

# **Automatisme et Automate Programmable Industriel**

**Pr. Abdelouahed TAJER**  
**Année 2018-2019**

# Automatisme.

## 1. Les systèmes automatisés de production

Analyse structurelle d'une installation automatisée.  
Analyse fonctionnelle: 4 familles de constituants d'automatismes

## 2. Composants d'automatisation associés aux fonctions

Les capteurs.  
Logique câblée/ Logique programmée. Chaîne d'action  
pneumatique et électrique. Schéma de puissance;  
Schéma de commande.  
Conception sur Festo FluidSIM

## 3. Les Automates Programmables industriels

Principe des API  
Structure des API  
Langage de programmation d'un API.  
Etude de cas: API Siemens et Emulation FestoFluidSim

# I°] Automatisation et automatismes



- Système Automatisé de Production (SAP):  
Système autonome de création de valeur ajoutée.  
Sous des impératifs de sécurité, productivité, adaptabilité...

**Bouteille + bouchon.**

**Pièce non percée**

**Matière brute**

**Pièce au point A**



**Bouteille bouchée**

**Pièce percée**

**Pièce finie**

**Pièce au point B**

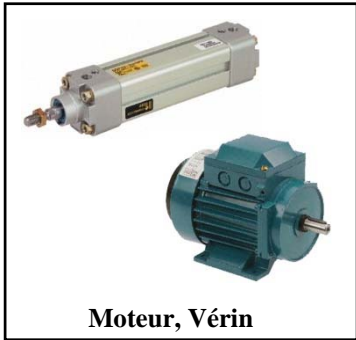
**Objectif: Augmenter la compétitivité des produits en réduisant le coût unitaire de chaque produit.**

# Exemple de SAP: chaîne de palettisation.

Acquérir des informations



Transformer l'énergie



Agir sur la matière d'œuvre



Traiter les données  
émettre des ordres



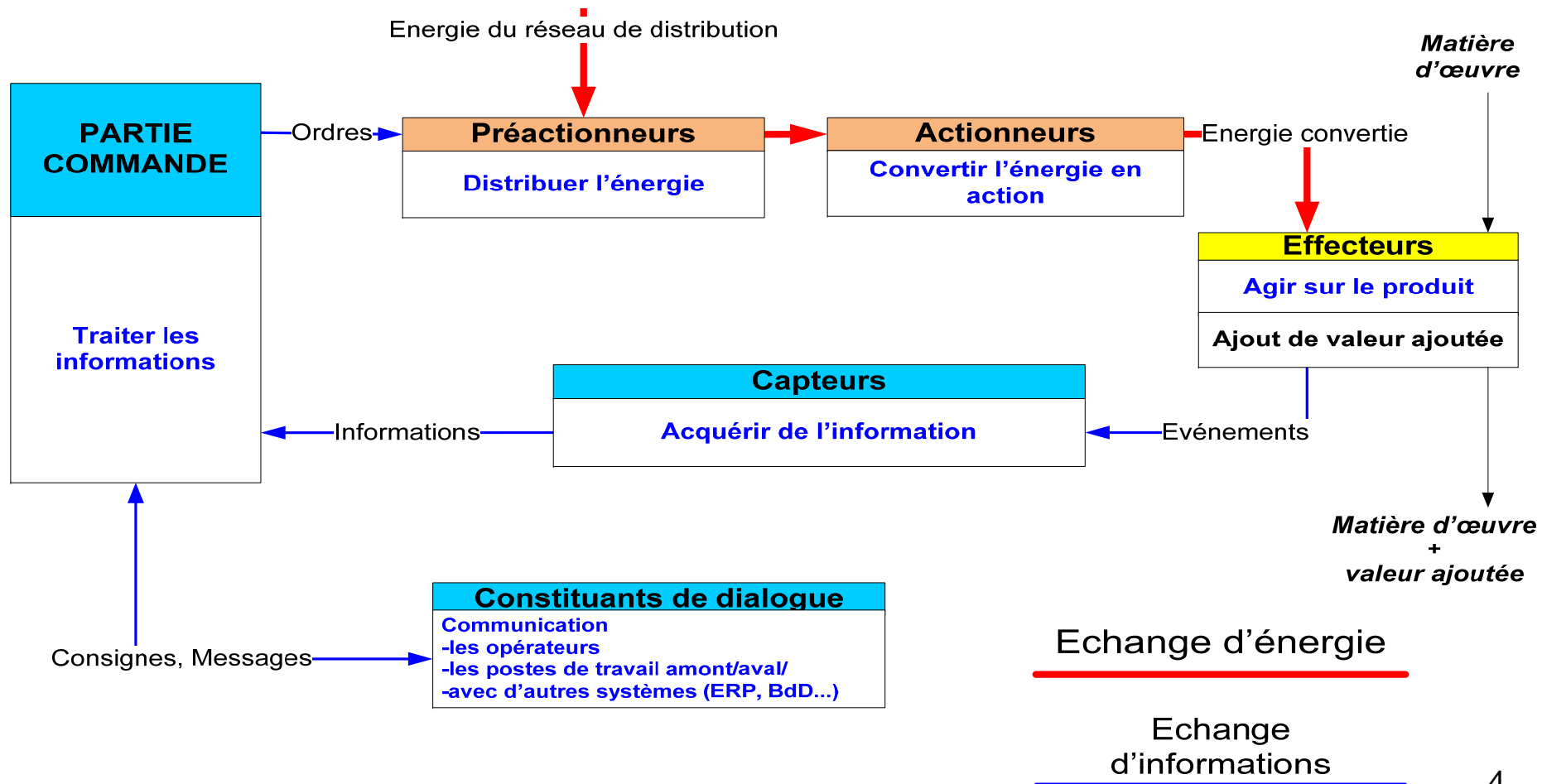
Communiquer  
localement et à distance



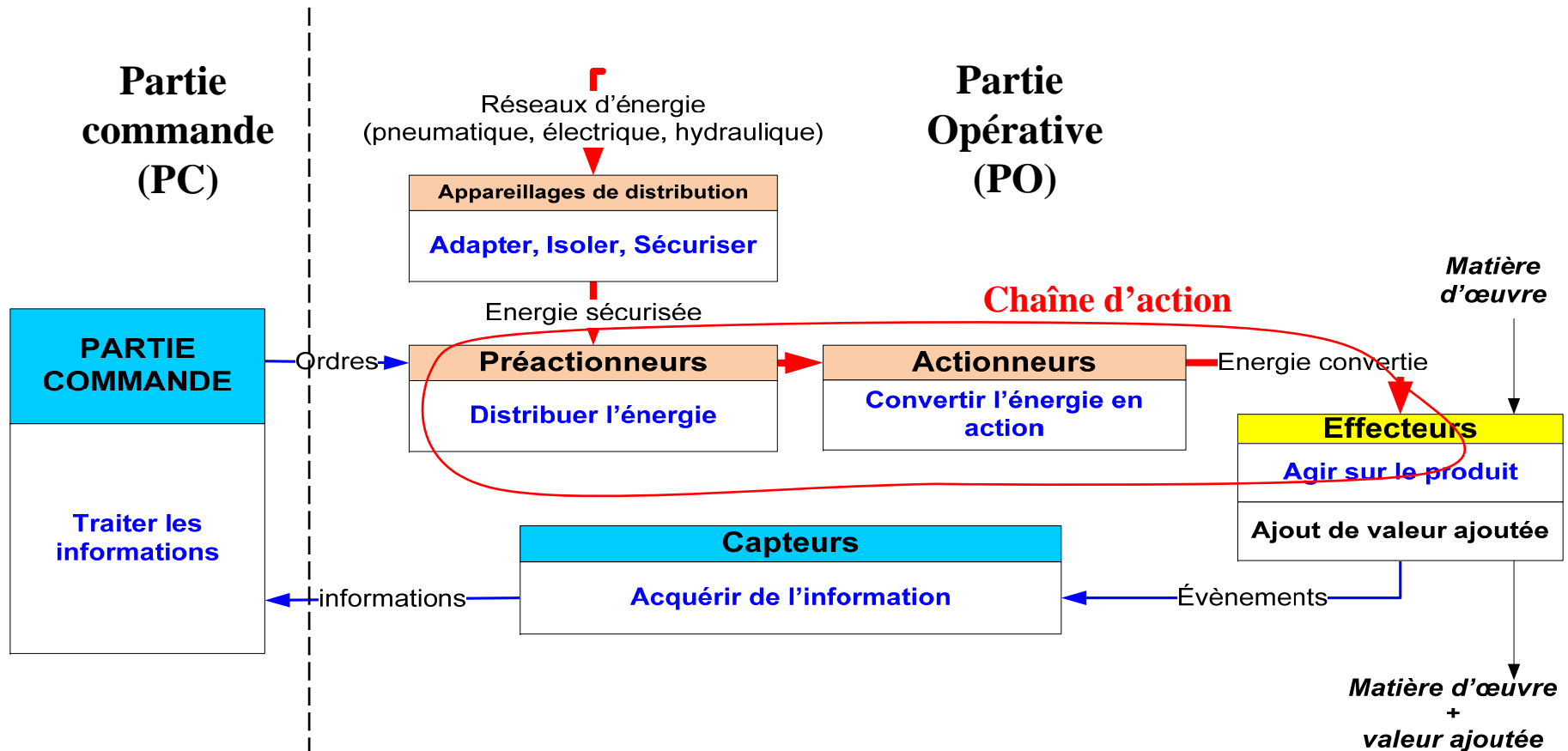
Distribuer l'énergie



# Analyse fonctionnelle d'un SAP



# Partie opérative/ Partie commande: Plan de l'étude



## Plan de l'étude

- 1°) Les capteurs.
- 2°) Partie commande: logique câblée / Programmée
- 3°) Éléments technologiques des chaînes d'action pneumatique et électrique

# Les capteurs (1)

Rôle: Fournir à la PC **des informations** sur l'état du système.

Il convertit les informations physiques de la PO en grandeurs électriques exploitables par la PC.

- 3 types de capteurs:

## Les détecteurs (ou capteur T.O.R.):

- Un détecteur fournit une information binaire à la partie commande.

(Présence d'une pièce ou non, seuil de température atteinte, Vérin sorti...)

- Il existe différentes familles technologiques de détecteurs: mécanique, optique, inductif, capacitif... dont les caractéristiques distinctes sont des éléments de choix.

## Les capteurs analogiques :

- Un capteur analogique fournit une image électrique (tension 0-10V ou courant 4-20mA) d'une grandeur physique évoluant continuellement dans le temps, dans une gamme de variation donnée.

## Les capteurs numériques (ou codeurs)/

- Les codeurs transmettent des valeurs numériques précisant des positions, des pressions,..., pouvant être lus sur 8, 16, 32 bits.

