

Rapport technique

RAPPORT D'INTERVENTION

Turbo-alternateur

Service méthodes

N° Rapport : R010 / 2016

Date : 29/01/2016

Résumé

Rapport technique

Equipement : Turbo-alternateur

Description d'Equipement :endoscopie et alignement turbo-alternateur .

Durée de l'intervention : 2 jours

Date début : 06/02/2016

Date de fin : 07/02/2016

Effectives : 2 personnes

Diagnostic/Consigne vibration au niveau du turbo.

Travaux Réalisées : endoscopie et alignement.

Pièces de rechanges : tresses d'étanchéité

Informations à remplir par le bureau de documentation

N° Document :.....

Adresse local.....

Adresse électronique :.....

N° Copie :.....

INTRODUCTION

La raffinerie Tunisie sucre a pour objectif de produire 1600 tonnes de sucre par jour. Le raffinage du sucre est une opération délicate et fait intervenir plusieurs facteurs. L'usine est équipée d'une unité de cogénération (chaudière, turbo-alternateur). Le but est d'intervenir sur cette partie durant la période du 6 et 7 février 2016.

Le turbo-alternateur est une pièce maitresse dans la raffinerie Tunisie sucre. Son rôle est de transformer la puissance mécanique en énergie électrique. Comme l'indique son nom, le turbo-alternateur est composé de deux parties : turbine et alternateur. Il s'agit d'une turbine accouplée à un alternateur. Ces composants nécessitent d'en prendre soin au moindre détail et de bien suivre les conseils prescrits par le constructeur.

Au cours de la dernière période nous affrontons des difficultés afin de maintenir cet équipement en marche. A ce propos, nous avons proposé de vérifier l'intérieur de ce composant à l'aide d'endoscopie qui présente un moyen de contrôle afin de vérifier son état.

Ce rapport présente les tâches accomplies durant une période de 2 jours (6 et 7 février).

I. TRAVAUX REALISES

Durant la période de deux jours, plusieurs tâches sont prescrites dans le but de maintenir chaque composant de l'usine. Les tâches sont les suivantes :

- Endoscopie ;
- Vérification de l'alignement de la turbine ;
- Vérification des paliers de la turbine ;
- Vérification de la cotation du montage.

Une fois ces différentes tâches sont effectuées. La mission est bien accomplie et le turbo-alternateur est bien maintenu.

I.1. Endoscopie

La tâche d'endoscopie consiste à parcourir l'intérieur d'un objet afin de réaliser tout d'abord des fonctions de preception mais aussi d'intervention .

La machine d'endoscopie est constituée de 3 composants : une caméra, un écran et un bras de manipulation comme présenté dans la **figure 1**.

Dans notre cas, nous allons introduire la caméra afin de visualiser l'intérieur de la turbine et visualier l'état des ailettes des roues.

Nous avons constaté que plusieurs de vibrations sont détectées dans la turbine.

Pour commencer, nous allons chercher les points d'injection de la caméra endoscopique et nous allons après les repérer.

Nous avons alors démonté les bouchons pour introduire la caméra mais vue leurs emplacements et leurs états nous avons trouvé une difficulté à les extraire.

Afin d'extraire les bouchons, nous allons chauffer leur entourage avec le chalumeau découpeur puis les refroidir avec l'eau afin de les deviser.



Figure 1 : Photo de l'endoscopie

Nous avons trouvé onze points d'introduction de la caméra comme représenté dans les figures 2 et 3.



Figure 2 : Photo des points d'introduction de la caméra endoscopique 1



Figure 3 : Photo des points d'introduction de la caméra endoscopique 2

Nous allons, maintenant, commencer à parcourir l'intérieur de la turbine. Chaque bouchant nous permet de visualiser une roue.

Au cours de cette opération, nous allons visualiser les ailettes de chaque roue et vérifier leur état et détecter la rouille et les dépôts existants.

Quelques photos des ailettes sont présentées dans les **figures 4 et 5**.

Afin de visualiser toutes les ailettes d'une roue il faut tourner la turbine. Une fausse manipulation peut endommager la caméra.

La **figure 4** nous montre quelques tâches de dépôt sur les ailettes d'une roue (tâches blanche).



Figure 4 : Photo de tâches blanches de dépôt sur une ailette

La **figure 5** montre non seulement la présence de quelques tâches de rouille mais aussi une déformation de l'ailette. Ceci n'est pas dangereux et ne provoque aucune vibration à la turbine (constations de l'intervenant).



