

[www.ineris.fr/badoris](http://www.ineris.fr/badoris)

[www.ineris.fr/badoris](http://www.ineris.fr/badoris) [www.ineris.fr/badoris](http://www.ineris.fr/badoris) [www.ineris.fr/badoris](http://www.ineris.fr/badoris)

[www.ineris.fr/badoris](http://www.ineris.fr/badoris)



Base de données sur les Barrières Techniques de Sécurité

BADORIS - Document de synthèse relatif à  
une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)

**Disque de rupture**

DRA-11-103202-11881A

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable |

## Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)

Type d'installation : Substances toxiques  
Procédés chimiques

Nom du dispositif : Disque de rupture

Document élaboré par : l'INERIS

Date : décembre 2012

Personne ayant participé à l'étude : Patricia KUKUCZKA, Wassila BENAÏSSA, Claire COATES.

	<b>Rédaction</b>	<b>Relecture</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Patricia KUKUCZKA	Samuel MAUGER	Bernard PIQUETTE
<b>Qualité</b>	Ingénieure  Direction des Risques Accidentels	Responsable d'unité  Direction des Risques Accidentels	Directeur adjoint  Direction des Risques Accidentels
<b>Visa</b>	SIGNÉ	SIGNÉ	SIGNÉ

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. FONCTION DE SÉCURITE ASSUREE – APPLICATIONS .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESCRIPTION .....</b>	<b>6</b>
2.1 Principe de fonctionnement.....	6
2.2 Caractéristiques .....	6
2.2.1 Pression de rupture spécifiée .....	6
2.2.2 Tolérance de performance.....	8
2.3 Différents types .....	9
2.3.1 Composition.....	9
2.3.2 Nature.....	9
2.3.2.1 Les disques de rupture bombés .....	9
2.3.2.2 Les disques de rupture plats .....	10
<b>3. TYPES DE MONTAGE ET ASSOCIATION A D'AUTRES EQUIPEMENTS ..</b>	<b>11</b>
<b>4. REGLEMENTATION APPLICABLE ET NORMES SPECIFIQUES AUX DISQUES DE RUPTURE.....</b>	<b>12</b>
4.1 Réglementation applicable aux disques de rupture.....	12
4.2 Normes spécifiques aux disques de rupture .....	14
<b>5. CRITERES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES .....</b>	<b>16</b>
5.1 Efficacité.....	16
5.2 Temps de réponse .....	16
5.3 Niveau de confiance.....	17
<b>6. REMPLACEMENT - ENTRETIEN .....</b>	<b>18</b>
<b>7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>20</b>
<b>8. LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>21</b>

## **1. FONCTION DE SÉCURITÉ ASSURÉE – APPLICATIONS**

La fonction de sécurité assurée par un disque de rupture consiste à limiter la pression dans l'enceinte ou la tuyauterie qu'il protège à une valeur admissible.

Un disque de rupture peut être considéré comme une Mesure de Maîtrise des Risques dans le cadre de la réglementation des Installations Classées.

Les disques de rupture peuvent généralement être installés sur des équipements, à pression atmosphérique ou sous pression, contenant des fluides.

Les disques de rupture sont utilisés dans les deux cas suivants :

- soit pour évacuer une surpression dans une enceinte chimique (réacteur chimique ou stockage de produit chimique), par exemple, dans le cas d'un emballement thermique. Certains disques de rupture peuvent également servir à protéger l'enceinte en cas de dépression du système.
- soit pour limiter une surpression (ou une dépression) en cas de montée (ou de chute) en pression accidentelle dans une enceinte ou dans une tuyauterie.

Un tel dispositif est principalement utilisé :

- quand le système à protéger est susceptible d'être soumis à une rapide variation de pression qui conduirait à une surpression,
- quand l'évacuation de la surpression nécessite de grandes sections de passage,
- quand on recherche une étanchéité totale au niveau de l'organe de sécurité :
  - en fonctionnement normal notamment comparativement à une soupape de sécurité,
  - quand les conditions de service peuvent créer des dépôts ou collages nuisibles<sup>1</sup> aux autres dispositifs de sécurité (essentiellement les soupapes de sécurité),
  - quand un autre dispositif (soupape de sécurité,..) doit être protégé, par exemple des phénomènes de corrosion.

Contrairement à une soupape :

- un disque de rupture ne se referme pas, il peut donc laisser s'échapper une quantité de produit plus importante que celle s'échappant d'une soupape.
- un disque de rupture qui a rempli sa fonction de sécurité doit être remplacé.

---

<sup>1</sup> Un produit ayant une viscosité élevée peut provoquer une adhérence aux pièces mécaniques de la soupape.

## **2. DESCRIPTION**

Un disque de rupture comprend les éléments suivants :

- Le disque proprement dit, qui est constitué d'une membrane circulaire. Cette membrane peut être en matériau métallique, graphite ou composite.
- Un support de disque de rupture qui permet le montage du disque de rupture sur la canalisation ou sur la capacité à protéger. On trouve, par exemple, des supports de disque de rupture à brides et à clamps<sup>2</sup>.



*photographie 1 : exemple de disque de rupture*

### **2.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

Un disque de rupture est un dispositif destiné à se rompre pour une valeur prédéterminée de la pression appelée pression de rupture. Ce dispositif fonctionne par déchirement ou par fragmentation d'un élément étalonné sous l'action de l'excès de pression.

Pour une température donnée de rupture, lorsque la pression différentielle entre l'amont et l'aval du disque de rupture atteint la pression de rupture spécifiée, le disque de rupture se rompt en libérant la pression contenue dans l'enceinte.

### **2.2 CARACTERISTIQUES**

#### **2.2.1 PRESSION DE RUPTURE SPECIFIEE**

Elle s'utilise associée à une tolérance de performance (cf. § 2.2.2).

Elle est indiquée sur le disque de rupture lui-même et ne doit pas être plus élevée que la pression maximale admissible du réservoir sous pression.

