



Lundi 22 Octobre

15h00 : Introduction à la métrologie et à la normalisation - Traçabilité du vide *F. Boineau – Laboratoire National de Métrologie et d'Essais*

La métrologie est la science des mesures, en particulier ce qui est relatif à la traçabilité des mesures aux étalons, assurée au niveau national par le Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE). L'expression d'une mesure est nécessairement associée à celle de son incertitude qui permet d'estimer le niveau de confiance que l'on peut raisonnablement attribuer à la mesure. L'estimation de l'incertitude de mesure et le vocabulaire en métrologie sont cadrés par des normes telles que le Vocabulaire international de métrologie (VIM3) et le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM).

Le vide désigne « l'état d'un gaz caractérisé par une pression ou par une masse volumique inférieure à celle de l'atmosphère ambiante ». C'est le terme utilisé pour qualifier une base pression absolue : la métrologie du vide fait donc partie intégrante de la métrologie des pressions dont l'unité du système international est le Pascal. L'étalon primaire est un ensemble piston-cylindre qui permet d'appliquer directement la définition de la pression, quotient d'une force appliquée normalement sur une surface. Néanmoins au-dessous de quelques Pascals, les forces mises en jeu deviennent trop faibles et d'autres méthodes primaires sont mises en œuvre telles que l'expansion statique et dynamique. À ce jour, la traçabilité du vide est couverte au niveau international de 10^{-9} Pa jusqu'à la pression atmosphérique.

16h00 : Introduction du vide, de la pression et de sa mesure *E. Roaux - CNRS*

Cet exposé, après une introduction sur la notion de pression, présente les types de manomètres utilisant différents principes physiques selon la gamme de pression à mesurer.

Il aborde ensuite l'historique du développement des jauges concomitant au développement des pompes à vide, depuis les premières manipulations, démontrant la pression atmosphérique, jusqu'à la période moderne où les nouvelles technologies exigent l'ultravide.

Mardi 23 octobre

09h00 : Capteurs de la pression atmosphérique au vide primaire

Dr Andrew Chew - Edwards Ltd. Company

Vacuum ranges – gauge operating ranges

- Definitions: Total/partial, Direct/Indirect, absolute/non absolute, accuracy
- Classification of gauges according to measurement principles

Gauges commonly used in the vacuum range 10^{-4} to 1013 mbar

- U-tube manometer
- McLeod
- Rotating piston
- Mechanical Bourdon
- Capsule
- Strain Gauge, Piezo/Piezoresistive
- Capacitance Manometer
- Pirani
- Thermocouple
- Convection
- Spinning Rotor Gauge
- Hot and Cold cathode ionisation gauges

10h00 : Capteurs vide secondaire et ultravide

Andreas Schopphoff – Pfeiffer Vacuum

Vacuum measurement covers a large range starting from atmospheric pressure down to ultra-high vacuum as low as E-12 mbar (E-10 Pa).

For gas type depended measurement there are several physical effects which are being used. Starting with a thermal conductivity gauges which are very widely used in medium vacuum applications. This kind of gauge is working over a wide pressure range (down to E-2 Pa) and is very rugged.

For measuring ultra-high pressure there are two different sensor types used:

- hot cathode gauges
- cold cathode gauges

Besides the similarity in names both type of gauges have very different kind of pros and cons und therefore different kind of applications. For the hot cathode gauge the limiting effects are ESD ions as well as soft X-Rays.

For cold cathode gauges the ring current is the limiting factor.

14h00 : Mesures en XHV et UHV

R. Gil de Muro – Oerlikon Leybold Vacuum

Le principe de la mesure entre 10^{-11} mbar et 10^{-12} mbar en pression totale

Les incidences de mesures dues à l'environnement

Les erreurs de mesures suites aux dégazages des matériaux

Les solutions en utilisation sous rayonnement X

Les solutions en utilisation sous température de 450°C maximum

15h30 : Développement d'une jauge capacitive pour la mesure des basses pressions à basse température