Figure 5 : Photo de l'état d'une ailette

A la fin de l'intervention les consultants, ont décrit que la turbine est propre et peut encore fonctionner normalement. Donc, les vibrations ne sont pas causées par la turbine.

Une proposition a été faite. Il s'agit de vérifier l'alignement des arbres entre réducteur/alternateur et celle entre turbine/réducteur.

Démontage de l'accouplement entre turbine / réducteur

A fin de vérifier les membranes de l'accouplement. Nous allons démonter cette dernière **figure 6**.

Caractéristique d'accouplement METASTREAM

Accouplement acier à membranes haute performance

Type de l'accouplement : HSFE-0220-0B77-05400

Fournisseur : John Crane

Extension thermique coté turbine = 0 mm ;

Extension thermique coté réducteur = 0 mm ;

Extension thermique du SPACER = 0 mm.

Veuillez trouver en **annexe A** toutes les caractéristique de l'accouplement sur le schéma technique

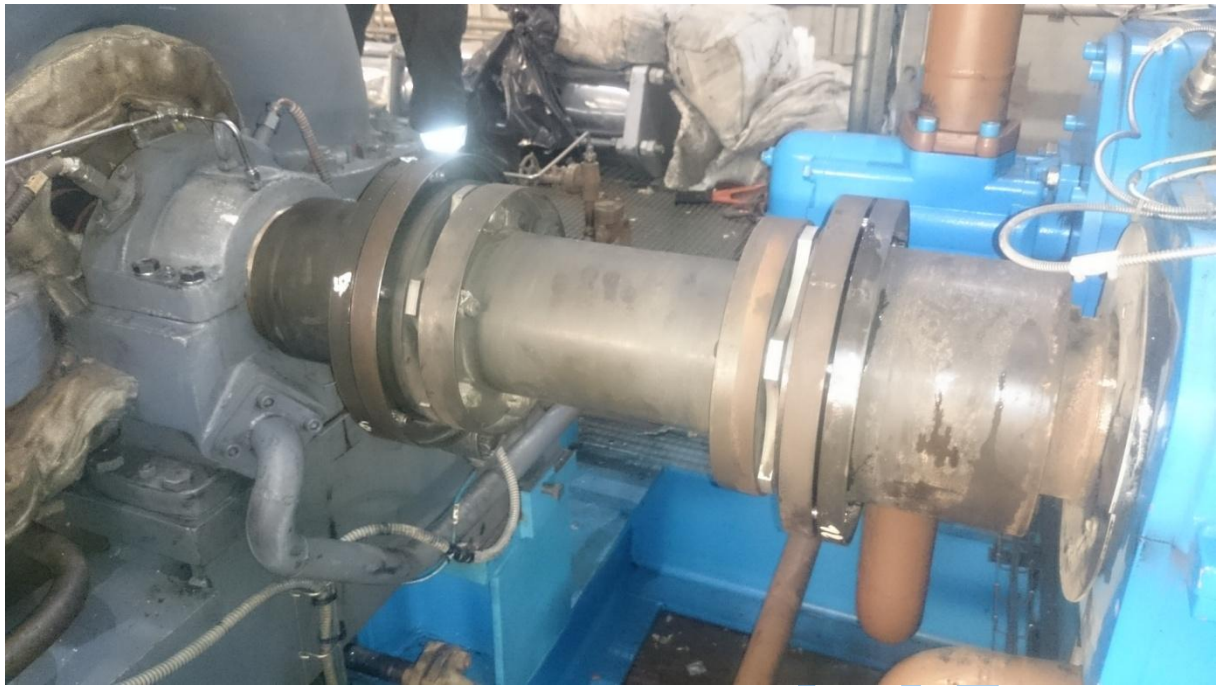


Figure 6 : Accouplement entre turbine et réducteur

Pour le démontage il faut bien repérer les boulons de l'accouplement pour garder l'équilibrage dynamique de l'ensemble (**figure 7**).



Figure 7: numérotation des boulons

L'équilibrage dynamique consiste à faire coïncider l'axe de rotation du solide avec ses axes principaux d'inertie.

Pour deviser les boulons il nous faut un couple de 80Nm.

La **figure 8 et 9** nous montre le démontage de l'accouplement.

