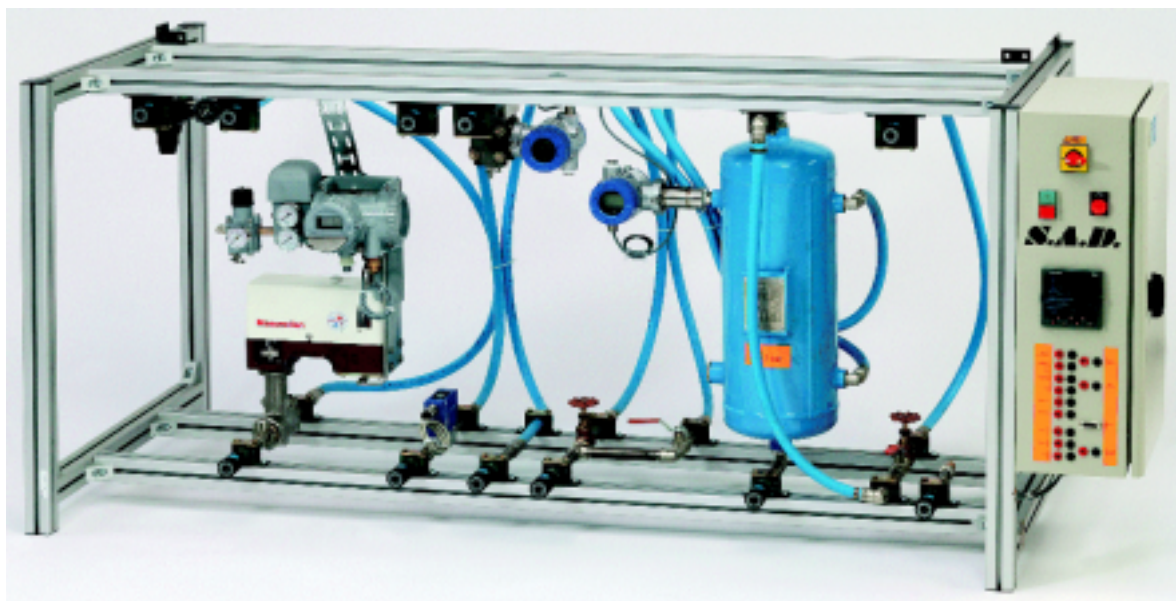


# S.A.D.

Fluide : air

NOTICE TECHNIQUE ET DE  
MIESE EN SERVICE  
Modèle : Sous système n°2

## REGULATION DE PRESSION



Type : Pression 2 - Ref : 2004060302

18/06/2004

**Systèmes Automatiques Didactiques**

2195 route du Bouloud - 38410 ST MARTIN D'URIEGE  
Tél : 04 76 59 78 25 - Fax : 04 76 59 78 24 - URL : [sad-online.com](http://sad-online.com)

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ENSEMBLE .....</b>	<b>5</b>
1.1	SCHÉMA DE PRINCIPE .....	5
1.2	PLAN D'ENSEMBLE DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION .....	6
<b>2.</b>	<b>MISE EN SERVICE DE L'ENSEMBLE .....</b>	<b>7</b>
2.1	PLAN DE MONTAGE ET D'INSTALLATION .....	7
2.2	ALIMENTATION ÉLECTRIQUE .....	7
2.3	ALIMENTATION PNEUMATIQUE DU PROCÉDÉ .....	7
2.4	ALIMENTATION PNEUMATIQUE VANNE AUTOMATIQUE.....	8
2.5	ALIMENTATION PNEUMATIQUE DES MODULES .....	8
2.6	CÂBLAGE DES BOUCLES DE RÉGULATION .....	9
2.7	MISE SOUS TENSION DU COFFRET.....	9
2.8	CONDITIONS DE MARCHE ET D'ARRÊT.....	10
<b>3.</b>	<b>CONDITIONS D'ENTRETIEN ET DE MAINTENANCE.....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>CONDITIONS DE MANUTENTION .....</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>SCHÉMAS ÉLECTRIQUES.....</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>SCHÉMAS MÉCANIQUES .....</b>	<b>18</b>
6.1	CADRE EN ALUMINIUM .....	19
6.2	PRÉSENTATION DU CADRE NORCAN.....	19
6.3	RÉSERVOIR PRESSION.....	19
6.4	COFFRET ÉLECTRIQUE .....	21
6.5	TRANSMETTEUR DE DÉBIT MASSIQUE THERMIQUE.....	22
6.6	TRANSMETTEUR DE DÉBIT QUADRATIQUE AVEC ORIFICE INTÉGRÉ .....	23
6.7	TRANSMETTEURS DE PRESSION.....	24
6.8	ACTIONNEUR.....	25
6.9	TUYAUTERIE .....	26
<b>7.</b>	<b>INSTRUMENTATION .....</b>	<b>29</b>
7.1	CAPTEUR DE DÉBIT MASSIQUE THERMIQUE.....	30
7.2	CAPTEUR DE DÉBIT QUADRATIQUE .....	31
7.3	CAPTEUR DE PRESSION RELATIVE .....	32
7.4	VANNES DE RÉGULATION.....	33

## Notice d'instruction

Vous venez d'acquérir notre ensemble de régulation de pression A1P, et nous vous en remercions.

Nous espérons que ce produit sera à votre convenance.

### DECLARATION DE CONFORMITE

Le constructeur soussigné :

S.A.D.  
Chemin du Peyre  
38 560 JARRIE

certifie que le matériel neuf désigné ci-après :  
ensemble d'automatisme S.A.D.,

Type : Pression 2  
Ref : 2004060302

est conforme à l'annexe 1 du décret 92 767.

Ce texte est la transcription en droit français des directives européennes  
concernant les équipements de travail

Fait à JARRIE LE

Pierre BAJARD

### ⇒ Services nécessaires :

- Alimentation électrique 220 V alternatif
- Alimentation d'air 3 bar relatif.
- Pression réseau maxi : 10 bar

## ⇒ **Recommandations :**

Vous trouverez dans ce chapitre toutes les recommandations d'utilisation.

Nous dégageons notre responsabilité pour toute mauvaise manipulation qui pourrait entraîner la détérioration du matériel.

**ATTENTION :** La soupape de sécurité du réservoir est étalonnée à 3 bar relatif. Il est donc indispensable d'avoir une pression d'alimentation strictement inférieure à cette valeur.  
Pression d'alimentation conseillée : 2,2 bar

Ne pas démarrer et ne pas utiliser la partie opérative avant d'avoir pris connaissance de l'ensemble du matériel et des conditions de mise en route

Ne pas utiliser l'instrumentation en dehors des limites d'utilisation définies par le constructeur

Ne pas laisser l'appareil sans surveillance.

Ne pas utiliser l'appareil si le cordon d'alimentation ainsi que tout autre élément ont été endommagés.

Ne pas laisser le cordon d'alimentation dans le passage ainsi qu'à proximité d'une surface chaude.

Si une rallonge est nécessaire, utiliser un cordon pouvant supporter au minimum 500W pour éviter tout risque de surchauffe.

Toujours débrancher l'appareil pour toute intervention à l'intérieur du coffret. Tirer sur la prise et non sur le cordon.

Ne jamais laisser un élève ouvrir le coffret sans surveillance.

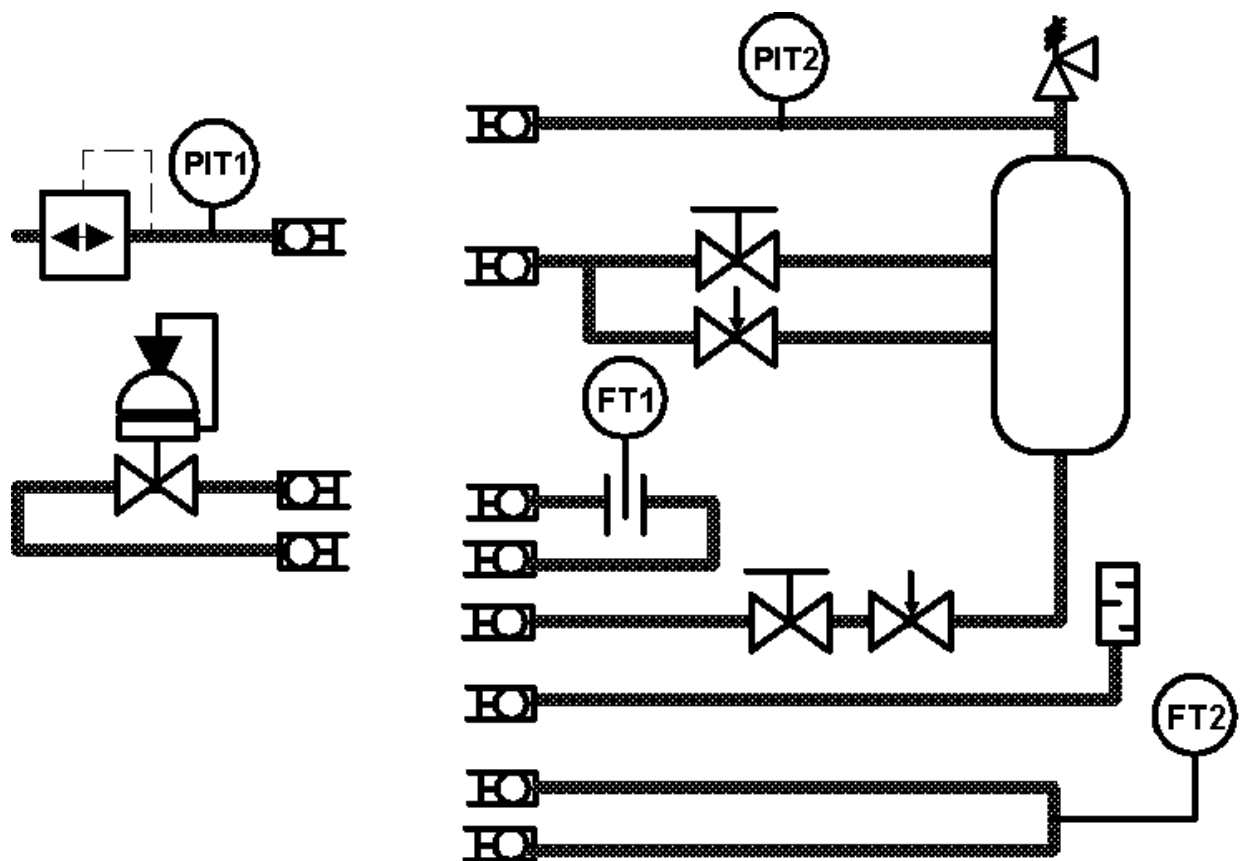
En cas de panne, ne pas démonter l'appareil. Un remontage incorrect peut être la cause de dommages électriques.

Ne pas soumettre l'ensemble de régulation aux intempéries.

