

**Outil d'inspection
Mesures Actives Préventives
VERSION DE TRAVAIL**

JANVIER 2008

3 Questionnaire pour un système mécanique de décharge de pression

3.1 Spécification de la mesure

3.1.1 Identification et documentation de la conception

Identification et feuille de spécification de soupapes de sécurité

1. L'entreprise dispose-t-elle d'une feuille de spécification pour la soupape de sécurité?
2. La soupape de sécurité a-t-elle un numéro d'équipement univoque (confirmé sur la soupape)?
3. La feuille de spécification mentionne-t-elle ce numéro d'équipement?
4. La feuille de spécification mentionne-t-elle le code de localisation et l'équipement sur lequel la soupape de sécurité est placée?

Données de construction de la soupape de sécurité

5. La feuille de spécification mentionne-t-elle le type de soupape (à ressort, « balanced-bellows », commandée par pilote, ...) ?
6. La feuille de spécification mentionne-t-elle s'il s'agit d'une soupape de sécurité (à ressort) avec une « action pop » ou avec une ouverture proportionnelle ?
7. La feuille de spécification mentionne-t-elle le constructeur et le modèle de la soupape ?
8. La feuille de spécification mentionne-t-elle les dimensions des brides d'entrée et de sortie ?

Résistance de la soupape de sécurité face à la corrosion

9. La soupape de sécurité peut-elle être exposée à des conditions corrosives?
10. Quelles mesures ont été prises par l'entreprise pour éviter la corrosion de la soupape de sécurité?
11. La feuille de spécification mentionne-t-elle les matériaux de construction utilisés dans la soupape

Feuille de spécification de disques de rupture

12. L'entreprise dispose-t-elle d'une feuille de spécification pour le disque de rupture?
13. Cette feuille mentionne-t-elle un numéro de localisation?
14. Cette feuille mentionne-t-elle l'information nécessaire sur la marque et le modèle du disque de rupture?

Données de construction du disque de rupture

15. La feuille de spécification mentionne-t-elle le type de disque de rupture ?
16. La feuille de spécification mentionne-t-elle les dimensions du disque de rupture et du support de disque de rupture ?
17. La feuille de spécification mentionne-t-elle le constructeur et le modèle de disque de rupture ?
18. Dans le cas où un disque de rupture doit évacuer un liquide en surpression: la spécification du producteur confirme-t-elle que le disque de rupture est adéquat pour des liquides?

Résistance du disque de rupture face à une dépression

19. Le vide peut-il se faire dans le réservoir sous pression?
20. Si oui, la feuille de spécification du disque de rupture mentionne-t-elle qu'il doit être résistant face à cette dépression ou qu'un soutien de vide (« vacuum support ») doit être prévu?

Résistance du disque de rupture à la fatigue

21. Le disque de rupture est-il exposé à des conditions menant à une fatigue?
22. Si oui, la feuille de spécification du disque de rupture mentionne-t-elle qu'il doit être résistant à la fatigue?
23. Le rapport entre la pression de fonctionnement et la pression d'éclatement est-il conforme aux spécifications du disque de rupture?

Le caractère non fragmentable du disque de rupture

- 24. Dans le cas où un disque de rupture est monté avant une soupape de sécurité, s'agit-il d'un disque de rupture de type non fragmentable?
- 25. Est-ce mentionné sur la feuille de spécification du disque de rupture ?

Résistance du disque de rupture face à la corrosion

- 26. Le disque de rupture peut-il être exposé à des conditions corrosives?
- 27. Quelles mesures ont été prises par l'entreprise pour éviter la corrosion du disque de rupture?
- 28. La feuille de spécification mentionne-t-elle la matériau de construction du disque de rupture et du support de disque de rupture?

3.1.2 Efficacité

Contre-pression dans le système d'évacuation

- 29. Le système de décharge de pression souffle-t-il vers un système d'évacuation dans lequel une contre-pression constante peut être présente (cette pression est une partie de la "superimposed backpressure")?
- 30. Une contre-pression peut-elle se développer suite à l'évacuation simultanée de plusieurs soupapes de sécurité (cette pression est également une partie de la superimposed backpressure)?
- 31. La feuille de spécification du système de décharge de pression mentionne-t-elle ces contre-pressions?

Pression de tarage de la soupape de sécurité

32. La feuille de spécification de la soupape de sécurité spécifie-t-elle la pression de tarage de la soupape de sécurité, ainsi que la pression de conception du réservoir sous pression?
33. La pression de tarage de la soupape de sécurité est-elle plus petite ou égale à la pression de conception du réservoir sous pression?
34. A-t-on tenu compte d'une éventuelle "superimposed back pressure"?
35. Y a-t-il une marge suffisante entre la pression maximale qui peut être attendue en fonctionnement normal et la pression de tarage de la soupape de sécurité ?

Pression d'éclatement du disque de rupture

36. La feuille de spécification du disque de rupture spécifie-t-elle la température de fonctionnement aux conditions d'éclatement (température d'éclatement), la pression d'éclatement à la température d'éclatement et la pression de conception du réservoir sous pression?
37. La pression d'éclatement est-elle plus petite ou égale à la pression de conception du réservoir?
38. Lors de la détermination de la pression d'éclatement du disque de rupture a-t-on tenu compte de la température à laquelle le disque de rupture doit travailler?
39. La pression d'éclatement tient-elle compte d'une éventuelle "superimposed back pressure"?

Débit à évacuer

40. Tous les scénarios de surpression pour lesquels le système de décharge de pression doit assurer une protection, sont-ils documentés?
41. L'entreprise a-t-elle vérifié si un flux biphasique (gaz + liquide) pouvait exister en traversant la soupape (pour le scénario sélectionné ou pour d'autres scénarios)?
42. A-t-on déterminé pour chaque scénario le débit de décharge requis?
43. Ces calculs sont-ils bien documentés?
44. La feuille de spécification fait-elle référence aux feuilles de calcul des scénarios ?
45. La feuille de spécification mentionne-t-elle le débit maximum à évacuer?
46. La feuille de spécification mentionne-t-elle les caractéristiques nécessaires du flux à évacuer, telles que composition, phase, température, densité ?