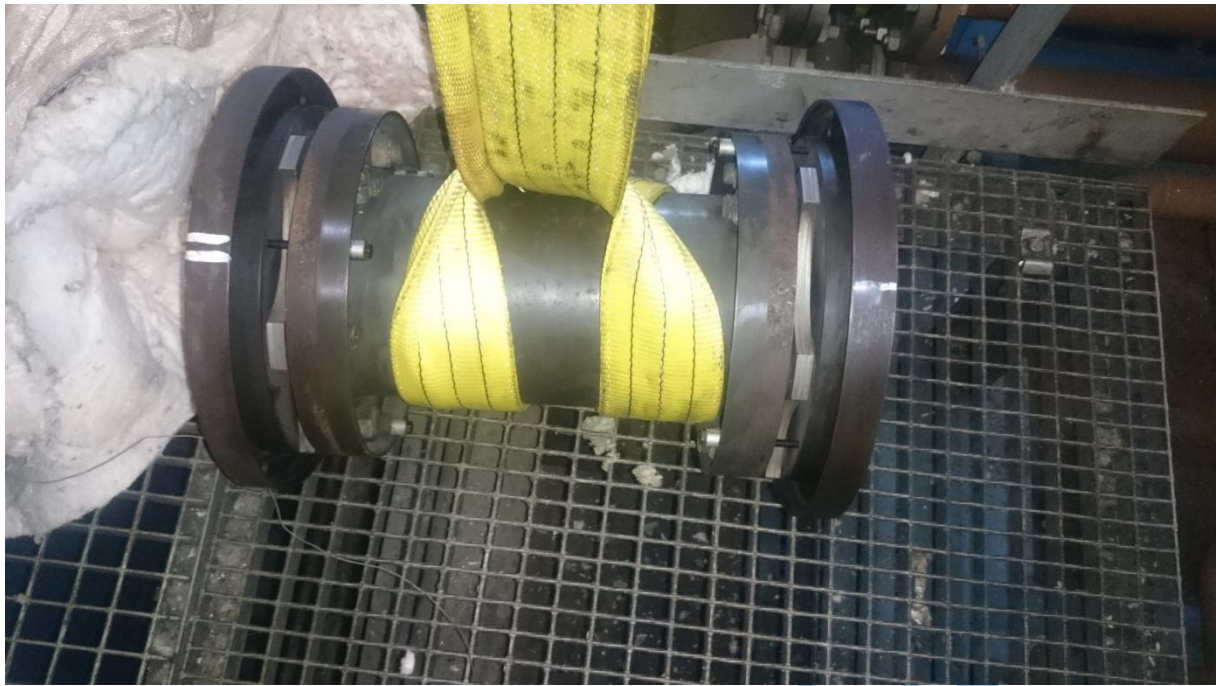


Figure 8: accouplement turbine / réducteur

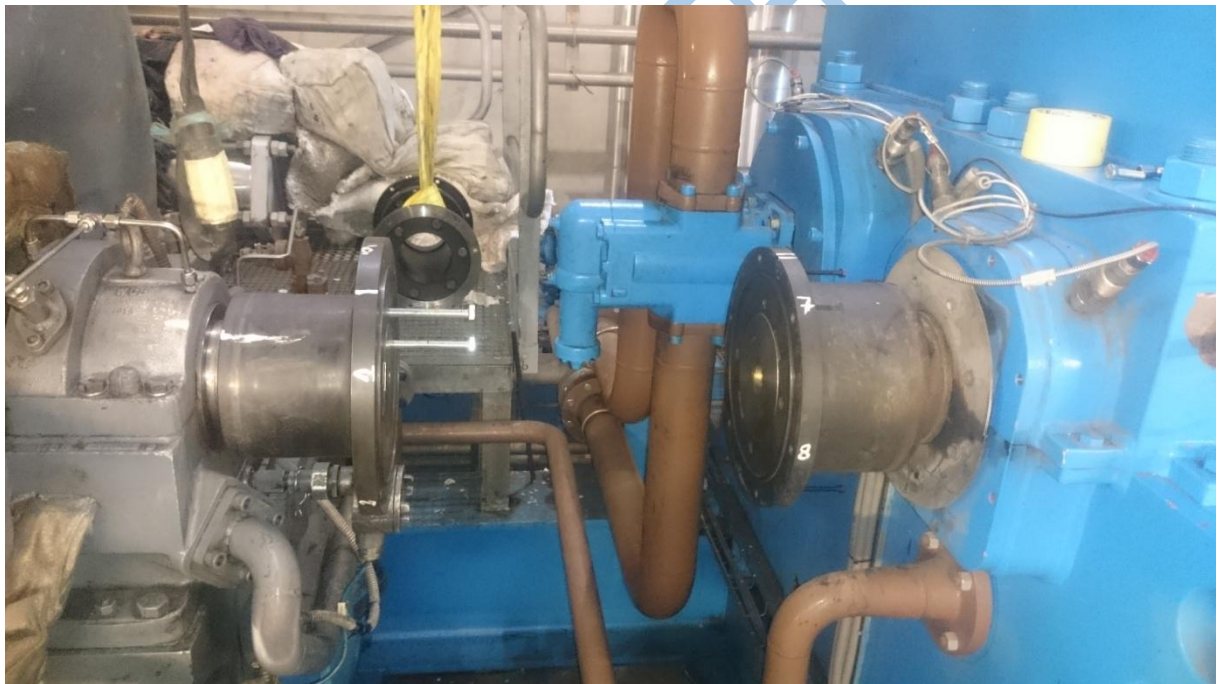


Figure 9: turbine et réducteur désaccouplé

I.2. Vérification alignement

Deux emplacements d'alignements sont à vérifier :

- Alignement entre le réducteur et l'alternateur ;
- Alignement entre Turbine et réducteur.

I.2.1. Vérification Alignement réducteur / alternateur

Le défaut d'alignement présente l'écart de position de l'arbre par rapport à l'axe colinéaire de rotation lorsque la machine tourne. On peut distinguer deux défauts : défaut de parallélisme et défaut angulaire comme représenté dans la **figure 10**.

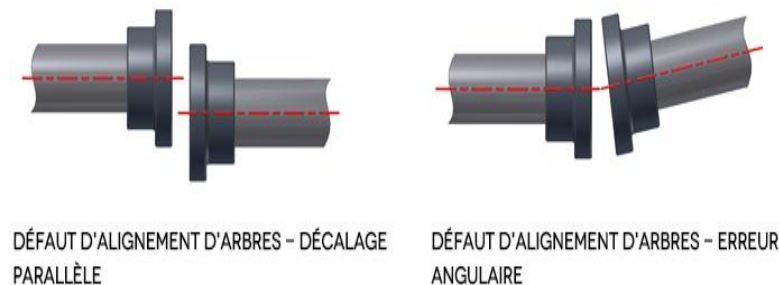