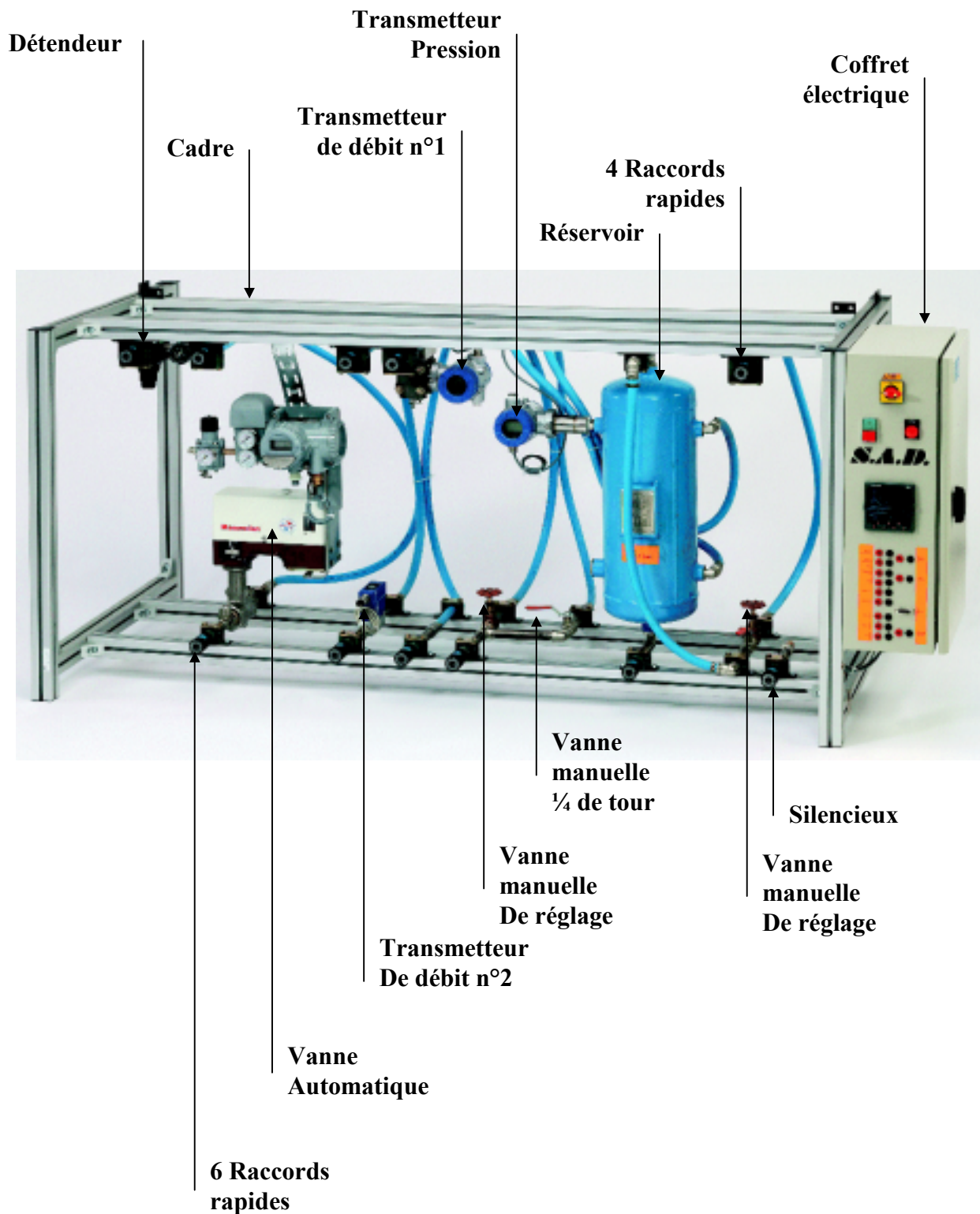
## 1. Présentation générale de l'ensemble

---

### 1.1 Schéma de principe



## 1.2 Plan d'ensemble de conception et de construction



## 2. Mise en service de l'ensemble

---

Pour éviter toute détérioration, il est important de bien respecter l'ordre de mise en service qui vous est décrit.

### 2.1 Plan de montage et d'installation

- La régulation de pression est livrée entièrement montée, et ne demande aucun montage spécifique à l'installation
- Toute liaison extérieure (électrique ou pneumatique) ne doit pas entraver la circulation des utilisateurs
- Le raccordement électrique se fera sur canalis
- La partie opérative doit être posée sur une payasse

### 2.2 Alimentation électrique

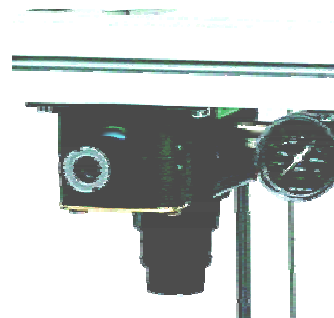
L'alimentation de l'ensemble de régulation se fait en reliant le cordon d'alimentation du coffret à une source électrique 220 V alternatif avec terre. Le raccordement doit se faire sur canalis en respectant la phase du coffre avec la phase de l'installation électrique de votre établissement.

### 2.3 Alimentation pneumatique du procédé

**Pression d'alimentation :** strictement inférieure à 3 bar

L'alimentation du procédé au réseau de l'établissement doit se faire par le détendeur qui équipe la partie opérative.

Il est impératif de s'assurer de la pression de réglage du détendeur qui équipe la partie opérative avant d'alimenter le réservoir.



**Raccord :** Il appartient à l'utilisateur de raccorder la partie opérative au réseau de l'établissement par le type de tuyau et de raccord de son choix. Le raccordement se fait sur la vanne d'isolement. Piquage 1/2" gaz Male.

**Diamètre du tuyau d'alimentation :** tuyau pneumatique D 16 mm au minimum.

**Type de tuyau d'alimentation :** tuyau pneumatique 12 bar minimum de votre choix.

**Réglage de la pression d'alimentation :** . Le réglage de la pression d'alimentation se fait par le détendeur avec une clé à manche de 14. La pression à la sortie du détendeur s'affaisse légèrement lorsque le débit augmente. Pour trouver le réglage optimal de la pression d'alimentation, nous vous conseillons de régler le détendeur pour obtenir le débit maxi dans les conditions de fonctionnement suivantes :

- **P réservoir 50%**
- **Vanne automatique ouverte à 100%**

- **Débit maxi 100%**

**ATTENTION !** La soupape de sécurité du réservoir est tarée à 3 bar relatif. Elle se comporte comme un fusible et elle se détruit si la pression dépasse la pression de tarage. Il est donc impératif de se tenir toujours en dessous de la pression de tarage pour ne pas avoir à remplacer la soupape de sécurité.

Si la partie opérative n'est pas équipée de transmetteur de débit, régler la pression d'alimentation à 2 bar pour les conditions de fonctionnement suivantes :

**Vanne automatique ouverte à 100 %**

**P réservoir 50%**

## **2.4 Alimentation pneumatique vanne automatique**

**Tuyau d'alimentation :** raccord rapide pour tuyau pneumatique vinyle 4/6 mm.

**Pression d'alimentation :** se conformer aux spécifications du fabricant.

Utiliser de l'air sec et déshuilé.

Filtre 10 microns.

Point de rosée :

- 30°C en conditions standard,
- 20°C en intérieur,
- 50°C pour les régions nordiques.

## **2.5 Alimentation pneumatique des modules**

Le schéma de principe fait apparaître une conception en modules élémentaire conçus pour se connecter les uns aux autres. Chaque module est défini entre deux raccords rapides femelles qui représentent l'entrée et la sortie pneumatique du module. Toutes les entrées sont disposées en bas, et les sorties en haut, à l'exception du détendeur qui aura l'entrée à l'arrière pour ne pas avoir de gêne par le tuyau qui le raccorde au réseau d'air comprimé de l'établissement.

Le raccordement des modules se fait par l'intermédiaire de tuyaux souple équipés de raccords rapides mâles.

**Tuyau souple :** Tuyau souple super nobélaire 16 mm

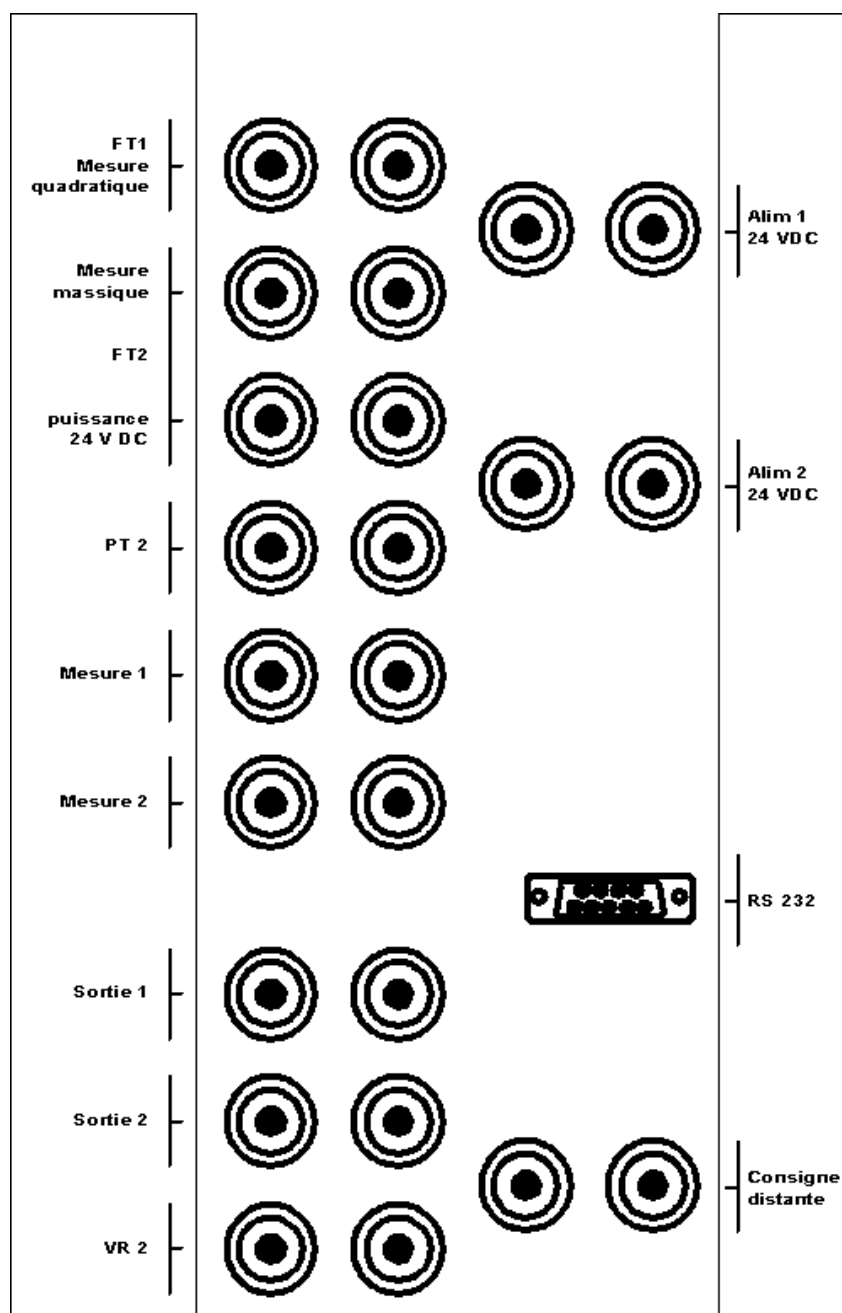
**Raccords rapides femelle :** Raccord rapide de sécurité à douille PREVOST ISC ref 081 103

**Raccords rapides mâle :** Raccord rapide de sécurité à douille PREVOST IRP ref 086 813.



## 2.6 Câblage des boucles de régulation

### PUPITRE DE CABLAGE EN FACADE DU COFFRET



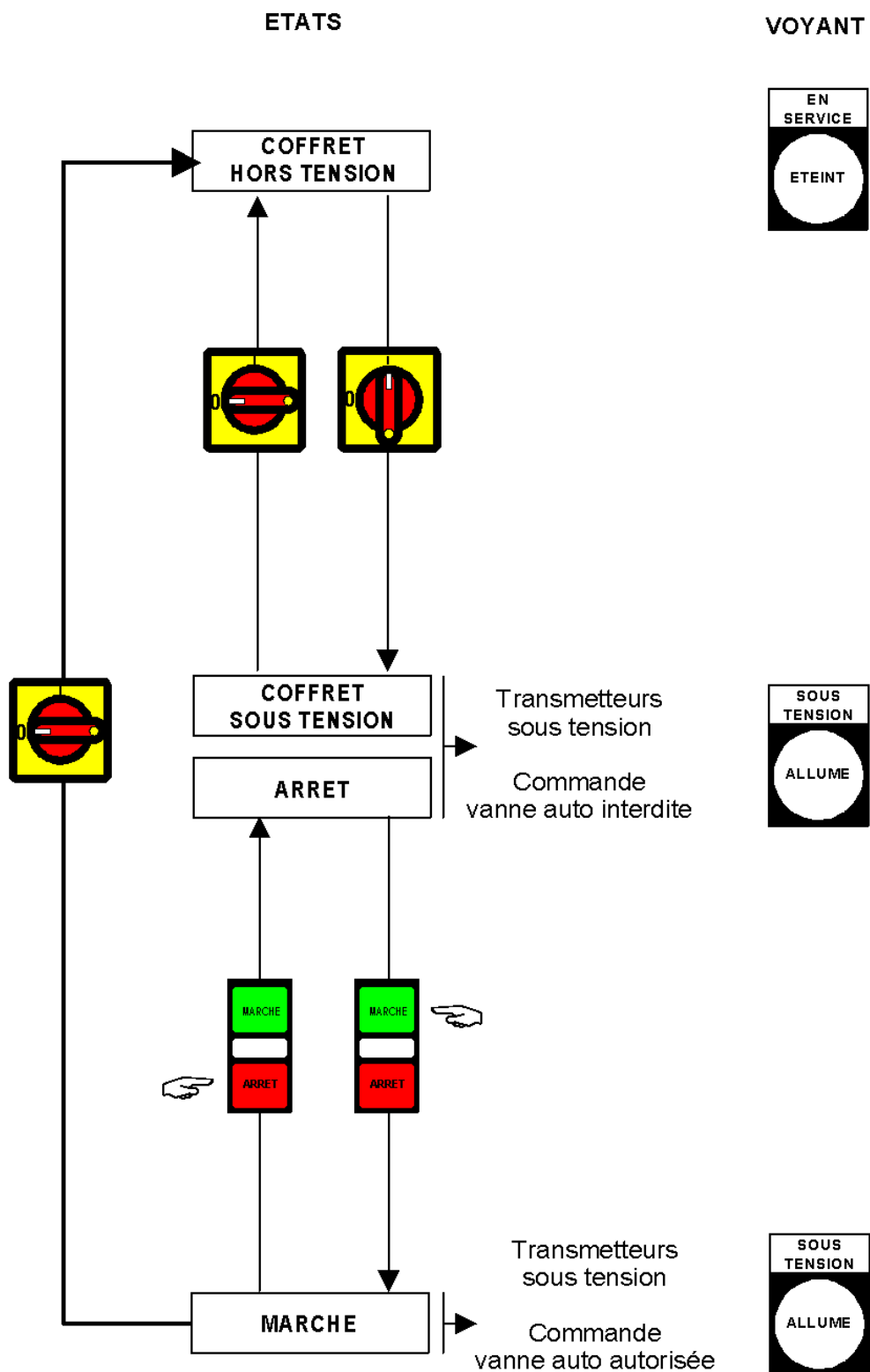
Le câblage des boucles de régulation se fait sur le pupitre en façade du coffret. Le pupitre est équipé de fiches femelles diamètre 4 mm.

