

Ph AMOUROUX

# PNEUMATIX

Réussir la mise en œuvre des installations pneumatiques de puissance

Never stop improving

2025

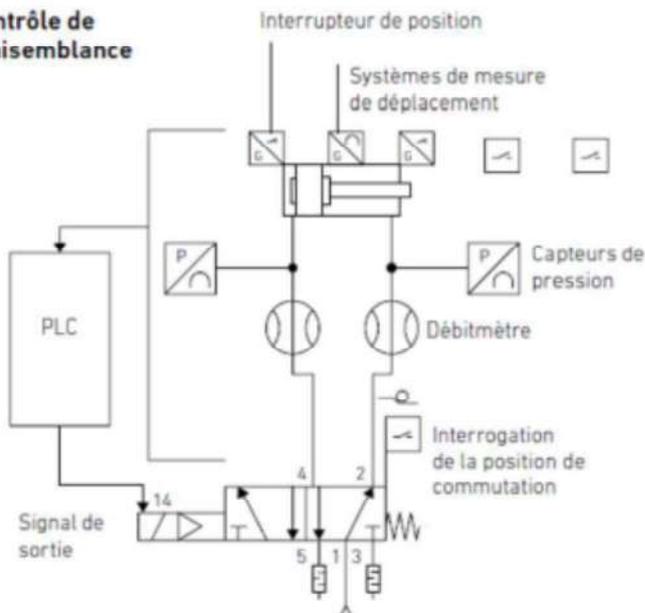
1° EDITION

<b>4.6 - Traitement de l'air du réseau</b>	<b>37</b>
4.6.1 - schéma de principe de traitement d'un réseau d'air comprimé	37
4.6.2 - Séparateur cyclonique	38
4.6.3 - Filtres	39
4.6.4 - Sécheur	40
4.6.5 - Purgeur de condensat	41
<b>5 – FILTRE – REGULATEUR – LUBRIFICATEUR (FRL)</b>	<b>43</b>
5.1 - Filtre	44
5.2 - Régulateur de pression	45
5.3 - Lubrificateur	46
5.4 – Tableau rappel des limites de lecture des débits	47
5.5 – Agencement des composants	49
5.5.1 - Traitement classique pour mouvement Tout ou Rien	49
5.5.2 - Traitement pour circuit avec régulation ou basse pression (< 2 bar)	50
<b>6 – DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS</b>	<b>51</b>
6.1 – Différente expression du débit d'un composant	51
6.2 - Coefficient de débit	52
6.3 – Débit des composants	53
6.3.1 – calculs débit d'un distributeur	53
6.3.2 – Abaque selon ISO 6358	54
6.3.3 – calculs avec C et b	54
6.3.3 – Nomogramme pour Kv	56
6.3.4 - Correspondance entre taille et débit pour les distributeurs ISO	57
<b>7 - LA DISTRIBUTION</b>	<b>59</b>
7.1 – Distributeur à tiroir	59
7.1.1 - Distributeur ISO 5599-1	60
7.1.2 – Distributeur ISO 15407-1	63
7.1.3 - Distributeur NAMUR	64
7.1.4 - Distributeur à clapet	65
7.1.5 – Ilots de distributeurs et bus de terrain	65
7.1.6 – Connecteur électrique	66
7.1.7 – Comparaison électrovannes CA/CC	66
7.1.8 – Endurance - durée de vie	66
7.2 - Régulateur de pression	67
7.3 - Réducteur de débit	67
7.4 - Les accessoires	68
7.4.1 - Les bloqueurs 2/2	68
7.4.2 - Soupape à décharge rapide	69
7.4.3 – Silencieux	70
<b>8 - INSTRUMENTATION</b>	<b>75</b>
8.1 - Manomètres	75
8.2 – Capteurs de pression	75
8.3 - Pressostats	75
8.4 – Débitmètres	77
<b>9 - PANNEAUX / COFFRET DE DISTRIBUTION PNEUMATIQUE</b>	<b>79</b>
9.1 - Positionnement du panneau ou du coffret sur la machine	79
9.2 - Choix du support	79

## 2.3.2 - Possibilité de couverture de diagnostics

Ci-après, l'ensemble des dispositifs de couverture de diagnostics possible que l'on peut mettre sur les systèmes pneumatiques