Figure 10 : Schéma des défauts d'alignement d'arbre

A l'aide de notre machine d'alignement SKF nous allons procéder à l'alignement des arbres. Cette machine est composée de trois principaux composants : appareil d'affichage et deux unités de mesure (**figure 11**).



Figure 11 : Appareil d'alignement SKF

Après avoir ajusté l'appareil. Une configuration de l'appareil est nécessaire comme indiqué dans la **figure 12**.

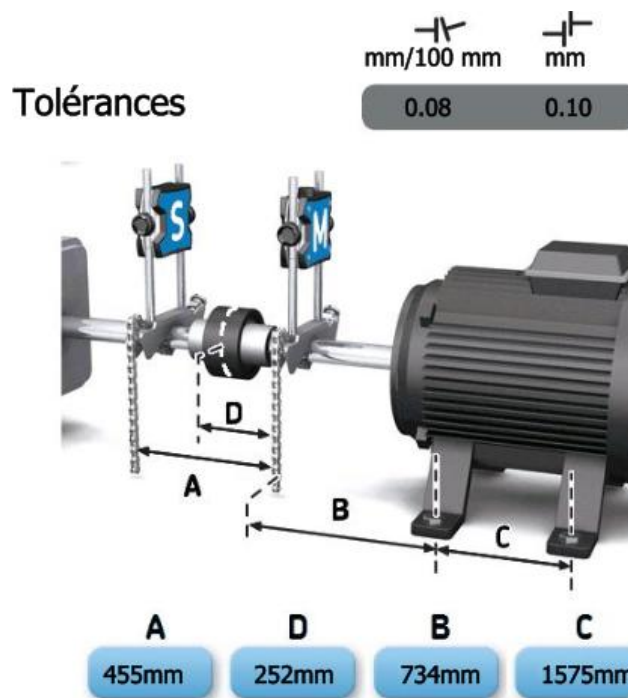


Figure 12 : Paramètres introduits pour la configuration de la machine

Ensuite, un suivi des étapes d'alignement la machine est réalisé. Les résultats trouvés sont présentés dans la **figure 13**.

