



Centre de Modane – Avrioux

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUES

REVISION GENERALE DU COMPRESSEUR AUXILIAIRE CA3 AVEC SON MULTIPLICATEUR

HISTORIQUE

| Version | Date de mise à jour | Cause et / ou nature de l'évolution |
|---------|---------------------|-------------------------------------|
| 1.4 | 12/06/2025 | MAJ pour DCE |

| | Rédacteur | Vérificateurs | Approbateur |
|----------|--|--|--|
| Fonction | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché |
| Nom | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché |
| Visa | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché | Sera renseigné lors de la notification du marché |

Propriété de l'ONERA – Reproduction, communication même partielle interdite sans
accord écrit préalable

Table des matières

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | OBJET | 3 |
| 2 | TERMINOLOGIE, REFERENTIEL | 3 |
| 2.1 | TERMINOLOGIE | 3 |
| 2.2 | REFERENTIEL | 3 |
| 3 | INTRODUCTION | 3 |
| 4 | DESCRIPTION DU PERIMETRE CONCERNE PAR L'INTERVENTION | 4 |
| 4.1 | DESCRIPTION D'UN GROUPE AUXILIAIRE | 4 |
| 4.2 | DESCRIPTION D'UN COMPRESSEUR AUXILIAIRE | 5 |
| 4.2.1 | <i>Stators</i> | 5 |
| 4.2.2 | <i>Rotors ou Mobiles</i> | 8 |
| 4.2.3 | <i>Corps de palier, capot d'accouplement et compensateur de dilatation</i> | 9 |
| 4.2.4 | <i>Accouplements inter-étages</i> | 9 |
| 4.2.5 | <i>Paliers</i> | 10 |
| 4.2.6 | <i>Accouplement multiplicateur / compresseur</i> | 11 |
| 4.2.7 | <i>Réfrigérants</i> | 12 |
| 4.3 | DESCRIPTION DU MULTIPLICATEUR | 12 |
| 4.4 | DESCRIPTION DES SERVITUDES | 13 |
| 4.4.1 | <i>Poste d'huile</i> | 13 |
| 4.4.2 | <i>Antipompage</i> | 13 |
| 4.4.3 | <i>Poste d'eau de refroidissement</i> | 13 |
| 5 | SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'EQUIPEMENT | 13 |
| 6 | DEFINITION DES PRESTATIONS DEMANDEES | 13 |
| 6.1 | ETUDES POUR LE COMPRESSEUR ET LE MULTIPLICATEUR | 14 |
| 6.2 | ETAT INITIAL DU COMPRESSEUR ET DU MULTIPLICATEUR EN FONCTIONNEMENT | 14 |
| 6.3 | REVISION DU COMPRESSEUR | 14 |
| 6.4 | REMISE EN SERVICE DE COMPRESSEUR | 15 |
| 6.5 | PRESTATIONS D'INGENIERIE – ETUDES DE RESOLUTION DE PROBLEMES | 16 |
| 6.6 | REVISION DU MULTIPLICATEUR ATTELE AU COMPRESSEUR | 16 |
| 6.7 | RESULTATS ATTENDUS | 16 |
| 7 | DEFINITION DES PRESTATIONS ET FOURNITURES A LA CHARGE DE L'ONERA | 16 |
| 8 | DEFINITION DES FOURNITURES ET DOCUMENTS A CHARGE DU PRESTATAIRE | 17 |
| 9 | DOCUMENTS A ETABLIR PAR LE PRESTATAIRE EN FIN DE CHANTIER | 18 |
| 10 | ORGANISATION DU CHANTIER | 18 |
| 11 | PLANNING DU CHANTIER | 18 |
| 12 | LISTE ONERA DES PIECES DE RECHANGE COMPRESSEUR | 18 |
| 13 | LISTE ONERA DES PIECES DE RECHANGE MULTIPLICATEUR | 20 |
| 14 | ANNEXES | 21 |

1 OBJET

L'objet du présent cahier des charges est de définir les spécifications techniques particulières à respecter par le prestataire pour :

la révision générale du compresseur d'air auxiliaire 9 bar du Centre ONERA de Modane-Avrieux, dit « CA3 » en partie 2 - **poste n°3**,

la révision du multiplicateur attelé à ce compresseur et le remplacement de son train d'engrenage par un neuf en partie 2 - **poste n°4**,

et

les pièces de rechange complémentaires nécessaires à ces **maintenances en partie 1 - poste n°1 pour les rechanges associées au compresseur CA3 et partie 2 - poste n°2 pour les rechanges concernant le multiplicateur.**

Les spécifications techniques générales relèvent, elles, des règles de l'art qui restent de la compétence du prestataire.

2 TERMINOLOGIE, REFERENTIEL

2.1 Terminologie

| | |
|-------------------------|---|
| ONERA | Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques |
| CMA | Centre de Modane Avrieux |
| CA3 | Compresseur auxiliaire n°3 sur l'installation de production d'air 9 bar du CMA |
| DSMA | Direction des Souffleries de Modane Avrieux |
| DA | Direction des achats |
| Prestataire / Titulaire | Société assurant la prestation demandée, titulaire du Marché |
| GA3 | Groupe auxiliaire n°3 = Turbine auxiliaire (TA3) + Multiplicateur + compresseur |

2.2 Référentiel

[1] Notice descriptive de conduite et d'entretien des groupes C2 et C3 n°1772 de décembre 1987 indice A Alstom-Rateau.

[2] Instruction Technique FCS ETM n°93-3259b ALSTOM : nettoyage par sablage des pièces de compresseurs (rotors, ailettes, porte aubage et diaphragme)

3 INTRODUCTION

Le CMA possède trois compresseurs CA1, CA2 et CA3 qui peuvent soit fonctionner en compression (air 9 bar), soit en extraction (vide). La périodicité pour la révision de ces compresseurs est de 2500 h.

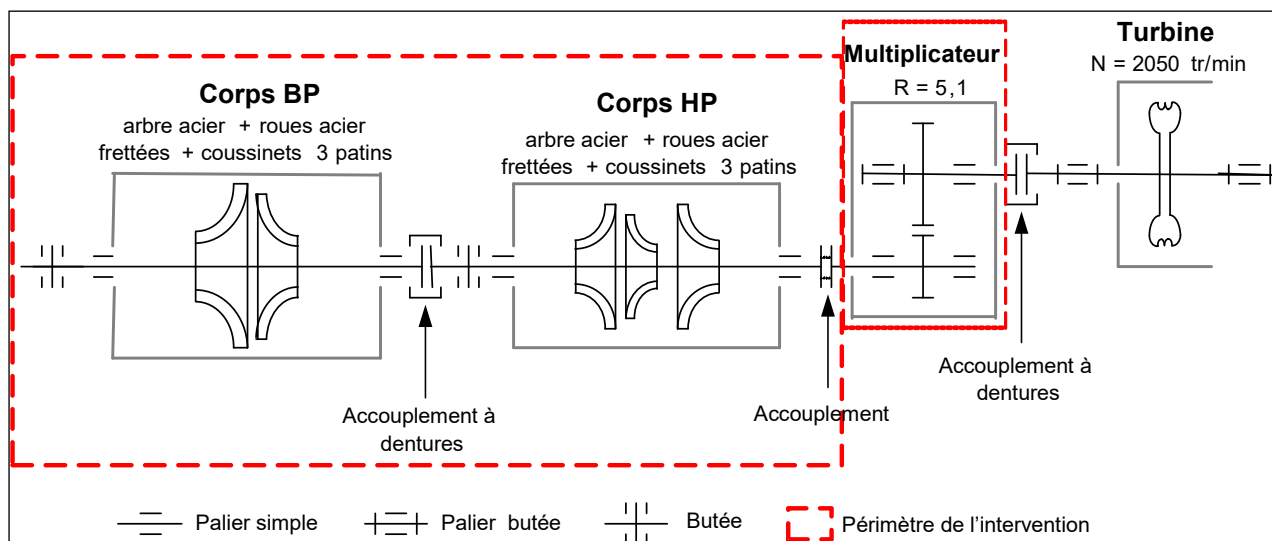
La dernière opération de révision sur le compresseur CA3 et son multiplicateur, date de 2019. Ces opérations, pour le compresseur ont été effectuées par la société GE ALSTOM POWER SERVICES. La révision du multiplicateur a été effectuée par la société Flender Graffenstaden en sous-traitance de GE.

Depuis la dernière révision le 28/08/2019, la machine CA3 a fonctionné 1361 h (au 05/12/2023). Son nombre total d'heures de fonctionnement est égal à 24786 h.

Le nombre total d'heures de fonctionnement du train d'engrenage est égal à 11656 h depuis 1988 date de son montage.

4 DESCRIPTION DU PERIMETRE CONCERNE PAR L'INTERVENTION

Le schéma ci-après décrit le périmètre concerné par l'intervention.



