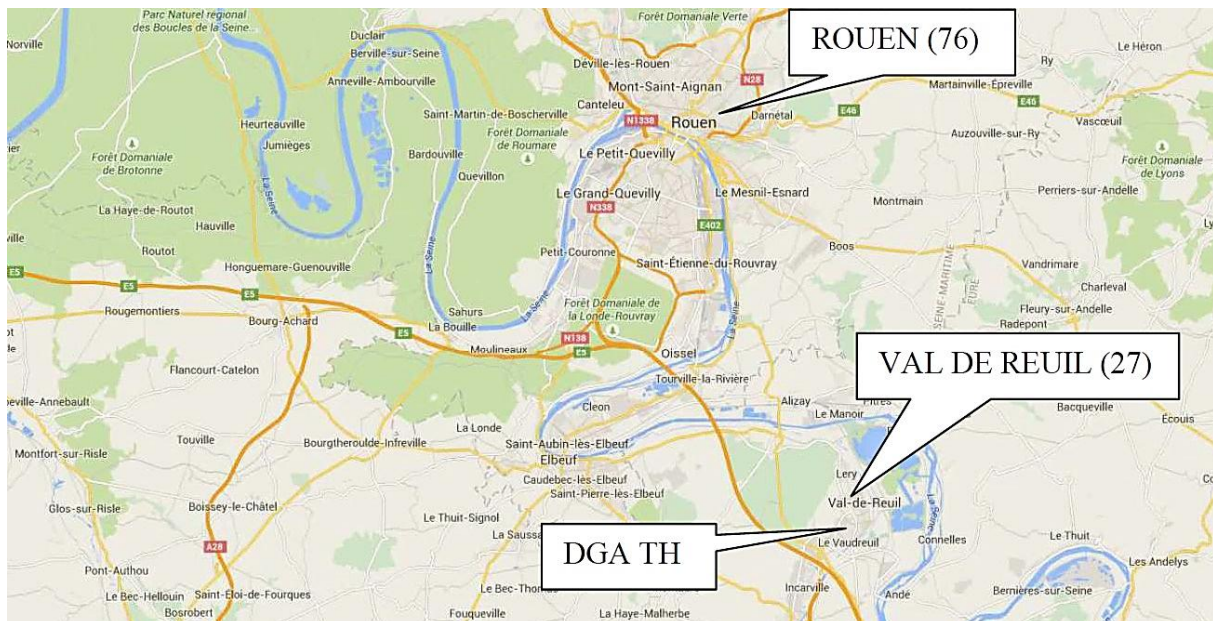


Figure 1 - Localisation du site

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

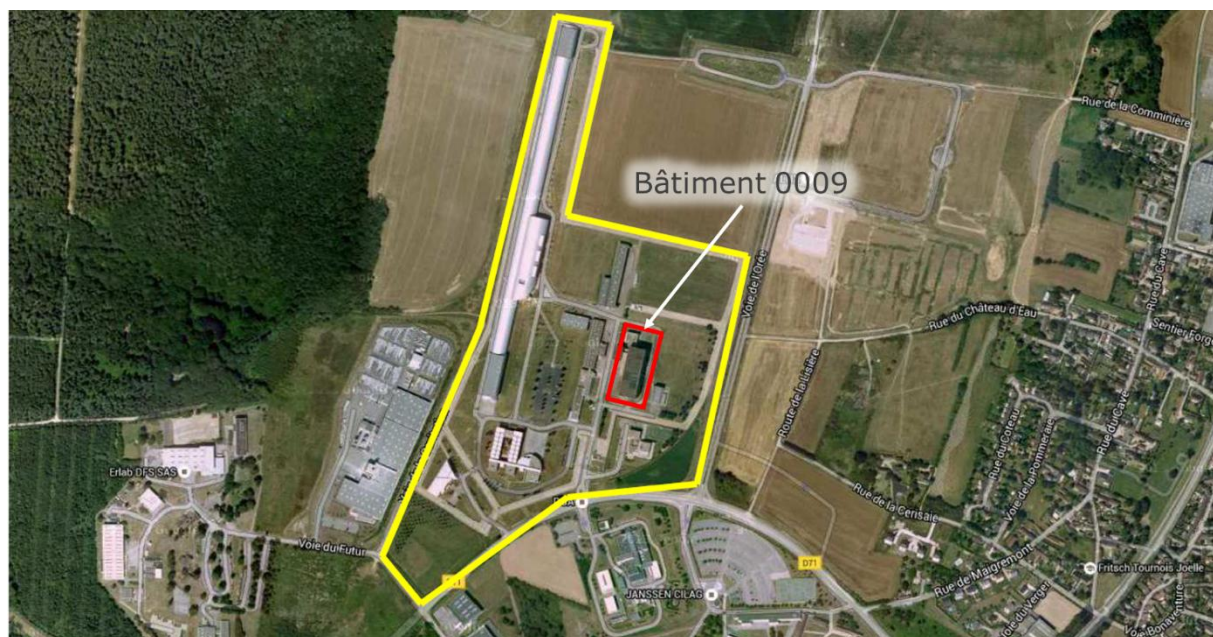


Figure 2 - Localisation du bâtiment 0009 sur le site de la DGA TH

4.2 Orientation et identification de l'installation

Dans la suite du document et de l'étude les ponts ainsi que la disposition des installations dans le bâtiment du GTH seront les suivantes :

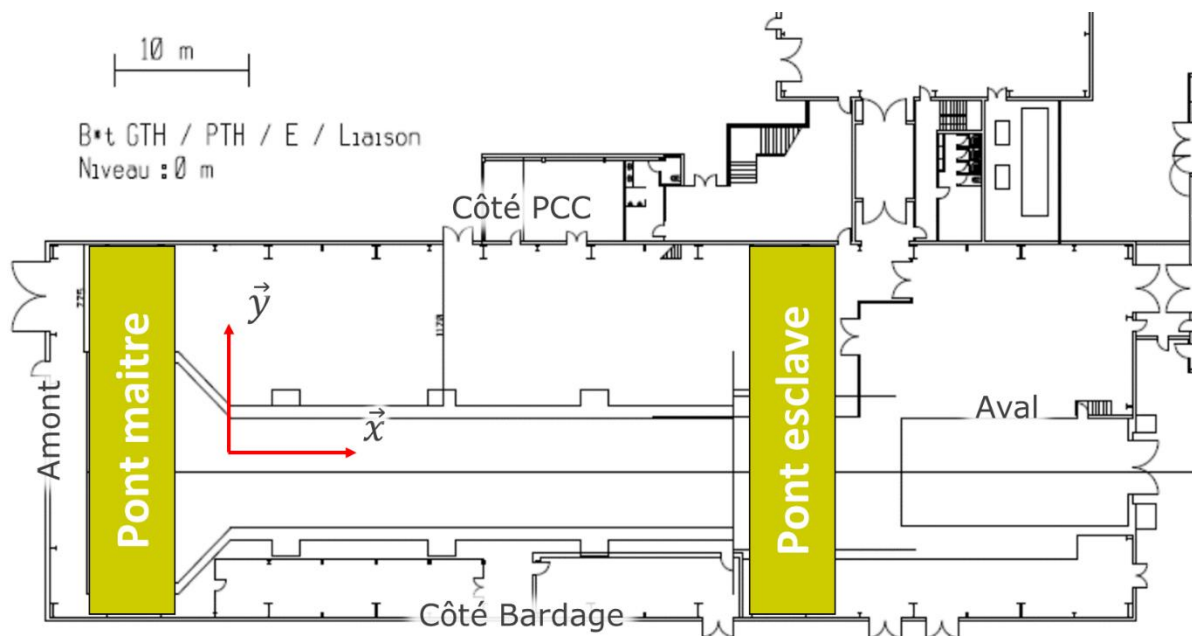


Figure 3 - Repérage et identification des installations

Les différents mouvements possibles des installations sont définis comme suit :

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

4.3 Caractéristiques de l'installation

Les ouvrages concernés par l'investigation sont les deux ponts roulants, 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 à utiliser.

Les ponts roulants sont identiques en termes de capacités et de dimensions. Ils possèdent les caractéristiques suivantes :

- Capacité : 27 t ;
- Portée : 26 m ;
- Hauteur de levage : 17 m ;
- Course : 80 mètres ;
- Vitesse de levage entre : 0.3 et 3 m/min ;
- Vitesse de chariotage entre : 0.3 et 10 m/min ;
- Vitesse en translation entre : 0.3 et 25 m/min.

L'ensemble des vitesses énoncées ci-dessus sont issues des notices d'exploitation et d'entretien d'origine. Ces vitesses ne sont aujourd'hui plus garanties.

En moyenne les ponts sont exploités 2 h/j pour la mise en œuvre du moyen d'essais. Individuellement, les ponts roulants du GTH sont utilisés pour transférer des charges comprises entre quelques centaines de kg et jusqu'à une dizaine de tonnes.

En mode « synchronisé », les charges manutentionnées sont comprises le plus souvent entre 8 et 17 tonnes, réparties sur les 2 ponts.

Pour des opérations de maintenance profonde du GTH (périodicité environ 10 ans), les ponts sont susceptibles de déplacer des charges à leur capacité maximale (2x27t).

Chaque année, les ponts roulants font l'objet de contrôles réglementaires couvrant la charge maximale autorisée.

4.4 Constitution de l'installation

4.4.1 Les ponts roulants

4.4.1.1 Poutres caisson

D'après les informations en notre possession, les ponts roulants sont du types bipoutre-caisson. Cependant l'absence de plan de détail des ponts roulants ne permet pas de connaître avec précision la constitution interne des poutres caisson.

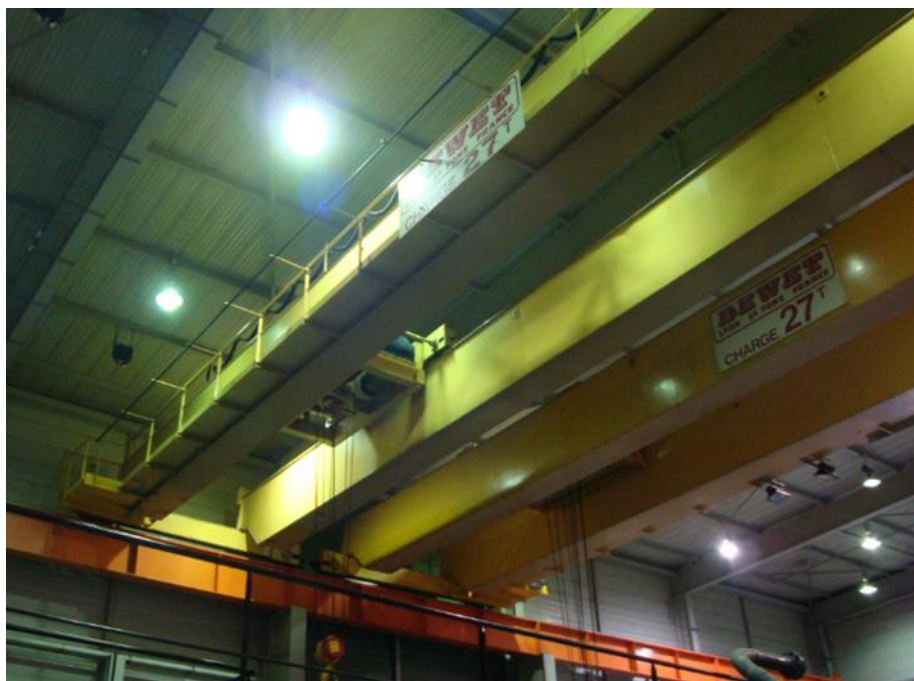


Figure 4 - Vue d'ensemble des 2 ponts

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 donc positionnées au niveau de la poutre amont pour le pont maitre et de la poutre aval pour le pont esclave. 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 DRS. 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 3).