Horizontal : Vue du dessus	Tel que trouvé	Tel que corrigé
	0.03 mm/100 mm ✓ -0.09 mm ✓	0.03 mm/100 mm ✓ -0.09 mm ✓
Vertical : Vue de côté	Tel que trouvé	Tel que corrigé
	-0.01 mm/100 mm ✓ -0.17 mm ≈	-0.01 mm/100 mm ✓ -0.17 mm ≈

Signature:

Date :

Jeu d'accouplements dans les tolérances : Oui

Figure 13 : Résultats trouvés pour l'alignement entre réducteur / alternateur

D'après les résultats générés par notre machine, on constate que les valeurs d'écart angulaire sont admissibles. Par contre, les résultats de décalage en parallélisme de l'alternateur sont élevés par rapport à celle du réducteur de l'ordre de 0,2mm. Ceci peut s'expliquer car dans ce cas on ne tient pas compte des coefficients de dilatation de l'acier mais on peut le justifier.

On rappelle que les arbres à aligner sont ceux entre réducteur et l'alternateur. Le coefficient de dilatation de l'acier est de l'ordre 1mm/m à une température de 100°C.

Notre réducteur atteint au maximum une température de 80°C et la hauteur de l'arbre est de 80mm, D'où notre réducteur se dilate de 0,4 mm.

En ce qui concerne l'alternateur, sa température atteint 40°C à la même hauteur d'arbre, nous avons une dilatation de l'alternateur de 0,2 mm.

On rappelle que nous avons trouvé que l'alternateur est plus élevé de 0,2mm, dans le cas de la dilatation, on retrouve que l'alternateur est dilaté de 0,4 mm (0,2mm de décalage de parallélisme + 0,2 de dilatation) le même cas se présente pour le réducteur qui se dilate de 0,4 mm.

Donc, en se dilatant, les deux arbres se trouvent alignés.

I.2.2. Vérification Alignement turbine / réducteur

De même pour l'alignement précédent, la machine a généré les résultats présentés dans la figure 14.

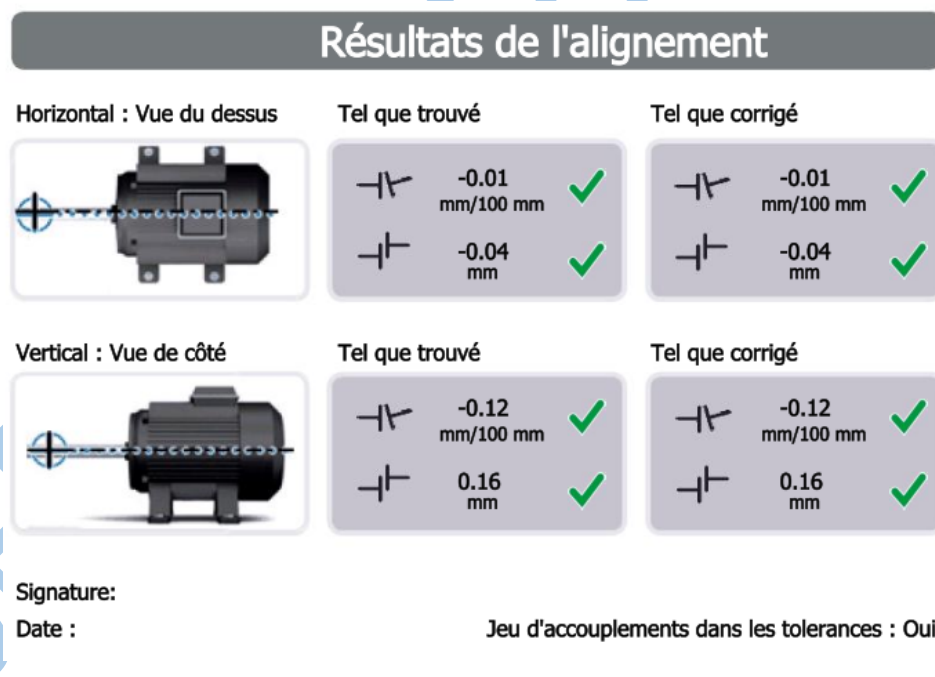


Figure 14 : Résultats entre réducteur / turbine

On regardant les résultats obtenus par la machine d'accouplement on trouve que la turbine et le réducteur sont bien alignés.