Capacité d'évacuation requise et installée

47. La surface de passage requise a-t-elle été déterminée pour chaque scénario de surpression?
48. Ces calculs sont-ils bien documentés?
49. La feuille de spécification du système de décharge de pression mentionne-t-elle la plus grande surface de passage requise?
50. La feuille de spécification du système de décharge de pression mentionne-t-elle la surface de passage de la soupape de sécurité ou du disque de sécurité installé?
51. La surface de passage du système de décharge de pression installé est-elle égale ou plus grande que la plus grande surface de passage requise?

Calcul de la surface de passage

52. Lors du calcul de la surface de passage requise, est-on parti d'une surpression tolérable qui est en conformité avec le code de construction du réservoir sous pression?
53. Pour les flux subcritiques, a-t-on tenu compte de la contre-pression totale?
54. Dans le cas d'un flux biphasique: en a-t-on tenu compte dans les calculs de la surface de passage requise?
55. L'entreprise dispose-t-elle d'une directive univoque pour le calcul des flux biphasiques dans les systèmes de décharge de pression?
56. La feuille de spécification mentionne-t-elle l'existence d'un flux biphasique?
57. Dans le cas d'une combinaison d'un disque de rupture et d'une soupape de sécurité, a-t-on tenu compte de la diminution de capacité de cette combinaison?

Forces statiques et dynamiques sur la tuyauterie d'évacuation

58. La tuyauterie d'évacuation est-elle soutenue?
59. Des liquides sont-ils évacués et, si oui, le système d'évacuation est-il conçu contre le poids du liquide lorsque ces tuyauteries seront remplies de liquide?
60. Les forces de réaction qui apparaissent lors de l'évacuation ont-elles été déterminées?
61. L'entreprise a-t-elle vérifié si le système d'évacuation est résistant contre ces forces de réaction?

Diminution de la température lors de l'évacuation des soupapes de sécurité

- 62. Lors de l'évacuation peut-on avoir de basses températures dans la soupape de sécurité et dans la tuyauterie d'évacuation?
- 63. Si oui, la diminution de température est-elle indiquée sur la feuille de spécification?
- 64. De petites fuites dans la soupape de sécurité peuvent-elles occasionner de basses températures et la formation de glace autour de la soupape?
- 65. Si oui, la soupape de sécurité est-elle dans ce cas inspectée périodiquement pour détecter la formation de glace?
- 66. Le matériau de construction de la soupape de sécurité et de la tuyauterie d'évacuation peut-il résister à d'éventuelles chutes de température suite à l'évacuation ou à des fuites?

Vitesse de montée en pression

- 67. Y a-t-il certains scénarios de surpression pour lesquels la pression se développe très rapidement?
- 68. Si pour ces scénarios de surpression, on compte sur une soupape de sécurité, a-t-on alors vérifié si la soupape de sécurité peut réagir suffisamment vite?

Perte de charge dans le système d'évacuation

- 69. A-t-on déterminé la perte de charge générée à la suite du passage à travers le système d'évacuation?
- 70. Cette perte de charge est-elle suffisamment faible, conformément aux codes utilisés pour le dimensionnement de la soupape de sécurité?

Perte de charge dans la tuyauterie d'entrée

- 71. A-t-on calculé la perte de charge dans la tuyauterie d'entrée?
- 72. A-t-on également tenu compte de la perte de charge au travers d'un éventuel disque de rupture dans la tuyauterie d'entrée?
- 73. Cette perte de charge est-elle suffisamment petite pour ne pas compromettre la fonction de protection du système de décharge de pression?

3.1.3 Evaluation du risque et fiabilité

Réalisation de l'évaluation des risques

74. Les scénarios de surpression pour lesquels le système de décharge de pression doit assurer une protection, ont-ils été soumis à une évaluation des risques pour déterminer si le risque de surpression est suffisamment maîtrisé?
75. Ces évaluations de risques sont-elles bien documentées?
76. Quelle fiabilité l'entreprise donne-t-elle au système de décharge de pression dans ces évaluations des risques?
77. Quelle est la réduction de risques totale des couches de protection?

Gestion de l'évaluation des risques

78. Le formulaire d'évaluation des risques est-il un document contrôlé?
79. L'entreprise dispose-t-elle de critères clairs pour l'exécution d'une évaluation des risques?
80. Les critères ont-ils été approuvés par la direction?

Fiabilité

81. Sur quoi se base l'entreprise pour attribuer une certaine fiabilité au système de décharge de pression?
82. Utilise-t-on les résultats de "pré-tests" (test de pression de tarage avant démontage et entretien) pour estimer la fiabilité de la soupape de sécurité?
83. Dans le cas où le système de décharge de pression est constitué de plusieurs soupapes ou disques de rupture en parallèle, la fiabilité de l'ensemble est-elle alors déterminée sur base de la fiabilité des composants individuels?
84. A-t-on tenu compte ici des fautes communes?

Fréquence de sollicitation réelle

85. Dans la pratique, combien de fois la soupape de sécurité a-t-elle déjà été sollicitée?

3.1.4 Risques introduits par le fonctionnement de la sécurité

Libérations via le système de décharge de pression

- 86. Les effets d'une libération via le système de décharge de pression ont-ils été examinés?
- 87. Ces risques ont-ils également été évalués?
- 88. Le cas échéant, des mesures pour limiter les dommages ont-elles été prises?