Figure 5 - Dispositif de réglage d'un système porte galet

NOTA : les défauts rencontrés et travaux d'améliorations ayant eu lieu sur l'installation sont détaillés dans les paragraphes 5.1 à 5.4.

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 maitre 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.

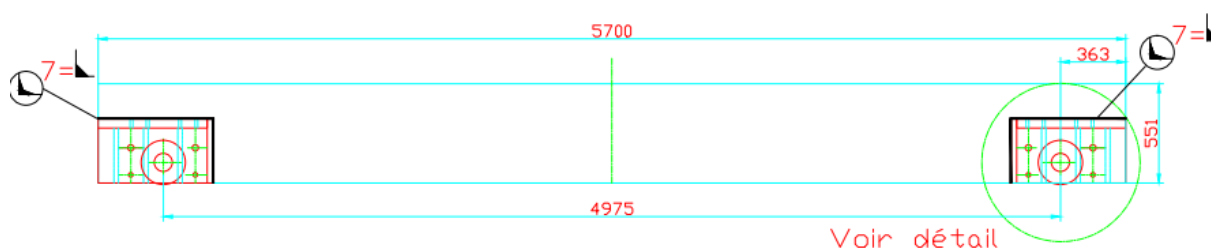


Figure 6 - Entraxe galets

4.4.1.2 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.

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.

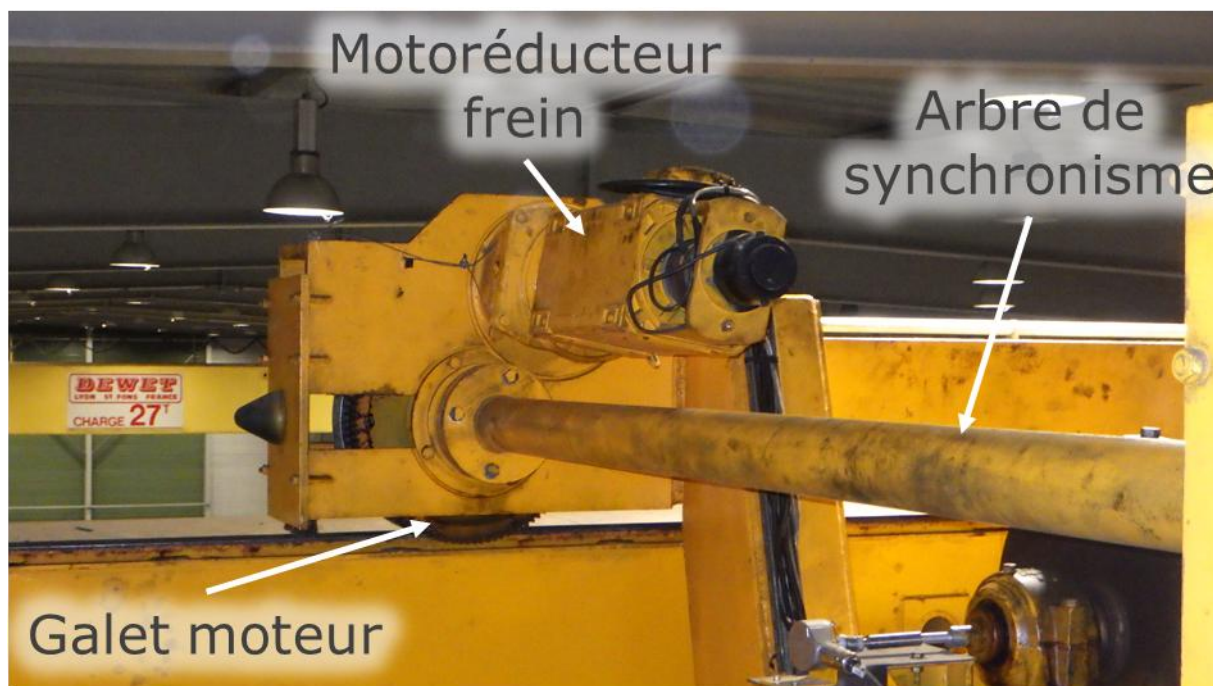


Figure 7 - Galet moteur du chariot (pont maitre)

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 le FEM (équivalence ISO : M3).

4.4.1.3 Equipements annexes

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



Figure 8 - Eclairage présent sur le pont maitre côté PCC

4.4.2 Les rails

Les ponts roulants cheminent sur des rails, de type Burbach n°3. Ils sont assemblés par soudage. D'après les constats faits par le personnel de la DGA, il semblerait que la finition de l'assemblage des rails n'est pas toujours soignée et favoriserait l'apparition de trottoir.

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

4.5 Architecture du contrôle commande

4.5.1 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 leur propres capteurs de fin de course à croix montés directement sur les sommiers des ponts.

L'architecture générale du contrôle commande est la suivante :

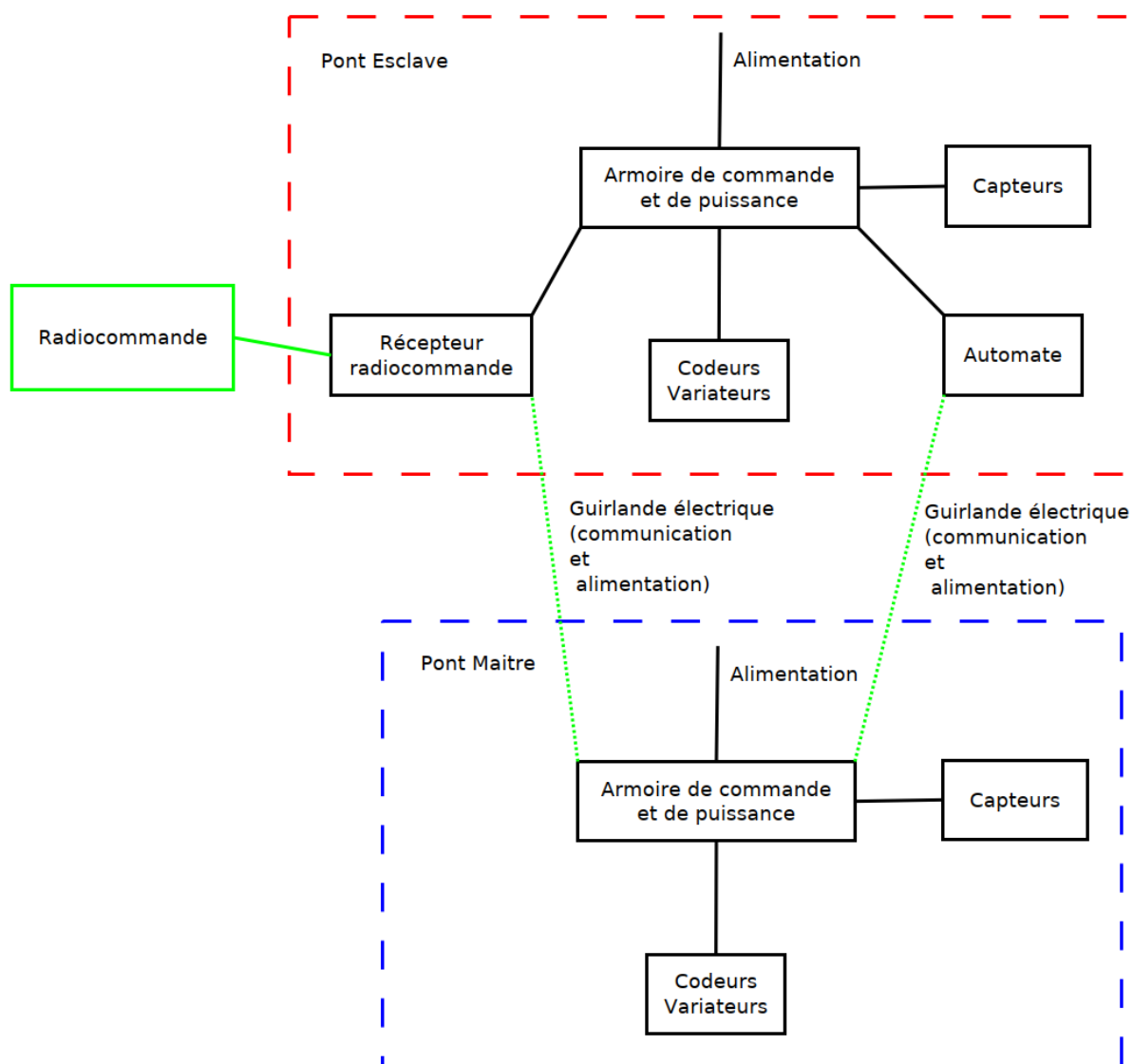


Figure 9 - Architecture générale de la partie contrôle commande

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 :

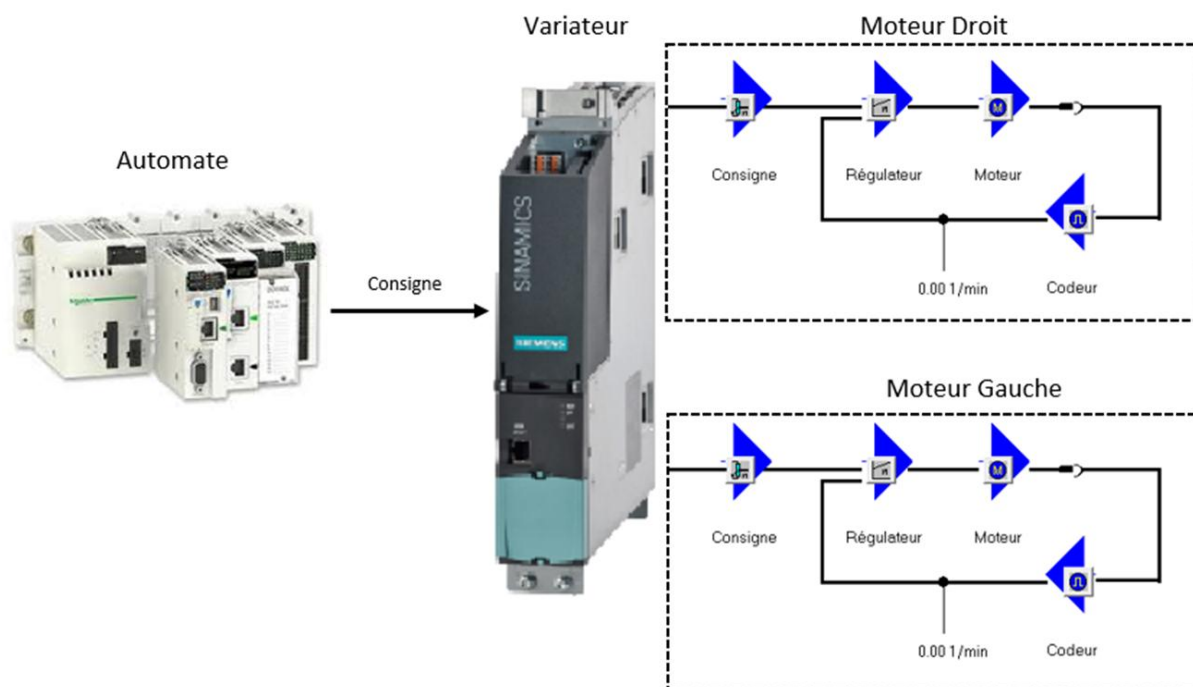


Figure 10 - Principe de régulation des moteurs

Comme l'indique le schéma de principe ci-dessus, le double motor module, 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 relative de la position de chaque galet. **Ainsi, le système n'est pas configuré pour vérifier la distance réelle parcourue par les roues motrices d'un même pont.**

