

1. **Objet**
2. **Standards nationaux et internationaux**
3. **Equipement de mesure, instruments et procédure de calibrage**
4. **Procédure d'essai/Essai type sur banc/Essai avec inspection**
5. **Documentation**
6. **Essais supplémentaires et documentation**

1. **Objet**

L'essai sur banc a pour objet de certifier la concordance des caractéristiques de fonctionnement avec les données spécifiées.

Avant livraison **chaque** compresseur subit un essai "interne" standard sur le banc d'essai de HV-TURBO. Au cours des 30 dernières années, des milliers de compresseurs HV-TURBO ont été essayés selon les normes en vigueur et la méthode d'essai utilisée aujourd'hui est le résultat de cette expérience.

Les objectifs de l'essai sont les suivants:

- a. Fournir un nombre suffisant de données couvrant toute la plage de fonctionnement spécifiée en vue de l'approbation de la machine avant la livraison.
- b. Elaborer les résultats graphiques destinés au client, sur la base des données enregistrées dans la plage de fonctionnement (certificat de performance).
- c. Fournir les données nécessaires à la programmation de l'optimisation automatique de la puissance absorbée, ceci pour les compresseurs SV.
- d. Fournir des données spécifiques et statistiques afin d'améliorer le programme de construction de HV-TURBO.
- e. Assurer un enregistrement correct, efficace et immédiat de toutes les données nécessaires dans un temps d'essai le plus bref et aux coûts les plus bas.

2. **Standards nationaux et internationaux**

Tous les enregistrements des résultats d'essais ainsi que les décisions éventuelles à prendre en ce qui les concerne doivent être réalisés en conformité avec les normes en vigueur

La procédure d'essai de HV-TURBO, l'équipement d'essai et la procédure de calibrage des équipements sont conformes aux prescriptions d'essais des normes nationales et internationales suivantes:

ISO 5389: Standard international: Turbocompressors - Performance Test Code (Code des essais des caractéristiques).

ISO 5167: Standard international: Measurement of Fluid Flow (Mesure des débits).

ISO 5167: Standard international - Mesure des débits

ISO 10816-1: Mechanical Vibration of Machines (Vibrations mécaniques des machines)

ISO 3744/ISO 3746: Determination of Sound Power Levels of Noise Sources - Survey Method (Détermination des niveaux de puissance acoustique des sources de bruits). Application de ISO 3746 lorsque les conditions "champ libre" ne sont constatées.

Conjointement aux prescriptions d'essais des compresseurs décrites dans les pages qui suivent, les exigences des normes nationales ci-dessous ont été observées dans les standards internationaux précédents:

DIN 1952: Durchflußmessung.

DIN 45635

(Teil 13): Geräuschmessung an Maschinen (Verdränger-, Turbo- und Strahlverdichter).

VDI 2045: Abnahme- und Leistungsversuche an Verdichtern.

VDI 2056: Beurteilungsmaßstäbe für mechanisches Schwingungen von Maschinen.

BS 2009: Acceptance Tests for Turbo Type Compressors and Exhausters.

ASME/ANSI

PTC10: Power Test Code for Turbo Compressors and Exhausters.

API Standard

672/4.3.4.1: Packaged, Integrally Geared Centrifugal Air Compressors for General Refinery Service: Combined Mechanical and Performance Test.

Les essais en accord avec d'autres règles techniques que celles mentionnées peuvent l'être aux conditions convenues dans le contrat.

3. Equipement de mesure, instruments et procédure de calibrage

3.1 Mesure des débits

Toutes les mesures de débits effectuées sur le banc d'essai de HV-TURBO sont faites dans des conduites de mesure droites et cylindriques, à l'aide d'un diaphragme de mesure monté au refoulement du compresseur. Un redresseur des filets d'air est installé à chaque entrée de conduite de mesure. La longueur des conduites de mesure avant et après le diaphragme, son dimensionnement ainsi que les points de mesure de la pression sont en conformité avec les normes internationales. Le réglage de la pression de refoulement se fait par fermeture d'une vanne actionnée électriquement. A l'entrée de la conduite de mesure, la température est mesurée à l'aide de 4 sondes calibrées. Afin d'éviter des pertes calorifiques (= erreur de mesure de la température) toutes les conduites ont été isolées avec soin. La pression statique est mesurée à l'entrée de chaque conduite de mesure (après le redresseur). Des conduites de mesures de diamètres différents sont utilisées en fonction des débits.

