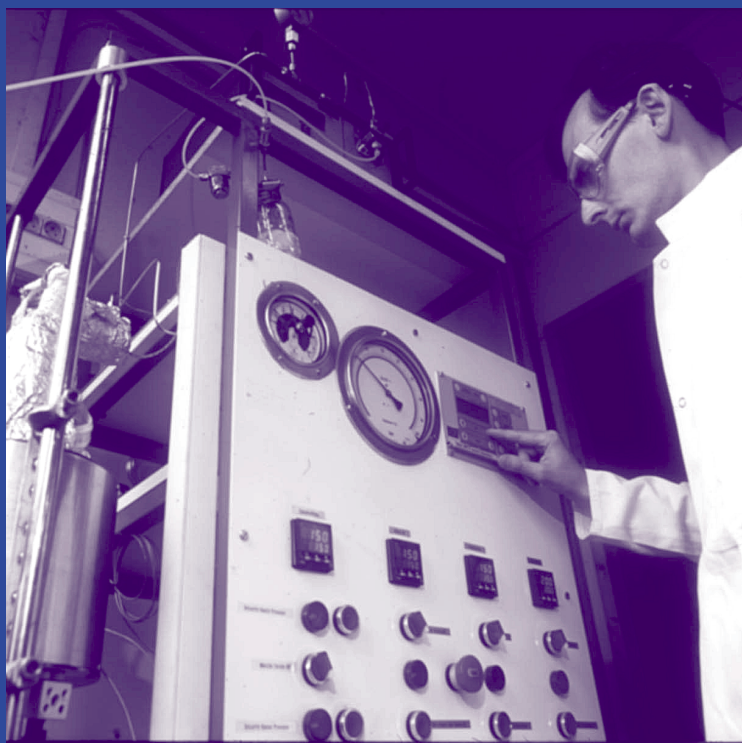


Les cahiers de prévention

- Santé
- Sécurité
- Environnement



Equipements sous pression



Inspection générale d'hygiène et de sécurité

1, place Aristide-Briand
92195 Meudon Cedex
Téléphone : 01 45 07 55 05
Fax : 01 45 07 53 03
Internet : www.sg.cnrs.fr/ighs

Photos de couverture : tous droits réservés. Copyright CNRS Photothèque / Photographe : Richard Lamoureux /
Modification des consignes de sécurité sur un réacteur travaillant sous flux et pression d'hydrogène.
Un dispositif de sécurité fiable est primordial sur ce type de réacteur afin d'éviter tout accident
(Réf Le Journal du CNRS juillet/août 2000)

Toute reproduction intégrale ou partielle ne peut-être réalisée sans le consentement des auteurs.

1^{re} édition

décembre 2002

Ce document a été élaboré par:

› **Patrick Boissinot**

ACMO du laboratoire d'ingénierie des matériaux et des hautes pressions du CNRS, et membre du réseau Technologie des Hautes Pressions.

› **André Brendel**

Inspecteur régional d'hygiène et de sécurité, délégation Rhône-Alpes du CNRS, site Vallée du Rhône

› **Marie-Ange Jacquet**

Inspectrice générale adjointe d'hygiène et de sécurité du CNRS

› **Roger Lallier**

Adjoint au responsable des services généraux, délégation Ile de France Ouest et Nord du CNRS

› **Dominique Terrillon**

Inspecteur régional d'hygiène et de sécurité, délégation Provence du CNRS

› **Janine Wybier**

Inspectrice régionale d'hygiène et de sécurité, délégation Ile de France Ouest et Nord du CNRS

Sommaire

1	Introduction	p 5
2	Objectifs du cahier de prévention	p 6
3	Appareils à pression rencontrés dans les laboratoires	p 7
4	Réglementation	p 8
4.1	Réglementation française antérieure à la directive européenne	p 8
4.2	Nouvelle réglementation française issue de la directive européenne	p 9
5	Risques liés à l'utilisation de ces appareils	p 11
5.1	Les appareils à pression de gaz	p 11
5.2	Les appareils à pression de vapeur	p 11
5.3	Les appareils à pression de liquide	p 11
5.4	Les appareils utilisés sous vide	p 11
5.5	Montages expérimentaux	p 11
6	Prévention	p 12
6.1	Achat d'un équipement	p 12
6.2	Implantation	p 12
6.3	Utilisation	p 12
6.4	Contrôles	p 13
7	Conduite à tenir en cas d'accident	p 14
7.1	Explosion brutale d'une enceinte à pression	p 14
7.2	Fuite de gaz sur une bouteille	p 14
	Références bibliographiques	p 15

FICHES

- Fiche 1** Evolution de la réglementation
- Fiche 2** Autoclaves à stérilisation
- Fiche 3** Bouteilles de gaz
- Fiche 4** Montage expérimental sous pression

1

Introduction

La présence d'appareils sous pression est courante au CNRS du fait des activités de recherche qui y sont menées (autoclaves, appareillages sous haute pression ou dépression, bouteilles de gaz...) mais également des installations liées aux bâtiments (chaudières, compresseurs ...) et à leur sécurité (extincteurs).