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 11 - Balai à charbon présent sur le pont maitrea

4.5.2 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 :

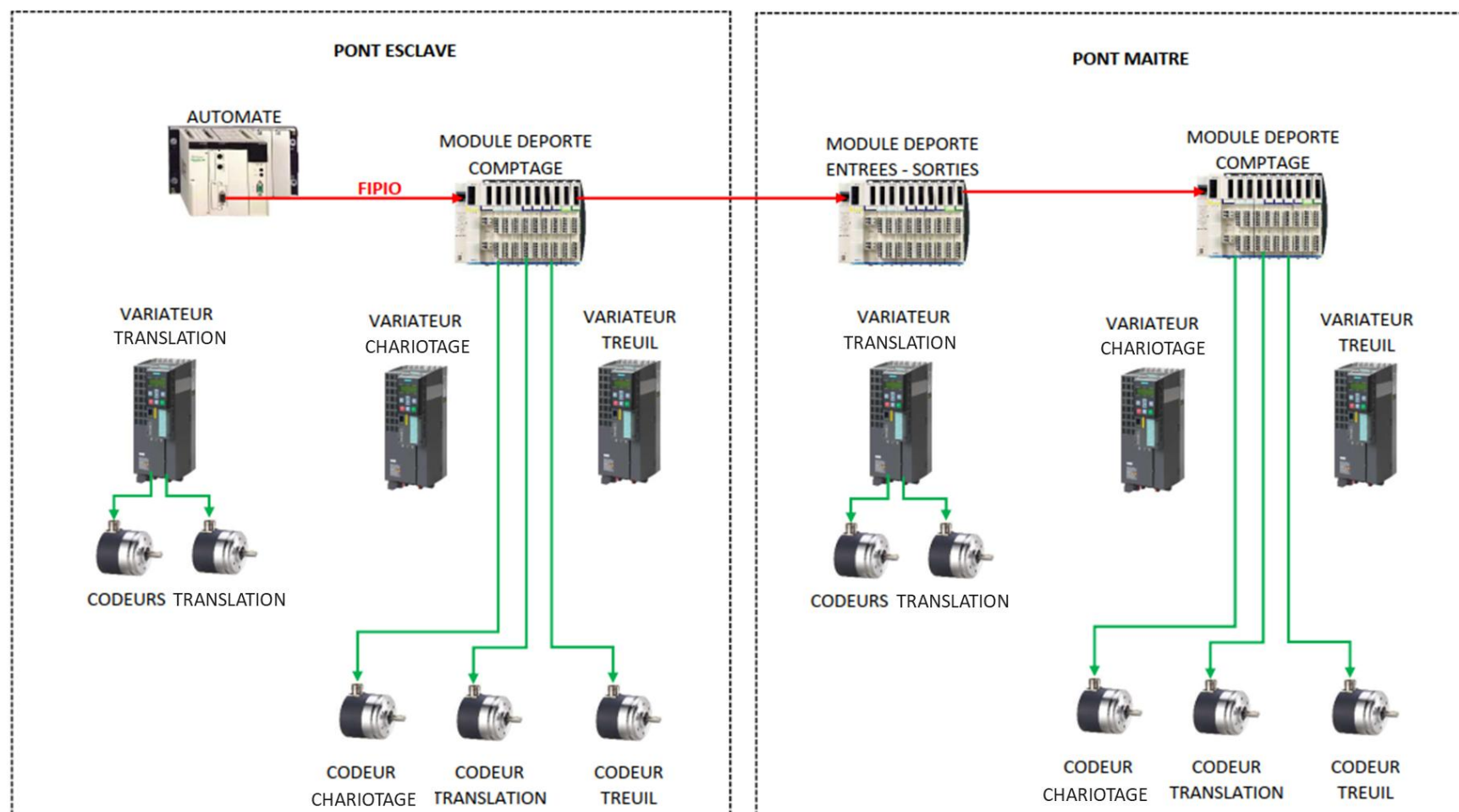


Figure 12 - Schéma de l'architecture de commande

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.

4.5.3 Dispositifs de contrôle

4.5.3.1 Radiocommandes

4.5.3.1.1 Principe de fonctionnement

Les ponts sont pilotés par radiocommande directement depuis le sol.

Deux 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.

4.5.3.1.2 Pilotage



Figure 13 - Vue d'ensemble d'une radiocommande

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

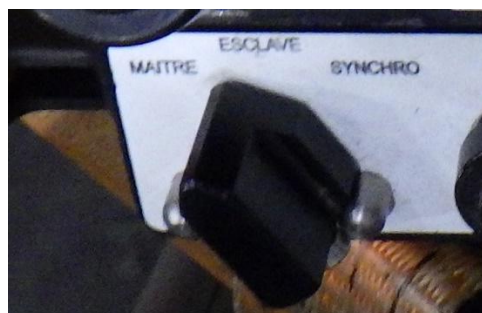
La mise sous tension de la radiocommande se fait en tournant la clef.



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.



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.



NOTA : Ce dispositif est continuellement shunter pour des raisons de praticités.

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.

4.5.3.1.3 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.

Il ressort des échanges ayant eu lieu lors de notre inspection que ce dispositif peut être contraignant notamment lors des opérations de démontage des couvercles car l'opérateur doit se pencher pour dévisser la boulonnerie.

4.5.3.2 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.

Toujours d'après ces documents, les boîtes sont montées sur équilibreur Baron 30 FI.

Toutefois, notre inspection sur site n'a pas révélé la présence d'un tel équipement. De plus, il ressort des échanges ayant eu avec le personnel de la DGA intervenant sur les installations que ce type d'équipement n'a jamais été mis en place sur les ponts roulants.

4.5.3.3 Dispositif de sécurités

4.5.3.3.1 Anticollision

Un dispositif d'anticollision est présent sur chacun des ponts.

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

Les cellules de détection sont en place sur le dessus des poutres caissons intérieures.

Bien que continuellement shuntés, ces dispositifs sont encore fonctionnels.

4.5.3.3.2 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.

4.5.4 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.

4.5.4.1 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.

Le dispositif d'anticollision est réalisé par une cellule photoélectrique d'après les notices d'exploitation et d'entretien des ponts.

La valeur de déclenchement de ce dispositif n'est à ce jour pas connue.

Cependant, il ressort des échanges avec le personnel de la DGA que ce dispositif est aujourd'hui jugé trop contraignant et est ainsi continuellement shunté (id. désactivé). Le risque de collision en cas de mauvaise manipulation est donc existant.

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. Un problème récurrent soulevé par les exploitants du GTH est l'existence d'un décalage entre la consigne de commande et l'action réalisée par le pont. Ces problèmes sont avant tout vrais avec le pont maître (mais existent également sur le pont esclave).

Le remplacement récent des radiocommandes et du récepteur n'a pas apporté d'amélioration significative face à ce problème. La liaison par câble vieillissante peut être l'une des explications à ces défauts.

4.5.4.2 Mode synchronisation

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

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).

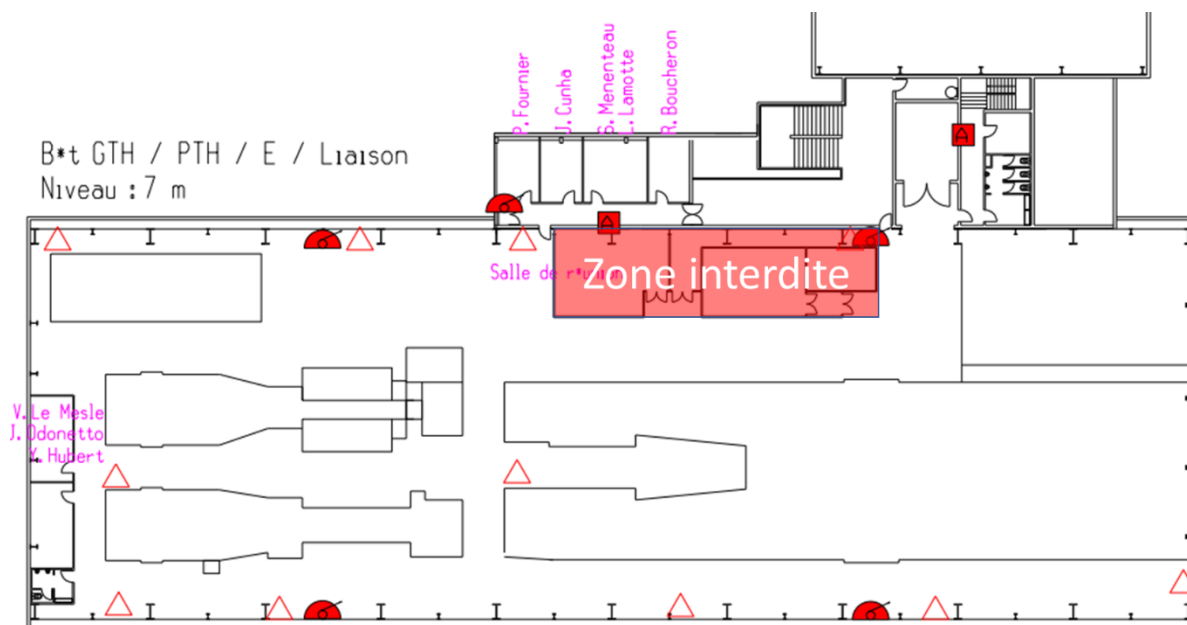
La synchronisation du mouvement de translation, se fait à l'aide d'un télémètre (réf. : FR55-RLAP, fabricant : Sensopart) mis en place lors de travaux récents. L'information renvoyée par le télémètre est directement traitée par l'automate qui pilote les variateurs des moteurs de translation des sommiers.

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. L'étendu de mesure de télémètre est de 0.3 à 70 m.

Le télémètre mesure l'écart entre les deux ponts en un point uniquement côté PCC. De ce fait, côté bardage les ponts peuvent se rapprocher ou s'éloigner sans être « repérés » par l'automate. Et ainsi entrainer une mise en crabe des ponts.

4.5.5 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.