« Schéma du compresseur CA2 avec périmètre d'intervention »

Le numéro de machine du CA3 est 971/967. Les étages de cette machine sont de type : pour BP, CM58/54 et pour HP, CM50/45-2'.

Le multiplicateur Flender Graffenstaden est de type MCL 500 et son année de fabrication est 1956.

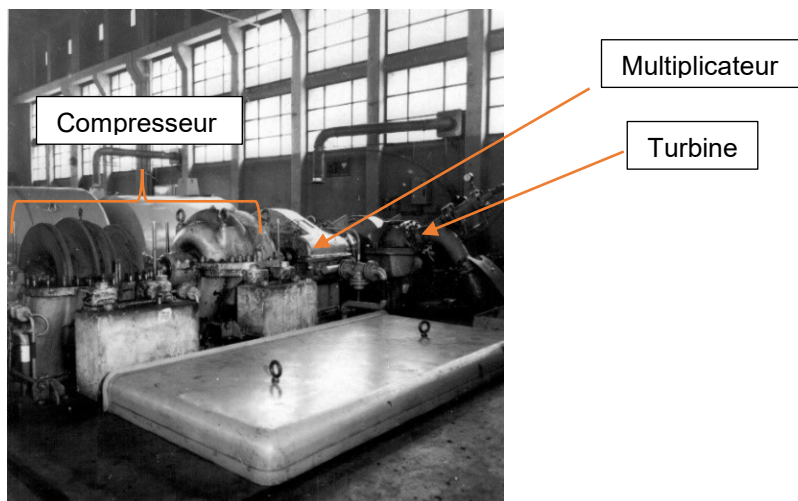
Le numéro de série du multiplicateur est 166, T2883.

Le régime turbine est de 2050 tr/min. Le rapport de régime est de 5,1. La puissance est de 3 MW.

Le plan d'ensemble Flender-Graffenstaden porte le numéro 02B223BO.

4.1 Description d'un groupe auxiliaire

Un groupe auxiliaire est une machine de production d'air comprimé à 9 bar composée d'une turbine hydraulique Neyrpic de type Pelton reliée par un accouplement rigide à un multiplicateur de marque Flender-Graffenstaden, lui-même relié à un compresseur centrifuge de marque d'origine Alsthom-Rateau. Le régime de la turbine est de 2050 tr/min. Le rapport de multiplication est de 5,1. Le régime du compresseur est donc de 10455 tr-min.



Les caractéristiques principales de fonctionnement d'un groupe auxiliaire sont données en annexe 1 au titre 14.

4.2 Description d'un compresseur auxiliaire

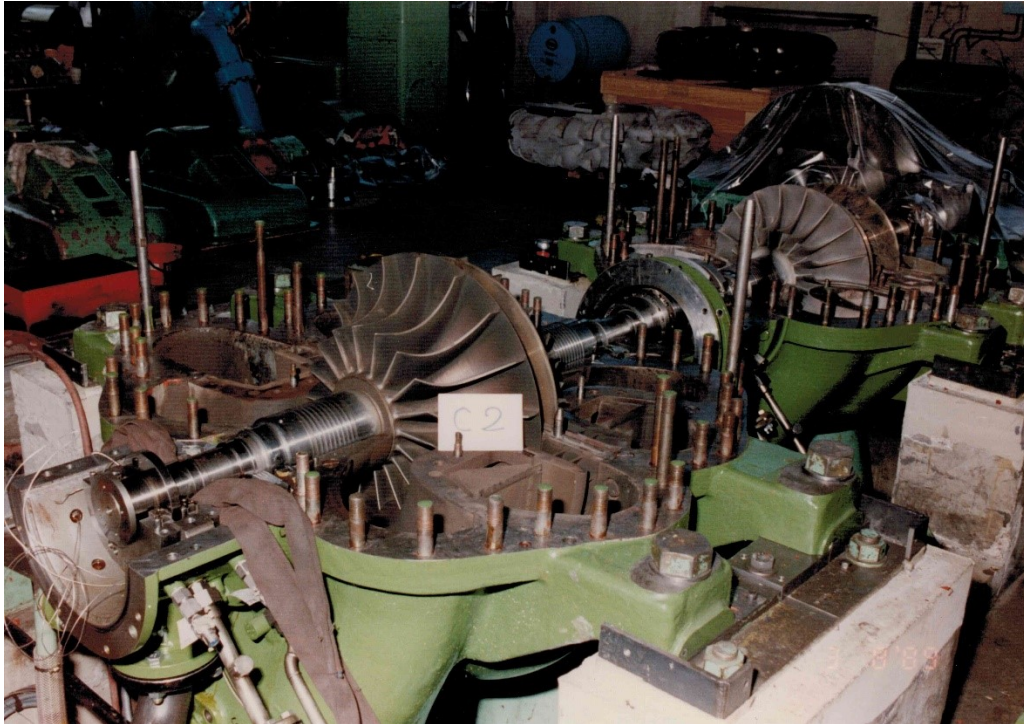
Un compresseur centrifuge est composé de deux corps :

- Corps BP de type CM58/54 à 2 cellules (ou étage) ;
- Corps HP de type CM50 /45 à 3 cellules (ou étage).

Chaque cellule comporte une roue.

Les deux roues du corps BP, ainsi que les roues des étages 1 et 3 du corps HP sont disposées dos à dos de manière à réduire la poussée sur la butée (voir nomenclature de l'étage BP donnée pour exemple en annexe 2 au titre 14).

Le refroidissement de l'air est assuré : en cours de compression et à la sortie de la machine, par 4 réfrigérants disposés à la sortie des étages BP1, BP2, HP1 et HP3.



4.2.1 Stators

Les corps des compresseurs, en fonte FT20, sont en quatre parties et comportent un plan de joint vertical et un plan de joint horizontal; le portage se fait métal sur métal. Le boulonnage vertical n'est pas appelé, à être démonté.

Sur les demi corps inférieurs des chandelles de guidage ont été placées pour faciliter le montage.

La demi partie supérieure forme couvercle et est réunie à la partie inférieure par boulonnage (couple de serrage 37,5 mkg).

Sur la partie supérieure sont montés quatre anneaux de levage, ils doivent être utilisés pour la manutention de la demi partie supérieur seule (poids BP, 940 kg et poids HP, 860 kg).

Les tubulures d'aspiration et de refoulement, ainsi que les tubulures de liaison aux réfrigérants d'air, sont dirigées verticalement vers le bas. Elles sont portées par les demi corps inférieurs.

Le lignage du corps est obtenu par :

- deux broches cylindriques formant clavette de dilatation transversale dans les pattes côté roue 2 BP ou HP, définissent un axe perpendiculaire à l'axe de la machine ;
- deux barres de flexion solidaires de la demi partie inférieure du corps définissent un axe parallèle à l'axe machine.

Le corps renferme les pièces internes et reçoit les garnitures de sortie d'arbre à chacune de ses extrémités.

Les pièces internes : **pavillon d'aspiration, diffuseurs ailettés et diaphragme intermédiaire** sont destinées à guider le fluide ou à séparer deux capacités à pression différentes. Ces pièces sont toutes formées de deux demi parties séparées par un joint horizontal à partage métal/métal et réunies par boulonnage. Toutes les pièces sont positionnées dans le corps par un emboîtement définissant la position longitudinale et un centrage assurant leur coaxialité avec le rotor.

Les **pavillons d'aspiration**, matière FT15 (poids maxi : BP, 230 kg, HP, 154 kg), sont destinés à guider le fluide venant de la tubulure ASP et forment la partie extérieure du canal hydraulique de la roue. Ils supportent le flasque du diffuseur ailetté et le réducteur de volute fixés par boulonnage sur les pavillons ASP.