# Détecteur de position mécanique (TOR)

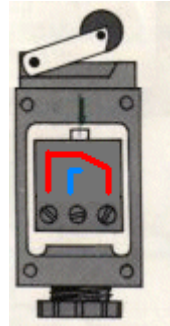
## Détecteur de position



## Symbole



## principe

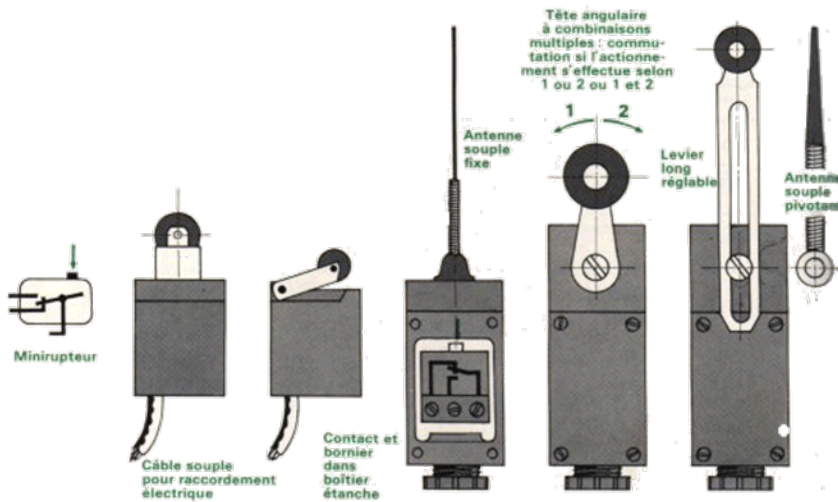


## Utilisation:

Détecteur de position, fin de course,  
Détection de présence d'objets solides

## Avantage

- sécurité de fonctionnement élevée :
- fiabilité des contacts.
- bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm)
- bonne aptitude à commuter les courants faibles combinée à une grande endurance électrique
- tension d'emploi élevée
- mise en œuvre simple, fonctionnement visualisé.
- grande résistance aux ambiances industrielles



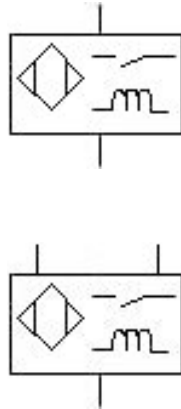


# Détecteur de proximité inductif (TOR)

## Détecteur de inductif

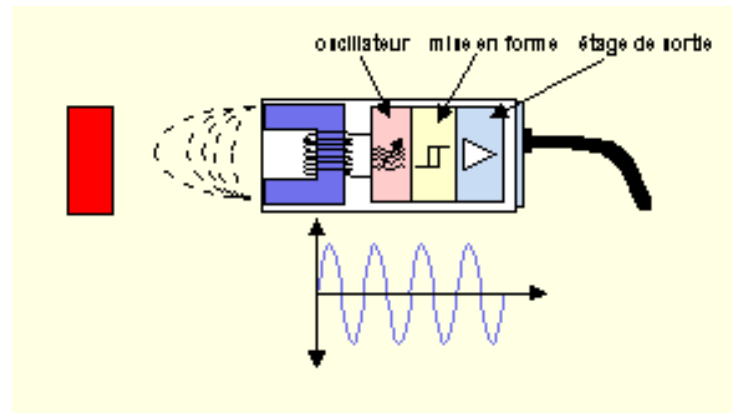


## Symbole



## principe

basée sur la variation d'un **champ magnétique** à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique



## Utilisation:

Ce type de capteur est réservée à la détection sans contact **d'objets métalliques**. L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.

## Avantage

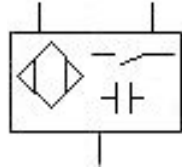
- Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- Pas d'usure ; possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints...
- Durée de vie indépendante du nombre de manœuvres.
- Produit entièrement encapsulé dans la résine donc étanche.
- Très bonne tenue à l'environnement industriel : atmosphère polluante

# Détecteur de proximité capacitif (TOR)

## Détecteur de inductif



## Symbole



## principe

basé sur la variation d'un **champ électrique** à l'approche d'un objet quelconque.

## Utilisation:

Détection à courte distance d'objets métalliques **ou non**.  
**Contrôle de niveau de liquide et de poudre dans trémies**

## Avantage

### Idem détecteur inductif mais plus cher et pas de pièces en mouvement

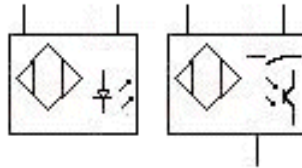
- Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- Pas d'usure ; possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints...
- Détecteur statique, pas de pièces en mouvement.
- Durée de vie indépendante du nombre de manœuvres.
- Produit entièrement encapsulé dans la résine donc étanche.
- Très bonne tenue à l'environnement industriel : atmosphère polluante

# Détecteur de proximité photoélectrique (TOR)

## Détecteur de inductif

## Symbole

## principe



Les détecteurs photoélectriques se composent essentiellement d'un **émetteur** de lumière associé à un **récepteur** photosensible.

## Utilisation:

Détection de tout objet opaque.

## Avantage

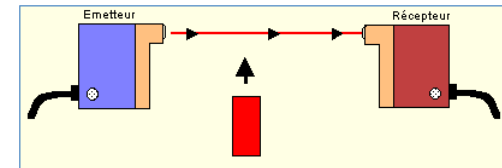
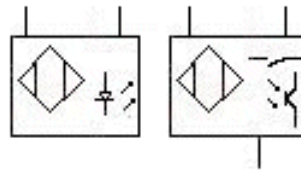
- Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- Pas d'usure ; possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints...
- Détection sur de grande distance.
- généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement
- Très bonne tenue à l'environnement industriel : atmosphère polluante

# 3 détections photoélectriques (2)

## barrage

- 2 boîtiers
- portée : 30m
- pas les objets transparents

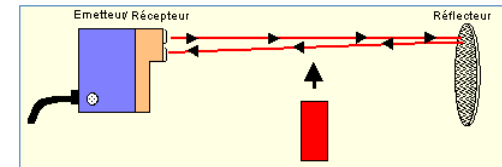
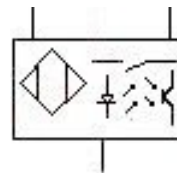
## Symbole



## Système réflex

- 1 boîtier
- portée : 15m
- pas les objets transparents et réfléchissants

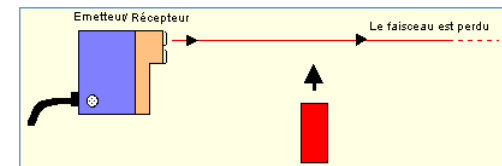
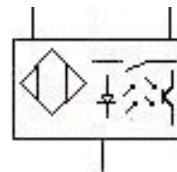
## Symbole



## Système proximité

- 1 boîtier
- portée : dépend de la couleur de l'objet
- pas les objets transparents

## Symbole



# Critère de choix d'un capteur (1)

## •Critères de choix

Ambiance industrielle.

Poussièreuse, humide, explosive...

Nature de la détection

Nombre de cycle de manœuvre.

Nombre et nature des contacts requis

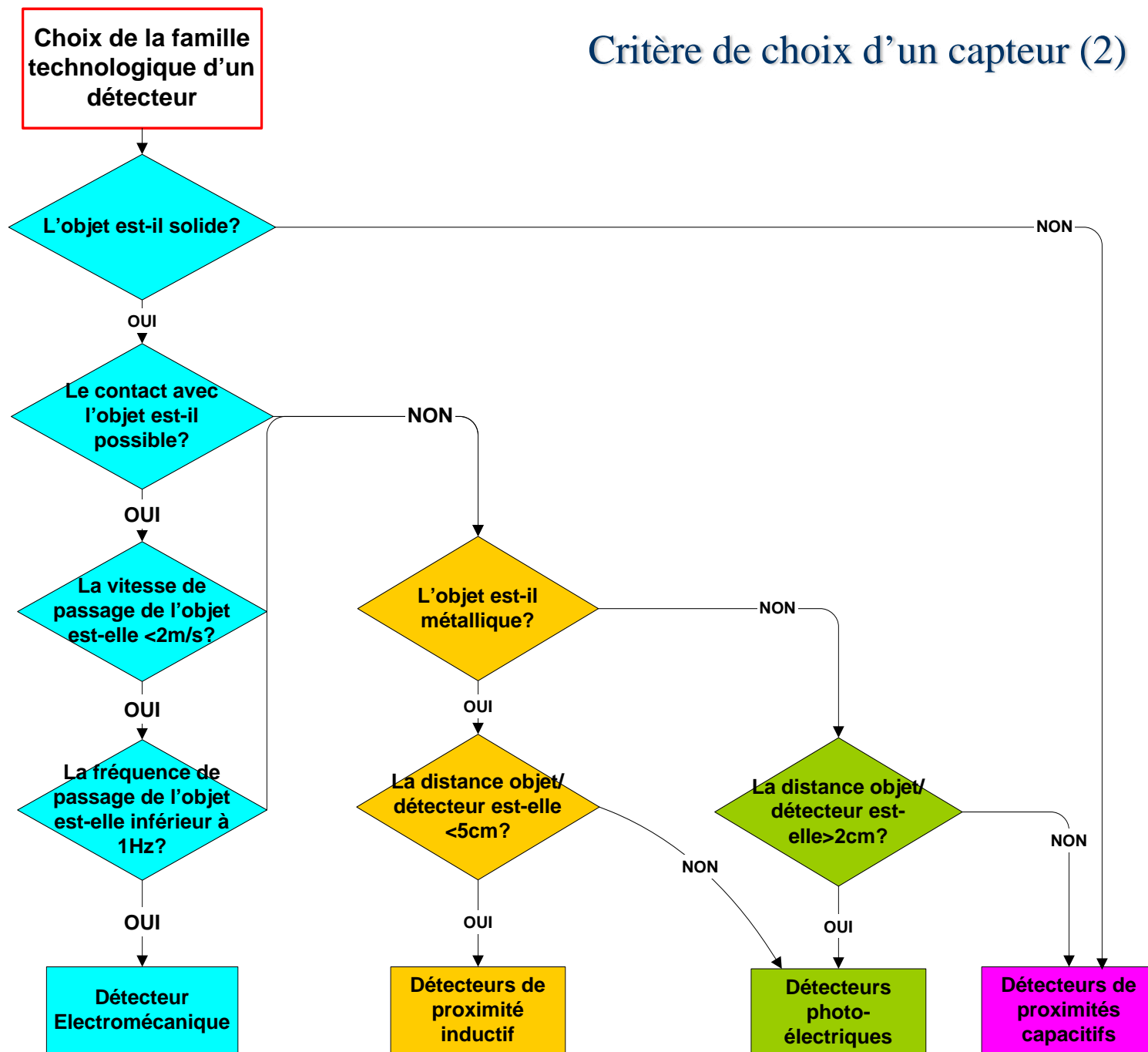
Place disponible....



**Choix n°1:** Famille technologique.

**Choix n°2:** Référence et caractéristiques spécifiques

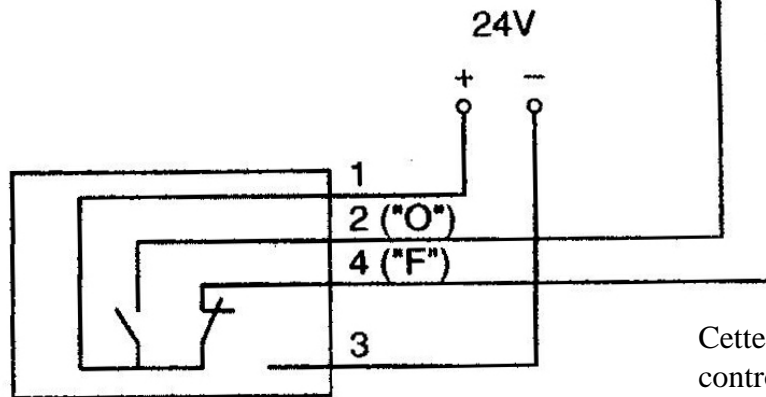
## Critère de choix d'un capteur (2)



# Câblages des détecteurs (1/2)

Contact NO : Normalement Ouvert

Contact NF : Normalement Fermé



En anglais: NO: Normally Open  
NC: Normally Close



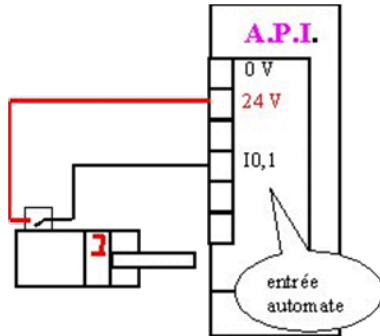
Cette version NO+NF permet un contrôle du bon fonctionnement du capteur.

- Pour mettre au 1 logique l'entrée d'un automate à logique positive, il faut lui imposer un potentiel de 24Volts.
- Pour mettre au 1 logique l'entrée d'un automate à logique négative, il faut lui ramener un potentiel de 0Volts

# Câblages des détecteurs (2/2)

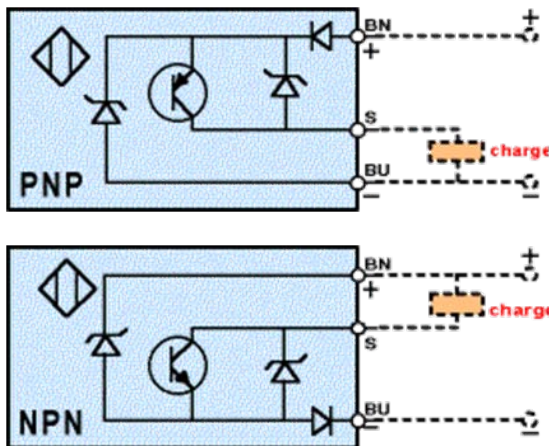
Il existe des capteurs 2 fils et des capteurs 3 fils.

