

A photograph of several pressure gauges in a laboratory setting, overlaid with a blue semi-transparent filter. The gauges have white faces with black and red markings, and are connected to various pipes and valves. The text is overlaid on this image.

RISQUES LIÉS AUX ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION

LES CAHIERS DE PRÉVENTION
Santé • Sécurité • Environnement

2^E ÉDITION • MAI 2020

Ce document a été réalisé par :

Céline BATAILLON

Ingénieure de prévention et de sécurité,
coordination nationale de prévention et
de sécurité du CNRS

Aurélien CADET

Conseiller national à la sécurité du transport
des marchandises dangereuses du CNRS

Azziz HOCINI

Ingénieur au laboratoire des Sciences des
Procédés et des Matériaux (LSPM - UPR 3407)

Responsable du service « Hautes Pressions et
Essais Mécaniques »

Membre du comité de pilotage du réseau des
hautes pressions du CNRS

Christine LUCAS

Ingénieure au laboratoire Chimie, Catalyse,
Polymères et Procédés (LC2P2 – UPR 5265)

Représentante du personnel au comité central
d'hygiène et de sécurité et des conditions de
travail du CNRS

Pascal OLIVIER

Ingénieur régional de prévention et de sécurité
- Délégation régionale Hauts de France du CNRS
(2011-2019)

Directeur adjoint - Direction de la prévention
des risques de l'université de Lille

Janine WYBIER

Coordnatrice nationale adjointe, coordination
nationale de prévention et de sécurité du CNRS

NAVIGATION DANS LE DOCUMENT

Vous trouverez au fil des pages des textes surlignés.

Ceux-ci vous permettront de naviguer au sein du document ou d'accéder à des pages internet, d'autres documents PDF...

Lorem ipsum > lien vers une autre rubrique ou une fiche

Lorem ipsum > lien vers une annexe

Lorem ipsum > lien vers un tableau

Lorem ipsum > lien vers un site internet

SOMMAIRE

| | | | |
|---|-----------|--|-----------|
| 1 Introduction | 6 | 6 Risques liés à l'utilisation des ESP | 19 |
| 2 Rappels théoriques | 7 | 6.1 Risques liés à la pression | 19 |
| 2.1 Définitions | | 6.2 Risques spécifiques selon les équipements | 19 |
| 2.2 Loi des gaz parfaits | | 6.3 Risques associés aux ESP | 20 |
| 3 Équipements sous pression (ESP) rencontrés dans les laboratoires | 9 | 6.3.1 Liés à la nature du gaz | 20 |
| 4 Réglementation | 10 | 6.3.2 Liés à la manutention | 21 |
| 4.1 Réglementation antérieure à mai 2002 | 10 | 6.3.3 Liés à l'état physique du produit (liquide cryogénique, carboglace) | 21 |
| 4.2 Réglementation actuellement applicable | 11 | 7 Prévention | 22 |
| 4.2.1 La classification des ESP | 11 | 7.1 Information et formation | 22 |
| 4.2.2 La procédure d'évaluation de la conformité | 12 | 7.2 Consignes de sécurité | 22 |
| 4.2.3 Le marquage CE | 12 | 7.3 Achat d'un équipement | 22 |
| 5 Contrôle des ESP | 14 | 7.4 Implantation | 22 |
| 5.1 La mise en service | 14 | 7.5 Utilisation | 23 |
| 5.1.1 La déclaration de mise en service | 14 | 8 Conduites à tenir en cas d'accident | 24 |
| 5.1.2 Le contrôle de mise en service | 15 | 8.1 Rupture d'une enceinte en surpression ou en dépression | |
| 5.2 Le suivi en service | 16 | - Explosion brutale d'une enceinte sous pression | 24 |
| 5.2.1 Le suivi sans plan d'inspection | 17 | 8.2 Fuite de gaz ou déversement de liquide cryogénique | 25 |
| 5.2.2 Le suivi avec plan d'inspection | 17 | | |
| 5.3 Les différents types de marquage | 18 | | |

ANNEXES

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Réglementation/documentation | 26 |
| 2 | Définitions selon la réglementation des ESP | 27 |
| 3 | Glossaire | 31 |

FICHES

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Exemples de niveaux de pression (ordre de grandeur) | 32 |
| 2 | Seuils de déclaration des équipements | 33 |
| 3 | Autoclaves à stérilisation | 34 |
| 4 | Montage expérimental | 36 |
| 5 | Pictogrammes de danger | 40 |
| 6.1 | Les bouteilles de gaz - Identification | 41 |
| 6.2 | Les bouteilles de gaz - Transport | 43 |
| 6.3 | Les bouteilles de gaz - Précautions d'utilisation | 45 |
| 7 | Conduite à tenir face à une explosion – Effet de souffle ou blast | 47 |

1 • INTRODUCTION

La présence d'équipements sous pression (ESP) est courante dans les unités de recherche du fait des activités qui y sont menées (autoclaves, appareillages sous haute pression ou dépression, bouteilles de gaz...), sans oublier certaines installations liées au fonctionnement des bâtiments (chaudières, compresseurs...).

Il est important de connaître les risques liés à la pression. En effet, un défaut de conception, de manipulation ou de maintenance peut conduire à des événements redoutés tels qu'une explosion, une implosion ou une rupture d'éléments fragiles (joints, hublots, détendeurs...) qui auront pour effet des projections d'éclats à grande vitesse, la propagation d'ondes de choc et/ou des fuites de liquide ou de gaz.

Les conséquences de tels accidents pour les opérateurs se trouvant à proximité sont généralement des blessures graves (traumatismes violents, coupures, brûlures...).

Outre les risques liés à la pression, certains de ces équipements contenant des fluides peuvent présenter des risques associés qui dépendent de la nature du produit rejeté: asphyxie, brûlure, intoxication, inflammation, explosion...

Les informations fournies dans ce guide doivent permettre d'identifier les dangers des installations et appareils, d'évaluer les risques et de mettre en œuvre une prévention adaptée à tous les niveaux: installation, manipulation/expérimentation, maintenance/contrôle.

Ce guide s'adresse à toute personne susceptible d'utiliser un appareil ou une installation sous pression ou sous vide: expérimentateurs confirmés ou débutants, agents de maintenance.

Ne sont pas traités:

- la conception et la fabrication des équipements, car cela doit rester du domaine des spécialistes;
- les dangers liés à l'utilisation des extincteurs;
- les installations frigorifiques.

Ce cahier de prévention comporte trois parties:

- le corps du document dans lequel sont présentés les types d'équipements, la réglementation, les différents risques et leur prévention,
- des annexes listant les textes réglementaires, des définitions relatives aux ESP ainsi qu'un glossaire,
- des fiches traitant des particularités de certains d'équipements (autoclaves, bouteilles de gaz, montages expérimentaux sous pression...) ainsi que de certaines prescriptions réglementaires.

Son élaboration est le résultat de réflexions menées au sein d'un groupe de travail composé d'expérimentateurs, d'ingénieurs de prévention et de sécurité, et d'un membre du comité central d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.



Bancs de test de réaction d'absorption et de désorption à l'hydrogène, en fonction de la pression et de la température.

© Cyril FRESILLON/CNRS Photothèque

2 • RAPPELS THÉORIQUES

2.1. DÉFINITIONS

La pression est définie comme étant le quotient d'une force par une surface :

$$P (\text{pression}) = F (\text{force}) / S (\text{surface})$$

L'unité légale est le Pascal (Pa), correspondant à l'action d'une force d'un Newton sur une surface d'un mètre carré (1 Pa = 1 N / 1 m²).

La pression peut également être exprimée en bar (1 bar = 10⁵ Pa), en pound per square inch (1 PSI = 6 894 Pa), en millimètres de mercure (1 mm Hg = 133,32 Pa), en atmosphère (1 atm = 101 325 Pa).

Pour exprimer la pression en « MPa » à partir d'une valeur en bar, il faut multiplier cette valeur par 0,1.

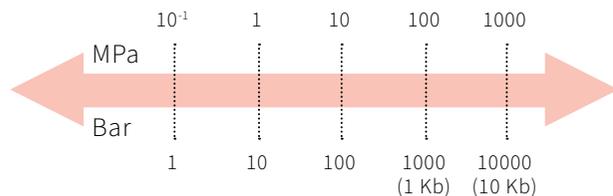


Figure 1 Échelle de correspondance Pa/Bar

Pression absolue :

pression mesurée au-dessus du zéro absolu.

Pression atmosphérique :

pression exercée par l'atmosphère à la surface de la terre.

Pression de service :

pression de fonctionnement d'un appareil.

Pression relative :

pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique.

Pression différentielle :

différence entre deux pressions dont l'une est la référence.

Vide :

pression absolue nulle.

Condition normale :

0°C, 1 atmosphère, selon la norme ISO 10 780.

Des exemples illustrant des niveaux de pression sont présentés dans la [fiche 1](#).

2.2. LOI DES GAZ PARFAITS

Un gaz réel soumis à une pression suffisamment basse peut être considéré comme un gaz parfait. Dans cette hypothèse, pour un nombre de moles n, les variables d'état P, V et T sont liées par une relation appelée « équation d'état des gaz parfaits » :

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

avec P : pression, en Pascal (Pa)
V : volume, en m³
T : température, en degré kelvin (K)
n : nombre de moles (mol)
R : constante molaire des gaz parfaits
(R = 8,31 J . K⁻¹ . mol⁻¹)

Pour une transformation isochore (volume constant), la loi de Gay-Lussac montre que la pression P est proportionnelle à la température T, et permet d'écrire que P / T = constante.

Pour une transformation isotherme (température constante), la loi de Boyle-Mariotte montre que le volume V est inversement proportionnel à la pression P, et permet d'écrire que P . V = constante.

Pour une transformation isobare (pression constante), la loi de Charles montre que le volume V est proportionnel à la température T, et permet d'écrire que V / T = constante.

APPLICATION DE LA LOI DES GAZ PARFAITS À UNE COCOTTE-MINUTE

Lorsque l'eau dans la cocotte-minute est chauffée, il se forme de la vapeur d'eau, assimilable à un gaz parfait, ne pouvant s'échapper du récipient. Le volume V et la quantité de matière n restent inchangés. L'augmentation de la température de l'enceinte, fermée hermétiquement, entraîne alors une augmentation de la pression, et ceci pour équilibrer l'équation d'état des gaz parfaits.

ATTENTION

L'application de la loi des gaz parfaits aux bouteilles de gaz sous pression ne peut donner qu'un résultat approximatif.

Le tableau ci-contre présente des exemples d'erreurs commises sur le volume occupé par le gaz en n'utilisant que la loi des gaz parfaits (source : Encyclopédie des gaz, Air liquide).

| Substance | 1 bar | 150 bars |
|-----------|----------|----------|
| C_2H_2 | + 0,7 % | Liquide |
| NH_3 | + 1,2 % | Liquide |
| CO_2 | + 0,6 % | Liquide |
| SO_2 | + 0,2 % | Liquide |
| Ar | + 0,07 % | + 8 % |
| N_2 | + 0,03 % | - 2 % |
| C_2H_4 | + 0,6 % | + 150 % |
| He | - 0,04 % | - 7 % |

3 • ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION (ESP) ENCONTRÉS DANS LES LABORATOIRES

Équipements sous pression de gaz

- compresseurs,
- bouteilles, réservoirs, tuyauteries et accessoires,
- autoclaves pour réacteur.



Équipements sous pression de vapeur

- chaudières,
- autoclaves à stérilisation.



Autoclave de stérilisation de laboratoire.

Équipements sous pression de liquide

- équipements hydrauliques.



Équipements sous vide (en dépression)

- évaporateurs, dessiccateurs,
- verrerie de laboratoire (trompe à vide...),
- bâtis (dépôts, croissance, plasma...).



Évaporateur rotatif : le solvant est éliminé par évaporation sous vide.

Montages expérimentaux

- équipements contenant un fluide pouvant être en surpression ou dépression fonctionnelle ou accidentelle.



Plateforme HYCOMAT permettant de réaliser différents types d'essais mécaniques (traction, compression, fluage, fatigue, fissuration, décompression explosive) sous pression d'hydrogène, de dioxyde de carbone ou d'azote gazeux. Cette pression peut atteindre 400 bars, entre la température ambiante et 150 °C.

Réipients cryogéniques

- équipements pouvant se trouver en surpression lors d'un dysfonctionnement ou d'une mauvaise utilisation : vase « Dewar », conteneur de liquide cryogénique ou de carboglace...



Stockage de cristaux de protéines avant leur analyse par rayonnement synchrotron.

4 • RÉGLEMENTATION

Des textes réglementaires successifs imposent aux fabricants que les équipements sous pression soient soumis à des règles et des contrôles de fabrication ainsi qu'à une épreuve initiale qui doit être exécutée, avant la mise en service, par la DREAL¹/ DRIEE² (anciennement le service des Mines du département) qui délivre un certificat d'épreuve.

Puis des inspections et requalifications périodiques, à la charge du propriétaire de l'équipement, doivent être réalisées.

La réglementation tenant compte de plusieurs facteurs, dont le volume de l'enceinte, certains équipements utilisés à des pressions très élevées peuvent échapper à la réglementation en raison d'un volume réduit.

