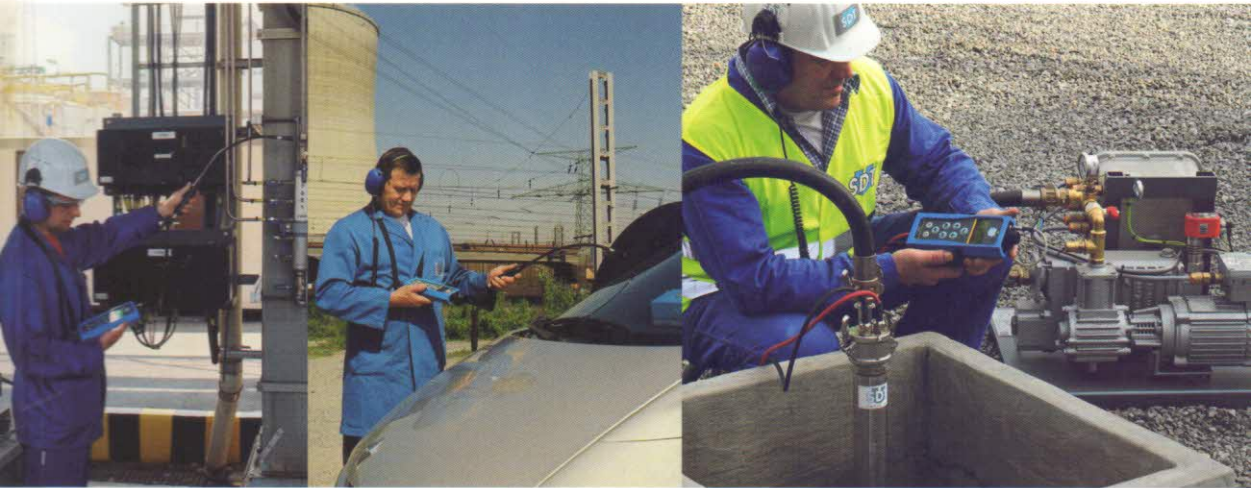


d é t e c t i o n

Le contrôle d'étanchéité



Bernard Seemann

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 Reniflage 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