**- Les capteurs 2 fils se raccordent comme de simples interrupteurs, en série.**



**- Selon la logique positive ou négative de l'automate, on raccordera respectivement le +24V ou le 0Volt à l'entrée de l'automate via le capteur 2 fils.**

**- Pour les capteurs 3 fils intègrent des circuits électroniques de traitement (comme certains 2 fils) et ne fonctionnent qu'avec une alimentation continue.**

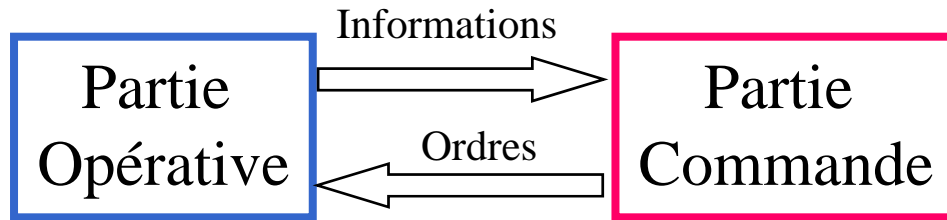


**- En cas d'un automate à logique positive (Gamme Schneider), on utilise exclusivement des capteurs PNP.**

**- des capteurs NPN, en cas d'API à logique négative.**



# Fonction Traitement des Données.



**Logique programmée**

API : Automate Programmable Industriel

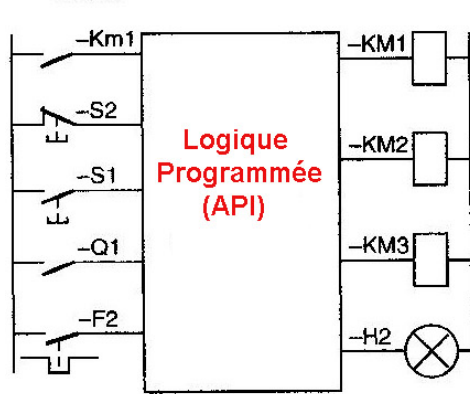


**Logique câblée**

Relais de commande et déclinaisons auxiliaires



# Logique programmée vs Logique câblée

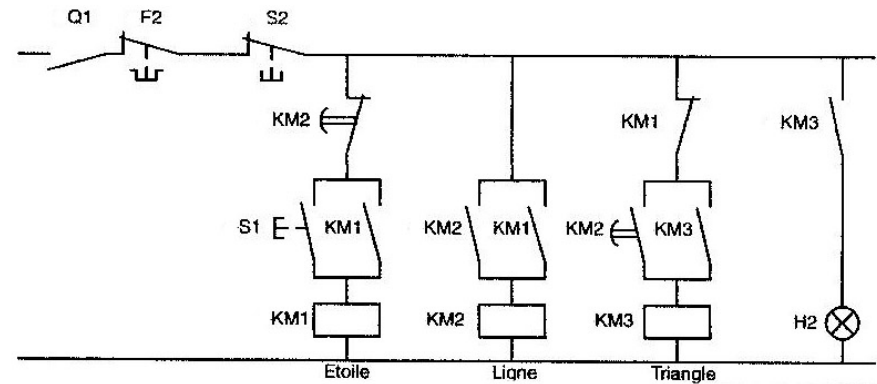


Entrées

Km1 : contact de KM1  
 S2 : BP arrêt  
 S1 : BP marche  
 Q1 : sectionneur fermé  
 F2 : contact associé au relais thermique

Sorties

KM1 : contacteur étoile  
 KM2 : contacteur ligne  
 KM3 : contacteur triangle  
 H2 : voyant fin du démarrage

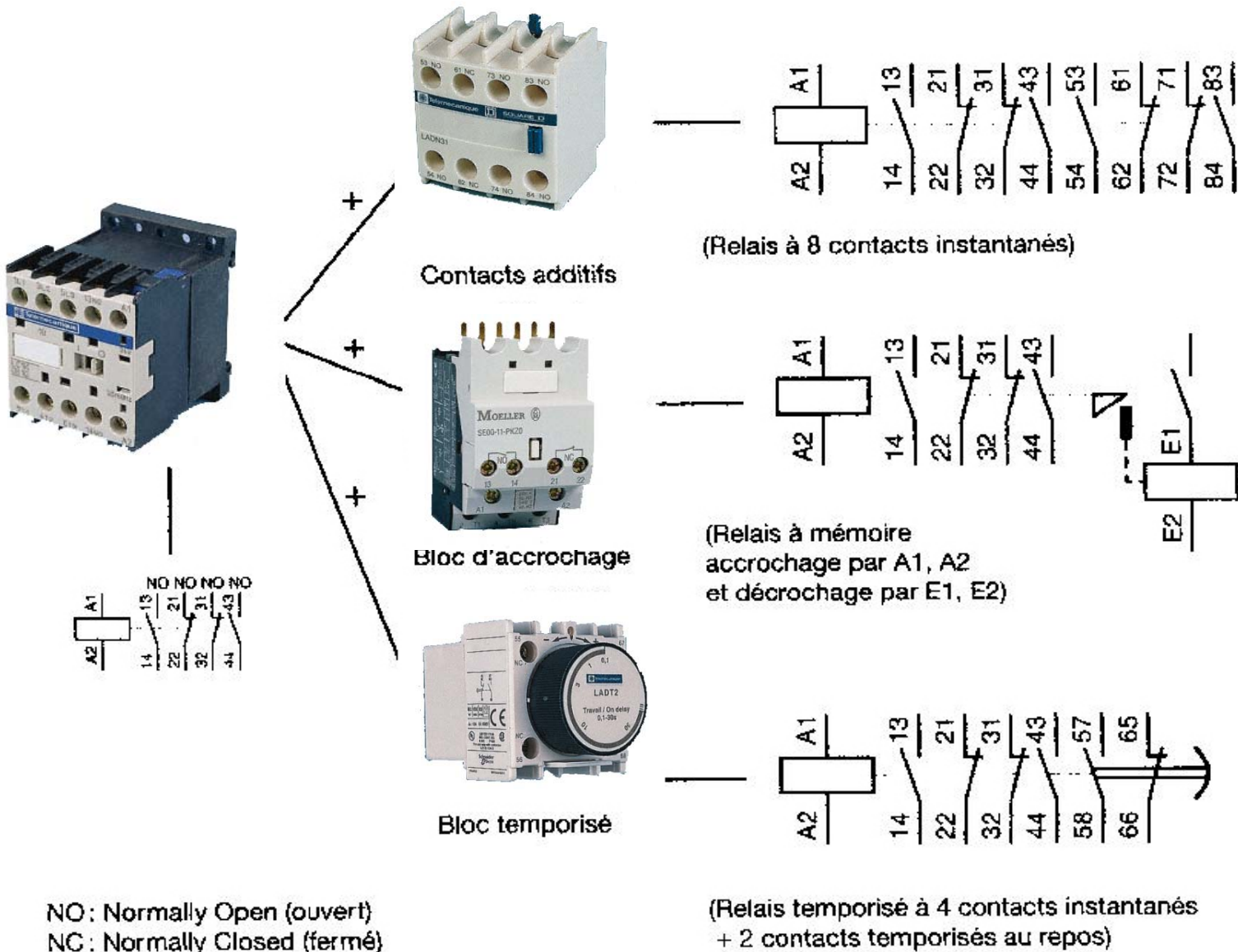


## Avantages

## Inconvénients

| Logique programmée   | Logique câblée   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Souplesse et adaptabilité de l'installation (<i>Remplacement des fonctions combinatoires et séquentielles par un programme</i>).</li> <li>■ Solution plus compacte</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Automatisation simple et rapide à mettre en oeuvre</li> <li>■ Obligatoire pour le traitement d'arrêt d'urgence et de sécurité.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plus cher.</li> <li>■ Comptabilité entre familles d'automates. ...</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Solution rigide et rapidement volumineuse.</li> </ul>   |

# Élément de base des automatismes câblés: Le relais



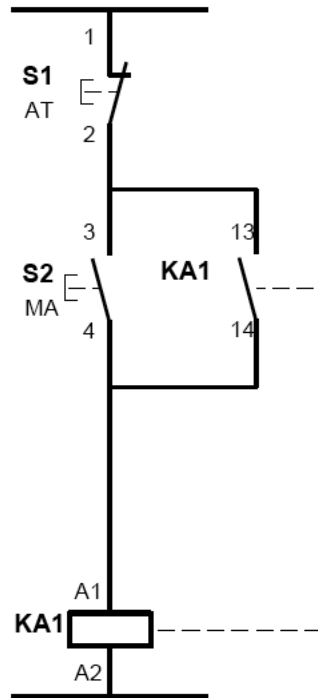
# *Schéma d'automatisme câblé: Principe*

La réalisation de schéma d'automatisme câblé nécessite exclusivement la mise en œuvre des éléments suivants:

- 1. Mise en œuvre de relais judicieusement choisis.*
- 2. Mise en œuvre de mémoire câblée.**
- 3. Mise en œuvre de temporisation.*
- 3. Connaissance du langage à contacts**

# Fonction Mémoire en logique câblée

## Mémoire à déclenchement prioritaire (arrêt prioritaire)

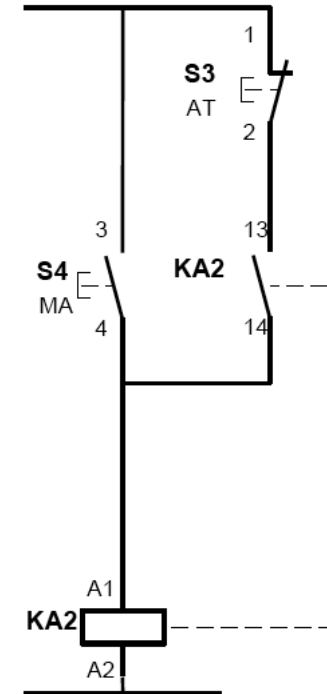


$$KA1 = \overline{S1} \cdot (S2 + KA1)$$

Le relais KA1:

- 1°) « colle » par appui sur le BP NO S2.
- 2°) s'auto-maintient.
- 3°) « décolle » par appui sur le BP NF S1

## Mémoire à enclenchement prioritaire (marche prioritaire)



$$KA2 = S4 + (\overline{S3} \cdot KA2)$$

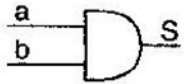
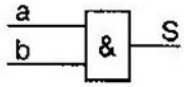
Le relais KA2:

- 1°) « colle » par appui sur le BP NO S4.
- 2°) s'auto-maintient.
- 3°) « décolle » par appui sur le BP NF S3

# Le langage à contacts: *Rappel*

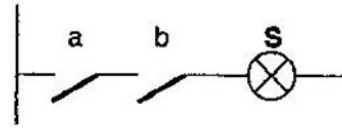
## • Opérateur logique

ET



| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

$$S = a \cdot b$$



S égal a ET b

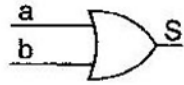
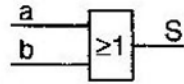
2 contacts en série

