



Commission Machines Tournantes

Compte rendu de la 10^{ème} rencontre

Lieu : Site de Production de AIR LIQUIDE de Moissy Cramayel

Date : 15 juin 2012

Thème de la rencontre : «Présentation et visite du site de AIR LIQUIDE – Dispositifs anti-pompage et Simulation numérique»

Nous remercions AIR LIQUIDE d'avoir accueilli cette réunion et organiser la visite du site.

I. Participants

Nom	Prénom	Société
AUBEL	Jean-Christophe	Air Liquide
AUGIS	Eric	ODS
BORDEGARAY	Céline	Turboméca
BUISSON	Nicolas	Air Liquide
CLERC	Christian	Vibratec
DEFAYE Cyril	Cyril	Air Liquide
DOPPLER	Eric	Cryostar
DUFOUR	Régis	INSA/LAMCOS
DUPONT	Bruno	Turboméca
FERRAGE	Patrick	TOTAL
JOURDAN	Dominique	FWC
KILL	Norbert	Samtech
LAURENT	Christian	dB Vib
MICHEL	Stéphane	ODS
MOUSSET	Serge	Bently / GE M&C
OTT	François	Eagle Burgmann France
SENART	Jean-Denis	Air Liquide
SISSINGH	Aernout	Bently / GE M&C
VOINIS	Philippe	EDF R&D

II. Présentation de AIR LIQUIDE par Monsieur AUBEL Directeur du site

43000 personnes 135M€ de CA crée en 1902, 80 pays

Leader mondial des gaz pour l'industrie la santé (gaz rares anesthésiant et oxygène) et l'environnement (panneaux photovoltaïques).

Deux grandes catégories de gaz peuvent être distinguées

- azote oxygènes, argon et gaz rares obtenus à partir de la distillation de l'air
- Hydrogène

Le chiffres d'affaire se répartie par secteurs en

- 88% Gaz et Service (Industriel marchand, Gde industrie, Electronique, Santé)
- 6% Ingénierie et construction (Unités de séparation des gaz de l'air, unités de production d'hydrogène)
- 6% autres activités (soudage coupage, plongée, chimie de spécialité)

Chiffre d'Affaire par continent : Europe 6,2 Md€, Amériques 2,7 Md€, Asie 2,6Md€

Le métier de AIR LIQUIDE repose sur une chaine intégrée de la production jusqu'à la livraison ; cette dernière dépend du besoin et de la situation géographique du client: pipeline, small plant, camions de gaz liquéfié, bouteilles

AL France à Moissy Cramayel

Le site est classé Seveso II du fait d'un important stockage de 2000 tonnes d'oxygène liquide. L'usine est gérée par 13 personnes (beaucoup de process automatiques). 85% de l'activité de l'usine est de produire de l'azote liquide.

Il y a plusieurs *business lines* sur le site : Grande industrie, Electronique, activité industriel marchand, AL santé, Gaz rares.

Les clients finaux du site sont :

- Altis Electronique alimenté en Azote gaz par canalisation de 12 km
- Industrie alimentaire et pharmaceutique alimentée en Azote liquide
- Industrie verrière et défense en Oxygène Liquide
- santé en gaz rare (Xénon) et Oxygène médical
- éclairage en Xénon et Krypton

Les différents process sont basés sur des cycles de détente et de compression et font donc appel à différentes machines tournantes (compresseurs et turbines). Ils nécessitent une puissance électrique importante (Air Liquide est le 8^{ème} consommateur français et le site de Moissy nécessite une puissance de 20MW).

Process de séparation des gaz de l'air : Compression de l'air puis détente à -180° pour liquéfier et passage dans une colonne à distiller : le plus léger c'est l'azote, l'oxygène le plus lourd en bas.

Process de compression liquéfaction :

- 1° compresseur principal (4MW) de 0 à 6 bar
- 2° compresseur (4MW) d'air 6 à 30 bars
- Epurateur comportant des grains d'alumine (captage de l'eau et CO2)
- Booster pour une surcompression (700 kW) de 30 à 40 bars

- Une turbine avec prise de l'air sous pression pour faire la détente.

III. Visite du site

La visite du site a permis de visualiser concrètement les différentes installations et machines évoquées lors de la présentation. Elle a permis de mieux appréhender la complexité de l'installation et la rigueur nécessaire dans la gestion de la production.

IV. Présentations

Deux thèmes étaient inscrits : dispositifs et stratégie anti-pompage et simulation. Seules 2 des 4 présentations sur la simulation ont été réalisées afin de tenir les horaires de la réunion ; les 2 autres sont reportées à la prochaine rencontre.

Les présentations pourront être consultées sur le site de l'AFM dans l'espace membre de la commission machines tournantes.

- **Surge control Strategy**

Air Liquide présente ses moyens et ses procédures de contrôle du pompage. Les moyens d'action (vanne anti-pompage), la mesure et l'interprétation des paramètres de contrôle sont explicités. Le système de contrôle est testé avec le centre de contrôle du site. Dans le cas de compresseur O2, les tests sont réalisés avec de l'azote.

- **Opti-comp**

Bently Nevada GE présente ses méthodes pour détecter et analyser les risques de pompage notamment en utilisant la mesure du déplacement axial.

- **SAMCEF Rotor**

Les particularités de SAMCEF en dynamique des rotors sont présentées : symétrie cyclique (issue des travaux conduits en collaboration avec le LTDS de l'École Centrale de Lyon), modélisation du stator, d'éléments de liaison

- **Analyse dynamique d'un rotor de compresseur d'éthylène**

L'application des outils d'analyse et de diagnostic développés pour les machines tournantes sont présentés par ODS au travers d'une application sur un compresseur d'éthylène présentant des défaillances au niveau d'un palier.

V. Fonctionnement de la CMT

20 personnes ont participé à cette journée.

Cette forte participation confirme les résultats du travail mené par Dominique Jourdan : la faible participation à la journée de Civeaux n'était pas due à un désintérêt pour la commission machines tournantes mais à un cumul d'imprévis et de contraintes dans une période de forte charge.

La commission profite de l'occasion pour remercier Dominique Jourdan du travail d'enquête réalisé suite à la réunion de Civaux.

Planning prévisionnel des prochaines rencontres :

11^{ème} rencontre :

Réunion organisée par Mihai Arghir de l'université de Poitiers (visite du banc « Balaffre II » utilisant la similitude du Reynolds).

Thèmes abordés :

- paliers et étanchéité en conditions sévères
- simulation numérique^(*)

Dates proposées : 13 ou 15 novembre 2012 (date à valider par R. Dufour auprès de M. Arghir).

12^{ème} rencontre :

- lieu à définir (Siège de l'AFM à Paris La défense toujours disponible).
- mi-juin 2013
- thèmes évoqués : poursuite sur étanchéité des paliers, Retrofitting de matériel et simulation. Stockage des rotors équilibrés. Comment ne pas dégrader l'équilibrage après plusieurs années de stockage ??

() les méthodes de simulation et d'analyse sont proposées en "fil rouge" et peuvent ainsi être présentées lors des différentes rencontres*