Par conséquent, toute personne peut être concernée par l'utilisation de ce type de matériel : il est donc important d'en connaître les risques.

En effet, un défaut de maintenance ou une mauvaise manipulation peuvent conduire à une explosion, une implosion ou à la rupture d'éléments fragiles (joints, hublots, détendeurs...) qui auront pour effet des projections d'éclats à grande vitesse, des ondes de chocs, des fuites de liquide ou de gaz.

A la suite de tels accidents, les opérateurs se trouvant à proximité sont généralement victimes de blessures graves (traumatismes violents, coupures, brûlures...)

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

Objectifs du cahier de prévention

Les informations qui vous sont fournies dans ce guide doivent vous permettre d'identifier les dangers de vos installations et appareils et de mettre en œuvre une prévention adaptée. Cette prévention doit se faire 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 : expérimentateurs confirmés ou débutants, ainsi que des agents de maintenance (plombier, chauffagiste, manutentionnaire dans le cas du transport de bouteilles de gaz...).

Ne seront pas traités:

- la conception et la fabrication des appareils, car cela doit rester du domaine des spécialistes,
- les dangers liés à l'utilisation des extincteurs,
- les installations frigorifiques,
- les risques associés (qui seront mentionnés mais non développés).

Nous avons souhaité créer un document utilisable et utilisé par le plus grand nombre dans nos établissements.

Ce cahier de prévention comporte deux parties :

- le corps du document dans lequel seront présentés les différents appareils, la réglementation, les différents risques et leur prévention,
- des fiches traitant des particularités de certains types d'appareils (autoclaves, bouteilles de gaz, équipements sous pression) ainsi que de la réglementation.

Son élaboration est le résultat de réflexions menées au sein d'un groupe de travail composé d'un expérimentateur, d'inspecteurs d'hygiène et de sécurité et d'un responsable de maintenance de bâtiment.

3

Appareils rencontrés dans les laboratoires

□ Appareils sous pression

- de gaz > compresseurs, bouteilles, réservoirs, tuyauteries et accessoires
- > autoclaves pour réacteur
- de vapeur > chaudières, autoclaves à stérilisation
- de liquide > équipements hydrauliques

□ Appareils sous vide

- > évaporateurs, dessiccateurs

□ Montages expérimentaux

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

Depuis mai 2002, la nouvelle réglementation issue de la directive européenne remplace la réglementation française antérieure, pour l'achat de nouveaux équipements

4.1

Réglementation française antérieure à la directive européenne

Des textes réglementaires successifs imposent que les appareils à pression soient soumis à des contrôles de construction et à une épreuve initiale. Elle doit être exécutée avant la mise en service par le service des Mines du département (DRIRE : direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement) qui délivrera un certificat d'épreuve. Puis des réépreuves périodiques, à la charge du propriétaire de l'appareil, devront être réalisées.

La réglementation française tient 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 appareils 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 réépreuves doivent être faites sous pression hydraulique à une pression égale à 1,5 fois la pression de service.

Cette réglementation comprend principalement le décret du 2 avril 1926 relatif aux appareils à pression de vapeur, le décret du 18 janvier 1943 relatif aux appareils à pression de gaz, et les arrêtés ministériels des 15 janvier 1962 et 6 décembre 1982.

Cette réglementation s'applique pour :

<p>Récipients</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pression effective supérieure à 4 bars et • Produit pression (bar) X volume (litre) supérieur à 80 	<p>Compresseurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pression supérieure à 10 bars et • Produit pression (bar) X débit (m³/min) supérieur à 50
---	---

Bien que les laboratoires travaillent souvent à des pressions très élevées, certains équipements échappent à la réglementation en raison d'un volume réduit.

Nouvelle réglementation française issue de la directive européenne

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 sous le décret du 13 décembre 1999.

Cette réglementation fait apparaître une extension du champ d'application :

- Elle 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 contenant un liquide, aux accessoires et aux dispositifs de sécurité,
- tous les équipements et ensembles dont la pression de service est supérieure à 0,5 bar sont concernés à l'exception des produits déjà couverts par d'autres textes réglementaires (extincteurs par exemple) et ceux sans risque réel (pneumatiques, réseau de distribution d'eau et bouteilles de boisson gazeuse).

