

Serge ROCHA da FONSECA
Ingénieur Conseil

Mob

E-mail: srdfmc@free.fr

Libourne, le samedi 7 janvier 2012

OBJET : Rapport d'activité de [REDACTED] à [REDACTED] 2011

Bonjour à tous,

Ces derniers mois d'activité ont été consacrés au support opérationnel des équipes sur site en ce concentrant sur une série de problèmes d'appoints liés aux installations. La recherche d'un nouvel intervenant¹ mécanique et flexible pour la zone deux² est relancée. Les résultats liés à analyse du palonnier vous sont soumis ici de manière partielle.

Nous fournissons par ailleurs la liste du stock actualisé conjointement avec vos équipes qui est désormais sous un format numérisé³ aisément évolutif.

L'outil de travail collaboratif sous la forme du fichier Excel⁴ rassemble de nouveau l'ensemble des informations mises à jour.

Vous trouverez dans ce qui suit le rapport d'activité de la période du [REDACTED]

Cordialement,

Serge Rocha da Fonseca

¹ [REDACTED] reste injoignable mais, rassurons-nous, [REDACTED] semble à l'évidence bien portant !

² STN1

³ Document destiné à être joint à toute communication avec RiVd relative à une intervention

⁴ Fichier « Maintenance.xls » en pces jointe

RAPPORT D'ACTIVITE POUR LA PERIODE DU [REDACTED]

OBJET : MAINTENANCE Z2 / ANALYSE D'UN DYSFONCTIONNEMENTS / MOTEURS ELECTRIQUES EN Z2-1 / DEFORMEE DU PALONNIER (BIS)

1. PLANNING DE PRESENCE

PAS DE PLANNING SUR LA PERIODE

2. DESCRIPTION**a. Maintenance Z2**

La maintenance annuelle a été effectuée en Août 2011 hors période d'utilisation du tunnel de lavage.

Des essais de mises en ligne en présence de l'intervenant⁵ ont été imposés en fin d'intervention afin de pallier à tout incident similaire à ceux rencontrés l'année précédente.

Certains dysfonctionnements doivent cependant être soulignés :

- Pas de remplacement des bagues d'axe tambour (cf. rapport 1007-08-09-10-11 chap IIc/) bien que nous en ayons fait la demande
- Lors de l'essai final de mise en pression (contrôle annoncé), la pression du circuit a dû être corrigée avec une plage d'erreur variant de 5 à 10%
- Certaines pièces de substitution ont été approvisionnées par RiVd bien que les références aient été présentes dans le Stock
- Aucun rapport d'intervention n'a été remis à posteriori⁶

Le plan d'activité conjoint à la période d'intervention ayant été modifié au dernier moment, RiVd n'a pu intervenir qu'en Z2-1. La Z2-2, comportant le système du Lave-Plaque étant en activité conjointement aux activités de maintenance n'a pu faire l'objet de la maintenance annuelle.

Un examen attentif de l'outil de cette zone en Octobre n'a cependant révélé aucunes déficiences majeures⁷. Il nous faut rappeler ici que ce tunnel ne comporte pas d'automatisme ou d'accessoires électriques en utilisation répétés.

⁵ STN2 à ce jour RiVd

⁶ Malgré des engagements dans ce sens

⁷ La vérification des flexibles étant intervenu en Avril

Des mesures ont été prises visant à communiquer à RiVd le stock disponible avant chaque intervention. *Un fichier Excel comportant la liste détaillée du stock sera joint à toute communication relative à leur intervention.* Il nous faudra donc être vigilant à son suivi

b. Disfonctionnement des modes d'intervention

Comme nous le soulignons plus haut, une nouvelle fois, *RiVd Bx n'a fourni aucun rapport d'interventions* malgré ses engagements en ce sens. Ceci par exemple impacte notre connaissance des pièces machines dont le suivi s'avère difficile. Toute campagne de maintenance préventive repose sur ce type de document. Nous avons jusqu'alors pu bénéficier d'un historique assez complet fourni par RiVd Bx suite à des tractations en direct avec eux. La documentation sur ce sujet disponible sur site étant alors relativement inexistante pour diverses raisons.

[REDACTED] . Il y a là un problème sur lequel je ne peux qu'attirer une nouvelle fois votre attention.

Comme nous l'avons signalé à [REDACTED] elles ne peuvent que rester inefficaces.

Les conséquences pratiques en sont que l'on observe une dérive quant à la qualité de leur intervention et, parallèlement une multiplication d'occurrences de petite ampleur n'impactant pas la production⁸.

Par exemple, les pistolets HP, dont les opérateurs se servent pour faire un lavage manuel, ont fait l'objet de diverses interventions. Ces modèles sont des standards du marché et auraient dû être entretenus dans le cadre d'intervention du STN1 (pas de particularité technique sur le mécanisme et nécessité d'intervention fréquente et longue de maintien du parc (besoin d'un faible coût d'intervention)).

Tableau 1: détails des interventions sur pistolet HP depuis [REDACTED] - extrait du fichier "Maintenance.xls"

Date	Détail
08/09/20[REDACTED]	Pistolet HP hors service
14/10/20[REDACTED]	Cable électrique pistolet HP sectionné
12/07/20[REDACTED]	Faut contact induit un défaut du réglage pistolet HP
25/11/20[REDACTED]	Pistolet HP hors service
26/11/20[REDACTED]	Pistolet HP hors service

⁸ Intervention de faible gravité : voir le schéma occurrence relativement au temps perdus de production

Dans cet exemple, RiVd intervient donc à 5 reprises pour reprendre et réparer des éléments de la flotte « Pistolet » alors que le taux d'incident élevé et la nécessité d'une réparation sérieuse aurait justifié une maintenance en dépôt⁹ lors des périodes de fermeture.

Des *solutions simples* existent pour remédier à cela. Celle que je vous *propose ci-après* à la lumière de notre expérience passée a le mérite de ne pas compromettre vos liens avec RiVd qui reste malgré tout un intervenant souhaitable pour votre site en cas d'incident majeur¹⁰.

Stratégie de la double clef :

L'objectif est de lier prestation et évaluation de celle-ci en ajoutant une bascule de paiement supplémentaire. En introduisant un critère d'efficacité contraignant dans le processus de règlement, nous pouvons par ce biais influencer un intervenant tel que RiVd à compléter sa prestation en accord avec les objectifs qualité¹¹.

Les figures ci-dessous schématisent les modes d'action relatif à ce type d'intervention. Dans le premier cas, l'organisation actuellement mise en œuvre est représentée. S [REDACTED] Bx agit comme donneur d'ordre et S [REDACTED] RP comme payeur. Une seule bascule conditionne la fin de la prestation et est relative à sa seule exécution. L'intervenant se retrouve au centre de la chaîne d'action et contrôle donc seul la modalité de la prestation (délais et modalité des livrables¹²). L'échelle relative des entités S [REDACTED] Bx et de l'Intervenant est aussi un facteur essentiel à prendre en compte.

Ce mode opératoire est en général des plus approprié pour des services/produits gérés depuis une centrale d'achat ou chaque produit/service référencé est évalué en amont.

⁹ Retrait du parc + mise en conformité dans leurs locaux – idéalement lors de la maintenance annuelle.

¹⁰ Vous avez pu noter sa reconduction en tant que STN2 faute de solutions de substitution adaptée en temps d'intervention/coût – l'objectif étant de travailler sur ce 2nd paramètres via une efficacité rendue « normale »

¹¹ Evidemment, que ceci soit écrit par un intervenant extérieure nous fera tous bien rire – mais ces quelques lignes, chacun le comprendra, sont des évidences nécessaires.

¹² Inclus les coûts

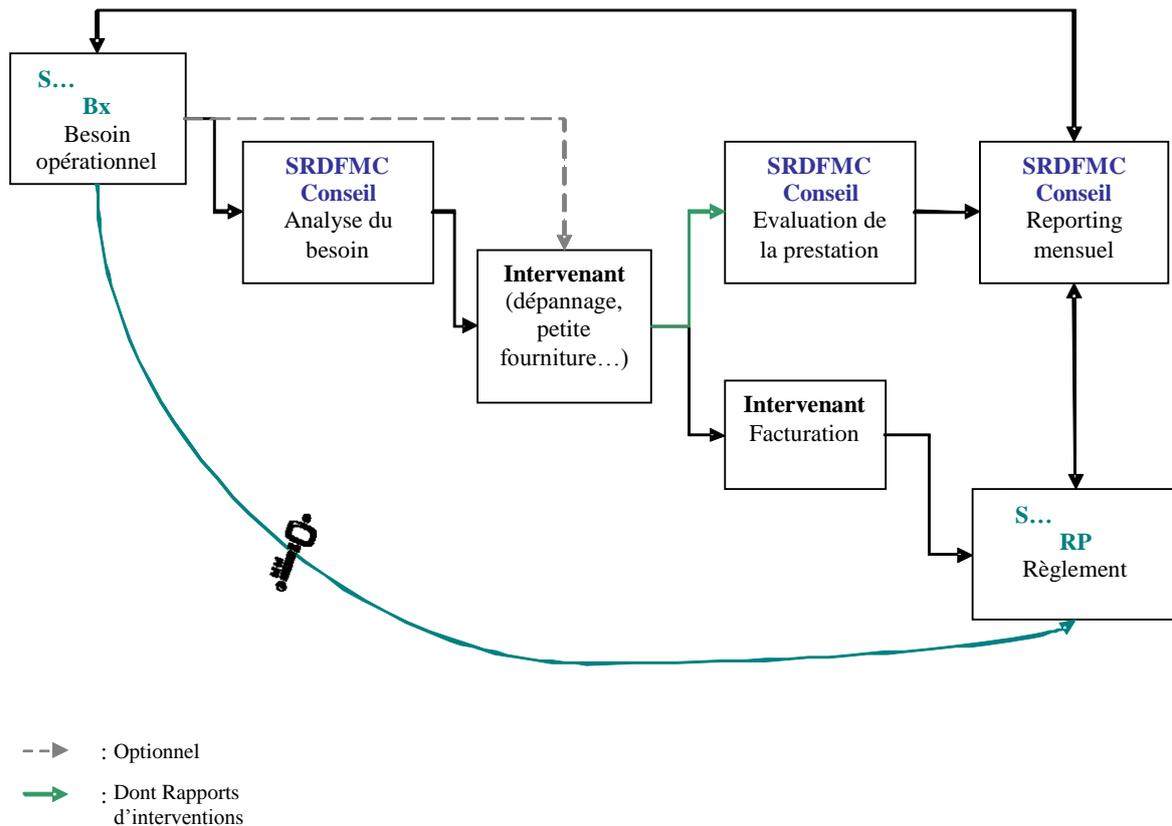


Schéma 1: chaîne de décision en cascade - l'intervenant est au centre du processus. Les délais pénalisent l'intervention corrective en temps réel au plus près du besoin

Dans le second schéma ci-après, nous incluons la chaîne d'évaluation dans la ligne d'émission facture en créant une nouvelle condition. L'intervenant devant valider sa prestation auprès de S [redacted] pour la conformité de celle-ci à vos demandes et de SRDFMC Conseil pour la qualité de sa réalisation. Cette responsabilité est déportée des épaules de vos services et n'entrave donc pas leur relation commerciale avec un intervenant de poids (sensibilité aux défaillances machine). La double clef est plus efficace quand les livrables sont fortement variables en budget et technicité¹³.