Tous les 12 mois, les diaphragmes sont mesurés, estampillés et certifiés par SGS (Société Générale de Surveillance), une société d'inspection internationale et indépendante.

Conformément à ISO 5167, le débit (= la quantité) est calculé à partir des mesures de la pression, la pression différentielle, la température et l'humidité.

3.2 Mesure de température

Les mesures de température sont normalement effectuées à l'aide de 8 sondes de mesure dont 4 sont placées à l'entrée et 4 à la sortie du compresseur.

Les sondes de température (NiCrNi) sont de construction industrielle robuste et répondent aux exigences des normes. Les sondes de température sont câblées aux instruments de mesure de précision à indication digitale. La connexion des câbles est repérée de façon univoque par SGS. Toutes les sondes sont contrôlées, calibrées et certifiées tous les 12 mois par SGS. Le calibrage est fait à l'aide d'équipement de calibrage de laboratoire.

3.3 Mesure de pression

Normalement les mesures de pression sont effectuées avec des appareils électroniques à indication digitale. Ces appareils sont toujours calibrés. Des manomètres à tube en U à l'eau ou à mercure sont installés pour vérification des instruments électroniques.

3.4 Mesure de la puissance à l'arbre

La puissance à l'arbre est déterminée à partir de la mesure de l'échauffement du gaz, du débit de ce gaz et des pertes du multiplicateur et des paliers. La conversion aux points de garantie des résultats des essais, se fait suivant les normes internationales.

3.5 Transmetteur pour enregistrement automatique de données

Le banc d'essai est équipé de systèmes d'enregistrement de données multicanaux à enregistrement rapide, reliés à un ordinateur. Indépendamment des instruments mentionnés ci-dessus tous les résultats d'essai sont convertis lors de l'essai du compresseur en données électroniques pour enregistrement automatique. Les transmetteurs intégrés dans le système ainsi que l'ordinateur sont contrôlés régulièrement en vue de calibrage correct.

3.6 ISO 9001 - Procédure

Le réglage, le calibrage et la documentation sont effectués par HV-TURBO conformément à la norme internationale ISO 9001 pour les systèmes d'assurance de la qualité. HV-TURBO est certifié selon ISO 9001.

3.7 Certifications

Le calibrage et le réglage de l'équipement de mesure du banc d'essai sont effectués une fois par an par SGS. En suivant cette méthode, utilisée pendant plus de 10 ans, les instruments de mesure se sont montrés extrêmement stables et fiables, les déviations de réglage se trouvant en général au-dedans de l'incertitude de mesure spécifique pour chaque appareil.

SGS (Société Générale de Surveillance) dont le siège social est à Genève, Suisse, a plus de 100 filiales dans le monde entier. Un certificat SGS d'essai d'un compresseur ou un calibrage d'un équipement de mesure, peut être confirmé par toutes les filiales de l'organisation.

Dans le cas où une autre procédure de calibrage ou d'autres documents de calibrage sont demandés, il est nécessaire de le spécifier avant commande.

4. Procédure d'essai

4.1 Planning et préparatifs

Le calendrier de la date d'essai est établi par le Chef du service Exécution en collaboration avec le Service montage et les Ingénieurs du banc d'essai.

Chaque compresseur fait l'objet d'un essai interne standard. Si spécifié dans le contrat, deux points de mesure complémentaires sont effectués en présence du client. Le Service Exécution préviendra le Client en temps utile.

4.2 Essai interne standard

4.2.1 Essai mécanique

Normalement, les essais se font à l'air atmosphérique sur un banc d'essai à circuit d'air "ouvert".

