

Le contrôle d'étanchéité

Bernard SEEMANN

© Groupe Eyrolles, 2008,
ISBN 978-2-212-12374-6

EYROLLES



TABLE DES MATIÈRES

1	Le fait de contrôler	1
	1.1 Historique	1
	1.2 Les contrôles destructifs versus non destructifs	3
	1.3 Caractères contrôlés.....	3
	1.4 Grandeur et mesure.....	3
	1.5 Rapport signal sur bruit	4
	1.6 Qualité du contrôle et de la mesure	4
	1.7 Efficacité.....	5
	1.7.1 Risque du client	5
	1.7.2 Risque du fournisseur	5
	1.7.3 Échantillonnage ou contrôle à 100 %	6
2	Contrôler l'étanchéité.....	7
	2.1 Définition.....	7
	2.2 Définition d'une fuite	8
	2.2.1 Fuite de fluide gazeux.....	8
	2.2.2 Fuite de fluide liquide	9
	2.2.3 Principe de contrôle – mesure.....	11
	2.2.4 Méthode locale	12
	2.2.5 Méthode globale locale	13
	2.3 Sensibilité	14
	2.4 Laboratoire et industrie.....	16
	2.5 Précision	16
	2.6 Coûts.....	16
	2.7 Unités.....	17
3	Évaluation des taux de fuite par le calcul	19
	3.1 Caractérisation d'une fuite.....	19
	3.2 Modélisation d'une fuite.....	19
	3.3 Les paramètres de définition.....	20
	3.4 Cas des pertes de fréon	21
	3.5 Conversion pour un test à pression atmosphérique.....	23
	3.6 Conversion de flux de référence pour un test sous vide	27
	3.6.1 Première étape : calcul du flux laminaire sous vide	28

3.6.2 2 ^e étape : calcul du flux moléculaire.....	29
3.6.3 3 ^e étape : calcul du débit total	31
3.7 Cas des fuites liquides	32
3.7.1 Équation générale de Poiseuille (liquides).....	32
3.7.2 Calcul du diamètre équivalent avec les tensions de surface.....	33
3.7.3 Détermination du diamètre équivalent critique.....	33
3.7.4 Détermination du flux gazeux correspondant	34
3.8 Chute de pression sur une longue durée.....	35
4 Les méthodes air dans air.....	39
4.1 Variation de pression	39
4.1.1 Mesure de la variation de pression (ou de vide)	39
4.1.2 Cycle de test.....	42
4.1.3 Mesure relative.....	43
4.1.4 Mesure différentielle	45
4.1.4.1 Réglage des paramètres d'un cycle de test	46
4.1.4.2 Mesure différentielle avec référence.....	49
4.1.4.3 Mesure différentielle sans référence	52
4.1.4.4 Mesure différentielle avec « 0 » central.....	52
4.1.4.5 Mesure indirecte.....	53
4.1.4.6 Composants scellés	54
4.1.4.7 Calibrage – Étalonnage	56
4.2 Débitmétrie	57
4.2.1 Le débitmètre thermique	57
4.2.2 Principe du capteur	57
4.2.3 Principe de détection.....	59
4.2.4 Correction de la lecture	60
4.2.5 Le détecteur de fuite débitmètre massique	60
5 Les méthodes par gaz traceur	63
5.1 Gaz traceur hydrogène	64
5.1.1 La détection de fuite par gaz traceur hydrogène.....	64
5.1.2 Le gaz hydrogène	65
5.1.2.1 Utilisation d'un mélange.....	65
5.1.2.2 Limite inflammabilité	66
5.1.3 Le capteur, les sondes, le calibrage.....	66
5.1.3.1 Système de prélèvement	68
5.1.3.2 Calibrage	68
5.1.4 La méthode de test	69
5.1.4.1 Renflage pour localisation de fuite	70
5.1.4.2 Contrôle de réseau hydraulique	70

5.1.4.3 Reniflage par accumulation : test intégral	72
5.2 Gaz traceur hélium.....	76
5.2.1 Les spectromètres	76
5.2.2 Détection par spectromètre de masse hélium	77
5.2.2.1 Pourquoi les détecteurs s'appellent-ils spectromètres de masse ?.....	77
5.2.2.2 Les différents éléments qui composent un détecteur d'hélium	78
5.2.2.3 Cellule d'analyse : principe	79
5.2.2.4 Principe de mesure à contre-courant.....	82
5.2.2.5 Principe de mesure directe : mode fine fuite	84
5.2.2.6 Principe de mesure directe : mode grosse fuite	85
5.2.3 Test sous vide.....	86
5.2.3.1 Dans une enceinte	86
5.2.3.2 Test par aspersion	89
5.2.4 Test en reniflage.....	91
5.2.4.1 Principe de base	91
5.2.4.2 Conception de la sonde : quel débit ?	93
5.2.4.3 Plus petit signal détectable.....	95
5.2.4.4 Vitesse de déplacement de la sonde.....	96
5.2.4.5 Temps de réponse	96
5.2.4.6 Mesure de concentration	97
5.2.4.7 Procédure de calibrage en reniflage.....	97
5.2.4.8 Fonction auto zéro	98
5.2.4.9 Test local.....	99
5.2.4.10 Test global.....	100
5.2.5 Récupération de l'hélium.....	101
5.2.5.1 Calcul de la consommation d'hélium	103
5.2.5.2 Calcul du taux de récupération d'hélium.....	103
5.3 Autres gaz traceurs	105
5.3.1 Détecteur à conductivité thermique	105
5.3.2 Détection multigaz quadrupôle.....	107
5.3.3 La lampe haloïde.....	107
5.3.4 Contrôle d'étanchéité des circuits sous vide.....	107
6 Autres méthodes	109
6.1 La voie humide	109
6.2 Bac à eau.....	109
6.2.1 Mise en œuvre.....	109
6.2.2 Fiabilité	110

6.2.3 Quantification	111
6.3 Colorant	112
6.4 Technique de détection acoustique : ultrasons	113
6.5 Décharges électriques	117
6.6 Détection des radio-isotopes.....	117
6.7 L'interface pièce testée - système de contrôle.....	119

7 Le vide..... 123

7.1 Notions de vide	123
7.1.1 Qu'est-ce que la pression atmosphérique ?.....	123
7.1.2 Composition de l'atmosphère	125
7.1.3 La pression partielle	126
7.2 Les niveaux de vide	126
7.3 Génération de vide : le pompage	127
7.3.1 Pompes à palettes	128
7.3.2 Pompes roots	130
7.3.3 Pompes turbo moléculaires	132
7.3.4 Pompes moléculaires	133
7.3.5 Pompes turbo moléculaires hybrides	134
7.3.6 Groupe de pompage pour la détection de fuite	135
7.3.7 Dimensionnement du groupe de pompage pour un test sous vide.....	135
7.3.8 D'où vient le bruit de fond ?	138
7.4 Pompage parallèle.....	139
7.5 Temps de réponse.....	140
7.5.1 Temps d'apparition de la fuite	140
7.5.2 Temps de réponse du détecteur.....	141
7.5.3 Disparition du signal	142
7.6 Mesure de la vitesse de pompage hélium d'un groupe de pompage.....	143

A1 Masses molaires des fluides frigorigènes 145

A2 Tensions de surface 147

A3 Convention des unités 149

A4 Résumé des formules en unités SI 151