### Contrôle de vraisemblance



Sur les alimentations du vérin  
= contrôle indirect du distributeur

- Capteurs de pression
- Débitmètre

Sur le vérin

= Contrôle indirect du distributeur (si évalué par un relai de sécurité)

= Détection de défaut par le processus (si évalué par un système de commande)

- LVDT (Linear Variable Differential Transformer)
- Capteurs de position internes
- Capteurs de position externes

Sur les composants

- Capteur inductif de position des tiroirs et clapets = contrôle direct du distributeur

Sur la commande :

- Contrôle de vraisemblance des mouvements

## 2.3.3.- Mesures de prévention des causes communes de défaillances (CCF)

N°	Mesure de prévention contre CCF	Commentaires
1	Séparation / isolement - Séparation physique entre les voies des signaux	
	Séparation du câblage	Séparation physique des câbles de puissance et des câbles de mesure. Isolation des câbles électriques Câbles résistants aux agressions externes, huile, chaleur...
	Détection des courts-circuits et des circuits ouverts dans les câbles par des tests dynamiques	Il n'y a pas de court circuit sur les fonctions pneumatiques hormis le câblage de commande électrique Préférer le 4-20mA si possible pour les mesures impulsions de test (envoi de pulse < quelques ms) Attention : procédure non sans risque ne pas appliquer sans approfondir ces risques
2	Diversité	
	Différentes technologies	Avec une fonction de maintien sûr (bridage de pièce, arrêt mouvement, etc...), exemple : un canal est équipé d'un frein de maintien ou d'une unité de serrage et l'autre canal est équipé de clapets anti-retour pilotés.
	Différentes conceptions de vannes / distributeurs	Différentes technologies de vannes sont utilisées : distributeur à clapet, à tiroir, distributeur à étanchéité souple
	Composants avec différentes charges	exemple 1 : L'un des distributeurs est activé sans pression de commande ni débit et le second distributeur active la pression de commande ou le débit.  Exemple 2 Un distributeur est activé à chaque cycle de la machine, l'autre uniquement à la demande de la fonction de sécurité
	Différentes fréquences de commutation	Un distributeur de puissance est activé à chaque cycle de la machine, l'autre uniquement à la demande de la fonction de sécurité
3	Conception/application/expérience	

# 3 - Qualité de l'air

L'air est naturellement chargé en vapeur d'eau. Lorsque l'air est refroidi, la condensation produit de l'eau qu'il faut évacuer. L'air est également pollué par les fumées, les poussières, les particules solides provenant de l'air ambiant aspiré par les compresseurs, puis chargé en polluants spécifiques liés au compresseur et concentrés par l'élévation de la pression. Ces polluants provoquent des effets de corrosion des tuyauteries dans le réseau (acidité, électrolytes...)

La qualité de l'air comprimé est un point important pour influencer la consommation d'énergie. Plus on vise une qualité élevée, plus l'investissement dans des équipements comme les filtres sera important, ce qui peut provoquer des chutes de pression importantes, nécessitant plus d'énergie pour les compenser.

Il est donc important de savoir quelle est la qualité d'air comprimé nécessaire à mettre à disposition afin de l'optimiser. Si nous avons une machine particulière qui exige une qualité beaucoup plus élevée que les autres parties de l'usine, il pourrait être rentable d'avoir un air comprimé traité spécifiquement pour cette fonction. De cette façon, nous pouvons minimiser l'investissement et économiser sur les coûts énergétiques.

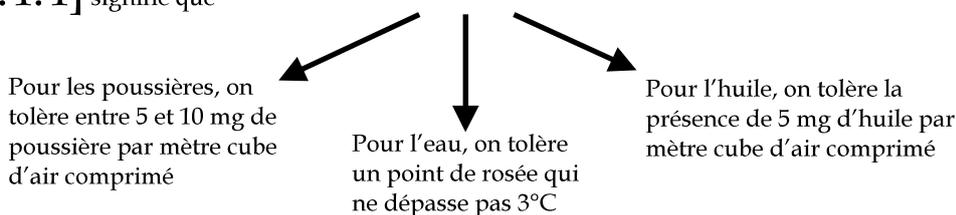
L'ISO 8573-1 est la norme de référence pour définir les classes de qualité de l'air comprimé en fonction de son application. Elle est complétée par