¹³ D'aucun aura en tête les va et vient faits entre service achats et services Techniques pour qualifier un produit/service

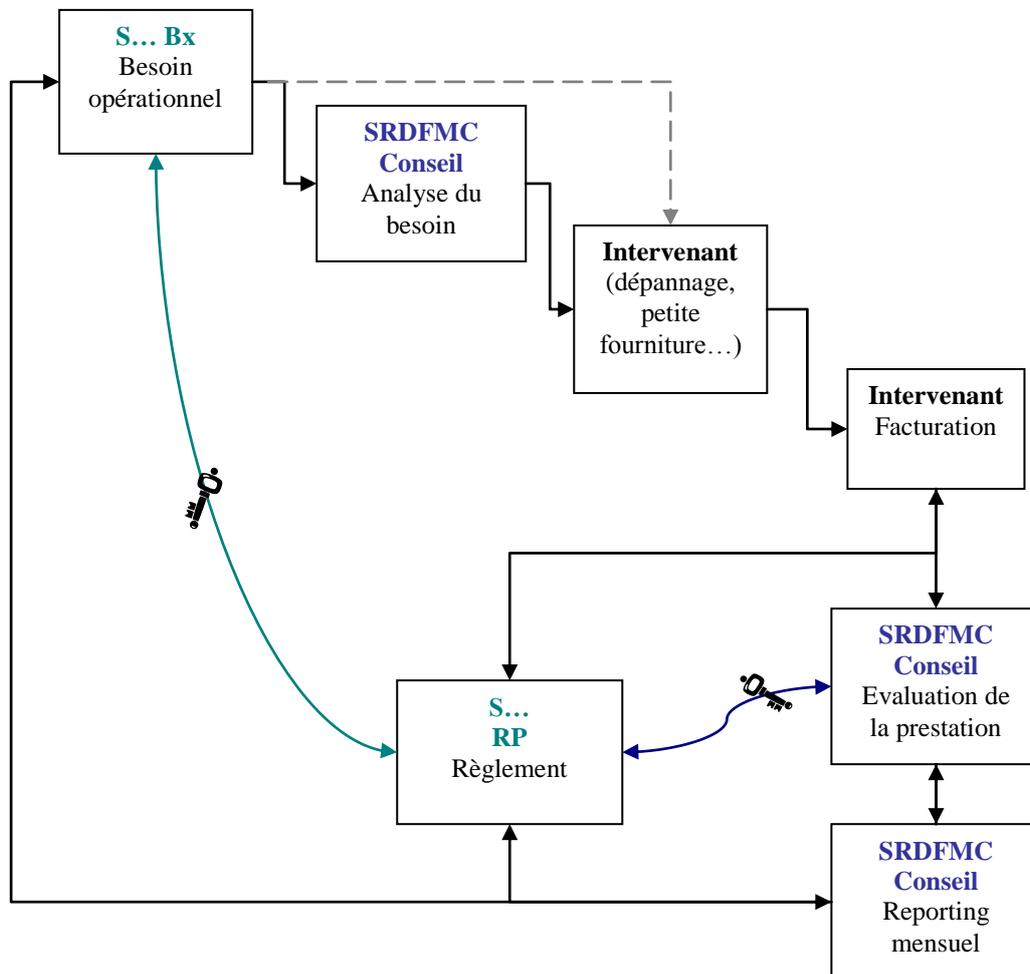


Schéma 2: stratégie de la double clef ; le processus est dynamique. L'intervenant n'est qu'un maillon de la chaîne de traitement des besoins – la facturation est fonction de l'analyse qualité

Des opérateurs comme RiVd qui manifestement sont attaché à ce projet, ne pourront qu'agréeer de cette évolution.

La modalité de mise en place se doit d'être très simple et claire afin de tirer au mieux les bénéfices de cette formule :

- délai réduit sur la chaîne de décision.
- Transparence pour l'intervenant (image claire)
- SRDFMC Conseil joue le rôle du « fusible »
- Visibilité sur les coûts prestation¹⁴

¹⁴ Paramètre qui me semble être un pré-requis pourtant absent aujourd'hui

Nous ne sauront insister assez sur l'importance d'apporter un correctif à une situation qui pénalise tout suivi sérieux d'une *maintenance préventive* de la machine. Comme je l'ai déjà exprimé par ailleurs, *tout travail de ce type repose sur la coordination des équipes* chargées de l'entretien et la transmission d'information. Avec plus [REDACTED] de retard dans la transmission des rapports d'interventions, il existe une disparité problématique dans notre connaissance de l'état machine.

J'espère donc que vous pourrez réfléchir à cette proposition qui me semble la plus adapté à cette nouvelle situation.

c. Sous-traitant de niveau 1 (STN1): recherche d'une solution de substitution

Nous ne pouvons que constater le refus de l'intervenant [REDACTED] de respecter ses engagements. Depuis son intervention pour l'analyse des flexibles, celui-ci *reste injoignable*¹⁵ ([REDACTED] 2011).

A ce jour, aucun sous-traitant implanté à proximité géographique n'a satisfait aux critères de recherche que nous rappelons ci-après : flexibilité, c'est-à-dire essentiellement sa possibilité d'intervention rapide, son coût opérationnel faible¹⁶ mais aussi sa capacité à se déplacer sur site avec un matériel adéquat¹⁷.

Nous restons cependant attentifs devant l'émergence fréquente de ce type de structure.

Cette situation n'est cependant viable que dans le cas de figure présent ou nous continuons à observer une *chute drastique des interventions maintenance* observée durant les 10 mois. Nous retardons donc la transition de phase telle que nous la présentions dans le rapport précédent (voir ci-dessous le détail Phase I/II) dans le but d'adapter les investissements nécessaires à la réalité de la situation¹⁸.

Tableau 2: planning proposé actualisé

Janvier	Fev.	Sept
Phase I		Phase II
STN1 + RiVd		STN1 + STN2

Rappel des phases :

- Phase I : suivis de la maintenance lourde par RiVd + intervention du Sous-Traitant de Niveau I (noté ci-après STN1)
- Phase II : Reprise de la maintenance préventive et lourde par le Sous-Traitant de Niveau II (STN2) + poursuite des actions de STN1

Nous restons donc à ce jour en Phase I. La maintenance préventive annuelle n'ayant pas pu être complétée sur les deux tunnel (cf. 2.a/).

¹⁵ Phénomène particulièrement récurrent sur ce dossier.

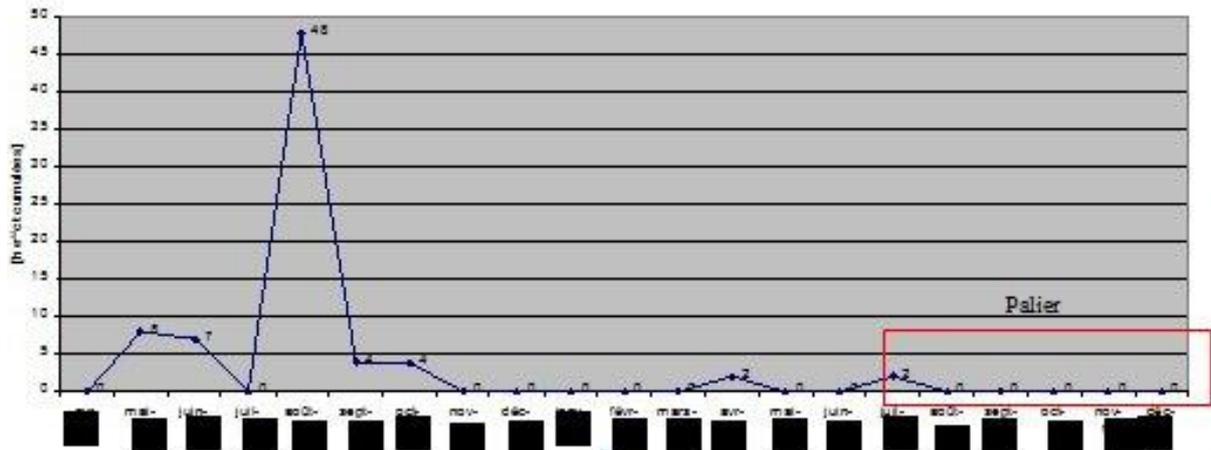
¹⁶ L'historique des interventions RiVd montre un fort taux d'interventions sur panne mineure

¹⁷ Fourgon atelier équipé avec matériel pour soudure inox, brasage, hydraulique, mécanique générale et petites interventions électrique

¹⁸ Cf. document 1007-08-09-10-11 –Rapport en page 3

Tableau 3 : Détail du palier TAP

Temps de Production perdus 2011



d. Etudes et cotation de substitutions

Nous avons soit, pris l'initiative d'alimenter vos équipes avec des offres contradictoires là où RiVd apparaissait comme le seul fournisseur d'éléments tiers pas toujours, soit répondu à leurs demandes, pour leur besoin en petit matériel. Nous nous sommes appuyés pour cela sur notre réseau fournisseurs¹⁹. Nous n'avons pas toutefois suscité beaucoup d'intérêts malgré le temps passé en de multiples cotations et analyses pour des solutions apportant pourtant un gain économique et une amélioration des installations. Le temps consacré perdu étant d'autant plus regrettable.