La réglementation issue de la directive européenne PED (**Pressure Equipment Directive**) portant sur les équipements sous pression, publiée sous la référence 97/23/CE du 29 mai 1997, a été transcrite en droit français par le décret du 13 décembre 1999. Elle a remplacé la réglementation française antérieure pour la conception et l'achat de nouveaux équipements, et a été d'application obligatoire à partir de mai 2002.

¹ DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

² DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie

En 2014, deux directives européennes sont venues remplacer la directive de 97, afin de rendre plus sûre la mise à disposition sur le marché des récipients et équipements sous pression.

Elles ont été transcrites en droit français par le **décret du 1^{er} juillet 2015 relatif aux produits et équipements à risques** et par le **décret du 28 décembre 2016** complété par **l'arrêté du 20 novembre 2017, relatifs au suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simple**, et applicables au 1^{er} janvier 2018.

La majeure partie de la réglementation applicable aux ESP se trouve dans le **chapitre VII du Titre V du Livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement**.

Le détail des textes réglementaires applicables à la date de la publication de ce guide est présenté dans **l'annexe 1**.

4.1. RÉGLEMENTATION ANTÉRIEURE À MAI 2002

Cette réglementation s'appliquait encore aux équipements mis en service avant cette date et ce jusqu'au 31 décembre 2019.

Elle tenait compte des quatre principes suivants :

- la résistance mécanique de l'appareil est calculée et éprouvée dans des conditions telles que les risques d'explosion sont improbables si l'exploitation se fait normalement ;
- la protection contre les risques est réalisée de sorte que le personnel soit à l'abri en cas d'accident ;
- l'utilisation de ces équipements est faite uniquement par des personnes formées ayant une connaissance des risques et des moyens à mettre en œuvre pour les prévenir ;
- des dispositifs de sécurité permettent de limiter les effets dangereux en cas de dysfonctionnement : soupape, disque de rupture, capteurs sensibles à différents paramètres (pression, température, concentration) commandant des dispositifs de prévention (coupure d'alimentation, mise en route de ventilation) en cas de dépassement des valeurs de consigne.

Les épreuves et les requalifications devaient être faites sous pression hydraulique :

- soit à une pression égale à 1,43 fois la pression maximale admissible,
- soit à une pression correspondant au chargement maximal que peut supporter l'équipement en service compte tenu de sa pression maximale admissible et de sa température maximale admissible, multipliée par le coefficient 1,25.

Cette réglementation s'appliquait pour :

- les récipients : pression effective > 4 bars et produit [pression (bar) . volume (litre)] > 80 ;
- les compresseurs : pression > 10 bars et produit [pression (bar) . débit (m³/min)] > 50.

ATTENTION

à partir du 1^{er} janvier 2020, ces équipements doivent répondre à la nouvelle réglementation en vigueur dans laquelle ils sont qualifiés de « néo-soumis ».

4.2. RÉGLEMENTATION ACTUELLEMENT APPLICABLE

La réglementation actuelle* s'appuie principalement sur **l'arrêté du 20 novembre 2017** et s'applique à tout équipement dont la pression est supérieure à 0,5 bar, qu'il soit sous pression de gaz ou de vapeur, ainsi qu'aux tuyauteries, accessoires et dispositifs de sécurité.

Elle classe les ESP en différentes catégories de danger, chacune d'entre elles devant répondre à des critères de conformité. De plus, les ESP sont également soumis à des contrôles lors de la mise en service et lors du suivi en service.

* Sont exclus de cette réglementation les produits déjà couverts par d'autres textes réglementaires (extincteurs par exemple) ou sans risque réel (pneumatiques, réseau de distribution d'eau et bouteilles de boisson gazeuse) ou présentant des problèmes particuliers (produits militaires...). Ces équipements exclus doivent cependant être conçus suivant « les règles de l'art » même s'ils ne portent pas de marquage CE.

4.2.1 La classification des ESP

Il existe trois facteurs principaux de classification de ces équipements :

- le type d'équipement (récipients, tuyauteries, accessoires),
- la nature physique du fluide (gaz, liquide, vapeur ou solide),
- la dangerosité du fluide contenu :
 - groupe 1 : explosibles, extrêmement inflammables, facilement inflammables, inflammables avec point éclair inférieur à la température maximale de service, toxiques, comburants ;
 - groupe 2 : tous les autres fluides.

Pour définir le groupe auquel appartient un fluide, il faut se reporter au I de **l'article R557-9-3 du Code de l'environnement**.

REMARQUE

Lorsqu'un fluide n'est pas connu, il faut le considérer comme appartenant au groupe 1.

De plus, ces trois facteurs principaux sont associés aux deux paramètres:

- pression maximale de service,
 - volume (pour les réservoirs) ou dimension nominale (pour les tuyauteries),
- ce qui permet de classer les ESP en 4 catégories (I, II, III et IV). La catégorie à laquelle appartient un équipement est communiquée par le fabricant et est déterminée par ses caractéristiques au moyen de diagrammes de classification.

4.2.2 La procédure d'évaluation de la conformité

Les ESP sont soumis à une procédure d'évaluation de la conformité afin de vérifier qu'ils répondent aux exigences réglementaires. Cette procédure s'applique à la conception et à la fabrication de l'équipement. Une déclaration de conformité fournie par le fabricant doit être détenue par le laboratoire (l'exploitant).

4.2.3 Le marquage CE

Ce marquage doit comporter:

- la marque « CE »,
- le numéro d'identification de l'organisme habilité,
- les deux derniers chiffres de l'année au cours de laquelle le marquage CE est apposé,

- les caractéristiques techniques suivantes: la pression maximale de service (PS) exprimée en bars, les températures minimales (T_{\min}) et maximales (T_{\max}) de service, exprimées en °C, la capacité du récipient (V) exprimée en litres,
- le nom, la raison sociale ou la marque déposée et l'adresse du fabricant,
- le type et l'identification de série ou du lot du récipient,
- le cas échéant, toute autre marque indiquant un risque (catégorie de risque de l'équipement, groupe de risque du fluide) ou un usage particulier.



PS: 4 463 bar TS: +5/+200 °C
 PT: 6 382 bar le 16/06/2016
 V: 85 L
 Fluide: gaz neutre (azote, argon)
 Groupe: 2
 Catégorie DESP: IV
 AF: 2016 NS: 19960

CIRCUIT MP

Pression maximale admissible (PS): 210 bar
 Soupape: 200 bar +/- 5 %

CIRCUIT HP

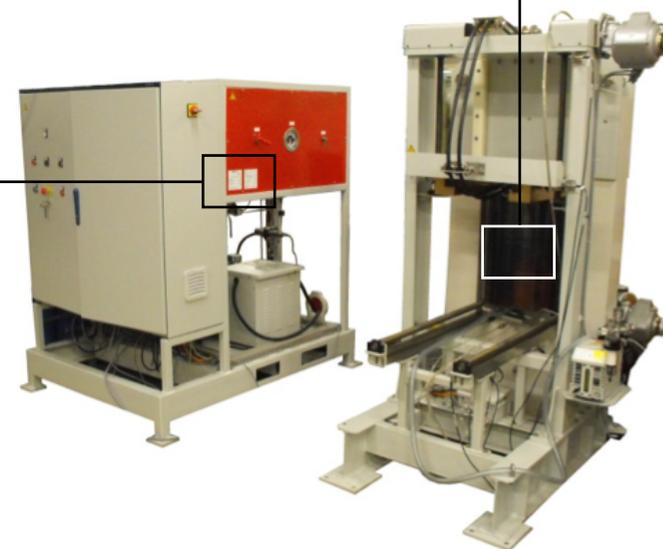
Volume de l'enceinte (V): ~ 8.5 L
 Pression maximale d'utilisation (PU): 4 000 bar
 Pression maximale admissible (PS): 4 462 bar
 Température maximale admissible

- Enceinte (TS): + 5 °C/+200 °C
- Four (TS): + 1 450 °C

Fluide: gaz (azote, argon) Groupe: 2
 Catégorie DESP: IV
 Diamètre nominal (do): 1,6 mm
 Soupape: 4 250 bar +/- 3 %

COFFRET ÉLECTRIQUE

Alimentation: 400 Vac + N + T - 50 Hz
 Puissance: 15 KW



Presse isostatique à chaud (HIP) Exemples de marquage



Autoclave pour réaction catalytique
Exemple de marquage CE

5 • CONTRÔLE DES ESP

Les ESP sont assujettis à des contrôles réglementaires tout au long de leur vie, en commençant par le contrôle de mise en service couplé à la déclaration de mise en service. Par la suite, la périodicité des contrôles dépend de l'équipement considéré ainsi que de la modalité, choisie par l'exploitant, pour son suivi en service.

5.1. LA MISE EN SERVICE

Les ESP soumis à la déclaration et au contrôle de mise en service sont :

1. Les récipients sous pression de gaz dont la pression maximale admissible (PS) est supérieure à 4 bars et dont le produit [PS. Volume] est supérieur à 10 000 bars.l (**Fiche 2- logigramme a**).
2. Les tuyauteries dont la pression maximale admissible (PS) est supérieure à 4 bars appartenant à une des catégories suivantes (**Fiche 2- logigramme b**) :
 - tuyauteries de gaz du groupe 1 dont la dimension nominale (DN) est supérieure à 350 ou dont le produit [PS. DN] est supérieur à 3 500 bars, à l'exception de celles dont DN est inférieure ou égale à 100,
 - tuyauteries de gaz de groupe 2 dont la DN est supérieure à 250, à l'exception de celles dont le produit [PS . DN] est inférieur ou égal à 5 000 bars.



Réalisation d'un test de fuite sur un panneau de gaz d'un bâti d'épitaxie.

© Alexis CHEZIERE/CNRS Photothèque

3. Les générateurs de vapeur appartenant au moins à une des catégories suivantes (**Fiche 2- logigramme c**) :
 - générateurs de vapeur dont PS est supérieur à 32 bars,
 - générateurs de vapeur dont le volume (V) est supérieur à 2 400 litres,
 - générateurs de vapeur dont le produit [PS . V] excède 6 000 bars.litres.
4. Les appareils à couvercle amovible à fermeture rapide fixes (autoclave de stérilisation par exemple) (**Fiche 2- logigramme d**).

5.1.1 La déclaration de mise en service

La déclaration de mise en service est requise avant la première utilisation de l'équipement. Effectuée par l'exploitant par télédéclaration via l'**application LUNE**, elle comporte :

- les principales caractéristiques de l'équipement,
- le nom du fabricant et le pays de fabrication,
- le numéro de l'organisme notifié le cas échéant,
- la date de mise en service,
- les coordonnées de l'exploitant,
- le lieu d'installation,
- la copie de la déclaration de conformité délivrée par le fabricant pour l'équipement.

L'exploitant reçoit une preuve de dépôt de sa déclaration.

Au CNRS, le directeur d'unité instruit le dossier de déclaration dans l'application LUNE en tant qu'exploitant. Il doit en informer l'établissement de tutelle qui l'héberge.

5.1.2 Le contrôle de mise en service

Le contrôle de mise en service a pour objet de constater que l'équipement, une fois installé, satisfait aux conditions générales d'installation et d'exploitation pour une utilisation sûre. Il doit être réalisé :

- avant sa première utilisation ;
- après une évaluation de conformité en cas d'intervention importante (voir encadré ci-contre « Interventions sur les ESP - Définitions ») ;
- avant la remise en service suite à un déménagement.

Le contrôle de mise en service doit nécessairement être réalisé par un organisme habilité pour :

- les générateurs de vapeur,
- les appareils à couvercle amovible à fermeture rapide fixes.

Pour les autres équipements (tuyauterie, récipient...), ce contrôle peut être réalisé par une personne compétente (voir encadré « Personne compétente »).

> INTERVENTIONS SUR LES ESP DÉFINITIONS

Intervention importante :

Une intervention est considérée comme importante lorsqu'elle conduit à modifier la destination d'un équipement, son type original ou ses performances, de sorte qu'elles ne s'inscrivent plus dans les limites prévues par le fabricant.

Intervention notable :

Une intervention est notable si elle n'est pas considérée comme importante mais qu'elle est susceptible d'avoir une incidence sur la conformité de l'équipement aux exigences essentielles de sécurité.

Intervention non notable :

Une intervention est non notable si elle n'est ni importante, ni notable. Elle ne doit pas remettre en cause la conformité de l'équipement aux exigences essentielles de sécurité.

PERSONNE COMPÉTENTE

Il s'agit d'une personne, désignée par l'exploitant, apte à :

- lors de l'installation d'un ESP, vérifier le maintien de la conformité des équipements et de leurs accessoires aux exigences essentielles de sécurité ;
- réaliser une intervention ;
- reconnaître, lors de l'inspection périodique ou du contrôle après intervention non notable, les défauts que présente l'équipement le cas échéant, et à en apprécier la gravité ;
- rédiger le plan d'inspection sous la responsabilité de l'exploitant ;
- valider la bonne mise en œuvre des différentes dispositions prévues dans un **cahier technique** professionnel.

Au CNRS, l'exploitant est le directeur d'unité.

Lors d'un contrôle de mise en service, la personne compétente ou l'organisme habilité s'assure :

- de l'absence d'endommagement de l'équipement au cours de son transport ;
- de la présence des accessoires de sécurité prévus par le fabricant, de leur capacité à fonctionner ainsi que de leur adéquation s'ils n'ont pas été évalués avec l'équipement par le fabricant ;
- des dispositions prises pour protéger le personnel des émissions dangereuses susceptibles d'être rejetées par les accessoires de sécurité ;
- de l'existence du dossier d'exploitation ;
- du respect des dispositions de la notice d'instructions.