- les normes ISO 8573-2 à 9 qui portent sur les méthodes de tests des contaminants
- et par l'ISO 12500 qui traite de l'efficacité du traitement de l'air (comparatif de la performance des filtres)

## 3.1 – norme ISO 8573-1 : 2010

Classe de qualité	Particules solides			Concentration en masse mg/m <sup>3</sup>	Humidité et eau libre		Teneur en huile en mg/m <sup>3</sup>
	Nombre de particules par m <sup>3</sup>				Point de rosée sous pression °C	Concentration d'eau liquide g/m <sup>3</sup>	
	0.1 < d ≤ 0.5 μm	0.5 ≤ d ≤ 1 μm	1 ≤ d ≤ 5 μm				
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70°C		≤ 0.01
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100	-	≤ -40°C		≤ 0.1
3	-	≤ 90 000	≤ 1 000	-	≤ -20°C		≤ 1
4	-	-	≤ 10 000	-	≤ +3°C		≤ 5
5	-	-	≤ 100 000	-	≤ +7°C		
6	-	-	-	0 ≤ Cp ≤ 5	≤ +10°C		
7	-	-	-	5 ≤ Cp ≤ 10		Cw ≤ 0.5	
8	-	-	-	-		0.5 ≤ Cw ≤ 10	
9	-	-	-	-		5 ≤ Cw ≤ 10	
X	-	-	-	Cp > 10		Cw > 10	> 5

une qualité d'air [7:4:4] signifie que



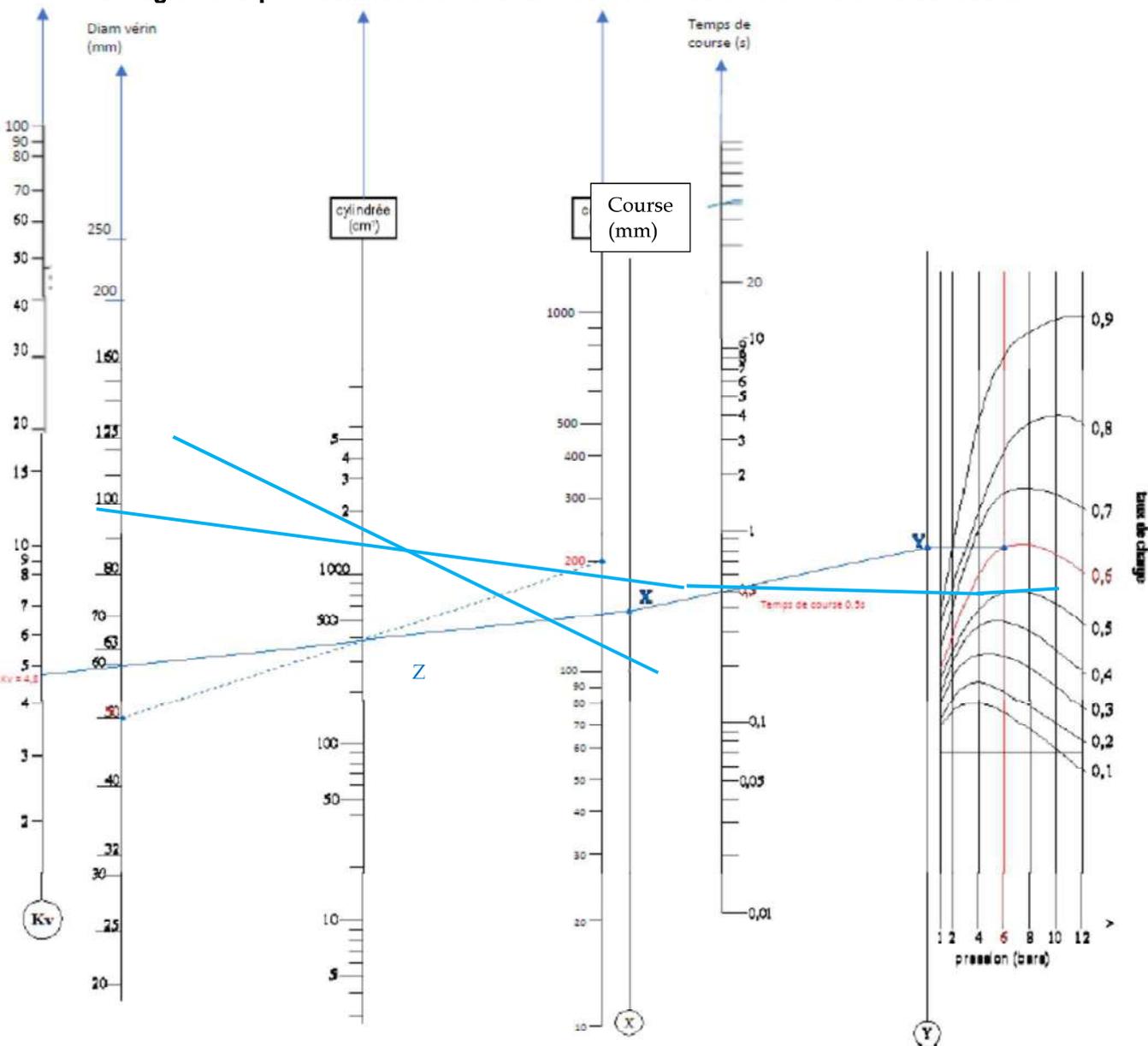
ATTENTION : il y a un écart non négligeable sur la restitution des résultats du nombre de particules par m<sup>3</sup> entre les différentes évolutions de la norme ISO8573 :1991 – 2001 et 2010.