A ce jour, les cotations concernent notamment:

1. Des éléments en POM prévus pour être manufacturé en Pologne²⁰ (contrainte d'usinage lent pour un rendu de surface plus fin) telle que certaine des roues du chariot interne de lavage
2. La réalisation d'une plaque en panneaux alvéolés assemblé par joint bouts à bouts²¹
3. Une série de manchons spéciaux en INOX 316L réalisés chez FGINOX en remplacement de modèles en bronze²² non-conformes ISO5
4. Un jeu de clefs dynamométriques avec tailles de mords complémentaires pour une solution d'outillage qui nous paraît indispensable.

¹⁹ Offres non commissionnées s'il faut encore le préciser visant à améliorer progressivement la qualité de la chaîne de lavage

²⁰ Il s'agit d'un intervenant qualifié en second round pour une pièce utilisée sur le dossier [REDACTED]

²¹ Mission sur laquelle nous avons été sollicités à très court terme et avons consacré un temps significatif en contacts avec le fabricant (Allemagne) pour mettre sur pied une redécoupe de la pièce (re-engineering) à partir du brut usine.

²² Réouverture d'une ancienne référence catalogue – tarif série en concordance – CMD annulée avant expédition

5. Le remplacement des roues du portique par reprise avec gravure de stries sur un élément existant lisse (ancienne configuration)

La multiplication aléatoire et non ordonnée de ces demandes d'études pour des outils spécifiques (cf. également Rap 1103-04-05-06-07 chap. IId/) ou du matériel de substitution sans vrai plan d'action nous laisse perplexe. Il existe pourtant en parallèle des besoins ou des demandes clients sur lesquels nos moyens d'action mis à votre disposition seraient un plus.

e. Recherche d'une solution pour le POM

En ce qui concerne les pièces réalisées en POM, en examinant l'état de marché pour ces éléments et en fonction de vos besoins fréquents, nous avons mis en place des solutions d'approvisionnement avec une stratégie duale :

- Pièce en petite quantité/usinage lent : possibilité de manufacturer en [REDACTED]²³
- Pièce en petite série qualité bonne/usuelle : réalisation en [REDACTED]²⁴
- Pièce à haute qualité sur délais courts : réalisation en [REDACTED]²⁵

Ces sous-traitants ont tous été validés lors de projets précédents.

Pour mémoire, l'utilisation du POM est importante dans des installations à qualité d'air contrôlée en raison [REDACTED]

Aujourd'hui, l'essentiel de ces éléments est soit, en général, usiné en petite sous-traitance sur série réduite et coût élevés, soit sous-traité à l'international pour des éléments standardisés.

Si l'on regarde l'usage en Z2, cela concerne bon nombre de pièces de contact dont le remplacement régulier conditionne directement la qualité de l'air dans le tunnel.

Par ailleurs, certaines des petites pièces de contacts présentes sur la machine sont en PVC et leur substitution par des éléments adéquats serait une amélioration par simple retour à la définition.

Nous sommes donc convaincus de l'intérêt de cette démarche pour les installations Z2.

f. Flexibles recommandés pour le stockage

Les flexibles destinés à constituer un stock tampon à minima ont été livrés en semaine 49. Vos équipes ayant finalement passé CMD auprès de T [REDACTED].

²³ Il s'agit d'un intervenant qualifié en second round pour une pièce utilisée sur le dossier C [REDACTED]

²⁴ Inclus le POM conducteur (PomAlloy) en moulage/usinage

²⁵ Découpe au jet d'eau pce hors gabarit ou usinage fin pour pce de faibles dimensions (150mm)

Tableau 4: Rappel des Réf flexible stockage à minima

Diam Nominal [MM]	Diam [Pouce]	QTY	Nomenclature	N° matriculé	Lg	PMS	Lg Tot	Raccords	Stockage	Prix 2010	Prix 2011
10	3/8	3	A574281	36267	600	200	1800	TTK 3/8" e DKOL18x1.5 inox +c	OUI	49,68	55,55
10	3/8	5	A574281	36268	400	200	2000	TTK 3/8" e DKOL18x1.5 inox	OUI	47,96	53,64
10	3/8	1	A574281	39449	1300	200	1300	TTK 3/8" e DKOL18x1.5 inox +c	OUI	84,82	62,25
Tot		9					5,5				
12	1/2	1	A568807	36705	12000	200	12000	12MI TTK 1/2" eq DKOL22x1.5inox +epr	OUI	91,21	172,01
Tot		1					12,0				
16	5/8	7	A574282	36269	1400	200	9800	R8 5/8" e DKOS30x2inox	OUI	71,58	101,99
16	5/8	3	A574280	36273	800	200	2400	800mm lght R8 5/8 " e DKOS30x2inox + ep	OUI	61,66	94,85
Tot		10					12,5				
20	3/4	1	A574282	36255	10000	200	10000	R8 3/4" eq DKOS36x2inox	OUI	153,82	273,79
20	3/4	1	A574282	36256	16000	200	16000	R8 5/8" e DKOS36x2inox	OUI	296,10	276,62
Tot		1					26,0				
Tot		22					56,0	[m]	(€ H.T)	856,8	1090,7

En stockant ces références (1 exemplaire par référence), la probabilité d'un blocage de la ligne suite à un flexible défectueux est limitée mais reste toutefois probable.

Pour mémoire, nous vous rappelons que le stockage d'un jeu complet de flexibles a été chiffré l'an dernier à 4838.96 € T.T.C soit 4045.95 € H.T²⁶.

Nous remarquons cependant la *forte dispersivité des hausses de tarifs sur cette commande* qui est flagrante d'une MaJ tarifs à l'autre.

Tableau 5: évolution tarifs T

Diam Nominal [MM]	Diam [Pouce]	Lg	Prix 2010	Prix 2011	Variabilité
10	3/8	600	49,68	55,55	11%
10	3/8	400	47,96	53,64	11%
10	3/8	1300	84,82	62,25	-36%
Tot					
12	1/2	12000	91,21	172,01	47%
Tot					
16	5/8	1400	71,58	101,99	30%
16	5/8	800	61,66	94,85	35%
Tot					
20	3/4	10000	153,82	273,79	44%
20	3/4	16000	296,10	276,62	-7%
Tot					
Tot		HT	856,8	1090,7	27%

A noter également que la couleur d'un des flexibles diffère (orange au lieu de noir – A574282) suite à des problèmes internes de stock chez le fournisseur²⁷. La qualité étant cependant la même (SAE 100R8).

Ces flexibles sont cependant stockés dans leur emballage de transport à même le sol. Aucun rack supplémentaire n'ayant encore été installé.

²⁶ Nous rappelons ici si besoin est que nous ne tirons aucun bénéfice direct de cotations faites à votre seul profit

²⁷ T. M. de par courriel le 02/01/2012

g. Groupes motopropulseurs (ci après noté GMP) pour Portique et Enrouleur

Note préliminaire :

Dans ce qui suit, nous notons GMPe le GMP monté sur l'enrouleur et GMPm le GMP motorisant le portique.

Depuis plusieurs mois, au fil de nos entretiens avec vos équipes sur place, nous nous sommes intéressés à la probabilité d'une panne de ces éléments.

La première constatation a été de vérifier les signes de faiblesse du moteur de l'enrouleur. Le fonctionnement de l'enrouleur n'étant automatisé que dans le sens de rétraction.

La chaîne de guidage étant imparfaite et induisant de nombreux frottements (cf. Rapport n° 1007-08-09-10-11 Chap. III.c/), cela provoque des efforts supplémentaires aperiodiques sur le mécanisme d'entraînement ce qui réduit la durée de vie de l'ensemble GMPe.

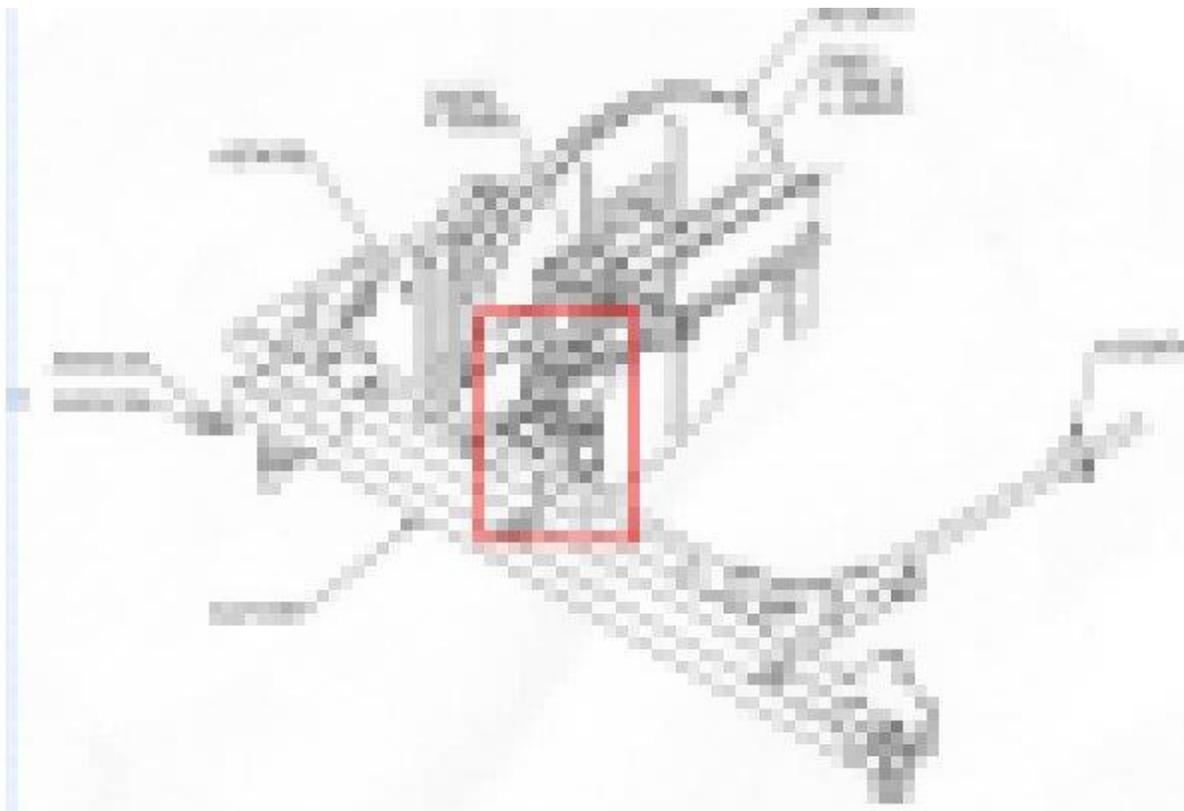


Image 1: GMPe sur l'enrouleur (entraînement par chaîne non représentée ici)

Parallèlement, comme nous le savons depuis longtemps²⁸, le moteur d'entraînement de la roue du portique subit une usure aggravée par le patinage de celle-ci.