ET logique

OU logique

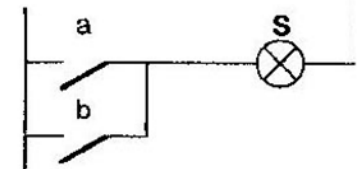
## • Opérateur logique

OU



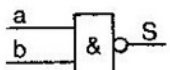
| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

$$S = a + b$$



2 contacts en parallèle

## • Opérateur logique NAND (NON ET)



| a | b | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

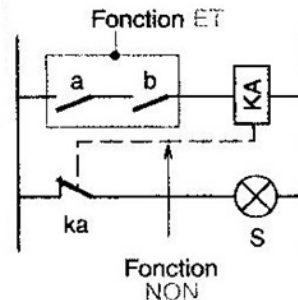
$$S = \bar{a}\bar{b} + \bar{a}b + a\bar{b}$$

$$S = \bar{a} + \bar{b} \Rightarrow$$

$$S = \overline{a \cdot b}$$

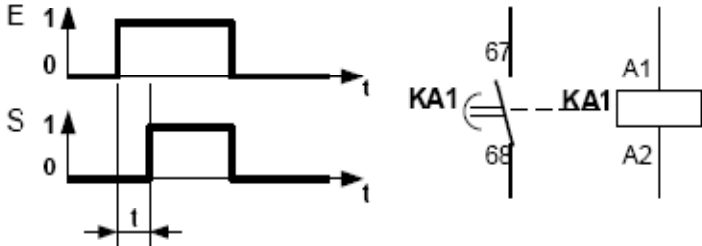
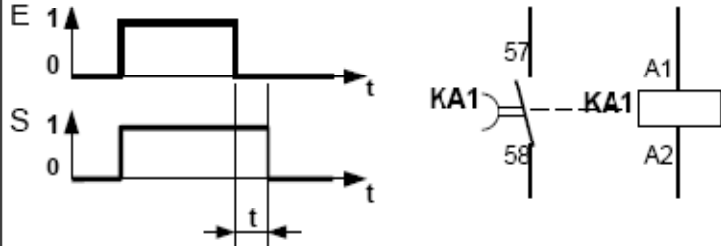
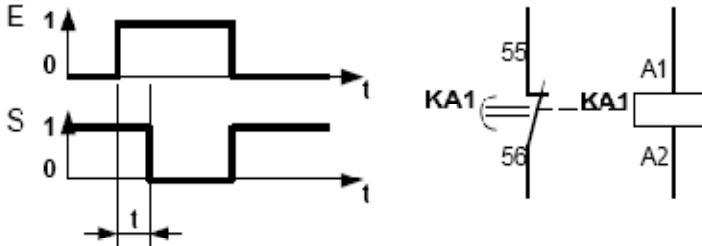
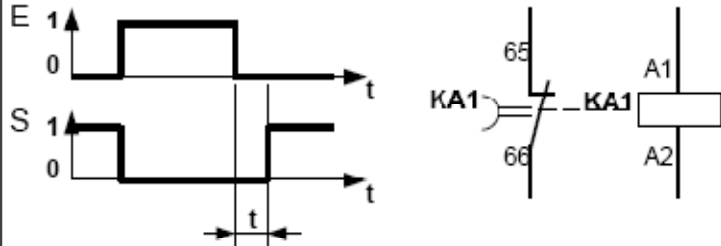
NON

ET



NON logique

# Les relais temporisés

|                     |                     | Action retardée   | Relâchement retardé  |
|---------------------|---------------------|---|--|
| Contacts temporisés | Contact à fermeture |   |   |
|                     | Contact à ouverture |  |  |

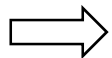
# Principe des automatismes câblés (1)

On traduit le fonctionnement souhaité de l'installation par des équations booléennes.

**Exemple:**  $KM1 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S2} \cdot \overline{KM2}(T) \cdot [S1 + KM1]$



Les équations combinatoires se réalisent en langages à contact câblés



Les équations séquentielles nécessitent de mettre en œuvre des mémoires câblées



Les temporisations se réalisent à l'aide de relais temporisés

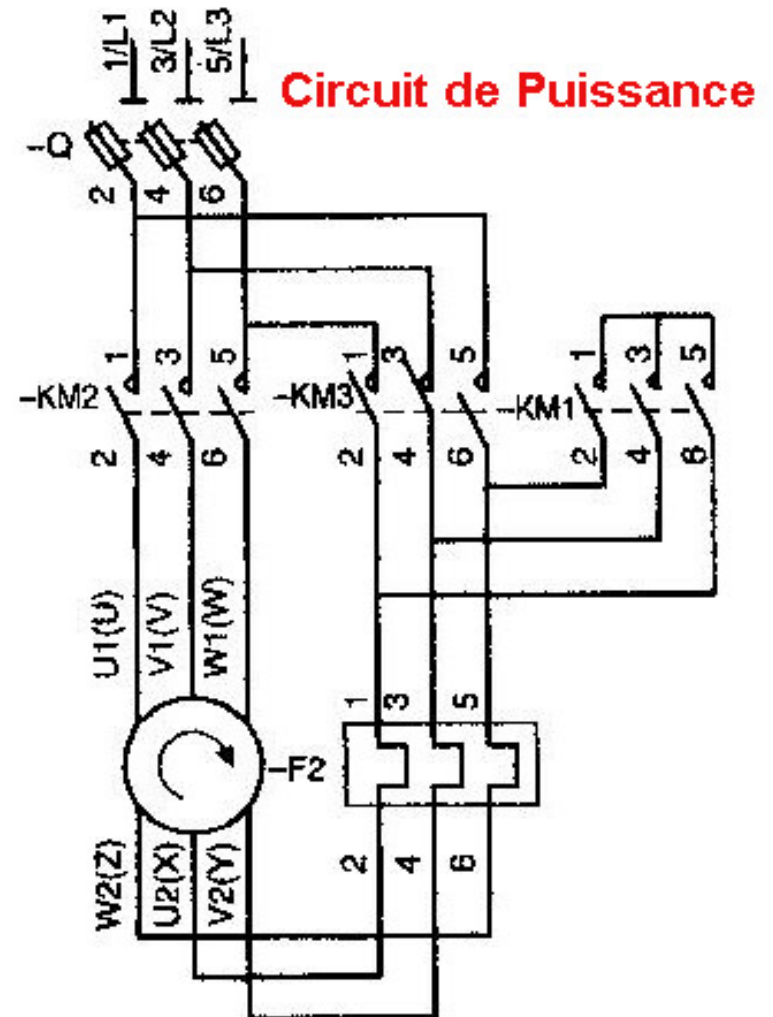


# Exemple: Démarrage Y/ $\Delta$ d'un moteur asynchrone.

On considère un schéma de puissance de raccordement d'un MAS 3 $\phi$ .

## Principe de fonctionnement:

- Fermeture de Q1 (Manuel)
- Démarrage du moteur par appui sur un BP S1.
- Fermeture de KM1 (Couplage Y)
- Fermeture de KM2 (Alimentation)
- Ouverture de KM1 (Après temporisation)
- Fermeture de KM3 (Couplage  $\Delta$ )
- Un BP Arrêt S2 ou défaut moteur (Relais thermique F2) doit provoquer l'arrêt du moteur).
- Un voyant H2 indiquera que le démarrage est terminé.

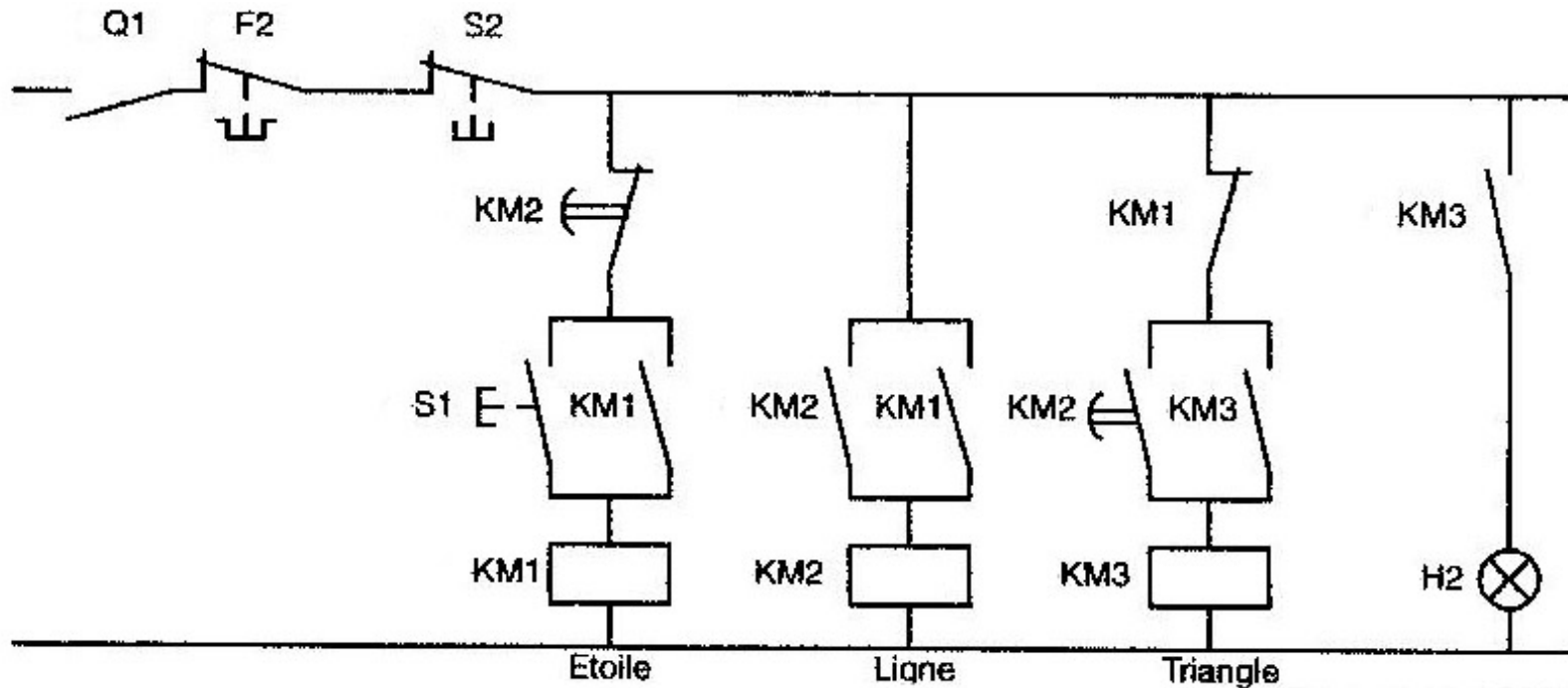


# Démarrage Y/Δ d'un moteur asynchrone: Solution

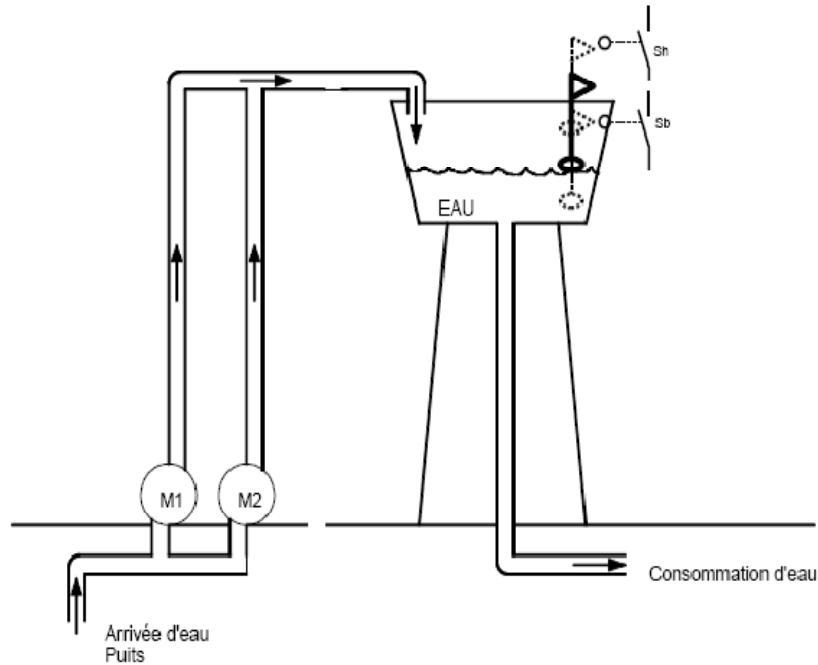
L'étude fournit les équations logiques suivantes :

$$\begin{cases} KM1 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S2} \cdot \overline{KM2(T)} \cdot [S1 + KM1] \\ KM2 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S2} \cdot [KM2(T) + KM1] \\ KM3 = H2 = Q1 \cdot \overline{F2} \cdot \overline{S2} \cdot \overline{KM1} \cdot [KM2(T) + KM3] \end{cases}$$

Schéma de l'automatisme câblé correspondant :