Cela peut entraîner des spécifications non adaptées pour les éléments filtrants

Dans le cadre d'anciennes documentations, dossiers techniques ...) il faut vérifier la date d'application de la norme associée

### 6.3.3 – Nomogramme pour Kv

Nomogramme permettant de trouver le coefficient de débit Kv d'un distributeur



1. Construire le point Y, issue de l'intersection de la courbe de taux de charge avec la droite de pression.
2. Construire le point X, issu de la droite en passant par Y et le point de la droite définissant la durée du mouvement.
3. Construire le point Z, situé à l'intersection de la droite "cylindrée" et X
4. Relier le point X au point Z, et chercher son intersection avec la droite des KV

## 7.1.3 - Distributeur NAMUR

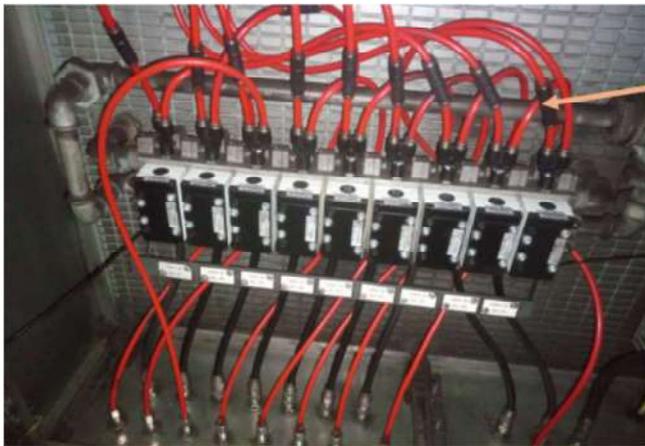
Le plan de pose correspond aux normes allemandes NAMUR (Normenausschuss für Mess- und Regeltechnik) concernant les actionneurs ainsi qu'aux recommandations VDI/VDE 3845 et rend possible la réalisation d'unités compactes actionneurs/distributeurs.

<p>Interface NAMUR selon VDI/VDE 3845</p> <p>C'est une interface normalisée pour la fixation. L'interface comprend deux orifices d'air (orifices 1 et 2) ainsi que quatre trous taraudés pour le montage</p> <p>Disponible en tailles 1/4" et 1/2"</p>	<p>Interface NAMUR étendue selon VDI/VDE 3847</p> <p>Cette interface dispose d'orifices d'air supplémentaires (Alimentation orifices 1 et 2 - Pilote orifice 3 - Pilotage externe 4)</p> <p>Elle permet de monter des électrovannes directement sur les actionneurs/composants sans connexion supplémentaire de l'alimentation ou de l'alimentation pilote externe.</p> <p>disponible en taille 1/4"</p>

<p>Pour pilotage de vanne à membrane</p>	<p>Pour pilotage d'actionneur</p>
	<p>De même que les distributeurs ISO, ses distributeurs doivent être muni d'une commande de secours manuelle à vis</p>

Ici aussi, il y a plusieurs technologies de « tiroir » :