La pression maximale admissible du réservoir sous pression est la pression maximale pour laquelle l'équipement est conçu, elle est spécifiée par le fabricant.

---

<sup>2</sup> Le disque est maintenu par pincement.

Elle est définie là où sont connectés les organes de protection ou de sûreté au niveau de la partie supérieure de l'équipement ou, si cela n'est pas approprié, au niveau de tout autre emplacement spécifié [6].

En fonction du montage réalisé, la température du disque de rupture est la température du procédé ou la température ambiante ou une valeur intermédiaire. Si une dérive dans le procédé se déroule rapidement, la température du disque de rupture ne changera pas immédiatement car elle dépend de l'inertie thermique du matériau constitutif du disque. La température correspondante du disque de rupture n'est donc pas nécessairement la température du procédé pendant la phase de dérive dans le procédé.

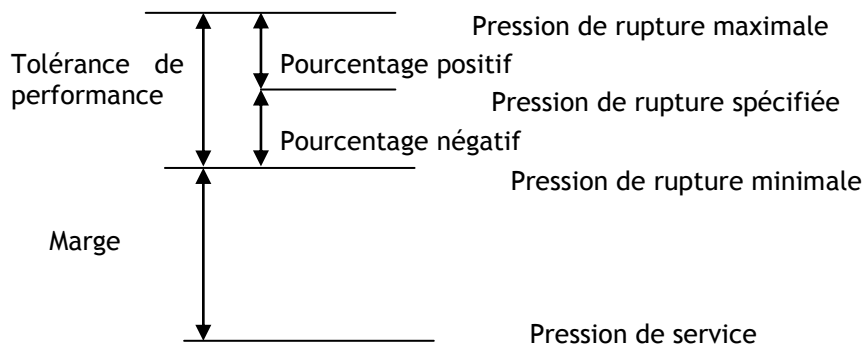
La pression de rupture du disque est spécifiée par le fabricant avec une température correspondante car les caractéristiques établies à une température donnée peuvent ne pas être assurées à des températures plus basses ou plus élevées. Il faut donc impérativement tenir compte de la température à laquelle le disque de rupture doit fonctionner (température correspondante).

En général, dans la plage de températures de 15 °C à 30 °C inclus, il n'y a pas de variation significative de la pression de rupture. Lorsqu'un dispositif de sûreté à disque de rupture est spécifié, avec une pression de rupture à une température appropriée pour protéger l'équipement, il est possible que le disque de rupture n'assure pas la protection nécessaire (pour ce qui concerne la pression de rupture du disque de rupture) sur toute la plage de températures de l'équipement protégé. La température coïncidente peut ne pas être la même que la température du fluide. [8]

Le fabricant de disques de rupture dispose de facteurs de conversion permettant de calculer les pressions de rupture à partir de la pression de rupture à température ambiante.

## 2.2.2 TOLERANCE DE PERFORMANCE

Appelée également tolérance de fonctionnement, c'est la plage de pression de rupture spécifiée, elle est exprimée en pourcentage. Cette donnée est indiquée par le fournisseur.



*figure 1 : tolérance de performance : le disque est susceptible d'éclater en tout point entre les valeurs de rupture mini et maxi [8]*

### Par exemple :

Une pression nominale de rupture de 3 bar avec une tolérance de +5%/-10% équivaut en min/max à :

- Pression mini de rupture ( $3 \times 0.9$ ) = 2,7 bar min
- Pression max de rupture ( $3 \times 1.05$ ) = 3,15 bar max

### Note :

La limite minimale de la pression de rupture doit être choisie de façon à garantir une marge suffisante entre cette limite et la pression de service. Cette marge est définie à partir du ratio de fonctionnement approprié pour le matériau et le type de disque de rupture et des conditions opératoires.



## 2.3 DIFFERENTS TYPES

### 2.3.1 COMPOSITION

Les disques peuvent être fabriqués en : aluminium, acier inoxydable, nickel, monel<sup>®3</sup>, inconel<sup>®4</sup>.

Toutefois certains sont en cuivre, hastelloy<sup>®5</sup>, titane, tantale, or, argent, platine ou divers matériaux non métalliques compatibles plus résistants à la corrosion que les disques métalliques.

Lorsque les matériaux qui constituent le disque de rupture sont susceptibles d'être affectés par la corrosion, ils peuvent être protégés - par revêtement, dépôt métallique ou chemisage - au moment même de la fabrication du disque de rupture.

Les disques de rupture en graphite sont fabriqués en graphite, en graphite imprégné, en graphite souple ou en graphite composite. Ils sont conçus pour se rompre en flexion ou en cisaillement. Les disques graphite sont pratiquement inertes à la plupart des produits chimiques corrosifs et permettent des pressions de rupture relativement basses. On peut leur associer une membrane faite en PTFE<sup>6</sup>, par exemple. Les disques de rupture comprenant du graphite sont fragiles, ils risquent de devenir poreux avec le temps, ils se fragmentent lors de la rupture et se divisent en de nombreux petits morceaux qui sont évacués avec les produits déchargés.

### 2.3.2 NATURE

#### 2.3.2.1 LES DISQUES DE RUPTURE BOMBES

On distingue les disques de rupture bombés à action directe des disques de rupture bombés à action inverse :

- Les disques de rupture bombés conventionnels doivent être conçus de façon à se rompre en contrainte de traction quand la contrainte de rupture est appliquée sur le côté concave du disque de rupture (cf. figure 2).
- Les disques de rupture bombés à action inverse doivent être conçus pour fonctionner en flambage, flexion ou cisaillement quand la contrainte de rupture est appliquée sur le côté convexe du disque de rupture. Ils se retournent avant de s'ouvrir.

---

<sup>3</sup> Nom de marque déposé par la Compagnie internationale du nickel, le Monel est un alliage de nickel (66%) et de cuivre (31,5%), comportant également de petites quantités de fer, de manganèse, de carbone et de silicium. Le Monel se travaille, s'usine et se soude avec facilité. Plus résistant mécaniquement que le nickel pur, le Monel présente une bonne résistance à la corrosion et, notamment, à l'action de l'eau de mer en courant rapide, d'où son emploi dans la construction navale.