Suite à la parution de ce décret, l'arrêté du 15 mars 2000 définit les nouvelles règles d'exploitation des équipements sous pression (voir fiche 1 sur l'évolution de la réglementation). Elles font apparaître trois facteurs principaux de classification :

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

Pour définir le groupe auquel appartient un fluide, il faut se reporter aux dispositions européennes sur la classification et l'étiquetage des substances dangereuses (directive 67/548/CEE et ses modifications).

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

A titre d'information

En tenant compte de ces trois facteurs principaux ainsi que des paramètres : pression maximale de service, volume (pour les réservoirs) ou diamètre nominal (pour les tuyauteries), on arrive ainsi à obtenir 9 tableaux qui sont ensuite répartis en quatre catégories (I, II, III, IV).

Ces équipements doivent porter un marquage CE (qui remplace la tête de cheval) mais aussi un marquage précisant l'identification du fabricant et certaines caractéristiques (volume, pression d'épreuve...).

Inspections périodiques

Elles comprennent au minimum :

- une vérification extérieure de l'équipement,
- le bon fonctionnement des organes de sécurité,
- une vérification intérieure pour ce qui est des récipients et des générateurs de vapeur.

Pour déterminer la périodicité, compte tenu des nombreux paramètres, il est conseillé de prendre contact avec l'organisme chargé de l'inspection.

4.2.2

Requalifications périodiques

La requalification périodique, qui remplace l'ancienne réépreuve, comprend :

- une inspection visuelle intérieure et extérieure,
- un examen des documents,
- une épreuve hydraulique (sauf pour les tuyauteries),
- un examen des accessoires de sécurité.

□ Intervalles entre deux requalifications :

2 ANS	Bouteilles de plongée
3 ANS	Récipients et tuyauteries contenant : fluor, fluorure de bore, fluorure d'hydrogène, trichlorure de bore, chlorure d'hydrogène, bromure d'hydrogène, tetroxyde (dioxyde) d'azote, chlorure de carbonyle (ou phosgène), sulfure d'hydrogène
5 ANS	Récipients et tuyauteries contenant un fluide toxique ou très toxique ou corrosif vis à vis des parois de l'équipement sous pression
10 ANS	Autres récipients, tuyauteries et générateurs de vapeur

Quel que soit le résultat, ces opérations de requalification périodique font l'objet d'un procès-verbal qui est remis à l'exploitant, et dont une copie est adressée à la DRIRE par l'organisme de contrôle.

Cette requalification est requise chaque fois qu'une nouvelle installation, une réparation ou une modification ont lieu sur l'équipement sous pression et lors d'un changement de propriétaire ou d'exploitant.

Les organismes habilités à réaliser ces contrôles sont notifiés par arrêtés ministériels.

4.2.3

Information et formation

Le personnel qui a en charge ces équipements doit être informé des risques présentés 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'employeur.

5

Risques liés à l'utilisation de ces appareils

5.1 Les appareils à pression de gaz :

Pour ces appareils, 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.

5.2 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.

5.3 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.

5.4 Les appareils utilisés sous vide

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

5.5 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 élevées,

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

6.1

Achat d'un équipement

- Jusqu'au 29 mai 2002, le poinçon « tête de cheval » ou le marquage CE garantit la conformité de l'appareil; après cette date, seul le marquage CE assurera la conformité. Le fabricant doit remettre à l'acheteur une déclaration de conformité en langue française, délivrée par un organisme agréé (ou 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,
- 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 agréé.

6.2

Implantation

Elle devra 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),
- il faudra prévoir une ventilation adaptée,
- pour les bouteilles de gaz, une aire de stockage sera aménagée à l'extérieur du bâtiment.

6.3

Utilisation

- Tout appareil doit être utilisé dans les conditions (température, pression, nature de fluide) prévues à la conception,
- toute réparation de ces appareils doit être réalisée par le constructeur ou une entreprise compétente, puis contrôlée par un organisme agréé,
- l'emploi de ce type d'appareils doit être fait par des personnes qualifiées et formées,
- des consignes concernant les procédures d'utilisation et la conduite à tenir en cas d'accident devront être affichées à proximité de l'installation. Elles comporteront également le nom des personnes autorisées à travailler sur ce matériel,
- lors de l'utilisation d'installations sous pression, selon la nature des risques, des équipements de protection seront mis en œuvre:
 - > de type collectif : détecteurs de gaz dangereux, chaînage des bouteilles de gaz, écrans de protection, enveloppes métalliques à mailles...
 - > de type individuel : masque ou appareil respiratoire si gaz toxiques, chaussures de sécurité pour le transport de bouteilles de gaz, lunettes...
- les dates et les rapports de visites (inspections, réparations) ainsi que les incidents et accidents doivent être consignés sur le registre de sécurité.