<p>FESTO MFH : à joint</p>	<p>FESTO NVF3 : à clapet Moins sensible à la pollution</p>

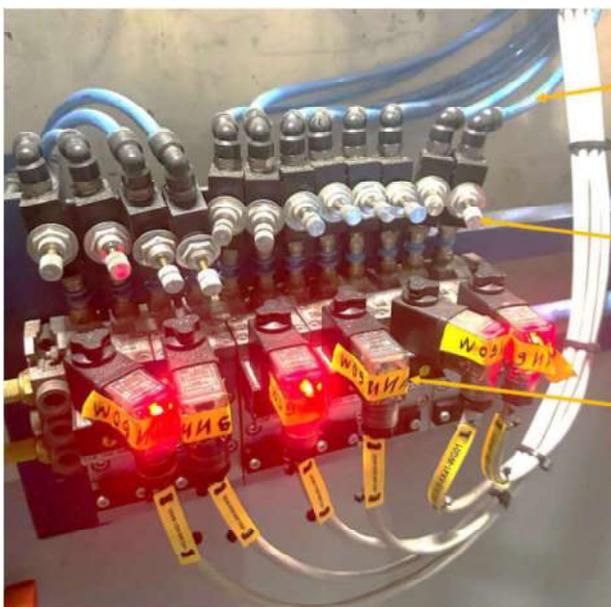


Unions pour « rallonger » les flexibles



Panneau pneumatique posé au sol

- Problème d'accessibilité
- Vanne, silencieux et raccords au sol
- Fixation des tuyauteries sur les tôles larmées
- Cheminement des câbles électriques
- Raccordement des capteurs de pression avec des prises de pression et des flexibles minimess (deltaP)



Absence de repérage des limiteurs de débit

Le repérage doit être fait à l'image de ceux des câbles électriques

Pas de décalage des composants - Groupage trop dense:

- Utilisation des clés difficiles
- Risque de confusion pour les réglages

Repérage par étiquettes provisoires

## 11.3 – Bloqueur de tige

CE DISPOSITIF N'EST PAS UN ORGANE DE SECURITE

Le bloqueur de tige est monté sur le flasque avant du vérin.

Il nécessite une sur-longueur de tige (l'utilisation du bloqueur doit se faire avec une tige en acier chromée dur).

Lors de l'utilisation du bloqueur, la vitesse de sortie ou de rentrée de tige doit être  $\leq 0.2 \text{ m/s} - 0.5 \text{ m/s}$  maxi.