<sup>4</sup> L'inconel est un super-alliage qui contient principalement du nickel, mais aussi plusieurs métaux comme le chrome, le magnésium, le fer et le titane. Très résistant à la corrosion, il est utilisé pour des constructions mécaniques subaquatiques (propriétés mécaniques comparables à celles de l'acier inoxydable). Inconel<sup>®</sup> est une marque déposée.

<sup>5</sup> Acier allié de nickel, molybdène, fer, cuivre, cobalt et chrome.

<sup>6</sup> Poly-Tétra-Fluoro-Ethylène également appelé Téflon<sup>®</sup> du nom de la marque déposée par Du Pont de Nemours.

Les disques de rupture bombés à action inverse résistent au vide tandis que les disques de rupture bombés à action directe résistent moins bien ou pas du tout au vide. Ces derniers ne résistent au vide qu'à l'aide de leur support.

Les disques bombés à action inverse sont moins sensibles à la fatigue que les disques de rupture bombés à action directe.



*figure 2 : exemple de disque bombé conventionnel (la pression de rupture est appliquée sur le côté concave du disque de rupture).*

Il existe notamment les disques de rupture bombés suivants :

- conventionnels simples et mono paroi dont la seule paroi métallique se déchire sous tension,
- bombés conventionnels et fendus par chemisage dont au moins une couche est fendue pour réduire leur résistance,
- bombés (conventionnels ou inverses) et munis de lignes de rupture qui s'ouvrent le long des lignes pré-entaillées. Ils sont composés d'une seule paroi métallique dont les lignes de rupture sont prédéterminées de telle façon qu'il n'y ait pas fragmentation à la rupture,
- bombés (conventionnels ou inverses) et équipés de lames de couteau qui favorisent leur rupture,
- composites bombés et composés d'un ou de deux disques métalliques à perforations contrôlées et d'une ou de deux membranes classiquement en PTFE. L'ordre des enchaînements membranes-disques varie suivant les applications souhaitées. Ces disques ont une grande résistance à la corrosion.

### 2.3.2.2 LES DISQUES DE RUPTURE PLATS

Ils sont composés d'une ou de plusieurs couches constituée(s) d'un matériau ductile ou sujet à la rupture fragile.

Les disques composites plats sont, par exemple, constitués de deux disques métalliques prédécoupés et d'une membrane en PTFE placée entre les deux. Du fait de leurs basses pressions de rupture, ils sont essentiellement utilisés pour les réservoirs de stockage atmosphérique à basse pression ou pour protéger les soupapes basse pression en environnement corrosif.

### **3. TYPES DE MONTAGE ET ASSOCIATION A D'AUTRES EQUIPEMENTS**

Utilisé seul, le disque de rupture est l'unique système de relâchement de la pression. Ce type de montage présente une réponse instantanée à la pression de rupture spécifiée.

Lorsque le disque de rupture est monté en parallèle avec une soupape, il est étalonné à une pression de rupture plus élevée que la soupape de sécurité et c'est la soupape qui assure la fonction de relâchement de la pression en fonctionnement normal : la soupape écrête les surpressions, mais dans le cas où la soupape fait défaut ou si le débit à évacuer est trop important (en cas d'emballement thermique, par exemple), le disque de rupture agit comme une sécurité ultime.

Le montage en série réduit les coûts d'entretien, il associe le disque de rupture en amont de la soupape. Le disque de rupture et la soupape de sécurité sont étalonnés à la même pression de rupture. Le disque de rupture permet d'isoler en protégeant la soupape du procédé et en empêchant les fuites. Ce type de montage présente un intérêt, par exemple, si l'agent chimique est agressif ou corrosif ; s'il cristallise ou polymérise ; s'il a une viscosité élevée ou si son adhérence aux pièces mécaniques de la soupape devait affecter le fonctionnement de celle-ci. Lors d'une surpression, l'ensemble relâche la surpression, puis la soupape se ferme. Les disques de rupture qui se fragmentent sont exclus de ce type de montage.

Dans le cas de l'installation d'un disque en aval d'une soupape, la soupape peut produire des effets sur la pression de début d'ouverture. Ces effets, qui sont dus à la possibilité de fuites à travers le siège de la soupape et/ou sur le côté aval du disque de rupture, doivent être pris en considération.

## **4. REGLEMENTATION APPLICABLE ET NORMES SPECIFIQUES AUX DISQUES DE RUPTURE**

### **4.1 REGLEMENTATION APPLICABLE AUX DISQUES DE RUPTURE**

La Directive Européenne 97/23/CE s'applique notamment à la conception des disques de ruptures, à leur fabrication et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression<sup>7</sup> et des ensembles dont la pression maximale admissible PS est supérieure à 0,5 bar.

Le Décret n° 99-1046 du 13 décembre 1999 paru au JO du 15 décembre 1999 est relatif aux équipements sous pression.

L'Arrêté du 21 décembre 1999 paru au JO du 28 décembre 1999 est relatif à la classification et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression.

Les disques de rupture sont classés en catégorie IV selon la Directive 97/23/CE et sont donc soumis à une évaluation de conformité CE par un organisme notifié. Ils doivent porter le marquage CE.

L'Arrêté du 15 mars 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression, fixe les exigences relatives aux éléments suivants :

#### **Inspections périodiques (Titre III – articles 10 à 14)**

Ces opérations ont pour objectif de « vérifier que l'état de l'équipement lui permet d'être maintenu en service avec un niveau de sécurité compatible avec les conditions d'exploitation prévisibles ». Cette opération, réalisée par une personne compétente (du site, du SIR du site, ou d'un organisme habilité extérieur) sous la responsabilité de l'exploitant, donne lieu à un compte-rendu détaillé et signé. L'inspection comporte dans tous les cas une vérification extérieure (après exécution de toute mise à nu ou dépose des parties amovibles), un examen des accessoires de sécurité et, pour les récipients (hors butane et propane) et les générateurs de vapeur, une vérification intérieure. Des investigations complémentaires peuvent être menées si nécessaire.