Libérations via le "bonnet vent" ou des ouvertures de drainage

- 89. Des éventuelles libérations via l'ouverture de ventilation dans la coiffe du ressort ("bonnet") ou via l'ouverture de drainage de la tuyauterie d'évacuation forment-elles un risque?
- 90. Ces risques ont-ils été analysés?

3.2 Réalisation technique

Rétrécissements dans les tuyauteries d'entrée et d'évacuation

- 91. Le diamètre de la tuyauterie d'entrée n'est-il nulle part plus petit que le diamètre de la bride d'entrée de la soupape de sécurité?
- 92. Le diamètre de la tuyauterie d'évacuation n'est-il nulle part plus petit que le diamètre de la bride d'évacuation de la soupape de sécurité?
- 93. Y a-t-il des vannes dans les tuyauteries d'alimentation ou d'évacuation?
- 94. La surface de passage de ces vannes est-elle plus grande ou égale à, respectivement, la surface d'entrée et d'évacuation de la soupape de sécurité?

Accumulation de liquides

95. Peut-on avoir une accumulation d'eau ou d'un autre liquide au-dessus de la soupape de sécurité ou du disque de rupture, par exemple par condensation de l'humidité, la pluie, l'activation d'autres systèmes de décharge de pression?
96. A-t-on prévu des mesures pour contrer l'accumulation d'eau ou d'autre liquide?
97. Des liquides peuvent-ils s'accumuler plus loin dans le système d'évacuation?
98. Des mesures ont-elles été prises pour éviter la condensation et/ou l'accumulation de liquides?
99. La tuyauterie d'entrée a-t-elle une pente libre de sorte qu'aucun produit ne peut s'y accumuler?

Obstructions

100. Les substances évacuées peuvent elles engendrer des obstructions, telles que des poudres, des substances polymérisantes, des produits collants, des substances à haut point de fusion, etc.?
101. Si oui, des mesures ont-elles été prises pour remédier aux problèmes avec ces substances?
102. Dans le cas où un chauffage ("tracing") a été prévu: des mesures nécessaires ont-elles été prises pour en assurer la fiabilité?
103. Dans le cas d'isolation: les ouvertures de ventilation dans la coiffe du ressort de la soupape de sécurité (« bonnet ») sont-elles maintenues libres?

Contre-pression pour des disques de rupture

104. Dans le cas d'un montage en série d'un disque de rupture et d'une soupape de sécurité (ou de 2 disques de rupture en série), des mesures ont-elles été prises pour éviter une montée en pression dans l'espace entre le disque de rupture et la soupape de sécurité (ou entre les 2 disques de rupture)?
105. La mesure de pression (avec ou sans alarme) entre le disque de rupture et la soupape de sécurité est-elle périodiquement inspectée?

3.3 Maintien en état de la mesure

3.3.1 Inspection et entretien

Programme d'entretien de soupape de sécurité

- 106. La soupape est-elle reprise dans un programme d'entretien périodique ?
- 107. Comment la fréquence d'entretien a-t-elle été choisie ?
- 108. A-t-on examiné si un entretien était nécessaire chaque fois qu'une soupape de sécurité a été sollicitée ?
- 109. Y a-t-il un dossier d'entretien disponible pour la soupape de sécurité?
- 110. Ce dossier contient-il tous les rapports des tests et tours d'entretien réalisés ?
- 111. Des expériences opérationnelles sont-elles également documentées?

Pré-test de soupape de sécurité

- 112. L'entretien de la soupape de sécurité comprend-il l'exécution d'un pré-test?
- 113. A-t-on déterminé la pression à laquelle la soupape doit s'ouvrir sur le banc d'essai (« cold différentiel test pressure ») ?
- 114. Quelqu'un de l'entreprise assiste-t-il (de temps en temps) aux pré-tests des soupapes de sécurité?
- 115. Le rapport de test donne-t-il une évolution graphique du pré-test?
- 116. Y a-t-il une instruction qui décrit ce qu'il faut faire lorsqu'il est constaté que lors du pré-test, la soupape s'ouvre à une pression plus élevée ou plus faible que la « cold différentiel test pressure » ?
- 117. Ressort-il des rapports des pré-tests qu'en cas de déviations, des mesures correctives ont été prises ?
- 118. Peut-on déduire des résultats des pré-tests que l'intervalle d'entretien n'a pas été choisi trop grand ?

Entretien et réglage de soupapes de sécurité

- 119. L'entretien comprend-il un démontage et un nettoyage des composants ?
- 120. Après l'entretien et l'assemblage de la soupape, réalise-t-on à nouveau un ou plusieurs tests de pression pour s'assurer que la soupape s'ouvre bien à la pression de test (« cold differential test pressure »).
- 121. Réalise-t-on un test d'étanchéité après exécution de ce test de pression ?
- 122. Le rapport de test mentionne-t-il la pression à laquelle le test d'étanchéité a été réalisé et le résultat ?
- 123. Existe-t-il des critères clairs pour l'évaluation du test d'étanchéité ?
- 124. Dans le cas de soupapes de sécurité de type « balanced bellow », l'étanchéité du soufflet est-elle testée ?
- 125. La soupape a-t-elle été testée avant qu'elle ne soit mise en service pour la première fois ?

Inspection visuelle des soupapes de sécurité après démontage

- 126. Y a-t-il des instructions qui prévoient l'inspection visuelle de la soupape de sécurité après démontage hors de l'installation?
- 127. Y a-t-il des instructions qui prévoient une inspection visuelle des tuyauteries d'entrée et d'évacuation?
- 128. Les résultats de cette inspection visuelle sont-ils documentés?
- 129. Y a-t-il des instructions pour nettoyer les tuyauteries dans le cas d'un encrassement important?