## Logique programmée vs Logique câblée: exemple comparatif (1)



**Voir planche n°39...**  
**pour explication contacteur KM1 et KM2**

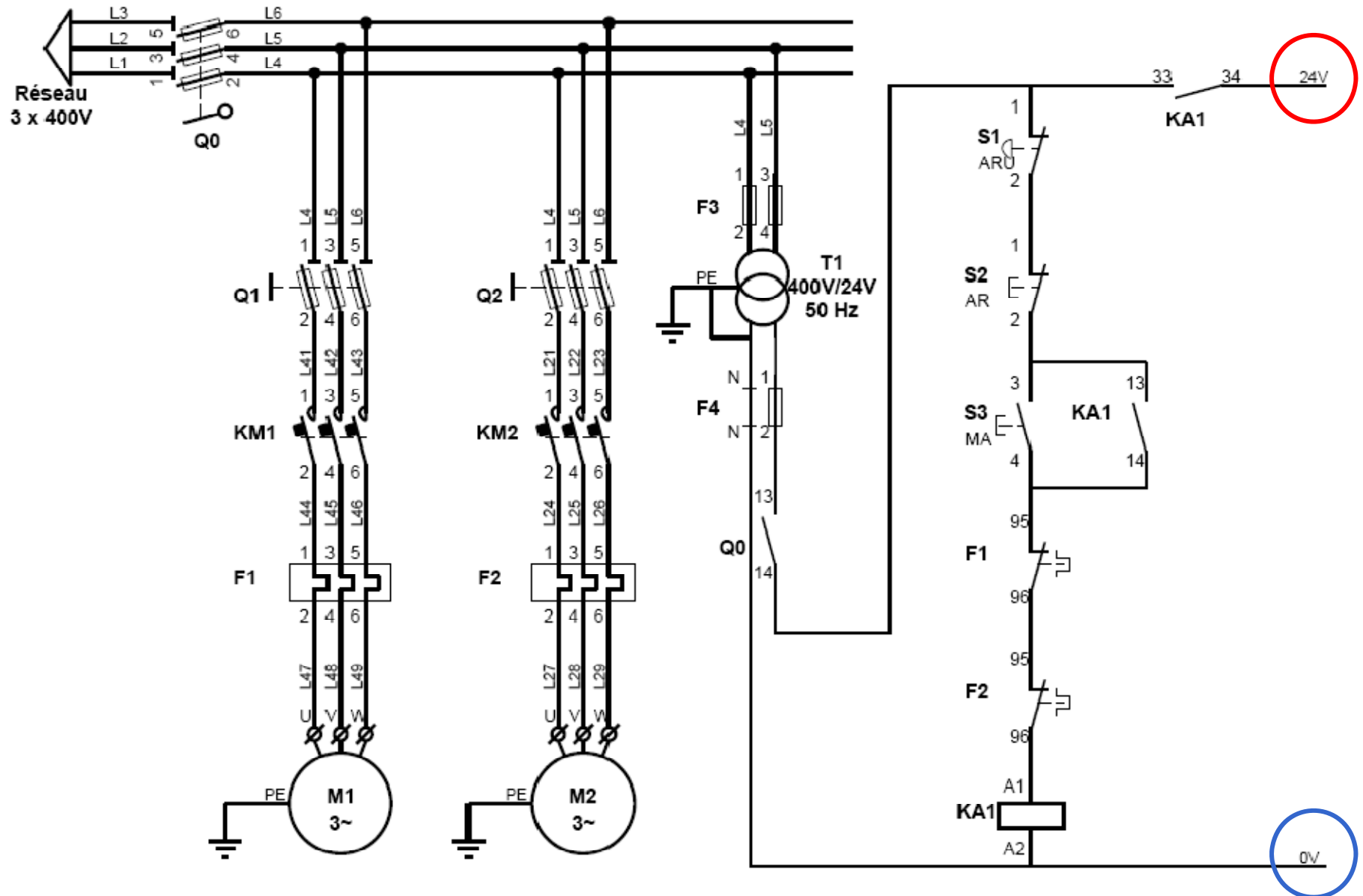
L'étude donne:

$$\begin{cases} KM1 = \overline{Sb} + C \cdot \overline{Sh} \\ KM2 = \overline{Sb} + \overline{C} \cdot \overline{Sh} \end{cases}$$

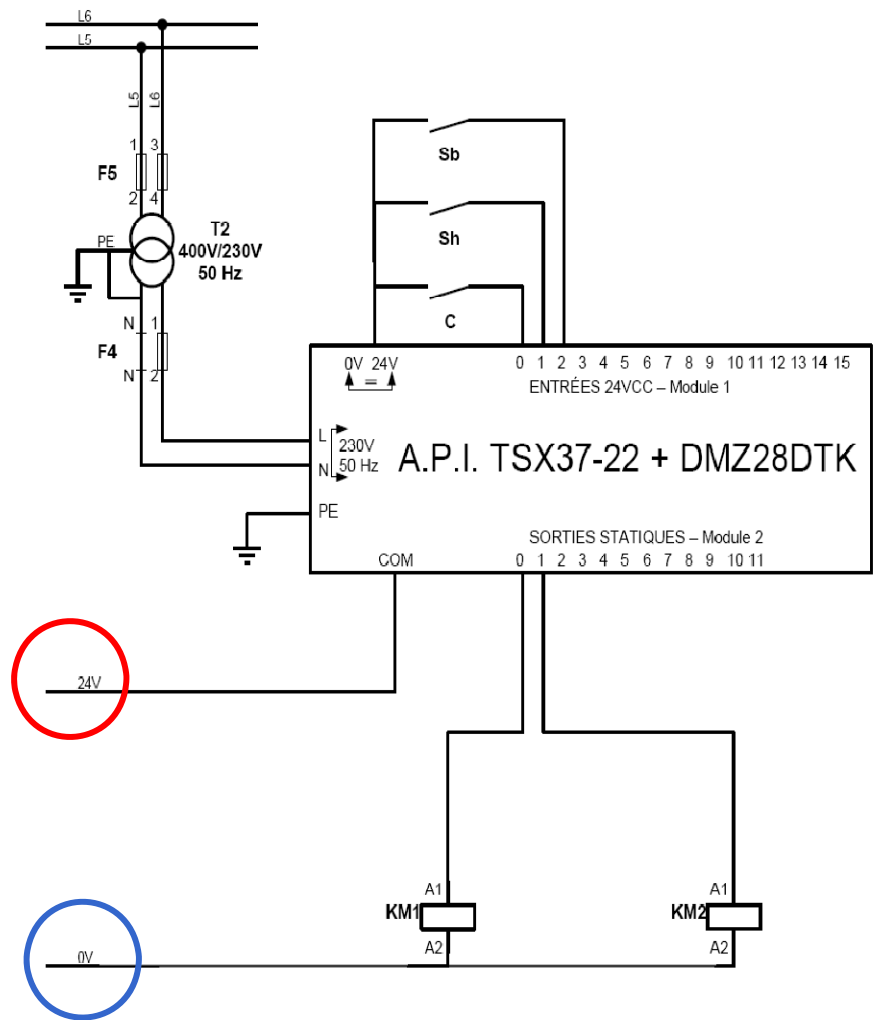
### **Commander 2 pompes de remplissage d'un réservoir de sorte que:**

1. Quand la cuve est pleine ( $Sh=1$  et  $Sb=1$ ), aucune pompe ne fonctionne.
2. Quand la cuve est vide ( $Sh=0$  et  $Sb=0$ ), les 2 pompes fonctionnent
3. Quand la cuve est à moitié vide (ou pleine..) ( $Sh=0$  et  $Sb=1$ ), une seule pompe fonctionne. Le choix se fait à l'aide d'un commutateur  $C=1$  alors la pompe M1 fonctionne.

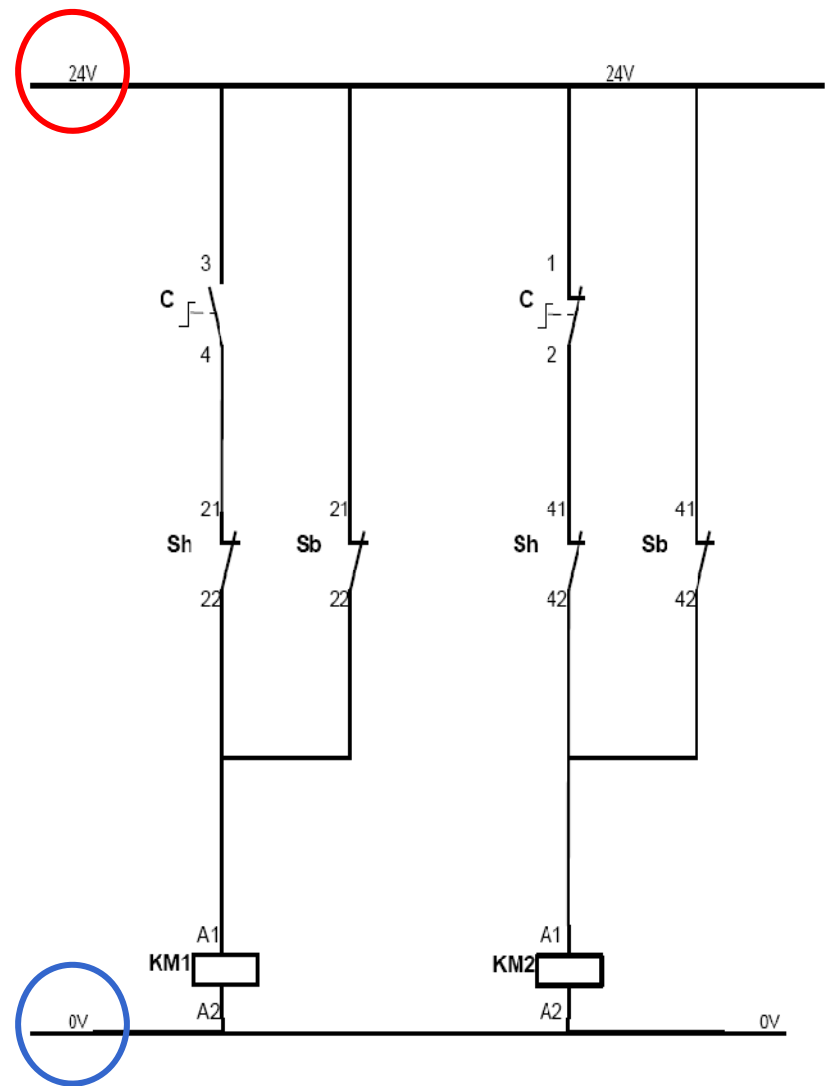
# Logique programmée vs Logique câblée: Schéma de puissance de l'installation