© Christophe HARGOUES / IGMM / CNRS Photothèque

Échantillons de lignées cellulaires replacés dans de l'azote liquide, pour leur conservation autour de -160° C.

5.2. LE SUIVI EN SERVICE

Le suivi en service peut être réalisé selon deux modalités :

- suivi avec plan d'inspection,
- suivi sans plan d'inspection.

Il est possible de choisir l'une ou l'autre et d'en changer au cours de la vie de l'ESP.

Le suivi avec plan d'inspection est réalisé en référence à un ou des guides professionnels approuvés* référencés dans **l'annexe 2 de l'arrêté du 20 novembre 2017**. Il est mis en place sous la responsabilité de l'exploitant et est soumis à l'approbation d'un organisme habilité.

La différence entre les deux modalités porte notamment sur les délais entre deux inspections périodiques ou deux requalifications périodiques, la solution avec plan d'inspection permettant d'allonger ces délais. Toutefois, dans ce cas, les inspections sont réalisées en interne par une personne compétente (voir encadré p. 15 Personne compétente), ce qui implique une forte contrainte en termes de mise en place du suivi (organisation, temps dédié, compétences...).

Quelle que soit l'option choisie (avec ou sans plan d'inspection), le suivi en service comporte des inspections et des requalifications périodiques.

L'inspection périodique porte à la fois sur l'équipement, les accessoires sous pression, les accessoires de sécurité et sur les dispositifs de régulation ou de sécurité.

Pour les appareils à couvercle amovible à fermeture rapide (ACAFR) et les générateurs de vapeur, elle est réalisée par un organisme habilité.

Pour les autres équipements, elle est sous la responsabilité de l'exploitant et est effectuée par une personne compétente.

L'inspection périodique comprend :

- une vérification extérieure (contrôle visuel détaillé éventuellement complété par des contrôles non destructifs simples) ;
- une vérification des accessoires de sécurité ;
- l'inspection des accessoires sous pression selon des dispositions comparables à celles des équipements auxquels ils sont attachés (générateur, récipient, tuyauterie) ou spécifiques à la famille d'accessoires ;
- une vérification intérieure dans le cas :
 - des générateurs de vapeur,
 - des récipients, sauf si la précédente vérification intérieure a eu lieu depuis moins de deux ans ;
- pour les ACAFR, une vérification :
 - de l'état et du fonctionnement des dispositifs de sécurité,
 - de l'habilitation du personnel chargé de leur exploitation ;

* par décision du ministre chargé de la sécurité industrielle après être publiée au bulletin officiel du ministère chargé de la sécurité industrielle.

- pour les générateurs de vapeur, une vérification :
 - de l'état et du fonctionnement des dispositifs de régulation,
 - de l'organisation de la surveillance retenue et sa mise en œuvre,
 - de l'habilitation du personnel chargé de leur exploitation.

La requalification périodique est réalisée par un organisme habilité. Elle comprend :

- une vérification du dossier d'exploitation,
- une inspection intérieure et extérieure (contrôle visuel détaillé éventuellement complété par des contrôles non destructifs simples),
- la vérification des accessoires sous pression, des accessoires de sécurité, des dispositifs de régulation ou de sécurité,
- une épreuve hydraulique réalisée à une pression au moins égale à 120 % de sa pression maximale admissible.

En cas de succès de la requalification, l'organisme appose la marque dite à « tête de cheval » et la date de la requalification.

Une requalification est requise pour toute nouvelle installation d'un ESP, chaque fois qu'une réparation ou une modification a lieu sur un ESP et lors d'un changement de propriétaire ou d'exploitant.

| Type d'ESP | Périodicité de la requalification |
|--|-----------------------------------|
| Bouteilles de plongée | 2 ans |
| Récipients et tuyauteries contenant fluor, fluorure de bore, trichlorure de bore, fluorure d'hydrogène, chlorure d'hydrogène, bromure d'hydrogène, dioxyde d'azote, chlorure de carbonyle, sulfure d'hydrogène | 3 ans |
| Récipients et tuyauteries contenant un fluide toxique ou corrosif vis-à-vis des parois de l'équipement sous pression | 6 ans |
| Autres récipients, tuyauteries et générateurs de vapeur | 10 ans |

5.2.1 Le suivi sans plan d'inspection

La périodicité commune entre deux inspections périodiques est fixée à 4 ans maximum.

De plus, des périodicités spécifiques s'appliquent à certains équipements :

- 2 ans pour les générateurs de vapeur et les ACAFR ;
- 1 an pour les bouteilles de plongée et les récipients mobiles non métalliques.

La périodicité entre deux requalifications varie selon le type d'équipement (voir tableau ci-dessus).

5.2.2 Le suivi avec plan d'inspection

Le plan d'inspection couvre un équipement individuel ou un lot d'équipements ayant des caractéristiques de fabrication et des conditions d'exploitation homogènes. Il définit les actions minimales de surveillance à réaliser et comprend :

- un examen visuel régulier des accessoires de sécurité, des accessoires sous pression, des dispositifs de régulation ou de sécurité,
- des inspections et requalifications périodiques.

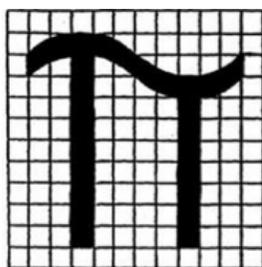
Le délai maximal entre deux inspections périodiques, ou après la date de mise en service, est laissé à l'initiative de l'exploitant sans être supérieur à 6 ans.

Pour les tuyauteries, il est laissé à l'initiative de l'exploitant dans le cadre de ses procédures.

Le délai maximal entre deux requalifications ou après la date de mise en service ne peut pas être supérieur à 12 ans. Pour les tuyauteries, il est précisé dans un guide approuvé.

Pour les ESP installés dans des équipements contenant un catalyseur chimique, les périodicités des vérifications sont portées, respectivement, à 7 et 14 ans. Cet aménagement d'échéance est également applicable aux équipements des unités amont et aval de celles-ci

5.3. LES DIFFÉRENTS TYPES DE MARQUAGE



Le marquage « Tête de cheval »

Poinçon attestant de la réussite des équipements sous pression aux épreuves mentionnées dans les premières ordonnances royales de 1823. Historiquement, le poinçon apposé par le service des Mines présente la tête de cheval tournée à gauche alors qu'un centre travaillant pour le service des Mines apposera le poinçon avec la tête tournée à droite.

Le marquage CE

Marquage attestant que l'équipement sous pression est conforme aux exigences essentielles de sécurité applicables de la législation d'harmonisation de l'Union Européenne. Ce marquage permet sa libre circulation dans toute l'Union Européenne.

Le marquage Pi

Marquage indiquant que l'équipement sous pression transportable est conforme aux exigences applicables en matière d'évaluation de la conformité, définies dans **l'arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres** (dit « arrêté TMD ») et dans **le décret du 28 juin 2011 relatif aux équipements sous pression transportables**.

6 • RISQUES LIÉS À L'UTILISATION DES ESP

6.1. RISQUES LIÉS À LA PRESSION

En cas de rupture de confinement (enceinte, tuyauterie, bouteille...), une onde de choc, accompagnée d'un bruit soudain et de forte intensité (claquement...), peut être générée. L'éclatement peut engendrer des fragments lancés à très grande vitesse, transformer un flexible en fouet et une bouteille de gaz en un projectile violemment propulsé.

En cas de chute ou de choc d'une bouteille de gaz, le chapeau ou le robinet peuvent également être transformés en projectile.

Enfin, la manœuvre d'un détendeur sous pression présente toujours un risque.

6.2. RISQUES SPÉCIFIQUES SELON LES ÉQUIPEMENTS

Les appareils à pression de gaz

Pour ces équipements, il faut craindre les projections d'éclats en cas de rupture de l'enceinte ou en cas de défaillance d'une partie fragile, mais aussi les fuites de gaz qui peuvent conduire à des intoxications et à des explosions.

Les appareils à pression de vapeur

Les risques principaux résultent de jets de vapeur ou d'eau surchauffée en cas de fuite, de projections d'éclats en cas de rupture brutale de l'enceinte ou des tubulures. La fiche 3 traite plus particulièrement des autoclaves à stérilisation.

Les appareils à pression de liquide

Les risques résultent principalement de jets du liquide contenu en cas de fuite, ou de « fouettement » des tuyauteries flexibles en cas de rupture.

Les appareils à pression négative (vide)

Les risques, analogues aux précédents, proviennent principalement d'une implosion due à un choc ou d'une implosion spontanée résultant d'un matériau fragilisé (verre étoilé par exemple).



Presse multi-enclumes

© Hubert RAGUET/CNRS Photothèque

Les montages expérimentaux

Il faut considérer dans ce domaine :

- soit les montages fonctionnant habituellement à la pression atmosphérique ou à une pression pour laquelle, compte tenu des caractéristiques de l'appareillage, le risque d'explosion est limité, mais qui peuvent être soumis accidentellement à une surpression ou une dépression,
- soit des appareils utilisés à des pressions de service élevées (positives comme négatives).

Si, pour ces différents types de montages, les conséquences d'un accident sont identiques à celles des équipements à pression, les mesures de prévention peuvent être spécifiques (**Fiche 4**).



Evaporateur rotatif.

© Sébastien GODFREY/CNRS Photothèque

6.3. RISQUES ASSOCIÉS AUX ESP

Les principaux risques associés sont liés à l'utilisation de gaz et de liquides cryogéniques :

- En premier lieu, il faut considérer la nature chimique du produit mis en œuvre dans l'ESP. La **fiche 5** présente les pictogrammes signalant les différents dangers associés à ces produits.
- Par ailleurs, les risques et les précautions liés à la mise en œuvre de bouteilles de gaz (transport, manutention, mise en service...) sont plus particulièrement développés dans les **fiches 6**.

6.3.1 Liés à la nature du gaz

- Les gaz comburants permettent et entretiennent la combustion : air, oxygène, protoxyde d'azote, chlore...
- Les gaz combustibles brûlent ou explosent en présence d'un comburant : hydrogène, monoxyde de carbone, acétylène...
- Les gaz neutres ou inertes peuvent, en cas de fuite, provoquer une asphyxie par manque d'oxygène (anoxie) (**Figure 2**).
- Les gaz toxiques sont des poisons à partir d'une certaine concentration et en fonction de la durée de l'exposition : dioxyde de soufre, arsine, phosphine, hydrogène sulfuré...
- Les gaz corrosifs attaquent différentes matières comme la peau, les muqueuses, les vêtements, les métaux : dioxyde de soufre, bromure d'hydrogène, chlorure d'hydrogène, fluorure d'hydrogène, iodure d'hydrogène...



Autoclave d'hydrogénation sous pression.

© Claude DELHAYE/CNRS Photothèque

Concernant le risque chimique, plus d'informations sont disponibles dans le cahier de prévention sur les risques chimiques (à paraître).

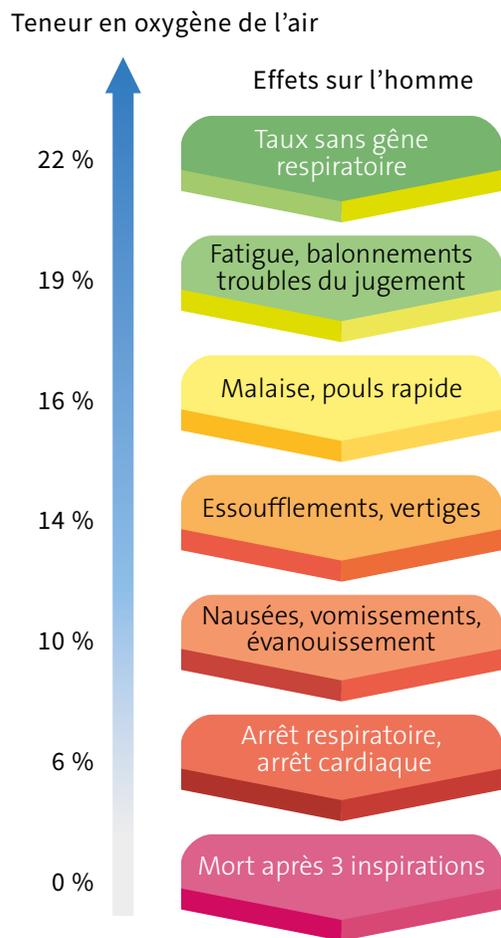


Figure 2 Taux d'oxygène dans l'air et conséquences pour l'homme

6.3.2 Liés à la manutention

Les bouteilles de gaz sont des équipements lourds qui, lors de leur transport et de leur manutention, peuvent provoquer des dorsalgies et/ou, en cas de chute, des blessures (contusions ou fractures).

6.3.3 Liés à l'état physique du produit (liquide cryogénique, carboglace)

- Brûlures et gelures de la peau dues aux très basses températures,
- Brûlures des voies aériennes supérieures par inhalation de gaz froid (hélium gazeux à - 40 °C),
- Explosion : augmentation de la pression due au fort taux d'expansion liquide/gaz (carboglace dans un réfrigérateur, dysfonctionnement de la soupape de sécurité d'un vase Dewar...),
- Asphyxie : abaissement de la teneur en oxygène de l'atmosphère suite au phénomène de sublimation (stockage de carboglace dans une chambre froide...) ou en cas de renversement d'un liquide cryogénique (exemple : 1 litre d'azote liquide génère 650 litres de gaz à température ambiante).
- Incendie : enrichissement en oxygène autour des conteneurs de liquide cryogénique par condensation de l'oxygène de l'air en oxygène liquide à leur surface.