Le câblage des boucles de régulation doit respecter les conditions de câblage décrit par le fabricant (confer documentation fabricant et le chapitre "Schémas électriques" de ce document.

## 2.7 Mise sous tension du coffret

Pour amener le secteur dans le coffret, il vous suffit de commuter l'interrupteur sectionneur sur la position 1.

## 2.8 Conditions de marche et d'arrêt



### 3. Conditions d'entretien et de maintenance

---

#### Précautions d'usage

- Ne pas ouvrir le coffret sans la présence d'une personne responsable et compétente.
- Ne pas entreprendre de dépannage sans se référer à la documentation technique.
- Débrancher l'appareil des alimentations électrique et pneumatique avant toute intervention.

#### Instrumentation

L'instrumentation doit respecter les conditions d'entretien et de maintenance spécifiées par les fabricants.

### 4. Conditions de manutention

---

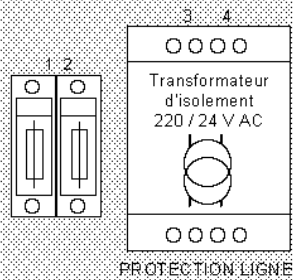
Pour déplacer la partie opérative, il faut la porter à quatre après l'avoir libéré de toute liaison extérieure électrique et pneumatique.