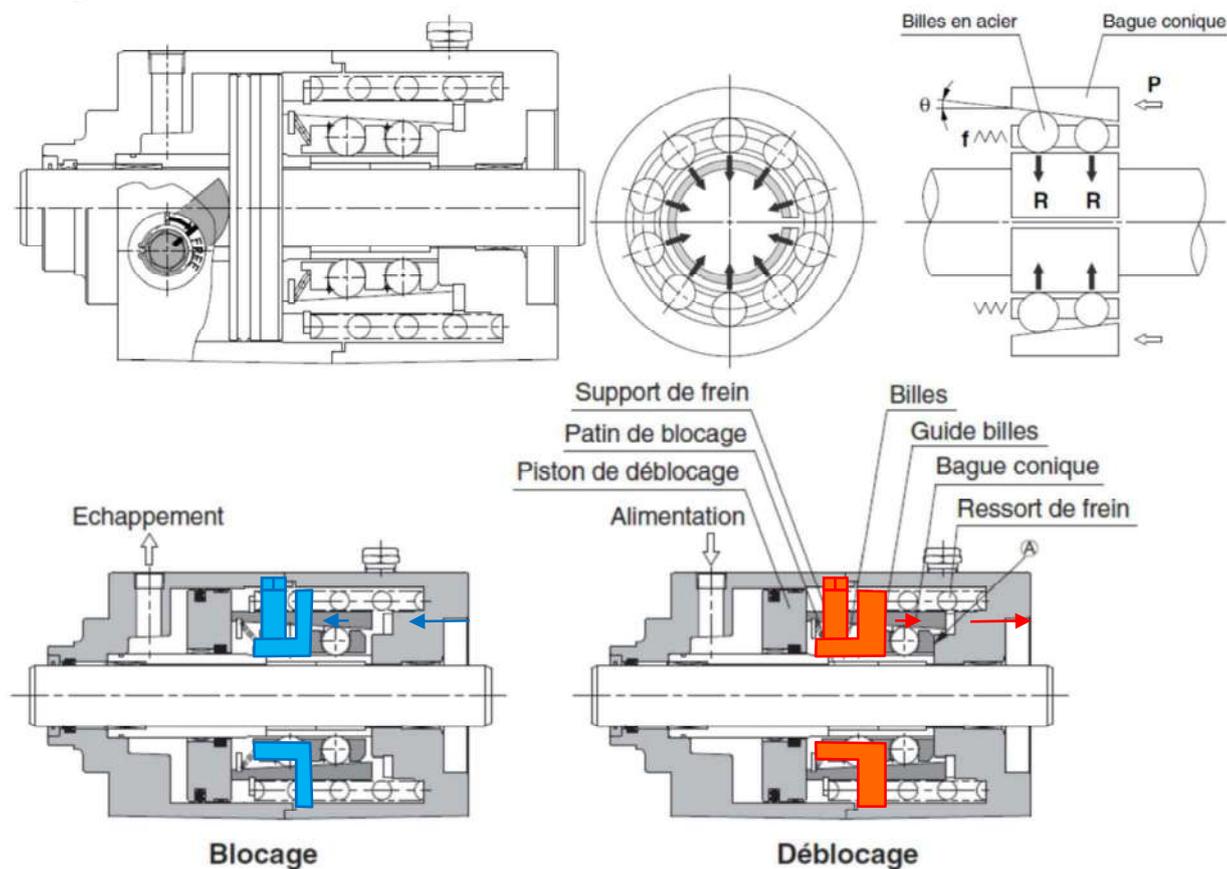
La force du blocage est toujours plus grande que celle développée par le vérin

Avantages :

- Blocage du système en cas d'absence d'air
- Maintien et serrage de la tige de piston dans n'importe quelle position
- Arrêt de longue durée du dispositif, même lors d'alternance des charges, de changements de la pression de service ou de fuites

### 11.3.1 - Exemple de principe de fonctionnement

Principe de fonctionnement selon SMC



Utilisation d'un mécanisme d'amplification des forces basé sur l'effet de pincement d'une bague conique et de billes en acier.

- En absence de pression d'air, le ressort déplace le piston de déblocage ainsi que la bague conique vers la gauche. La surface intérieure de la bague coince les deux rangées parallèles de billes entre le support de frein et le patin de blocage. La tige est alors bloquée par le patin.
- La pression appliquée par l'orifice de déblocage permet de débloquent la tige. L'effort exercé sur le piston de déblocage permet de comprimer le ressort et de déplacer la bague conique vers la droite. L'effort du frein est éliminé au fur et à mesure que la bague conique se sépare des billes : il faut du temps pour que le blocage ou pour le déblocage du frein soit pleinement effectif

Sur ce modèle, en cas de coupure de l'alimentation pneumatique, le déblocage du frein peut être effectué au moyen d'une simple clé.

Le mécanisme de sécurité bloque à nouveau le vérin lorsque la commande manuelle est réenclenchée.

**ATTENTION : seule une étude de sécurité préalable permettra d'utiliser cette possibilité de déblocage manuel**

## 16.2 - Raccords instantanés

Nota : La principale cause de dysfonctionnement de ce type de raccord est le défaut d'accrochage du tube rilsan. Cela est dû dans la plupart des cas au mauvais état de l'extrémité du tube (rayures, état de surface, dureté, défaut géométrique). Il suffit bien souvent de couper l'extrémité du tube pour retrouver un état standard.

L'engagement du tube à l'intérieur du joint interne du raccord rend la liaison étanche à condition que :

- le tube ne soit pas rayé
- son extrémité soit coupée très proprement pour ne pas blesser le joint lors de son engagement

2 types de principe d'accrochage du tube :

