

## Livre blanc

# Concepts d'automatisation pneumatiques - comparaison entre distributeurs individuels et terminaux de distributeurs



**Distributeur individuel ou terminal pour commande de vannes automatisées de manière pneumatique ? Quelles sont les différences techniques et économiques des deux possibilités ? Une comparaison de coûts s'impose. Quelles sont les différences lors de la mise en service ? Quelles sont les possibilités existantes de diagnostic pour les terminaux de distributeurs, permettant de réduire les arrêts imprévus ? L'article traite ces questions.**

**Ce livre blanc contient des informations relatives aux points suivants :**

- Comparaison du distributeur individuel par rapport à l'architecture du terminal
- Différences techniques et économiques
- Comparaison des coûts
- Utilisation de terminaux de distributeurs sur les dispositifs de protection PLT (SIL)
- Exemples tirés de la pratique

## Introduction

D'énormes progrès ont été réalisés ces dernières années en termes d'automatisation pneumatique. Alors qu'auparavant la technique standard consistait à effectuer l'automatisation à l'aide de distributeurs individuels montés sur l'actionneur, désormais des terminaux de distributeurs performants sont disponibles avec des entrées et sorties électriques intégrées. Des commandes intégrées permettent d'accomplir de petites tâches d'automatisation sur place.

Grâce à la certification SIL, les terminaux de distributeurs peuvent également être utilisés sur les dispositifs de protection PLT. Des circuits de sécurité jusqu'à SIL2 peuvent également être réalisés également par cette technique.

## L'intelligence gagne du terrain

Le terminal de distributeurs constitue l'élément principal de l'automatisation pneumatique décentralisée. Il permet d'implémenter rapidement et simplement des solutions d'automatisation décentralisées. Le terminal de distributeurs (Festo CPX/MPA) représenté dans le schéma 1 est entièrement modulaire. Il peut commander jusqu'à 64 bobines d'électrodistributeurs et traiter des signaux électriques numériques et analogiques. La communication s'effectue via un bus de terrain avec des systèmes d'automatisation superposés. En outre, il est possible d'équiper les terminaux d'une commande, de sorte que les pièces de l'installation puissent fonctionner indépendamment d'un système de pilotage central.

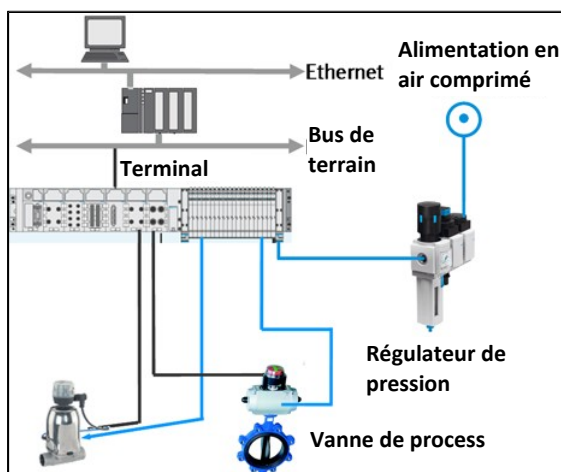


Figure 1. : architecture d'automatisation pneumatique.

Ces éléments permettent d'implémenter des concepts d'automatisation sur mesure et continus, de la vanne de process au niveau de commande propre.

Des composants précis, parfaitement adaptés sont donc d'une importance capitale pour que tous les éléments de la chaîne de commande fonctionnent de manière optimale. Souvent des problèmes résultent de détails : l'utilisation de tuyaux et raccords avec un diamètre trop petit ou trop grand ou avec un matériau non approprié à l'application peut entraîner des retards de transmission de signaux. Si la différence de coûts lors de l'investissement reste encore faible, la note peut s'avérer particulièrement salée lors de l'exploitation ultérieure de l'installation, si aucun échange n'est requis.

Un concept d'automatisation pneumatique décentralisé présente les avantages suivants :

- Flexibilité grâce au bus de terrain, intégration et extensibilité simples
- Gain de temps grâce à l'ingénierie parallèle de modules
- Sécurité grâce aux modules préalablement testés de manière autonome
- Travaux d'installation réduits
- Disponibilité système maximale grâce aux diagnostics système

Les terminaux de distributeurs permettent de réaliser d'importantes économies par rapport aux solutions de distributeurs individuels. Cela est particulièrement vrai sur les installations avec de nombreuses vannes rapprochées, comme dans les produits de chimie fine et les produits chimiques spécialisés, la biotech/pharma, la production alimentaire, pour les installations de filtration ou sur les digesteurs de stations d'épuration communales.