© Christophe HARGOUES / IGM / CNRS Photothèque

Échantillons de lignées cellulaires dans de l'azote liquide.

7 • PRÉVENTION

Les mesures de prévention de ce chapitre s'appliquent à la plupart des ESP. Par ailleurs, pour certains types d'installation (autoclaves à stérilisation, montages expérimentaux et bouteilles de gaz), des mesures spécifiques de prévention sont traitées dans les fiches correspondantes (**Fiches 3, 4 et 6**).

7.1. INFORMATION ET FORMATION

Le personnel qui a en charge ces équipements doit être informé des risques présents ainsi que des mesures de prévention à observer pendant leur utilisation.

Après avoir été formé, le personnel reconnu apte et compétent sera habilité par l'exploitant (le directeur d'unité).

7.2. CONSIGNES DE SÉCURITÉ

La mise en place au sein de l'unité de notices, procédures, consignes d'utilisation d'ESP intégrant la prévention du risque et la conduite à tenir en cas d'accident est obligatoire et indispensable. Ces documents doivent être maintenus à jour et connus des utilisateurs.

7.3. ACHAT D'UN ÉQUIPEMENT

- Avant l'achat d'un ESP, il faut s'assurer qu'il n'existe pas de solution de substitution: générateur d'hydrogène en remplacement de bouteilles d'hydrogène, pompes à membranes au lieu de trompes à vide, matériel en inox à la place de la verrerie...
- Jusqu'à mai 2002, le poinçon «tête de cheval» ou le marquage CE garantissent la conformité de l'appareil; après cette date, seul le marquage CE assure sa conformité.
- Le fabricant doit remettre à l'acheteur une déclaration de conformité en langue française, délivrée par un organisme notifié d'un pays de l'union européenne. Le marquage CE devra être apposé sur l'appareil.
- Le choix des équipements doit être adapté aux besoins: tailles de bouteilles...
- Seul le matériel garanti par le constructeur doit être utilisé (manomètre, raccords...).
- Toute adaptation doit être réalisée par le constructeur et être soumise à un contrôle par un organisme habilité.

7.4. IMPLANTATION

Elle doit prendre en compte:

- les propriétés des produits mis en œuvre (inflammabilité, corrosion, toxicité...),
- la nature de la réaction (exothermique...),
- les conditions d'utilisation (volume, pression, température).

Pour toute utilisation de gaz, une ventilation adaptée doit être prévue.

Dans le cas des bouteilles de gaz, lorsque la configuration des locaux le permet, une aire de stockage aménagée à l'extérieur du bâtiment est à privilégier. Pour certains gaz qui ne peuvent supporter des basses températures (exemple: éthylène/point critique 9°C à 50 bars), une armoire de sécurité doit être installée dans le laboratoire.

7.5. UTILISATION

- Tout ESP doit être utilisé dans les conditions (température, pression, nature de fluide) prévues à la conception et reprises dans la notice d'instruction destinée à l'opérateur.
- Tout ESP ayant fait l'objet d'une modification importante (performances, destination ou type originel de l'équipement) doit avoir une nouvelle évaluation de sa conformité.
- Tout ESP ayant fait l'objet d'une réparation ou d'une modification non importante doit faire l'objet d'un contrôle par un organisme habilité.
- L'emploi de ce type d'équipements doit être fait par des personnes qualifiées et formées.
- Les personnes autorisées à manipuler et/ou utiliser les ESP doivent être clairement identifiées au sein de l'unité. Leur nom doit être affiché à proximité de ces équipements.
- Avant toute utilisation, il convient d'effectuer un examen visuel pour détecter la présence de corrosion, d'échauffement anormal ou de fuite.

- Lors de l'utilisation d'ESP, selon la nature des risques, des équipements de protection sont mis en œuvre :
 - de type protection collective (EPC): détecteurs de gaz dangereux, ventilation, chaînage des bouteilles de gaz, chariot porte-bouteille, câbles anti-fouet, écrans de protection, enveloppes métalliques à mailles...,
 - de type protection individuelle (EPI): masque ou appareil respiratoire, chaussures et gants de sécurité (notamment pour le transport et la manutention de bouteilles de gaz), détecteur de gaz portatif, lunettes de sécurité...
- Les dates et les rapports de visite (inspections, réparations) doivent être consignés sur le registre de sécurité.
- Après un arrêt prolongé, et si l'exploitant n'a pas pris les dispositions nécessaires au maintien en bon état de marche de l'équipement, la remise en service doit être précédée d'une inspection, voire d'une requalification si le délai entre deux inspections périodiques est expiré.



Mise en place d'une cellule haute pression contenant un échantillon, dans une presse Paris-Edimbourg.

© Vanessa CUSIMANO/ILM/CNRS Photothèque

8 • CONDUITE À TENIR EN CAS D'ACCIDENT

La hiérarchisation des actions à mener en cas d'accident sera appréciée au cas par cas, en fonction de l'évaluation des risques propres à la situation de travail et en fonction de la présence ou non de victime(s).



8.1. RUPTURE D'UNE ENCEINTE EN SURPRESSION OU EN DÉPRESSION - EXPLOSION BRUTALE D'UNE ENCEINTE SOUS PRESSION

Ce type d'explosion peut générer des dommages importants dus, d'une part à l'onde de choc qu'elle induit (effet de souffle ou blast), d'autre part à la libération de produits dangereux.

En présence de victime(s) de nombreuses lésions sont possibles (oreille, système digestif...). Il convient d'appeler rapidement les secours (secouristes, pompiers, SAMU) et de connaître la conduite à tenir (**Fiches 7**).

Par ailleurs, si les produits libérés représentent un danger :

- se protéger avant d'intervenir (port d'appareil respiratoire isolant ou de masque, gants...),
- faire évacuer la zone concernée,
- appeler les secours.

Si nécessaire, faire décontaminer les locaux par une entreprise spécialisée avant de les réoccuper.

8.2. FUITE DE GAZ OU DÉVERSEMENT DE LIQUIDE CRYOGÉNIQUE

Se munir de protections individuelles adaptées (appareil respiratoire isolant, gants...) selon que le fluide libéré est toxique (CO...), corrosif (NH₃...) ou neutre (N₂...).

Si le gaz est inflammable (C₂H₂...) ou comburant (O₂...), éliminer toutes possibilités d'étincelles en coupant notamment l'alimentation électrique.

Lorsque la fuite se situe à l'intérieur d'un bâtiment, ouvrir si possible les fenêtres pour renouveler l'air (sauf pour des gaz très toxiques) et fermer l'accès au local. En cas de risque important, faire évacuer la zone et délimiter un périmètre de sécurité.

Arrêter la fuite en fermant le robinet, en étant équipé des EPI adaptés (appareil respiratoire isolant...). Si cela n'est pas possible et en cas de danger, alerter les services de secours (pompiers) et le fournisseur pour faire évacuer la bouteille. **Ne jamais intervenir en apnée.**

En présence de victime(s), appeler rapidement les secours (secouristes, pompiers, SAMU).



Mise en place d'une cellule haute pression contenant un échantillon, dans une presse Paris-Edimbourg.

ANNEXE 1

RÉGLEMENTATION/DOCUMENTATION

Textes réglementaires

- **Directive européenne 2014/29/UE du 26 février 2014** relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des récipients à pression simples.
- **Directive européenne 2014/68/UE du 15 mai 2014** relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression.
- **Décret 2015-799 du 1er juillet 2015 relatif aux produits et équipements à risques.**
- **Décret n° 2016-1925 du 28 décembre 2016 relatif au suivi en service des appareils à pression.**
- **Arrêté du 23 juillet 1943 relatif à la réglementation des appareils de production, d'emmagasiner ou de mise en œuvre des gaz** (en vigueur jusqu'au 31 décembre 2019).
- **Arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres** (dit « arrêté TMD »).
- **Arrêté du 25 juin 2012 portant modification de l'arrêté du 3 mai 2004 relatif à l'exploitation des récipients sous pression transportables.**
- **Arrêté du 13 janvier 2015 portant création d'un téléservice de déclaration de mise en service d'équipements sous pression** dénommé « Déclaration de mise en service ».

- **Arrêté du 20 novembre 2017 relatif au suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simples.**
- **Décision BSERR 2019-056 du 24 mai 2019 relative à la reconnaissance du guide professionnel** pour l'élaboration de guides et cahiers techniques professionnels servant à l'élaboration de plans d'inspections pour le suivi en service des équipements sous pression et des récipients à pression simples
- **Code de l'environnement : Livre V - Titre V - Chapitre VII** - Art L.557-1 à L.557-61.
- **Norme NF-EN 1089-Bouteilles à gaz transportables** Identification de la bouteille à gaz (GPL exclu) - Partie 3 : code couleur (norme d'application obligatoire)

Documentation

- Brochure « **Les bouteilles de gaz - identification, prévention lors du stockage et de l'utilisation** », ED 6369, INRS.
- Fiche pratique de sécurité « **Codage couleur de tuyauteries rigides** », ED88, INRS.
- Encyclopédie des gaz, Air liquide : <https://encyclopedia.airliquide.com/fr>

ANNEXE 2

DÉFINITIONS SELON LA RÉGLEMENTATION DES ESP

Accessoires de sécurité

Dispositifs destinés à la protection des équipements et ensembles contre le dépassement des limites admissibles, y compris des dispositifs pour la limitation directe de la pression, tels que les soupapes de sûreté, les dispositifs à disques de rupture, les tiges de flambage, les dispositifs de sécurité asservis et des dispositifs de limitation qui mettent en œuvre des moyens d'intervention ou entraînent la coupure, ou la coupure et le verrouillage, tels que les commutateurs actionnés par la pression, la température ou le niveau du fluide et les dispositifs de mesure, de contrôle et de régulation jouant un rôle en matière de sécurité.

Accessoires sous pression

Dispositifs jouant un rôle opérationnel et dont l'enveloppe est soumise à pression.

Appareil à couvercle amovible à fermeture rapide

Tout générateur de vapeur ou récipient comportant au moins un couvercle, un fond ou une porte amovible dont la fermeture ou l'ouverture est obtenue par une commande centralisée, sauf lorsqu'il s'agit de dispositif à fermeture autoclave.

Assemblages permanents

Assemblages qui ne peuvent être dissociés sauf par des méthodes destructives.

Chômage d'une installation

Période pendant laquelle un équipement ou une installation n'est pas exploité, mais soumis à des dispositions de conservation nécessaires au maintien de son bon état.

Contrôle

Opération au sens de l'article L. 557-28 du code de l'environnement ou technique spécifique utilisée pour évaluer l'état d'un équipement.

Date de mise en service

Date de la première utilisation de l'équipement ou de l'ensemble par l'utilisateur, attestée par l'exploitant, ou à défaut la date de vérification finale.

Dimension nominale (DN)

Désignation, sous la forme des lettres DN suivies d'un nombre, de la dimension commune à tous les éléments d'un système de tuyauterie autres que les éléments indiqués par leur diamètre extérieur ou par la taille du filet; il s'agit d'un nombre arrondi à des fins de référence et qui n'a pas de relation stricte avec les cotes de fabrication.

Éléments amovibles

Parties facilement démontables ne conduisant pas à un endommagement lors de son démontage.

Ensemble

Plusieurs équipements sous pression assemblés par un fabricant pour former un tout intégré et fonctionnel.

Équipements néo-soumis

Équipements sous pression construits avant le 29 mai 2002 dont les caractéristiques de pression maximale admissible (PS) et de volume ou de dimension nominale (DN) ne leur rendaient pas applicables les dispositions relatives à la construction et au suivi en service du moment.

Équipements sous pression

Récipients, tuyauteries, accessoires de sécurité et accessoires sous pression (y compris, le cas échéant, les éléments attachés aux parties sous pression, tels que les brides, piquages, raccords, supports et pattes de levage) dont la pression maximale admissible PS est supérieure à 0,5 bar.

ANNEXE 2 • DÉFINITIONS SELON LA RÉGLEMENTATION DES ESP

Examen visuel

Contrôle visuel effectué sans démontage ni essai, en vue de détecter des endommagements apparents ou des erreurs matérielles créant une situation préjudiciable à la sécurité.

Exploitant

Le propriétaire de l'équipement, son mandataire ou représentant dûment désigné.

Fluides

Gaz, liquides et vapeurs en phase pure ainsi que les mélanges de ceux-ci ; les fluides peuvent contenir une suspension de solides.

Générateur de vapeur

Tout équipement sous pression, assemblage d'équipements sous pression ou ensemble dans lequel de l'énergie thermique est apportée à un fluide, en vue de l'utilisation extérieure de l'énergie et éventuellement du fluide lui-même, lorsque sa température maximale admissible excède 110 °C.