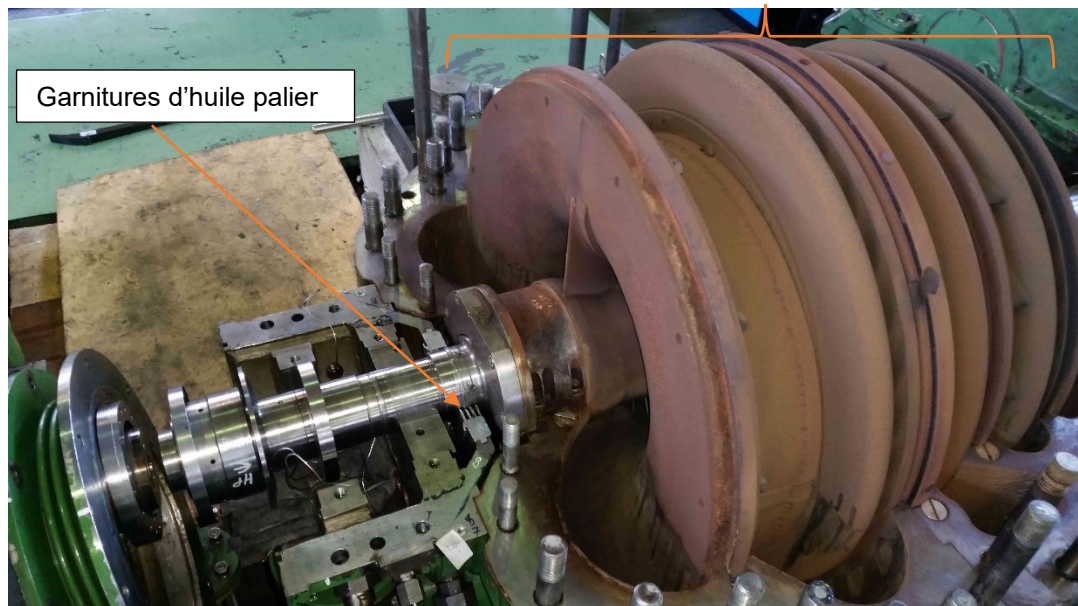
Les **diffuseurs ailettés**, sont destinés à guider le fluide à la sortie de la roue jusque dans la volute de refoulement. Ils sont exécutés en acier inox X5CrNi18.10 avec ailettes taillées dans la masse. Leur position longitudinale est assurée par des cales de réglage. Ces diffuseurs sont centrés sur le corps et arrêtés par vis au joint horizontal.

Le **diaphragme intermédiaire**, matière ADx (poids maxi : BP, 190 kg et HP, 145 kg) sépare les volutes de refoulementF (BP, roue 1 et roue 2 et HP, roue 1 et roue 3). Il supporte les diffuseurs ailettés et reçoit la garniture intermédiaire.

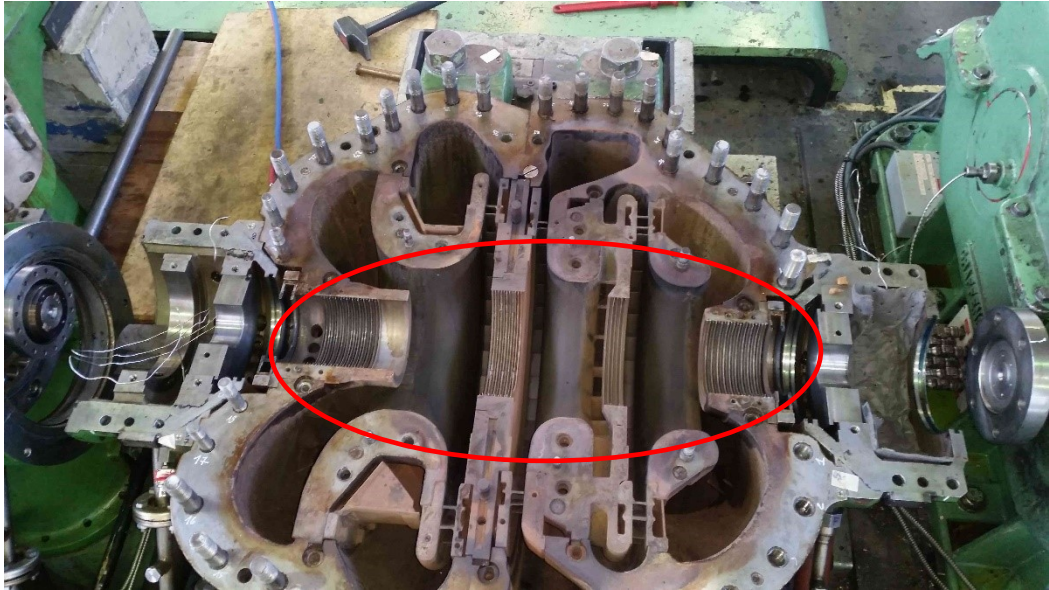
Pour réaliser l'étanchéité d'air entre les étages de compression et aux extrémités d'arbre, ou d'huile de lubrification aux paliers, des garnitures sont installées.

Le canal de retour (matière FT 15, poids 124 kg) sur l'étage HP comprend un emboîtement destiné à recevoir le diffuseur ailetté roue 2, guidant le fluide à l'entrée de la roue 3. Il reçoit la garniture intermédiaire entre roue 2 et 3.

Pièces internes : pavillon d'aspiration,
diffuseurs ailettés et diaphragme



- 1) **GARNITURES INTERMEDIAIRES** : Ces garnitures ont pour but d'isoler les étages de compression entre eux. Ces garnitures sont du type à labyrinthe. Elles sont considérées comme pièces sujettes à usure. Elles sont constituées par deux demi-couronnes en acier, s'emboîtant dans le diaphragme intermédiaire. La demi-couronne supérieure est maintenue en place par des vis tête cylindrique spéciales situées au joint. Le jeu entre rotor et léchettes conditionne le bon rendement de notre appareil. Lors des révisions, s'assurer que les jeux relevés ne dépassent pas de plus de 15 % les valeurs indiquées sur la coupe longitudinale Plan 277 130 (BP) ou 277129 (HP).

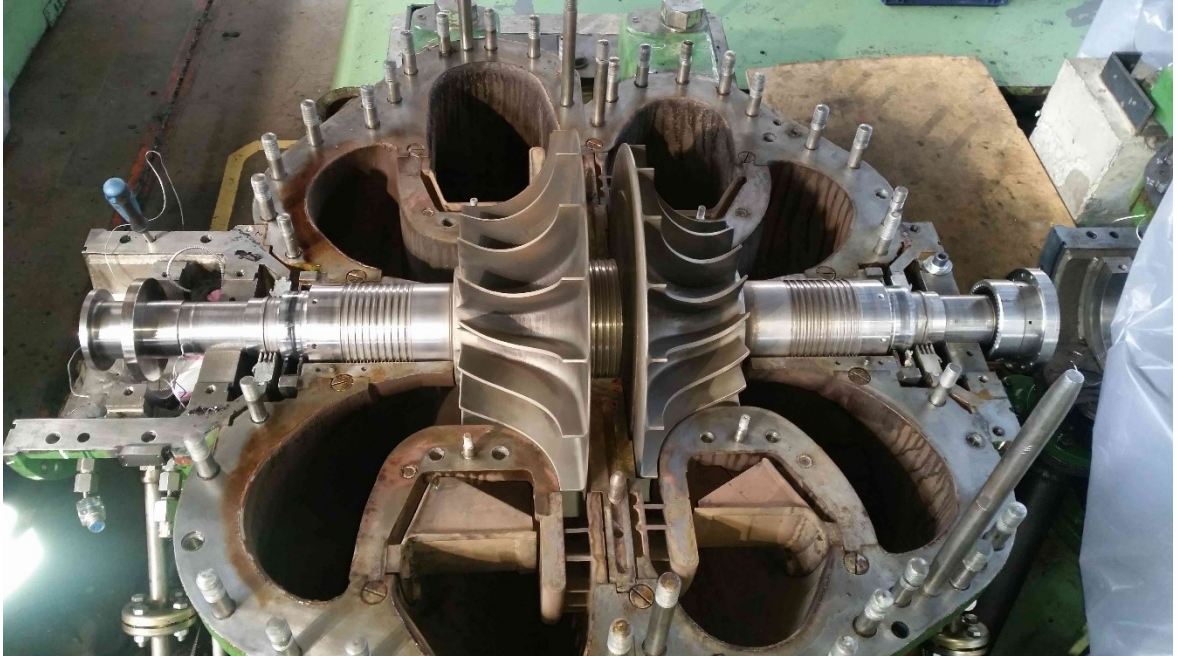


Garnitures intermédiaires

- 2) **GARNITURES DE SORTIE D'ARBRE A LECHETTES** : Ces garnitures ont pour but d'éviter les fuites de l'air véhiculé dans la machine au droit des sorties d'arbre à chaque extrémité du corps. Ces garnitures sont du type à labyrinthe.
Elles sont constituées de deux demi-couronnes en acier s'emboîtant dans le corps.
La demi-couronne inférieure est maintenue en place par des vis à tête cylindrique spéciales situées au joint.
Elle comporte un évidement permettant l'évacuation du surplus de graisse des bagues carbone.
Elles reçoivent les porte-garnitures à bagues carbone.
Matière E 24 2
Ces garnitures sont considérées comme des pièces sujettes à usure.
L'augmentation du jeu entre lèches et rotor influence le rendement de la machine.
- 3) **GARNITURES DE SORTIE D'ARBRE A BAGUES CARBONNES** :
Ces garnitures ont pour but de renforcer l'étanchéité des garnitures des sorties d'arbre à lèches.
Elles sont constituées par 3 segments en graphite, maintenus entre eux par un ressort, formant une bague.
Cette bague prend place dans un porte-bague en deux parties formant une chambre remplie de graisse par l'intermédiaire d'un graisseur situé en partie supérieure.
Ce porte-bague est fixé sur la garniture d'arbre par boulonnage
Les bagues carbone sont considérées comme des pièces sujettes à usure.
Le jeu entre les bagues et le rotor conditionne le bon rendement de la machine.
Lors des révisions, s'assurer que les jeux ne dépassent pas de plus de 30 % les valeurs indiquées sur la coupe.
- 4) **GARNITURES D'HUILE** : Les garnitures d'huile isolent d'huile de lubrification des paliers de l'extérieur de la machine ;
Ces garnitures sont constituées par des couronnes aluminium (AG3) dans lesquelles les lèches sont usinées.
Elles sont maintenues dans les paliers par un emboîtement.
Ces garnitures sont considérées comme des pièces sujettes à usure.
L'augmentation du jeu entre lèches et rotor risque de favoriser les fuites d'huile de lubrification.
Lors des révisions, s'assurer que les jeux ne dépassent pas de plus de 60 % les valeurs indiquées sur la coupe longitudinale PL 277130 (BP) et 277129 (HP).