A la fin de cette étape, on constate que le l'ensemble turbo-alternateur est bien aligné, donc notre problème de vibration n'est pas due à l'alignement. Ceci nous ramène à vérifier les deux paliers de la turbine.

I.3. Vérification des deux paliers de la turbine

Cette étape consiste à procéder aux démontages des deux capots de paliers pour vérifier l'état des coussinets à l'intérieur (bavures ...).

La **figure 15** montre le coussinet à la sortie de la turbine. Nous avons eu des difficultés afin de décoller les capots, vue la quantité excessive de patte à joint mise en place.



Figure 15 : Photo du palier sans capots

Après la vérification des deux coussinets, aucun problème n'a été rencontré. Ceci écarte la possibilité d'un défaut au niveau des ces composants. Ce qui nous a ramené à vérifier les cotations de montage.

I.4. Vérification de la cotation de montage

Cette étape consiste à vérifier les cotations inscrites sur les plans.

Dans la **figure 16**, nous avons vérifié la cote **450mm**. On distingue un décalage de 4 mm par rapport à la cote inscrite. Cette cotation présente la distance entre bouts d'arbre (arbre de la turbine et arbre entrée réducteur). La turbine est alors écartée de **4mm** que la cote inscrite.

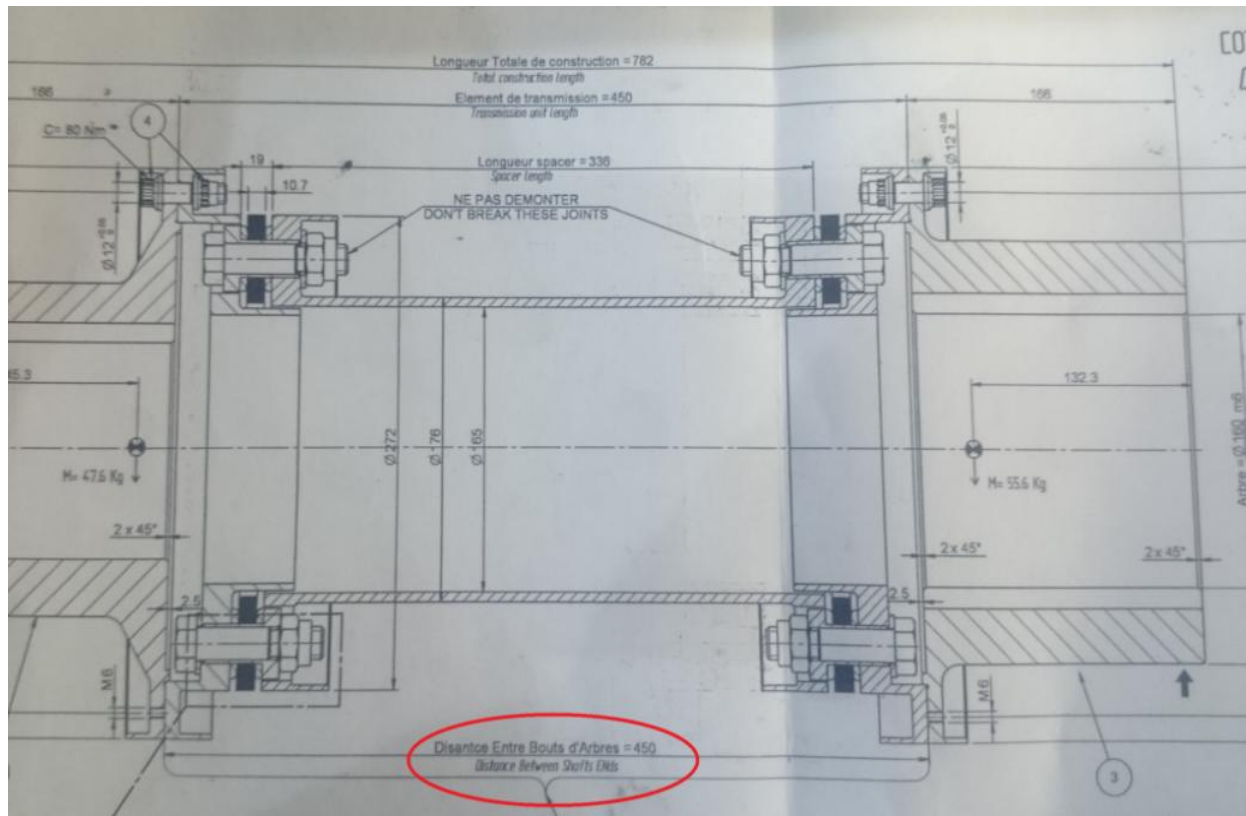


Figure 16: Plan du montage entre turbine et réducteur

Un autre plan de montage est à vérifier. Il s'agit du plan d'accouplement entre réducteur et alternateur. La distance inscrite **468 mm**. On distingue un écart de 3mm de moins par rapport à la cotation inscrite. L'écart est indiqué dans un cercle en rouge présenté dans la **figure 17**. Cette cotation aussi est importante ce qui nous ramène à éloigner le réducteur de 3mm.

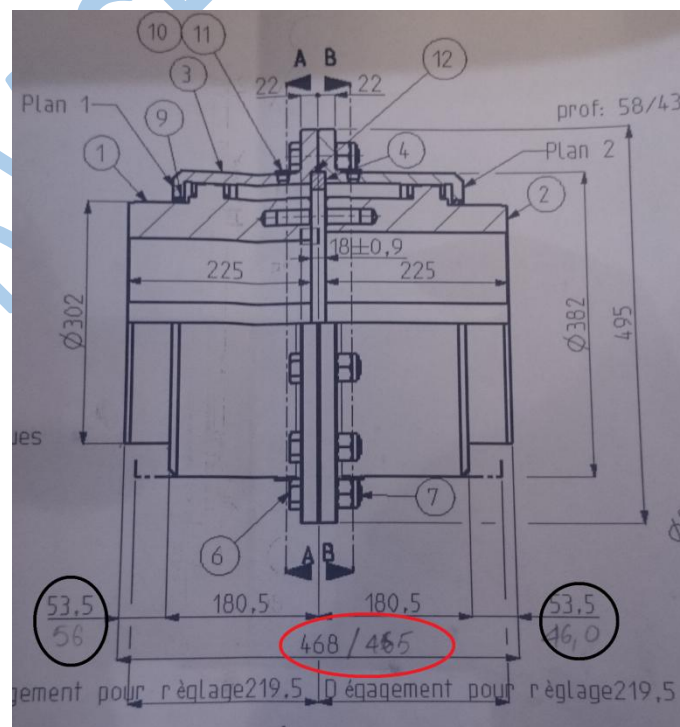


Figure 17: Distance d'accouplement entre alternateur et réducteur