Sont considérés comme fluides au sens de la présente définition :

- la vapeur d'eau,
- l'eau surchauffée,
- tout fluide caloporteur dont la température d'ébullition, sous la pression atmosphérique normale, est inférieure à 400 °C, et lorsque sa température maximale admissible excède 120 °C, et que la pression effective de la vapeur produite ou susceptible de se produire peut excéder un bar,
- tout mélange de vapeur d'eau ou d'eau surchauffée avec un autre fluide sous pression.

Est également considéré comme générateur de vapeur tout équipement sous pression, assemblage d'équipements sous pression ou ensemble comportant une ou plusieurs enceintes fermées, dans lesquels de l'eau est portée à une température supérieure à 110 °C sans que le fluide ne fasse l'objet d'une utilisation extérieure. Par exception, un équipement sous pression, un assemblage d'équipements sous pression ou un ensemble ne sont pas considérés comme générateur de vapeur si l'énergie qu'ils reçoivent est apportée directement ou indirectement par un fluide provenant lui-même d'un générateur de vapeur.

Gaz

Gaz, gaz liquéfié, gaz dissous sous pression, vapeur, y compris la vapeur d'eau et l'eau surchauffée, ainsi qu'un liquide dont la pression de vapeur, à la température maximale admissible, excède de plus de 0,5 bar la pression atmosphérique normale (1 013 mbars).

Intervention

Toute réparation ou modification d'un équipement.

Inspection périodique

Opération de contrôle destinée à 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, et comprenant une vérification extérieure, une vérification intérieure le cas échéant, un examen des accessoires de sécurité et des investigations complémentaires en tant que de besoin.

Mise à nu

Retrait des dispositifs d'isolation thermique et phonique ne permettant pas d'accéder aux parois de l'équipement.

ANNEXE 2 • DÉFINITIONS SELON LA RÉGLEMENTATION DES ESP

Mise en service

Première utilisation d'un équipement sous pression ou d'un ensemble par son utilisateur.

Modification

Tout changement apporté soit à l'équipement, soit à ses conditions d'exploitation lorsque ces dernières ne s'inscrivent pas dans les limites prévues par le fabricant.

Pression

La pression exprimée par son écart à la pression atmosphérique, le vide étant exprimé par une valeur négative.

Pression maximale de service (PS)

Pression maximale qui peut être exercée dans les conditions normales d'utilisation du récipient.

Récipient

Enveloppe conçue et construite pour contenir des fluides sous pression, y compris les éléments qui y sont directement attachés jusqu'au dispositif prévu pour le raccordement avec d'autres équipements; un récipient peut comporter un ou plusieurs compartiments.

Récipient fixe

Récipient qui n'est pas déplacé durant le cours normal de son exploitation. Toutefois, sont considérés comme mobiles, les récipients exploités dans un autre lieu que leur lieu de remplissage.

Récipients à pression simples

Récipients réunissant l'ensemble des caractéristiques suivantes :

- 1° Les récipients sont soudés, destinés à être soumis à une pression intérieure supérieure à 0,5 bar et à contenir de l'air ou de l'azote, et ne sont pas destinés à être soumis à la flamme.
- 2° Les parties et assemblages contribuant à la résistance du récipient à la pression sont fabriqués soit en acier de qualité non allié, soit en aluminium non allié ou en alliages d'aluminium non trempant.
- 3° Les récipients sont constitués des éléments suivants:
 - a) soit d'une partie cylindrique de section droite circulaire fermée par des fonds bombés convexes ou des fonds plats. Ces fonds sont de même axe de révolution que la partie cylindrique;
 - b) soit de deux fonds bombés de même axe de révolution.
- 4° La pression maximale de service du récipient est inférieure ou égale à 30 bars et le produit de cette pression par sa capacité (PS . V) est au plus égal à 10 000 bars-litres.
- 5° La température minimale de service n'est pas inférieure à -50 °C et la température maximale de service n'est pas supérieure à +300 °C pour les récipients en acier ou à +100 °C pour les récipients en aluminium ou en alliage d'aluminium.

Requalification périodique

Opération de contrôle destinée à montrer qu'un équipement est apte à fonctionner en sécurité en tenant compte des dégradations prévisibles jusqu'à la prochaine échéance d'une opération de contrôle ou jusqu'à sa mise hors service, à condition que l'équipement soit exploité conformément à la notice d'instructions ou à défaut au dossier d'exploitation; dans le cas du suivi en service avec plan d'inspection, la requalification périodique permet de s'assurer que les opérations de contrôle prévues par le plan d'inspection ont été mises en œuvre. Elle intègre notamment l'analyse des résultats de tous les contrôles et inspections effectués depuis la requalification périodique précédente, ou à défaut depuis les contrôles effectués à la mise en service de l'équipement neuf ou après une modification importante.

Spécifications techniques

Document fixant les exigences techniques devant être respectées par des équipements sous pression ou des ensembles.

Température minimale/maximale admissible (TS_{\min} , TS_{\max})

Températures minimale et maximale pour lesquelles l'équipement sous pression ou l'ensemble est conçu, spécifiées par le fabricant.

Tuyauteries

Composants de canalisation, destinés au transport des fluides, lorsqu'ils sont raccordés en vue d'être intégrés dans un système sous pression; les tuyauteries comprennent notamment un tuyau ou un ensemble de tuyaux, le tubage, les accessoires de tuyauterie, les joints d'expansion, les flexibles ou, le cas échéant, d'autres composants résistant à la pression; les échangeurs thermiques constitués de tuyaux et destinés au refroidissement ou au réchauffement de l'air sont assimilés aux tuyauteries.

Vérification intérieure ou extérieure

Contrôle visuel détaillé, éventuellement complété par des contrôles non destructifs simples tels que des mesures d'épaisseurs en vue de s'assurer que les zones affectées par des dégradations visibles ne sont pas susceptibles de porter atteinte à la capacité de résistance de l'équipement.

Volume (V)

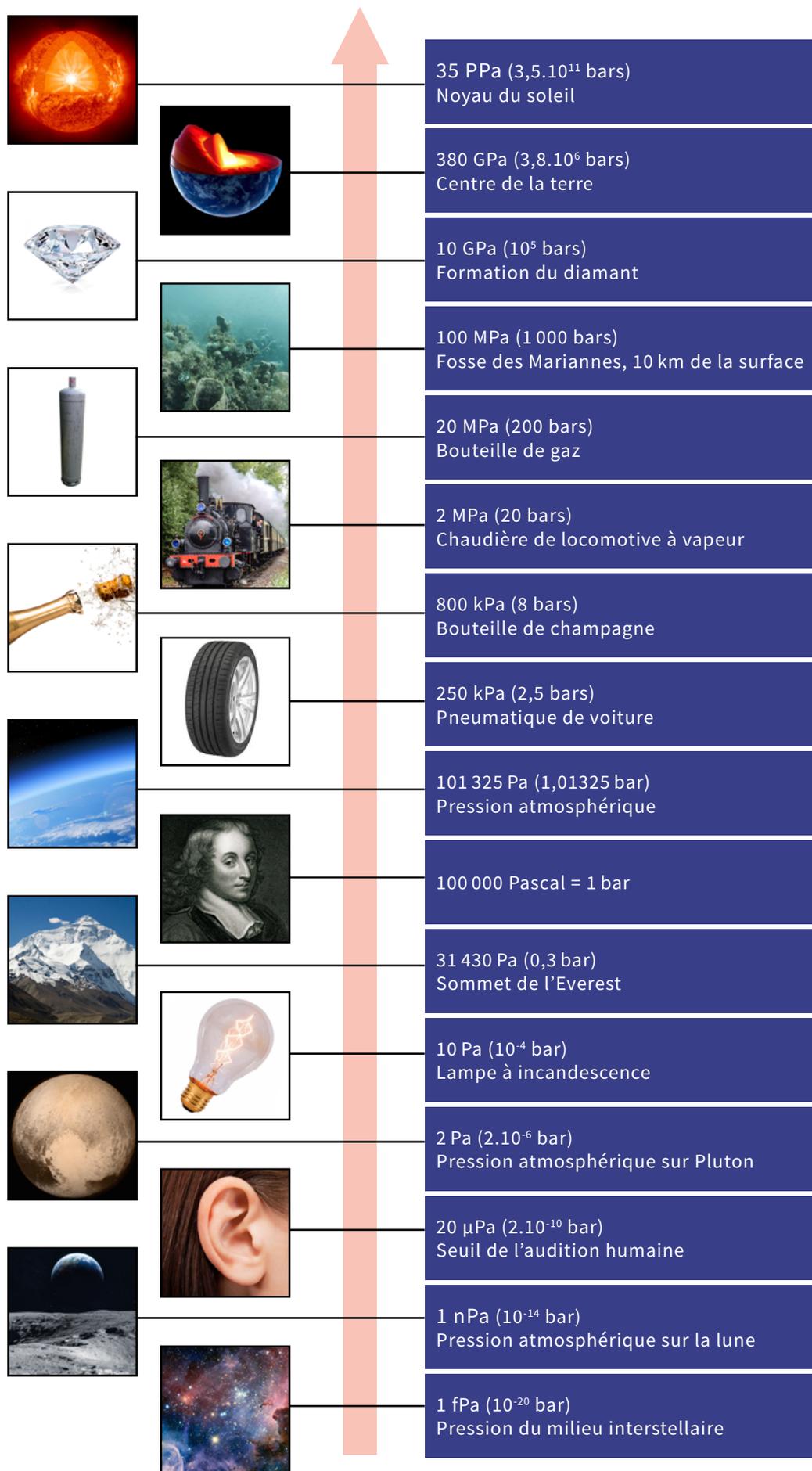
Volume interne de chaque compartiment, y compris le volume des raccordements jusqu'à la première connexion et à l'exclusion du volume des éléments internes permanents.

ANNEXE 3

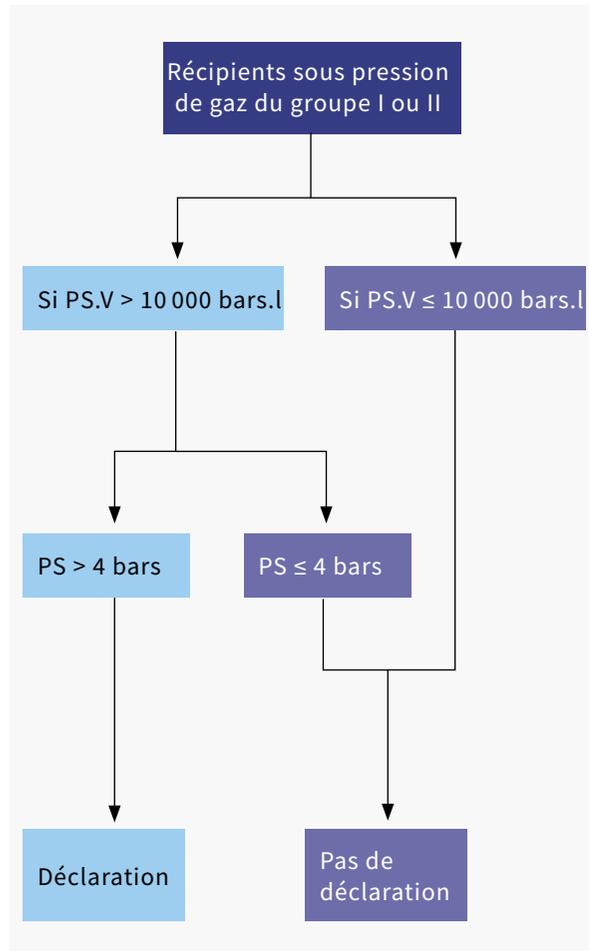
GLOSSAIRE

| | |
|-------------------------|--|
| ACAFR | appareil à couvercle amovible à fermeture rapide |
| ADR | accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route |
| ATEX | atmosphère explosive |
| CE | communauté européenne |
| DN | dimension nominale, nombre arrondi sans relation avec les cotes de fabrication désignant une tuyauterie (DN suivi d'un nombre) |
| DREAL | direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement |
| DRIEE | direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie |
| EPI | équipement de protection individuelle |
| ESP | équipement sous pression |
| GV | générateur de vapeur |
| PED | pressure equipment directive |
| PS | pression de service ou pression maximale admissible |
| SAMU | service d'aide médicale urgente |
| TMD | transport des marchandises dangereuses |
| TS_{min} | température minimale/ |
| TS_{max} | maximale admissible |
| V | volume interne |

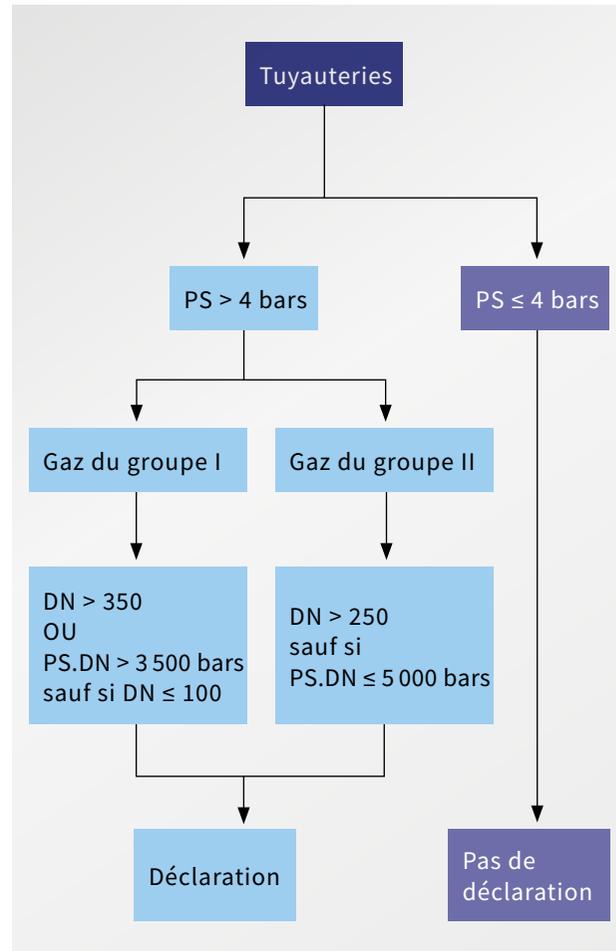
FICHE 1 • EXEMPLES DE NIVEAUX DE PRESSION (ORDRE DE GRANDEUR)