Contrôles

□ Avant toute utilisation

Effectuer un examen visuel pour détecter la présence de corrosion, d'échauffement anormal ou de fuite.

□ Contrôles périodiques

Outre l'épreuve initiale à leur mise en service, les équipements sont soumis à des inspections régulières et à des requalifications périodiques conformément à la réglementation.

□ Après un arrêt prolongé

La remise en service sera précédée d'une inspection.

Pour certains types d'installations, des mesures spécifiques de prévention sont traitées dans les fiches en Annexe.

Conduite à tenir en cas d'accident

7.1 Explosion brutale d'une enceinte sous pression

En présence de victime(s) ou de début d'incendie, appeler rapidement les secours spécialisés (secouristes, pompiers, SAMU).

Si les produits répandus 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.

7.2 Fuite de gaz sur une bouteille

Si le gaz est toxique ou corrosif, se munir de protections adaptées (appareil respiratoire isolant, gants,...).

Si le gaz est inflammable ou explosif, éliminer toutes possibilités d'étincelles (coupure de l'alimentation électrique).

A l'intérieur d'un bâtiment, fermer les portes, ouvrir les fenêtres pour renouveler l'air (sauf pour des gaz très toxiques). En cas de risque important, faire évacuer la zone et délimiter un périmètre de sécurité.

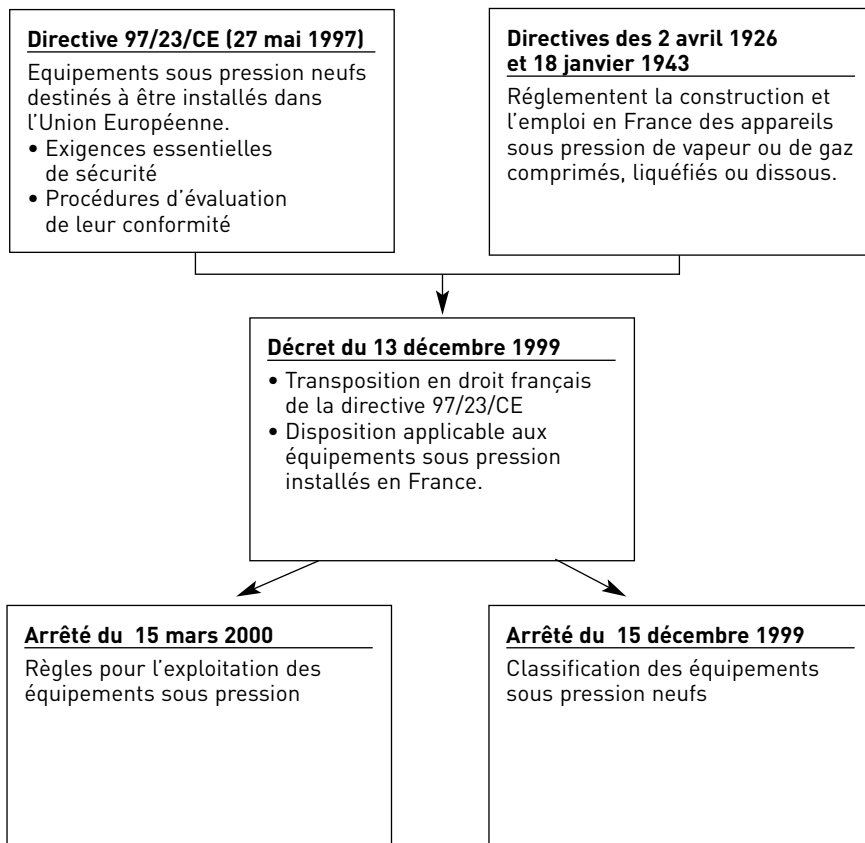
Si possible, arrêter la fuite en fermant le robinet. Si cela n'est pas possible et en cas de danger, alerter les services de secours (pompiers) et le fournisseur pour faire évacuer la bouteille. En présence de victime(s), appeler rapidement les secours spécialisés (secouristes, pompiers, SAMU).

