

GENERALITES

DETENDEURS

Détendeurs de bouteilles "qualité ALPHAGAZ"

Les régulateurs de pression plus communément appelés "détendeurs" sont des appareils qui abaissent la pression d'un gaz à une valeur stabilisée. De plus, cette pression de détente doit être maintenue constante pour une gamme de débits donnés même si la pression de la source de gaz est variable (cas d'une bouteille).

AIR LIQUIDE GAZ INDUSTRIEL SERVICES a redéfini les caractéristiques des régulateurs de pression qualité ALPHAGAZ pour mieux répondre aux exigences particulières de ses clients en prenant pour base les indications normalisées.

La norme ISO 2503 a été établie par le comité technique ISO/TC 44 et par les comités membres de 23 pays. L'ISO (International Standard Organization) est la fédération mondiale des organismes nationaux de normalisation.

Pressions d'entrée ou d'alimentation (voir courbes pages suivantes)

- P₁ :** Pression nominale d'entrée généralement de 200 bar.
P₃ : 2 P₂ + 1 bar
 Pression d'entrée à laquelle sont mesurés le débit maximum et les coefficients ci-après.
P_e : Pression d'épreuve = 1,5 P₁

Pressions de sortie ou de détente (voir courbes pages suivantes)

- P₂ :** Pression nominale (maximale) de sortie correspondant au débit nominal lorsque la pression d'entrée est égale à P₃
P₄ : Valeur de pression de sortie statique stabilisée lors de la remontée en pression à la fermeture :
 P₄ ≤ 1,3 P₂
P₅ : Valeur la plus grande ou la plus faible (selon le type de régulateur de pression) de la pression de sortie dynamique lorsque la pression d'alimentation varie de P₁ à P₃ (vidange de bouteille).

Débits (voir courbes pages suivantes)

Q nominal : Débit maximum pour un gaz donné, généralement l'azote, mesuré avec une pression d'entrée P₃ et une pression de sortie P₂

Coefficients

R : Coefficient de remontée de la pression de sortie à la fermeture :

$$R = \frac{P_4 - P_2}{P_2}$$

Pour les régulateurs de pression AIR LIQUIDE qualité ALPHAGAZ :

R ≤ 10 % de P₂ (norme ISO : R ≤ 30 %).

I : Coefficient d'irrégularité indique la stabilité en cours de vidange de P₁ à P₃ :

$$I = \frac{P_5 - P_2}{P_2}$$

Pour les régulateurs de pression AIR LIQUIDE qualité ALPHAGAZ : I < 10 % (norme ISO : I ≤ 30 %).

f : Coefficient de fidélité (n'existe pas dans la norme ISO) :

$$f = \frac{P' - P''}{P}$$

où P est la valeur choisie de réglage de la pression de sortie P' et P'' les valeurs extrêmes de cette pression en cours d'utilisation continue ou intermittente.

Ce coefficient s'exprime en % de la pression P, ceci pour un même débit.

$P_{\text{entrée}} = P_3$

$f = 0,5 \%$ pour un régulateur de pression HBS 315.

$f = 0,1 \%$ pour un régulateur de pression DLRS.

Tenue aux températures ambiantes

On distingue les températures d'utilisation (en général comprises entre -20°C et $+50^\circ\text{C}$) et les températures de stockage (de -40°C à $+70^\circ\text{C}$).

Certains appareils sont conçus spécialement pour fonctionner à des températures extrêmes. N'hésitez pas à nous consulter.

Soupapes

Tous les régulateurs haute pression sont équipés en série de soupapes de sécurité qui limitent les remontées accidentelles de la pression aval.

La valeur de tarage est réglée pour : $P_s = 1,2 P_4$

Nota - La pression d'ouverture de soupape P_s est différente, par construction, de la pression de fermeture et en général supérieure de 10 %.

Manomètres

Les manomètres qui équipent les régulateurs sont gradués de manière à pouvoir supporter au minimum 1,5 fois la pression d'entrée ou de sortie maximum qu'ils sont chargés de mesurer.

Principe de fonctionnement

P_1 : pression entrée variable

P_2 : pression régulée (sortie)

P_a : pression atmosphérique

F : force du ressort de détente

f : force du ressort de clapet

S : surface de la membrane, du soufflet ou du piston

s_1 : section de l'orifice du siège de clapet

L'égalité des forces s'exerçant sur la membrane s'exprime par l'équation :

$$F + P_a S = P_2 S + f + (P_1 - P_2) s_1$$

Tant que P_1 est très supérieur à P_2 on peut exprimer la pression aval régulée par :

$$P_2 = P_a + \frac{F - f}{S} - \frac{s_1}{S} P_1$$

Conséquences de cette égalité

1- Influence de la pression atmosphérique

Les variations de la pression atmosphérique sont directement répercutées sur la pression de sortie.