²⁸ Cf. Rap 1007-08-09-10-11

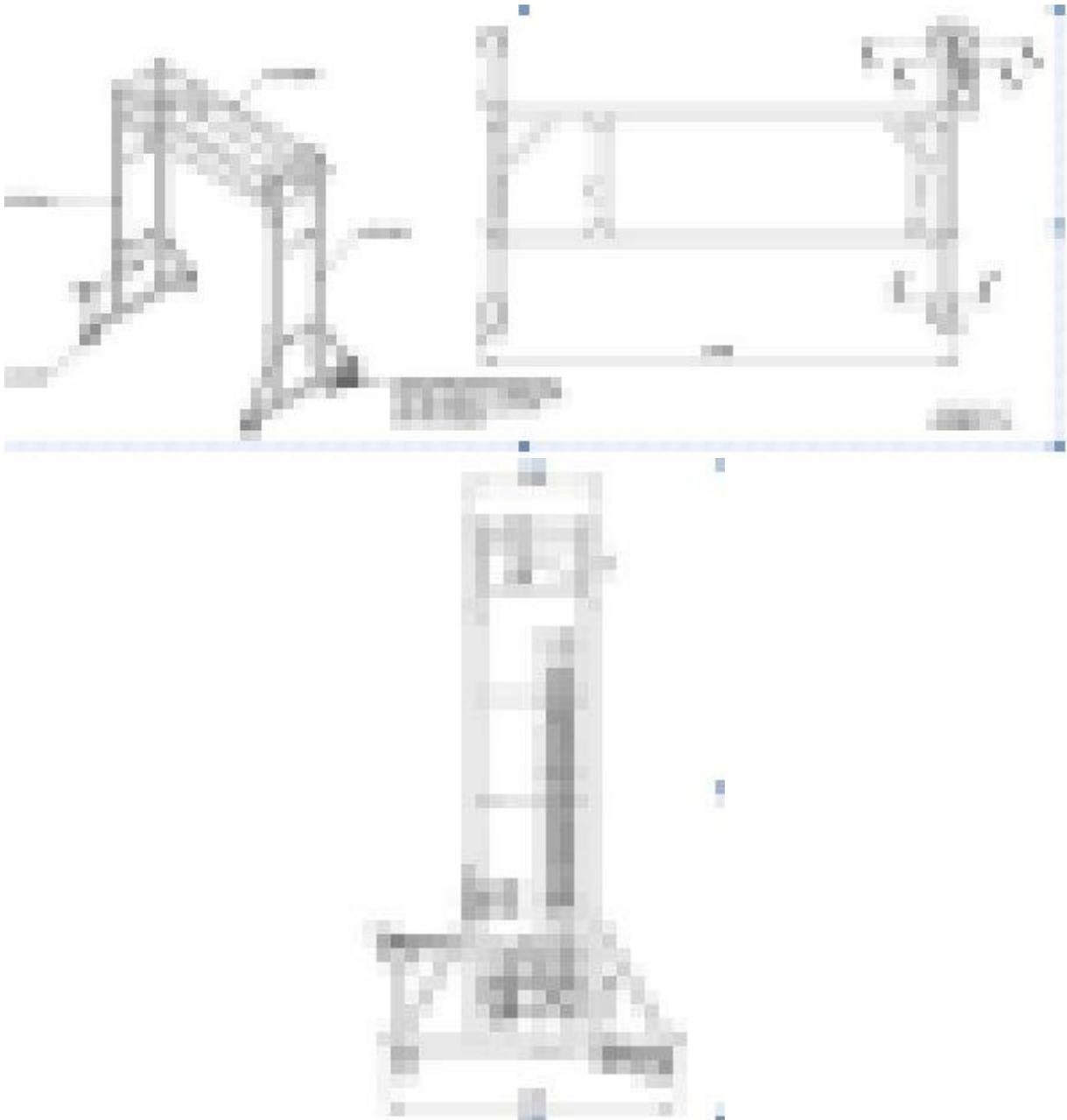


Image 2 : GMPm et GMPe - Extrait de la documentation constructeur

La chaleur induite à ce moment par la vitesse de rotation [REDACTED] (V_{Nominale} = 1420tr/min – présence d'un frein moteur mécanique). Le réducteur (double [REDACTED] réduisant ainsi le facteur de marche²⁹

Cependant, il existe un élément aggravant : la puissance trop élevée du GMPm au regard de la configuration de la chaîne d'entraînement.

²⁹ Facteur de marche donné pour [REDACTED]



Image 3: Système d'entraînement du portique

██████████, le fabricant des deux GMP, indique des valeurs seuils de démarrage de 6N.m pour une réduction totale de 355³⁰. Le couple nominal étant de 2.49N.m soit 608N.m sur arbre de sortie

Un simple calcul nous donne un couple de glissement³¹ d'environ 287N.m. Cette valeur est bien trop inférieure au couple de sortie du GPMm.

Nous sommes au courant de cet état de fait depuis longtemps. Le portique glisse, et des actions correctives simples ont été mise en œuvre depuis visant à accroître le couple de glissement en ajoutant un jeu de stries sur la roue motrice et en augmentant la masse totale du portique via des lests. Pour mémoire :



³⁰ Les informations suivantes sont issues de la documentation ██████████ correspondant à la référence exacte des modèles

³¹ Valeur au-delà de laquelle la roue patine



Image 4 : Roue motrice striée et GMPm

On comprends aisément qu'au vu du porte à faux important existant entre la jambe droite et gauche du portique, de la faible rigidité, le concepteur ai privilégié un couple de sortie important afin de palier aux forces de frottements induites par la déformation du portique (torsion autour de l'axe vertical). Il faut cependant être conscient qu'avec les phénomènes de fatigue de structure³², ces déformations vont tendres à s'accroître. Les déformations seront d'autant plus grandes et les efforts de frottements accrus. A ce moment là, la valeur du couple nominale disponible sur l'arbre au démarrage va accroître l'endommagement de la structure.

Nous avons donc deux moteurs de puissances différentes, de même constructeur et dont chacun délivre une puissance et un couple inadapté. Tout deux sont montés suspendus sur flasques standards dont l'approvisionnement est aisé. Moteur et ensemble réducteur sont difficilement désacouplable pour des raisons de normes propres à chaque constructeur..

³² Il s'agit du \emptyset de la surface en contact

³³ Il s'agit du même phénomène que pour le palonnier

Le GMPe délivre une puissance trop faible pour un enroulement pleinement satisfaisant mais les utilisateurs se sont habitués et y pallient par des procédures adaptées.

Le GMPm est un ensemble bien trop réducté, ce qui a des conséquences sur sa durée de vie et l'usure du portique.

A défaut de faire une correction par échange des références³⁴, *il convient de suivre ces éléments avec le plus grand soin.* Des comptes rendu détaillés d'intervention avec la liste des pièces vérifiées/changées sont plus que nécessaires.

Je vous ai fait parvenir en octobre un devis de remplacement de [REDACTED] pour le GMPm. Je pense qu'il vous appartient de prendre une décision du bien fondé d'un approvisionnement préventif. La disponibilité de ces pièces en région B [REDACTED] variant de 48h à 1 semaine ; le GMPm étant plus difficile à approvisionner en raison de son indice de réduction élevé. A ces délais d'approvisionnement il faut ajouter ceux du montage et du test des installations (48h).

Les conséquences d'une panne GMPm sont :

- Arrêt des fonctions motrices du portique (il n'existe pas de système de secours manuel)
- Recours à un lavage entièrement manuel
- Pas d'utilisation des cannes de lavage (ex. [REDACTED])

Les conséquences d'une panne GMPe sont :

- Pas de fonction de tractage pour le chariot interne de lavage ou des rotobuses³⁵

Ces deux éléments doivent être vérifiés. Cette maintenance nécessitant un arrêt de la chaîne de lavage que nous pourrions programmer sur deux demi-journées afin de contrôler les éléments tournants, le graissage (minimum de 5000h) et les pièces d'usures. Idéalement ce travail est du ressort d'un STN1.

Remarque :

- Si l'on inclut les temps de production perdus, les coûts de montage/démontage, le seul remplacement des accouplements n'est pas économiquement avantageux.
- Il en est de même pour la substitution du moteur qui demande l'étude d'une pièce assurant l'interface entre l'arbre de sortie et accouplement³⁶.

h. Déformé du Palonnier Z1

³⁴ Travail de fond qui ne peut faire l'objet de ce rapport. Une reprogrammation du calculateur peut s'imposer

³⁵ Il est possible d'opérer d'une certaine manière des outillages légers en mode manuel

³⁶ Caractéristique [REDACTED]

Le 19 octobre, l'équipe opérationnelle fait de nouveau le constat d'une déformé importante (vrillage) entraînant le pivotement des infras au levage qui semblerait s'aggraver.



Image 5 : Palonnier en Z1



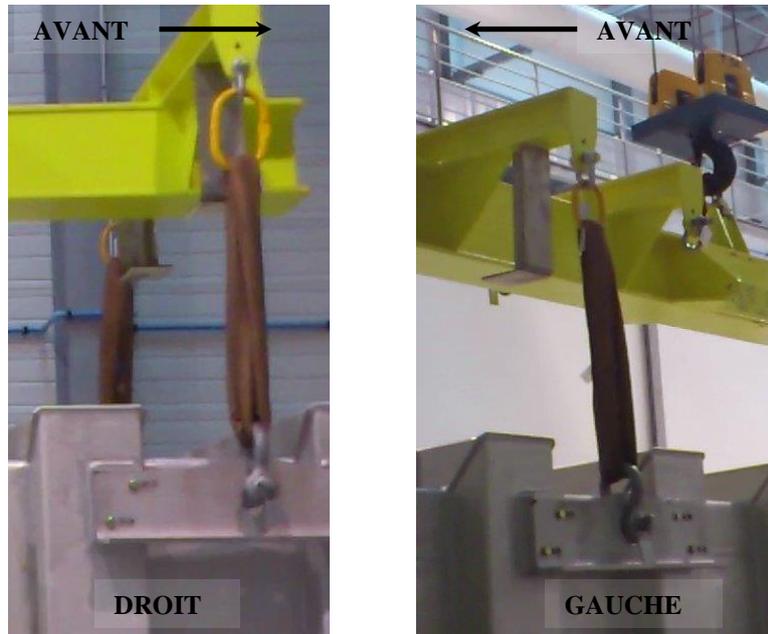
Image 6 : Nouveau modèle numérique affiné³⁷ du Palonnier (Rendu 3D)³⁸

Devant leur demande pressante, un test visuel de levage d'un des caissons T4 parmi les plus lourds et volumineux manipulés sur le site est donc rapidement organisé.