Références bibliographiques

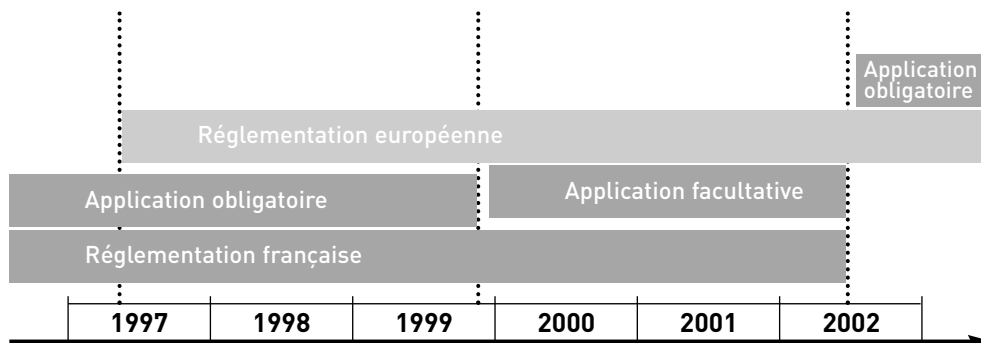
- «La réglementation européenne des équipements sous pression», (Plaquette disponible auprès du Secrétariat d'Etat à l'Industrie),
- « Encyclopédie des Gaz » (Elsevier/L'Air Liquide),
- Livre « Matériaux et joints d'étanchéité pour les hautes pressions - Marseille juin 98 » (Lavoisier, ISBN n° 2-7430-0286-7),
- « Equipements sous pression- Guide d'application de l'arrêté du 15 mars 2000 » (Sadave éditeur).

Evolution de la réglementation

Textes réglementaires



Achat de matériel : calendrier



□ Tableau comparatif

Ancien terme	Nouveau terme	Nouveautés /Commentaires
Appareils sous pression	Equipements sous pression	Récipients, générateurs, tuyauteries, robinetteries, accessoires de sécurité (clapets, soupapes...)
Canalisations	Tuyauteries	Obligation de maintenance
Propriétaire ou exploitant	Exploitant	Le responsable du bon état et des contrôles est l'exploitant qui est défini comme le propriétaire (sauf convention contractuelle particulière)
Contrôle initial	Contrôle de mise en service	La déclaration de mise en service doit être appuyée par un dossier d'installation pour les appareils soumis à contrôle de mise en service
Déclaration préfectorale	Déclaration de mise en service	
Organisme agréé	Organisme notifié ou habilité	La liste de ces organismes est publié au journal officiel
Registre d'entretien	Dossier de suivi	
Visite périodique	Inspection périodique	L'exploitant est tenu de suivre les recommandations de l'expert
Rapport de visite	Compte-rendu d'inspection	
Réparation, modification	Intervention	Obligatoirement conforme aux règles des équipements neufs
Réépreuve	Requalification	Porte non seulement sur l'appareil mais aussi sur les sécurités
Certificat d'épreuve	Procès-verbal de requalification	Procès-verbal d'épreuve et tous rapports d'inspections et d'essais

□ Rappels de l'ancienne réglementation

■ Pour l'achat : certificat d'épreuve délivré par le service des Mines

- dossier de construction,
- inspection visuelle,
- radiographie des soudures,
- épreuve sous pression hydraulique de 1,5 fois la pression de service,
- déclaration préfectorale.

■ Pour le contrôle : réépreuve

- enceinte : - 5 ans pour les appareils mobiles,
- 10 ans pour les appareils à poste fixe,
- bouteilles : identique aux enceintes.

Exceptions : 2 ans si le gaz est corrosif et 10 ans si le sigle ED figure près du poinçon (tête de cheval)

Autoclaves à stérilisation

□ Les risques

Les risques principaux résultent de jets de vapeur ou d'eau surchauffée, ou de projection d'éclats en cas de rupture brutale de l'enceinte 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 lorsqu'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,
- déclarer l'acquisition à la DRIRE,
- avoir en sa possession : la notice d'emploi, la déclaration à la DRIRE, 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,
- délivrer une autorisation de conduite pour ce personnel,
- 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.

□ Prévention des risques

- toute personne susceptible d'utiliser ce matériel doit bénéficier d'une formation à la conduite d'autoclave,
- les consignes d'utilisation seront affichées à proximité de l'appareil (voir au verso),
- des gants résistants à la chaleur seront à disposition des utilisateurs.

□ Contrôles périodiques

- tous les 18 mois, une inspection sera réalisée par un organisme habilité. La première devra avoir lieu au plus tard un mois après la mise en service, et pourra coïncider avec le contrôle de mise en service,
- une requalification devra avoir lieu tous les dix ans mais également suite à une nouvelle implantation, un changement d'exploitant ou une réparation importante.

■ Consignes générales d'utilisation

□ 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.

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

Les bouteilles de gaz

Risques

□ 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 :

Azote, argon, hélium, dioxyde de carbone...