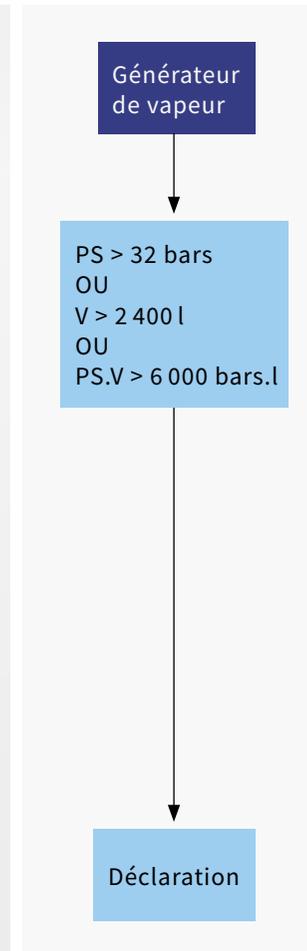
FICHE 2 • SEUILS DE DÉCLARATION DES ÉQUIPEMENTS



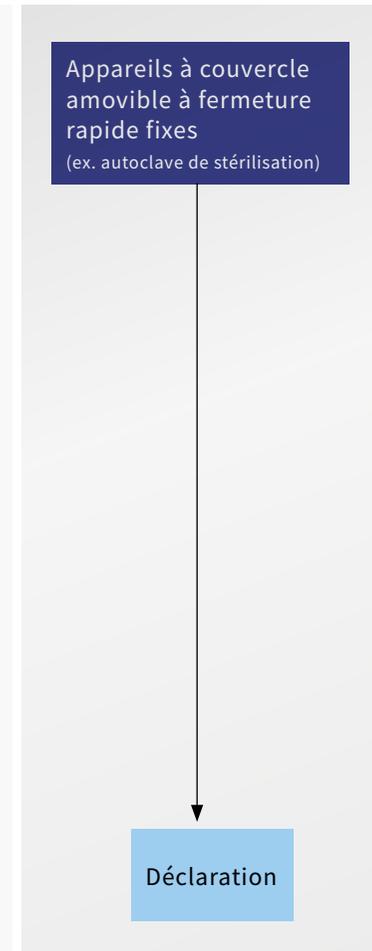
a. Les récipients sous pression de gaz



b. Les tuyauteries



c. Les générateurs de vapeur



d. Les appareils à couvercle amovible à fermeture rapide fixes

FICHE 3 • AUTOCLAVES À STÉRILISATION

Les risques

Les risques principaux résultent de jets de vapeur ou d'eau surchauffée, ou de projections d'éclats en cas de rupture brutale de l'enveloppe ou des tuyauteries (en particulier, lorsque le couvercle n'est pas convenablement fermé ou verrouillé, ou lors de l'ouverture en fin de cycle de travail alors qu'il reste dans l'appareil une pression résiduelle de vapeur).

L'énergie emmagasinée dans le récipient, libérée soudainement, peut entraîner des blessures sérieuses à toute personne se trouvant à proximité, ainsi que des dommages aux installations.

Obligations du directeur d'unité

- à l'achat, s'assurer de la conformité : marquage CE et remise du certificat d'épreuve par le constructeur, ainsi que la notice d'instructions,
- déclarer l'acquisition à la DREAL (en région)/DRIEE (en île-de-France) via l'application LUNE de déclaration de mise en service des équipements sous pression.

> Cliquez ici pour accéder à l'application LUNE

- avoir en sa possession la notice d'instructions, la déclaration à la DREAL/DRIEE, l'attestation de conformité, le registre de sécurité contenant les procès-verbaux de requalifications et de visites (d'entretien et d'inspection) et indiquant les incidents relatifs à l'utilisation de l'appareil,
- s'assurer de la formation du personnel et lui délivrer une autorisation de conduite,
- faire procéder aux différents contrôles réglementaires, dont le contrôle de mise en service,
- veiller à l'entretien soigneux de tous les organes mécaniques, électriques ou pneumatiques.

Implantation

L'autoclave étant source de bruit et de chaleur, il est conseillé de l'éloigner d'un poste de travail fixe.

Une ventilation efficace de la pièce (naturelle ou mécanique) doit être prévue.



© Adobe stock

Prévention des risques

- toute personne susceptible d'utiliser ce matériel doit bénéficier d'une formation à la conduite d'autoclave à la suite de laquelle elle pourra être habilitée par le directeur d'unité.
- un recyclage est recommandé tous les 3 ans.
- les consignes d'utilisation (voir page suivante) et la liste des personnes habilitées sont affichées à proximité de l'appareil,
- des gants résistants à la chaleur sont à disposition des utilisateurs.

Contrôles périodiques

Les contrôles périodiques sont réalisés par un organisme habilité.

- Inspection

La première inspection doit avoir lieu au plus tard un mois après la mise en service, et peut coïncider avec le contrôle de mise en service puis :

- si suivi sans plan d'inspection : inspection tous les 2 ans
- si suivi avec plan d'inspection : à l'initiative de l'exploitant (directeur d'unité) sans être supérieur à 6 ans.

- Requalification périodique
- si suivi sans plan d'inspection : tous les 10 ans*
- si suivi avec plan d'inspection : le délai maximal entre deux requalifications ou après la date de mise en service ne peut pas être supérieur à 12 ans.

Consignes générales d'utilisation Ces consignes doivent être adaptées à chaque type d'appareil, en se reportant à la notice du constructeur

FERMETURE DE L'APPAREIL

Dans le cas des appareils à commande manuelle :

- vérifier l'état du joint et fermer la porte. Si besoin, vérifier le niveau d'eau,
- vérifier le bon assujettissement de la porte,
- vérifier que la vanne de mise à l'atmosphère est en pleine ouverture,
- admettre la vapeur dans l'appareil ; dès que celle-ci s'écoule par la vanne de mise à l'atmosphère, fermer cette dernière,
- contrôler la mise sous pression de l'appareil (manomètre indicateur ou enregistreur).

Dans le cas des appareils à cycle automatique :

- vérifier l'état du joint et fermer la porte. Si besoin, vérifier le niveau d'eau,
- vérifier le bon assujettissement de la porte,
- mettre en route le programme de stérilisation en suivant les prescriptions du constructeur,
- contrôler la mise sous pression de l'appareil (manomètre indicateur ou enregistreur).

OUVERTURE DE L'APPAREIL

Dans le cas des appareils à commande manuelle :

- fermer l'arrivée de vapeur,
- ouvrir la vanne de vidange (décompression),
- contrôler l'absence de pression sur le cadran du manomètre,
- ouvrir le robinet de l'orifice témoin : s'assurer qu'aucune pression ne subsiste dans l'appareil et qu'aucune vapeur ne sort au débouché,
- déverrouiller et ouvrir la porte.

Dans le cas des appareils à commande automatique :

- se reporter à la notice du constructeur.

RECOMMANDATIONS

- si des liquides sont stérilisés, attendre au moins une demi-heure avant l'ouverture,
- en cas de surchauffe due à un manque d'eau, le thermostat de sécurité arrête l'alimentation électrique : dans ce cas, éteindre l'appareil et le laisser refroidir.

* périodicité ramenée à 3 ou 6 ans selon la nature du fluide contenu (se référer au tableau présenté au **paragraphe 5.2.1.**)

FICHE 4 • MONTAGE EXPÉRIMENTAL

Les principes énoncés dans cette fiche s'appliquent à l'implantation d'appareils ou de réacteurs à fonctionnement continu ou discontinu pour lesquels :

- les propriétés des produits mis en œuvre (inflammabilité, toxicité, corrosion...),
- la nature de la réaction (exothermique...),
- les conditions expérimentales (température, pression...)

nécessitent une analyse des risques au moment de la conception et avant la mise en service.



©LSPM - copropriété CNRS-ENGIE

Exemple : Groupe de surpression à 200 bars
(Voir schéma d'un montage expérimental type page suivante)

Implantation

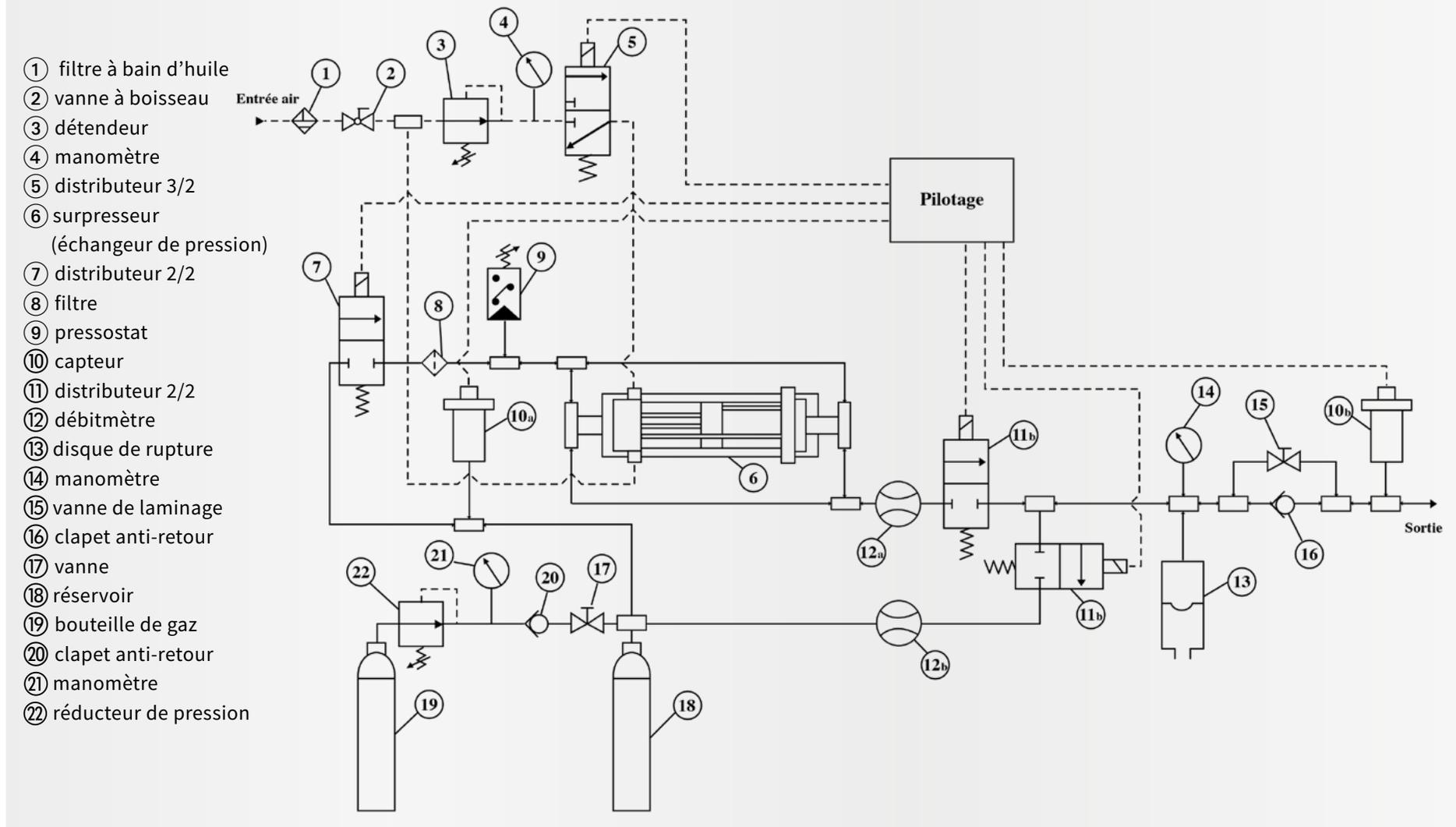
Selon ses caractéristiques (volume, pression, nature des fluides), l'équipement doit être implanté soit en site isolé, soit en laboratoire avec des protections adaptées (type « rhinoband » - voir photo en fin de fiche).

Appareil

Il doit comporter des systèmes de protection contre les risques de surpression (soupapes, disques de rupture, vannes de dépressurisation). Le fluide dépressurisé doit aboutir dans un conduit à l'air libre, dans un endroit isolé. Des précautions supplémentaires (confinement) doivent être prises pour les gaz présentant un danger.

Les commandes de dépressurisation ou d'évacuation rapide sont installées à l'extérieur de l'enceinte de protection, dans un endroit protégé et accessible en permanence. Les équipements doivent être reliés à la terre.