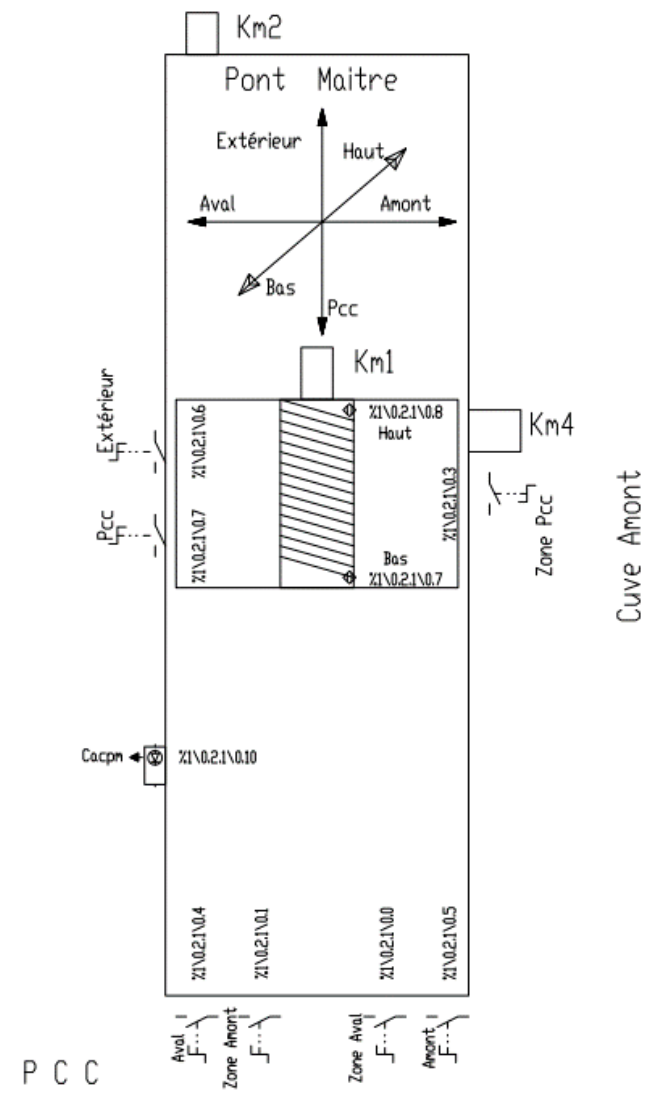
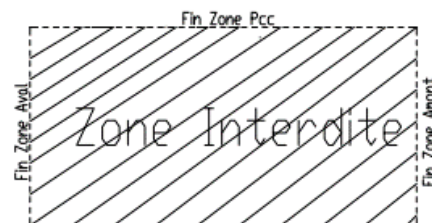
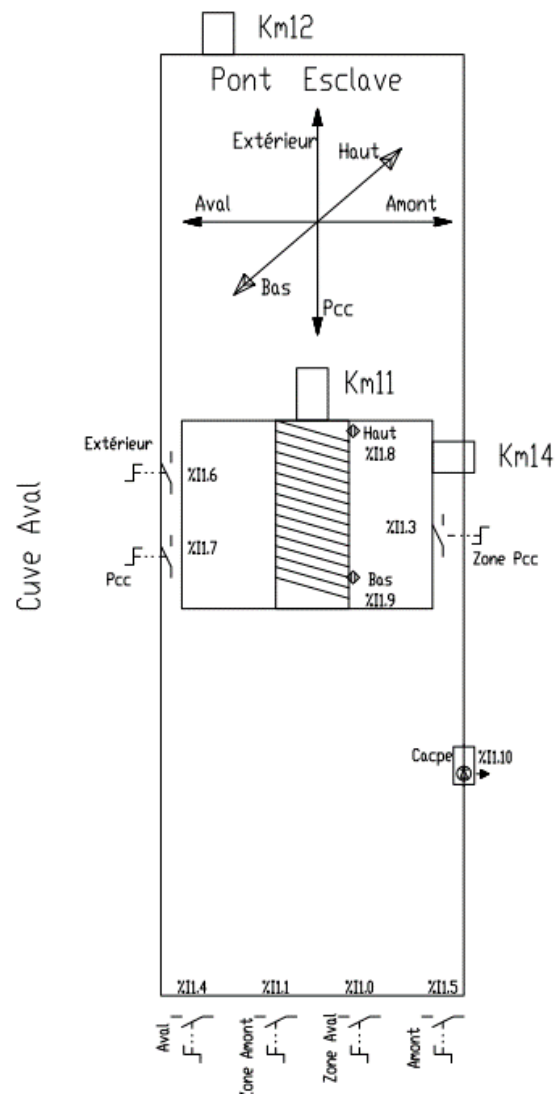
Les zones mortes et de fins de course sont délimitées par des taquets d'engagement directement fixé sur la semelle supérieure des poutres PRS recevant les rails et sur le dessus des poutres caissons. Des croisillons (capteur à croix) fixés sur les ponts et sur les chariots treuils s'engagent sur ces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



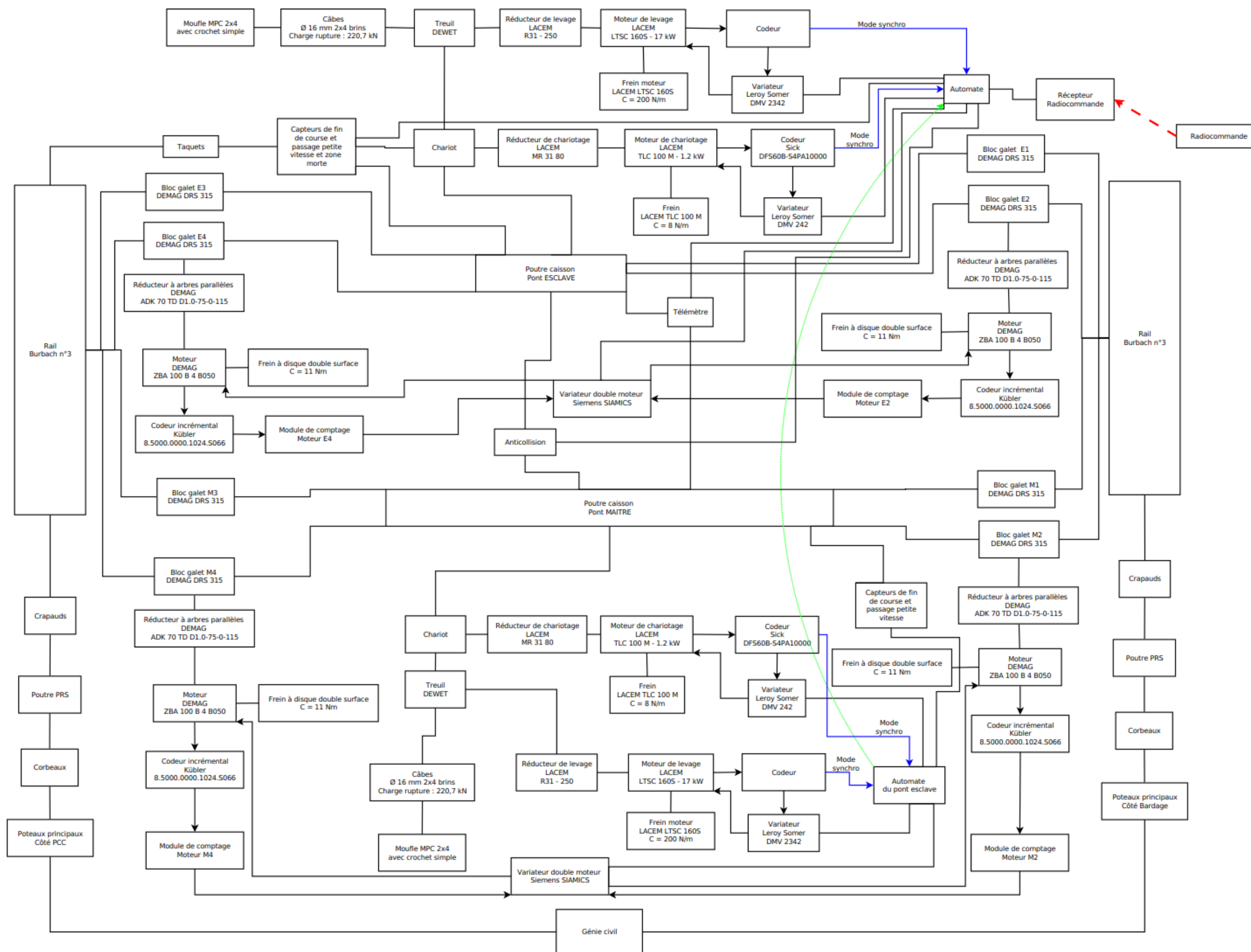
Les croissillons présents sur les ponts sont visibles sur les photos ci-dessous.



Figure 14 - Croissillon présent au niveau du pont maitre (à gauche : chariot et à droite : sommier)

4.6 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.



5. Défauts rencontrés depuis mise en service

Ce chapitre aborde l'ensemble des défauts connus, à notre niveau et survenus sur l'installation depuis sa mise en service. Il aborde, également, les travaux mise en œuvre pour résoudre les problèmes rencontrés.

5.1 Mise en crabe des ponts roulants

Un premier défaut récurant est la mise en crabe des ponts.

Ce phénomène de mise en crabe entraine des frottements importants entre les joues des galets et les rails ainsi qu'un blocage temporaire du pont en fin de déplacement puis un sursaut lié au recentrage « forcé » du pont. Cela s'accompagne généralement de bruits plus ou moins importants.



Figure 15 - Contact de la joue d'un galet avec un rail et présence importante de limaille (image extraite de [2]a)

Pour résoudre ces défauts, la DGA a entrepris de nombreux diagnostics et travaux correctifs.

5.1.1 Rectification des rails

Un premier relevé technique des rail et des galets a eu lieu en juin 2006. Ce relevé réalisé par la société APÉLEV, a mis en évidence de nombreux défauts de positionnement des rails et des galets. Suite à ces constats, la société à préconisée la réalisation des opérations suivantes :

- Remplacement des crapauds de fixation cassés ;
- Repositionnement des rails pour corriger leur portée ;
- Correction, par meulage, des jonctions entre les rails ;
- Repositionnement des sommiers et des galets.

Suite à cette analyse des travaux de repositionnement des chemins de roulement ont été réalisés en 2008 par la société Lamblin. Les relevés planimétrique fournis dans le compte rendu de ces travaux montre qu'il n'y a que très peu de différence entre les relevés avant et après travaux.

5.1.2 Remplacement des galets des sommiers

En 2014 de nouveaux relevés géométriques sur les positions des galets des deux ponts roulants ont été réalisés par la société Konecranes. Les conclusions de ces rapports ont montré des défauts importants d'équerrage, d'alignement ainsi que des angles de carrossage. Les valeurs de ces défauts sont hors tolérances. Suite à ces constats la société Konecranes a préconisé le remplacement des galets par des bloc-galets réglables pour les ajuster au mieux.

Suite à ces éléments, la DGA a entrepris, en 2016, des travaux de remplacement des galets sur les deux ponts. Les galets non réglables en place ont été remplacés par des blocs galets réglables (du fabricant DEMAG) uniquement suivant l'axe de chariotage (Y).

Les relevés géométriques effectués avant la remise en service des ponts roulants (réalisés par AltiGeo) ont montré que le positionnement des blocs-galets était conforme vis-à-vis des exigences utilisées préalablement par la société Konecranes. **Cependant, les défauts liés à la mise en crabe des ponts n'ont pas disparu.**

Les ponts ont continué de fonctionner en l'état jusqu'en 2018 et le remplacement de l'automate.

5.1.3 Modification des rampes de décélération des moteurs

Une nouvelle piste a été explorée courant 2018 lors du remplacement de l'automate devenu obsolète.

Lors de l'intervention du fournisseur pour la mise en place du nouvel automate, il a été constaté que les pentes de décélération des moteurs de translation n'étaient pas uniformes. Par conséquent, en fin de manœuvre les deux moteurs de translation du pont pouvaient fonctionner à des vitesses différentes et favoriser la mise en crabe du pont.

L'uniformisation des pentes a permis de nettement diminuer les bruits et les blocages récurrents.

La maintenance préventive mise en place sur les galets avec le contrôle de l'épaisseur des joues montre que des frottements restent malgré tout toujours présents.

5.1.4 Maintenance préventive

Un relevé périodique (visible ci-dessous) de l'usure des joues des galets a été mis en place par le personnel de la DGA.