4.2.2 Rotors ou Mobiles

Chacun des mobiles est constitué par un **arbre**, en acier forgé, sur lequel sont emmanchées et clavetées des **roues**. L'arbre BP porte à l'une de ses extrémités un plateau d'**accouplement**, l'autre extrémité ne débouchant pas du chapeau de palier, il porte le **collet de butée**. L'arbre HP porte à chacune de ses extrémités un plateau d'**accouplement** et du côté liaison BP, un **collet de butée**.



Mobile BP

1) ARBRE

Chaque arbre des étages compresseur est en acier forgé, traité thermiquement pour avoir les caractéristiques mécaniques nécessaires et soigneusement stabilisé.

Il comporte des usinages recevant les différentes pièces constitutives du rotor.

- Matière : 25 CD 45
- Poids de l'arbre : BP 112 kg et HP 115 kg

Le rotor est considéré comme pièce sujette à usure.

Les pièces constitutives du rotor peuvent être réparties en deux catégories :

- les pièces amovibles et remplaçables : collet de butée avec écrou et manchon d'accouplement ;
- les pièces inamovibles, remplaçables en bloc et non réutilisables séparément : arbre, roues, bagues intermédiaires.

Toutes les pièces, sauf le manchon d'accouplement constituent le rotor complet.

- Poids des rotors complets : 195 kg (BP) et 210 kg (HP) ;
- Vitesse d'équilibrage du rotor : basse vitesse 1 200 t/mn ;
grande vitesse 10 978 t/mn ;
- Survitesse 12 625 t/mn ;
- Balourd résiduel admissible : palier butée 8 g/cm ;
palier lisse 8 g/cm sur BP et 9 g/cm sur HP.

La vitesse critique réelle, relevée aux essais (à l'origine), sera gravée sur la plaque de la machine.

2) ROUE

Les roues sont de type centrifuge à ailes hélico-radiales en acier moulé G-X5CrNi13.04M.

Chacune est constituée :

- d'une partie purement radiale ;
- d'une partie hélicoïde d'entrée ;

Ces deux parties sont entièrement usinées par fraisage dans la masse.

Chaque ensemble mobile est équilibré statiquement et dynamiquement pour éliminer toute cause de vibration pendant la marche.

Chaque roue équilibrée est montée à chaud sur le rotor, sans clavetage d'entraînement

Ces roues sont considérées comme des pièces sujettes à usure.

Ne jamais retoucher les roues sans prendre l'avis du constructeur.

3) BAGUES INTERMEDIAIRES

Les bagues intermédiaires isolent les différents étages de compression sur l'arbre ;

Elles sont montées à chaud sur l'arbre sans clavettes d'entraînement ;

Matière 25 CD 4 S

4) COLLET DE BUTEE

Voir 4.2.3 3) ci-dessous.

5) MANCHON D'ACCOUPLEMENT

Voir 4.2.4

4.2.3 Corps de palier, capot d'accouplement et compensateur de dilatation

1) CORPS DE PALIER

Les coussinets sont montés dans les paliers sur lesquels ils sont emboîtés et maintenus en place, par un étrier boulonné sur la partie inférieure du corps du palier.

La boîte de butée est positionnée dans un corps en deux demi parties séparées par un joint horizontal métal/métal et réunies par boulonnage. Elle est maintenue en place par un étrier boulonné sur la partie inférieure du corps de palier.

Le corps de palier est boulonné et broché sur le corps. Sur BP, il est fermé, côté bout d'arbre, par une plaque. Sur HP, il reçoit le capot d'accouplement.

Le démontage de la demi partie supérieure du corps de palier permet de visiter les parties internes.

La demi partie inférieure évacue l'huile du circuit de lubrification, et porte les sorties de fils des capteurs.

- Matière : E 24 2
- Poids de la demi partie supérieure : 20 kg
- Poids de la demi partie inférieure : 60 kg

2) CAPOT D'ACCOUPLEMENT

Le capot d'accouplement est en deux demi parties boulonnées au joint horizontal.

Il est réalisé en tôle soudée.

Le capot inférieur porte les sorties de fils des capteurs.

Matière : E 24 2

3) COMPENSATEUR DE DILATATION DU CAPOTAGE PALIER

La libre dilatation entre les machines est assurée par un compensateur de dilatation placé entre les paliers et le capot d'accouplement.

Ce compensateur est composé d'un soufflet en acier inox soudé sur deux brides de fixation en acier doux.

4.2.4 Accouplements inter-étages

La liaison entre les arbres HP et BP est faite par un accouplement à denture type TMD20 de marque Flender Graffenstaden.

Les deux moyeux d'accouplement à denture extérieure doivent être emmanchés soigneusement sur les deux bouts d'arbre à accoupler.

Les deux arbres à accoupler doivent être soigneusement alignés ; cette condition est indispensable au bon fonctionnement de l'accouplement. Il est recommandé d'effectuer l'alignement par un instrument de mesure au diamètre extérieur.

La fixation axiale de l'accouplement à denture se fait par les anneaux de ressort à insérer dans la rainure. Ces anneaux peuvent être démontés.

Pour le graissage de l'accouplement, il y a lieu d'utiliser de l'huile de 4 à 5° E à 50 ° C filtrée parfaitement. Le besoin d'huile de l'accouplement est d'environ 14 l / min. Cette quantité devant être alimentée pour moitié de chaque côté.

- Déplacement axial du manchon d'accouplement : +/- 4 mm.
- Déplacement angulaire admissible : 0° 4' 22"
- Déplacement parallèle admissible des deux arbres en état froid de montage 0,2 mm.
- Moyeu côté BP : 2,3 kg
- Moyeu côté HP : 2,3 kg
- Douille intermédiaire : 4,4 kg

Le démontage de l'accouplement se fait par pression d'huile injectée dans l'extrémité du rotor. L'outillage n'existe pas !

Il est recommandé de ne pas dévisser complètement l'écrou du moyeu d'accouplement mais de le desserrer seulement de deux ou trois tours.

4.2.5 Paliers

Chaque mobile repose sur deux paliers à lubrification sous pression, munis de coussinets et butées antifricionnés.

Le palier côté aspiration du corps BP comporte, en plus du coussinet porteur, une butée double sur laquelle prend appui un collet de l'arbre BP

Le palier côté aspiration du corps HP comporte, en plus du coussinet porteur, une butée double sur laquelle prend appui un collet de l'arbre HP.

Les paliers portent des léchettes d'arrêt d'huile.

1) COUSSINETES

Les coussinets du compresseur sont du type trois patins oscillants à lubrification sous pression.

Ces coussinets sont constitués par :

- un corps en acier en deux demi parties, avec joint métal/métal et broches de positionnement ;
- trois patins en acier recouverts d'antifricion sur la partie en regard de l'arbre et comportant une rotule sur la partie arrière ; chaque patin repose sur le corps de coussinet par l'intermédiaire d'une cale de réglage ;
- deux arrêtoirs placés sur chaque flanc du coussinet et ayant une double fonction :
 - portée de secours en cas d'avarie sur les patins inférieurs ;
 - clés de verrouillage des patins dans leur alvéole.

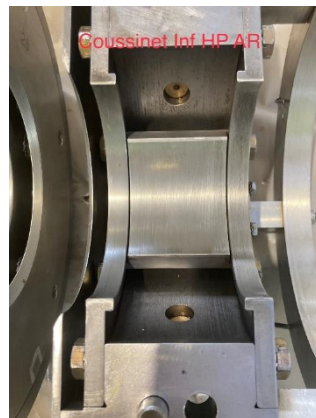
Les coussinets sont considérés comme des pièces sujettes à usure.

Lors des révisions d'incidents, s'assurer que les jeux sont compris dans les tolérances indiquées sur la coupe longitudinale Plan 277 130 (folio 31) pour BP et 277129 (folio 102) pour HP.

Les pièces constitutives répertoriées ci-dessus sont considérées comme inamovibles, remplaçables en bloc et non réutilisables séparément.