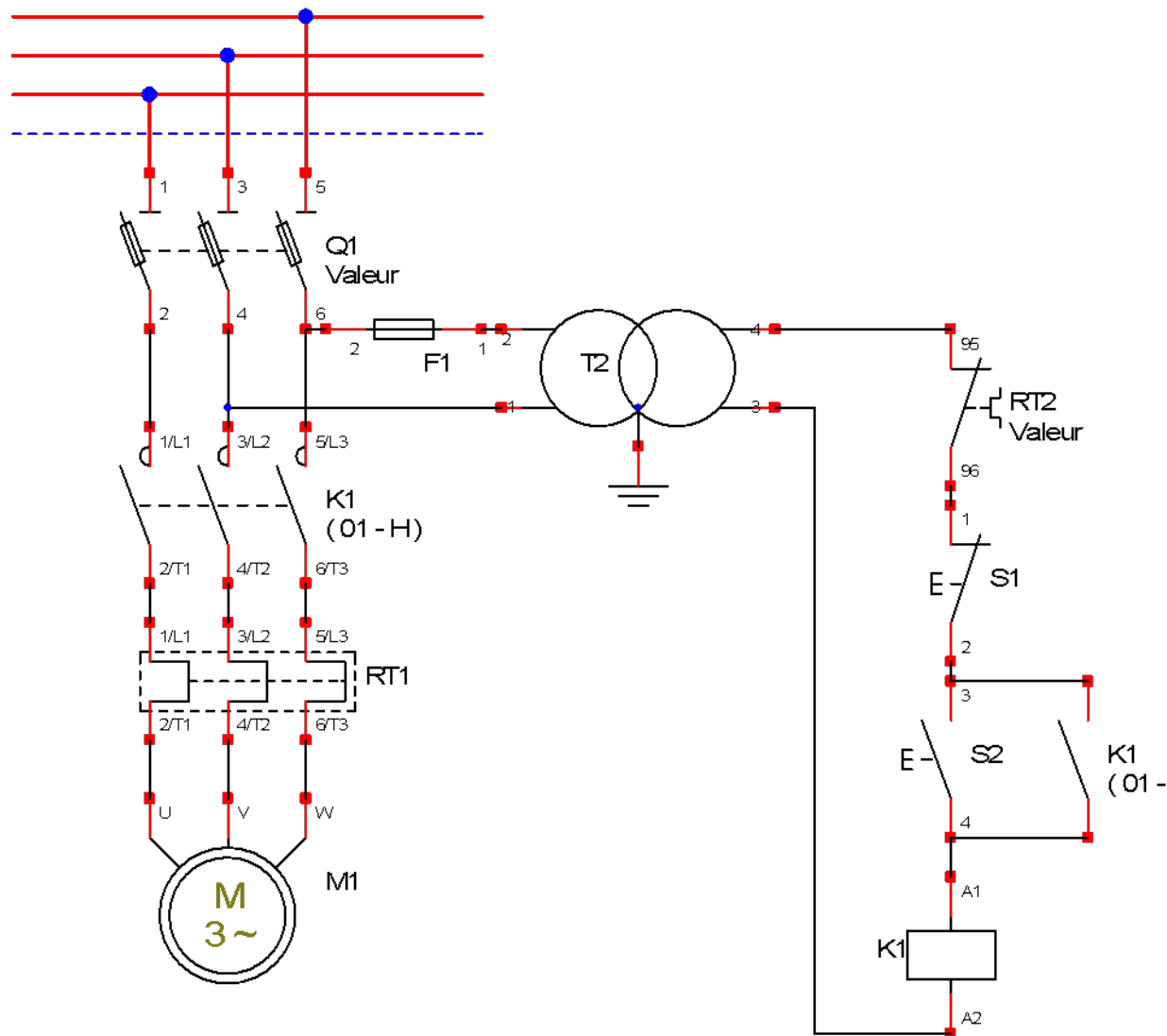
En logique programmée



En logique câblée



# Autre exemple classique: Marche/Arrêt d'un moteur



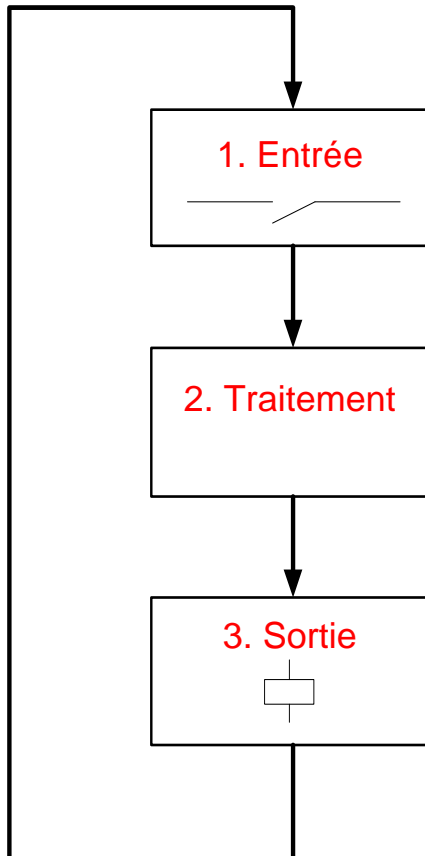
# Automates Programmables Industriels (A.P.I.)



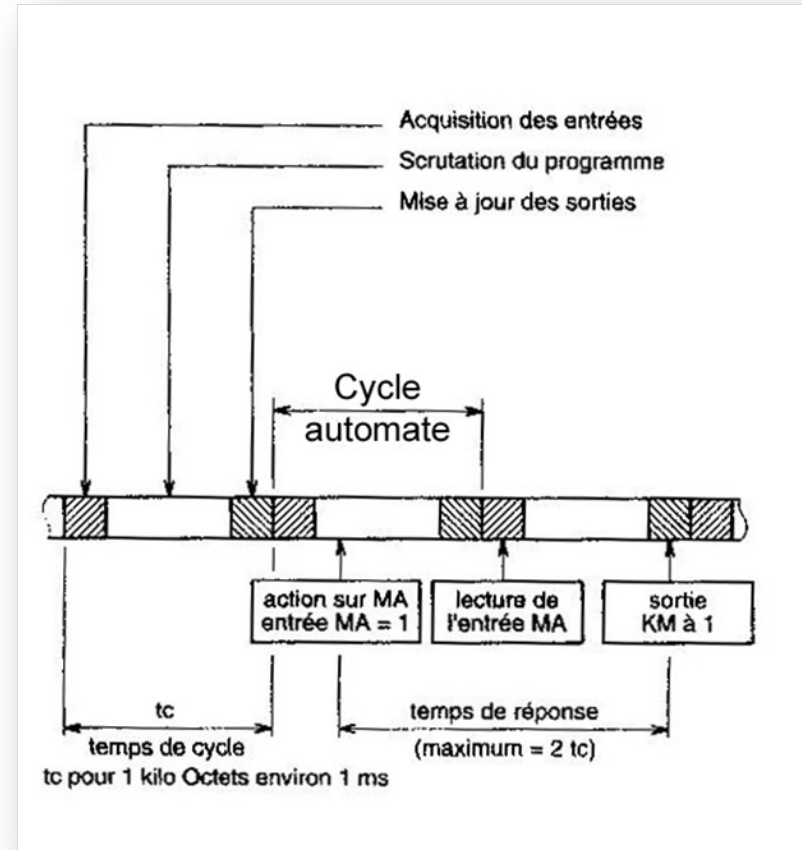
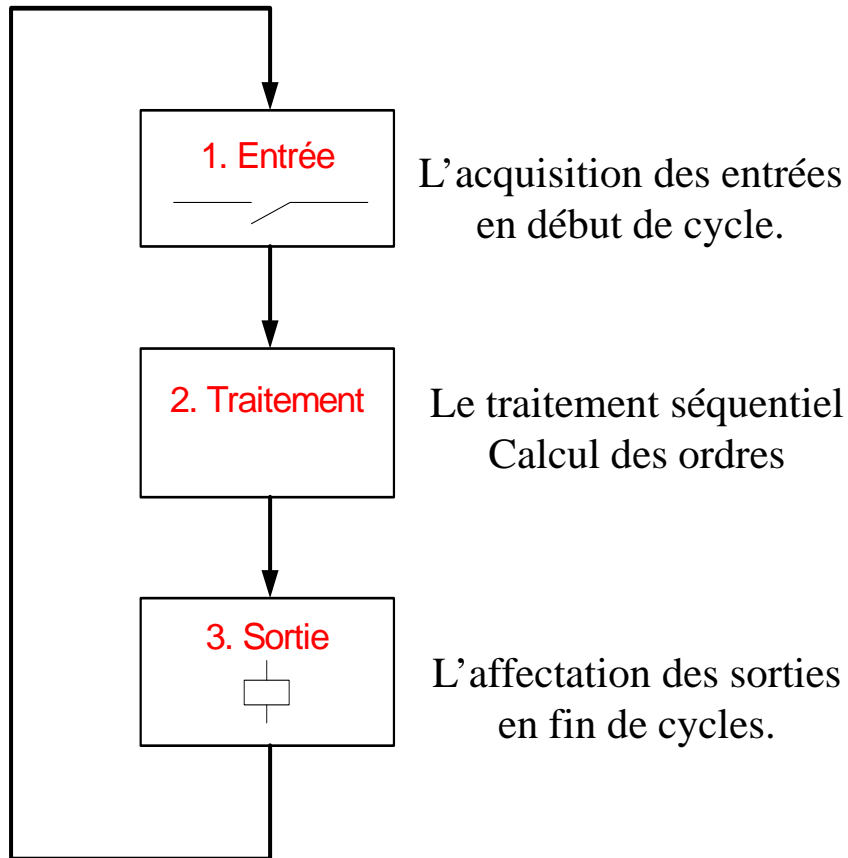
Un automate est une « machine cyclique » qui, en fonction d'informations apparaissant à ses entrées et du programme placé dans sa mémoire, émet des ordres sur ses sorties, des messages...

L'automate dispose de mémoires internes, de compteurs, de bloc de temporisations ainsi que de nombreuses fonctions de plus haut niveau.

La plupart des automates peuvent se coupler sur des réseaux d'atelier ou d'entreprise.



# Temps de cycle et réponse d'un automate

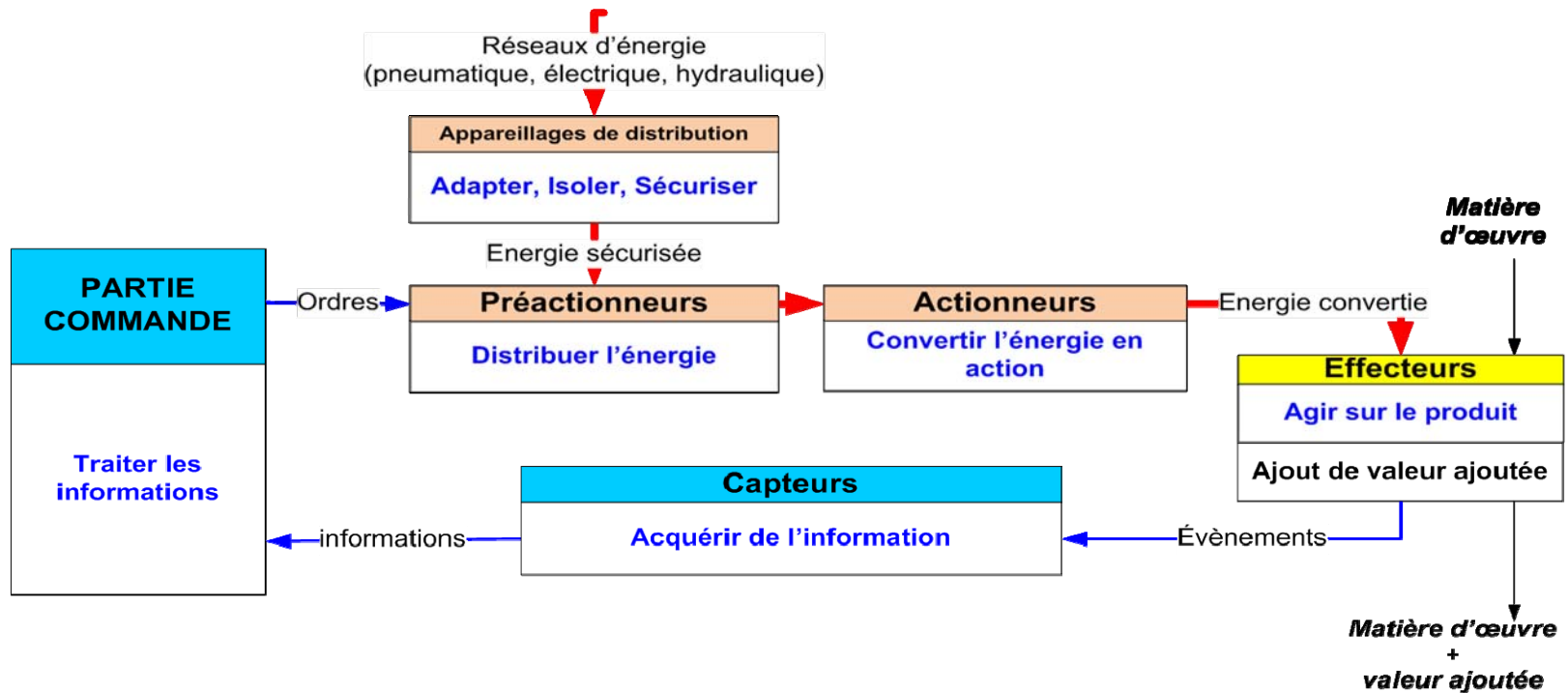


**La durée écoulée entre l'apparition d'une condition à l'entrée de l'API et l'écriture d'une ordre à sa sortie est de 2 temps de cycle au maximum.**

**L'automate est conçu pour maintenir un temps de cycle très court.**



# Chaîne de distribution de l'énergie dans les SAP



## Technologie pneumatique

### Avantages:

- Énergie propre de mise en œuvre aisée
- Sécurité de fonctionnement
- Grande vitesse de déplacement des vérins
- Utilisation conjointe d'outillage pneumatique.
- Ne peut être utilisé en atmosphère explosive.