La pression de sortie ne peut généralement être inférieure à la pression atmosphérique.

La mise sous vide de la face extérieure de la membrane ($P_a = 0$) permet :

- de s'affranchir de la pression atmosphérique. Cet aspect est important dans les opérations de longue durée ou à répétition ;
- de réguler à des pressions inférieures à la pression atmosphérique en toute indépendance de celle-ci.

Nos régulateurs de pression de type DLRS/DIRS et DIM sont conçus pour répondre à ces applications.

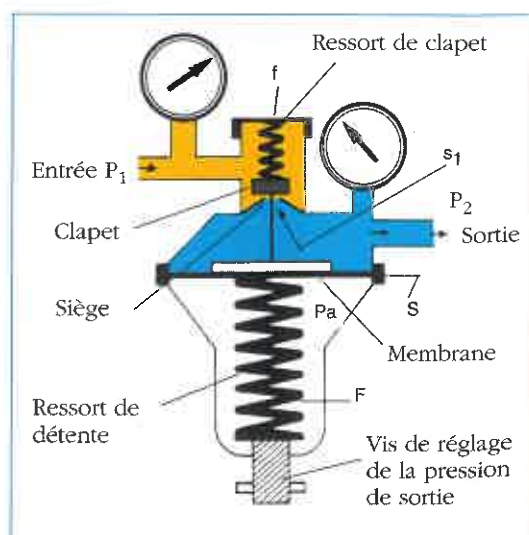


Schéma de principe d'un détendeur simple détente à clapet dans la pression d'entrée

2 - Influence de la pression d'entrée : intérêt de la double détente :

- La pression de sortie P_2 augmente lorsque la pression d'entrée P_1 diminue (cas d'un détendeur avec le clapet situé dans la pression d'entrée) ;
- L'influence de la pression d'entrée sur la pression de sortie est atténuée par le rapport de la section de l'orifice du siège à la surface de la membrane. Mais réduire la section de passage du siège limite le débit.

Avec un régulateur de pression à simple détente, la pression de sortie varie très sensiblement en fonction de la pression d'entrée et en fonction du débit.

AIR LIQUIDE / GAZ INDUSTRIELS SERVICES avec le matériel de qualité ALPHAGAZ a adopté pour certains de ses appareils la double détente. Celle-ci permet une excellente régulation et autorise de gros débits sous un faible encombrement.

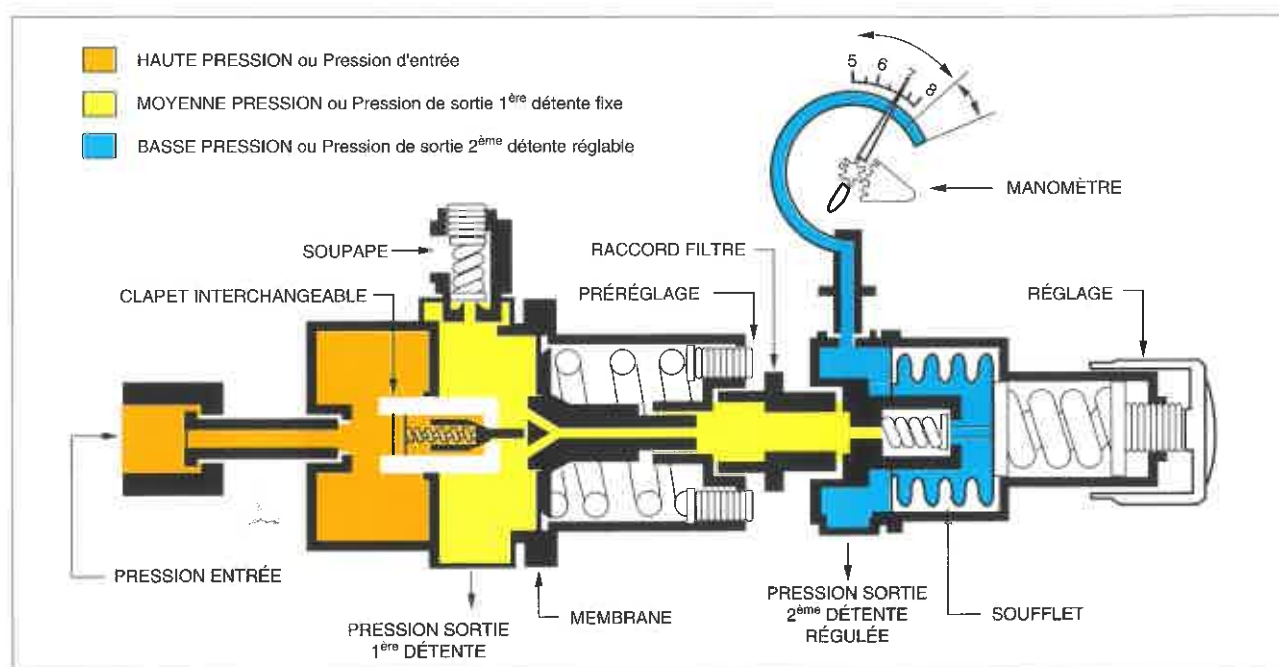
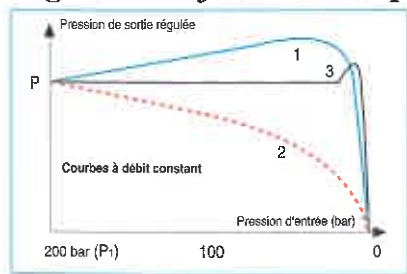