Les coussinets de rechange se montent en lieu et place dans la machine, sans réglage ni réusinage, mais il est nécessaire de remonter les anciennes pastilles réglant le débit d'huile dans le coussinet.

Les coussinets ont été réusinés pour recevoir un thermocouple dans le patin porteur.



2) FAUX COUSSINETS

Le constructeur d'origine a fourni quatre demi faux coussinets en fonte. Ces pièces servent, dans le cas où les machines seraient expédiées entièrement fermée, à immobiliser les rotors avec interposition de papier entre faux coussinets et rotors.

Ils servent également au support des rotors, au cours des différentes phases de démontage et, de plus ils sont nécessaires pour le lignage des machines.

3) BUTEE "GLACIER"

a) DESCRIPTION DE LA BUTEE

De chaque côté du collet de butée, se trouve un ensemble butée comprenant une bague porteuse en deux demi parties dans laquelle les patins sont également espacés entre des vis d'espacement individuelles, le diamètre extérieur des patins étant positionné par une joue sur la bague porteuse. Les patins sont maintenus librement en position par les têtes des vis d'espacement qui s'engagent dans des logements usinés sur chaque extrémité des patins, de manière que ceux-ci soient libres de pivoter mais ne puissent pas tomber hors de la bague pendant les manipulations.

Les butées sont arrêtées en rotation par deux broches au joint.

L'ensemble des pièces ci-dessus est monté dans une boîte de butée en deux demi parties fixées dans le palier butée à l'aide d'un étrier.

Matière de la boîte de butée : E 24 2.

b) LUBRIFICATION DIRIGEE

La butée est lubrifiée sous pression (1,5 bar).

L'huile d'alimentation, refroidie et filtrée, est amenée dans les canaux des vis d'espacement des patins et se trouve dirigée, par des gicleurs spéciaux, sur la surface du collet.

Ces jets d'huile à vitesse élevée se répandent sur la surface du collet, et chassent l'huile chaude sortant du patin pour la remplacer par de l'huile froide pour le patin suivant.

L'ensemble des patins de butée et de collet sont considérés comme des pièces sujettes à usure.

Lors des révisions s'assurer que les jeux ne sont pas supérieurs aux valeurs indiquées sur la coupe longitudinale Plan 277 130 folio 31).

Les rechanges se montent en lieu et place dans la machine avec adaptation des cales de réglage.

Quatre patins ont été réusinés pour recevoir des thermocouples.

4.2.6 Accouplement multiplicateur / compresseur

La liaison entre l'arbre de l'étage HP du compresseur et l'arbre grande vitesse du multiplicateur est réalisé par un accouplement rigide "torsible". L'ONERA dispose des cales de réglages du torsible.

4.2.7 Réfrigérants

Chaque compresseur auxiliaire est équipé de quatre réfrigérants dénommés : BP1, BP2, HP1 et HPF (sortie étage HP3).

Chaque réfrigérant comporte essentiellement :

- Une enveloppe extérieure en tôle d'acier avec oreilles d'accrochage à la partie supérieure ;
- Un bloc réfrigérant proprement dit, formé d'un faisceau de tube dudgeonnés sur deux plaques tubulaires en acier. Sur les tubes sont enroulés en spirale des rubans d'aluminium ;
- Une boîte à eau supérieure pour obturation du bloc réfrigérant ;
- Une boîte à eau inférieure et comportant les tubulures d'entrée et de sortie d'eau de refroidissement.

Les tubulures d'entrée d'air sont dirigées verticalement vers le bas, sauf pour le réfrigérant final dont la tubulure d'entrée d'air est horizontale.

Les tubulures de sortie d'air sont dirigées horizontalement,

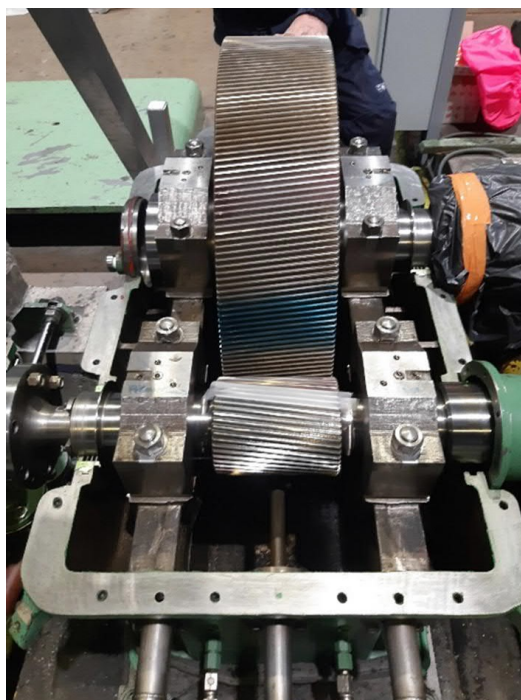
4.3 Description du multiplicateur

Le multiplicateur de régime, de type à deux arbres parallèles de la série MCL ayant un entraxe de 500 mm, comporte essentiellement :

- Un carter en fonte de haute qualité ;
- Un train d'engrenages composé de :
 - Un arbre-pignon et une roue forgée de type hélicoïdale, en acier Ni-Cr de cémentation avec flancs de dent cémentés, trempée et rectifiée ;
 - Un arbre de roue en acier Martin, sur lequel, est calée la roue ;
 - Des paliers radiaux hydrodynamique à coussinets lisses en acier doux étuvés et garnis d'antifriction ;
 - Une butée axiale sur l'arbre petite vitesse de type simple effet à coins d'huile fixes.

Les roues calées sur leurs arbres sont équilibrées statiquement.

La lubrification des dentures et des paliers s'effectue par huile sous pression en fonctionnement continu.



4.4 Description des servitudes

4.4.1 Poste d'huile

Il comprend essentiellement les organes suivants :

- Une caisse à huile construction en tôle soudée, d'une capacité d'environ 2 000 l comportant un dispositif de réchauffage électrique de l'huile ;
- Une électropompe à huile fournissant l'huile de lubrification ;
- Un réfrigérant d'huile en entrée de paliers ;
- Un réservoir d'huile de secours, en tôle galvanisée, d'une capacité d'environ 1000 l, avec dispositifs détecteurs de niveau ;
- Un moto-compresseur d'air refoulant à la partie supérieure du réservoir de secours.

4.4.2 Antipompage

La protection antipompage d'un groupe compresseur a pour but d'empêcher que le débit qui traverse la machine, ne descende en dessous d'une valeur limite, cette valeur dépendant essentiellement du taux de compression et du régime de rotation. Si le débit devient trop faible, il se produit dans la machine, au niveau des étages rotors, un arrêt débit brutal accompagné d'un phénomène de débit inverse, suivi généralement d'une reprise de débit, puis d'un nouvel arrêt débit, etc. C'est le phénomène de pompage, les filets d'air "décrochent" en quelque sorte des profils rotors qui tendent à propulser l'air. L'air au refoulement d'un étage tend à "remonter" vers l'aspiration de ce même étage; ce phénomène de pompage est généralement associé à des fluctuations de régime de rotation liées elles-mêmes aux variations brutales de puissance réceptrice de la machine.

Pour éviter que le débit ne soit trop diminué (par laminage à l'aspiration ou au refoulement), une protection antipompage est installée sur ces machines et consiste à ouvrir une communication de by-pass entre le refoulement et l'aspiration. Un système de mesure de débit, ou de paramètres qui lui sont représentatifs, est associé à cette protection.

En résumé, la protection antipompage, c'est :

- une surveillance du débit par mesure de paramètres qui lui sont représentatifs ;
- une commande d'ouverture d'un by-pass entre le refoulement et l'aspiration.

4.4.3 Poste d'eau de refroidissement

Le poste d'eau de refroidissement est commun à l'ensemble des compresseurs auxiliaires. Il alimente en eau tous les réfrigérants d'air et d'huile de l'installation de production d'air comprimé.

5 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE L'EQUIPEMENT

L'équipement est situé dans le centre ONERA de Modane-Avrieux, route départementale N°215, 73500 MODANE (Cf <https://www.onera.fr/centres/modane-avrieux>).

L'équipement est situé dans le bâtiment des machines motrice de la soufflerie S2 et de la production d'air 9 bar appelé bâtiment T3.

L'accès au compresseur se fait de plein pied. Il est possible d'accéder dans le hall du bâtiment T3 avec une camionnette. Le compresseur se situe à environ 12 m de la porte de ce hall. Un pont roulant 10 t couvre la totalité du rez-de-chaussée du bâtiment T3.

6 DEFINITION DES PRESTATIONS DEMANDEES

La prestation à réaliser doit être conforme aux préconisations « constructeur » pour une révision générale de ce type d'équipement et adaptée aux heures de rotations constatées fixées ci-avant. Le descriptif des travaux présent dans ce titre 6 n'est là qu'à titre indicatif. Il représente les opérations qui devront notamment être faites selon l'ONERA.