Montage et démontage de soupapes de sécurité

- 130. Dans le cas où une vanne d'isolation a été placée avant et/ou après la soupape de sécurité : a-t-on prévu une petite vanne d'évent pour évacuer la pression entre la vanne d'isolation et la soupape de sécurité ?
- 131. Y a-t-il des instructions pour le montage et le démontage des soupapes de sécurité?
- 132. Y a-t-il une instruction qui détermine si la soupape de sécurité doit être nettoyée ou non et comment cela doit se faire le cas échéant?
- 133. Le personnel qui place les soupapes de sécurité, est-il formé à ce sujet?

Transport et stockage de soupapes de sécurité

- 134. Dispose-t-on d'instructions concernant le transport des soupapes?
- 135. Ces instructions demandent-elles que les soupapes de sécurité soient fermées avant le transport?
- 136. Ces instructions demandent-elles que les soupapes soient transportées en position debout?
- 137. Les soupapes de sécurité sont-elles stockées dans un endroit propre et sec?

Contrôle visuel des soupapes de sécurité en service

- 138. Les soupapes de sécurité sont-elles périodiquement soumises à des contrôles visuels?
- 139. Ces inspections sont-elles enregistrées?
- 140. Une inspection visuelle est-elle également menée après que la soupape se soit ouverte?
- 141. Pour les soupapes qui évacuent vers un système de recueil, vérifie-t-on également si elles fuient ?

Inspection des mesures de pression entre les disques de rupture et les soupapes de sécurité

- 142. Les mesures de pression entre les disques de rupture et les soupapes de sécurité sont-elles inspectées ?

Inspections périodiques ou entretien des disques de rupture

- 143. Le disque de rupture est-il périodiquement inspecté et/ou remplacé?
- 144. Les tuyauteries d'entrée et d'évacuation sont-elles périodiquement inspectées?
- 145. Les éventuels systèmes-coupant sont-ils périodiquement inspectés?
- 146. Les résultats de ces inspections visuelles sont-ils documentés?

Montage et démontage de disques de rupture

147. Dans le cas où une vanne d'isolation a été placée avant et/ou après le disque de rupture : a-t-on prévu une petite vanne d'évent pour évacuer la pression entre la vanne d'isolation et le disque de rupture ?
148. Y a-t-il des instructions pour le montage et le démontage des disques de rupture?
149. Le personnel qui place les disques de rupture, est-il formé à ce sujet?

Inspection du système d'évacuation

150. Le système d'évacuation est-il repris dans un programme d'inspection?

3.3.2 Mise hors service

Isolation des tuyauteries d'entrée et d'évacuation

151. La tuyauterie d'entrée peut-elle être isolée (par exemple à l'aide d'une vanne manuelle)?
152. Le système d'évacuation (y compris l'éventuelle torchère) peut-il être isolé (par exemple à l'aide d'une vanne manuelle)?
153. Les vannes d'isolation sont-elles verrouillées en position ouverte ?
154. Y a-t-il une liste actualisée avec toutes les vannes d'isolation (ou brides à lunettes ou plateaux pleins) dans les tuyauteries d'entrée ou les systèmes d'évacuation des systèmes de décharge de pression ?
155. Cette liste mentionne-t-elle les raisons de la fermeture des vannes d'isolation ?
156. Y a-t-il des inspections périodiques pour vérifier si les vannes d'isolation sont dans la bonne position et si le verrouillage est toujours présent ?

Mise en service d'une soupape de réserve

- 157. Dans le cas où une soupape de réserve est montée sur le réservoir sous pression, les mesures nécessaires sont-elles prises pour assurer que la mise en et hors service des vannes ait lieu dans le bon ordre?
- 158. Dans le cas où l'on utilise une vanne à trois voies pour monter ensemble une soupape de réserve et la soupape active, y a-t-il une indication claire de quelle soupape est en service?

3.3.3 Modifications

Modification de la pression de tarage

- 159. La pression de tarage de la (des) soupape(s) de sécurité a-t-elle déjà été modifiée?
- 160. Cette modification est-elle documentée dans le dossier de la soupape de sécurité?
- 161. Cette modification a-t-elle eu lieu selon une procédure prévoyant les analyses nécessaires?

4 Questionnaire pour des sécurités instrumentales

4.1 Spécification de la mesure

4.1.1 Identification et fonctionnalité

Identification et documentation de spécification

1. La sécurité instrumentale a-t-elle un code d'identification univoque?
2. L'entreprise dispose-t-elle d'un document de spécification pour la sécurité instrumentale?
3. L'entreprise dispose-t-elle d'une représentation logique schématique (un "logic diagram")?

Fonctionnalité et causes initiales

4. Le document de spécification donne-t-il une description textuelle de la fonctionnalité de la sécurité instrumentale?
5. Le document de spécification mentionne-t-il les causes initiales, donnant lieu au fonctionnement de la sécurité instrumentale?

Paramètre de procédé surveillé

6. Le document de spécification mentionne-t-il le paramètre de procédé qui est surveillé par la sécurité instrumentale?
7. Le document de spécification mentionne-t-il la valeur limite (sûre) de ce paramètre?
8. Le document de spécification mentionne-t-il l'argumentation pour cette valeur?

Variable de procédé mesurée

- 9. Le document de spécification mentionne-t-il la variable de procédé mesurée et la valeur à laquelle la sécurité instrumentale est activée (valeur d'enclenchement)?
- 10. Le document de spécification mentionne-t-il la marge d'erreur acceptable sur la variable de procédé mesurée?
- 11. Le document de spécification mentionne-t-il pour chaque variable mesurée le code d'identification de l'élément de mesure?
- 12. Le document de spécification mentionne-t-il le voting pour les éléments de mesure?

Relation entre variable surveillée et mesurée

- 13. La relation entre la valeur limite des variables mesurées et la valeur limite du paramètre surveillé est-elle claire?
- 14. Dans le cas où cette relation n'est pas évidente, a-t-elle alors clairement été documentée?