³⁷ Dispersivité de 40 kg sur 1370kg en référence (une flasque de levage + boulonnerie attenante non-modélisée) – 5 éléments sur 2 nœuds - Maillage sur Aspect Ratio moyen

³⁸ Un tel modèle représente 4 à 5 jours de travail dédié entre reverse-engineering et calibration du modèle – le rendu graphique n'en étant qu'une partie négligeable

Si à première vue, il est possible de constater que le palonnier conserve une inclinaison importante, charge en appuis sol, les modifications apportées sur la longueur des appareils de levage et la configuration opposée des oreilles réglables d'arrimage telles qu'elles étaient montées sur le caisson au moment du test (cf. photos ci-dessous) mitigent l'interprétation de ces résultats³⁹. L'inclinaison prise par le palonnier est cependant évidente.



Nous vous avons proposé de mener une campagne de mesure et de suivi des informations autour de laquelle des outils adéquats d'analyse et de mesures prédictives devaient être mis en œuvre (cf. devis [REDACTED]). Dans l'intervalle, une après-midi a été consacrée à un premier relevé à l'aide d'un appareillage laser⁴⁰.

Vous n'avez cependant pas souhaité suivre nos recommandations bien que les alertes terrains aient été dans le même temps plus pressantes⁴¹. Devant le temps et les moyens consacrés à ces travaux d'études, le présent compte rendu ne peut qu'intégrer qu'une partie des résultats obtenus. Les outils analytiques sont toutefois en places à votre disposition. A mon sens cependant, les conclusions que vous trouverez ci-après démontrent [REDACTED].

³⁹ Le précédent rapport consacré au palonnier ayant montré que la déformée « mesurée » était surévaluée. Les conditions de test étant toutefois difficilement interprétables (cf. Rap 1012-1101 et 1102 Chap. IIb/).

⁴⁰ Précision intermédiaire (0.5 mm) – Mesure faite le [REDACTED].

⁴¹ Deuxième demande le [REDACTED].

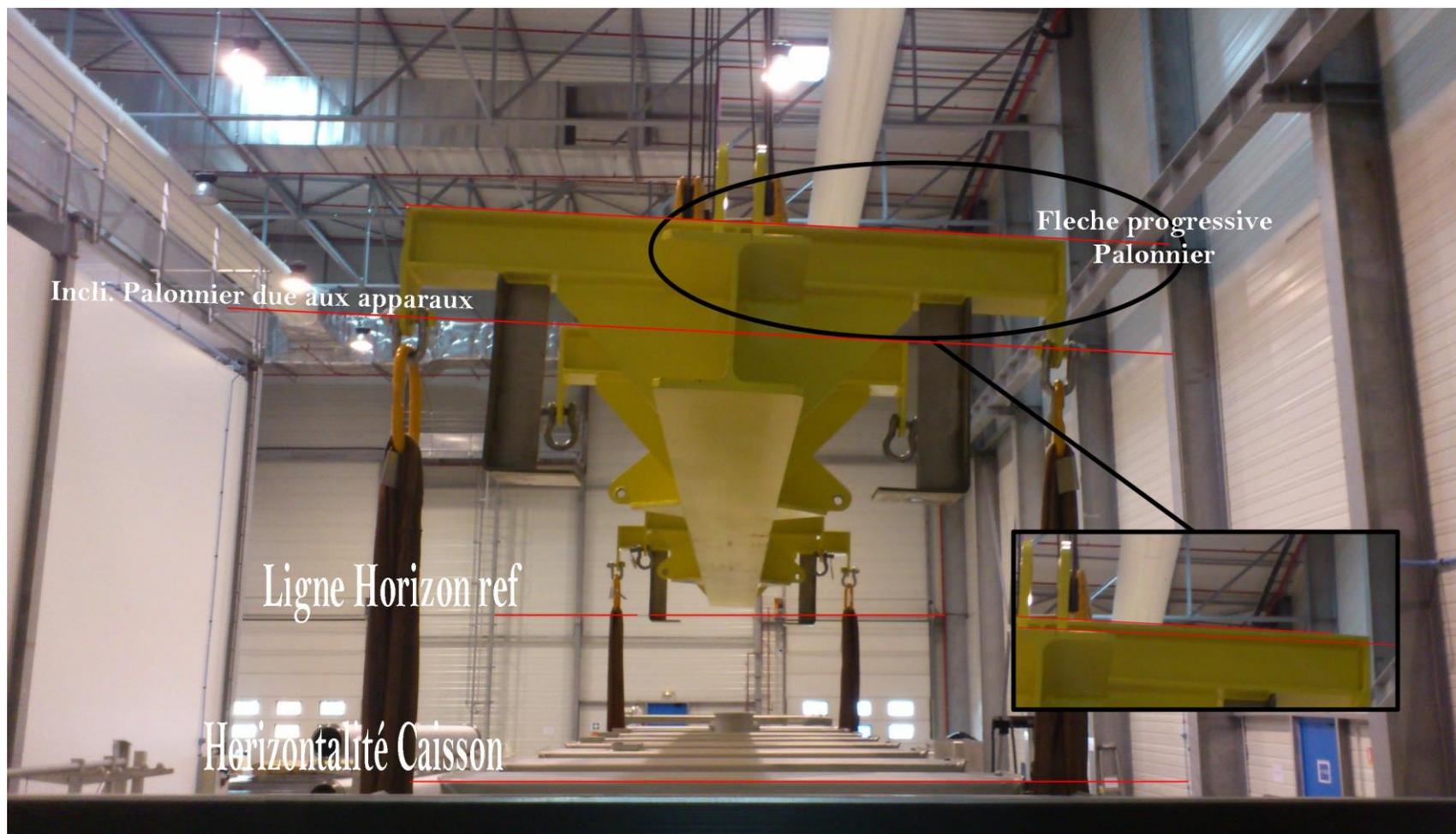


Image 7 : Palonnier en Z1 : test visuel – Mise en évidence de l'inclinaison (7°). Remarquez la différence de longueur des anneaux d'arrimages et leur influence sur l'assiette prise par le palonnier

Voici en quelques mots la démarche suivie pour le contrôle :

1. Caractérisation de la présence d'une déformé (test visuel)
2. Caractérisation du palonnier

Nous procédons là à une recherche documentaire et à un relevé de mesure sur le palonnier afin de pouvoir réaliser un modèle mécanique le plus complet possible⁴².

3. Mesure laser de la géométrie du palonnier en des points bien précis⁴³
4. Modélisation du palonnier et vérification de la cohérence du modèle
5. Dimensionnement par pré-calcul
6. Obtention du modèle déformé par Eléments finis
7. Extraction des états de contraintes représentatifs
8. Détermination d'efforts cycliques représentatifs des modes de chargement du palonnier en Z1
9. Calcul en fatigue sur le modèle et validation à year +5⁴⁴
10. Obtention des résultats prédictifs

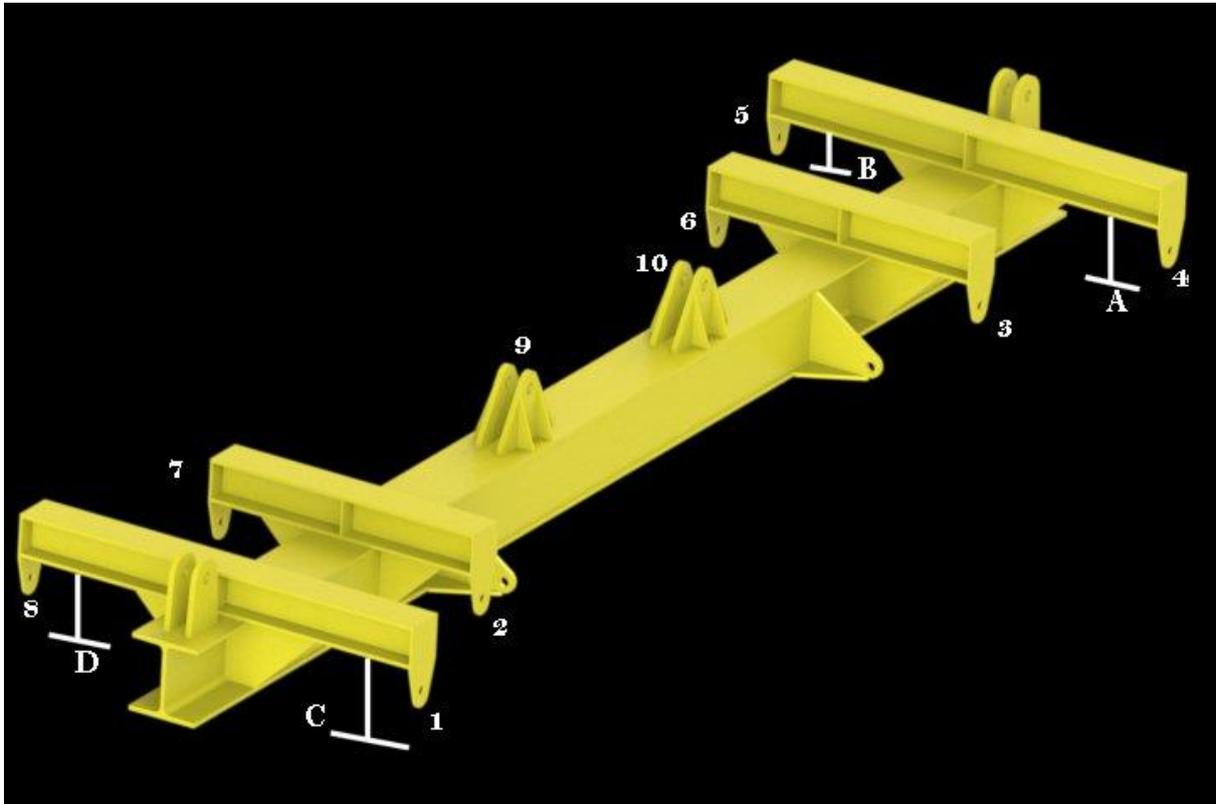


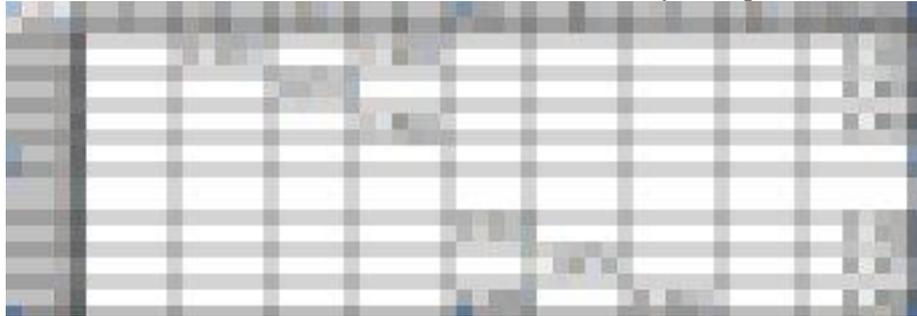
Image 8 : Points de mesures – Les éléments A, B, C et D représentent les pieds du palonnier

A l'aide d'un laser de mesure affichant une précision de [REDACTED]⁴⁵, nous mesurons les distances suivantes. Le Palonnier repose sur le sol et des cales en A et D assurent sa stabilité.