Elle sera exécutée par une équipe de mécaniciens / monteurs expérimentés sur ce type de domaine et ayant si possible déjà l'expérience d'un entretien préalable sur ce type de compresseur. Cette équipe sera dirigée en permanence par un chef de chantier et/ou un superviseur, ayant des références adaptées.

6.1 Etudes pour le compresseur (sous-poste 3.1) et le multiplicateur (sous-poste 4.1)

Documents à fournir à l'ONERA avant le début des opérations (levée des préalables) :

- Un plan qualité spécifiant les points d'arrêts obligatoires nécessitant la présence de l'ONERA pour validation des tâches réalisées (Les points d'arrêts imposés sont déjà spécifiés dans les prestations de ce CDC).
Ce plan qualité sera validé par les 2 parties avant le début des travaux.
- Le planning détaillé des opérations mis à jour et finalisé, intégrant tous les points d'arrêt spécifiés dans le plan qualité ainsi que le détail de l'équipe intervenante ;
- Un mode opératoire pour :
 - L'ensemble des mesures et contrôles au démontage ;
 - Le démontage ;
 - La remise en état de pièces ;
 - Le remplacement de pièces ;
 - Le remontage avec les couples de serrages ;
 - L'ensemble des réglages, mesures et contrôles au remontage ;
- Le dossier d'analyse de risque comprenant :
 - Une analyse de risque de la prestation ;
 - La liste des produits chimiques utilisés. Leurs fiches techniques et FDS devront être fournies ;
 - La liste des intervenants avec leurs habilitations (Mécanique, Pont roulant...) ;
 - Les horaires de travail prévisionnels sur site ;
- Graisse et étanchéité
 - La pâte à joint utilisée ;
 - Les graisses et huiles utilisées ;
 - L'huile de lubrification du compresseur auxiliaire est de fourniture ONERA (Terestic T46)

Point d'arrêt 1: Levée des préalables

6.2 Etat initial du compresseur (sous-poste 3.2) et du multiplicateur (sous-poste 4.2) en fonctionnement

Avant le démarrage du chantier, un relevé des paramètres de fonctionnement du compresseur et du multiplicateur (vibrations, usures butées, températures, pressions...) depuis le démarrage jusqu'au régime permanent de l'ensemble turbine-compresseur, sera exécuté par l'ONERA sous contrôle du prestataire (chef de chantier).

Point d'arrêt 2 : Etat initial du compresseur en fonctionnement : *Contrôle des relevés*

6.3 Révision du compresseur

Les travaux à réaliser comprennent **en sous-poste 3.3** :

- l'ouverture des 2 corps de compression ;
- le démontage de toutes pièces fonctionnelles des stators, rotors, paliers, accouplements... et leurs nettoyage ;
- le démontage et le remontage de l'accouplement torsible entre le multiplicateur et le corps HP ;
- le contrôle visuel des pièces d'usure ;
- le contrôle géométrique (mise à disposition d'un tour par ONERA) et par ressuage (à charge du prestataire) des rotors HP et BP ;
- le contrôle des jeux internes ;
- le contrôle des paliers et butées dont le contrôle des coussinets et patins butées (CND ressuage 100% et ultra son 100 % à charge du prestataire). Les coussinets ou patins de butée déclarés non conformes seront à remplacer. La non-conformité sera déclarée sur la base d'une procédure ONERA et de l'expérience du titulaire. Des adaptations pourront être nécessaire

pour la mise en place des sondes de températures après organisation sur site entre le Chef de chantier du prestataire et ONERA (réalisation des usinages sur machine-outil) ;

- le contrôle des barres de flexion ;
- le contrôle des étanchéités (air, huile) ;
- le contrôle de l'accouplement rigide entre les arbres BP et HP ;
- le contrôle de l'accouplement rigide entre l'arbre HP et le multiplicateur ;
- Un soin particulier sera apporté au contrôle des diffuseurs : BP1, BP2, HP1 et HP3. Un CND de typer ressuage 100% sera effectué. Ces CDN sont à la charge du prestataire ;

Point d'arrêt 3 : Contrôle des relevés suite aux démontages

- le changement des pièces hors d'usage par des pièces de rechange en possession de l'ONERA et après son accord (**sous-poste 3.4**) ;

Sous-poste 3.5 :

- le montage de toutes pièces fonctionnelles des stators, rotors, paliers, accouplements...;
- le remontage des 2 corps de compression ;
- le contrôle du bon positionnement et de la bonne fixation du multiplicateur ;
- le contrôle complet du lignage rotor BP – HP. **Attention** : le lignage doit être effectué avec les réfrigérant plein d'eau ! ;
- le lignage complet étages compresseur et compresseur / multiplicateur si nécessaire dans la mesure où celui-ci est compatible avec les plages de réglage des équipements existants (nota : le calage de la turbine ne sera pas modifié). **Attention** : le lignage doit être effectué avec les réfrigérant plein d'eau ! ;
- le remontage des paliers ;
- le contrôle des jeux aux garnitures ;

Point d'arrêt 4 : Contrôle des relevés suite aux remontages

6.4 Remise en service de compresseur (sous-poste 3.6)

Dès la fin d'exécution des prestations décrits dans le §6.3, le Prestataire communiquera par écrit si l'installation peut être remise en service.

L'ONERA réalisera sous contrôle du prestataire (chef de chantier), un relevé des paramètres de fonctionnement de la machine (vibrations, usures butées, pressions et températures...) depuis le démarrage jusqu'au régime permanent de l'ensemble turbine / multiplicateur / compresseur (prévoir 3 heures minimales de fonctionnement).

Ce relevé sera comparé à celui effectué avant les travaux de révision pour recherche d'éventuels dysfonctionnements.

Point d'arrêt 5 : Etat final du compresseur en fonctionnement : Contrôle des relevés

6.5 Révision du multiplicateur attelé au compresseur

Les travaux à réaliser comprennent notamment :

Sous-poste 4.3

- le démontage du multiplicateur ;
- l'examen des diverses pièces ;
- l'examen des coussinets et le relevé des jeux ;

Sous-poste 4.4

- le remplacement du train d'engrenage par celui en stock de rechange ;
- le remplacement des coussinets, si nécessaire après avis de l'ONERA ;
- le remontage et les contrôles après remontage (**sous-poste 4.5**) ;
- la remise en service (**sous-poste 4.6**).

6.6 Prestations d'ingénierie – Etudes de résolution de problèmes (sous-postes 3.7 et 4.7)

En cas de difficultés à résoudre un problème spécifique, dont la solution ne peut être trouvée ni par l'équipe chantier sur place, ni par l'ONERA, une assistance de l'ingénierie du prestataire devra être disponible.

6.7 RESULTATS ATTENDUS

Le degré de propreté des pièces requis pour réaliser les expertises est un degré « soigné » c'est-à-dire notamment :

- Elimination des particules et poussières ;
- Elimination des résidus graisseux ou huileux. Pièces sèches ;
- Elimination de la pâte d'étanchéité ;
- Réfection des taraudages sales ou abîmés ;
- Polissage des soies d'arbre ;

Le fonctionnement de l'installation devra notamment satisfaire les caractéristiques techniques suivantes :

- Les paliers et les butées :
 - Zéro fuite d'huile et d'air.
 - Aucun échauffement anormal des paliers et des butées, températures inférieures au point d'arrêt numéro 2.
 - Suite au remplacement de paliers, le débit d'huile de lubrification doit être proche aux relevés du point d'arrêt numéro 2.
 - Les jeux de butée doivent être dans les tolérances données.
 - La ligne d'arbres doit être dans les tolérances données.
- Vibrations et déplacement axial :
 - Valeurs vibratoires et d'usures butées inférieures ou égales aux valeurs mesurées au point d'arrêt numéro 2
- Tuyauterie
 - Zéro fuite suite au remontage des ensembles : air, huile...