Côtes épaisseur des joues en sortie d'usine sur galet Ø 315 : 20 mm

Valeur limite pour l'épaisseur de joue sur galet Ø 315 : 11mm

pas d'évolution depuis le début des relevés

N° galet		épaisseur joue intérieure (mm)								
Date des relevés		11/04/2018	29/05/2018	26/10/2018	28/01/2019	01/04/2019	01/06/2019	23/08/2019	23/01/2020	31/08/2020
Pont Esclave	01 moteur	17.50	pas d'évolution, GTH à l'arrêt		17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50
	2	18.20			18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.00
	03 moteur	18.80			18.70	18.50	18.20	18.20	18.20	18.20
	4	19.50			19.30	19.00	19.00	19.00	18.80	18.80
Pont Maître	5	19.00			18.80	18.50	18.50	18.40	18.40	18.40
	06 moteur	18.50			18.50	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50
	07 moteur	18.50			18.50	18.50	18.00	18.00	18.00	18.00
	8	18.30			18.30	18.30	18.30	18.30	18.20	18.20

Figure 16 - Relevé de l'épaisseur des joues intérieures des galets (source DGA)

N° galet		épaisseur joue extérieure (mm)								
Date des relevés		11/04/2018	29/05/2018	26/10/2018	28/01/2019	01/04/2019	01/06/2019	23/08/2019	23/01/2020	31/08/2020
Pont Esclave	01 moteur	18.00	pas d'évolution, GTH à l'arrêt		18.00	18.00	17.50	17.50	17.50	17.30
	2	17.00			16.80	16.50	16.00	16.00	16.00	16.00
	03 moteur	14.90			14.70	14.40	14.20	14.20	14.20	14.20
	4	18.60			18.60	18.60	18.00	18.00	18.00	18.00
Pont Maître	5	17.70			17.70	17.70	17.50	17.50	17.40	17.40
	06 moteur	14.00			14.00	14.00	13.90	13.80	13.80	13.60
	07 moteur	17.30			17.30	17.30	17.00	16.90	16.90	16.90
	8	16.60			16.40	16.25	16.00	16.00	16.00	15.80

Figure 17 - Relevé de l'épaisseur des joues extérieures des galets (source DGA)

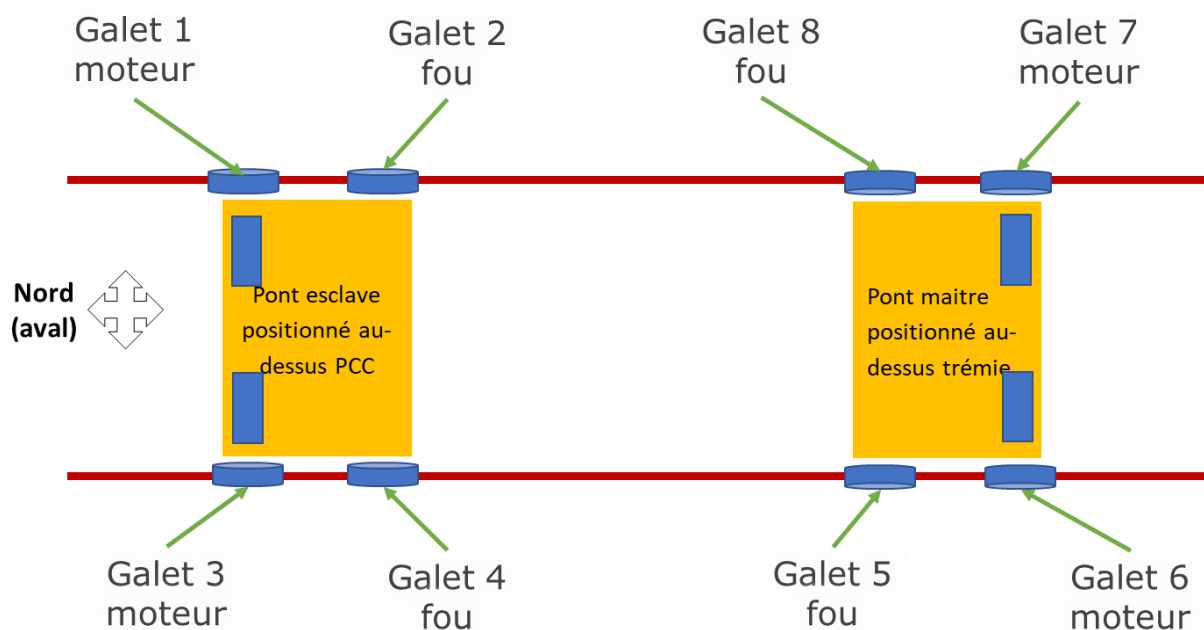


Figure 18 - Identification des galets

Bien que l'évolution des pertes d'épaisseurs sur les joues des galets soit ralentie depuis le remplacement des pentes de décélération (cf. §. 5.1.3), l'analyse des relevés permet de voir que le frottement des joues des galets se fait notamment au niveau des joues extérieures.

Sur le pont esclave les usures sont avant tout prononcées sur les joues extérieures du galet moteur 3 et du galet fou 2. L'usure de ces galets diagonalement opposés est signe que le pont se met en crabe au cours de son fonctionnement.

Sur le pont maître, le même phénomène est observé avec une usure prépondérante sur les joues extérieures des galets 6 et 8.

Au regard de ces relevés la position des ponts est la suivante :



Figure 19 - Représentation schématique de la mise en crabe des ponts (représentation accentuée)

Les constats faits sur site confirment le positionnement du pont maitre.



*Figure 20 - Position des galets du pont maitre lors de notre inspection
(à gauche : galet n°5, à droite : galet n°6)*

Il ressort de nos entretiens avec le personnel de la DGA que le positionnement en crabe des ponts est également observable par les pontiers lors du rapprochement des ponts pour fonctionner en mode synchronisé (ponts côté bardage plus proche que côté PCC).

5.1.5 Bilan

Les différentes opérations réalisées sur les sommiers et les moteurs de translation ont contribuées à diminuer les phénomènes de mise en crabe des ponts sans pour autant les éliminer totalement. Des modifications sont donc à prévoir pour éliminer ce risque.

De notre point de vue, la raideur élevée des ponts en torsions (bi-poutre caissonnée) associée aux imperfections géométriques des rails peuvent entraîner la perte d'adhérence d'un galet moteur. Un sommier avance ainsi plus que le second et le pont se met en crabe. Par ailleurs, le contrôle commande actuel ne gère absolument pas la mise en crabe. De ce point de vue, le guidage est purement mécanique par contact entre les joues des galets et le flanc des rails.

5.2 Intervention sur les moteurs de translation

La mise en crabe quasi permanente des ponts en fonctionnement, a particulièrement malmenée la nouvelle motorisation depuis sa mise en service en 2016. En effet, le fonctionnement avec un frottement permanent des joues des galets sur les flancs des rails a engendré des efforts parasites importants pour lesquels les moteurs n'étaient pas dimensionnés. Cela a ainsi provoqué des surchauffes anormales des moteurs. **Les caractéristiques des moteurs peuvent donc ne plus être garanties.**

Lors des essais de manœuvres effectués fin mai 2018, le moteur de translation côté PCC (moteur du galet 6) du pont maitre était extrêmement chaud. Ce moteur entraine le galet le plus endommagé par les frottements. Suite à ces constats, le moteur a été remplacé en juillet 2018.

A cette même période, le variateur du pont maitre a, lui aussi, montré des signes de défaillance en se mettant en sécurité lors des démarrages.

L'existence des défauts de mise en crabe étant toujours présente le risque de surchauffe des moteurs est donc toujours possible et à surveiller.

A la suite d'une vérification effectuée en juillet 2018, il a été constaté que le frein de sécurité, du pont maitre, voilé, frottait par intermittence sur l'arbre moteur. Il a donc été changé.

5.3 Intervention sur les rails

Comme pour les ponts roulants, un relevé géométrique des rails a été effectué par la société Konecranes fin 2014. Ces relevés ont été comparés aux tolérances de déformations de Konecranes, qui sont les suivantes :

- Portée : ± 7.5 mm ;
- Alignement des rails : ± 10 mm ;
- Niveau des rails : ± 10 mm.

Généralement ce type d'installation est normé par la FEM. Les tolérances préconisées par la FEM sont identiques à celles de Konecranes pour les défauts d'alignement des rails et de niveau des rails. Cependant , la F.E.M fixe la tolérance sur la portée à : $\Delta_s = \pm 5,75$ mm

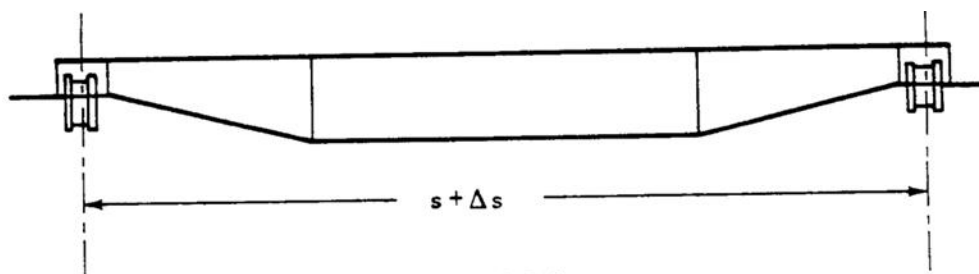


Figure 8.2.2.1.

1 - Le plus grand écart Δs sur l'écartement s est :

pour $s \leq 15$ m : $\Delta s = \pm 3$ mm

pour $s > 15$ m : $\Delta s = [3 + 0,25 \cdot (s-15)]$ mm (max. ± 25 mm)

(s est à exprimer en m)

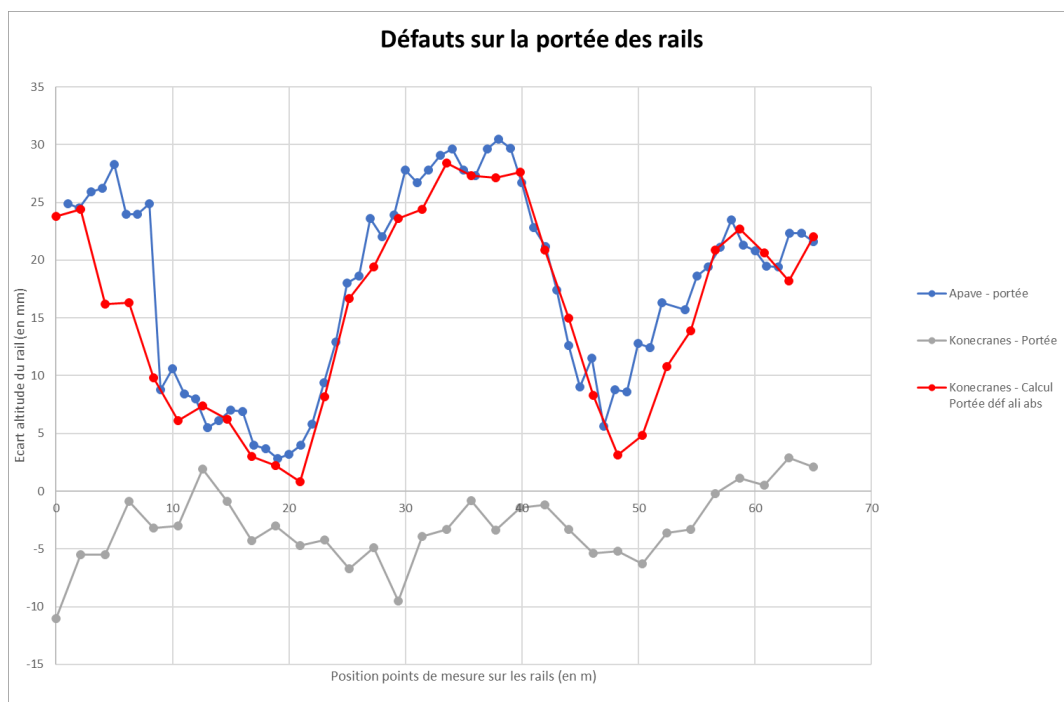
(voir figure 8.2.2.1.)

Figure 21 - Extrait de la FEM §.8.2.3

La modification de la tolérance sur la portée fait passer uniquement deux valeurs supplémentaires hors tolérances. Les conclusions émises dans ce rapport restent donc vraies.

En conclusion, ce rapport d'analyse recommande un certain nombre de réglage à effectuer au niveau des rails notamment pour corriger les défauts sur la portée.