## **5. Schémas électriques**

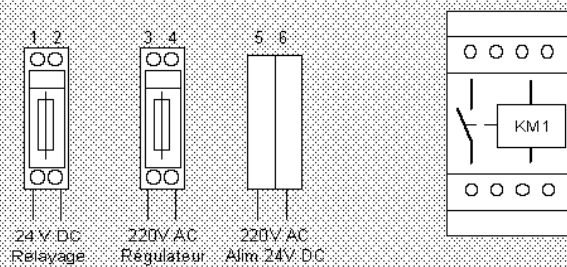
---

# COFFRET

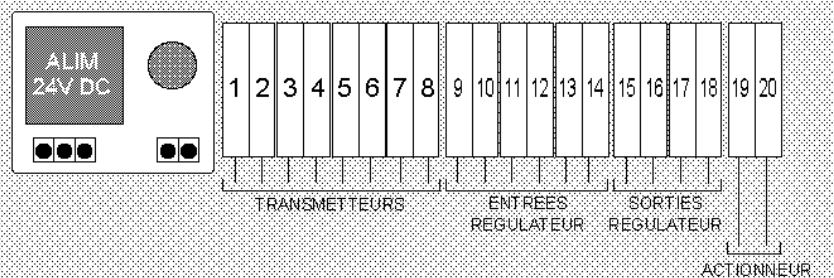
BJ3



BJ2

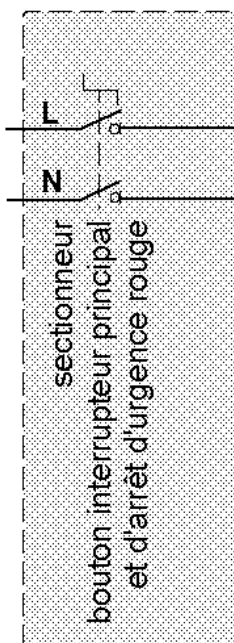


BJ1

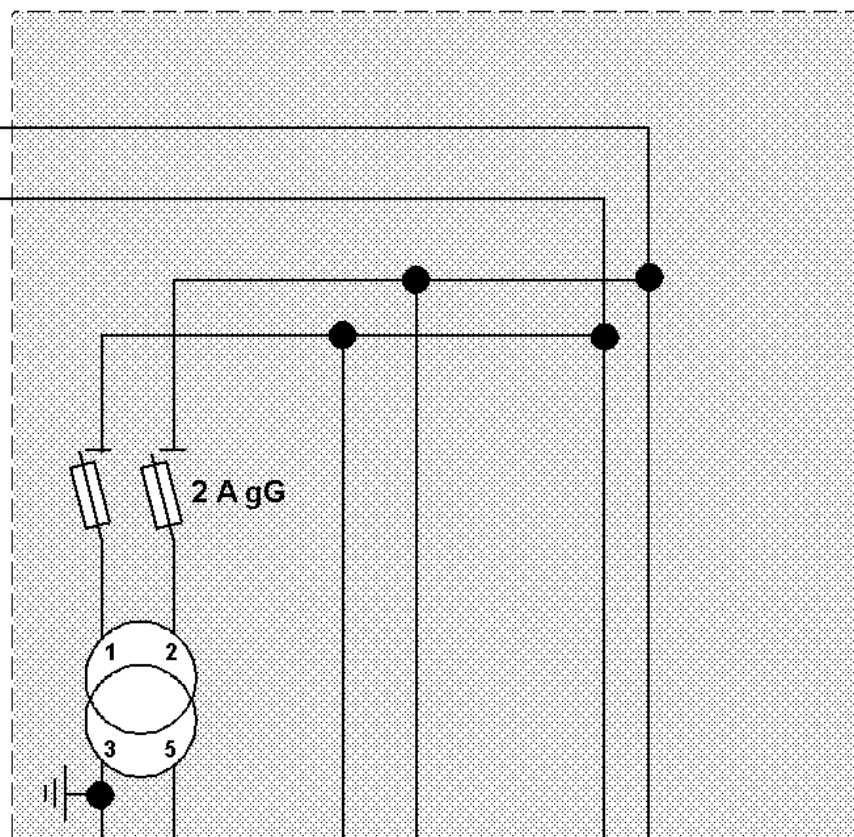


# DISTRIBUTION GENERALE

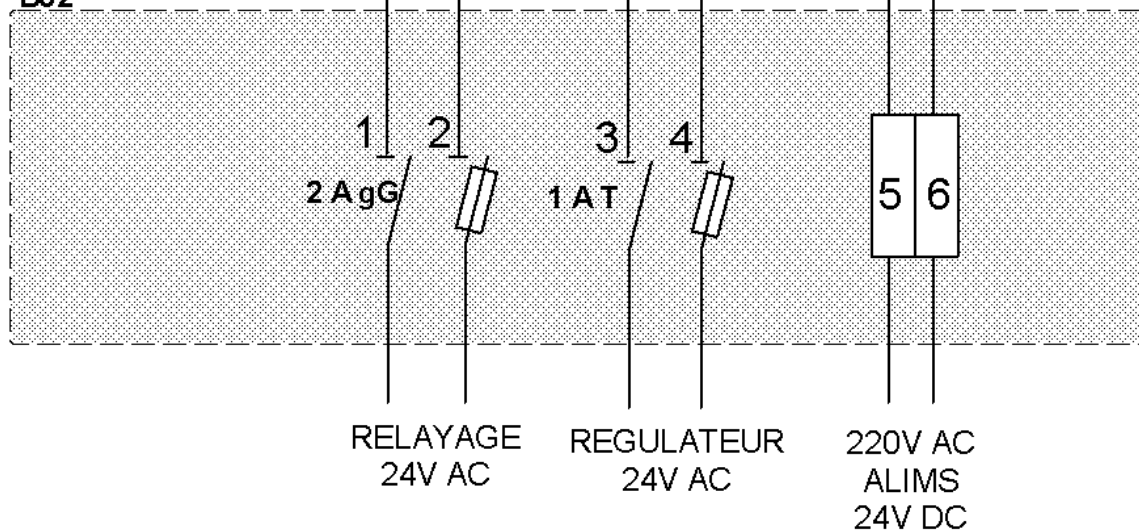
## COFFRET FACADE



## COFFRET BJ3



## COFFRET BJ2



# RELAYAGE 24 V AC

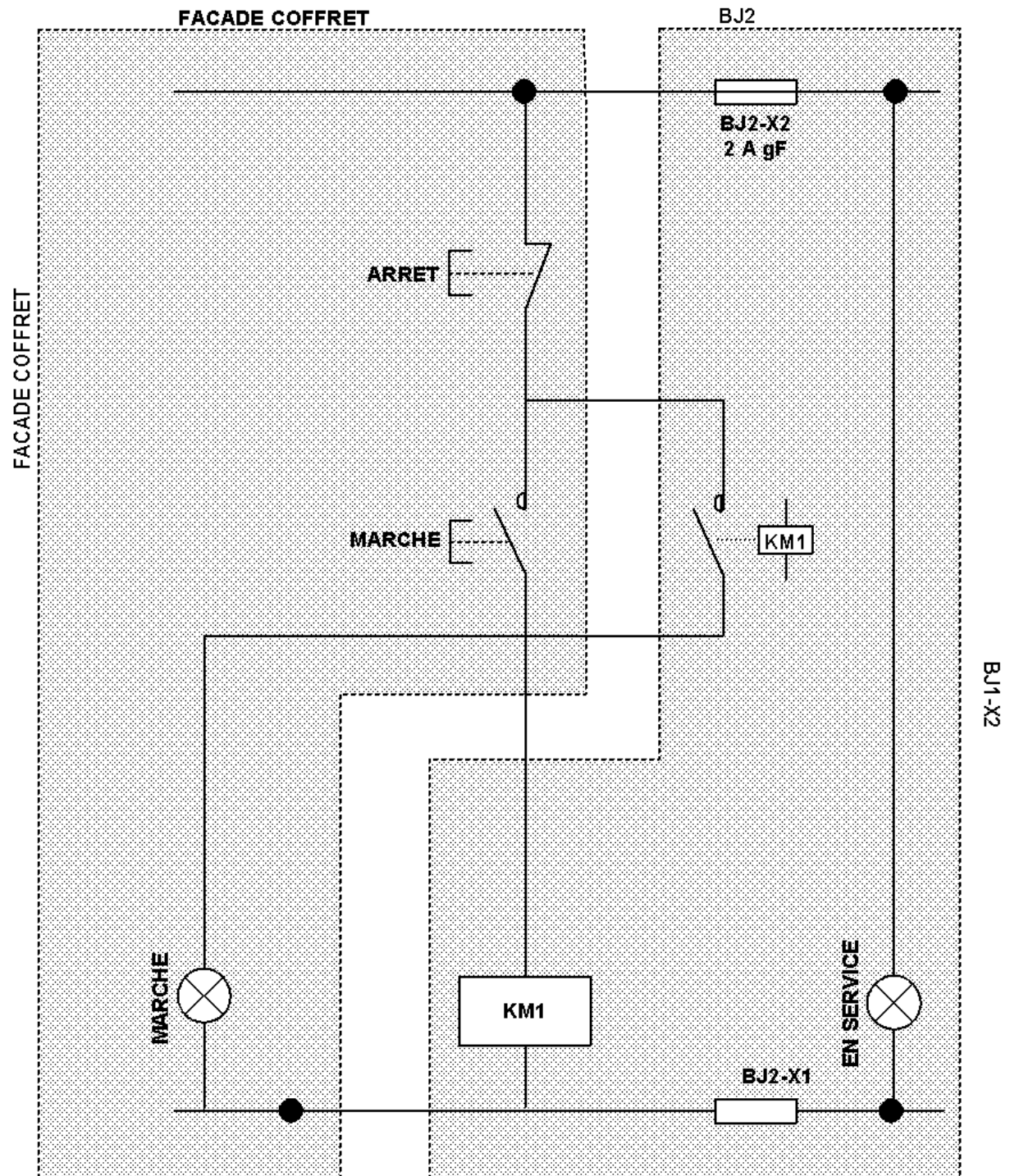
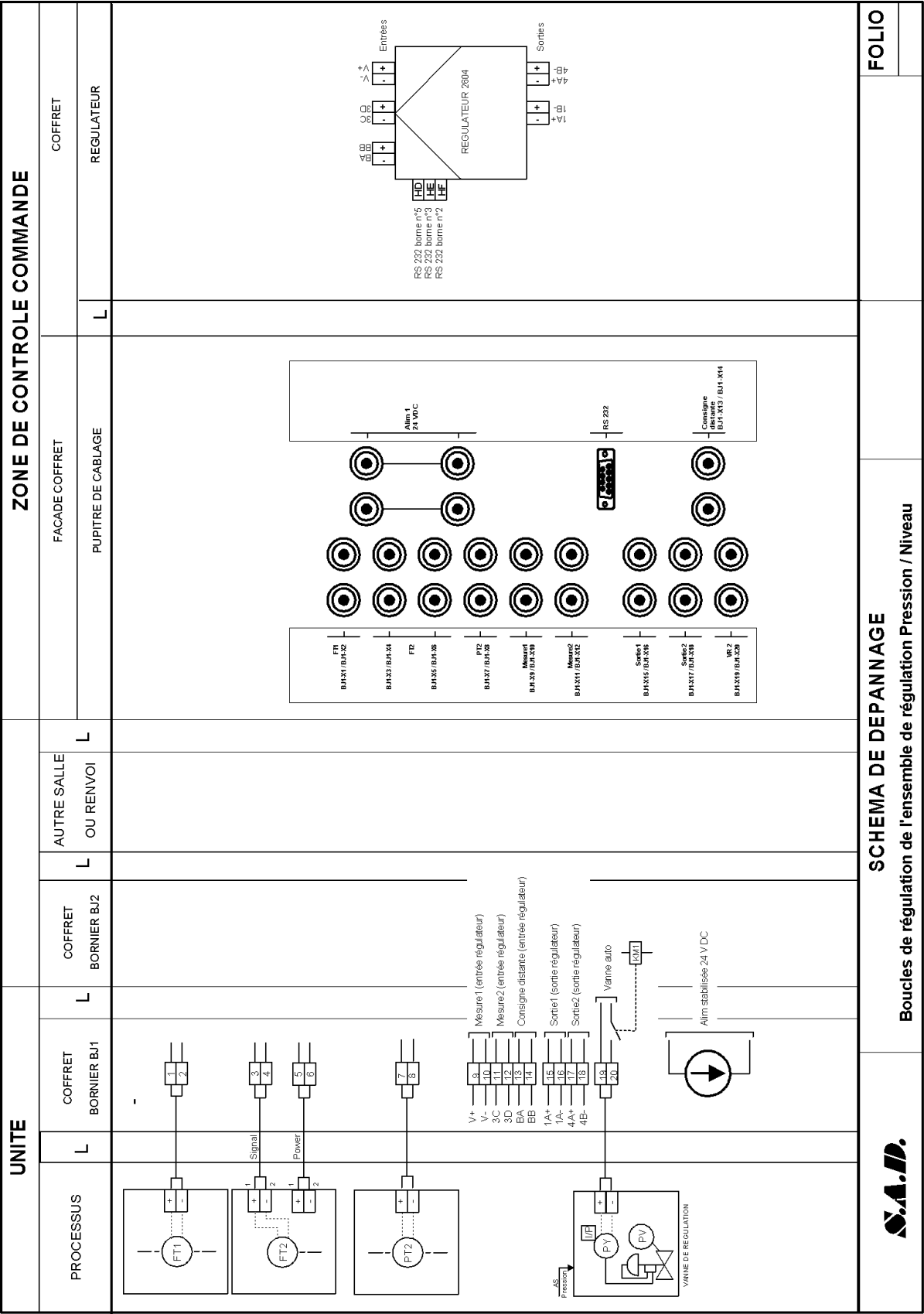


Schéma de câblage de l'instrumentation



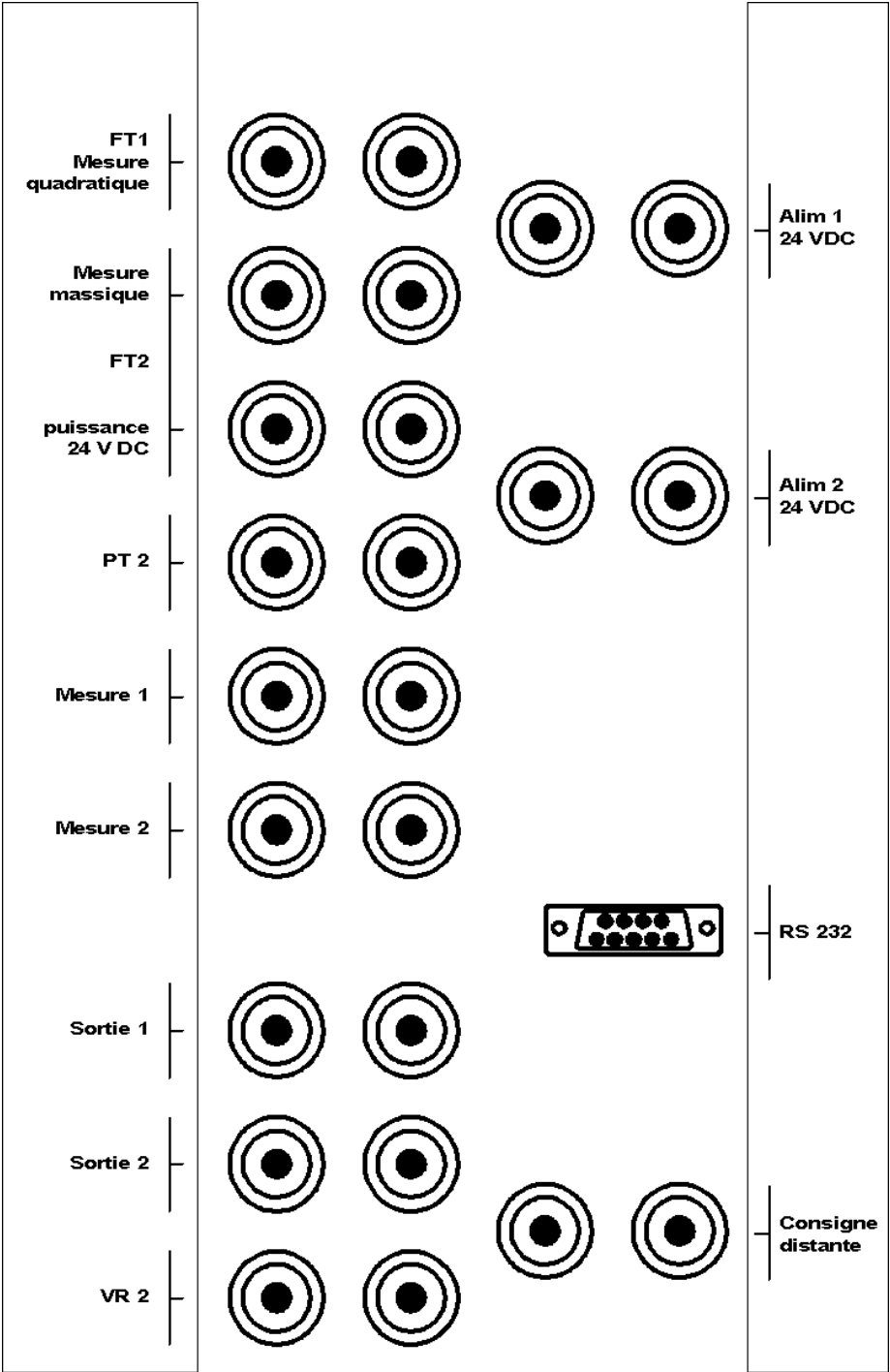
S.A.B.

SCHEMA DE DEPANNAGE  
Boucles de régulation de l'ensemble de régulation Pression / Niveau

FOLIO



# Pupitres de câblage



## **6. Schémas mécaniques**

---

**La partie opérative est constituée de**

- 1. un cadre en aluminium**
- 2. un réservoir pression**
- 3. un coffret électrique**
- 4. un transmetteur de débit massique**
- 5. un transmetteur de débit quadratique et un kit de programmation hart**
- 6. un transmetteur de pression et un kit de programmation hart**
- 7. un actionneur et un kit de programmation**
- 8. un jeu de tuyauteries**
- 9. Un ensemble de documentations techniques de l'instrumentation**
- 10. Une notice technique et de mise en service**

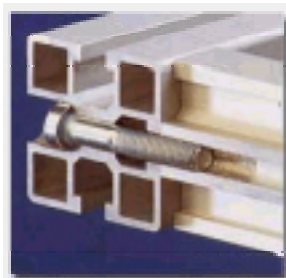
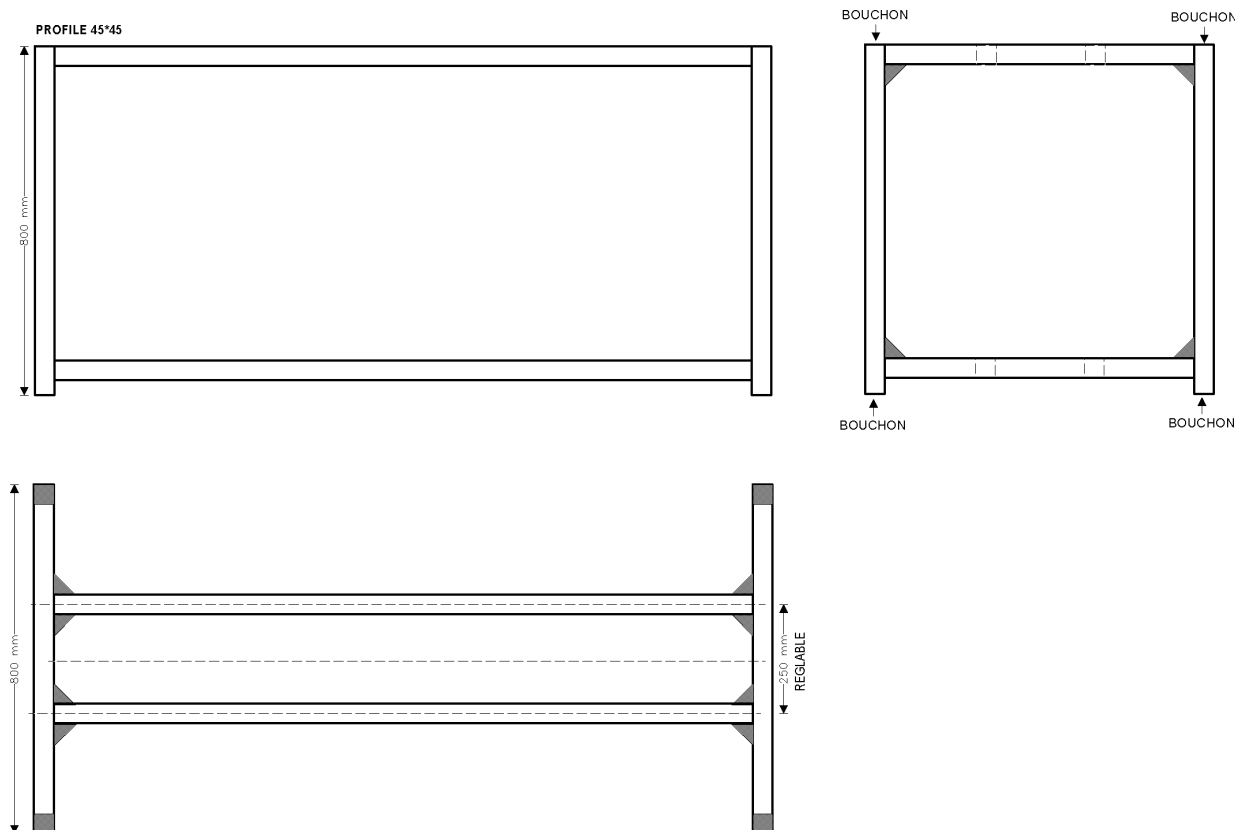
## 6.1 cadre en aluminium

### DESCRIPTION DU CONCEPT

Toute l'instrumentation est disposée en ligne sur les traverses du cadre NORCAN

La géométrie du cadre que nous vous proposons est la suivante.  
Dimensions 800 x 1600 x 800 mm.