La situation peut être différente pour les grandes installations en chimie et pétrochimie, où les vannes sont souvent très éloignées les unes des autres. En comparant les coûts, la technologie de terminal de distributeurs suit l'architecture du distributeur.

## Comparaison des coûts de terminal de distributeurs - valve individuelle pour les grandes installations

La figure 2 illustre une installation de production réelle de produits de chimie fine et de produits chimiques spécialisés, pris comme base pour la comparaison. Sa surface est d'environ 20 x 20 m et sa hauteur de 15 m, elle est composée de quatre étages et fabrique des matières premières pour des produits de soins du corps et des lessives.

L'installation est équipée d'environ 100 vannes, automatisées de manière pneumatique, essentiellement des robinets à boisseau sphérique, distributeurs à clapet et volets de diamètres nominaux allant de 25 à 200.

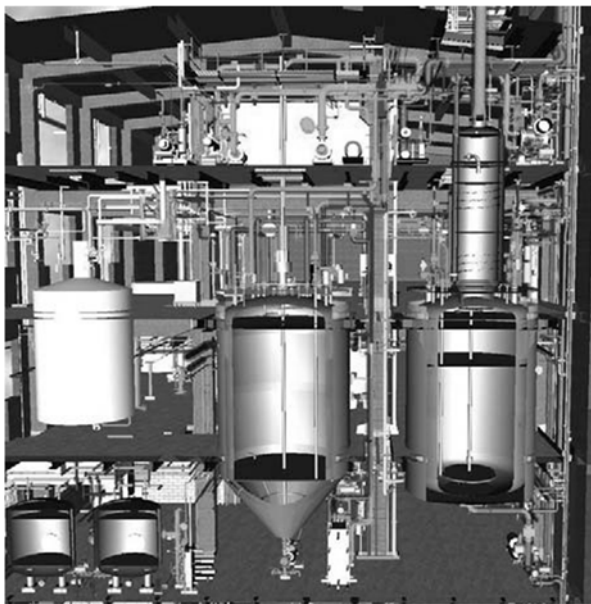


Figure 2 : exemple d'installation pour la comparaison entre distributeur et terminal.

L'installation est équipée de distributeurs et de capteurs de fin de course au niveau de l'actionneur ou d'un boîtier avec des capteurs de fin de course et une électrovanne intégrée. Pour la comparaison de coûts, seules les vannes d'ouverture et de fermeture ont été prises en compte. Les armoires de commande figurant sur l'installation servent de base de calcul.

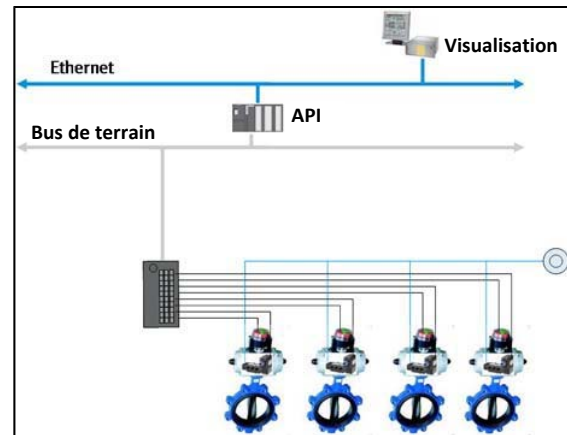


Figure 3 : architecture de l'automatisation de l'installation avec distributeurs individuels.

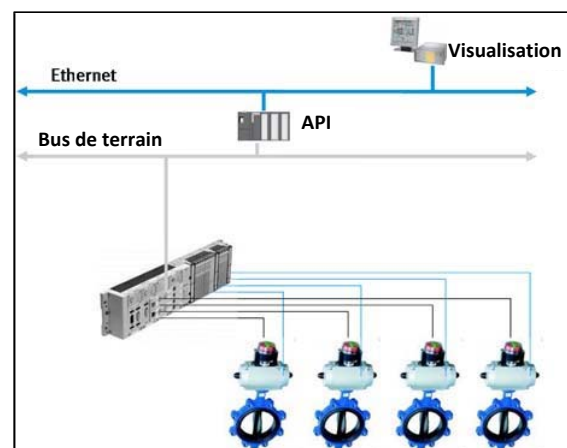


Figure 4 : architecture de l'automatisation de l'installation avec terminal de distributeurs.