Schéma de montage expérimental type



FICHE 4 • MONTAGE EXPÉRIMENTAL

Exploitation

Toutes les précautions sont prises et toutes les consignes nécessaires sont données pour assurer une exploitation, un entretien et une surveillance convenables du matériel (contrôles périodiques d'usure et de corrosion...).

Les manœuvres doivent toujours s'effectuer à distance. De plus, en cas de commandes manuelles, celles-ci sont agencées de façon à éviter toute projection vers l'opérateur en cas d'accident.

RECOMMANDATIONS

BOUTEILLES :

- toujours les attacher (sangles ou chaînes),
- utiliser le raccord adapté (se référer au fournisseur) et vérifier son étanchéité.

TUBES ET FLEXIBLES :

- choix en fonction de la pression d'utilisation (se référer au fournisseur) : à épaisseur égale, la pression est divisée par deux lorsque le diamètre double,
- chaînage à un point fixe,
- mise en forme : l'utilisation d'une cintreuse est indispensable. Le rayon de courbure sera fonction du diamètre (rayon de courbure ≥ 5 fois le diamètre),
- interdiction de plier en étai et de chauffer.

VANNES ET MANODÉTENDEURS :

- choix en fonction de la pression utilisation :
 - vanne : pression de service +10 %
 - manodétendeur pour remplissage d'autoclave : de sa valeur maximale
- fixation au support afin d'éviter tout risque de torsion des tuyauteries,
- pour les montages sous très haute pression (plusieurs GPa), la pression à l'état statique doit toujours être sous le pointeau afin d'éviter la fatigue des joints (Figure 3).

Démontage

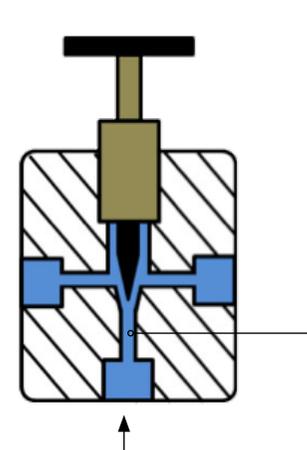
- dépressuriser l'ensemble dans une enceinte ventilée (sorbonne, hotte aspirante) ou à l'aide d'un flexible à l'évent,
- il doit être facile, toute résistance doit éveiller l'attention,
- ne jamais serrer ou desserrer un raccord sous pression.



Pointeau (en position haute)

Position haute = vanne ouverte

Position basse = vanne fermée



Arrivée de la pression

Figure 3 Coupe et schématisation d'une vanne

Protections collectives

- installer des grillages adaptés, type « rhinoband »: le choix des maillages, la fabrication et le montage doivent être réalisés par des spécialistes,
- mettre du polycarbonate (Lexan®, Makrolon®, Tuffak®) devant les manomètres qui seront fixés au bâti,
- laisser un espace derrière les manomètres (évent),
- le fonctionnement des générateurs de pression doit être asservi aux températures,
- prévoir des détecteurs adaptés (températures, gaz...),
- utiliser des soupapes et des disques de rupture adaptés à la pression de service et aux propriétés physico-chimiques du gaz utilisé.

Les disques ont une valeur d'éclatement de $\pm 10\%$ de la valeur nominale,

- ne jamais positionner de soupapes et de disques de rupture à hauteur du visage mais les diriger vers un évent.

La priorité doit être donnée aux disques de rupture: en effet, en cas de surpression, leur éclatement provoque l'arrêt de la manipulation et oblige l'expérimentateur à en rechercher la cause.

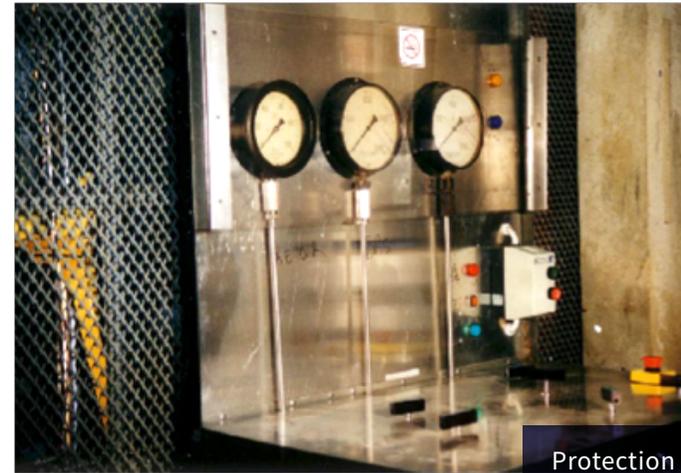
De plus, pour certains fluides (CO_2 , N_2O ...), l'emploi de soupapes est interdit car elles risquent de geler en cas de dépressurisation brutale.

Protection individuelle

- utiliser des masques en polycarbonate.

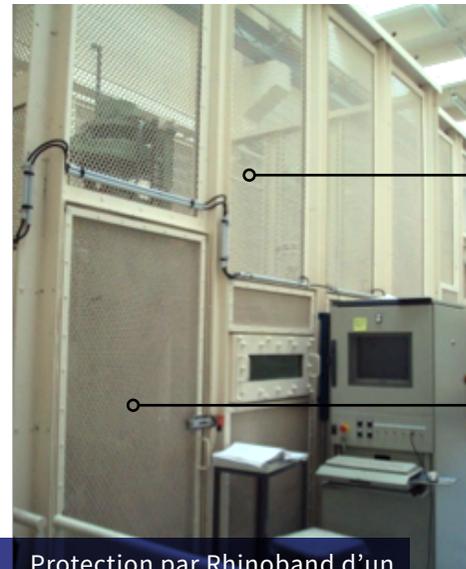
Consignes

- afficher les consignes à l'entrée des salles d'expérience,
- ne pas laisser l'expérience sans surveillance.



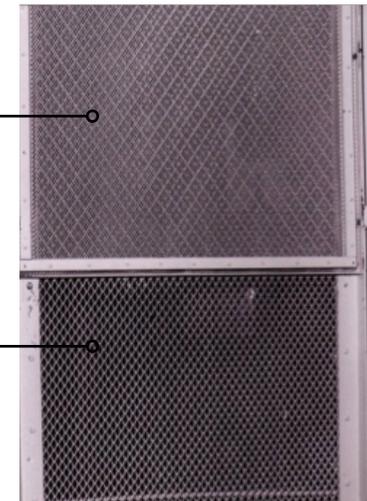
© LSPM - copropriété CNRS-ENGIE

Protection en polycarbonate



Protection par Rhinoband d'un ensemble de presses de 20 kbars

Rhinoband grand maillage



Rhinoband petit maillage

FICHE 5 • PICTOGRAMMES DE DANGER

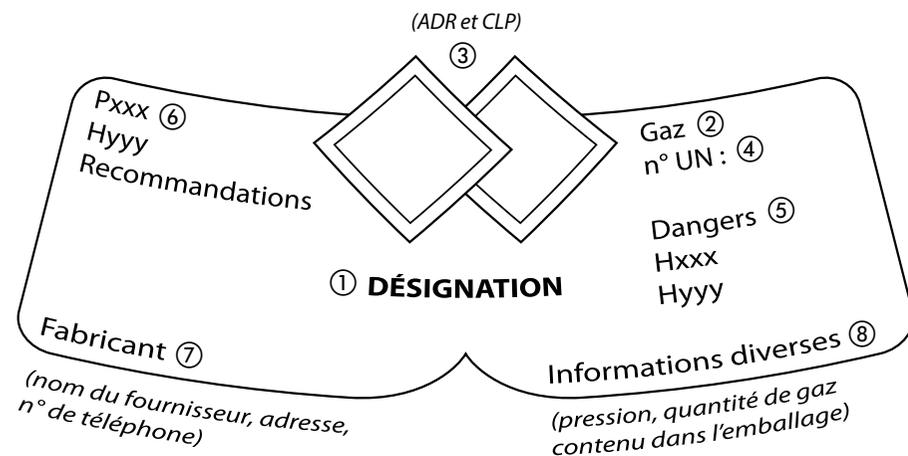
| | |
|---|--|
|  | <p>Gaz comburants, cat.1 Liquides comburants, cat. 1, 2, 3 Matières solides comburantes, cat 1, 2, 3</p> |
|  | <p>Gaz inflammables, cat. 1 Aérosols inflammables, cat. 1, 2 Liquides inflammables, cat. 1, 2, 3 Matières solides inflammables, cat. 1, 2 Substances et mélanges auto réactifs, type B, C, D, E, F Liquides pyrophoriques, cat. 1 Matières solides pyrophoriques, cat. 1 Substances et mélanges auto-échauffants, cat. 1, 2 Substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables, cat.1, 2, 3 Peroxydes organiques, type B, C, D, E, F</p> |
|  | <p>Toxicité aiguë (par voie orale ou cutanée ou par inhalation), cat. 1, 2, 3</p> |
|  | <p>Gaz comprimés Gaz liquéfiés Gaz liquides réfrigérés Gaz dissous</p> |
|  | <p>Corrosif pour les métaux, cat. 1 Corrosion cutanée, cat. 1A, 1B, 1C Lésions oculaires graves, cat. 1</p> |
|  | <p>Risque d'asphyxie</p> |
|  | <p>Présence de fluide cryogénique</p> |

FICHE 6.1 • LES BOUTEILLES DE GAZ - IDENTIFICATION

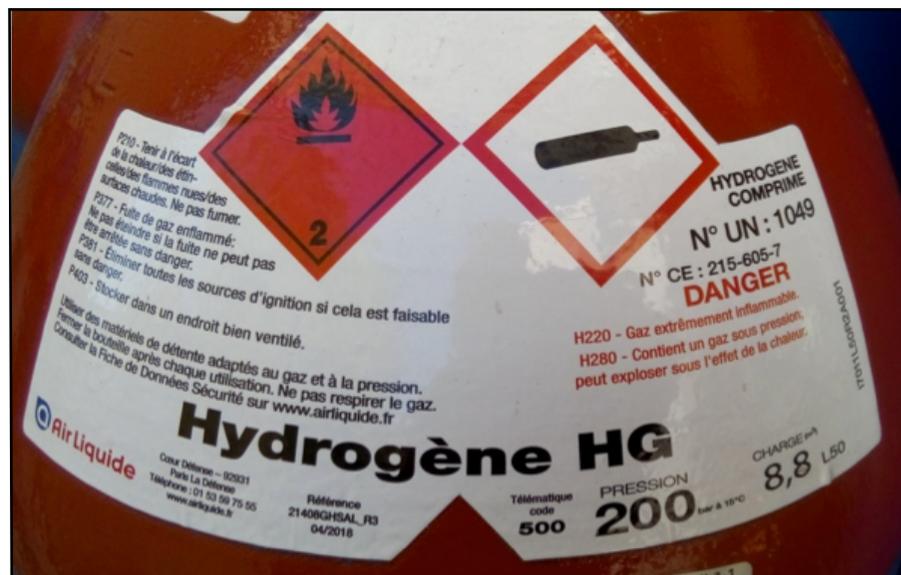
Les étiquettes

Apposées sur chaque bouteille, elles fournissent toutes les informations utiles sur le gaz contenu :

- ① Le nom du gaz
- ② Nature et composition chimique
- ③ Pictogramme(s) de danger
- ④ Code UN pour le transport
- ⑤ Mentions d'avertissement et de danger (H XXX)
- ⑥ Conseils de prudence (P XXX)
- ⑦ Nom et coordonnées du fournisseur
- ⑧ Informations diverses



Exemples d'étiquette apposée sur une bouteille d'argon et une bouteille d'hydrogène.



FICHE 6.1 • LES BOUTEILLES DE GAZ - IDENTIFICATION

Les couleurs conventionnelles des ogives

Dispositions de la norme NF-EN 1089-3:

Cette norme définit le codage couleur des ogives des bouteilles de gaz.

Règle générale: un risque = une couleur

Le codage est lié aux propriétés physico-chimiques ou toxicologiques du gaz.

Quatre grands risques sont définis:

| | |
|------------|-----------------------------------|
| JAUNE | toxique et/ou corrosif |
| ROUGE | inflammable/combustible |
| BLEU CLAIR | oxydant/comburant corrosif |
| VERT VIF | inerte/neutre |

Si un gaz ou mélange de gaz présente plusieurs risques, l'ogive est peinte selon le risque primaire, c'est-à-dire le plus important.

À NOTER

Lors de l'application de la norme NF-EN 1089-3, le gaz ou le mélange de gaz dont les couleurs d'identification changeaient par rapport à l'ancienne norme devait avoir l'ogive de la bouteille marquée par 2 « N » diamétralement opposés. Depuis lors, ces bouteilles ont subi un contrôle quinquennal ou décennal, si bien que leurs ogives ont été repeintes selon les règles de la norme et qu'il n'est plus nécessaire d'apposer la lettre N.

De plus, il existe des cas particuliers pour lesquels une couleur spécifique est attribuée à certains gaz:



Protoxyde d'azote
(bleu foncé)



Oxygène
(blanc)



Acétylène
(marron)



Dioxyde de carbone
(gris)



Hydrogène
(rouge foncé)



Hélium
(brun)



Azote
(noir)



Argon
(vert foncé)

FICHE 6.2 • LES BOUTEILLES DE GAZ - TRANSPORT

Généralités

- Fermer les robinets, même si les bouteilles sont vides.
- Ne pas laisser tomber les bouteilles violemment sur le sol.
- Les bouteilles doivent toujours avoir leur chapeau de protection (tulipe) vissé.
- Ne jamais transporter les bouteilles munies de leurs accessoires de régulation (manodétendeur, chalumeau...): les démonter après avoir fermé les bouteilles.
- Ne pas fumer.
- Éviter toute étincelle.
- Porter des équipements de protection individuelle: lunettes, gants, chaussures de sécurité.