Variables manipulées et éléments finaux

- 15. Le document de spécification mentionne-t-il la variable manipulée, l'élément final et l'action de l'élément final?
- 16. Est-il clair quelles actions sont essentielles pour la fonction de sécurité et quelles actions ont plutôt un caractère complémentaire?
- 17. Le document de spécification mentionne-t-il l'ordre des actions et des éventuels retards?
- 18. Le document de spécification mentionne-t-il le voting pour les éléments finaux?

Signalisation de l'activation

- 19. L'activation de la sécurité instrumentale est-elle signalée aux opérateurs dans la salle de contrôle?
- 20. Quelle réaction attend-t-on de l'opérateur?

“Reset conditions” et “reset actions”

21. A quelles conditions doit-on satisfaire avant que les actions de la sécurité instrumentale puissent être débloquées (ce que l'on appelle les “reset conditions”) et que le fonctionnement (normal) du procédé puisse être repris ?
22. De quelle manière réalise-t-on un “reset” d'une boucle de sécurité (“reset action”)?
23. De quelle manière l'entreprise assure-t-elle que l'on examine systématiquement si, pour chaque sécurité instrumentale, des “reset conditions” ou “reset actions” particulières sont d'application?
24. Dans le cas où ces “reset conditions” ou “reset actions” divergent de la procédure standard, ces conditions ou manipulations sont-elles alors clairement identifiées?

Comportement au démarrage et à la mise à l'arrêt

25. La sécurité instrumentale peut-elle fonctionner de la même manière lors du démarrage ou de la mise à l'arrêt de l'installation que lors du fonctionnement normal de l'installation?
26. De quelle manière l'entreprise assure-t-elle que l'on examine systématiquement si le fonctionnement d'une sécurité instrumentale doit être adapté pendant le démarrage ou la mise à l'arrêt du procédé?
27. Dans le cas où le fonctionnement lors du démarrage et de la mise à l'arrêt diffère du fonctionnement en conditions normales, ces conditions ont-elles alors clairement été documentées?

4.1.2 Efficacité

Effet de l'action sur le procédé

28. Peut-il être démontré que l'action exécutée par la sécurité instrumentale (le changement de la variable manipulée) mène à l'effet souhaité?

Fonctionnement à temps de la sécurité

29. Examine-t-on systématiquement si le temps de réaction des sécurités instrumentales est critique ?
30. A-t-on examiné si la sécurité instrumentale est activée suffisamment à temps pour éviter que le paramètre surveillé ne dépasse sa valeur critique ?
31. A-t-on estimé pour ce faire avec quelle vitesse le paramètre surveillé évolue dans la direction de sa valeur critique ?
32. A-t-on estimé pour ce faire le temps entre le moment où l'on atteint la valeur de déclenchement (dans l'installation) et la détection de cette valeur par l'élément de mesures ?
33. A-t-on estimé pour ce faire le temps nécessaire pour traiter l'information des mesures et pour envoyer un signal aux éléments finaux ?
34. A-t-on tenu compte pour ce faire du temps nécessaire pour faire fonctionner les vannes ?
35. A-t-on tenu compte pour ce faire du temps dont a besoin l'action pour réaliser l'effet souhaité ?

Étanchéité aux fuites de la vanne

36. L'étanchéité interne (aux fuites) de la vanne est-elle critique?
37. Quelle est la classe de fuite de la vanne?
38. L'entreprise utilise-t-elle un standard interne en ce qui concerne la classe de fuite des vannes?

4.1.3 Indépendance

Indépendance des éléments de mesure

39. La sécurité instrumentale peut-elle être activée à la suite de la défaillance des éléments de mesure faisant partie des boucles de contrôle?
40. Si oui, les éléments de mesure faisant partie de la sécurité instrumentale sont-ils différents et complètement séparés des éléments de mesure des boucles de contrôle concernées?

Indépendance de l'organe décisionnel

41. La sécurité instrumentale peut-elle être activée à la suite d'une faute dans l'organe décisionnel utilisé pour le contrôle du procédé?
42. L'organe décisionnel de la sécurité instrumentale est-il différent et complètement séparé de l'organe décisionnel pour le contrôle du procédé?

Indépendance des éléments finaux

43. La sécurité instrumentale peut-elle être activée à la suite d'une défaillance d'éléments finaux utilisés dans des boucles de contrôle?
44. Si oui, les éléments finaux utilisés dans la sécurité instrumentale sont-ils différents et complètement séparés de ces éléments finaux?

4.1.4 Fiabilité

Fiabilité souhaitée

45. La fiabilité souhaitée de la sécurité instrumentale a-t-elle été déterminée sur base d'une évaluation du risque?
46. Quelle est la fiabilité souhaitée de la sécurité instrumentale?
47. Quelle est la réduction totale du risque des couches de protection?

Documentation et gestion de l'évaluation des risques

48. Ces évaluations des risques sont-elles bien documentées?
49. Le formulaire d'évaluation des risques est-il un document contrôlé?
50. L'entreprise dispose-t-elle de critères clairs pour l'exécution d'une évaluation des risques?
51. Les critères ont-ils été approuvés par la direction?

Fréquence de sollicitation

- 52. Quelle est la fréquence de sollicitation estimée?
- 53. Avec quelle fréquence la sécurité a-t-elle effectivement déjà été activée?
- 54. La sollicitation de la sécurité est-elle enregistrée?

Redondance pour les sécurités SIL2

- 55. Dans le cas où la boucle doit répondre à la classe de fiabilité SIL2, a-t-on au moins prévu 2 mesures et 2 éléments finaux (mesures et éléments finaux dans une architecture 1oo2)?
- 56. Si non, quelle explication donne-t-on à ce sujet et cette explication est-elle conforme à l'IEC61508 ou IEC61511?