Les inspections sont menées en tenant compte :

- Des dégradations constatées ;
- Des recommandations de la notice d'instruction de l'équipement ;
- Des conditions d'exploitation prévisibles.

L'Arrêté du 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression, définit dans son titre III, les inspections périodiques.

L'article 10 indique la périodicité des inspections périodiques.

---

<sup>7</sup> On entend par « équipements sous pression », les récipients, tuyauteries, accessoires de sécurité et accessoires sous pression.

*§ 3. L'inspection périodique a lieu aussi souvent que nécessaire, l'intervalle entre deux inspections périodiques ne pouvant dépasser :*

- douze mois pour les bouteilles pour appareils respiratoires utilisées pour la plongée subaquatique ;*
- dix-huit mois pour les générateurs de vapeur et les récipients à couvercle amovible à fermeture rapide ;*
- quarante mois pour les autres récipients sous pression, à l'exception des tuyauteries et à l'exception des récipients à pression de vapeur mentionnés au dernier alinéa du § 2 de l'article 25 ci-après.*

*De plus, si l'état d'un équipement sous pression le justifie, l'exploitant doit réduire cet intervalle.*

L'article 11 indique le contenu de la vérification.

La circulaire BSEI 06-080 (circulaire d'application de l'Arrêté Ministériel du 15 mars 2000) indique des compléments concernant cet article et décrit de façon détaillée la réalisation des différents contrôles.

L'article 12 indique le contenu des inspections périodiques des générateurs de vapeur exploités sans présence humaine permanente. Ceci porte notamment sur l'état et le fonctionnement des accessoires de sécurité.

L'article 22 indique l'intervalle maximal entre deux requalifications périodiques qui est fixé à dix ans pour les autres récipients ou tuyauteries, ainsi que pour les générateurs de vapeur.

L'article 23 indique que la requalification périodique porte à la fois sur l'équipement sous pression et sur les accessoires de sécurité et sous pression qui lui sont associés.

L'article 26 indique que la vérification des accessoires de sécurité comporte la vérification, en accord avec les états descriptifs ou la notice d'instructions des équipements sous pression, montrant que les accessoires de sécurité présents soit sont ceux d'origine, soit assurent une protection des équipements sous pression adaptée au processus industriel développé.

### Requalifications périodiques (Titre V – articles 20 à 27)

La requalification périodique vient compléter les contrôles obligatoires pour les récipients, les générateurs de vapeur et les tuyauteries soumises à déclaration de mise en service. Selon l'arrêté du 15 mars 2000, la requalification périodique d'un équipement sous pression comprend les opérations suivantes :

- l'inspection de l'équipement sous pression comprenant :
  - o une vérification intérieure et extérieure avec enlèvement des revêtements (à moins que la procédure réalisée par l'organisme habilitéé-OH soit approuvée par la DREAL) ;
  - o un examen des documents (dossiers descriptifs et dossier constitué pendant l'exploitation) ;
  - o pour les tuyauteries, vérification des zones identifiées dans le programme de contrôle défini par l'exploitant et approuvé par l'OH ;
  - o la vérification des accessoires de sécurité associés à l'équipement sous pression concerné comprenant un retarage des soupapes si  $PSxV > 3000 \text{ bar.l}$  ;
- et l'épreuve hydraulique de l'équipement sous pression. Toutefois, sont dispensés d'épreuve hydraulique les ESP néo-soumis, les tuyauteries et leurs accessoires de sécurité et accessoires sous pression, les récipients contenant des fluides autres que la vapeur d'eau ou l'eau surchauffée dont la pression maximale admissible est au plus égale à 4 bar, ainsi que les accessoires sous pression des récipients dont  $PSxV < 1600 \text{ bar.l}$  ou  $PS < 16 \text{ bar}$ . Les conditions de réalisation des épreuves (surcharge imposée...) sont précisées dans l'arrêté.

La requalification s'effectue généralement à l'arrêt de l'équipement.

#### **4.2 NORMES SPECIFIQUES AUX DISQUES DE RUPTURE**

Les exigences applicables aux disques de rupture sont notamment prescrites dans la norme NF EN ISO 4126 relative aux dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives dont les différentes parties relatives aux disques de rupture sont reprises dans le tableau 1 ci-dessous.

<b>Partie - Titre</b>
Partie 2 : dispositifs de sûreté à disque de rupture
Partie 3 : dispositifs de sûreté combinant soupapes de sûreté et disques de rupture
Partie 6 : application, sélection et installation des dispositifs de sûreté à disque de rupture
Partie 7 : données communes
Partie 9 : application et installation des dispositifs de sécurité autres que les dispositifs à disque de rupture installés seuls.

*tableau 1 : NF EN ISO 4126 relative aux dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives*

L'American Petroleum Institute a également édité des normes relatives aux dispositifs de décharge de pression : l'API 520 donne un exemple de document de spécification pour des disques de rupture.

D'autres normes dont la liste figure au chapitre 8 prescrivent également des exigences relatives aux disques de rupture.

## **5. CRITERES D'ÉVALUATION DES PERFORMANCES**

### **5.1 EFFICACITE**

L'efficacité du disque de rupture est liée à sa conception et à sa capacité de réalisation dans un contexte d'utilisation pour un scénario d'accident déterminé.

Le dimensionnement, le positionnement et le montage du disque de rupture doivent donc être adaptés à l'accident que l'on souhaite maîtriser et aux contraintes d'environnement et d'utilisation rencontrées. Les principaux paramètres à prendre en compte sont les suivants :

- pression de rupture du disque de rupture,
- température correspondante,
- quantité et nature des produits (corrosivité, polymérisation, abrasion etc.),
- cinétique de réaction (s),
- tolérance de performance,
- capacité de décharge,
- substance(s) à évacuer (gaz, liquide ou mélange di-phasique),
- existence de vibrations dans les tuyauteries, de variations de pression,
- risque d'endommagement mécanique.