L. Manceron, Groupe VIDE et Ligne de Lumière AILES, Synchrotron SOLEIL

La mesure pratiquée en laboratoire au Synchrotron SOLEIL des sections efficaces d'absorption infrarouge de composés volatils d'intérêt atmosphérique nécessite la connaissance précise de la pression de ces composés lors de mesure à température variable de 300 à 80K pour des pressions allant de quelques à 10^{-3} mbar environ. Les mesures de pression d'un gaz froid avec des jauges thermostatées placées à l'extérieur de l'enceinte cryogénique sont faussées par les effets thermomoléculaires bien connus. Si des corrections sont connues pour certains gaz courants, les mesures effectuées sur des gaz quelconques doivent être réalisées in situ. Une jauge de pression capacitive ajustable à diaphragme métallique a été développée au Synchrotron SOLEIL pour la mesure dans la gamme 0,2 - 40 mbar avec une précision meilleure que 1% et une résolution de $2 \cdot 10^{-3}$ mbar. Ce dispositif a été conçu et fabriqué à SOLEIL en matériaux compatibles avec une utilisation à des températures cryogéniques et des gaz corrosifs. Il repose sur une mesure différentielle de la déformation d'une membrane en acier inoxydable par rapport à deux électrodes fixes et l'utilisation d'une électronique à bas coût.

Outre les aspects conceptuels et de réalisation pratique, les performances de la jauge seront brièvement exposées.

Mercredi 24 octobre

09h00 : Mesures de dégazage

G. Vandoni, CERN

Le dégazage – ou l'évolution spontanée de gaz depuis une surface sous vide vers le volume – peut embrasser jusqu'à 10 ordres de grandeur, alors que dans un système à vide typique la vitesse de pompage ne peut être dimensionnée que dans une fourchette d'environ 3-4 ordres de grandeur. Pour la conception correcte d'un système à vide, il est donc impératif de connaître et maîtriser les taux de dégazage des matériaux et composants qu'on utilisera.

Quelques aspects saillants de la phénoménologie du dégazage seront ensuite discutés. Cela permet de mieux comprendre les recommandations pour les rapports de mesures de dégazage, telles qu'énoncées par l'American Vacuum Society.

Les différentes techniques présentées en littérature pour la mesure du taux de dégazage – la quantité de matière perdue par un matériau par unité de temps – sont passées en revue. Les techniques statiques, dynamiques, mixtes sont présentées, avec une discussion des sources d'erreurs et de leur limitation. La technique de mesure par perte de poids, décrite par un standard de l'ASTM, sera également discutée.

10h00 : Le contrôle d'étanchéité par gaz traceur hélium. Aspect Mesure.

F. Rouveyre – Adixen Vacuum Products

La recherche de fuite par gaz traceur hélium est une méthode connue par les personnes impliquées dans le fonctionnement ou dans l'utilisation de dispositifs sous vide. Cette recherche reste très souvent liée à l'apparition d'un signal sur le détecteur, négligeant l'aspect quantitatif, voire métrologique d'un détecteur de fuite par hélium.

Mon intervention a pour objectif de présenter ces aspects métrologiques. Après un rappel sur le fonctionnement d'un tel détecteur, on développera le thème des fuites calibrées, et de l'organisation de la métrologie associée à ces fuites. Une deuxième partie abordera la conversion d'une fuite en partant des conditions de service, afin de définir le critère d'étanchéité sur le détecteur lui-même. Enfin, la troisième partie concernera l'influence des conditions de test.

14h00 : Analyse de gaz résiduel : mesure de pressions partielles

Andreas Schopphoff – Pfeiffer Vacuum

Other than total pressure gauges a mass spectrometer can give additional information on the status of the vacuum system. There are easy to use quadrupole mass spectrometers which can be mounted easily directly to the vacuum chamber.

The way of operation is being described as well as the operation principles of different kind of ion source. For the ion sources there can be filament materials chosen of to find the best solution for the application.

With the help of an easy to use mass spectrometer software the operator can do quantitative as well as qualitative measurement.

Starting with analog spectra taken at RGA application an spectrum interpretation is done. Just as well it can be essential to distinguish between gas phase ions and ESD ions.

In order to do partial pressure measurement it is important to introduce calibration factors.

Jeudi 25 Octobre

15h00 : Les bonnes pratiques en métrologie du vide

F. Boineau – LNE

L'activité principale en métrologie du vide est l'étalonnage de manomètres ou de capteurs par méthode de comparaisons à des manomètres de référence. La mise en œuvre de la comparaison diffère suivant le domaine de vide considéré (vide primaire ou secondaire), le principe physique des manomètres étalons ou à étalonner, à l'enceinte de comparaison (matériau, architecture...) ou aux dispositifs utilisés pour assurer l'étanchéité à la pression atmosphérique. À ces configurations diverses sont associées des bonnes pratiques générales et spécifiques.