7 DEFINITION DES PRESTATIONS ET FOURNITURES A LA CHARGE DE L'ONERA

Pour l'ensemble des prestations précédemment décrites, l'ONERA prend exclusivement à sa charge :

- la préparation des parties à la charge de l'ONERA de la rédaction et diffusion des plans de préventions, permis de travail, permis de feux... ;
- la consignation de la machine avant intervention (huile paliers purgés, vannes de purges eau 80 bar condamnées ouvertes et vannes de process condamnées fermées, tuyauteries purgées, puissances condamnées (hydraulique 80 bar et électrique) ;

- la déconsignation de la machine après intervention ;
- la fourniture des servitudes pour le chantier (électricité : prise standard 220 V domestique, air comprimé,...) ;
- la fourniture des pièces de rechange pour le compresseur dans la limite de celles détaillées dans la liste titre 12) ;
- la fourniture des pièces de rechange pour le multiplicateur dans la limite de celles détaillées dans la liste titre 13) ;
- la mise à disposition de tout document ([2], plans, feuilles types de relevés des côtes et de jeux...), en sa possession, associé au compresseur dont le prestataire aurait besoin, **sous réserves des dispositions et limites exposées au CCAP (article liminaire) :**
- la mise à disposition du pont roulant 10T de l'atelier (hors matériel de levage, sangles, palans, chaînes et accessoires de manutention), le pont est mis à disposition du Prestataire après une information sur son fonctionnement ;
- la dépose, la repose et le contrôle de fonctionnement de l'instrumentation de la machine ;
- la fourniture de l'outillage spécifique suivant : un faux arbre pour le réglage des patins de coussinets, des faux coussinets, des supports pour les comparateurs, des tréteaux en V et un mandrin de contrôle pour coussinets à patins ;
- lors de la révision précédente du compresseur, les pièces internes du compresseur ont été trouvées corrodées et ont dû être sablées avant contrôle. Si un sablage des pièces doit être réalisé pour la prestation objet de ce cahier des charges, celui-ci sera pris en charge par ONERA [1] ;
- la mise à disposition d'un tour pour le contrôle des rotors usinage exclu, ainsi que le transport aller et retour des rotors (longueur utile du tour 2500 mm, diamètre utile 400 mm) ;
- le traitement du circuit d'huile (vidange du circuit, changement d'huile si besoin ou filtration de l'huile) ;
- la mise à disposition d'un usineur et des machines-outils pour reprise de pièces, si nécessaire ;
- le transport et le sablage de pièces du compresseur si cela est jugé nécessaire (accord entre ONERA et le prestataire) suivant [1].

8 DEFINITION DES FOURNITURES ET DOCUMENTS A CHARGE DU PRESTATAIRE

Le prestataire prend à sa charge :

- toutes études, approvisionnements, réalisation et contrôles nécessaires à la prestation demandées, hors ceux mis explicitement à la charge de l'ONERA dans ce CCTP ;
- les attestations d'habilitation en cours de validité à l'utilisation des ponts roulants pour chaque agent du prestataire susceptible d'utiliser le pont roulant ;
- la mise à disposition d'un local bureau / vestiaire ;
- tous outillages, instruments de contrôles et métrologie, consommables spécifiques et moyens de levage conformes nécessaires à sa prestation ;
- les contrôles CND tels que définis au titre 6.3. Ces contrôles sont exécutés sur la base des critères d'acceptation et de certification de l'ONERA par un contrôleur indépendant du prestataire qui doit être certifié au minimum Cofrend 2 ;
- la délimitation physique par balisage vertical (piquets, filets, pancartes...) de la zone de travail et de la zone de stockage. Ces zones sont définies conjointement avec l'ONERA lors du plan de prévention

9 DOCUMENTS A ETABLIR PAR LE PRESTATAIRE EN FIN DE CHANTIER

Le Prestataire établira en 1 exemplaire papier (à l'attention du responsable technique) et en langue française un rapport complet et détaillé de l'intervention. Un exemplaire au format informatique est aussi à fournir.

Les documents à livrer à l'ONERA à charge du prestataire sont notamment :

- constat d'état initial avant intervention (vibration, température, pression, lignage...) ;
- feuilles types de relevés des côtes, jeux, mesures,...complétés et PV complet de la prestation standard ;
- dossier photos ;
- une liste après intervention des pièces de rechange remplacées ;
- constat d'état final après intervention (lignage final, vibration, température, pression...) et cahier de recette.

10 ORGANISATION DU CHANTIER

Concernant l'organisation du chantier, l'ONERA prend à sa charge :

- la mise à disposition de sanitaires à proximité du chantier ;
- la mise à disposition de douches au bâtiment S1 (environ 100 m du chantier) ;
- la mise à disposition de la machine pendant la durée des travaux selon le planning établi par le prestataire en fonction de la disponibilité du compresseur.

Nota : Le titulaire fera son affaire de l'identification de l'environnement dans lequel sa prestation doit s'intégrer et ne pourra tenir l'ONERA pour responsable en cas d'interférence entre sa fourniture et l'environnement existant sous réserve que cet environnement n'ait pas évolué entre la consultation et l'exécution de la prestation.

11 PLANNING DU CHANTIER

Le chantier est prévu mi-2026. Les dates précises sont à définir et affiner en fonction du planning de production qui est particulièrement chargé et très changeant pour les 2 années à venir.

12 LISTE ONERA DES PIECES DE RECHANGE COMPRESSEUR

| Liste des pièces de rechange en stock à l'ONERA pour le compresseur au 14/12/2023 | | |
|---|--|-------------------|
| Désignation | Référence technique | Quantité en stock |
| Outillage de blocage arbre P6 multiplicateur | | 4 |
| Cales de réglages pour l'accouplement torsible | | |
| Jeu de bagues carbone + ressorts | Plan 129390 rep 11 | 24 |
| Coussinet 3 patins d 80 c2/c3 côté refoulement compresseur BP et HP CM 58/54 | Rep 1 plan 438969, et rep 25 et 26 plan 667104 et 667105 | 1 |
| Coussinet 3 patins d 80 c2/c3 côté aspiration compresseur BP et HP CM 58/54 | Rep 1 plan 438970, et rep 25 et 26 plan 667104 et 667105 | 1 |
| Jeu de 2 demis arrêtoirs des patins de coussinet cote asp ou ref c2/c3 | Rep 3 plan 438969 ou 70 | 6 |
| Jeu de 3 patins de coussinet CA2/CA3 | Rep 2 plan 438969 ou 70 | 4 |
| Cale de réglage patin de coussinet CA2/CA3 | bd1543154 | 3 |
| Patin pour butée/contre butée CA2/CA3 | Rep 2 plan n° 332106 | 44 |

Propriété de l'ONERA – Reproduction, communication même partielle interdite sans accord écrit préalable

Liste des pièces de rechange en stock à l'ONERA pour le compresseur au 14/12/2023

| Désignation | Référence technique | Quantité en stock |
|--|---|-------------------|
| Jeu de 2 cales pour patin de butée/contre butée c2/c3 | Rep 5 plan n° 332106 et rep 30/31 plan 667104 et 667105 | 10 |
| Rotule avec siège de rotule pour patin de coussinet CA2/CA3 | Rep 5 et 6 plan 438969 et 70 ou Plan BD 1543154 | 12 |
| Léchettes garniture d'arbre côté roue 1 (rep 44) et roue 2 (rep 45) BP D = 142 d = 124 | Rep44/45 plan 667104A | 403 |
| Léchettes garniture d'arbre côté roue 1 (rep 44) et roue 2 (rep 45) BP D = 142 d = 128 | Rep 44/45 plan 667104A | 408 |
| Léchettes garniture d'arbre côté roue 1 (rep 46) et roue 2 (rep 47) HP D = 142 d = 124 | Rep 46 et 47 plan 667105A | 402 |
| Léchettes garniture d'arbre côté roue 1 (rep 46) et roue 2 (rep 47) HP D = 142 d = 128 | Rep 46 et 47 plan 667105A | 407 |
| Léchettes garniture intermédiaire BP (rep 46), intermédiaire HP entre roue 1 et 3 (rep 45), intermédiaire HP entre roue 2 et 3 (rep 48) D = 212 d = 194 EP 0.5 A 60° | HP Rep 48 et 45 plan 667105 ou BP Rep 46 Plan 667104A | 229 |
| Léchettes garniture intermédiaire BP (rep 46) , intermédiaire HP entre roue 1 et 3 (rep 45), intermédiaire HP entre roue 2 et 3 (rep 48) D = 212 d = 198 EP 0.5 A 60° REP 46 | BP rep 46 plan 667104A et HP rep 45 et 48 plan 667105 | 274 |
| Garniture huile BP et HP côté palier butée (rep 42) et palier lisse (rep 43) diam. 90/94 mm | Rep 42 et 43 BP Plan 667104A et HP plan 667105 A | 8 |
| Garniture huile HP diam 120 mm côté manchon d'accouplement | Rep 48 plan 667105 A | 4 |
| Bourre pour garniture Cu/Al ou fer pur 3 x 2 mm | Pour toutes garnitures machine | 175 (ml) |
| Broche ajustées d'accouplement HP/Multi | Rep : 67 plan : SR2702661 | 6 |
| Pavillon d'aspiration BP1 | Plan 614738 B et rep 10 plan 667104 | 1 |
| Joue de diffuseur BP1 | Rep 13 plan 667104 | 1 |
| Diffuseur BP1 (usiné dans la masse) | Plan SR414180 rep 14 et 15 (visserie et cale) | 0 |
| Vis M12 x 50 pour montage du diffuseur BP1 sur les compresseur auxiliaires CA1/CA2/CA3 | | 0 |
| Pavillon d'aspiration BP2 | Plan 614739 B et rep 11 plan 667104 | 1 |
| Joue de diffuseur BP2 | Rep 16 plan 667104 | 1 |
| Diffuseur BP2 (usiné dans la masse) | Plan SR414179 rep 17 et 18 (visserie et cale) | 1 |
| Pavillon d'aspiration HP1 | Plan 403336 C et rep 10 plan 667105 | 1 |
| Joue de diffuseur HP1 | Rep 14 plan 667105 | 1 |
| Diffuseur HP1 (usiné dans la masse) | Plan SR414181 rep 15 et 16 (visserie et cale) | 0 |
| Pavillon d'aspiration HP2 | Plan 403318 A et rep 12 plan 667105 | 1 |
| Rotor BP pour CA2 ou CA3 n°9246Z | Plan 275985C | 1 |
| Diffuseur HP2 (moulé) | Plan 403320B CM50/45- 2" rep 1 et 2 par ½ partie | 0 |