Schéma de principe d'un détendeur double détente type HBS

Remarque : Le régulateur de pression n'est pas destiné à arrêter un débit de gaz : une vanne d'arrêt, montée à la sortie, doit lui être adjointe.

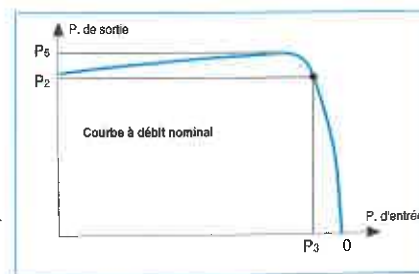
Courbes caractéristiques

Régulation en fonction de la pression d'entrée



Détendeur à clapet dans la pression d'entrée

1. Simple détente à faible débit.
2. Simple détente à fort débit.
3. Double détente (le décrochement en fin de vidange correspond à l'absence de régulation de l'étage haute pression).

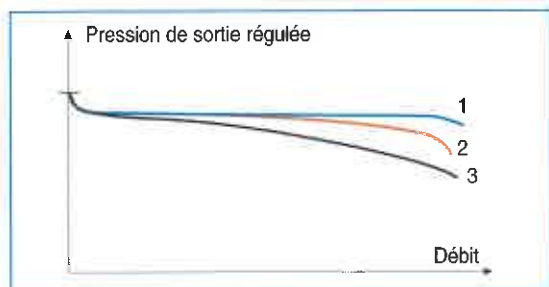


Cas d'un détendeur avec clapet dans la pression d'entrée

Nota : La remontée en pression en cours de vidange des appareils à simple détente ALPHAGAZ est inférieure à 10 % de la pression aval. Pour des appareils ordinaires, elle peut atteindre 30 % de la pression aval.

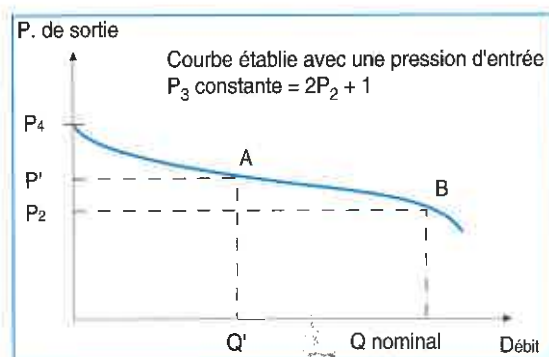
Variation de la pression de sortie en fonction du débit à pression d'entrée constante.

Pour une valeur de réglage de la pression de sortie régulée P , on enregistre une baisse de la pression de sortie lorsque le débit augmente.



1. Double détente - gros débit - bonne régulation.
2. Simple détente des appareils standards.
3. Simple détente de qualité industrielle.

Débit nominal



- A. Un point de fonctionnement
- B. Débit nominal

Exemple : Détendeur HBS 315/8

$$Q_n = 3 \text{ m}^3/\text{h} \text{ quand } P_2 = 8 \text{ bar et } P_3 = 17 \text{ bar}$$

$$P_4 \leq 8,8 \text{ bar}$$

Important : Dans le catalogue les débits sont exprimés, sauf indication contraire, dans une unité (m^3/h ou l/h ...) ramenée aux conditions de 15°C et $1,013 \text{ bar}$ absolu.

Les pressions absolues sont rapportées au vide absolu.