## Technologie électrique

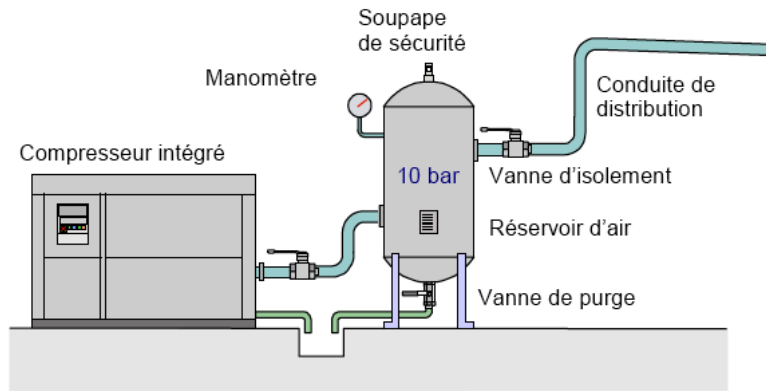
### Avantages:

- Mise à disposition généralisée.
- Source autonome et secourue.
- SAP « tout électrique »
- Silencieux
- Précaution à prendre en atmosphère humide (IP)

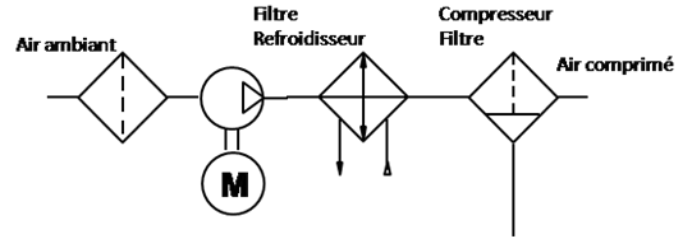
# Principaux éléments de mise en œuvre

|                    | Réseau d'énergie       | Appareillage de distribution  | Pré-actionneur | Principaux actionneurs   |
|--------------------|------------------------|---|----------------|--|
| <b>pneumatique</b> | Compresseur            | <ul style="list-style-type: none"><li>•Cellule FRL</li><li>•Sectionneur</li><li>•Démarreur progressif</li></ul> | Distributeur   | Vérin  |
| <b>électrique</b>  | Réseau EDF ou autonome | Sectionneur<br>Interrupteur<br>Disjoncteur<br>Relais thermique  | Contacteur     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Moteur</li><li>• Résistance chauffante</li></ul> |

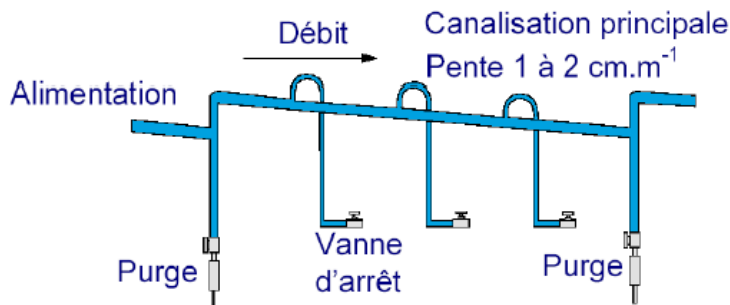
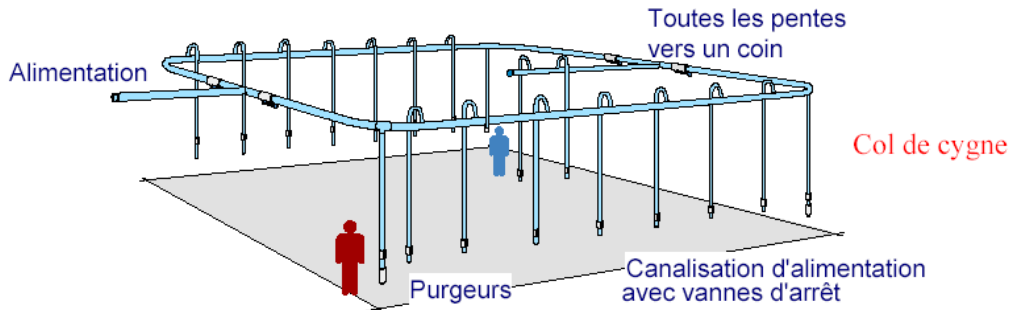
# Mise à disposition et adaptation de l'énergie pneumatique (1/2)



Compresseur ( jusqu'à 10 bars)  
(1bar = 1daN/cm<sup>2</sup>)

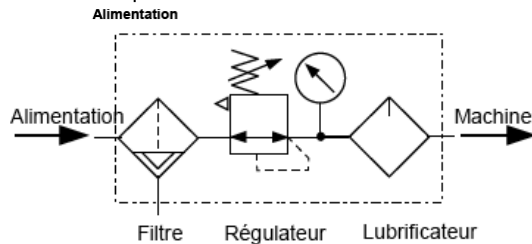
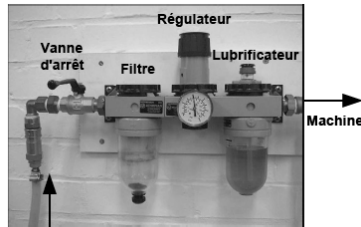


**Production centralisé d'air comprimé,  
un réservoir régule le consommation**



# Mise à disposition et adaptation de l'énergie pneumatique (2/2)

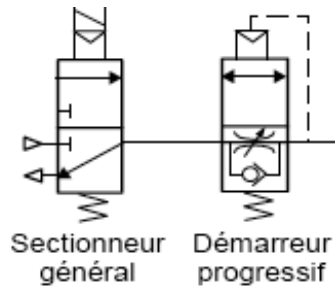
## Système FRL



**En tête de ligne, l'air doit être:**

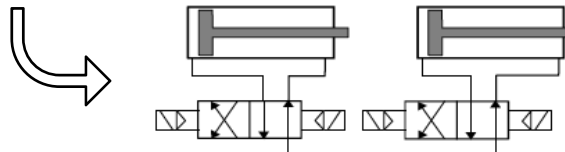
- 1. Filtré pour assécher l'air et filtrer les particules solides.**
- 2. Réglé et régulé via un manodétendeur.**
- 3. Lubrifié pour éviter la corrosion et diminuer les frottements**

**Pour pouvoir mettre la ligne hors énergie, on utilise un sectionneur à commande pneumatique et électrique.**

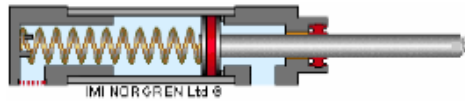
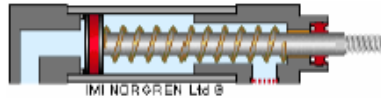


**Pour garantir une montée en pression progressive, on utilise un démarreur progressif. Il protège les personnes d'une brusque remise en service des actionneurs.**

**Vers utilisation**

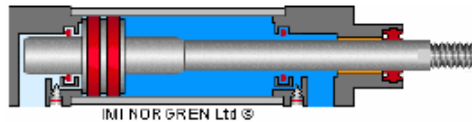
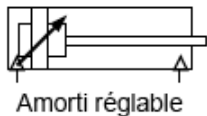
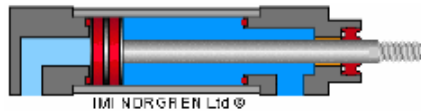
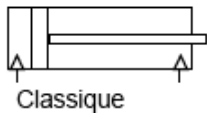


# Principaux actionneurs en technologie pneumatique (1)



## *Vérin simple effet*

- un seul orifice d'admission d'air.
- le retour à la position d'équilibre s'effectue via un ressort dès lors qu'on place l'unique chambre à l'échappement



## *Vérin double effet*

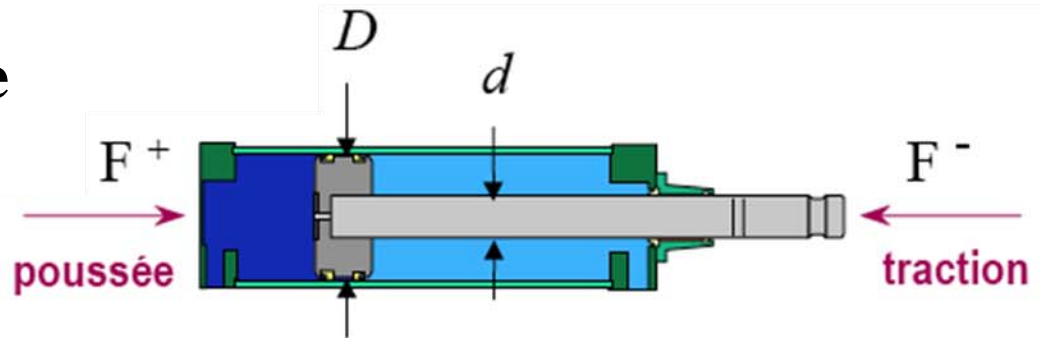
- deux orifices d'admission d'air.
- Déplacement contrôlé dans les 2 sens

- Le vérin double-effet offre certaines possibilités impossible à réaliser avec un vérin simple-effet (amortissement fin de course etc..).
- Le vérin simple-effet est plus économique et consomme moins d'air.

# Principaux actionneurs en technologie pneumatique (2)

## ***Critères de choix d'un vérin:*** (hors nombreuses options)

1. La course.
2. La force développée



$$F_{théo}^{+} = p \times \frac{\pi D^2}{4}$$

$$F_{théo}^{-} = p \times \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

En réalité:

Force statique = ... 95% de  $F_{théo}$

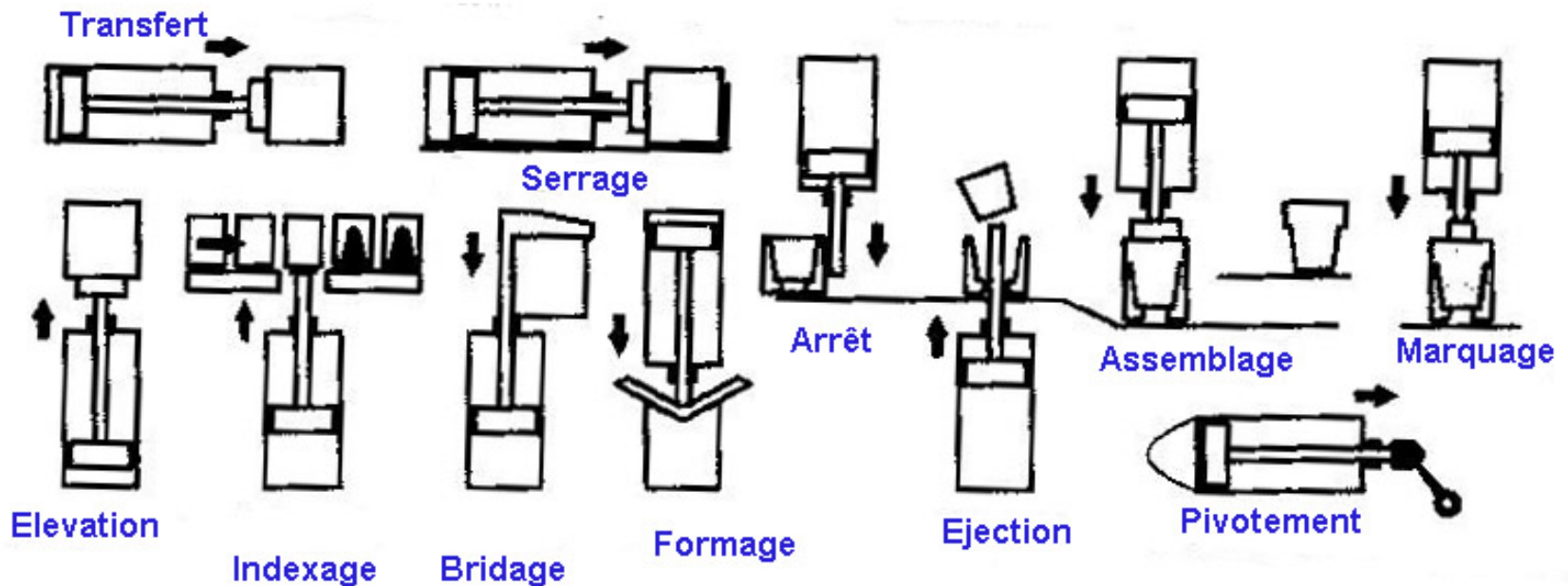
Force dynamique < 70 % de  $F_{théo}$  →

- Frottement et ...
- Contre-pression

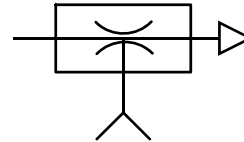
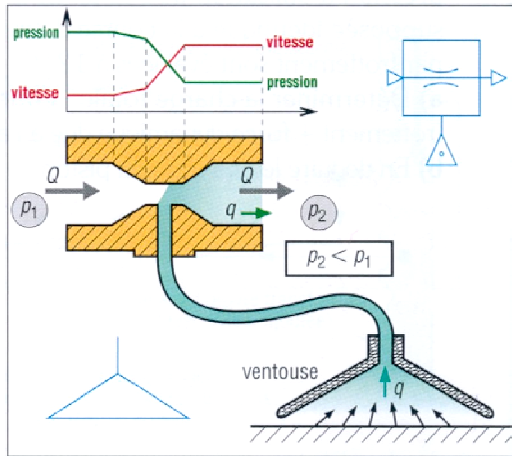
Remarque: Attention, en conception mécanique, un vérin n'assure pas le guidage

Pour information...