Redondance pour des boucles SIL3

- 57. Dans le cas où une boucle doit répondre à la classe de fiabilité SIL3, a-t-on prévu au minimum 3 mesures et 3 éléments finaux (mesures et éléments finaux dans une architecture 1oo3)?
- 58. Si non, quelle explication donne-t-on à ce sujet et cette explication est-elle conforme à l'IEC61508 ou IEC61511?

Autodiagnostic

- 59. Les mesures sont-elles équipées d'un autodiagnostic?
- 60. Les éléments finaux sont-ils équipés d'un autodiagnostic?
- 61. L'organe décisionnel est-il équipé d'un autodiagnostic?

Note de calcul

- 62. L'entreprise dispose-t-elle d'une note de calcul qui démontre la fiabilité de la boucle?

Probabilités de défaillance

- 63. Quelle est l'origine des probabilités de défaillance utilisées dans la note de calcul pour les éléments de mesure, l'organe décisionnel et les éléments finaux?
- 64. Lors du calcul, a-t-on également tenu compte de la probabilité de défaillance des solénoïdes?

Modes communs de défaillance

- 65. Dans le cas où plusieurs éléments de mesure ou éléments finaux sont utilisés, a-t-on tenu compte d'un facteur pour l'occurrence de fautes communes (le facteur appelé "beta-factor")?
- 66. Comment ce facteur a-t-il été déterminé?

Intervalles de test et temps de réparation

- 67. Tient-on compte dans les calculs des intervalles de test (effectifs) pour les mesures, l'organe décisionnel et les éléments finaux?
- 68. Tient-on compte dans les calculs des temps de réparation pour les éléments de mesures, les éléments finaux et l'organe décisionnel?

Couverture de diagnostic

- 69. Tient-on compte dans les calculs du "diagnostic coverage" (DC) des éléments de mesure, de l'organe décisionnel et des éléments finaux? Comme alternative du "diagnostic coverage", peut-on compter sur la "safe failure fraction" (SFF) (SFF et DC peuvent être déduits l'un de l'autre)?

4.1.5 Comportement lors de défaillance

Comportement en cas de rupture de fil

70. En cas de rupture de fil, la sécurité est-elle alors activée ou la faute est-elle signalée aux opérateurs?
71. Dans le cas d'un contacteur (mesure discrète ou "switch"): le signal qui est envoyé vers l'organe décisionnel est-il différent de 0 lorsque le paramètre de procédé surveillé a une valeur sûre?
72. La feuille de spécification mentionne-t-elle le comportement souhaité de la sécurité instrumentale en cas de rupture de câble ?

Comportement lors du diagnostic d'une faute dans l'élément de mesure

73. Dans le cas où l'élément de mesure dispose d'un autodiagnostic: lors de la détection d'une faute, la sécurité est-elle activée ou une alarme est-elle générée vers les opérateurs?
74. La feuille de spécification mentionne-t-elle le comportement souhaité de la sécurité instrumentale en cas de valeurs de mesure divergentes ?

Position de sécurité des actionneurs pneumatiques

75. La feuille de spécification de la sécurité mentionne-t-elle la position de sécurité en cas de perte d'air comprimé (il s'agit de la position de sécurité pneumatique)?
76. La feuille de spécification de la sécurité mentionne-t-elle la position de sécurité en cas de perte d'alimentation électrique vers le solénoïde (il s'agit de la position de sécurité électrique)?
77. Si les positions de sécurité pneumatique et électrique sont différentes, les raisons ont-elles été documentées?
78. Les positions de sécurité électrique et pneumatique des vannes sont-elles les mêmes que la position de sécurité de la vanne, c'est-à-dire la position dans laquelle les vannes sont enclenchées par la sécurité instrumentale?
79. Si non, les raisons en sont-elles documentées?
80. Est-il souhaitable que les vannes puissent encore être commandées en cas de perte d'air comprimé?
81. A cette fin, dispose-t-on d'un réservoir d'air comprimé local?
82. Contrôle-t-on régulièrement si la pression est suffisante dans ce réservoir d'air comprimé ou est-ce suivi en continu à partir de la salle de contrôle?

Position de sécurité des vannes avec des actuateurs électriques

- 83. La feuille de spécification de la sécurité mentionne-t-elle la position de sécurité de la vanne en cas de perte de courant électrique (vers l'actuateur)?
- 84. Est-il souhaitable que les vannes puissent encore être alimentées en cas de perte de courant?
- 85. Si oui, comment est-ce réalisé en pratique (par ex. un générateur de secours)?
- 86. Comment une défaillance locale dans la vanne manœuvrée électriquement devrait-elle être détectée?
- 87. Dans le cas où la vanne est utilisée dans des scénarios où le feu peut intervenir: les câbles d'alimentation et les câbles pour le signal de conduite sont-ils d'un type résistant au feu et protégé par un matériel résistant au feu?

Rupture de câble pour la manœuvre de la pompe

- 88. Si le câble entre l'organe décisionnel et l'unité de commande du moteur de la pompe se rompt, le moteur va-t-il s'arrêter (ou démarrer si c'est l'action de sécurité) ou la rupture de câble sera-t-elle signalée par alarme aux opérateurs?

4.1.6 Risques dus au fonctionnement

- 89. L'activation de la sécurité instrumentale engendre-t-elle des risques?

4.2 Réalisation technique

4.2.1 Mesures

Schéma de montage

- 90. Y a-t-il un schéma de montage ou "hook up" disponible pour les mesures?

Localisation de l'appareil de mesure

91. L'appareil de mesure est-il placé de manière à ce qu'il donne une valeur représentative?
92. Dans le cas d'une mesure de niveau, la localisation de l'instrument de mesure peut-elle perturber la mesure?

Colmatage du "tubing"

93. Dans le cas où l'instrument de mesure fait usage d'un "tubing" ou d'un tube de mesure, ce dernier peut-il être colmaté?
94. Si oui, des mesures sont-elles prises pour l'éviter?