Dans le cas des équipements sous pression :

- La pression de rupture ne doit pas être trop proche de la pression de fonctionnement. On retrouve le rapport maximal entre la pression de fonctionnement et la pression de rupture (« operating ratio ») dans les spécifications du fabricant. [14],
- Chaque disque de rupture doit porter un marquage permanent et visible attestant de sa conformité.

### **5.2 TEMPS DE REPONSE**

Bien que ce critère ne soit pas pertinent dans le cas d'une barrière passive, précisons que la cinétique d'ouverture d'un disque de rupture est rapide.



### 5.3 NIVEAU DE CONFIANCE

La probabilité de défaillance à la sollicitation d'un disque de rupture est la probabilité que le disque de rupture ne s'ouvre pas à la pression de rupture spécifiée. Selon les sources bibliographiques étudiées, cette probabilité de défaillance à la sollicitation varie entre  $10^{-1}$  et  $10^{-5}$ . [15]. L'ouvrage « Layer Of Protection Analysis » [9] donne une probabilité de défaillance à la sollicitation de  $10^{-2}$ .

Il est admis que les disques de rupture sont sensibles aux conditions opératoires et, qu'en conséquence, leur taux de défaillance est fonction de l'application qui en est faite. Ce taux sera d'autant plus élevé que les conditions de procédé seront sévères et mal maîtrisées (encrassement, colmatage, corrosion, etc.). Cela peut notamment être le cas lorsque les disques de rupture sont installés pour protéger un réacteur chimique contre le risque de surpression causée par un emballement thermique.

Au regard de ces données de fiabilité et étant donné :

- qu'un disque de rupture est un dispositif passif au sens de la définition donnée dans le rapport Q10 [15],
- qu'il est généralement approuvé avant sa mise sur le marché,
- que les défaillances les plus courantes sont celles pour lesquelles les disques de rupture s'ouvrent en deçà de la pression de rupture spécifiée,

l'INERIS propose de retenir un NC3 sous réserve qu'il soit correctement dimensionné, installé, utilisé et maintenu.

En revanche, les principales raisons suivantes peuvent conduire à remettre en cause le NC fixé initialement :

- lorsque les disques de rupture équipent des réacteurs chimiques
- pour des conditions d'exploitation dégradées
- quand le vieillissement du disque de rupture conduit à son affaiblissement
- si la modification du disque de rupture ne respecte pas l'état de l'art
- tant qu'un entretien n'est pas correctement réalisé
- ...

## **6. REMPLACEMENT - ENTRETIEN**

Pour la sûreté de l'équipement sous pression, il est essentiel que le disque de rupture puisse protéger l'équipement contre les surpressions. Pour ce faire, il est nécessaire de s'assurer que cette capacité est maintenue, en vue d'une utilisation sûre et continue en service. [8]

Dans des conditions de service, le disque de rupture est susceptible d'être affecté de façon telle que la performance initiale n'est plus maintenue. La cause peut en être, par exemple, la corrosion, l'encrassement et/ou d'autres conditions de service. Cela peut aussi dépendre de la conception du disque de rupture, des matériaux de construction, des conditions de service et de l'environnement. [8]

Il est par conséquent nécessaire de déterminer la périodicité de remplacement du disque de rupture. [8]

En tout état de cause, la durée de vie garantie par le fabricant doit s'appliquer aux conditions opératoires sinon, il faut augmenter la fréquence de remplacement du disque de rupture. De la même manière, pour pallier une fatigue éventuelle, il faut augmenter la fréquence de changement des disques de rupture.

Lorsque le disque est mis en service et soumis aux conditions de service, ses caractéristiques peuvent changer jusqu'à ce que, après un certain temps, le disque de rupture ne fonctionne plus selon les prescriptions et soit susceptible de rompre à une pression de fonctionnement normale. Pour certaines applications, il peut s'avérer nécessaire de déterminer la durée probable pour que ce phénomène se produise, ainsi qu'une périodicité de remplacement. [8]

Il convient que la périodicité de remplacement d'un disque de rupture ne dépasse pas la durée prévue après laquelle le disque de rupture ne fonctionne plus suivant les prescriptions spécifiées. Une fois la périodicité de remplacement fixée, il convient de ne pas la dépasser sans avoir réexaminé l'expérience acquise ainsi que toutes les conditions d'utilisation. [8]

Pour déterminer la périodicité de remplacement, il convient de prendre en considération l'influence de plusieurs facteurs, notamment :

- le type de disque de rupture (cf. paragraphe 2.3)
- les matériaux de construction
- le ratio de fonctionnement<sup>8</sup>
- la tolérance de performance (cf. figure 1)
- la température correspondant à la pression de rupture du disque de rupture (cf. paragraphe 2.2.1)
- les conditions de service auxquelles le disque de rupture est soumis.

---

<sup>8</sup>1. Dans le cas d'un circuit soumis à pression avec une pression de service et une pression atmosphérique sur le côté aval du disque de rupture, le ratio de fonctionnement est le rapport de la pression de service à la limite minimale de la pression de rupture.

2. Dans le cas d'un circuit soumis à pression avec une contre-pression sur le côté aval du disque de rupture, le ratio de fonctionnement est la valeur de la pression différentielle entre le côté amont et le côté aval du disque de rupture, divisée par la limite minimale de la pression de rupture exprimée comme une pression différentielle.

Il est particulièrement important que la température correspondant à la pression de rupture du disque de rupture, les critères de fonctionnement et les conditions prévisibles, y compris les cycles de pression et/ou de température, soient identifiés par l'utilisateur et notifiés au fabricant.