Avant la première mise en service, le système de lubrification est mis en marche et les dispositifs de sécurités réglés et essayés.

Lors des premières rotations du compresseur, les joints labyrinthes entre autres, sont automatiquement ajustés. C'est pour cette raison que la première mise en marche suit une procédure spéciale. Pendant les 15 premières minutes, le compresseur marche à faible charge tandis qu'une attention spéciale est portée aux paliers, joints labyrinthes et vibrations.

Au cours de l'essai interne standard, chaque compresseur est porté à sa charge maximale pour la vérification et l'enregistrement de tous les paramètres mécaniques importants ainsi que ceux du système de lubrification. De plus, un essai d'étanchéité est effectué.

Pour les compresseurs mono-étage l'essai interne standard dure de 8 et 18 heures, fonction du type de compresseur.

4.2.2 Essai de performance

Le compresseur est connecté au système informatique d'enregistrement des données en vue de leur traitement ultérieur. Durant l'essai, le diffuseur variable et/ou la prérotation et la pression du réseau sont réglés pas à pas de sorte que 50 à 300 points de fonctionnement sont mesurés en fonction d'une matrice de points types d'essais (qui combinent la position des aubes, les pressions, les débits volumiques, etc.)

Avant l'entrée des résultats il est nécessaire d'attendre la stabilisation de la mesure. Ensuite 4 séries de données pour chaque point de fonctionnement sont entrées pour le calcul de la valeur moyenne.

Après enregistrement, la matrice des points est vérifiée pour chaque machine et comparée aux caractéristiques de fonctionnement (Fiche qualité documentée en fonction des résultats - ISO 9001)

Les paramètres du programme qui contrôle des aubes amonts (Compresseurs type SV) sont établis à partir des résultats de la matrices de mesure (Voir section 5.1).

4.2.3 Mesure vibratoire

Pour chaque compresseur une mesure de vibrations est effectuée à pleine charge par l'intermédiaire d'un accéléromètre situé à un point de mesure représentatif (Au sommet du multiplicateur), pour la plage de fréquence 10 à 1000 Hz. La mesure est effectuée selon ISO 10816-1. La valeur max. de la vibration peut être de 2,8 mm/s jusqu'à des puissances de 400 kW, et de 4,5 mm/s pour des puissances de moteur dépassant 400 kW. De plus, une étude par analyse de fréquence est effectuée.

4.2.4 Mesure du bruit

Des mesures du bruit seront effectuées sur chacun des compresseurs. De plus, sur au moins un compresseur de chaque série en commande, un certain nombre de mesures sont effectuées selon ISO 3744-46. Les mesures du bruit notées par le Personnel du banc d'essai sont ensuite évaluées par un Ingénieur d'essai, en référence aux caractéristiques demandées et aux autres compresseurs ayant le même dimensionnement. Un certificat est donné pour les machines essayées avec leur moteur final installé.

4.2.5 Approbation et préparation pour expédition

L'essai interne standard doit répondre aux exigences du chapitre 1. L'essai des équipements électriques et électroniques de contrôle et surveillance ne sont pas inclus dans l'essai standard. Le réglage, l'essai et l'inspection des coffrets de commande électriques sont effectués conformément à la procédure de l'assurance qualité.

Lorsque le compresseur a passé avec succès l'essai interne standard et que les résultats de l'essai ont été approuvés, le compresseur peut alors être présenté pour un essai « Client » (doit être défini dans la commande), après lequel il est préparé pour son expédition.

Si les résultats de l'essai standard diffèrent des valeurs de performance de la commande, le compresseur est démonté, analysé et ensuite usiné à nouveau si nécessaire. Dans ce cas, il faut refaire l'essai interne standard.

La préparation pour la livraison comprend entre autre la vidange et le lavage du multiplicateur et de tous les paliers à l'aide d'une huile antirouille, le réglage des sondes et dispositifs de protection électroniques, le montage de la bride de sortie dans la position spécifiée pour l'installation, le traitement de surface (peinture) et emballage. Si commandé, la préservation « long terme » est effectuée.