Transport manuel

- Ne pas traîner ni soulever une grande bouteille par le chapeau.
- Ne pivoter les bouteilles que sur une surface plane et sur une courte distance, sinon utiliser un chariot porte-bouteille adapté.

Transport en véhicule

Le règlement des transports de marchandises dangereuses par route, dit ADR (Accord européen relatif au transport international des matières Dangereuses par Route), s'applique à tous les gaz industriels. Les obligations prévues par l'ADR peuvent être limitées dans certaines conditions (nature des gaz et quantités à transporter).

Quantité de gaz transportable avec des obligations restreintes¹

Elle dépend des types de gaz transportés. Ils sont répartis en trois catégories de transport:

- Catégorie 1: les toxiques (T, TC, TF, TOC, TFC), sauf l'ammoniac anhydre (UN1005) et le chlore (UN1017) dont la quantité maximale totale par unité de transport est de 50 kg
- Catégorie 2: les inflammables (F)
- Catégorie 3: les asphyxiants (A) et/ou comburants (O)

| Symboles | |
|----------|-------------|
| T | Toxique |
| C | Corrosif |
| F | Inflammable |
| O | Comburant |
| A | Asphyxiant |

Lorsque les bouteilles de gaz transportées dans l'unité de transport appartiennent à la même catégorie, la quantité maximale totale par unité de transport pour rester en dessous des seuils réglementaires est:

- Catégorie 1: 20
- Catégorie 2: 333
- Catégorie 3: 1 000

sachant que, par « quantité maximale totale par unité de transport », on entend:

- pour les gaz liquéfiés, les gaz liquéfiés réfrigérés et les gaz dissous, la masse nette en kilogrammes;
- les gaz comprimés, la contenance nominale² du récipient en litres.

EXEMPLES

- Propane, butane (F gaz liquéfié), Acétylène (F, gaz dissous): 333 kilogrammes
- Hydrogène (F, gaz comprimé): 333 litres
- Argon, azote, oxygène, hélium (A ou O, gaz comprimés): 1 000 litres

¹ Selon l'article 1.1.3.6 de l'ADR

² « Contenance nominale du récipient », le volume nominal exprimé en litres de la matière dangereuse contenue dans le récipient. Pour les bouteilles à gaz comprimé, la contenance nominale sera la capacité en eau de la bouteille.

FICHE 6.2 • LES BOUTEILLES DE GAZ - TRANSPORT

Lorsque des bouteilles de gaz appartenant à des catégories de transport différentes sont transportées dans la même unité de transport, la somme des quantités de matière (Q) calculée selon la formule suivante ne doit pas dépasser 1 000 :

$$[(Q \text{ catégorie 1}) \cdot 50] + [(Q \text{ UN1005 et UN1017}) \cdot 20] + [Q \text{ catégorie 2}] \cdot 3 + [Q \text{ catégorie 3}] < 1\,000$$

L'ADR considère qu'un emballage vide non nettoyé est tout aussi dangereux qu'un emballage plein.

IMPORTANT

Il faut toujours privilégier le transport par un gazier professionnel ou un transporteur spécialisé, en particulier pour les gaz toxiques.

Aménagements du véhicule

- système adéquat d'arrimage des bouteilles,
- véhicule ouvert, bâché ou disposant d'un système de ventilation permanent,
- séparation étanche entre le conducteur et les bouteilles, avec ventilation naturelle ou forcée indispensable,
- présence d'un extincteur à poudre d'une capacité minimale de 2 kg,
- présence d'une lampe antidéflagrante.

Formation du personnel

Les personnes devant effectuer ce type de transport doivent être formées de manière à répondre aux exigences imposées par l'ADR³.

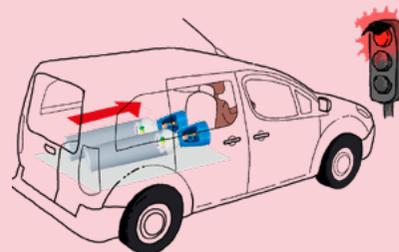
³ Selon l'article 1.3 de l'ADR

Recommandations

- Contrôler les bouteilles avant chargement.
- Arrimer les bouteilles pour éviter qu'elles ne roulent ou ne tombent du véhicule.

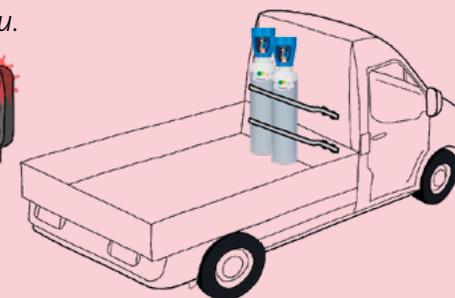
ATTENTION aux chocs

Même couchée dans un coffre, une bouteille peut devenir un dangereux projectile en cas de choc avant ou de tonneau.



Ce qu'il faut faire

Arrimer les bouteilles solidement.



- Stocker les bouteilles verticalement.
- Séparer les vides des pleines et l'oxygène des gaz inflammables.
- Équilibrer les charges.
- Ne pas laisser les bouteilles séjourner sans nécessité dans un véhicule.
- Protéger les bouteilles des rayons de soleil trop intenses.
- En cas de fuite : garer puis aérer le véhicule, fermer les robinets et prévenir le fournisseur.
- En cas d'inflammation ou d'incendie, ne pas s'approcher, écarter les curieux et prévenir ou faire prévenir les secours.

FICHE 6.3 • LES BOUTEILLES DE GAZ - PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

Local de stockage (conception et gestion)



LSPM - copropriété CNRS-ENGIE

- Idéalement, installer ce local en extérieur pour permettre une ventilation permanente et naturelle. Sinon, équiper le local d'une ventilation mécanique.
- Sécuriser l'accès.
- Aménager un accès facile et un sol en parfait état.
- Le maintenir à une température compatible avec la nature des gaz stockés. L'installation d'un auvent est conseillée pour protéger du soleil et des intempéries.
- Baliser la zone de stockage en fonction du risque.
- Afficher les consignes détaillant les mesures à prendre en cas de situation accidentelle.
- En cas de stockage de gaz inflammable, respecter la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX).

- L'équiper, si nécessaire, notamment si le local n'est pas en extérieur, d'armoires de stockage ventilées pour les gaz toxiques et corrosifs.
- Limiter les quantités de gaz stockés. Recourir à un contrat de location afin d'assurer une meilleure gestion des bouteilles de gaz en termes de sécurité et d'économie. Cas particulier de l'hydrogène : si possible, privilégier l'utilisation d'un générateur d'hydrogène en remplacement des bouteilles de gaz.
- Séparer les bouteilles par famille de risque.
- Ne pas stocker de bouteille non utilisée dans les laboratoires, ateliers...

Manutention

- Utiliser un chariot porte-bouteille adapté.
- Arrimer les bouteilles à un élément fixe, au 2/3 de leur hauteur, par une chaînette.
- Ne pas accompagner les bouteilles lors du transport en monte-charge et ascenseur.
- Porter les équipements de protection adaptés (chaussures de sécurité, gants de manutention...).
- Ne jamais déplacer une bouteille sans son chapeau de protection (tulipe ou cloche)
- Ne jamais essayer de rattraper une bouteille qui tombe.
- Soulever une bouteille jambes pliées et dos droit.



Tulipe



Cloche

FICHE 6.3 • LES BOUTEILLES DE GAZ - PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

Mise en service et utilisation

- Privilégier la distribution de gaz par des centrales extérieures aux bâtiments.
- Ventiler de façon permanente les locaux dans lesquels se trouvent des bouteilles de gaz (l'ouverture des fenêtres ou des portes ne constitue pas un moyen de ventilation).
- Adapter les quantités (volume et nombre de bouteilles) aux besoins de l'expérience.
- Tenir à jour l'inventaire des bouteilles de gaz en y intégrant leur date limite de requalification.
- Privilégier les raccords à des tuyauteries rigides. Si des canalisations souples sont utilisées, les fixer à l'aide d'un collier (quelle que soit la pression d'utilisation du gaz).
- Repérer les tuyauteries rigides selon les types de gaz avec les couleurs conventionnelles et, si possible, les noms.
- Utiliser les raccords, les robinets et les détendeurs adaptés.
- Ne jamais graisser un robinet.
- Manœuvrer les robinets à la main et sans forcer.
- Ouvrir lentement les robinets.
- Ne jamais bricoler un robinet et, s'il est défectueux, ne jamais essayer de le réparer.
- Ne jamais démonter un chapeau, sauf si la bouteille est prévue pour.
- Serrer les flexibles et les fixer pour éviter qu'ils ne fouettent (câbles anti-fouet ou chaînage au mur).
- Ne pas connecter de flexibles entre eux.
- Vérifier que le flexible est bien adapté à la pression et à la nature du gaz.
- Réduire au maximum la longueur des flexibles.
- Contrôler régulièrement les gaines de protection, les raccords, les filetages et les joints et respecter leur date de remplacement. Ne tolérer aucune fuite.
- Avoir à proximité un équipement de protection individuelle adapté.



- Installer des détecteurs de gaz adaptés à la nature des gaz utilisés. Les relier à une alarme sonore et visuelle. En fonction des risques, asservir la coupure de l'alimentation en gaz ainsi que le déclenchement d'une éventuelle ventilation forcée à des seuils de détection prédéfinis, notamment pour les gaz inflammables et toxiques.
- Éviter toutes sources d'inflammation en présence d'un gaz inflammable.
- Ne pas transvaser une bouteille dans une autre.
- Conserver les bouteilles vides de la même manière que les pleines.
- Maintenir obligatoirement en position verticale les bouteilles de gaz.
- Rendre au fournisseur toute bouteille présentant un défaut ou une détérioration (entaille, déformation due à un choc...) ou dont la date de requalification est dépassée (10 ans).
- Se procurer les fiches techniques sur les gaz auprès des fournisseurs.
- Baliser les zones d'utilisation des gaz en fonction des risques.
- Afficher les consignes détaillant les mesures à prendre en cas de situation accidentelle.

À NOTER

La date de la prochaine requalification figure sur une rondelle plastique située autour du robinet



Exemple
Bouteille à requalifier en 2023

Le blast ou effet de souffle correspond aux lésions causées par une onde de choc consécutive à une explosion. Il entraîne des projections (victimes et débris), des lésions et un effet thermique (brûlures) variables.

Principales lésions possibles

- Au niveau de l'oreille: atteinte du tympan avec baisse de l'audition voire surdité, acouphènes, saignements possibles.
- Au niveau digestif: dilatation des organes contenant de l'air (estomac, intestins) entraînant des saignements locaux voire des hémorragies (victime pâle avec douleurs abdominales) et secondairement des infections. Ces signes peuvent apparaître plusieurs heures après l'explosion.
- Au niveau des voies respiratoires supérieures: un saignement de nez, des difficultés respiratoires aiguës graves peuvent survenir se manifestant notamment par une cyanose (couleur bleuâtre de la peau).
- Au niveau cutané et muqueux: brûlures plus ou moins graves.
- Le déplacement de la masse d'air peut générer de multiples lésions liées à des projections d'objets plus ou moins lourds: fractures, plaies, délabrements de membres...

Conduite à tenir

L'appréciation de la gravité des atteintes n'étant pas évidente, il convient en attendant les secours:

- d'allonger la victime [sauf si elle tient à rester assise (difficultés respiratoires...)].
- d'apprécier le bilan vital (recours à un secouriste ou équivalent si possible) et de démarrer la réanimation cardiaque si nécessaire.
- d'agir sur les lésions aiguës (compression d'un point d'hémorragie, traitement de brûlures...).
- de rassurer la victime et de la surveiller jusqu'à prise en charge par une équipe médicale.
- de la couvrir selon les circonstances.

Une hospitalisation de 24h à 48h pour surveillance médicale s'avère généralement nécessaire.

AVIS MÉDICAL NÉCESSAIRE

Ne jamais laisser partir une personne, même apparemment indemne, des lieux d'une explosion avant qu'elle n'ait été examinée par un médecin.





© Frédéric MALIGNÉ/LHFA/CNRS Photothèque

Autoclaves permettant la réalisation de réactions sous très hautes pressions. Un autoclave est équipé d'un disque de rupture (pastille d'éclatement) qui s'apparente à un fusible sous pression afin de prévenir tout risque d'explosion. La chimie développée au sein du Laboratoire Hétérochimie Fondamentale et Appliquée (LHFA) combine recherche fondamentale de pointe (structures chimiques inusuelles, modes de liaisons originaux, nouvelles transformations chimiques) et des terrains d'applications dans des domaines à forts enjeux, tels que la catalyse et la nanochimie.

CNRS

COORDINATION NATIONALE DE PRÉVENTION ET DE SÉCURITÉ

1, place Aristide-Briand - 92195 Meudon Cedex

01 45 07 54 88

cnps@cnrs.fr

Conception graphique Dircom - Coconut graphics 0299457339

Réalisation Ifsem, service de l'imprimé