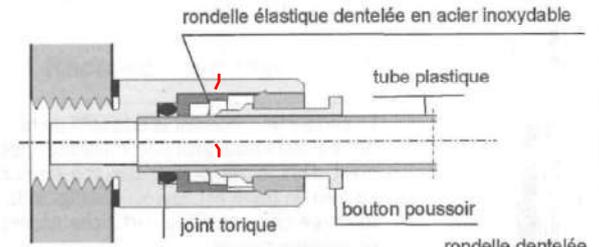
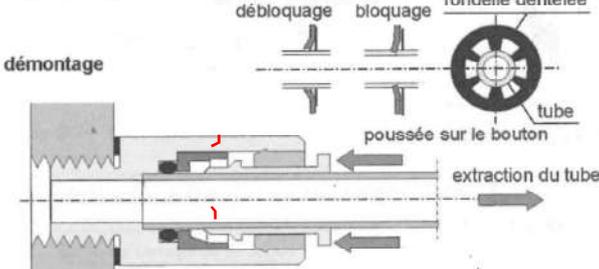
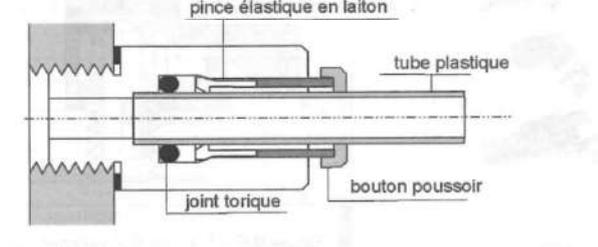
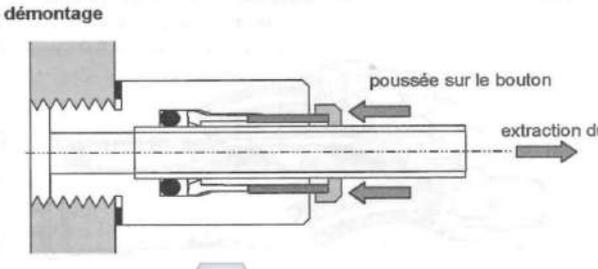
- à encliquetage (raccords instantanés)
- à compression à bague (raccords à visser)

### 16.2.1 - Raccords instantanés (à encliquetage)

Répond à la norme ISO 14743 - transmissions pneumatiques, raccords instantanés pour tubes thermoplastiques

#### A - 3 types d'accrochage existent

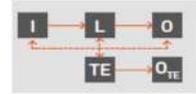
- à rondelle élastique dentelée
- à pince élastique
- par pince inversée

Principe du raccord instantané à rondelle dentelée	Principe du raccord instantané à pince élastique
<p>Solution retenue par la plupart des fournisseurs du marché                      AVENTICS - AIGNEP - C2AI - FESTO -PNEUMAX - SENGGA - PREVOST - SMC - SOPRA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Résiste aux fortes pressions</li> <li>- Bonne endurance</li> </ul> <p>NORGREN -CAMOZZI</p>
<p><b>montage et fixation</b></p>  <p><b>démontage</b></p> 	<p><b>montage et fixation</b></p>  <p><b>démontage</b></p> 

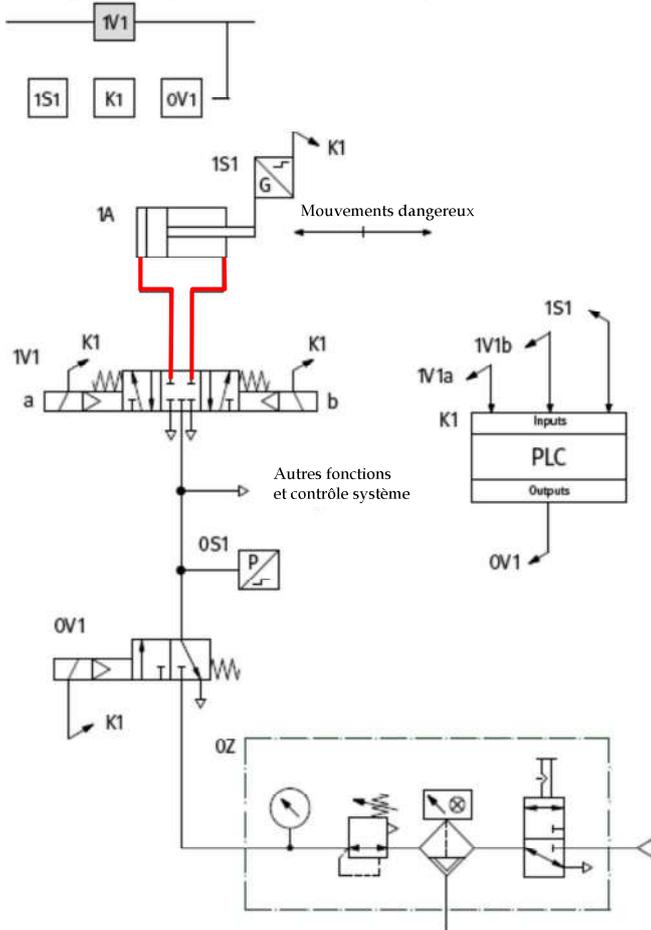
On notera que le joint est positionné en dernier et subit donc l'éventuelle agression de la rondelle sur le tube