Ils risquent, en cas de fuite, de provoquer une asphyxie par manque d'oxygène :

- moins de 18% d'oxygène dans l'air au lieu de 21% conduit à une fatigue inhabituelle,
- moins de 10% provoque des nausées, un évanouissement rapide,
- moins de 8% provoque un coma en 40 secondes, puis un arrêt respiratoire conduisant à la mort.



■ 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 vêtements, les métaux :

Dioxyde de soufre, bromure d'hydrogène, chlorure d'hydrogène, fluorure d'hydrogène, iodure d'hydrogène...



□ Liés à la pression

- en cas de rupture de l'enveloppe, du chapeau ou du robinet par chute ou choc, la bouteille peut être violemment propulsée,
- un flexible se transforme en fouet en cas d'éclatement,
- danger en cas de manœuvre d'un raccord sous pression...

□ Liés à la manutention

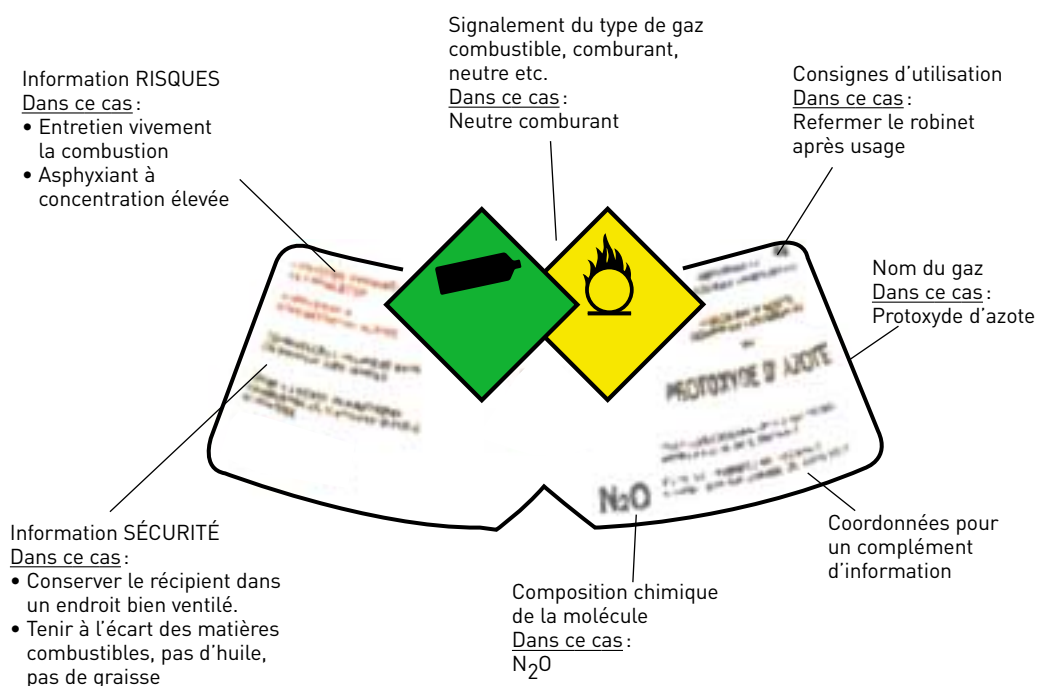
Les bouteilles de gaz sont des équipements lourds qui, lors de leur transport et de leur manutention, peuvent provoquer des dorsalgies et / ou, en cas de chute, des blessures (contusions ou fractures).