L'automatisation de l'installation par des distributeurs individuels est représentée sur le schéma 3 et par des terminaux de distributeurs sur le schéma 4. Les distributeurs individuels sont montés directement sur la vanne à l'aide de l'interface Namur. Les distributeurs et les capteurs de fin de course sont reliés au bus de terrain par une E/S distante. L'architecture sur le terminal de distributeurs est plus simple : connexion de bus de terrain, E/S déportée et électrodistributeurs forment une unité comme niveau de commande décentralisée. Lors de l'utilisation du terminal de distributeurs, par rapport au distributeur individuel, on note la sortie binaire de l'E/S distante pour la commande des distributeurs, câblage et pose, etc.. compris. Les terminaux sont placés sur l'installation de telle sorte que les exigences du processus concernant les temps d'ouverture et de fermeture des vannes sont atteintes. Pour le calcul, les hypothèses suivantes sont adoptées :

- Le montage/Les frais de raccordement du distributeur individuel avec E/S distante est/sont assimilé(s) à l'unité de terminal de distributeurs de type CPX/MPA.
- Pour la solution d'électrovanne, un câble multifilaire de commande de l'électrodistributeur et du boîtier capteur, est utilisé. En revanche, pour le terminal de distributeurs, le nombre de brins de câble se réduit simplement. Cette différence de coûts est négligeable. Une commande possible des distributeurs individuels avec deux câbles n'est pas prise en compte.

Les prix catalogue des produits du marché (électrodistributeurs, terminaux, tuyaux, conduites etc.) constituent la base de calcul. Les coûts comprennent les composants, l'installation des conduites en fonction de la longueur et les frais de raccordement. Les frais d'installation et de raccordement sont des données mises à disposition par l'exploitant.

Un inventaire soigneux sur place permet pour tous les électrodistributeurs de déterminer les conduites électriques et pneumatiques, leur situation précise et de les transférer dans un plan d'implantation. Le plan d'implantation permet de déterminer les longueurs de conduite. Les schémas 5 et 6 comprennent l'examen détaillé pour le rez-de-chaussée, des distributeurs individuels et du terminal de distributeurs. La procédure est analogue pour les autres étages. Le calcul est effectué pour quatre zones :

- Indoor, pas d'EX
- Indoor, zone EX 2
- Outdoor, zone EX 2
- Outdoor, zone EX 1

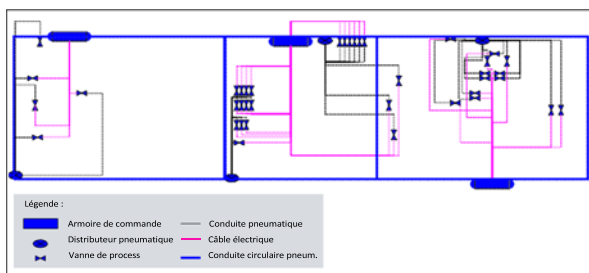


Figure 5 : examen détaillé du rez-de-chaussée – Distributeur individuel.

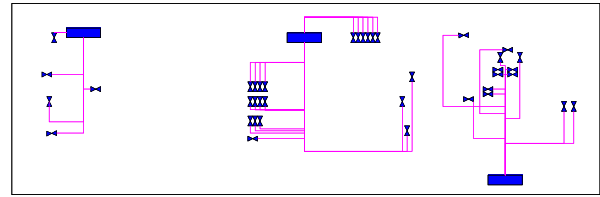


Figure 6 : examen détaillé du rez-de-chaussée - Terminal (les conduites pneumatiques ne sont pas représentées).

Les résultats sur la figure 7 indiquent pour tous les domaines une réduction significative des coûts en faveur de la solution de terminal de distributeurs. Elle se situe entre 14 et 42 % pour les frais de produit et d'installation. Le modèle de calcul permet le transfert sur d'autres tailles d'installation.

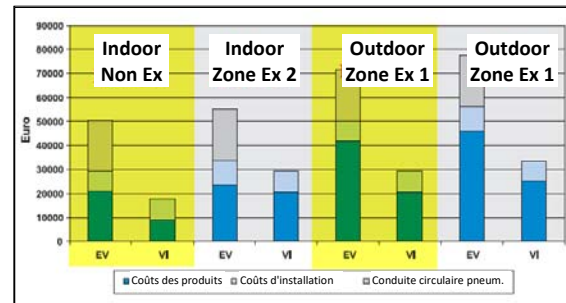


Figure 7 : résultats de la comparaison de coûts distributeur individuel (DI) - terminal de distributeurs (TD).

### L'infrastructure à air comprimé réduite apporte des économies

L'alimentation pneumatique de l'exemple d'installation se compose d'une boucle avec des répartiteurs d'air pour chaque étage (voir par ex., schéma 5, conduites en bleu). On trouve généralement et fréquemment ce mode d'installation sur les structures de produits de chimie fine et de produits chimiques spécialisés.