4.3 Essais supplémentaires

Des points de fonctionnement peuvent être ajoutés parmi les points de mesure de la matrice (Voir 4.2.2). Si la vérification de points spécifiques est incluse dans la commande, les options suivantes sont offertes:

4.3.1 Essai en présence du client

L'essai est effectué sous surveillance du Client ou son Représentant.

Selon les spécifications de la commande, l'essai est effectué en présence des Clients, entendu que les résultats d'essai interne standard auront été approuvés par un Ingénieur d'Essais.

S'il s'agit de turbocompresseurs mono-étage pour air atmosphérique et sans refroidisseur, sans condition particulière spécifiée dans la commande, la vérification des données garanties est faite comme suit:

- Essai « Client » du compresseur spécifié dans la commande.
- Essai à air atmosphérique.
- Essai à la vitesse de rotation spécifiée (tolérance admissible $\pm 4\%$).
- Réglage du débit volumétrique spécifié (tolérance admissible $\pm 4\%$).
- Réglage de la pression, correspondant à la hauteur isentropique (tolérance admissible $\pm 4\%$).

Enregistrement des références des instruments calibrés à une précision de mesure de $\pm 1,5\%$ selon ISO 5389, schéma 5.

- Enregistrement des valeurs par point de fonctionnement à des conditions stables de fonctionnement.
- Traduction des valeurs d'essai pour chaque point de mesure aux conditions de fonctionnement spécifiées selon ISO 5389, diagramme D8 et avec les tolérances admissibles de 0/+4% pour la pression, le débit et la consommation en puissance selon API672/4.3.4.1.

S'il n'est pas possible d'effectuer le réglage du point d'essai à l'intérieur d'une tolérance de 1% par rapport à la valeur correspondante de la commande, ISO 5389/7.2.7 sera appliqué.

Il est impératif que les valeurs de l'essai mentionné soient étudiées et comprises par l'Inspecteur. Les valeurs des mesures qui correspondent à la lecture des instruments de mesure sont donc enregistrées sur une fiche d'essai (test log sheet). Parallèlement, les mêmes valeurs sont entrées dans l'ordinateur du banc d'essai, où elles sont converties automatiquement selon ISO 5389.

L'essai en présence du Client est une option où le nombre de points d'essai et la durée des essais ont été convenus à l'avance dans la commande, de même que la procédure d'essai.

Dans le cas où plusieurs points d'essais auraient à être re-vérifiés, les critères d'acceptation sont sur la base de la moyenne de tous les points d'essais.

Un essai de réception est toujours réalisé par un Ingénieur d'essai, en collaboration avec l'Essayeur ou ses Collaborateurs.

4.3.2 Essai certifié avec inspection d'un Expert

L'essai est effectué par un Inspecteur Expert d'une Société d'inspection spécialisée neutre. Les conditions sont celles du § 4.3.1

4.3.3 Essai certifié

L'essai est réalisé par un Ingénieur d'essais expérimenté, sous la surveillance du Service Contrôle Qualité. Les fiches d'essai sont confirmées par l'Ingénieur d'essai et par le Responsable du SERVICE Contrôle Qualité.

5. Documentation

5.1 Documentation de l'essai interne standard

Conformément au chapitre 1-b, les valeurs enregistrées lors de l'essai standard sont présentées graphiquement, sous la forme d'un certificat de performance. Il montre un nombre de courbes de fonctionnement pour différentes positions d'aubes prérotation (Modèle SV), du diffuseur variable ou d'une combinaison des deux. Les courbes indiquent la pression de refoulement et la puissance à l'arbre en fonction du débit à l'entrée. Les courbes sont tracées aux conditions normales de l'air à l'entrée et sont repérées en correspondance avec la position réelle qui peut être lue sur l'échelle de position du servomoteur du compresseur.

La mesure vibratoire est documentée pour chaque numéro de série de compresseur, par une copie de la courbe de mesure.