Les bouteilles de gaz

Identification

Les étiquettes

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

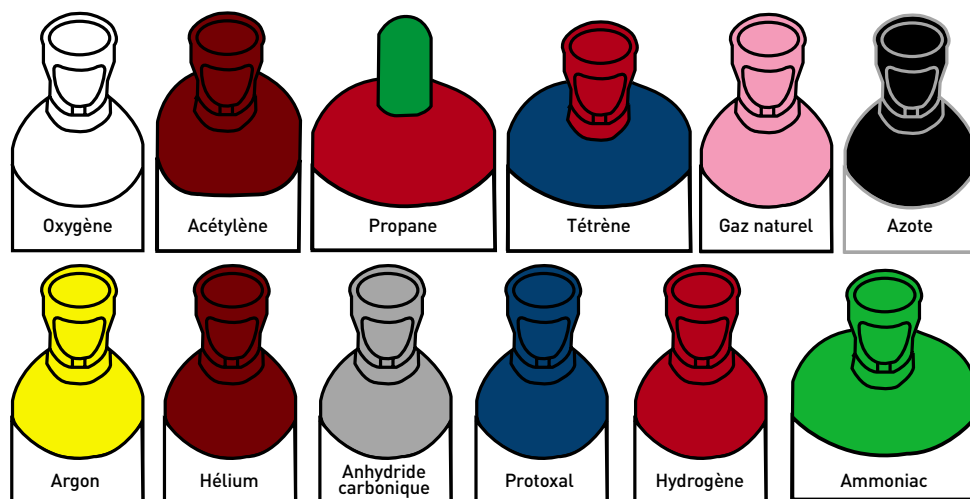


Cas du protoxyde d'azote

▣ Les couleurs conventionnelles des ogives

■ Dispositions de l'ancienne norme NF-X 08-106

- pour les gaz simples







- pour les mélanges de gaz

L'ogive est peinte dans la teinte du gaz dont la teneur est la plus importante, le ou les principaux autres constituants sont signalés par une ou plusieurs bandes horizontales peintes aux couleurs de ces constituants.

■ Dispositions de la nouvelle norme NF-EN 1089-3

Elle établit un nouveau code couleur des ogives, lié au risque principal du gaz contenu :
Code à 4 couleurs

Inerte / asphyxiant	
Inflammable	
Toxique et/ou corrosif	
Oxydant	

Les ogives correspondant à cette nouvelle norme sont signalées par la lettre **N**.

Pour certains gaz, la couleur n'a pas été modifiée :

Azote, Dioxyde de carbone, Hélium, Acétylène, Propane, Hydrogène, Oxygène, Protoxyde d'azote

L'application de cette norme se fera sur une durée de 10 ans à partir de 1998.

Pendant cette période, les anciennes couleurs côtoieront les nouvelles

Les bouteilles de gaz

Transport

□ Généralités

- fermer les robinets, même si les bouteilles sont vides,
- ne pas jeter les bouteilles violemment sur le sol,
- les bouteilles doivent toujours avoir leur chapeau de protection vissé,
- ne jamais transporter les bouteilles munies de leurs accessoires de régulation (manodétendeur, chalumeau, etc) : les démonter après avoir fermé les bouteilles,
- lors du transport de bouteilles d'oxygène ou de gaz inflammables, ne pas fumer,
- éviter toute étincelle,
- porter des équipements de protection individuels : 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

■ Réglementation

Le règlement des transports de matières dangereuses par route, dit arrêté ADR (Accord européen relatif au transport international des matières Dangereuses par Route), s'applique à tous les gaz industriels.

Les obligations dictées par l'ADR peuvent être limitées dans certaines conditions (nature des gaz et quantités à transporter).

■ Quantité de gaz transportable avec des obligations restreintes

Elle dépend des types de gaz transportés. On distingue trois catégories :

- **Catégorie 1** : les toxiques (T, TC, TF, TOC, TFC)
- **Catégorie 2** : les inflammables (F)
- **Catégorie 3** : les asphyxiants (A) et comburants (O)

A chacune de ces catégories est associée une quantité maximale totale par unité de transport à ne dépasser :

- **Catégorie 1** : 20
- **Catégorie 2** : 333
- **Catégorie 3** : 1000

L'unité est exprimée selon la nature du conditionnement : pour les gaz dissous, l'unité est la masse nette en kilogrammes et pour les gaz comprimés, l'unité est la contenance nominale en litres (une bouteille B50 a une contenance de 50 litres).

- Exemples :**
- Acétylène (F, gaz dissous) : 333 kilogrammes
 - Propane, butane, hydrogène (F, gaz comprimés) : 333 litres
 - Argon, azote, oxygène, hélium (A ou O, gaz comprimés) : 1000 litres

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

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

Aménagements du véhicule

- système adéquat de fixation des bouteilles,
- véhicule ouvert, bâché ou bien ventilé,
- 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 2kg.

□ Recommandations

- contrôler les bouteilles avant chargement,
- fixer les bouteilles pour éviter qu'elles ne roulent ou ne tombent du véhicule,
- 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.

Les bouteilles de gaz

Précautions d'utilisation

□ Local de stockage

- le choisir d'accès facile et avec un sol en parfait état,
- le ventiler correctement,
- le maintenir à une température inférieure à 50° C (protégé du soleil),
- baliser la zone de stockage en fonction du risque,
- séparer les bouteilles par famille de risque.

□ Manutention

- utiliser un chariot porte-bouteille adapté,
- arrimer les bouteilles,
- ne pas accompagner les bouteilles lors du transport en monte-charge,
- porter les équipements de protection adaptés,
- ne jamais déplacer une bouteille non équipée de son bouchon de sécurité et de son chapeau de protection,
- ne jamais essayer de rattraper une bouteille qui tombe,
- soulever une bouteille jambes pliées, dos droit.