Les pressions relatives (ou effectives) sont rapportées à la pression atmosphérique.

La pression absolue (en bar) est égale à la pression relative (en bar) + 1.

Conservation de la pureté du gaz : membrane ou soufflet métallique

Lorsque la membrane du régulateur est en élastomère, il y a possibilité de contamination du gaz par diffusion de l'air à travers la membrane et par dégazage de celle-ci. Il y a par ailleurs risque d'absorption sélective du gaz par la membrane.

Ces risques de pollution du gaz sont d'autant plus grands que la membrane est grande et que les débits des gaz sont faibles.

C'est la raison pour laquelle les détendeurs haut de gamme qualité ALPHAGAZ ont tous une membrane ou un soufflet métallique.

Certains matériels de qualité ALPHAGAZ sont fournis en option avec un traitement de surface interne spécial qui élimine les risques de désorption gazeuse et de rejet particulaire.

Montage et purge d'un détendeur

Montage sur une bouteille

- Raccords bouteille.

Pour fixer les détendeurs sur les bouteilles, la sécurité impose différents types de raccords qui dépendent de la nature des gaz ou des mélanges de gaz contenus dans les bouteilles.

Ces raccords ne sont pas interchangeables.

Le profil des raccords est précisé pour chaque gaz dans le tableau des raccords du présent chapitre.

- Mise en place du détendeur sur la bouteille.

Les raccords haute pression des détendeurs sont munis d'une bague en plastique permettant l'identification du type de raccord par la couleur. Les raccords munis d'un joint torique sont à serrer à la main à l'aide de la bague en plastique sur le robinet de la bouteille. Les autres sont à serrer à la clé.

- 1/ Monter les raccords d'entrée et de sortie du détendeur.
- 2/ Contrôler la propreté de l'orifice du robinet de la bouteille.
- 3/ Effectuer une purge rapide du robinet (ne pas effectuer l'opération avec l'hydrogène et les gaz toxiques ou corrosifs).
- 4/ Bien aligner le raccord bouteille du détendeur et visser.

Important :

N'utiliser la clé qu'en cas de point dur ou de raccord non équipé de joint torique.

- 5/ Vérifier que le volant de réglage de pression du détendeur est bien dévissé.
- 6/ Relier la sortie du détendeur à la canalisation.
- 7/ Pour la mise en service, se reporter au paragraphe "Purge d'un détendeur".

Les détendeurs sont généralement livrés avec les raccords d'entrée et de sortie à monter.

Les précautions qui sont à prendre pour le montage de ces raccords sont développées dans les fiches techniques jointes à chaque produit livré.

Remarque : un détendeur n'est pas destiné à arrêter un débit de gaz : une vanne d'arrêt montée à la sortie doit lui être adjoindue.



Purge d'un détendeur

Mode opératoire classique (fig. 1)

A. Vérifications préalables :

1. S'assurer que le robinet de la bouteille est fermé.
2. S'assurer que :
 - le détendeur est ouvert (tourner le volant de quelques tours à droite),
 - la vanne de purge est ouverte,
 - la vanne d'utilisation est fermée,
 - le circuit d'utilisation reste sous pression de gaz.
3. Ouvrir légèrement le robinet de la bouteille et le refermer aussitôt, laisser s'échapper le gaz par la vanne de purge jusqu'au retour à zéro des manomètres.
4. Fermer la vanne de purge.

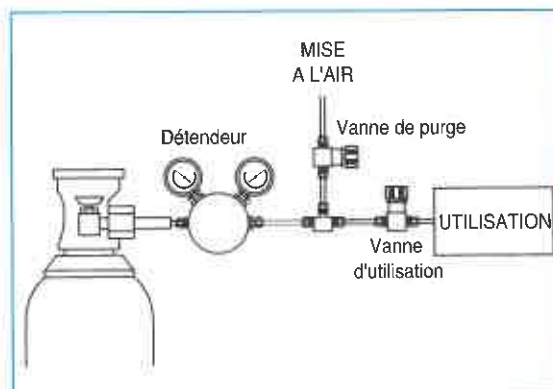


Figure 1

Attention : l'opération 3 est indispensable avant de passer aux opérations B, lorsque le gaz est combustible.

B. Mises en pression et vidanges à l'atmosphère :

1. Ouvrir légèrement le robinet de la bouteille et le refermer presque aussitôt, afin que l'air résiduel contenu dans le détendeur ne pollue pas par rétrodiffusion le gaz contenu dans la bouteille. (ne pas atteindre la pression de la bouteille : lecture sur le manomètre de pression d'entrée).
2. Attendre environ 1 minute (dilution de l'air dans le gaz).
3. Ouvrir la vanne de mise à l'air pour chasser le mélange gaz-air puis la refermer (ne pas atteindre la pression atmosphérique : lecture sur le manomètre de pression de sortie).
4. Renouveler 3 à 5 fois le cycle 1-2-3 ci-dessus.