Les compresseurs qui ont été essayés avec leurs moteurs finaux, la mesure du bruit est enregistrée conformément aux normes ci-dessus.

5.2 Documentation de la marche d'essai en présence du client

Les fiches d'essai (Test Log Sheets) comprenant les données enregistrées manuellement lors de l'essai ainsi que le calcul de ces données faites par l'ordinateur sont vérifiés et signés par l'Inspecteur et l'Ingénieur responsable de l'essai.

Chaque personne présente lors de l'essai reçoit une copie des documents d'essai et des résultats enregistrés, ainsi qu'une copie du plan de l'installation du banc avec les certificats de calibrage des instruments de mesure.

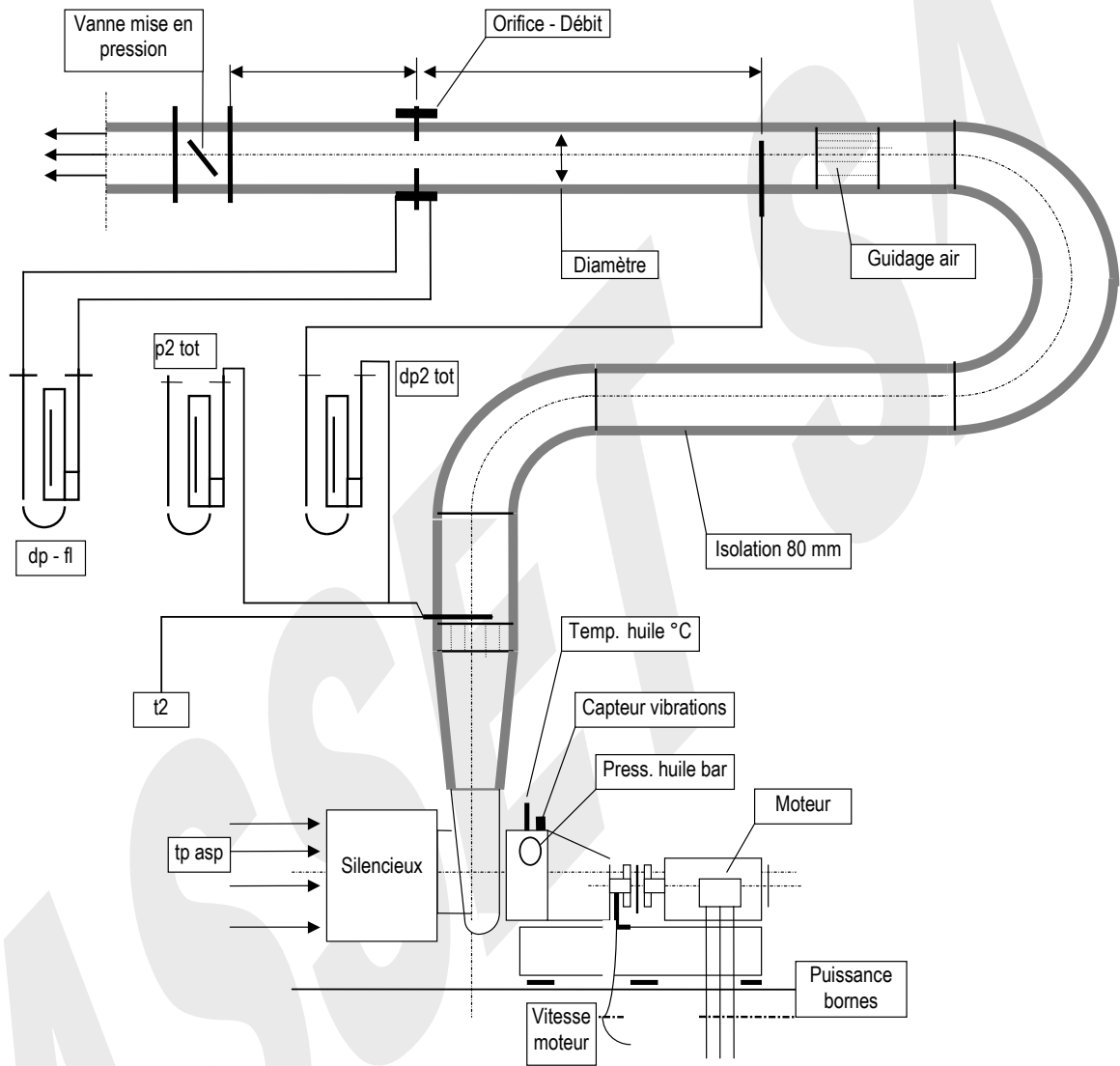
6. Essais supplémentaires et documentation