⁴² Nous nous basons là sur le travail réalisé auparavant (cf. Rap 1012-1101 et 1102)

⁴³ Nous nous basons là sur le travail réalisé auparavant (cf. Rap 1012-1101 et 1102)

⁴⁴ Nous considérons une date de mise en service mi-2006

Tableau 6 : mesures du 24/10/2011 (matrice symétrique)


Epaisseur des cales :

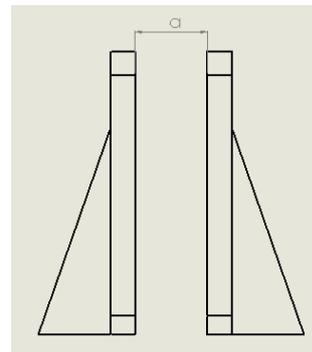
En A (réf. A576030) : 14.5mm

En D (réf. A576079) : 6.5mm

Le mode de construction des pieds A à D en tôle pliée ne pouvant constituer une base de référence valide, la difficulté de problème réside ici dans la compréhension de l'inclinaison réelle du palonnier au moment de la mesure⁴⁶. Ceci fait l'objet d'un outillage virtuel de test qui vient s'ajouter au modèle.

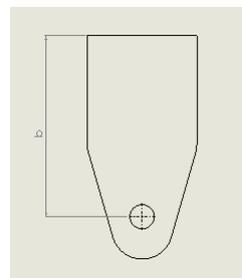
L'entre-axe des flasques de levages principales 9 et 10 sont vérifiées.

[mm]	a
9	82
10	80



De même que la hauteur des axes d'attache des appareils⁴⁷ :

[m]	b
4/5	0,433
1/8	0,429



⁴⁵ Une précision inférieure est souhaitable

⁴⁶ Non explicité dans le cadre de ce rapport

⁴⁷ Illustration non-conforme

La vérification de la cohérence du modèle se fait en accord avec la documentation constructeur et la fiche signalétique produit. Le modèle est conçu autour d'une poutre HEA acier caissonnée par plaques rapportées soudées en respectant la géométrie⁴⁸.

Une recherche itérative des modes de déformations conformes est lancée. Nous ne présenterons ici que certains des résultats intermédiaires⁴⁹.

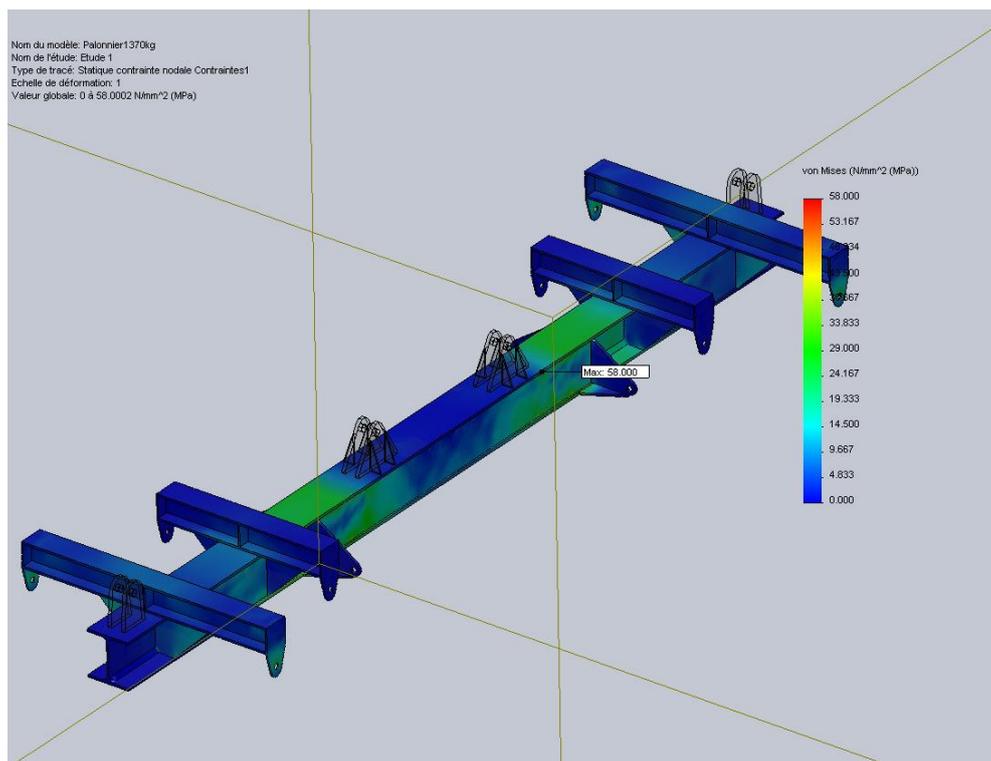


Image 9 : Ex de test sur le modèle - Contrainte de Von-Mises à 1x CMU

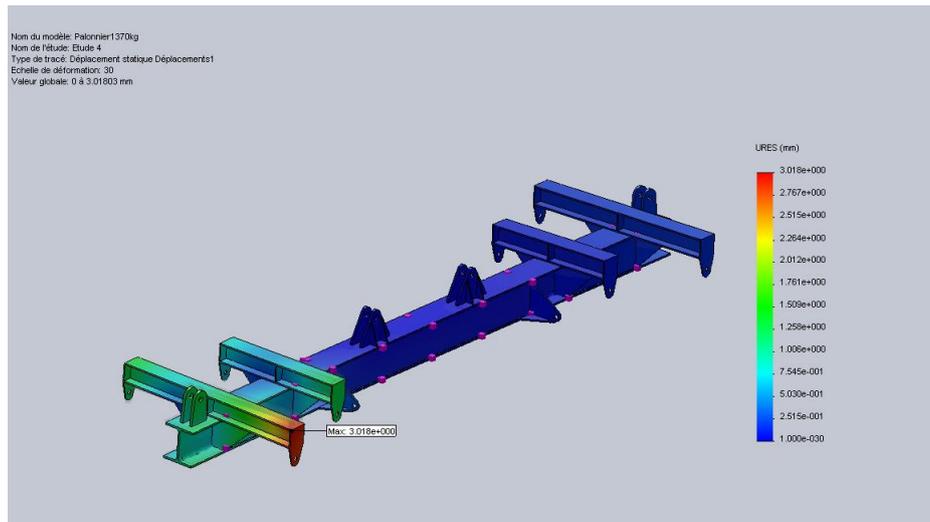
Notez les modes de contraintes alternés sur les flancs de la poutre principale. Le chargement est uniformément réparti et vertical sur les points 1, 4, 5 et 8.

Un chargement non vertical est également recherché. Celui-ci représentant le mode d'endommagement le plus probable⁵⁰. Des angles de sangles de 0 à 15 degrés s'écartant du plan de symétrie XY et de l'axe de symétrie YY ont été étudiés. Le but étant d'obtenir un critère sur la représentativité du chargement sélectionné pour l'étude.

⁴⁸ Nous attirons l'attention sur le fait que notre modèle bénéficie d'une géométrie parfaite, ce qui est loin d'être le cas dans ce type de construction ou les soudures assurent la liaison entre les éléments (cf. les modes de cisaillement)

⁴⁹ cf. Rap 1012-1101 et 1102 pour une meilleure compréhension

⁵⁰ Idem


 Image 10 : 1xCMU localisée⁵¹

Nous obtenons alors l'état de précontrainte auquel est soumis le palonnier dans l'hypothèse de représentativité de notre modèle.

L'étape suivante consiste alors à vérifier la possibilité de cette valeur contrainte/déformation dans l'hypothèse de chargements alternés normaux⁵² depuis la mise en service de l'outil.

Le chargement périodique que nous considérons correspond au levage avec reprise en cascade de la charge aux quatre points d'ancrages, une translation selon le grand axe pendant ■ secondes à faible vitesse (constante) puis un déplacement plus court transversal. Le posé n'est pas simulé en raison de sa symétrie avec le cas de figure précédent. Les oscillations de la charge sous le palonnier sont prises en compte dans une certaine mesure⁵³.