Les rails ont fait l'objet de nouveaux relevés en 2017 par l'APAVE qui a déclaré le chemin de roulement hors tolérances avec des défauts d'écartement des rails très importants (défauts sur la portée pouvant atteindre 30 mm pour une tolérance de 5.75 mm). Toutefois, ces valeurs d'écartement ont été calculées en additionnant les valeurs de défaut absolu d'alignement horizontal des rails mesurés sur site par l'APAVE et ne représentent pas forcément la portée réelle entre les rails.



Le graphique ci-dessus montre qu'en additionnant les valeurs absolues des défauts d'alignement mesurés sur les rails par Konecranes, nous obtenons des défauts sur la portée des rails (courbe **rouge**) similaires à ceux donnés par l'Apave (courbe **bleue**). Cependant ces défauts sont totalement différents de l'écart réel existant sur la portée mesuré par Konecranes (courbe **grise**). Les conclusions « alarmiste » du rapport d'inspection réalisé par l'Apave sont donc à prendre avec précaution.

Les rails présentent, malgré tout, des valeurs hors tolérances pouvant engendrer des défauts de fonctionnement. Des mesures correctives sont à mettre en œuvre (remplacement des rails, recalage des rails, ...). Ces mesures seront étudiées lors de l'étude de faisabilité.

L'ensemble des graphiques comparant les valeurs des deux relevés géométriques effectués sur les rails est disponible en Annexe 1 : Comparaisons des défauts sur les rails.

D'après le document [2]c, un réalignement et une rectification des rails ont été réalisés en 2015. Toutefois, comme le montre l'ensemble des graphiques comparatifs les défauts mesurés en 2017 par l'Apave sur les rails sont sensiblement identiques à ceux déjà présents en 2015. Cela laisse donc penser que les opérations sur les rails n'ont pas été réalisées en 2015.

NOTA : Après échange avec le personnel de la DGA, il s'avère que des opérations de réalignement des rails ont bien eu lieu mais en 2008 (travaux réalisés par la société LAMBLIN). Ces opérations font suite à la réalisation d'un relevé géométrique des rails effectué en 2006.

Il a été constaté lors de notre inspection, que le rail côté PCC présente un chanfrein en partie extérieure sur tout le linéaire accessible. Aucune trace de ce défaut ou d'une telle opération sur le rail n'ont été retrouvées sur les documents en notre possession. Toutefois, il est courant de réaliser un chanfrein au niveau des arrondis des rails afin de faire passer le rayon présent au niveau de la joue du galet. De plus, l'état de surface de la zone chanfreinée indique qu'il a été obtenu par usinage et non par frottement.



Figure 22 - Vue du chanfrein présent sur le rail

Lorsque les deux ponts roulants sont utilisés en synchronisation à pleine charge les bruits sont sensiblement réduits.

5.4 Intervention sur les câbles

Les câbles de levage des ponts maitre et esclave ont été remplacés lors d'intervention de maintenance ayant eu lieu entre 2016 et 2017.

Avant ces opérations de remplacement le pont esclave avait été déclassé par mesure de sécurité avec une nouvelle CMU de 15t.

Lors de ces opérations de remplacement les chariots ont été entièrement révisés. Aucune anomalie n'a été détectée durant ces révisions.

5.5 Intervention sur le contrôle commande

Au cours de ces dernières années, de nombreuses interventions, remplacements de composants et modifications ont été réalisés sur le contrôle commande des ponts roulants.

Par ordre chronologique les travaux entrepris sur le contrôle commande sont les suivants :

5.5.1 Problème après la mise en place des nouveaux bloc-galets

Lors des tests précédant la remise en service des ponts, il a été constaté en mode synchronisé un arrêt inopiné du pont esclave uniquement. Le pont maitre qui a continué sa course est alors entré en collision avec le pont esclave à l'arrêt.

L'analyse du programme de l'automate réalisée par la société Electric Motor, a montré que ce défaut était lié à la régulation du PID gérant l'écart des ponts. En effet, en mode synchronisé l'écartement des ponts était contrôlé par des codeurs directement fixés sur les galets fous. Cependant suite au remplacement des sommiers les nouveaux galets ont un diamètre plus faible. Les compteurs tournent donc plus vite et le nombre de points maximum est atteint avant la fin de la course des ponts en perturbant la régulation PID.

Pour résoudre ce problème le programme automate a été modifié pour intégrer une remise à zéro des compteurs d'impulsions lorsque les codeurs approchent des limites.

5.5.2 Mise en place d'un télémètre

Bien que les modifications réalisées sur le programme de l'automate ont permis d'éliminer les problèmes d'arrêt inopiné et de collision des ponts, un problème de dérive importante est apparu, toujours au cours des déplacements en mode synchronisé.

Ce problème est lié, à :

- la position des codeurs installé sur les galets fous, qui ne sont pas en permanence en contact sur les rails et donc ne tournent pas en permanence ;
- la remise à zéro des cartes de comptage (cf. §. 5.5.1) en cours de déplacement des ponts roulants. Avec cette procédure l'écartement d'origine est remplacé par l'écartement du moment.

Pour résoudre ce problème, la solution de suivi de la distance des ponts, en mode synchronisé, par compteur sur les galets fous a été abandonnée et remplacée par un télémètre.

Ce dispositif donne aujourd'hui pleine satisfaction. Cependant le télémètre est mis en place uniquement côté PCC et ne contrôle donc pas l'écart réellement présent côté bardage. Le risque de mise en crabe des ponts ne peut donc pas être évité avec ce dispositif en mode synchronisé.

5.5.3 Remplacement de l'automate

Lors de la réalisation du diagnostic amenant à la mise en place du télémètre, il a été constaté que l'automate en place (TSX57) était d'ancienne génération et en fin de commercialisation.

L'automate a donc été remplacé par une automate Schneider BMX P34 de nouvelle génération.

Le remplacement de l'automate a impliqué le remplacement des modules déportés STB et des câbles de liaisons. En effet le protocole FIPIO (initialement en place) n'est pas reconduit sur les nouveaux automates.

5.5.4 Problèmes non résolus

5.5.4.1 Perte du signal commande

L'un des problèmes récurant est la perte du signal des radios commandes lors du pilotage des ponts (maitre et esclave). Cette perte de signal entraine fréquemment des arrêts de mouvement ainsi qu'une impossibilité de mise en mouvement du pont.

Malgré le remplacement des radiocommandes et du récepteur se trouvant sur le pont esclave, les problèmes n'ont pas disparu et restent présents.

Les câbles de commande faisant la liaison entre le pont esclave et le pont maitre sont une origine probable à ces problèmes de signal. Le remplacement de ces câbles sera à prévoir dans la suite de l'étude. Cependant, cela n'explique pas la présence de ces défauts sur le pont esclave.

5.5.4.2 Détection anticollision

Le dispositif de détection anticollision ne permet pas un rapprochement suffisant des ponts pour fonctionner en mode synchronisé.

Pour éviter l'apparition de ce défaut, le dispositif d'anticollision est continuellement shunté et n'est donc plus opérationnel.

Une remise en état du dispositif avec un aménagement de son fonctionnement.

5.5.4.3 Déclenchement des zones de petite vitesse

Il ressort des échanges avec les opérateurs de la DGA que les zones de déclenchement de la petite vitesse sont trop loin de la zone de stockage des toits de veine. Ainsi ces zones ne peuvent pas être atteintes sans « contournement » des détecteurs (arrivée en grande vitesse avec le pont pour profiter de l'inertie du pont pour aller le plus loin possible).

De plus, la petite vitesse est jugée trop lente par les pontiers.

Un recalage des capteurs, une augmentation de la petite vitesse, ou une variation plus progressive de la vitesse jusqu'à la fin de course permettront, dans la mesure du possible, de diminuer ces contraintes d'exploitation.

5.6 Bilan sur le fonctionnement

Les différents travaux entrepris sur les ponts roulants vont dans le bon sens et ont permis de fiabiliser l'installation.

Cependant des travaux d'améliorations sur les équipements en place sont encore à prévoir pour notamment :

- Supprimer la mise en crabe des ponts ;
- Régler les problèmes de pilotage des ponts ;
- Améliorer le dispositif de détection anticollision ;
- Régler les rails.

En plus de ces opérations de maintenance curatives, des travaux visant à satisfaire les nouveaux besoins exprimés dans le chapitre 7 seront à mettre en place. L'ensemble de ces travaux seront discutés lors de l'étude de faisabilité.

6. Investigations complémentaires

Afin de pouvoir réaliser une étude de faisabilité (PT1 – EIF de notre mission d'AMO) cohérente avec les besoins exprimés et les installations existantes, les investigations complémentaires suivantes sont à prévoir.

6.1 Relevé géométrique des ponts

Tout d'abord, le manque d'information sur l'architecture des poutres-caisson des ponts ne permet pas de connaître les grandeurs caractéristiques de ces éléments, dont notamment le module de torsion et de flexion.

De par sa conception un pont roulant est équivalent à un quadrilatère sur 4 appuis (chaque galet représente un appui). Pour garantir le maintien en contact de l'ensemble des appuis, il faut que le quadrilatère se déforme d'une certaine valeur. Cette déformation admissible dépend du module de torsion de la pièce.

La connaissance du module de torsion des poutres ainsi que des défauts d'altitudes des rails permettront de voir si les galets restent continuellement en contact sur les rails ou si au contraire ils se retrouvent délestés.

Un relevé géométrique de la structure des poutres-caisson des ponts est donc à prévoir avant la réalisation de l'étude de faisabilité.

6.2 Pesage des appuis

En plus des défauts d'altitude des rails pouvant engendrer un délestage de l'un des galets, un gauchissement (déformation) des ponts peut aussi expliquer l'apparition de cette anomalie. En effet, si les 4 galets d'un pont ne sont pas dans le même plan formé par le parfait positionnement des rails, la force d'appui au niveau des galets sera différente.

Le contrôle des éventuelles déformations des ponts passe par un pesage des appuis. Cette mesure est à réaliser sur chacun des ponts dans deux positions différentes. De plus, l'altitude des rails est à mesurer au droit des points de pesage afin de connaître et de pouvoir déduire les éventuels défauts de niveau influant sur les mesures de pesage des appuis.

6.3 Mesure de l'intensité des moteurs et des tensions d'alimentation

Afin de pouvoir identifier les éventuels phénomènes de délestage d'un moteur ou au contraire un durcissement de la manœuvre, un relevé de l'intensité des moteurs de translations (présents sur les galets moteurs) est à réaliser sur plusieurs manœuvres sur les deux ponts. L'exploitation des graphiques et notamment des variations obtenues permettra d'identifier l'existence ou non de ces phénomènes.

De plus, la perte des signaux d'alimentation entraînant des arrêts de fonctionnement peut avoir plusieurs origines comme l'indique le §. 5.5.4.1. L'une des causes possibles peut-être la présence de microcoupure au niveau des circuits d'alimentation. Pour contrôler cette possibilité un relevé des tensions au niveau : de l'alimentation générale (sur les 3 phases),

du transformateurs 380/48V de l'armoire générale et de l'alimentation 24 Vcc sont à réaliser sur les deux ponts.

6.4 Contrôle des perturbation électromagnétique

Cette investigation est motivée par les problèmes récurrents de la perte du signal des radios commandes lors du pilotage des ponts (maitre et esclave). Cette perte de signal entraine fréquemment des arrêts de mouvement ainsi qu'une impossibilité de mise en mouvement du pont.

Malgré le remplacement des radiocommandes et du récepteur se trouvant sur le pont esclave, les problèmes n'ont pas disparu et restent présents.

7. Besoin à satisfaire – Conditions d'exploitation

Ce chapitre vise à définir les contraintes et exigences imposées aux équipements de l'installation objet du programme de l'opération.