Lorsque la corrosion, l'encrassement et d'autres conditions de service ne sont pas connus et ne sont pas prévisibles avec un bon degré d'exactitude, la périodicité de remplacement initiale doit être telle qu'elle ne compromette pas la sécurité. [8]

Une bonne manutention et une bonne installation sont importantes. Une mauvaise installation, un couplage incorrect (le cas échéant) et une détérioration mécanique doivent avoir des effets immédiats sur la périodicité de remplacement. [8]

Enfin, les disques de rupture ne sont pas réutilisables et doivent toujours être changés après sollicitation.

## **7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1]. W. BENAÏSSA, O. PERON - Évaluation des études de dangers dans le secteur de la chimie fine - Recueil de bonnes pratiques à l'attention des inspecteurs des installations classées.
- [2]. I. VUIDART - Étude sur les équipements de réservoirs de stockages de liquides et de gaz liquéfiés - INERIS (1996).
- [3]. EuropEx - 2<sup>nd</sup> WORLD SEMINAR on the Explosion Phenomenon and on the Application of Explosion Protection Techniques in Practice (4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> March 1996 Flanders Expo Gent - Belgium).
- [4]. Guidelines for Pressure Relief and Effluent Handling Systems – CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY (CCPS) of the AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS (AIChE) – 1998.
- [5]. European Industry Reliability Data bank (EIReDA) – 1998.
- [6]. Décret n° 99-1046 du 13/12/99 relatif aux équipements sous pression (JO du 15 décembre 1999).
- [7]. API 2008 - RP 520, Part 1, 8<sup>th</sup> Edition, Sizing, Selection and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries, Part 1- Sizing and Selection.
- [8]. NF EN ISO 4126 relative aux dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives.
- [9]. Layers Of Protection Analysis - Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical engineers.
- [10]. <http://www.autoclave-france.com/fr/>
- [11]. <http://elfab.com/FRA/>
- [12]. Informations Chimie n°243 - Novembre 1983.
- [13]. Troubleshooting Field Failures of Rupture Disks – CHEMICAL ENGINEERING (December 2006).
- [14]. Outil d'inspection – Mesures Actives Préventives – Services belges d'inspection Seveso - Janvier 2008.
- [15]. Évaluation des performances des Barrières Techniques de Sécurité (DCE DRA-73) - Évaluation des Barrières Techniques de Sécurité - Ω 10 (2008).
- [16]. W. MINKO - Étude des méthodes de dimensionnement des événements de sécurité applicables aux systèmes hybrides non tempérés (18 décembre 2008).
- [17]. C. MONIER - Disque de rupture – Soupape de sûreté – SOCOTEC (Décembre 2010).

## 8. LISTE DES ANNEXES

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
A	Exigences relatives aux disques de rupture	
B	Emplacement, installation et combinaisons	
C	Enseignements tirés de l'accidentologie relative aux disques de rupture	

## **ANNEXE A**

### **Exigences relatives aux disques de rupture**

(complément du chapitre 4 : normes qui prescrivent également des exigences relatives aux disques de rupture)

- NF EN 13311-2 (juillet 2001) - Biotechnologie - Critères de performance des récipients - Partie 2 : dispositifs de protection vis-à-vis de la pression.
- NF EN 13136 (août 2001) - Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Dispositifs de surpression et tuyauteries associées - Méthodes de calcul.
- NF EN 764-7 (juillet 2002) – Équipements sous pression – Partie 7 : systèmes de sécurité pour équipements sous pression non soumis à la flamme.
- NF EN 13648-2 (septembre 2002) - Récipients cryogéniques - Dispositifs de protection contre les surpressions - Partie 2 : Dispositif de sécurité à disque de rupture pour service cryogénique.
- NF EN 13648-3 (décembre 2002) - Récipients cryogéniques - Dispositifs de protection contre les surpressions - Partie 3 : détermination du débit à évacuer - Capacité et dimensionnement.
- NF EN 764-5 (mai 2003) – Équipements sous pression – Partie 5 : Documents de conformité et contrôle des matériaux.
- NF EN 13458-3 (septembre 2003) - Récipients cryogéniques - Récipients fixes isolés sous vide - Partie 3 : exigences opérationnelles.
- NF EN 12284 (avril 2004) - Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Robinetterie - Exigences, essais et marquage.
- FD E 29-421 (décembre 2004) - Robinetterie industrielle - Soupapes de sûreté - Disques de rupture - Spécifications d'installation en vue d'obtenir les caractéristiques de fonctionnement.
- FD E 29-422 (septembre 2005) - Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives - Lexique multilingue.
- NF EN 13136/A1 (octobre 2005) - Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Dispositifs de surpression et tuyauteries associées - Méthodes de calcul.
- NF EN 13458-3/A1 (octobre 2005) - Récipients cryogéniques - Récipients fixes isolés sous vide - Partie 3 : exigences opérationnelles.
- FD E 29-413 (novembre 2005) - Robinetterie industrielle - Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives - Calcul du débit théorique.
- XP E35 424 -1 (février 2006) - Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Qualification de l'étanchéité des composants - Partie 1 : composants statiques (raccords, disques de rupture, assemblages à bride ou à raccord).
- NF EN ISO 10297 (mai 2006) - Bouteilles à gaz transportables - Robinets de bouteilles - Spécifications et essais de type.
- NF EN 3-9 (version corrigée de juillet 2007) - Extincteurs d'incendie portatifs - Partie 9 : exigences additionnelles à l'EN 3-7 relatives à la résistance à la pression des extincteurs au dioxyde de carbone.
- NF EN 1127-1 (février 2008) - Atmosphères explosives - Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion - Partie 1 : Notions fondamentales et méthodologie.

**ANNEXE B**  
**Emplacement, installation et combinaisons**



## **Emplacement [8]**

Un disque de rupture doit être placé aussi près que possible de l'équipement protégé.

Le circuit de décharge de pression doit être correctement dimensionné, aussi rectiligne et court que possible, et se terminer de façon à éviter tout danger ou toute détérioration lors de l'évacuation.