Les fautes de cotation trouvées sur le turbo alternateur peuvent être la cause des vibrations. Afin d'éliminer cet écart, nous avons le choix entre déplacer la turbine de 4mm vers le réducteur ou d'éloigner le réducteur de 3mm de l'alternateur.

Veuillez trouver en **annexe B** toutes les cotes de l'accouplement sur le schéma technique.

Outillages nécessaires :

Clé mécanique

- Clé dynamométrique ;
- Jeu à douille en pouce ;
- Jeu de clés à laine en pouce.

Outils de manutention

- Des élingues.



Elingue corde de levage



Clé à laine



Clé dynamométrique



jeu de douille

CONCLUSIONS

Durant la période du 6 au 7 février 2016, plusieurs tâches ont été prescrites. Le but est de maintenir le turbo-alternateur et de détecter la cause exacte de la vibration.

L'utilisation de l'endoscopie a permis de visualiser quelques dépôts de rouille et tâches blanches au niveau des ailettes. Après intervention des consultants CEFATEC, la turbine est bien propre et peut fonctionner normalement. Les vibrations ne sont pas alors causées par la turbine.

Deux emplacements d'alignement ont été vérifiés au niveau du turbo-alternateur. L'alignement entre réducteur et alternateur et celle entre réducteur et turbine. Les résultats trouvés indiquent que les valeurs d'écart angulaire sont admissibles et ne peuvent pas être la cause des vibrations. En tenant compte de la dilatation, les valeurs sont aussi considérées acceptables.

La vérification des montages avec les plans et les cotations indique la présence de fautes sur certaines distances. Ceci peut être la vraie cause des vibrations existantes vu que nous avons déjà vérifié tous les composants de la machine et rien d'anormal n'est apparu.

Afin d'éliminer cet écart, deux scénarios se présentent :

- Déplacer la turbine de 4mm vers le réducteur ;
- Eloigner le réducteur de 3 à 4 mm de l'alternateur,