Afin d'identifier l'origine des différentes propositions établies dans la suite du paragraphe, le code couleur suivant est mis en place :

- Fonctionnement / Exigence existante ;
- **Fonctionnement / Exigence proposé par la DGA (cf. [2]b) ;**
- **Fonctionnement / Exigence proposé par ISM.**

7.1 Contraintes et exigences fonctionnelles

7.1.1 Fonctions à assurer

- Assurer la manutention d'objet dans le bâtiment du GTH ;

7.1.2 Besoins détaillés par fonction

- Disposer de vitesse de déplacement (translation, chariotage et levage) variable ;
- Balayer l'ensemble de la surface du bâtiment en évitant les zones mortes ;
- Pouvoir effectuer des mouvements simultanées (levage/chariotage ou levage/translation) ;
- Avoir des mouvements précis de l'ordre du cm (positionnement des toits des veines) ;
- Avoir un freinage « doux » pour limiter le ballonnement de la charge ;
- Pouvoir utiliser les ponts en mode synchronisé pour les fortes charges ou colis encombrants ;

- Pouvoir rapprocher suffisamment les ponts pour utiliser les crochets sur une même pièce ;
- Contrôler l'écartement des ponts en continu pour conserver la distance entre crochet constante ;
- Assurer l'ensemble des mouvements (translation, chariotage et levage) entre les 2 ponts de manière simultanée.
- Avoir un suivi de la position des ponts très précis ;

7.1.3 Exigences pour chaque équipement

7.1.3.1 Ponts roulants

Grandeurs caractéristiques générales des ponts	
E1.	Charge maximale des ponts 27 T
E2.	Portée entre rail 26 m
E3.	Les courses de déplacement des ponts sont de : • Course de translation : 75 m ; • Course de chariotage : 25 m ; • Course de levage : 17 m.
E4.	Les positions extrêmes des crochets des ponts sont : • Levage : de 0.4m (par rapport au sol du niveau 0) à 16.5m ; • Translation : accès jusqu'à au moins 3.7m de la face avant des piliers Aval pour le pont esclave et Amont maître ; • Chariotage : accès jusqu'à au moins 1.50m de la face avant des piliers des murs Ouest et Est.
E5.	Les vitesses de déplacement doivent être ajustables, par action sur une commande de type joystick, en continu pour les gammes minimales suivantes : • 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.
E6.	En phase finale de manutention, le positionnement des crochets est ajustable selon les 3 axes de déplacements à mieux que : • Levage : ± 1 mm ; • Chariotage : ± 3 mm ; • Translation : ± 5 mm.
Mouvement de translation des ponts	
E7.	Un dispositif de contrôle référencé par rapport au bâtiment doit permettre de connaître la position des ponts en temps réel.
E8.	Les sommiers d'un même pont sont asservis en position l'un par rapport à l'autre (pour contrôler la mise en crabe) et par rapport au bâtiment.
E9.	Le retour d'information des codeurs sera fiabilisé pour correspondre au déplacement réel du sommier qu'il instrumente.

Durée de vie	
E10.	Durée de vie à viser : 50 ans Fréquence de manœuvre : en moyenne 2h/jour quotidiennement

7.1.3.2 Contrôle commande

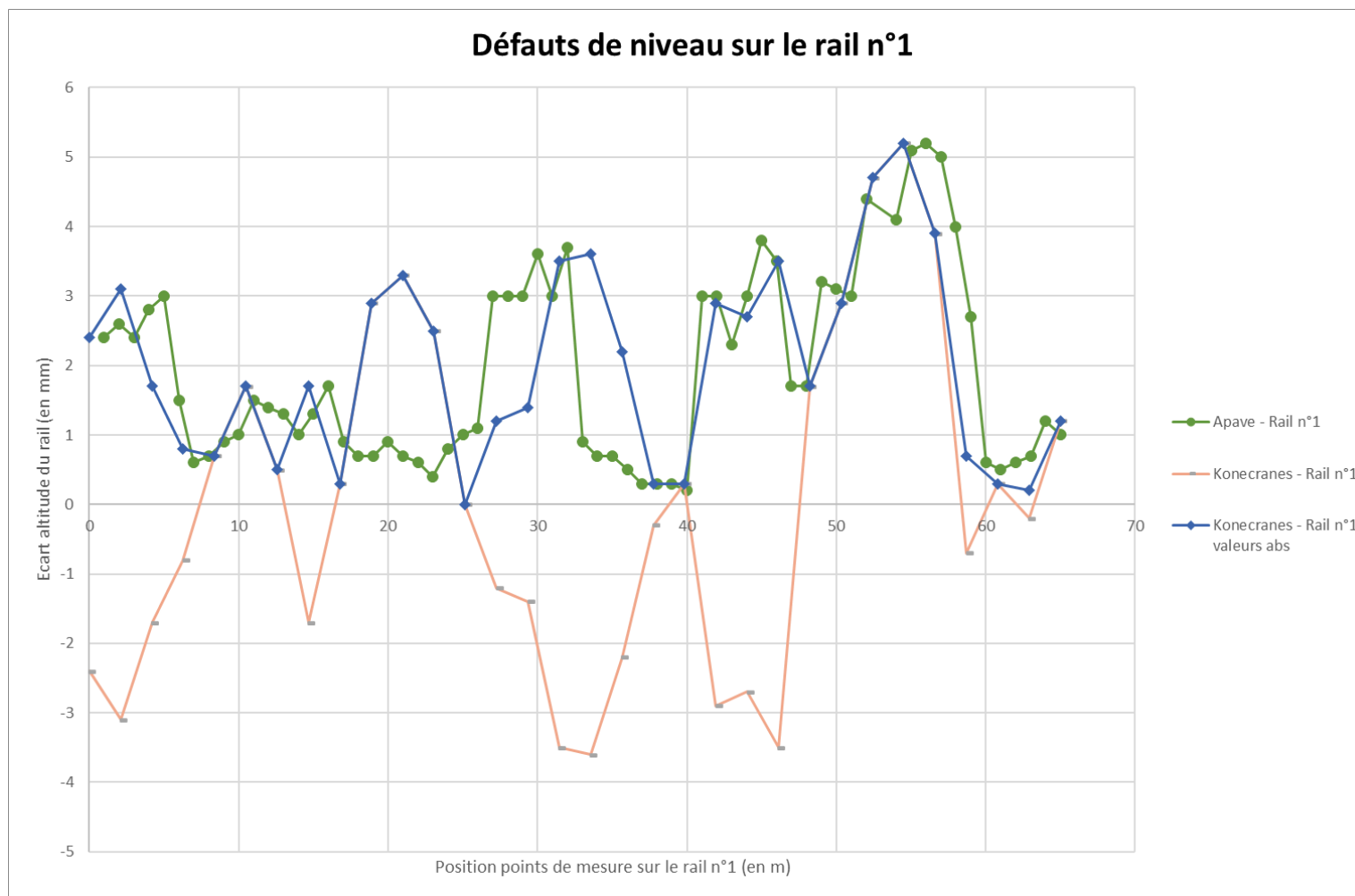
Variation des vitesses des mouvements	
E11.	Les vitesses de mouvement sont pilotées par variateur
E12.	Lors de l'activation d'un mouvement, la consigne de vitesse doit être égale à 0.0
E13.	La variation de vitesse du mouvement peut être soit appliquée sur un seul mouvement ou simultanément sur 2 axes de déplacements (chariotage/levage ou translation/levage)
E14.	La commande de vitesse est différente de celle de sélection du mouvement
Instrumentation	
E15.	Des capteurs de fin de course sont présents pour tous les mouvements. Des capteurs mécaniques sont à privilégier.
E16.	Des zones mortes sont définies (au-dessus des bureaux). Le mouvement s'arrête automatiquement avant qu'un pont ne pénètre dans une zone morte. En mode synchro, les mouvements des 2 ponts sont arrêtés simultanément.
Fonctionnement en mode synchronisé	
E17.	En phase finale de manutention, le positionnement des crochets est ajustable selon les 3 axes de déplacements à mieux que : • Levage : ± 1 mm ; • Chariotage : ± 3 mm ; • Translation : ± 5 mm.
E18.	En mode synchronisé, les ponts exécutent simultanément les ordres transmis par l'opérateur. La position du pont esclave est calée en permanence par rapport à celle du pont maître.
E19.	La précision de positionnement relatif des crochets est, a minima, de : • Levage : ± 10 mm ; • Chariotage : ± 25 mm ; • Translation : ± 50 mm.
E20.	Dans ce mode de fonctionnement le rapprochement des sommiers doit permettre une distance entre crochet inférieure à 6m.
E21.	En mode synchronisé la distance entre les ponts est contrôlée en continu et maintenue avec une tolérance de régulation de 1 cm.

Dispositifs de sécurité	
E22.	Le risque de collision entre les ponts est contrôlé par un dispositif de sécurité qui arrête la manœuvre d'un pont en cas de rapprochement trop important.
E23.	Le déplacement des ponts doit être perpendiculaire par rapport au chemin de roulement.
E24.	Pour tenir compte des contraintes de positionnement des zones de montage, les ponts doivent arrêter leur course au plus près des butées de fin de course.
E25.	La rampe de décélération de la vitesse automatiquement appliquée doit être ajustée pour limiter le balancement des charges.
E26.	La réduction de vitesse doit également prendre en compte l'arrêt sur évitement des zones interdites.
E27.	De nouvelles zones interdites peuvent être paramétrées par le personnel de la DGA TH.
E28.	Les défauts sont à remonter sur un afficheur accessible afin de faciliter la compréhension des pannes ou défaillances et ainsi faciliter la maintenance
Pilotage	
E29.	Les ponts sont pilotés à partir d'une télécommande sans fils. Une télécommande peut aussi bien servir pour le pilotage du pont maître, esclave ou les deux en mode synchronisé.
E30.	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
E31.	La portée des radiocommandes doit couvrir l'ensemble du bâtiment du GTH
E32.	Afin de faciliter les opérations de transfert des charges, des positions de référence (zones veines, montages, obturateurs) peuvent être mémorisées dans le système par les utilisateurs (au minimum en X Y).
E33.	Les mouvements en X et Y peuvent être effectués simultanément.
E34.	Les vitesses des 3 mouvements (suivant X, Y et Z) peuvent être ajustées indépendamment
Mode de fonctionnement de secours	
E35.	Chacun des ponts doit disposer d'un mode de fonctionnement dégradé (utilisé uniquement en cas de besoin exceptionnel)
E36.	Le dispositif de commande de secours doit permettre au pontier de suivre la charge et de pouvoir se déplacer tout autour du GTH.
E37.	Disposer d'un système de repli en cas de coupure de l'alimentation électrique permettant de sortir le pont d'une position dangereuse ou à risque.
Uniformisation	
E38.	Les nouveaux éléments du contrôle commande doivent être maintenus et commercialisés pendant 10 ans après mise en place sur l'installation
E39.	Le contrôle commande doit être maintenable par un électromécanicien sans certification ou formation.
E40.	Les variateurs de vitesse doivent être uniformisés.