## 6.2 Présentation du cadre NORCAN



Les profils NORCAN ont des parois intérieures parallèles rapprochées, les contraintes sont réparties directement centre du profilé. Il en résulte des mont rigides et résistants.

Une rainure profonde permet le montage axial de têtes de vis et d'écrous. Les vis d'assemblage sont introduites dans le profilé NORCAN par des lamages et peuvent être retirées facilement. Ceci simplifie les opérations de montage et de démontage.



## 6.3 Réservoir pression

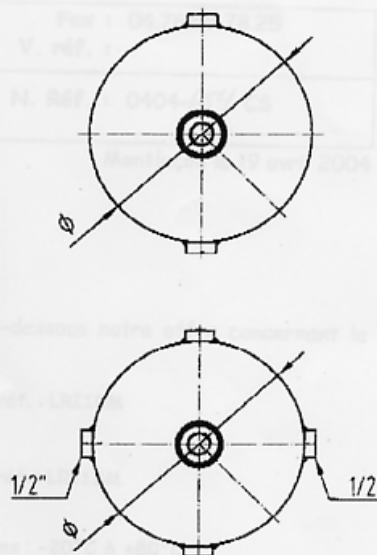
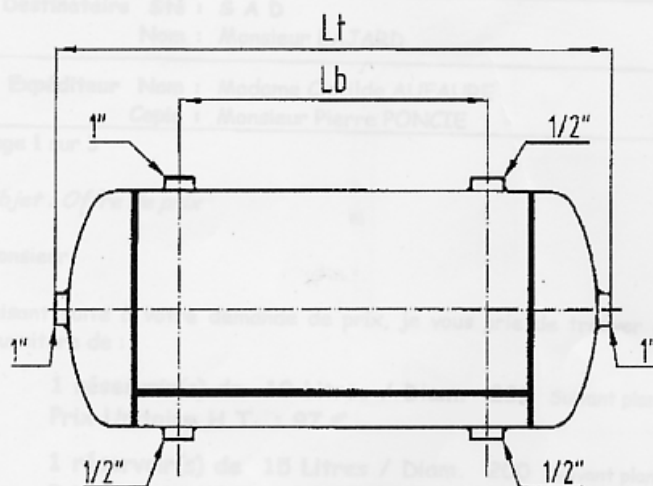
*Ref : LRI 15 M*

Volume : 15 litres

# LE RESERVOIR

FAYAT GROUP

## Réservoirs Standards de 5 à 75 Litres



Uniquement pour réservoir de 5 litres  
4 bossages à 90° centrés sur la virole

Equipement conforme à la directive : 97/23/CE  
Code de Calcul : CODAP  
Surveillance : O.N.

Contenu et groupe : Air Groupe 2  
Protection intérieure : Apprêt  
Protection extérieure : Bleu RAL 5012

Température maxi admissible (T<sub>Max</sub>) : + 80 °C  
Température mini admissible (T<sub>Min</sub>) : - 20 °C  
Capacité (V) : litres  
Pression maximale admissible (PS) : 16 bar  
Pression d'épreuve (PT) : 24 bar

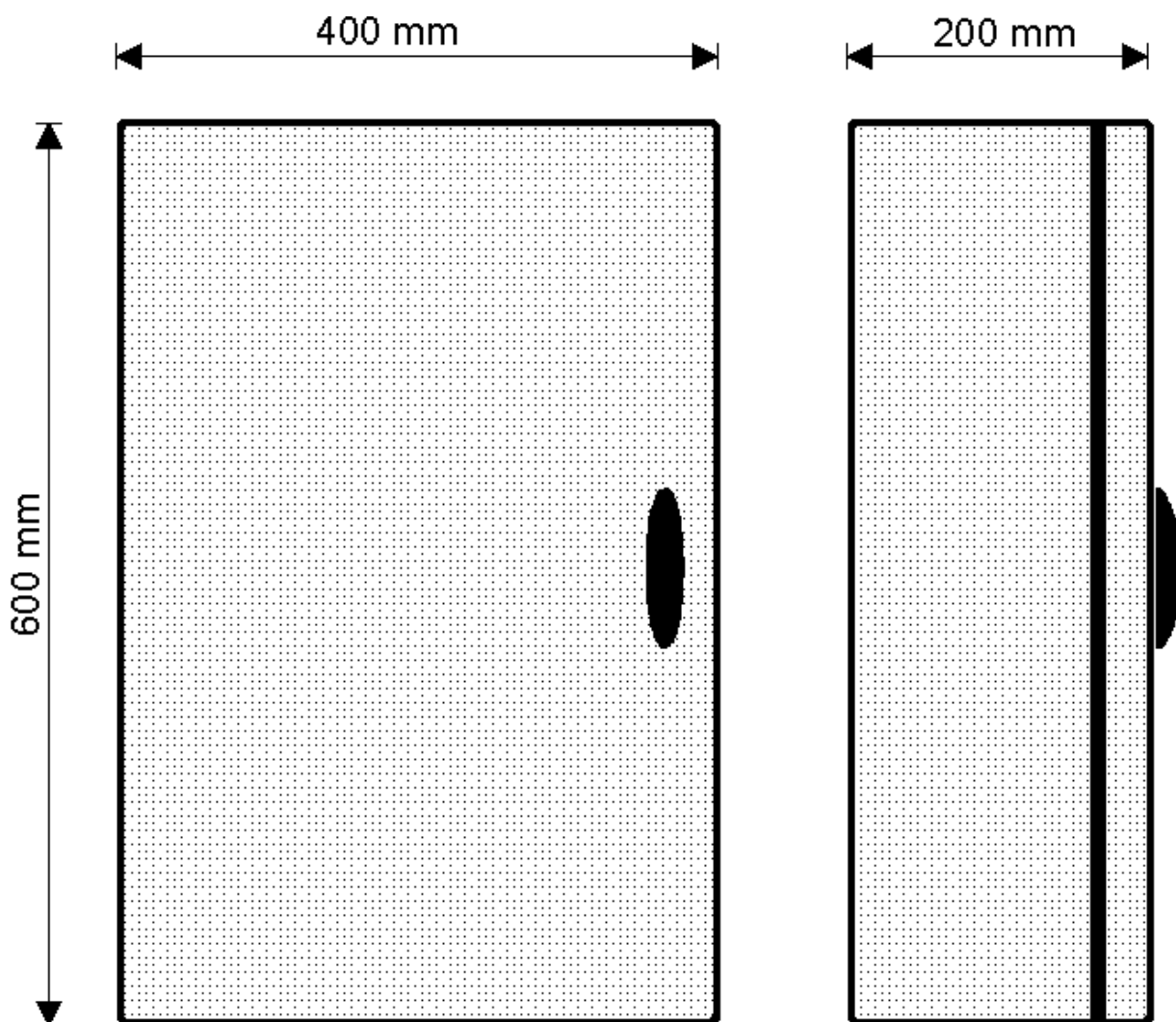
Réf.	Volume	Dimensions en mm		
		Ø	L <sub>Totale</sub>	L <sub>Dépassage</sub>
LRI 5M	5 L	200	245	
LRI 10M	10 L	200	412	142
LRI 15M	15 L	200	584	314
LRI 25M	25 L	250	616	332
LRI 35M	35 L	250	828	544
LRI 50M	50 L	300	818	556
LRI 75M	75 L	300	1 192	930

Z.I. DE BLANZAT - RUE EUGENE SÖE - B.P. 1139 - F-03103 MONTLUÇON CEDEX  
TEL : 33 (0)4.70.03.47.47 - FAX : 33(0)4.70.03.77.03

## 6.4 Coffret électrique

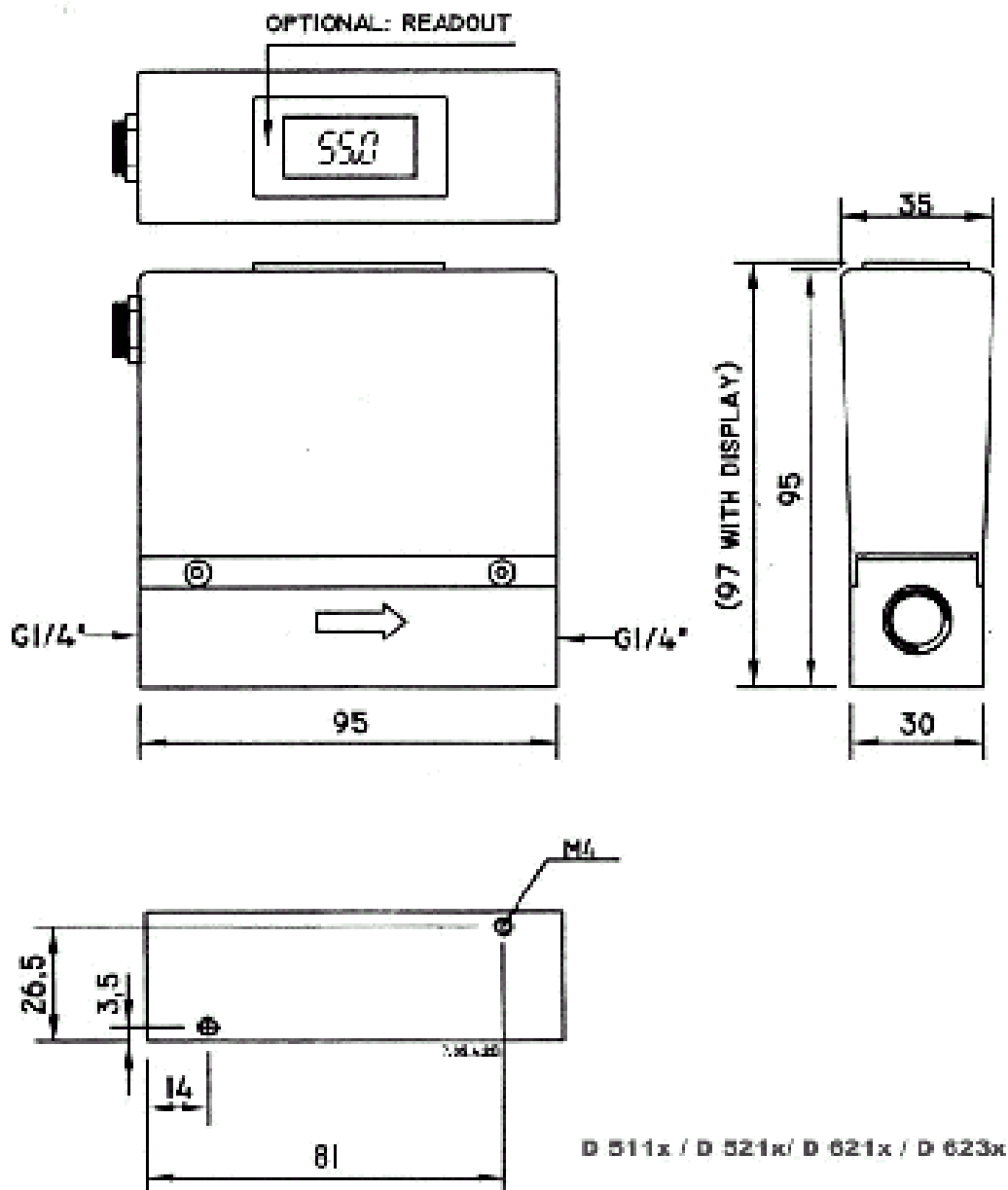
### Coffret électrique SAREL en acier

C'est un coffret métallique industriel entièrement équipé (coupes circuits, transformateur de sécurité 24 V, alimentation stabilisée, borniers, régulateur en façades, sectionneur, boutons de commande ...etc.). Il est de grande dimension pour laisser la place à de nouveaux équipements pour suivre les évolutions possibles de la partie opérative.