⁵¹ Voir aussi image 12 pour comparaison après mise en service

⁵² Hors chargement excessifs => $5 \cdot 1.5\text{CMU} + X \cdot \text{CMU}(T)$ avec T période

⁵³ Ce paramètre impactant directement le temps de calcul, donc le coût

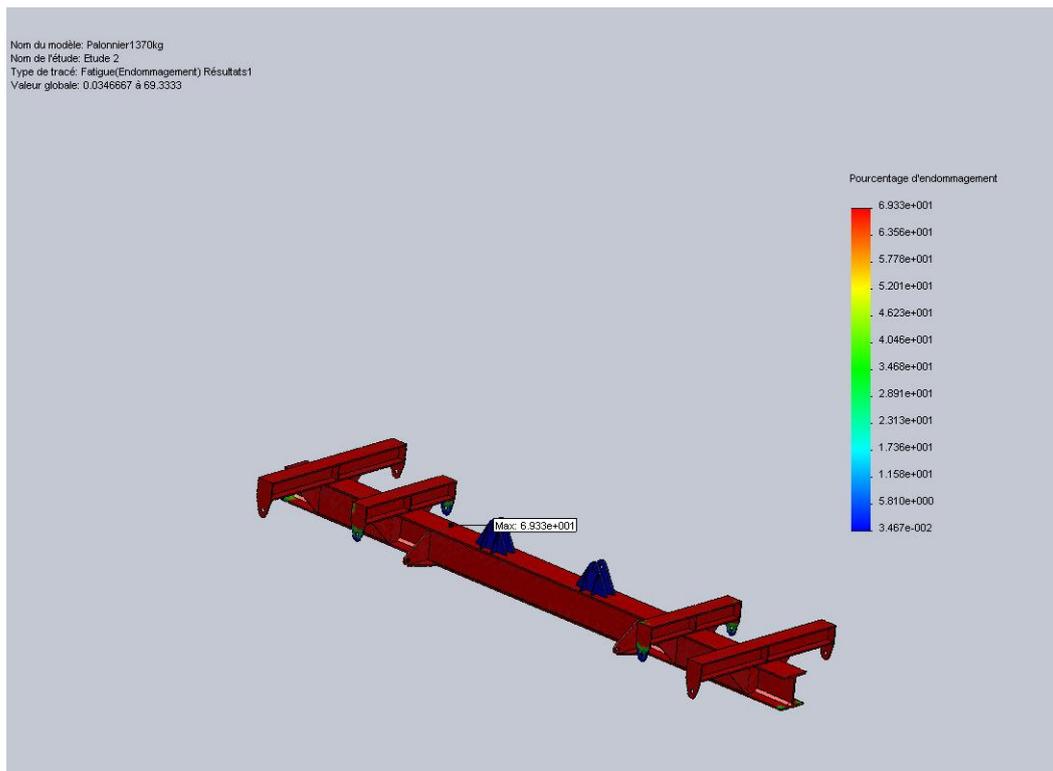


Image 11 : % d'endommagement palonnier à Date de mise en service + 5 ans⁵⁴

Huit (8) cas (=2*4) sont considérés par jour, sur 260 jours⁵⁵ pendant 5 ans pour un total de 10400 cycles.

L'image ci-dessus donne un aperçu du résultat final en fatigue. *Le taux d'endommagement prévu de 69% doit attirer votre attention.* La durée de vie restante correspondante étant de 42% du cycle, soit environ 2+ ans.

Nous pouvons dès lors faire une analyse prédictive du modèle en chargement (déformé/contraintes) au levage en considérant cet endommagement uniformément répartie dans les matériaux et la géométrie⁵⁶.

En choisissant un mode de chargement compatible avec la déformation constatée par vos équipes, nous pouvons confirmer les zones susceptibles de [REDACTED] palonnier.

⁵⁴ Les flasques de levages apparaissent en bleus car considéraient indéfiniment rigides

⁵⁵ Légère surestimation

⁵⁶ Ce qui n'est pas le cas – des moyens plus conséquent d'étude sont nécessaire pour levé cette indétermination

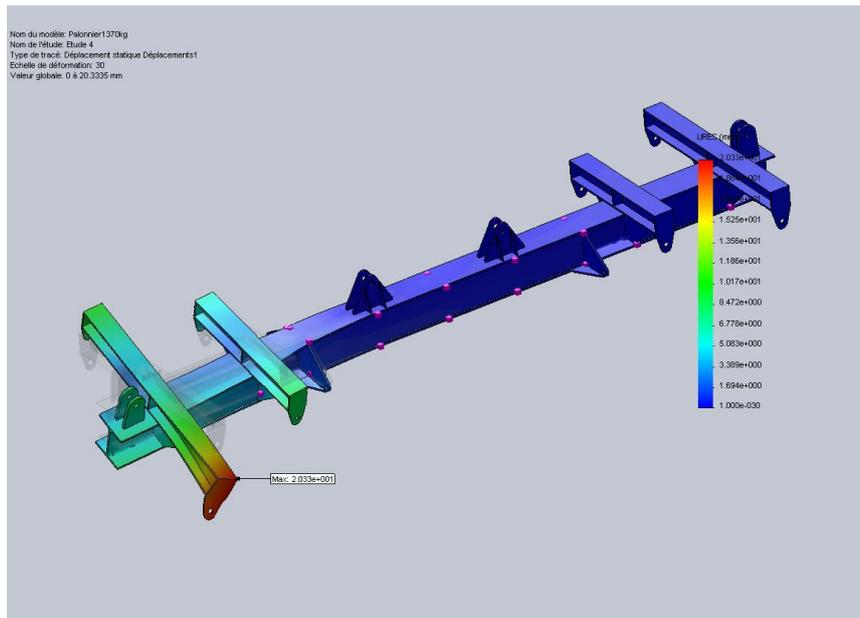


Image 12 : Cas de ruine du modèle étudié - 1xCMU localisée

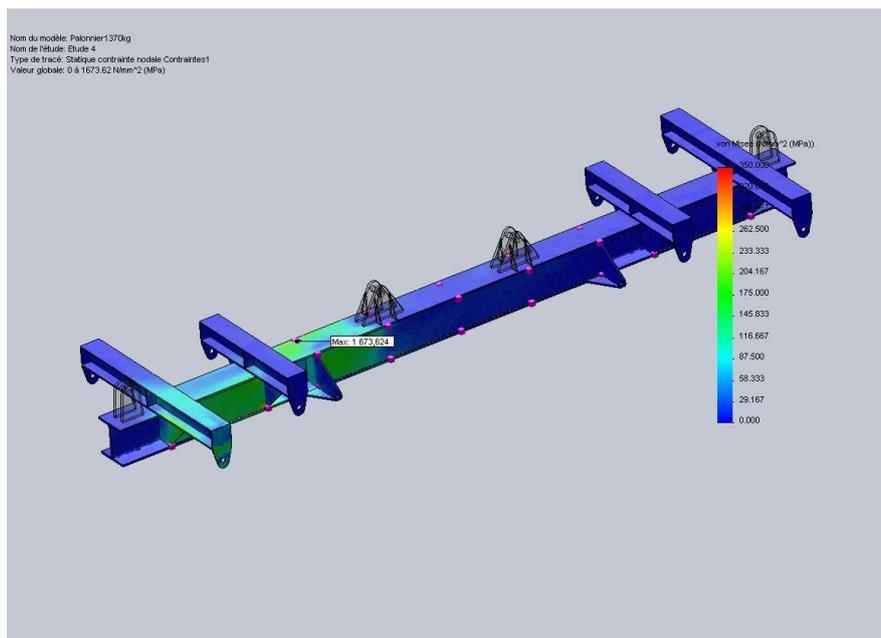


Image 13 : Illustration des zones subissant des contraintes trop importantes aujourd'hui (en vert)

Nous pouvons dès lors envisager des actions correctives ou préventives tel que nous vous les exposons dans notre courriel du 19 octobre (extrait) :

Je pense qu'il nous faut envisager urgemment une solution à ce problème en accord avec les décisions d' [redacted] :

1. soit par un remplacement du palonnier

2. soit par un renforcement localisé en suivant la réglementation et les conditions d'utilisations sur site

La problématique de renforcement est plus complexe qu'elle n'en a l'air car il nous faut prendre en compte le paramètre limitant de la masse ajoutée en regard de la charge maximum utile (CMU) parfois déjà limitée en opération.

Bien entendu, des solutions de renforcement existent qui peuvent être mises en œuvre avec un bilan financier avantageux à un remplacement à neuf.

Les solutions que je vous propose d'envisager sont donc :



Les points 1 et 2 devant être menés simultanément.

Pour la fabrication à neuf, nous pouvons envisager en plus du remplacement à l'identique, d'améliorer l'élément actuel afin de palier au déficit de la CMU limitée.

En tout état de cause, **nous vous recommandons de limiter la charge d'utilisation à 84% de la CMU** soit ⁵⁷ et de brider la vitesse de déplacement du pont roulant .

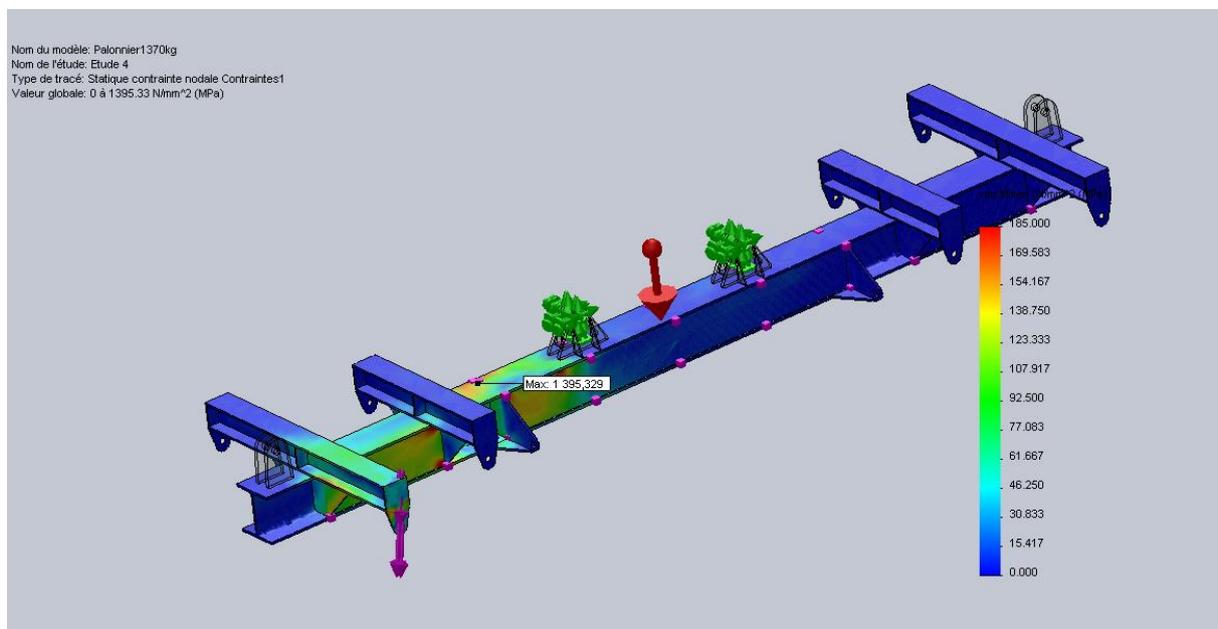


Image 14 : Point de déformation permanente sous chargement localisé à 84% CMU (en rouge)⁵⁸