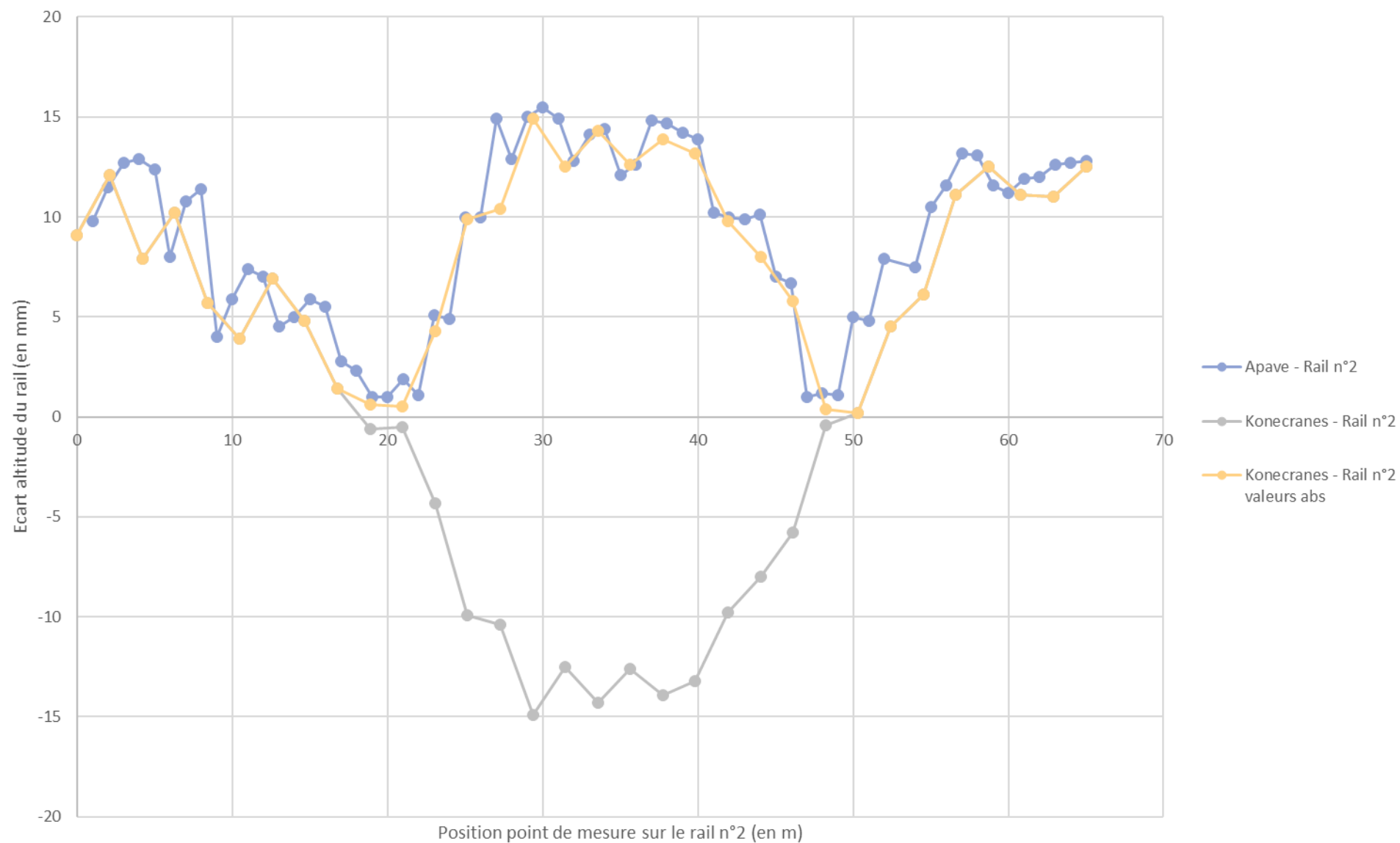
7.1.3.3 Equipements annexes

Contrôle de la charge	
E41.	Chacun des ponts doit disposer d'un limiteur de charge
E42.	Un dispositif de mesure de mesure de charge est à installer sur chacun des ponts. La précision est le 1% de la charge soulevée La valeur de la mesure est renvoyée sur la télécommande ou affichée sur le pont et lisible à 30 m.
Eclairage	
E43.	La luminosité sous la zone occupée par les ponts est à améliorer par rapport à la situation actuelle avec la mise en place de lampes sous la face inférieure des poutres caisson des ponts.
E44.	L'intensité de l'éclairage doit être adaptable : • 200 LUX au démarrage du pont ; • 300 LUX en fonctionnement au niveau de la charge.

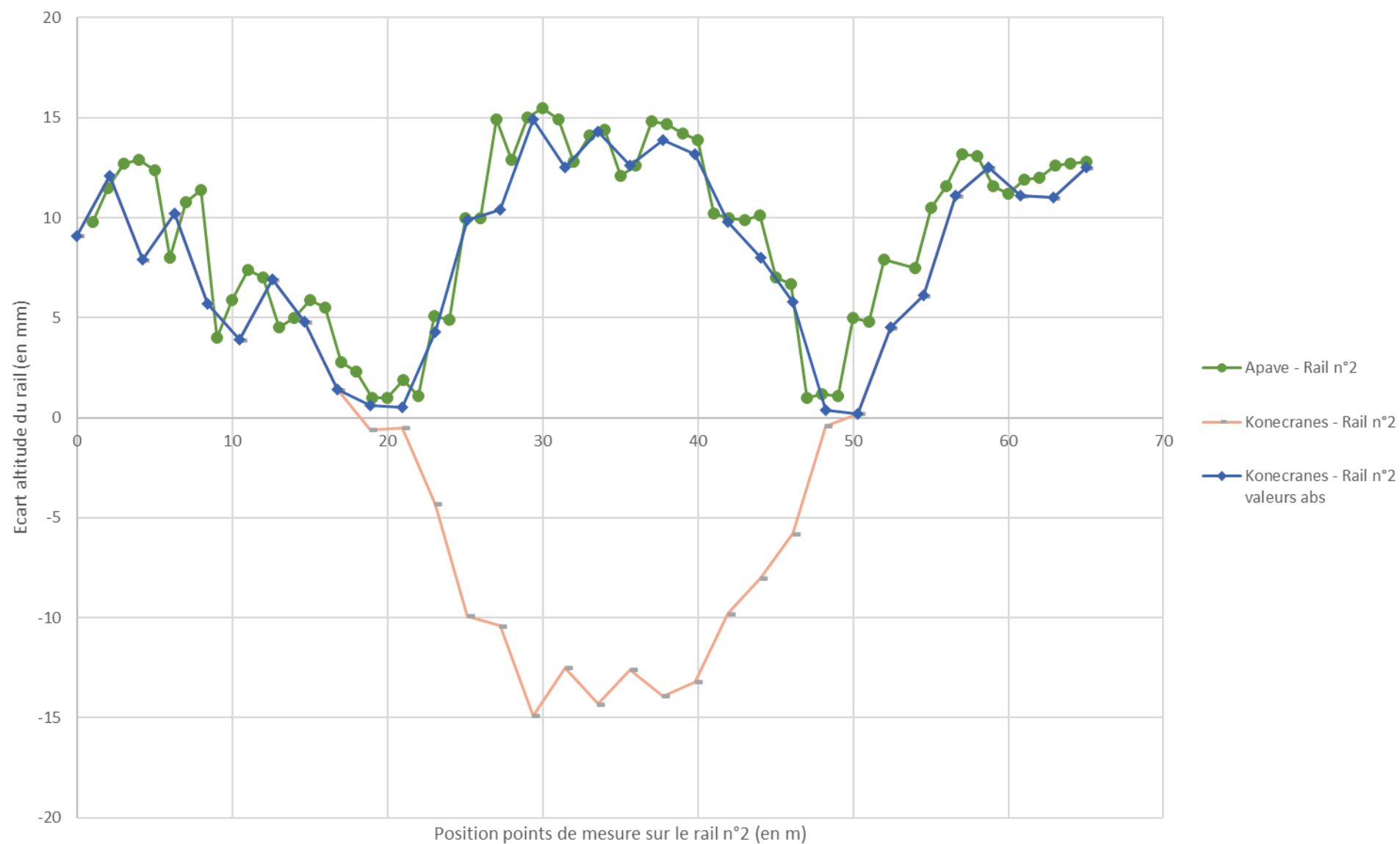
8. Annexe 1 : Comparaisons des défauts sur les rails



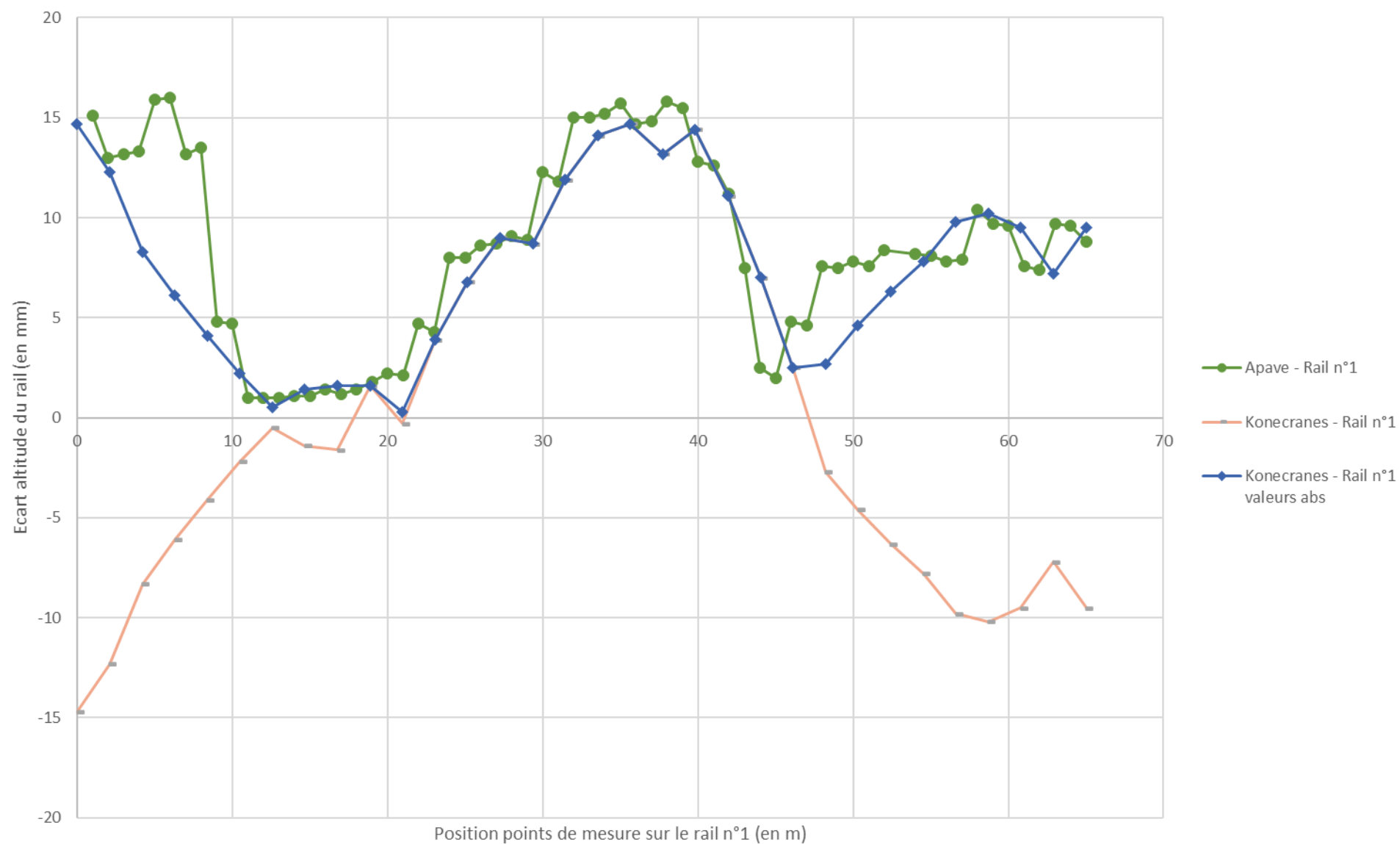
Défauts de niveau sur le rail n°2



Défauts d'alignement sur le rail n°2



Défauts d'alignement sur le rail n°1



Défauts sur la portée des rails