## 6.5 Transmetteur de débit massique thermique

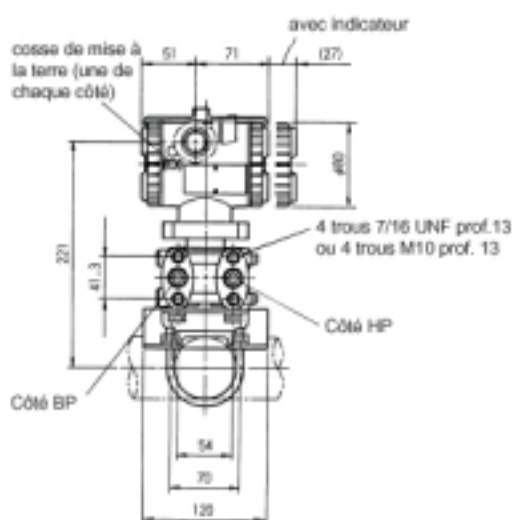
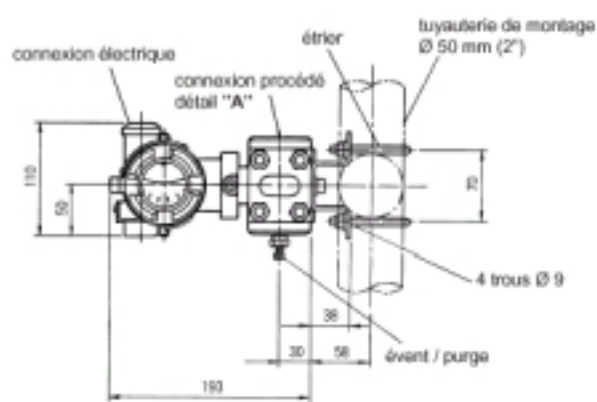
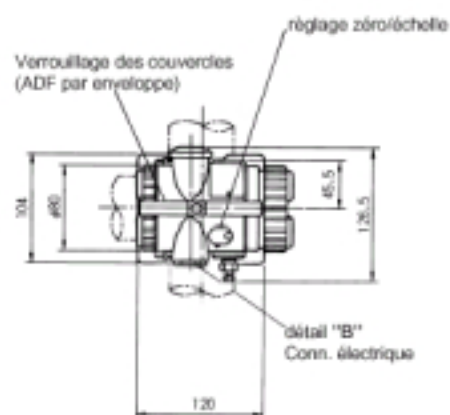
Transmetteurs de débit massique thermique M+W Instruments GmbH de INTRUTEC  
Monté sur tube inox 1/2" GAZ.



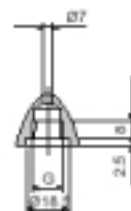
## 6.6 Transmetteur de débit quadratique avec orifice intégré

Transmetteur de débit FUJI avec orifice intégré et transmetteur de pression différentielle  
Monté sur tube inox 1/2" GAZ.

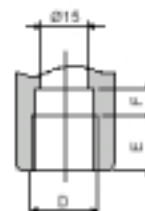
### DIMENSIONS D'ENCOMBREMENT ET DE MONTAGE (unité : mm)



Connexion procédé  
Détail "A"



Connexion électrique  
Détail "B"



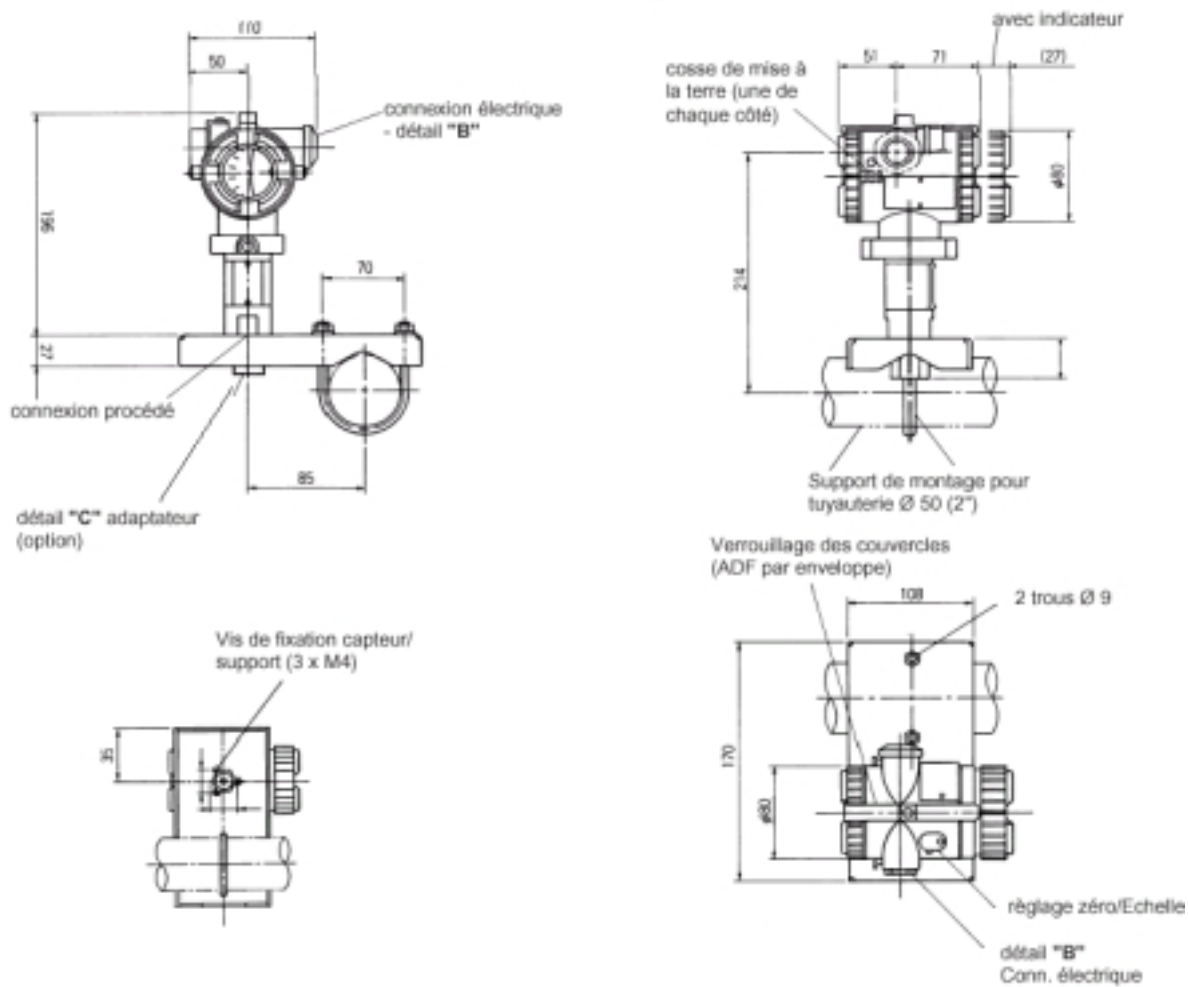
Code X=4	Connexion électrique			Conn. procédé	Connexion bride ovale
	D	E	F		
T	1/2-14NPT	16	5	1/4-18NPT	7/16-20UNF
V	Pg13.5	8	4.5	1/4-18NPT	M10 ou M12
W	M20 x 1.5	16	5	1/4-18NPT	M10 ou M12
X	Pg13.5	8	4.5	1/4-18NPT	7/16-20UNF
R	M20 x 1.5	16	5	1/4-18NPT	7/16-20UNF

Table 1

## 6.7 Transmetteurs de pression

Transmetteur de pression relative FUJI.  
Monté sur réservoir raccord ½" GAZ.