La tuyauterie du circuit de décharge de pression doit être correctement conçue de sorte qu'aucun écart thermique de l'équipement protégé et de la tuyauterie du circuit de décharge de pression n'exerce des forces excessives sur le disque de rupture, susceptibles d'engendrer un dysfonctionnement ou une défaillance.

Des dispositions doivent être prises pour absorber l'effet, sur l'équipement protégé, des forces de réaction qui s'exerce en condition de décharge de pression. Une plaque de protection peut être fixée en aval du disque de rupture pour réorienter le fluide de décharge et/ou réduire la stagnation pour autant que cela ne diminue pas la capacité de décharge prescrite.

Dans le cas de disques de rupture monoblocs en graphite, qui sont chambrés du côté entrée, le diamètre intérieur de la tubulure de sortie adjacente au côté aval du disque de rupture doit être plus grand que le diamètre intérieur du logement.

Les disques de rupture doivent être montés de façon à être accessibles pour un remplacement et protégés de toute détérioration accidentelle.

En cas de décharge d'un fluide dangereux, le danger potentiel doit être étudié et des mesures appropriées doivent être prises pour réduire le risque au minimum.

Des précautions doivent être prises pour prévenir le dépôt de sublimés ou de solides qui pourraient affecter la qualité du fonctionnement du disque de rupture sur le côté amont de celui-ci et dans la partie qui y conduit. Les matières liquides ou étrangères doivent être empêchées de s'accumuler dans la tuyauterie de sortie et/ou sur le côté aval du disque de rupture.

Lorsqu'il est prévu d'installer des supports de disques de rupture à vis dans un circuit de décharge de pression, un raccordement supplémentaire doit être exigé pour faciliter l'assemblage et le remplacement du disque de rupture.

## **Installation**

Le disque de rupture doit être assemblé et installé conformément aux instructions d'assemblage et d'installation du fabricant. [8]

L'application d'un film ou revêtement protecteur supplémentaire sur un disque de rupture n'est pas autorisé, sauf lorsqu'elle est approuvée par le fabricant, car elle est susceptible d'influer sur la pression de rupture. [8]

Le type, le matériau et les dimensions des joints d'étanchéité utilisés entre le disque de rupture et les brides entre lesquelles il doit être installé doivent être adaptés aux conditions spécifiques et compatibles avec la portée des brides et le « fini » des surfaces du disque de rupture et des brides qui sont en contact. Il convient de solliciter l'avis du fabricant concernant l'effet de la performance du disque de rupture sur la charge requise pour mettre en place le joint d'étanchéité et le maintenir dans les conditions spécifiées. [8]

Pour garantir le bon fonctionnement du disque de rupture et l'étanchéité du joint entre ce dispositif et les brides d'installation, le dispositif doit être placé en position centrale entre les brides [8]. Le support a une influence notable sur l'étanchéité et la pression de rupture spécifiée du dispositif. En particulier, la force de serrage du disque doit être suffisante pour en assurer le bon fonctionnement.

Si les composants d'un disque de rupture sont manipulés, montés ou installés de façon incorrecte, le disque de rupture peut se rompre à une pression supérieure ou inférieure à la pression de rupture prescrite. [8]

Le disque de rupture ou l'un quelconque de ses composants fournis ne doit être aucunement modifié, sauf par le fabricant ou avec son approbation. [8]

L'absence de défauts visibles sur le disque de rupture doit être vérifiée immédiatement avant l'installation, qui doit être effectuée avec soin pour éviter toute détérioration. [8]

Avant d'assembler le support de disques de rupture, la référence indiquée sur le disque de rupture ou l'assemblage de disque de rupture doit être vérifiée pour s'assurer qu'elle correspond à la référence indiquée sur le support de montage. [8]

Un des enseignements tirés de l'accidentologie montre que pour assurer le bon fonctionnement du disque de rupture, les tuyaux de liaison au manifold de purge ne doivent pas être obturés.

Le fluide évacué par le disque de rupture est soit envoyé directement à l'atmosphère (en règle générale à la verticale vers le haut) soit collecté pour être traité. Pour ce faire, le traitement peut utiliser les équipements suivants [1] :

- Un catch tank pour récolter les produits.
- Une colonne d'abattage ou de neutralisation pour un traitement chimique des produits.
- Une torche pour brûler les produits.

Pour s'assurer du rejet de la substance à l'endroit désiré, il est nécessaire de bien fixer la tuyauterie de décharge du disque de rupture. L'évacuation du conduit d'échappement du disque de rupture (et donc la projection d'un mélange réactionnel ou de fragments par le disque de rupture) doit être détournée vers une zone étanche et non fréquentée par du personnel. Par ailleurs, il faut mettre en place un dispositif informant les opérateurs de toute ouverture des disques de rupture.

Lors de l'assemblage des composants du disque de rupture, la fixation de tout support de contre-pression doit être vérifiée pour s'assurer qu'elle est adéquate. [8]

Lors de l'installation, les instructions relatives à la flèche directionnelle, au couple de serrage de la boulonnerie et à l'utilisation de joints d'étanchéité doivent être observées. [8]

Si les marques d'identification ne sont pas visibles lorsque le disque de rupture est monté sur l'équipement protégé, l'utilisateur doit apposer sur l'installation une étiquette adaptée qui doit comporter en permanence les mêmes informations que celles figurant sur le disque de rupture ou dans l'emballage [8]. Ce marquage permet de s'affranchir des erreurs de montage, il doit également être réalisé sur les disques de rupture conservés en stock.