Renoncer aux boucles avec répartiteurs d'air permet de réaliser une économie supplémentaire d'un montant à cinq chiffres, sur les coûts d'investissement, en faveur de la solution de terminal de distributeurs. Ces coûts ne sont pas pris en compte sur le schéma 7.

### Prise en compte des coûts dans le cycle de vie

Cette comparaison de coûts comprend uniquement les coûts d'investissement. Les autres économies réalisables grâce à l'utilisation rigoureuse de la technologie de terminal de distributeurs dans le cadre du cycle de vie d'installations de production, ne sont pas prises en compte ici. Par exemple, l'utilisation de procédé de diagnostic permet d'éviter les périodes d'inactivité induites par un dysfonctionnement, ou de les réduire considérablement par des indications dédiées des localisations de défauts.

### Avantages lors de la mise en service

La mise en service est souvent ignorée lors de la phase de planification. Le schéma 8 illustre une installation type de conduites du système de filtrage d'une usine d'eau. Pour une mise en service à sec avec des vannes individuelles, l'installation est entièrement assemblée et câblée.

L'air comprimé est généré et les électrodistributeurs sont actionnés par la commande manuelle afin de détecter si les vannes individuelles sont correctement raccordées. Pour l'installation représentée, de nombreuses vannes sont difficilement accessibles, une échelle est souvent requise.

La liste de documents ne peut pas être contrôlée sur place.



Figure 8 : cave de tuyauterie dans une station d'épuration.

Sur la figure 9, la situation est identique. Ici la cave de tuyauterie est représentée par deux tours de digestion - le traitement des boues d'une station d'épuration communale. De nombreuses conduites avec les vannes connexes se rejoignent sous le plafond.



Figure 9 : cave de tuyauterie dans une usine de traitement des eaux.

Pour cette utilisation, des armoires de commande avec terminaux de distributeurs sont utilisées à la place des distributeurs

individuels (figure 10). Les armoires de commande sont facilement accessibles pour les opérateurs. Ce qui représente un gain de temps considérable pour une mise en service à sec. En outre, une approche systématique est facile à réaliser lors de la mise en service. La position des vannes est confirmée sur le capteur de fin de course. Les signaux sont câblés aux modules d'entrée/de sortie, côté gauche des terminaux de distributeurs. Chaque signal d'entrée et de sortie (par ex. également au niveau de l'électrodistributeur) est directement indiqué par des LED. Si en plus le bus de terrain est actif, le programmeur peut vérifier directement la répartition des signaux selon les repères d'installation (RI). Autre avantage que présente l'utilisation de terminaux de distributeurs : les blocs fonctionnels ou les pièces d'installation peuvent être regroupés et représentés sur le terminal de distributeurs. Cela permet également d'automatiser de façon modulaire et concise des installations complexes. L'opérateur gagne en transparence.



Figure 10 : armoire de commande avec terminal de distributeurs.

La transparence revêt toute son importance notamment lorsqu'un opérateur doit manipuler plusieurs installations ou sur des installations avec plusieurs milliers de vannes comme dans l'industrie pharmaceutique.

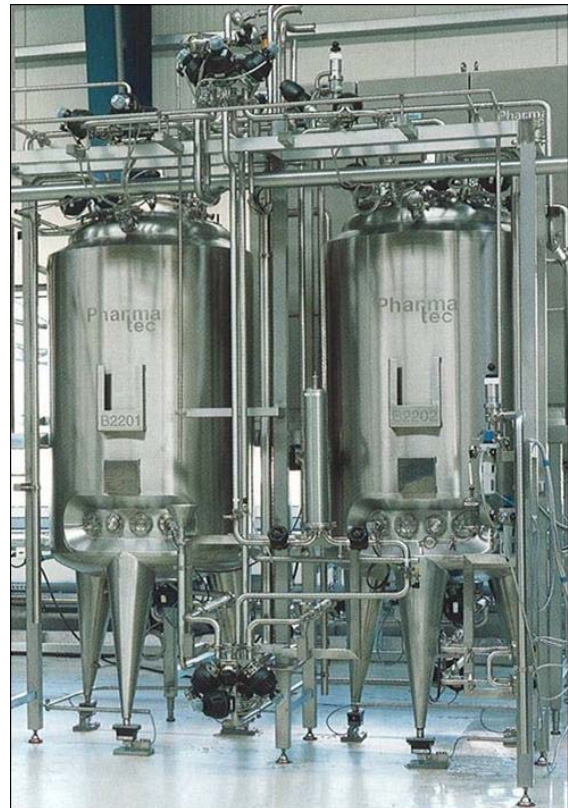
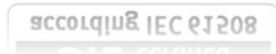


Figure 11 : ligne de production d'un site pharmaceutique.