### Dimensions d'encombrement et de montage (unité : mm)





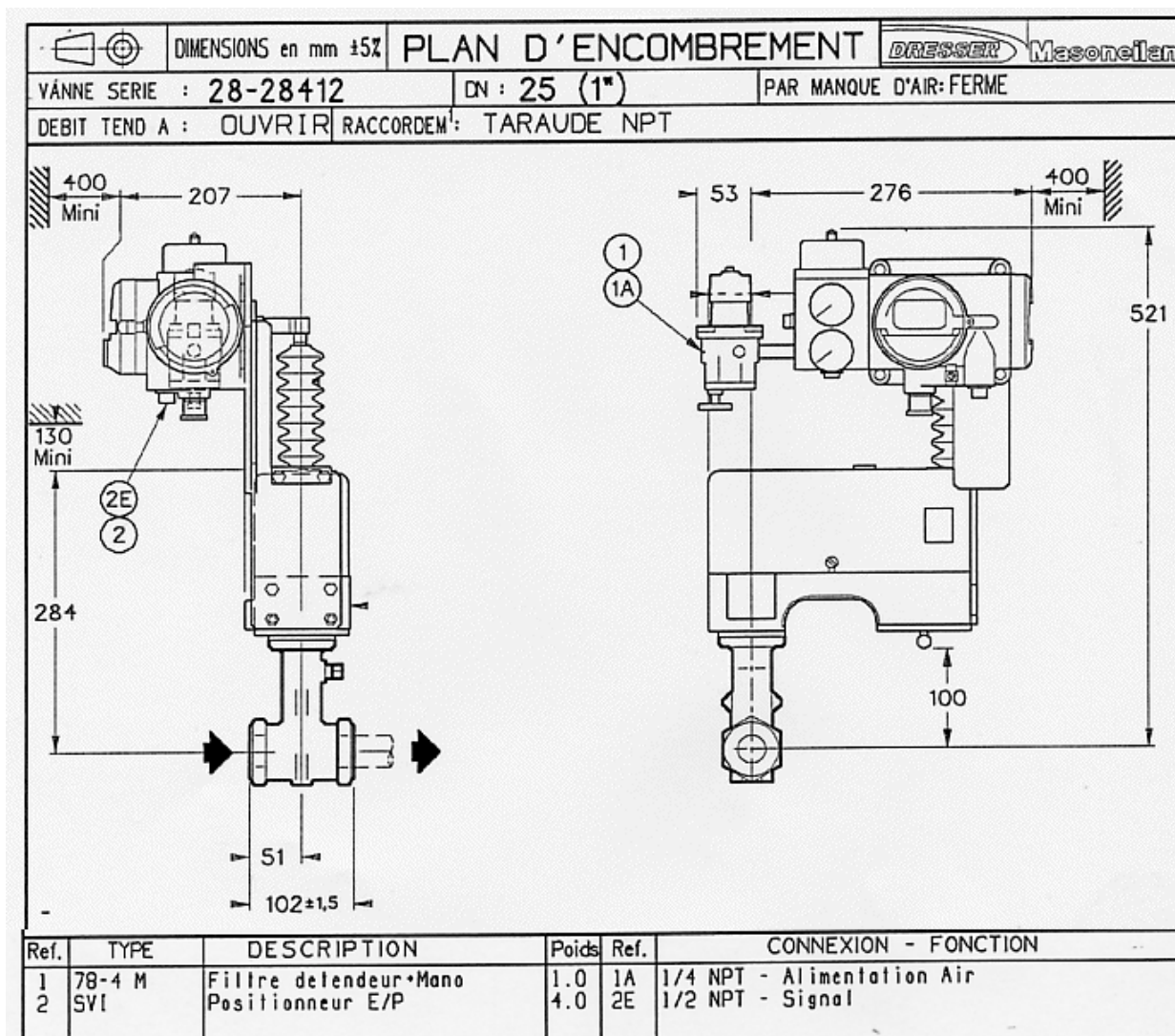
## 6.8 Actionneur

### Vanne de régulation automatique VR2

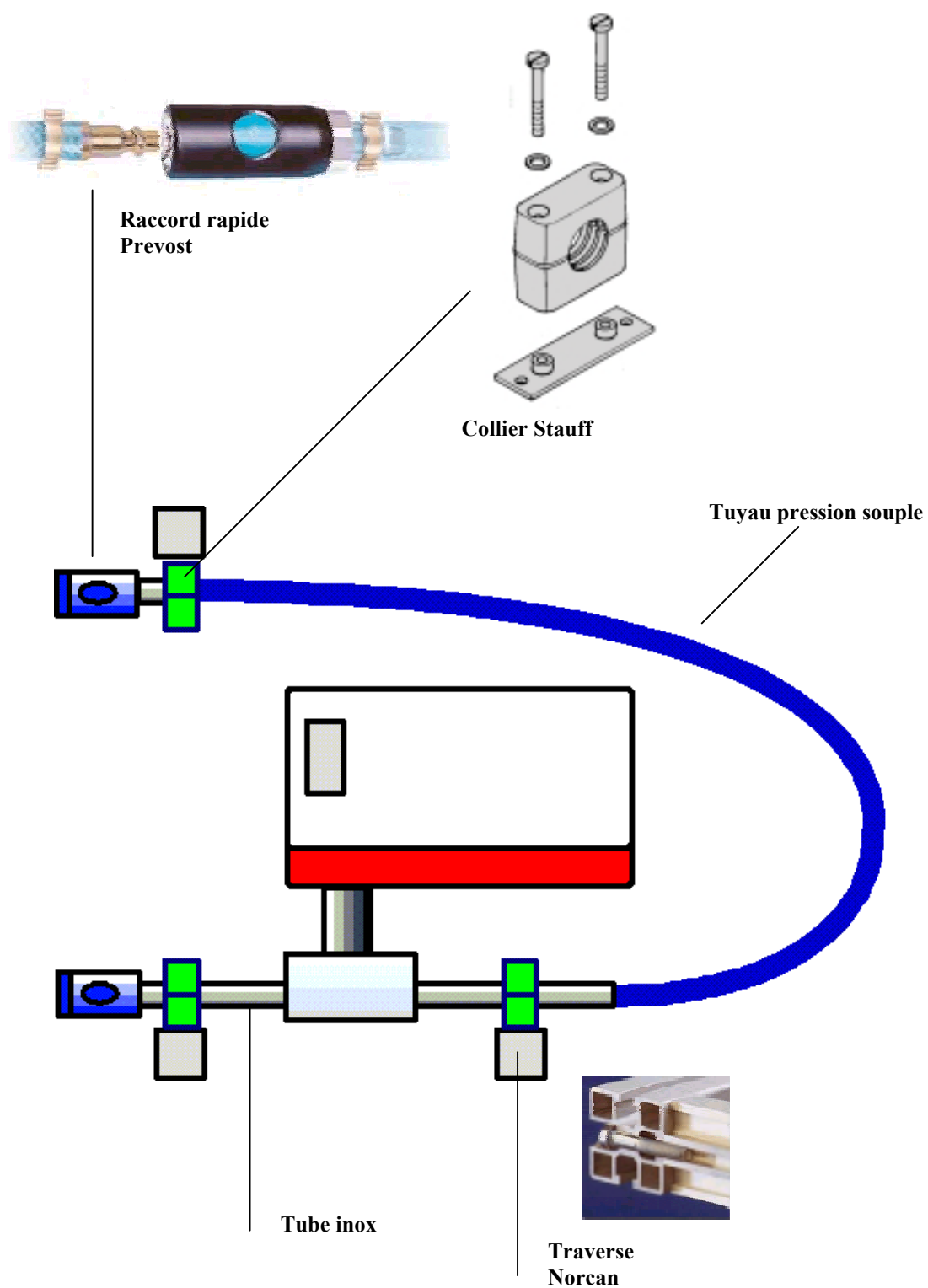
Vane Masoneilan Varipack

Taraudée 1" NPT

Montage entre raccords inox 1/2" gaz



## 6.9 Tuyauterie



## Sections de passage

- Tube inox 1/2" gaz
- Tuyauterie souple Supernobélaire 16 mm intérieur
- Raccords rapides 13 mm

La tuyauterie inox supporte l'instrumentation. Les tuyaux souples permettent de raccorder les différents modules. Ils se raccordent par l'intermédiaire de raccords automatiques PREVOST.

La tuyauterie est fixée sur le cadre en aluminium par des colliers STAUFF.

	D Collier
Tube inox 1/2"	21,3 mm
Tuyau souple	21,3 mm
Raccords rapides	33,7 mm

## Calcul des sections de passage de la tuyauterie.

Les sections de passage doivent être calculées pour des vitesses de fluide entre 10 et 20 m/s. Au-delà de 20 m/s, les pertes de charges sont trop élevées.

D tuyauterie : 16 mm

Débit massique maxi à 2 bars absolue : 20 Nm<sup>3</sup>/h

Débit volumique maxi à 2 bar absolue : 10 Nm<sup>3</sup>/h

### Application numérique

$$s = \frac{\pi(16 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$V_{\max} = \frac{q}{s} = \frac{2,78 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-4}} = 13,82$$

$$V_{\max} = 13,82 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}$$

## Calcul de la section de passage des raccords automatiques

D tuyauterie : 13 mm

Débit massique maxi à 2 bars absolue : 20 Nm<sup>3</sup>/h

Débit volumique maxi à 2 bar absolue : 10 Nm<sup>3</sup>/h

### Application numérique

$$s = \frac{\pi(13 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 1,33 \cdot 10^{-4}$$

$$V_{\max} = \frac{q}{s} = \frac{2,78 \cdot 10^{-3}}{1,33 \cdot 10^{-4}} = 20,9$$

V<sub>max</sub> = 20,9 m/s peu différent de 20 m/s.

La vitesse d'écoulement dans les raccords automatiques est légèrement supérieure à 20 m/s. Cette vitesse correspond au débit maxi, il est atteint que pour des conditions limites.

## 7. Instrumentation

---

## 7.1 Capteur de débit massique Thermique

Spécifications techniques : Cf Notice technique fabricant



### D-6250-HGB-CC-AV-99- Débitmètre massique

Famille d'instruments	:	MW
Matériau de construction	:	Aluminium
Fluide	:	air
Gamme	:	1...20 m <sup>3</sup> n/h
Précision	:	±3% PE
Pression	:	2 bar (g)
Joints	:	Viton
Raccords fluide	:	Filetage G¼
Sortie mesure	:	4...20 mA actif
Alimentation électrique	:	+24 Vdc, max 300 mA
Afficheur LCD 3 ½"		Affichage du débit en Nm <sup>3</sup> /h
Prix	:	EUR 685,- net la pièce

**Montage** Le transmetteur est supporté par les tubes inox.

**Echelle** 0-20 Nm<sup>3</sup>/h

**Câblage** L'électronique du transmetteur de niveau est en 4 fils. Alimentation séparée 24 V DC

1	+ power
2	- power
3	- signal
4	+ signal

## 7.2 Capteur de débit quadratique

Spécifications techniques : Cf Notice technique fabricant

Capteur de débit composé d'un orifice intégré et d'un transmetteur de pression différentielle  
FUJI

Echelle du transmetteur de débit : 2000 mm CE



### Caractéristiques fonctionnelles

#### Type:

FKK : Smart, 4-20 mAcc + signal numérique superposé  
FDK : FOUNDATION™ Fieldbus & Profibus™

#### Service:

Liquide, gaz ou vapeur

Limites en pression statique, étendues de mesure et réglages possibles :

Modèle	Limites en pression statique (bar)	Etendues de mesure (mm CE)		Réglages possibles (mm CE)
		Minimum	Maximum	
F □ K □ 12	-1 à +32	37,5	600	± 600
F □ K □ 33	-1 à +140*	200	3200	± 3200
F □ K □ 35	-1 à +140*	812,5	13000	± 13000
F □ K □ 36	-1 à +140*	3125	50000	± 50000
F □ K □ 37	-1 à +140*	12500	200000	± 200000

Note \*:

Pression statique maxi. limitée à 100 bar avec boulonnerie inox 316.

#### Pression statique mini de fonctionnement :

(limite en vide)

appareil rempli à l'huile silicone : cf. Fig. 1

appareil rempli à l'huile fluorée : 660 mbar abs.

(500 torr), pour des températures inférieures à 80°C.

#### Surpression :

Egale à la limite supérieure en pression statique

#### Signal de sortie :

4-20 mAcc (linéaire ou racine carré) avec signal numérique superposé au signal analogique.

Signal numérique pour FOUNDATION™ Fieldbus ou Profibus™

#### Alimentation :

10,5 à 45 Vcc aux bornes de l'appareil

10,5 à 32 Vcc aux bornes de l'appareil avec l'option dispositif parasurtenseur.

### Principe de dimensionnement d'un organe déprimogène pour de l'air.

Dans un organe déprimogène, le débit massique est relié à la pression différentielle par la relation suivante.

$$Q_{\max} = \alpha \beta^2 D \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P_{\max}}$$

peut s'écrire aussi

$$(F1): \alpha \beta^2 = \frac{4 Q_{\max}}{\pi D^2 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P_{\max}}}$$

Ce que nous cherchons, c'est la valeur de  $\beta = d/D$ .

Le principe de la méthode consiste essentiellement à choisir a priori une valeur du débit et une valeur de la pression différentielle, que l'on déclare corrélatives.

On porte les valeurs corrélatives de  $Q_m$  et  $\Delta P$  dans la formule de base F1, et l'on détermine, si besoin est, par approximations successives, le rapport des diamètres de l'élément primaire choisi.

$\alpha$  peut être fonction de  $Re_D$  qui est lui même fonction de  $q_m$ . La valeur finale de  $q_m$  doit donc être obtenue par approximations successives, en calculant d'abord  $q_m$  à partir d'une valeur de  $Re_D$  (ou de  $\alpha$ ) choisie a priori. On peut prendre comme première valeur de  $\alpha$ ,  $\alpha = \alpha_0$

## 7.3 Capteur de pression relative

Spécifications techniques : Cf Notice technique fabricant

Echelle : 0-2 bar relatif

Le capteur de pression relative, transmetteur électronique de la série FCX - CII est un appareil qui mesure avec précision une pression relative et la convertit en un signal de sortie 4-20 mAcc directement proportionnel. Le cœur de l'élément de mesure est constitué par un capteur micro-capacitif au Silicium. Par ailleurs, l'unité électronique bénéficie des dernières technologies en matière de microprocesseur.

### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

#### 1- Précision exceptionnelle

Le capteur micro-capacitif au Silicium garantit une précision de 0,1% de l'étendue de mesure calibrée sur toute la gamme de pression : de 81,25mbar à 100bar et cela, même avec un décalage de zéro, sans réglage supplémentaire.

#### 2- Conception modulaire

L'électronique, les indicateurs locaux ainsi que le boîtier électronique sont interchangeable entre tous les modèles de capteurs de la série FCX-CII.

#### 3- Communication bilingue en protocole FUJI/HART™ et compatibilité FOUNDATION™ Fieldbus et Profibus™

La communication des capteurs de la série FCX-CII est bilingue, elle permet le dialogue selon le protocole propriétaire FUJI et en protocole HART™. Les capteurs de la série FCX-CII sont compatibles pour toute utilisation HART™. Le changement de l'électronique permet d'utiliser les capteurs en FOUNDATION™ Fieldbus & Profibus™.

#### 4- Souplesse d'utilisation

La plupart des applications rencontrées dans les industries de procédé peuvent être solutionnées par les différentes options disponibles tels que :

- Indicateur analogique monté côté électronique ou côté connexion du client.
- Agréments pour fonctionnement en zones dangereuses.
- Filtre RFI et dispositif parasurtenseur incorporés.
- Indicateur numérique 5 chiffres à affichage par cristaux liquides.

#### 5- Fonction de linéarisation

Le signal de sortie peut être programmé en plus à la version linéaire ou racine carrée. (14 points de programmation sont possibles).

#### 6- Valeurs de repli programmables (< à 4mA: 3,2 à 3,8mA/ > à 20mA : 20,8 à 21,6 mA)

La valeur de repli peut être programmée avec le communicateur portable pour répondre aux recommandations NAMUR NE43.

#### 7- Etalonnage sans pression de référence

Grâce à la nouvelle conception de la cellule et de l'électronique de pointe, la fiabilité de l'étalonnage réalisé à partir du communicateur portable sans pression de référence est équivalente à l'étalonnage avec pression de référence.