Dégâts au "tubing"

95. Dans le cas où l'élément de mesure fait usage d'un "tubing", y a-t-il une protection prévue contre les impacts mécaniques? Par exemple le soutien des morceaux plus longs de "tubing"?
96. Existe-t-il un standard à ce sujet dans l'entreprise?

Influence de changements des conditions de procédé

97. La valeur exacte de la mesure peut-elle être influencée par des changements dans le milieu à mesurer (densité, pression, température, concentration, ...)?

Vibrations

98. L'élément de mesure est-il soumis à des vibrations et peut-il de ce fait se casser plus facilement ou donner des résultats de mesure erronés?

Dépôts

99. Du produit peut-il se déposer sur la surface de l'appareil de mesure?
100. La mesure peut-elle de ce fait donner des valeurs fautives ou mener à un temps de réponse plus important?

4.2.2 Vannes

Actuateur suffisamment puissant

101. La feuille de spécification mentionne-t-elle pour la vanne, de combien l'actuateur doit être surdimensionné?
102. L'entreprise dispose-t-elle d'un standard sur le dimensionnement des actuateurs pour des vannes critiques en matière de sécurité?

Humidité dans l'air d'instrumentation

103. L'air d'instrumentation est-il séché?
104. L'humidité de l'air d'instrumentation est-elle surveillée?

Tuyauterie de by-pass de la vanne

105. Y a-t-il une tuyauterie de by-pass de la vanne prévue?
106. Cette vanne de by-pass est-elle scellée en position fermée?
107. L'ouverture d'une telle vanne de by-pass est-elle soumise à une procédure ?

Manipulation locale

108. La vanne peut-elle être commandée localement (via un interrupteur)?
109. Si oui, le signal de la sécurité a-t-il priorité sur le signal qui est donné en local?
110. Le solénoïde peut-il être manœuvré localement (via un "manual override")?
111. Dans le cas où une commande locale est possible, quelles mesures l'entreprise a-t-elle prises pour éviter un usage incontrôlé de cette possibilité?

Coup de bélier

112. Les risques de coup de bélier suite à la fermeture rapide d'une vanne ont-ils été analysés?

Bruit

113. La feuille de spécification de la vanne mentionne-t-elle le niveau de bruit?

4.3 Mise en service de la mesure

Réalisation d'une inspection lors de la mise en service

114. L'entreprise dispose-t-elle d'une procédure qui prescrit que lors de la mise en service d'une sécurité instrumentale, il faut contrôler si elle répond entièrement aux spécifications prescrites ?

115. A-t-on rédigé une instruction pour la sécurité instrumentale afin de contrôler si elle répondait entièrement aux spécifications prescrites ?

116. Les résultats de ces contrôles ont-ils été enregistrés ?

Validation des mesures et des alarmes lors de la mise en service

117. Le champ de mesure de chaque élément de mesure a-t-il été contrôlé ?

118. A-t-on vérifié si l'élément de mesure fonctionnait correctement (signal de sortie correcte en fonction de la valeur mesurée)?

119. A-t-on vérifié si les alarmes ont bien été réglées aux valeurs correctes?

120. A-t-on vérifié si les alarmes sont effectivement générées aux valeurs réglées?

121. A-t-on vérifié si les alarmes de diagnostic avaient été réglées correctement et si elles fonctionnent correctement?

Validation des éléments finaux lors de la mise en service

122. A-t-on vérifié si la numérotation de la vanne et des câbles était correcte?

123. A-t-on vérifié si l'élément final s'enclenche correctement (position correcte en fonction du signal de conduite)?

124. A-t-on vérifié si la vanne se met dans la position souhaitée en cas de coupure de l'air comprimé?

125. A-t-on vérifié si la vanne se met dans la position souhaitée en cas de coupure de courant (vers le solénoïde)?

126. A-t-on vérifié si les éventuels indicateurs de position fonctionnaient correctement?

Validation de la fonction de sécurité lors de la mise en service

127. A-t-on vérifié si le point d'enclenchement a été correctement réglé ?
128. A-t-on vérifié si la sécurité fonctionne conformément à la spécification :
 - voting correct des mesures
 - enclenchement correct des éléments finaux (simultané ou en série, avec des retards éventuels, ...)
129. A-t-on vérifié sur place l'enclenchement correct des vannes (position correcte, du premier coup, sans ratés) ?
130. A-t-on vérifié si la sécurité réagit correctement en cas de rupture de câble (signal de 0 mA)?
131. A-t-on vérifié si la sécurité réagit correctement au signal envoyé par l'élément de mesure en cas de détection d'une faute (dans le cas où la mesure est équipée d'un autodiagnostic)?
132. A-t-on vérifié si l'alarme qui signale le fonctionnement de la boucle de sécurité fonctionne ?
133. Ressort-il de ce rapport que l'on a testé si les fonctions de pontage fonctionnent correctement?
134. Ressort-il de ce rapport que l'on a testé si les fonctions "reset" fonctionnent correctement?
135. Ressort-il de ce rapport que l'on a testé si l'activation manuelle de la boucle (par exemple comme élément d'une fonction d'"emergency shut down") fonctionne correctement?

4.4 Maintien en état de la mesure

4.4.1 Inspection et entretien

Réalisation d'inspections périodiques

136. La sécurité instrumentale est-elle reprise dans un programme d'inspection?
137. La fréquence d'inspection est-elle basée sur les calculs de fiabilité?
138. L'entreprise dispose-t-elle d'une instruction écrite pour le test de la sécurité instrumentale?
139. Les rapports de tests sont-ils disponibles?
140. Peut-on démontrer que les actions résultant du test ont été réalisées?