C. Utilisation

1. Ouvrir progressivement le robinet de la bouteille sans le bloquer en position ouverte.
2. Régler la pression de détente à la valeur désirée.
3. Ouvrir progressivement la vanne d'utilisation afin d'éviter un appel brutal du gaz (vibrations, coups de béliers).
4. Eventuellement, réajuster la pression de détente.

Variantes

- Balayages préalables à l'argon.(fig. 2)

Un système de purge est placé en amont du détendeur. L'opération A3 et les cycles d'opérations B sont effectués avec l'argon (vanne H.P. d'alimentation en lieu et place du gaz de la bouteille à utiliser).

- Vidange sous vide sans mise en pression (fig. 3).

Lorsque le gaz ne peut être rejeté à l'atmosphère et qu'il n'est pas possible d'utiliser un gaz de balayage, l'air doit être éliminé en faisant le vide. Une pompe à vide est placée sur le circuit de mise à l'air. Les opérations A1, 2, 3 étant effectuées, faire le vide pendant une dizaine de minutes, puis la vanne de mise à l'air étant fermée, effectuer les opérations C.

- Vidange sous vide avec mise en pression d'argon (fig. 3)
- Une pompe à vide, un té et une vanne H.P. d'alimentation sont placés comme ci-contre. Les opérations A1, 2, 3 étant effectuées, faire le vide et introduire l'argon (vanne H.P. d'alimentation) plusieurs fois, à quelques minutes d'intervalle.

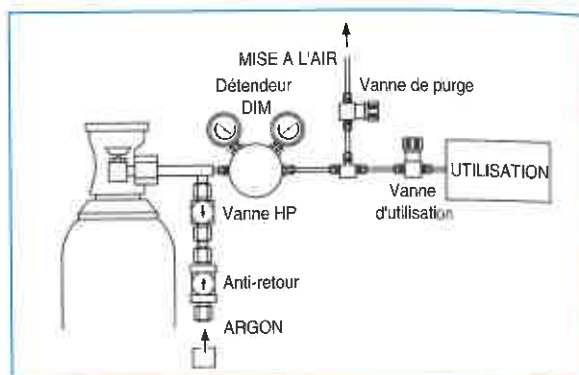


Figure 2

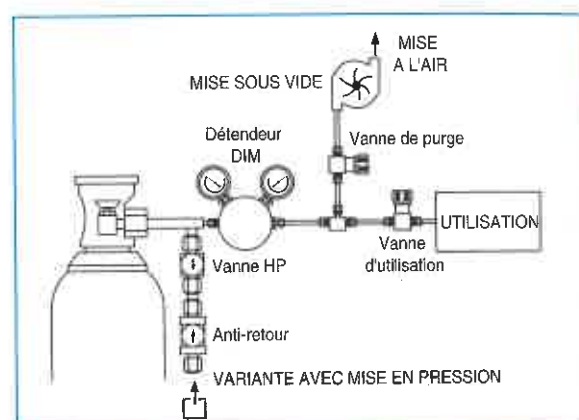


Figure 3

En conclusion : principaux paramètres intervenant dans le choix d'un détendeur

Gaz utilisé	Neutre ☐	Combustible ☐	Comburant ☐	Corrosif ☐	Toxique ☐
Pureté du gaz	Ultra pur ☐	Pur ☐	Industriel ☐		
Pression d'entrée	Valeur de la pression d'entrée bar		Haute pression > 50 bar ☐	Basse pression ≤ 50 bar ☐	
Pression de sortie	Valeur de la pression de sortie mini bar		Valeur de la pression de sortie maxi bar	Réglable ☐	Fixe ☐
Débit	Valeur du débit m³/h		Pour pression d'entrée bar	et pression de sortie bar	
Vide	Régulation sous vide ☐			Résistant au vide (purgés) ☐	
Régulation	Double détente ☐		Simple détente ☐		
Matière	Laiton ☐		Acier inoxydable ☐		
Soupape	Non canalisable ☐		Canalisable ☐	Intégrée à décompression automatique ☐	
Raccord d'entrée	Sur bouteille type de raccord suivant gaz ☐		Sur bouteille avec té de purge ☐	Sur canalisation ☐	
Raccord de sortie	Double bague à sertir mm		Autre ☐		