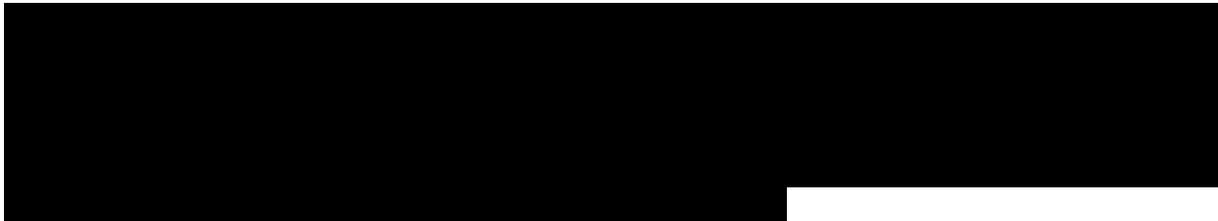
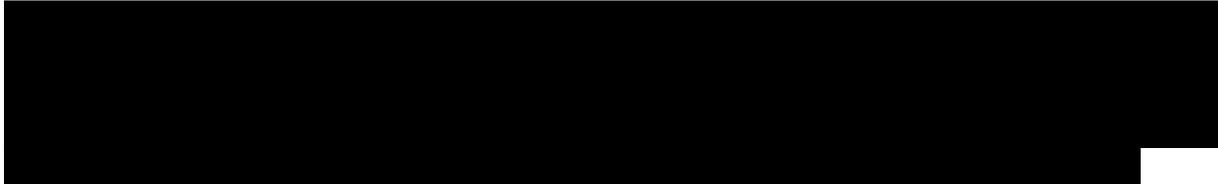
⁵⁷ Cette limitation va s'accroître avec le temps.

⁵⁸ L'extrema pointé sur le graphique n'a aucune réalité physique (maillage)

Il est également important de comprendre que l'inclinaison de palonnier aggrave ce phénomène. Il peut donc être judicieux de prévenir la localisation de la charge au point 1 en jouant sur la longueur des appareils⁵⁹.

3. SUIVI DES ACTIONS ENTREPRISES

- Etude structure portique (en cours)



- Maintenance

- Un incident majeur sur la période impliquant le déraillement du portique. Intervention à J+1 de RiVd. A noter cependant

, la nature de l'intervention RiVd reste obscure au vu de la totale absence de matériel de mesure ou d'outils pour une réparation.

- Une intervention RiVd non justifiée suite à une erreur de diagnostic des équipes.
- Une intervention préventive sur les flexibles.
- Un dépannage sur panne mineure électrique et sur pistolet HP⁶²

Dans le DocW <Maintenance.xls>, l'onglet reprenant l'ensemble des entrées concernant la Z2-1 est mis à jour.

⁵⁹ Cf. image 8

⁶⁰ Le critère de ruine est cependant moins problématique ici. L'un des indices annonciateur en serait une augmentation de la fréquence des déraillements.

⁶¹ Pas de disponibilité du tunnel entre la panne et l'intervention RiVd

⁶² Cf. plus haut

Interventions en Z2-1

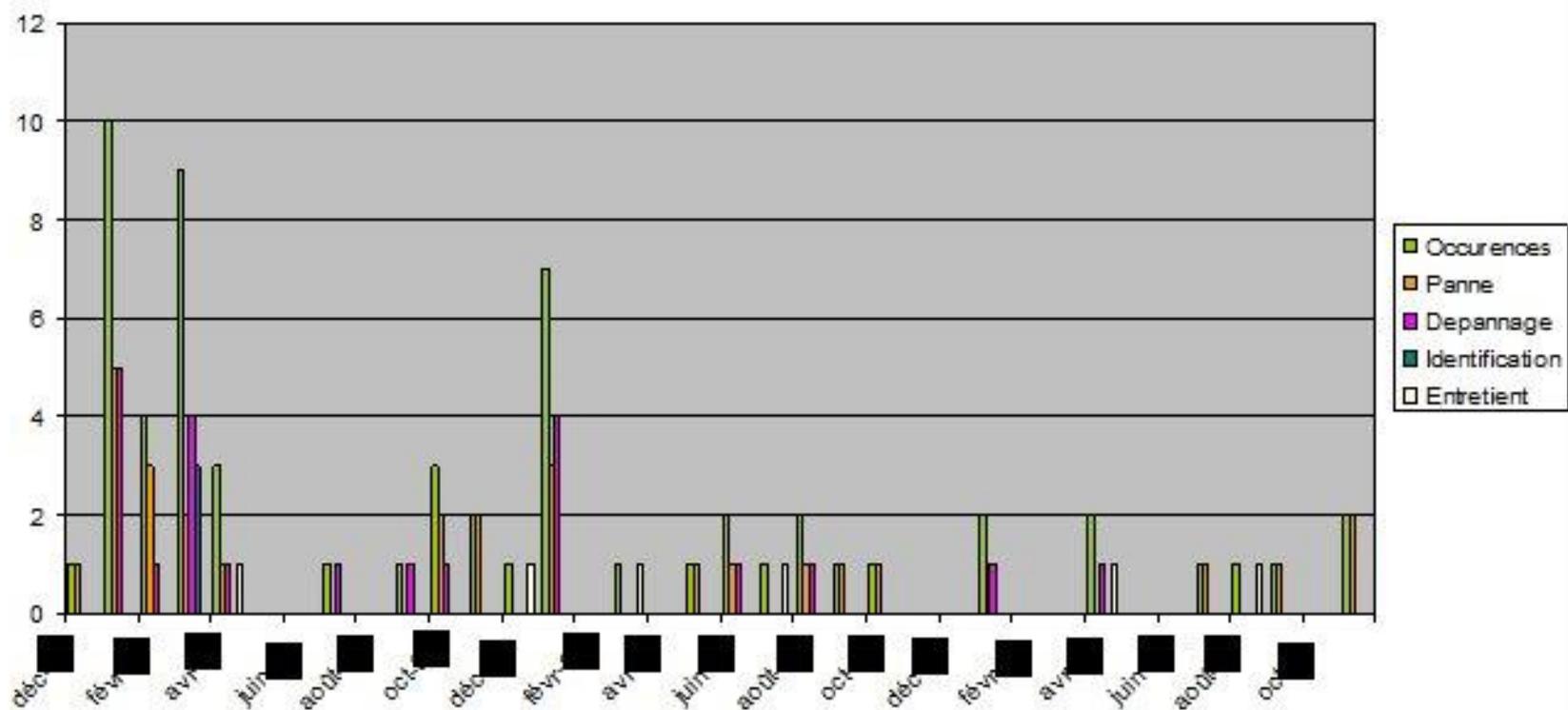


Figure 1: tableau de synthèse interventions Z2-1

Le tableau ci-dessous traduit la synthèse des temps cumulés perdus constitué du cumul des temps perdu en production portique MÊME si des opérations de [REDACTED] ont pu se poursuivre en [REDACTED] par d'autres moyens⁶³ tels que nous avons pu les identifier depuis [REDACTED] (attention : échelle Axe Y modifiée).

Temps de Production perdus 20[REDACTED]

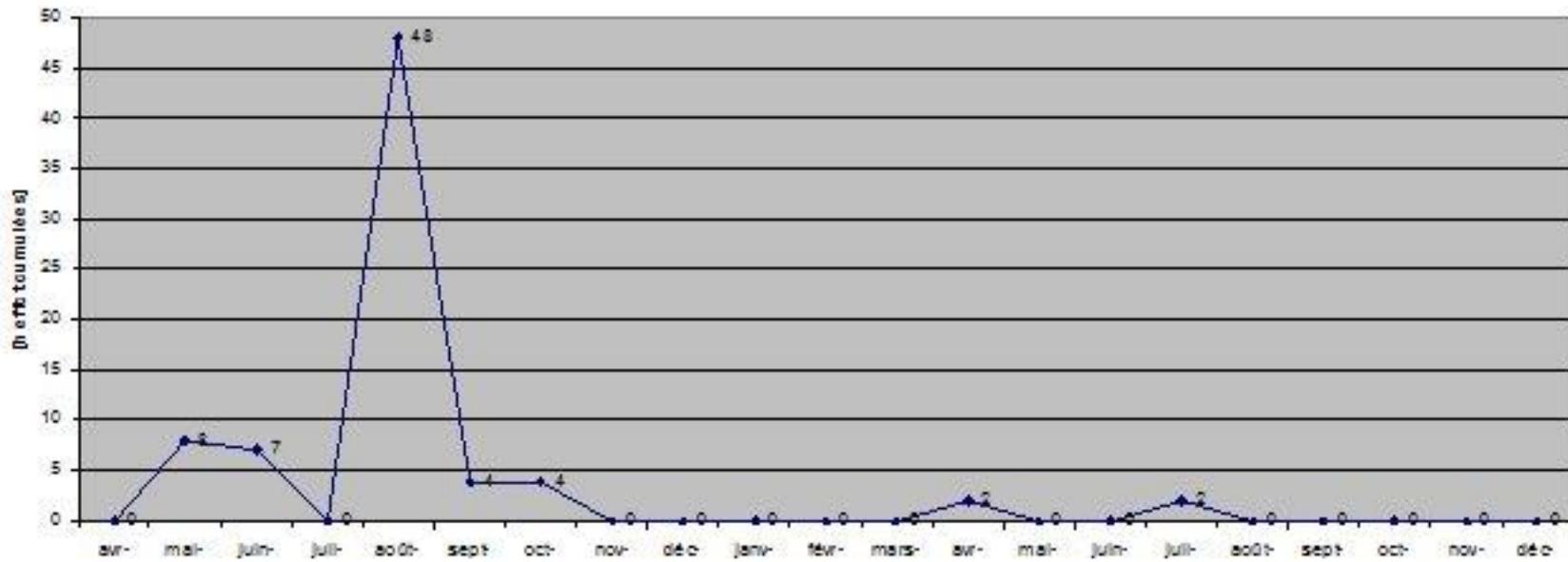


Figure 2: tableau des temps d'immobilisation Z2-1 [h]

⁶³ Par exemple, recours à un [REDACTED] l avec pistolet HP

4. AXE DE TRAVAIL PROPOSE ET RECOMMANDATIONS

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]