Les essais internes standards HV-TURBO sont effectués pour chaque compresseur. Les coûts de l'essai standard sont compris dans le prix de la commande du compresseur. Les essais en présence des Clients sont effectués conformément aux conventions contractuelles.

Des points d'essai non prévus dans la commande peuvent influencer le coût d'une commande, car le coût horaire de fonctionnement du banc d'essai est élevé. C'est la raison pour laquelle il faut s'en tenir strictement aux conditions négociées.

Les essais supplémentaires ainsi que les documentations qui s'y rattachent doivent être spécifiés dans la commande, afin de permettre à HV-TURBO de les budgétiser, les planifier et les réaliser à l'entière satisfaction de nos Clients.

SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU BANC D'ESSAI



FEUILLE DES RELEVES EN COURS D'ESSAI – Méthode de la balance thermique

Date du test:	_____	Adresse d'essai:	<u>Usine HV TURBO</u>
Modèle de compresseur	_____	N° de série	_____

Plan banc d'essai n°	_____		
Conduite ref n°	_____		
Type moteur d'essai	_____	N° de série	_____
Vitesse moteur t/mn	_____	Puissance nominale	_____
Multiplicateur entre moteur et cellule de compression			
Type multiplicateur	_____	N° de série	_____
Vitesse entrée	_____	Vitesse sortie	_____
Surface volute ett carter compresseur, m ²	_____		

Equipement de mesure température			
Certificat de calibrage	_____	n°	_____
Débitmètre, orifice			
Certificat de calibrage	_____	n°	_____
Diamètre orifice	_____	à température °C	_____

Heure début essai	_____		
Pression barométrique - mm Hg	_____	à température ambiante °C	_____
Heure fin d'essai	_____		
Pression barométrique - mm Hg	_____	à température ambiante °C	_____

Ingénieur d'essai HV TURBO:	_____	Ingénieur Inspecteur	_____
Date:	_____	Date:	_____
Signature	_____	Signature	_____

FEUILLE DES RELEVES EN COURS D'ESSAI – Méthode de la balance thermique

COMPRESSEUR TYPE _____ **N° de série** _____

Enregistrements							
Aubes entrée prérotation - Position							
Aubes de régulation - Position							
Température d'entrée stabilisée	t1	°C					
Température moyenne corrigée		°C					
Température de refoulement stabilisée	t2	°C					
Température moyenne corrigée		°C					
Pression refoulement - Stabilisée	p2tot	mmHg					
Perte de charge - Orifice	DPBL	mmH2O					
Humidité relative - aspiration	RH	%					
Pression différentielle - Stabilisée	dp2tot	mmH2O					
Pression différentielle - Statique	pdyn	mmH2O					
Pression différentielle - Silencieux	dp1	mmH2O					
Vitesse arbre - t/mn		t/mn					
Echangeur huile							
Débit massique	Ww	kg/mn					
Température eau entrée	t1	°C					
Température eau sortie	t2	°C					
Pertes calorifiques extérieures							
Température moyenne carter	tc	°C					
Température ambiante	ta	°C					
Fuite étanchéité	sl	kg/s					
Système de lubrification	bar	Press.					
	°C	Temp.					
Ingénieur d'Essai HV TURBO: _____ Date: _____ Signature: _____			Ingénieur Inspecteur: _____ Date: _____ Signature: _____				