### Caractéristiques fonctionnelles

#### Type:

Modèle FKP : SMART, 4-20 mAcc  
+ signal numérique superposé  
Modèle FDP : FOUNDATION™ Fieldbus & Profibus™

#### Service:

Liquide, gaz ou vapeur

#### Étendues de mesure, pression de fonctionnement et surpression admissible :

Modèle	Étendues de mesure (bar)		Pression de fonctionnement (bar)	Surpression admissible (bar)
	Minimum	Maximum		
F□P□01	0,08125	1,3	-1 à +1,3	10
F□P□02	0,3125	5	-1 à +5	15
F□P□03	1,875	30	-1 à +30	90
F□P□04	6,25	100	-1 à +100	150

Pression mini. de fonctionnement : (limite en vide)

- Appareil rempli à l'huile silicone : cf. fig. 1

- Appareil rempli à l'huile fluorée : 660 mbar abs.

(500 torr), pour des températures inférieures à 80°C.

#### Signal de sortie :

4-20 mAcc avec signal numérique superposé au signal analogique.

Signal numérique pour FOUNDATION™ Fieldbus & Profibus™

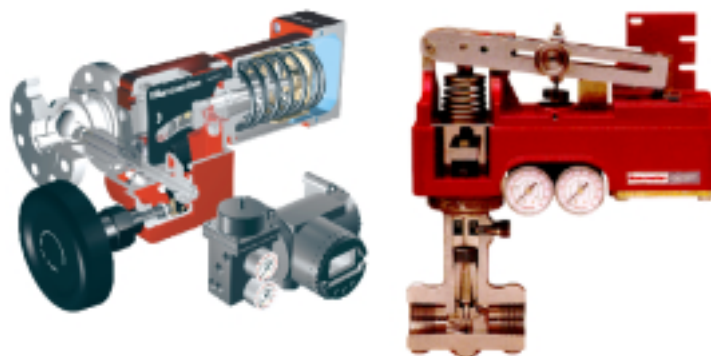
#### Alimentation :

10,5 à 45 Vcc aux bornes de l'appareil

10,5 à 32 Vcc aux bornes de l'appareil avec l'option dispositif parasurtenseur.



## 7.4 Vannes de régulation



### Coefficient de débit $C_v$

Le coefficient de débit  $C_v$ , utilisé pour la première fois par Masoneilan en 1944, est devenu rapidement l'étalon universel de mesure du débit de fluide qui s'écoule dans une vanne. Ce coefficient est en effet si pratique qu'il est maintenant presque toujours employé dans les calculs qui conduisent au dimensionnement des vannes ou à la détermination des débits qui les traversent.

Par définition, le coefficient  $C_v$  est le nombre de gallons U.S. d'eau traversant en une minute une restriction

lorsque la chute de pression au passage de cette restriction est de 1 psi (une livre par pouce carré).

Par exemple, on dira qu'une vanne possède un  $C_v$  de 12 lorsque, sous une chute de pression de 1 psi, elle sera traversée à pleine ouverture par un débit de 12 gallons U.S. d'eau par minute. Le  $C_v$  est un repère de grandeur au moyen duquel le technicien peut déterminer rapidement et avec précision la dimension d'une restriction connaissant les conditions de débit, de pression - éventuellement d'autres paramètres annexes - et cela pour n'importe quel fluide.

---

### Conditions de service

Un dimensionnement précis suppose la connaissance de conditions de service bien déterminées. En général, une des conditions de service doit être surestimée (par exemple la chute de pression), et c'est malheureusement sur cette estimation qu'il faut calculer le coefficient de débit  $C_v$  de la vanne. Une longue pratique industrielle

est indispensable. Généralement, les erreurs de dimensionnement proviennent d'une accumulation de coefficients de sécurité qui fait que le  $C_v$  calculé est trop grand. Dans ces conditions, le clapet doit effectuer le réglage à une trop faible ouverture, ce qui est défavorable.

---

### Densité

L'examen des formules de calcul montre que la densité n'intervient que par sa racine carrée dans le calcul du débit. Cela signifie que - s'il est utile de tenir compte de ce paramètre - sa connaissance avec une

grande précision n'est toutefois pas essentielle. Si par exemple, la valeur de la densité passe de 0,8 à 0,9, il n'en résulte qu'une variation de 5 % pour le débit.

## Chute de pression dans la vanne

Celle-ci est parfois très bien définie : simple détente entre deux pressions connues, déversement à l'atmosphère ou réglage entre deux niveaux pratiquement constants. Le plus souvent, il faut choisir la chute de pression dans la vanne d'une manière plus ou moins arbitraire ; le mieux est alors de procéder par analogie avec des installations similaires ; à défaut, on appliquera la règle suivante : la chute de pression dans la vanne doit être égale à 50 % de la chute de pression par frottement dans le reste de la boucle de régulation. Autrement dit, on suppose qu'un tiers de la chute de pression totale doit être absorbé par la vanne, les deux autres tiers l'étant par exemple par un injecteur, un échangeur et bien entendu par les tuyauteries. La proportion de la chute de pression dans la vanne peut paraître excessive, mais si celle-ci était complètement éliminée de la boucle de régulation, le débit augmenterait simplement de 3/2, soit environ de 23 %.

En fait, il faut analyser complètement les chutes de pression dans le circuit en fonction du débit.

S'il existe une pompe centrifuge à grande hauteur de refoulement, la caractéristique revêt une grande importance, et il faut en tenir compte de façon précise pour le choix du type de clapet et son dimensionnement.

Une analyse précise permet, lorsque les variations de débit ne sont pas importantes, de n'assigner à la vanne que 15 à 25 % de la chute de pression totale dans le circuit. Ces valeurs doivent toutefois être considérées comme des minima admissibles.

Remarque : il convient de ne pas perdre de vue que les courbes caractéristiques des vannes de régulation sont définies à chute de pression constante.

Or, dans une boucle de régulation, la chute de pression peut varier avec le débit. Il faut donc calculer les ouvertures en fonction des valeurs du débit, compte tenu de la chute de pression correspondant à chaque valeur du débit ; le choix de la vanne revient à s'assurer de la compatibilité de sa courbe caractéristique avec les résultats des calculs précédents.

Il est séduisant de réduire la puissance consommée dans la boucle de réglage et en particulier la chute de pression au niveau de la vanne automatique. Cependant, il est impossible d'obtenir de bons résultats si la vanne ne peut absorber une puissance disponible suffisante pour maintenir constante la grandeur réglée.

---

## Débit

Par l'expérience ou par le calcul, on peut estimer approximativement le débit normal passant dans une tuyauterie quand l'installation fonctionne à pleine charge. La vanne de régulation doit permettre un débit supplémentaire de 10 à 15 %. On voit donc qu'il est important de ne pas majorer, au préalable, le débit normal par un facteur de sécurité lorsqu'on procède au dimensionnement de la vanne. Les variations du débit lorsque la boucle de régulation est en fonctionnement doivent être considérées avec attention. Il arrive souvent qu'une diminution du débit entraîne une augmentation de chute de pression et les variations nécessaires de la section de passage au droit du clapet sont plus importantes qu'il n'apparaît a priori.

Exemple :

- a. Fonctionnement maximum  
Débit : 100 m<sup>3</sup>/h  
Chute de pression : 1 bar
- b. A marche réduite  
Débit : 10 m<sup>3</sup>/h  
Chute de pression : 4 bar

Dans cet exemple, la variation de la section de passage est dans le rapport de 20/1 et non de 10/1, comme on pourrait l'escompter à première vue si la chute de pression demeurait inchangée.

En effet, dans cet exemple, la section de passage dépend du rapport des débits et de la racine carrée de l'inverse du rapport des chutes de pression. Le rapport est bien de :

$$\frac{200 \times \sqrt{100}}{25 \times \sqrt{25}} = \frac{16}{1}$$

Il existe de nombreux systèmes pour lesquels l'augmentation de la chute de pression pour une même variation de débit est proportionnellement beaucoup plus importante que dans ce cas.

## Formules pour liquides

### Ecoulement non engorgé d'un liquide

Les formules suivantes permettent de déterminer le dimensionnement de vannes dans des conditions d'écoulements turbulents non engorgés.  $F_p$  vaut 1,0 lorsque la vanne est installée sans raccords.

$$\text{Débit volumique} \quad C_v = \frac{q}{N_1 F_p} \sqrt{\frac{G_f}{p_1 - p_2}}$$

$$\text{Débit massique} \quad C_v = \frac{w}{N_6 F_p \sqrt{(p_1 - p_2) \gamma_1}}$$

### Ecoulement engorgé d'un liquide

Un écoulement engorgé est un écoulement limite ou maximal qui se produit par suite de la vaporisation du liquide quand la pression à l'intérieur de la vanne est égale ou inférieure à la tension de vapeur du liquide.

Il y a un écoulement engorgé si :

$$\Delta p \geq F_L^2 (p_1 - F_F p_v)$$

Dans ce cas, on utilise les formules suivantes :

$$\text{Débit volumétrique} \quad C_v = \frac{q}{N_1 F_{LP}} \sqrt{\frac{G_f}{p_1 - F_F p_v}}$$

$$\text{Débit massique} \quad C_v = \frac{w}{N_6 F_{LP} \sqrt{(p_1 - F_F p_v) \gamma_1}}$$

## Nomenclature

- $C_v$  = coefficient de débit
- $N$  = constantes numériques dépendant des unités prises (cf. Tableau 1)
- $F_p$  = facteur résultant de la géométrie de la tuyauterie
- $F_F$  = facteur de rapport de pression critique du liquide
- $F_L$  = facteur de récupération de pression du liquide
- $F_{LP}$  = facteur combiné de récupération de pression du liquide et de géométrie d'une vanne de régulation avec raccords adjacents
- $K_i$  = coefficient de charge dynamique en amont
- $p_c$  = pression thermodynamique critique absolue
- $q$  = débit volumique
- $G_f$  = densité à la température de l'écoulement, calculée par rapport à l'eau (1 à 15,6° C)
- $p_1$  = pression absolue en amont
- $p_v$  = tension de vapeur du liquide à la température en amont
- $p_2$  = pression absolue en aval
- $w$  = débit massique du liquide
- $\gamma_1$  = masse volumique dans les conditions amont

## Constantes numériques des formules pour liquides

Constantes		Unités utilisées dans les formules					
	N	w	q	p, Δp	d, D	γ <sub>1</sub>	
N <sub>1</sub>	0.0865	-	m <sup>3</sup> /h	kPa	-	-	
	0.865	-	m <sup>3</sup> /h	bar	-	-	
	1.00	-	gpm	psia	-	-	
N <sub>2</sub>	0.00214	-	-	-	mm	-	
	890.0	-	-	-	in	-	
N <sub>6</sub>	2.73	kg/h	-	kPa	-	kg/m <sup>3</sup>	
	27.3	kg/h	-	bar	-	kg/m <sup>3</sup>	
	63.3	lb/h	-	psia	-	lb/ft <sup>3</sup>	

Tableau 1

## Calcul de la vanne automatique

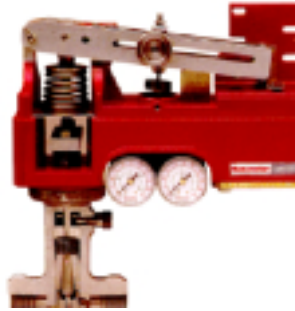
### Varipack

Conditions de calcul :

Pam : 3 bar abs

Pav : 2 bar abs

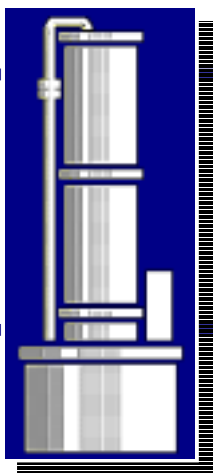
Débit : 2 Nm<sup>3</sup>/h



Cv Calculé : 0,57

Les pertes de charges en ligne nécessitent de prendre un Cv supérieur au Cv calculé.

Cv de réglage : 0,9



**S.A.D.**

*Systèmes Automatiques Didactiques*

**www.sad-online.com**

2195 rte du Bouloud - 38 410 ST MARTIN D'URIAGE  
Tel : 04 76 59 78 25 - Fax : 04 76 59 78 24 - e-mail : [infos@sad-online.com](mailto:infos@sad-online.com)

## **DECLARATION DE CONFORMITE**

Le constructeur soussigné

S.A.D.

Chemin du Peyre

38 560 JARRIE

certifie que le matériel neuf désigné ci-après :  
partie opérative S.A.D.,

Type : Pression 2

Ref : 2004060302

est conforme à l'annexe 1 du décret 92 767.

Ce texte est la transcription en droit français des directives européennes concernant  
les équipements de travail

Fait le ..... à .....

**Le chef d'entreprise**

**Pierre BAJARD**