La ligne de production d'un site pharmaceutique est représentée sur le schéma 11. Sur ces installations, souvent plus de 10 000 vannes fonctionnent, souvent avec des actionneurs pneumatiques à simple action. Le montage direct d'électrodistributeurs est le plus souvent impossible. Une automatisation rentable avec terminaux de distributeurs est donc impérative ici. Si plusieurs entreprises participent à la construction d'une installation, une normalité pour des installations de cette complexité, il est utile de standardiser les armoires de commande avec des terminaux de distributeurs afin que l'opérateur puisse avoir une certaine transparence et puisse profiter d'avantages en matière de coûts, sur le cycle de la vie, concernant le stockage, la formation du personnel d'entretien etc.

## Terminaux de distributeurs sur les dispositifs de

Toujours plus d'installations existantes et les nouvelles installations de process doivent se soumettre à un contrôle de sécurité selon l'IEC 61511.



Si l'analyse HAZOP (Hazard and Operability) révèle un risque de sécurité pour des personnes se trouvant sur l'installation ou à proximité de cette dernière, ou l'environnement, ce risque doit être réduit à un niveau acceptable par des mesures appropriées.

Le risque peut être réduit par des mesures constructives ainsi qu'organisationnelles. Souvent des dispositions doivent également être prises dans la commande de l'installation.

Certaines fonctions sur l'installation doivent être interprétées selon le niveau SIL exigé, de sorte que leur probabilité de défaillance soit la plus faible possible. La sécurité antidébordement et la surveillance de la pression et de la température par exemple, font partie de ces fonctions.

Le schéma 12 illustre un circuit SIL type composé de capteur, barrière, entrée, contrôleur de sécurité, sortie, électrodistributeur ESD (Emergency Shut Down) et vanne de process.

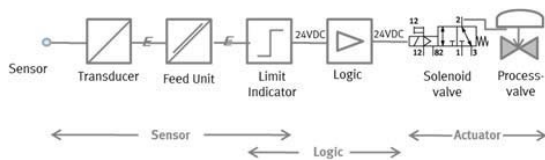


Figure 12 : circuit de protection PLT selon SIL.

L'électrodistributeur ESD permet de mettre à l'échappement en sécurité la chambre de travail des actionneurs sur sollicitation. Ce qui permet de garantir que l'actionneur, à l'aide du groupe de ressorts, se déplace en position de sécurité définie. La position de sécurité peut être ouverte ou fermée selon les exigences du processus.

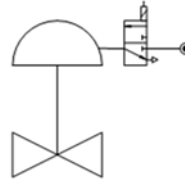


Figure 13 Vanne ouverte/fermée avec électrodistributeur ESD - Position de sécurité d'échappement.

Sur les circuits de protection jusqu'à SIL2, la fonction de la soupape ESD peut être intégrée à un terminal de distributeurs, s'il existe une certification SIL de ce dernier.

### Exemple d'application : pour la production de produits phytosanitaires

L'un des leaders mondiaux parmi les fabricants de produits phytosanitaires a appliqué ce concept sur son installation de production. L'installation produit des substances actives phytosanitaires. Environ 2500 tonnes sont fabriquées par an.

L'installation est composée de divers réacteurs, automatisés avec près de 1600 distributeurs. Ceux-ci sont répartis en environ 100 terminaux de distributeurs. Tous les distributeurs de commande sont de type 3/2 et commandent des actionneurs à simple effet, de différents types. L'intégralité de l'installation est conçue en zone ATEX 2.



Figure 14 : armoire de terminaux en zone ATEX 2 avec distributeurs pour le dispositif de protection PLT.

La communication au système de guidage s'effectue via Profibus DP pour les distributeurs non liés à la sécurité. Tous les distributeurs faisant partie du dispositif de protection PLT sont connectés par câble multipôle, directement aux entrées/sorties du contrôle de sécurité.

Comme l'illustre le schéma 14, les terminaux de distributeurs reliés au Profibus DP et les terminaux reliés au contrôle de sécurité, sont montés dans une armoire.

Les avantages pour le client sont les suivants :

- Installation centralisée de tous les composants dans une armoire
- Entretien facilité
- Fonctionnement fiable

Festo AG & Co. KG  
E-mail : [chemicals@festo.com](mailto:chemicals@festo.com)  
[www.festo.com](http://www.festo.com)