Propriété de l'ONERA – Reproduction, communication même
partielle interdite sans accord écrit préalable

| Liste des pièces de rechange en stock à l'ONERA pour le compresseur au 14/12/2023 | | |
|--|--|-------------------|
| Désignation | Référence technique | Quantité en stock |
| Rotor HP pour CA2 ou CA3 n°BM646 | Plan 275986C | 1 |
| Canal de retour HP | Plan 203379 et rep 11 plan 667105 | 1 |
| Joue de diffuseur HP3 | Plan 141183A CM50/45- 2"et rep 17 plan 667105 | 1 |
| Diffuseur HP3 (usiné dans la masse) | Plan SR414183 rep 18 et 19 (visserie et cale) | 0 |
| Rondelle à méplat Phi ext 29 x phi int 14 mm de blocage pièces internes CPA Épaisseur 5 | | 10 |
| Rondelle à méplat Phi ext 29 x phi int 14 mm de blocage pièces internes CPA Épaisseur 4 | | 20 |
| Rondelle à méplat Phi ext 29 x phi int 14 mm de blocage pièces internes CPA Épaisseur 3 | | 10 |
| Vis M12 Tête fendue phi 30 x 9 Blocage pièces internes CPA | | 31 |
| Vis M6 x 16 Inox A2 pour montage des cales de réglage sur diffuseurs BP1, BP2, HP1 et HP3 sur les compresseur auxiliaires CA1/CA2/CA3 | | 56 |
| Vis CHC M10 x 25 inox A2 pour montage des diffuseurs BP2, HP1 et HP3 sur les compresseur auxiliaires CA1/CA2/CA3 | | 32 |
| Accouplement à denture HP et BP CA2 ou CA3 | Plan 357958 A ou plan Graffenstaden 06A681C2 | 1 |
| Défecteur diamètre 90 mm coussinet CA2 ou CA3 | rep 4 Plan 438969 (refoulement) et 438970 (aspiration) | 5 |

A noter : Compte tenu de la liste des pièces de rechanges tenues en stock au CMA ci-dessus, il appartient au prestataire d'étudier cette liste et de proposer à l'ONERA, le cas échéant, les pièces complémentaires qui pourraient, selon l'expérience du prestataire, être utiles à la maintenance envisagée.

13 LISTE ONERA DES PIECES DE RECHANGE MULTIPLICATEUR

| Liste des pièces de rechange en stock à l'ONERA pour le multiplicateur au 14/12/2023 | |
|--|-------------------|
| Désignation | Quantité en stock |
| Arbre (Rep 211) avec Roue (Rep 210) petite vitesse multiplicateur CA2 ou 3 plan 02B223BO | 1 |
| Arbre (Rep 201) avec Pignon (Rep 200) grande vitesse multiplicateur CA2 ou 3 plan 02B223BO | 1 |
| Jeu de 2 garnitures d'arrêt d'huile diam. 120 mm PV multiplicateur CA2 ou 3 rep 4 - 6 plan 02B223BO | 2 |
| Jeu de 2 garnitures d'arrêt d'huile diam. 160 mm GV Multiplicateur CA2 ou 3 rep 5 - 6 plan 02B223BO | 2 |
| Coussinet de butée petite vitesse (Pal 4) diam. 160 mm multiplicateur CA2 ou 3 Plan Graffenstaden n°02B223BO Rep 32 | 2 |
| Coussinet lisse petite vitesse (Pal 3) diam. 160 mm multiplicateur CA2 ou 3 Plan Graffenstaden n°02B223BO Rep 33 | 2 |
| Coussinet lisse grande vitesse (Pal 6) diam. 120 mm multiplicateur CA2 ou 3 Plan Graffenstaden n° 02B223BO Rep 30 | 1 |
| Coussinet lisse grande vitesse (Pal 5) diam. 120 mm multiplicateur CA2 ou 3 Plan Graffenstaden n° 02B223BO Rep 31 | 1 |
| Défecteur d'huile multiplicateur CA2 ou 3 rep 85 plan 02B223BO | 2 |

Propriété de l'ONERA – Reproduction, communication même
partielle interdite sans accord écrit préalable

| Liste des pièces de rechange en stock à l'ONERA pour le multiplicateur au 14/12/2023 | |
|--|-------------------|
| Désignation | Quantité en stock |
| Accouplement à denture entre multiplicateur et turbine | 1 |

A noter : Compte tenu de la liste des pièces de rechanges tenues en stock au CMA ci-dessus, il appartient au prestataire d'étudier cette liste et de proposer à l'ONERA, le cas échéant, les pièces complémentaires qui pourraient, selon l'expérience du prestataire, être utiles à la maintenance envisagée.

14 ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques de fonctionnement du groupe

Annexe 2 : Nomenclature du plan d'ensemble en coupe 667104A de l'étage BP

Plan d'ensemble en coupe 667104 A de l'étage BP

ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU GROUPE

Point garanti Naphta 100 %

| | |
|----------------------------|----------------|
| Fluide véhiculé | air |
| Vitesse de rotation | 10 400 tr/mn |
| Puissance absorbée | 3 000 KW |
| Pression aspiration BP | 0,9 bar absolu |
| Pression refoulement BP | 2,82 - - |
| Pression aspiration HP | 2,80 - - |
| Pression refoulement HP | 9,5 - |
| Température aspiration BP | 20° C |
| Température refoulement BP | 105° C |
| Température aspiration HP | 35° C |
| Température refoulement HP | 145° C |
| Débit aspiration | 25 200 kg/h |
| Humidité relative de l'air | 100 % |

ANNEXE 2

Nomenclature du plan d'ensemble en coupe 667104A de l'étage BP

Propriété de l'ONERA – Reproduction, communication même partielle interdite sans
accord écrit préalable

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| ALSTHOM | PAGE : 52 |
| Etablissement RATEAU | DATE : DEC. 87 |
| | INDICE : A |

| | |
|--|---|
| 3.1. REPERAGE DES PIECES CONSTITUTIVES DU COMPRESSEUR BP CM 58/54 | |
| PLAN 667 104 | |
| Rep. | 1 Corps Roue 1 |
| | 2 Corps Roue 2 |
| | 3 Palier butée |
| | 4 Chapeau de palier butée |
| | 5 Palier lisse en deux parties |
| | 6 Plaque de fermeture |
| | 10 Pavillon ASP. Roue 1 |
| | 11 Pavillon ASP. Roue 2 |
| | 12 Diaphragme intermédiaire |
| | 13 Plaque diffuseur Roue 1 |
| | 14 Diffuseur aileté Roue 1 |
| | 15 Cale de réglage |
| | 16 Flasque diffuseur Roue 2 |
| | 17 Diffuseur aileté Roue 2 |
| | 18 Cale de réglage |
| | 19 Réducteur de volute 1 |
| | 20 Réducteur de volute 2 |
| | 25 Coussinet côté palier butée |
| | 26 Coussinet côté palier lisse |
| | 27 Boîte de butée |
| | 28 Etrier de coussinet |
| | 29 Etrier de butée |
| | 30 Cale de réglage butée côté extérieur |
| | 31 Cale de réglage butée côté intérieur |
| | 32 Ensemble patins et couronne support côté intérieur |
| | 33 Ensemble patins et couronne support côté extérieur |
| | 38 Porte bague carbone |
| | 39 Bague carbone |
| | 40 Porte bague carbone |
| | 41 Bague carbone |
| | 42 Garniture d'huile côté palier butée |
| | 43 Garniture d'huile côté palier lisse |
| | 44 Garniture d'arbre côté Roue 1 |
| | 45 Garniture d'arbre côté Roue 2 |
| | 46 Garniture intermédiaire |
| | 50 Joint plaque de fermeture |
| | 51 Joint palier lisse |
| | 55 Rotor complet sauf accouplement |
| | 56 Roue 1 |
| | 57 Roue 2 |
| | 58 Bague intermédiaire |
| | 59 Collet de butée |
| | 60 Ecrou de collet |
| | 61 Clavette sous collet |
| | 62 Manchon d'accouplement |
| | 63 Clavette sous accouplement |

M.16

Plan d'ensemble en coupe 667104 A de l'étage BP