□ Mise en service et utilisation

- privilégier la distribution de gaz par des centrales extérieures aux bâtiments.
- repérer les tuyauteries 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 l'un à l'autre.
- 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.
- avoir à proximité un équipement de protection individuel adapté.
- si besoin, travailler en présence d'un détecteur adapté.

- ne pas tolérer de fuite.
- éviter toutes sortes 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 liquéfié.
- rendre au fournisseur toute bouteille présentant un défaut (entaille, déformation due à un choc).
- signaler au fournisseur toute détérioration.

Pour obtenir des informations complémentaires et spécifiques sur les gaz que vous utilisez, demandez les fiches techniques à votre fournisseur.

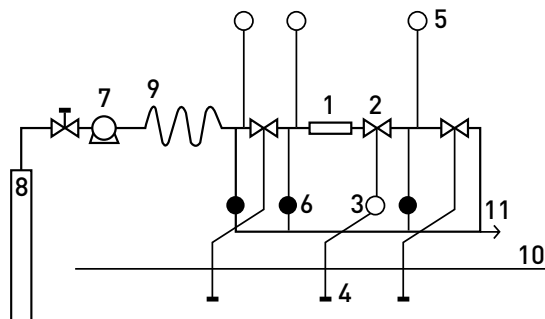
Montage expérimental

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.

□ Schéma type



- 1-Enceinte haute pression
- 2-Vanne
- 3-Commande
- 4-Poignée
- 5-Manomètre
- 6-Disque de rupture
- 7-Générateur de pression
- 8-Fluide
- 9-Four
- 10-Protection
- 11-Evacuation

□ Implantation

Selon ses caractéristiques (volume, pression, nature des fluides), l'équipement devra être implanté soit en site isolé, soit en laboratoire avec des protections adaptées (type rhinoband [10]).

□ Appareil

Il devra comporter des systèmes de protection contre les risques de surpression (soupapes, disques de rupture [6], vanne de dépressurisation [2]). Le fluide dépressurisé devra aboutir dans un conduit à l'air libre, dans un endroit isolé [11]. Des précautions supplémentaires (confinement) doivent être prises pour les gaz présentant un danger.

Les commandes de dépressurisation ou d'évacuation rapide [3,4] seront installées à l'extérieur de l'enceinte de protection, dans un endroit protégé et accessible en permanence.

Tous les équipements devront être reliés à la terre.

□ Exploitation

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

Les manœuvres devront toujours s'effectuer à distance. De plus, en cas de commandes manuelles [3], celles-ci seront agencées de façon à éviter toute projection vers l'opérateur en cas d'accident.

□ **Recommandations**

■ **Bouteilles :**

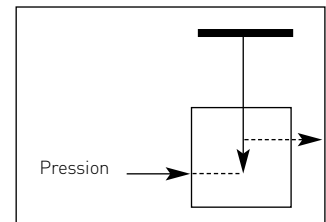
- toujours les attacher (sangles ou chaînes),
- utiliser le raccord adapté (cf fournisseur).

■ **Tubes et flexibles :**

- choix en fonction de la pression d'utilisation (cf 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 \varnothing),
- interdiction de plier en étau et de chauffer.

■ **Vannes :**

- choix en fonction de la pression (pression de service +10%).
- 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.



■ **Démontage**

- il doit être facile, toute résistance doit éveiller l'attention,
- ne jamais serrer ou desserrer un raccord sous pression.

■ **Protections collectives**

- installer des grillages adaptés, type « rhinoband » : le choix des maillages, la fabrication et le montage seront 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 sera asservi aux températures,
- prévoir des détecteurs adaptés (températures, gaz...),
- utiliser des soupapes et des disques de rupture adaptés à la pression de service. Les disques ont une valeur d'éclatement de $\pm 10\%$ de la valeur nominale,
- ne jamais les positionner à hauteur du visage.

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

De plus, pour certains fluides (CO₂, N₂O,...), l'emploi de soupapes est interdit car elles risquent de geler en cas de dépressurisation brutale.

■ **Protection individuelle**

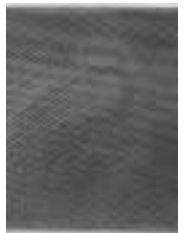
utiliser des masques en polycarbonate.

■ **Consignes**

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



Rhinoband grand grillage



Rhinoband petit grillage



Protection en polycarbonate

Inspection générale d'hygiène et de sécurité

1, place Aristide-Briand
92195 Meudon Cedex
Téléphone : 01 45 07 55 05
Fax : 01 45 07 53 03
Internet : www.sg.cnrs.fr/ighs