Le magazine « Informations Chimie » n°243 propose, en dix points, comment installer un disque de rupture :

*« Le maniement et la mise en place corrects des disques de rupture sont des points délicats. Une mauvaise utilisation et une installation incorrecte peuvent avoir des conséquences graves sur le point de rupture et/ou la durée de vie des disques de rupture.*

- 1. Ne pas ouvrir l'emballage avant d'être prêt à installer les disques de rupture.*
- 2. Après avoir ouvert l'emballage, lire les instructions d'installation, avant même de toucher aux disques.*
- 3. Manipuler les disques de rupture en les tenant par le bord. Ne jamais toucher la partie bombée (les marques de transpiration peuvent être une cause de corrosion).*
- 4. Examiner soigneusement les disques de rupture pour voir s'ils ne sont pas abîmés. Ne jamais mettre en place ou retourner des disques voilés présentant des défauts d'aspect sur le dôme ou la zone de contact.*
- 5. Examiner les têtes de sécurité. Les surfaces de contact doivent être propres et ne doivent porter aucune trace de produit, de poussière, de corrosion, etc... Nettoyer et polir ces surfaces à l'aide de papier émeri fin.*
- 6. Installer délicatement le disque de rupture dans la tête de sécurité. Placer la tête de sécurité dans les contre-bridés. Regarder les flèches situées sur la tête de sécurité de façon à s'assurer que celle-ci est bien positionnée.*
- 7. Utiliser une clé dynamométrique. Une charge correcte est essentielle pour le bon fonctionnement et les meilleures performances du dispositif. On trouvera sur les instructions de positionnement la charge nécessaire.*
- 8. Suivre des procédures de boulonnage correctes. Serrer les boulons opposés à l'aide 4 cycles minimum pour atteindre la charge recommandée, à savoir 25 %, 50 %, 75 % puis 100 %.*
- 9. Les joints des contre-bridés doivent être d'un type qui ne flue pas. Le fluage détend la charge sur tout l'ensemble, sauf sur les ensembles pré-serrés.*
- 10. Après avoir pressurisé le système, examiner la tête de sécurité pour voir s'il n'y a pas de fuites. S'il y en a, ne pas augmenter la charge tant que le système est sous pression. Le serrage des boulons des brides doit être effectué sans qu'il y ait de pression sur le disque. »*

## Combinaisons

Une mauvaise configuration de l'assemblage disque/soupape peut entraîner la défaillance de ces organes de sécurité.

La conception et le dimensionnement des ensembles de disques de rupture et des soupapes de sécurité associés doivent prendre en compte la dynamique de montée en pression.

Si deux disques de rupture sont montés en série, la rupture d'un disque à une pression inférieure à celle programmée peut causer des dommages sur l'autre disque de rupture.

Si le disque de rupture est monté en série, en amont d'une soupape pour la protéger, les dispositions suivantes doivent être respectées :

- le disque de rupture doit être non fragmentant pour qu'aucun débris (ex : graphite) ne vienne obstruer la soupape,
- la pression de rupture maximum du disque doit être inférieure ou égale à 110% de la pression de réglage de la soupape, [8]
- la pression de rupture minimum du disque doit être supérieure ou égale à 90% de la pression de réglage de la soupape, [8]
- un manomètre doit être placé entre le disque de rupture et la soupape et l'exploitant doit s'assurer qu'il indique la pression atmosphérique, c'est-à-dire que le disque de rupture ne fuit pas. Ce manomètre doit être régulièrement contrôlé.

Un limiteur de débit et un dispositif de contrôle de la pression (manomètres, ...) sont obligatoires pour les montages en série disque/disque et disque/soupape dans l'espace situé entre les deux éléments. Le limiteur de débit a pour vocation de mettre à l'atmosphère le volume entre les deux éléments de l'association, tant que le disque amont est intact. En effet, une fuite même très faible au niveau de l'élément amont peut équilibrer la pression des deux côtés de ce dernier et ainsi provoquer sa rupture à une pression de rupture différente de celle spécifiée. Le dispositif de contrôle de la pression permet de vérifier que les deux éléments peuvent fonctionner correctement. [2]

Lorsqu'un disque de rupture et une soupape sont montés en parallèle, la soupape doit être tarée à une pression inférieure à la pression de rupture du disque, pour permettre au réacteur de se décompresser avant la rupture du disque de rupture.

Lorsqu'un organe, qui supporte un disque de rupture et une soupape de sécurité, est fixé sur un réacteur, il faut s'assurer de l'étanchéité de cet ensemble.

**ANNEXE C**

**Enseignements tirés de l'accidentologie relative aux  
disques de rupture**

La liste suivante est un extrait des causes d'accidents relatifs aux disques de rupture qui ont pu être identifiées :

- Le remplacement du disque de rupture par un bouchon.
- La fatigue et l'affaiblissement de la résistance mécanique du disque a conduit à une ouverture de celui-ci à une pression inférieure à sa pression de tarage.
- La fuite sur une bride de liaison entre une canalisation et un support de disque de rupture.
- La défaillance mécanique d'un disque qui se rompt à 5,8 b pour une pression de calcul de 10,7 b.
- La surpression présente dans le réservoir protégé par le disque de rupture forme un coude sur la tuyauterie de l'évent en aval du disque. Celle-ci heurte un élément de la charpente et se plie en obstruant le passage du gaz à évacuer.
- Le disque de rupture a été mal installé.
- Le disque de rupture n'était pas dimensionné pour un emballement de réaction (SEVESO).
- L'obstruction du disque de rupture par le mélange réactionnel...

Par ailleurs, les conséquences après la rupture d'un disque peuvent être les suivantes :

- Fuite de substance inflammable (dans les égouts...) et inflammation.
- Émission de suies incandescentes par la cheminée du disque de rupture et inflammation.
- Projection d'un mélange réactionnel par le disque de rupture.
- Émission à l'atmosphère d'un nuage contenant des substances toxiques (ex : SEVESO).
- Flamme de plusieurs mètres visible quelques secondes en sortie de la cheminée qui permet la décompression du réacteur en cas de rupture du disque de rupture.
- Émission de gaz et explosion.
- Fermeture tardive de la vanne à chaîne isolant le disque rompu (la chaîne saute, la poulie se coince...).
- Libération de produits de décomposition du milieu réactionnel qui s'enflammeront en sortie de cheminées malgré une injection automatique d'eau.
- Fuite dans l'environnement et pollution.