Principe du raccord instantané à pince inversée	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déconnexion sécurisée</li> <li>- Résiste aux très fortes pressions</li> <li>- Double étanchéité</li> </ul> <p>les joints et l'accroche sont inversés. Ainsi, les joints portent sur la partie du tube non «abimée» par le système d'accroche</p>

## Catégorie 2 - PL d (IFA)



Vanne pneumatique avec test électronique pour le contrôle des mouvements dangereux



La fonction de sécurité peut être réalisée par un seul canal et est automatiquement contrôlée par la détection de la position de l'actionneur

### Fonctions de sécurité

arrêt d'un mouvement dangereux et prévention d'un démarrage inattendu à partir de la position de repos, mise en œuvre par le SSC (Arrêt et fermeture en toute sécurité, emprisonnement de l'air comprimé dans les chambres du piston sans contrôle de position en boucle fermée.) et en cas de défauts détectés (détection de défaillance) par le SDE (Mise hors tension en toute sécurité ; évacuation d'une partie d'une installation).

### Description du fonctionnement

- Les mouvements dangereux sont contrôlés par un distributeur 1V1.
- Une défaillance du distributeur 1V1 entre les tests fonctionnels peut entraîner la perte de la fonction de sécurité. La défaillance dépend de la fiabilité du distributeur.
- Le test de la fonction de sécurité est forcé par l'automate K1 au moyen d'un système de mesure

de déplacement IS1. Le test a lieu à intervalles appropriés et en réponse à une demande de la fonction de sécurité. La détection d'une défaillance de 1V1 entraîne l'arrêt de la soupape d'échappement 0V1.

- L'interruption du mouvement dangereux au moyen de la soupape d'échappement 0V1 entraîne généralement un dépassement plus long (volume d'air plus important).
- La distance par rapport à la zone dangereuse doit être choisie en tenant compte de ce dépassement plus long.
- Une défaillance de la fonction d'essai ne doit pas entraîner une défaillance du distributeur.
- Si l'air comprimé piégé présente un danger supplémentaire, des mesures supplémentaires sont nécessaires.

### Caractéristiques de conception

- Les principes de sécurité fondamentaux et éprouvés sont respectés et les exigences de la catégorie B sont satisfaites.
- 1V1 est un distributeur avec une position centrale fermée, un chevauchement suffisant et une position centrale centrée sur le ressort.
- La position de commutation de sécurité est atteinte par l'annulation du signal de commande.
- Le contrôle peut par exemple consister en une vérification de la caractéristique temps/distance (système de mesure de déplacement IS1) des mouvements dangereux en relation avec la position de commutation du distributeur, avec évaluation dans un automate (K1).
- K1 ne doit pas être utilisé pour l'entraînement électrique de 1V1.
- Afin d'éviter une défaillance systématique, la fonction de désexcitation de niveau supérieur (agissant sur la soupape d'échappement 0V1 dans cet exemple) est vérifiée à intervalles appropriés, par exemple quotidiennement.

- À utiliser dans les applications où l'intervention de l'opérateur dans la zone dangereuse est peu fréquente.

Cela permet de satisfaire à l'exigence de l'architecture désignée pour la catégorie 2.

L'exigence est que le test soit effectué immédiatement lorsqu'une demande est faite à la fonction de sécurité, et que le temps total pour la détection de la défaillance et la mise de la machine dans un état non dangereux, par exemple en tenant compte du dépassement, qui dépend de facteurs tels que les temps de dépressurisation et de commutation des soupapes (la dépressurisation dans ce cas est à un niveau plus élevé via la soupape 0V1), soit plus court que le temps pour atteindre le danger.