Contenu de l'instruction pour l'inspection périodique

141. Ressort-il de cette instruction que le fonctionnement correct de chaque élément de mesure est testé (champ de mesure, signal de sortie correct en fonction de la valeur mesurée)?
142. L'instruction décrit-elle la méthode de travail à suivre pour vérifier si la sécurité fonctionne conformément aux spécifications, en tenant compte:
 - du voting des mesures
 - de l'action souhaitée des éléments finaux (simultané ou en série, retards éventuels, ...) ?
143. Ressort-il de cette instruction que le bon fonctionnement des alarmes est testé:
 - les alarmes lorsque l'on atteint les valeurs limites des paramètres mesurés
 - les alarmes lors de l'activation de la sécurité (les alarmes de l'autodiagnostic)?

4.4.2 Mise hors service temporaire

Mise hors service de la sécurité (dans son ensemble)

144. Existents-ils des boutons-poussoirs ou des contacteurs « hard wired » pour ponter la sécurité instrumentale (dans son ensemble) (appelés « Process Override Switches »)?
145. Si oui, ces contacteurs sont-ils verrouillés à l'aide d'une clé ?
146. La sécurité instrumentale peut-elle être débranchée via le système de contrôle (via un lien en série avec le système de sécurité) ?
147. L'accès à ces fonctions dans le système de contrôle est-il protégé à l'aide d'un code ou d'une clé ?
148. Rend-on clairement visibles aux opérateurs dans la salle de contrôle quelles sécurités instrumentales ont été débranchées ?

Mise hors service des mesures

149. Les mesures peuvent-elles être pontées?
150. Quelles mesures matérielles l'entreprise a-t-elle prise pour éviter que la mesure ne soit mise hors service de manière non contrôlée?
151. De quelle manière les mesures pontées sont-elles signalées aux opérateurs?

Procédure pour la mise hors service

- 152. Existe-t-il une procédure pour la mise hors service d'une sécurité instrumentale (dans son ensemble ou en partie)?
- 153. Dans le cas du pontage d'une sécurité, détermine-t-on des mesures alternatives?
- 154. Quelles mesures l'entreprise prend-t-elle pour éviter que les sécurités instrumentales ne restent hors service pendant des (exagérément) longues périodes?

Signalisation

- 155. Les composants d'une sécurité instrumentale sont-ils marqués sur place comme critiques pour la sécurité?

4.4.3 Entretien et réparations

Inspection après entretien ou réparations

- 156. Existe-t-il une procédure qui prescrit qu'après un entretien ou des réparations à une sécurité instrumentale, la sécurité doit être testée partiellement ou dans son ensemble?
- 157. Lorsqu'une vanne est démontée pour révision et entretien, teste-t-on après remontage de la vanne si cette dernière fonctionne correctement conformément aux spécifications de la sécurité instrumentale (comportement à l'enclenchement, position de sécurité, retards éventuels, etc) ?

Lien des mesures avec l'installation de procédé

- 158. Existe-t-il un système pour assurer que les éléments de mesure isolés de l'installation pendant des travaux, sont à nouveau reliés à l'installation après la fin des travaux ?

4.4.4 Modifications

Contrôle des modifications

159. La modification de sécurités instrumentales est-elle soumise à une procédure?
160. Les modifications sont-elles documentées dans le document de spécification?
161. Cette procédure prévoit-elle l'exécution des analyses nécessaires?

Mise en service après modifications

162. Existe-t-il une procédure qui prévoit l'exécution des tests nécessaires pour assurer que la sécurité instrumentale satisfait encore complètement après modifications aux spécifications prescrites?

Modifications dans l'organe décisionnel

163. Comment gère-t-on la clé qui permet de faire des modifications de software dans le programme du PLC de sécurité?

LISTE DE VERIFICATIONS « SYSTEME DE DECHARGE DE PRESSION »	
Salle de contrôle	
Formulaires pour la mise hors service des sécurités de pression	
Gestion des clés pour le verrouillage de vannes manuelles en position ouverte (ou fermée)	
Résultats des contrôles périodiques des mesures de pression entre les disques de rupture et les soupapes de sécurité	
Réaction des opérateurs en cas de pression haute entre disque de rupture et soupape de sécurité + pourquoi critique?	
Alarmes des mesures de pression entre disques de rupture et soupapes de sécurité	
Inspections visuelles périodiques des disques de rupture et des soupapes de sécurité	
Sur place	
Identification claire de la soupape de sécurité (numéro d'équipement)	
Vannes sur tuyauteries d'entrée et d'évacuation verrouillées en position ouverte	
Pour des vannes à 3 voies: indication claire de quelle soupape est alignée	
Pression d'éclatement mentionnée sur le disque de rupture plus petite ou égale à la pression de conception du réservoir	
Disque de rupture correctement installé selon la direction du flux	
Données d'identification sur le disque de rupture correspondent aux données sur la feuille de spécification	
Mesure de pression entre le disque de rupture et la soupape de sécurité	
Isolation en bon état. Chauffage opérationnel	
Pas de formation de glace autour des soupapes de sécurité	
Ouvertures de ventilation libres dans la coiffe du ressort ("bonnet vents")	

LISTE DE VERIFICATIONS « SECURITE INSTRUMENTALE »	
Salle de contrôle	
Les opérateurs connaissent-ils les risques qui sont maîtrisés par la sécurité instrumentale?	
Aperçu des sécurités pontées	
Où arrivent les alarmes de diagnostic et que font les opérateurs en cas d'alarme?	
Où arrivent les alarmes d'activation et que font les opérateurs en cas d'alarme?	
Connaissance des opérateurs sur la procédure et les possibilités de modifier ou de mettre hors service les sécurités	
Sur place	
Tubing pas trop long ou protégé?	
Signalisation des éléments de la sécurité	
Tuyauteries de by-pass de vanne verrouillées en position fermée	
Manœuvre locale de vanne ou de solénoïde impossible	