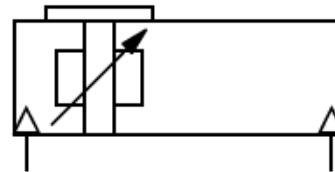
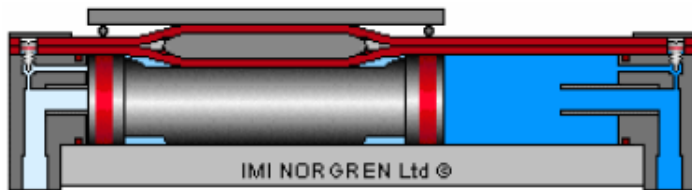
## Actions réalisables à l'aide de vérins:



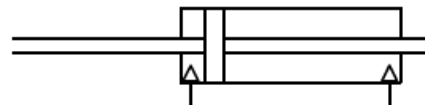
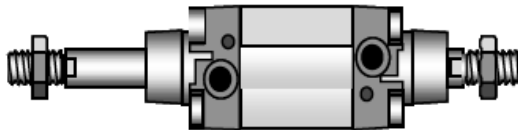
# Principaux actionneurs en technologie pneumatique (3)



**Ventouse de préhension.**



**Vérin sans tige.**



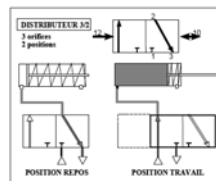
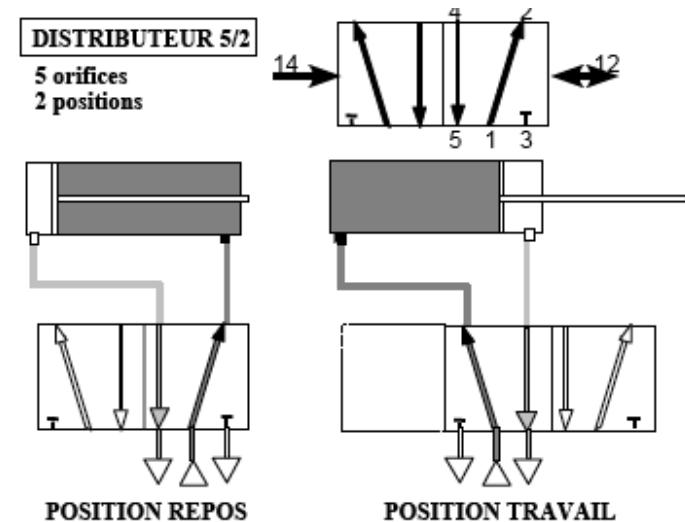
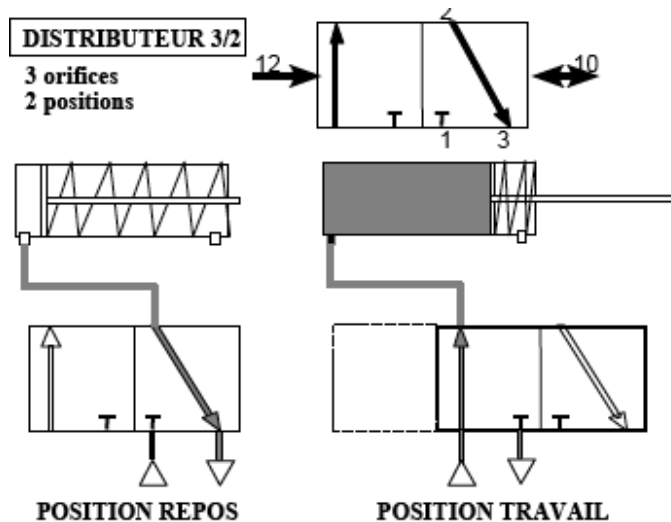
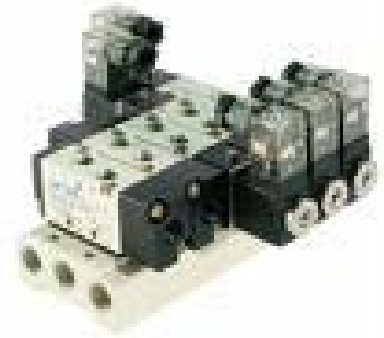
**Vérin à double tige.**

**Vérin rotatif...**

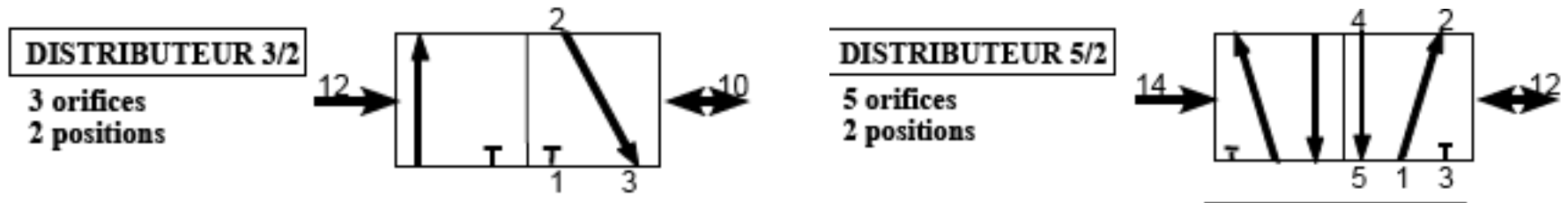


# Pré-actionneur pneumatique: les distributeurs (1)

**Le distributeur a pour fonction de distribuer l'air dans les chambres du vérin en fonction des ordres qu'il reçoit**



# Pré-actionneur pneumatique: les distributeurs (2)



Un distributeur est caractérisé par :

- par le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5 ;
- par le nombre des modes de distribution ou positions : 2 ou 3 ;
- par le type de commande du pilotage assurant le changement de position :
  - simple pilotage avec rappel par ressort
  - ou double pilotage.
- par la technologie de pilotage : pneumatique, électrique ou mécanique ;

# Pré-actionneur pneumatique: les distributeurs (3)




## Commentaires :


On désigne un distributeur avec **2 chiffres** :


- *1<sup>er</sup> chiffre* : nombre d'orifices
- *2<sup>ème</sup> chiffre* : nombre de position du tiroir

*Ex* : distributeur 3/2 : 3 orifices  
2 positions

## Symboles et conventions :

 Une position pour chaque case

 Orifice présent sur chaque case

 Flèche indiquant le passage de l'air comprimé



Une voie



Orifice fermé



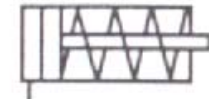
Source pression



Échappement



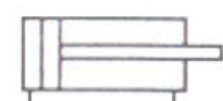
Distributeur 3/2



Vérin simple effet



Distributeur 5/2



Vérin double effet

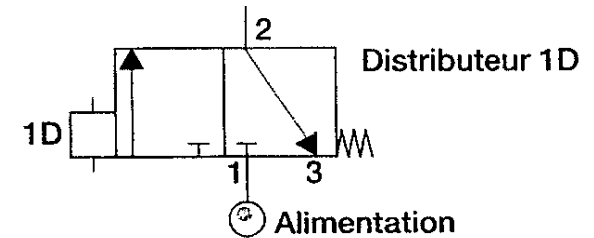
# Pré-actionneur pneumatique: les distributeurs (4)

## La commande des distributeurs:

Il existe 2 types de distributeurs :

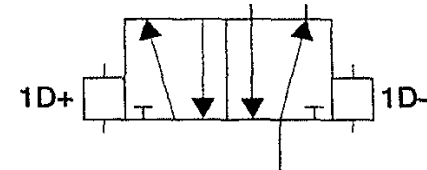
### -Distributeur monostable.

le tiroir est rappelé à sa position initiale par un ressort, dès la disparition du signal de pilotage.














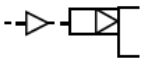
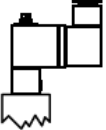

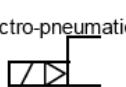


### -Distributeur bistable.

le tiroir garde sa position en l'absence de signal de pilotage

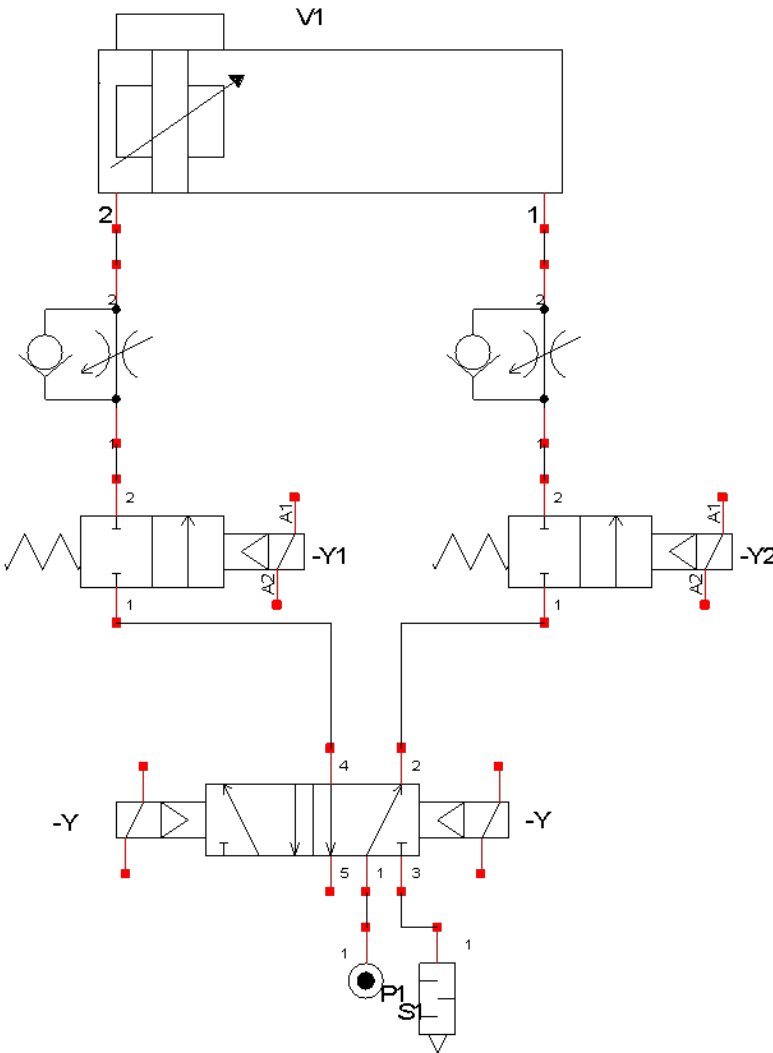


## Le signal de commande du tiroir peut-être:

- manuel.
- mécanique,
- pneumatique,
- électrique.

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <br>Bouton poussoir<br> | <br>Bouton tournant<br> | <br>Interrupteur<br>   | <br>Bouton coup de poing (urgence)<br> |
| <br>Galet<br>         | <br>Pneumatique<br>   | <br>Électrique<br><br>Électro-pneumatique<br> | <br>Rappel par ressort<br>           |

# Eléments de distribution d'énergie pneumatique



## Le réducteur de vitesse.

Unidirectionnel, cet élément permet de régler la vitesse de déplacement des vérins, en limitant le débit d'échappement correspondant

## Le bloqueur.

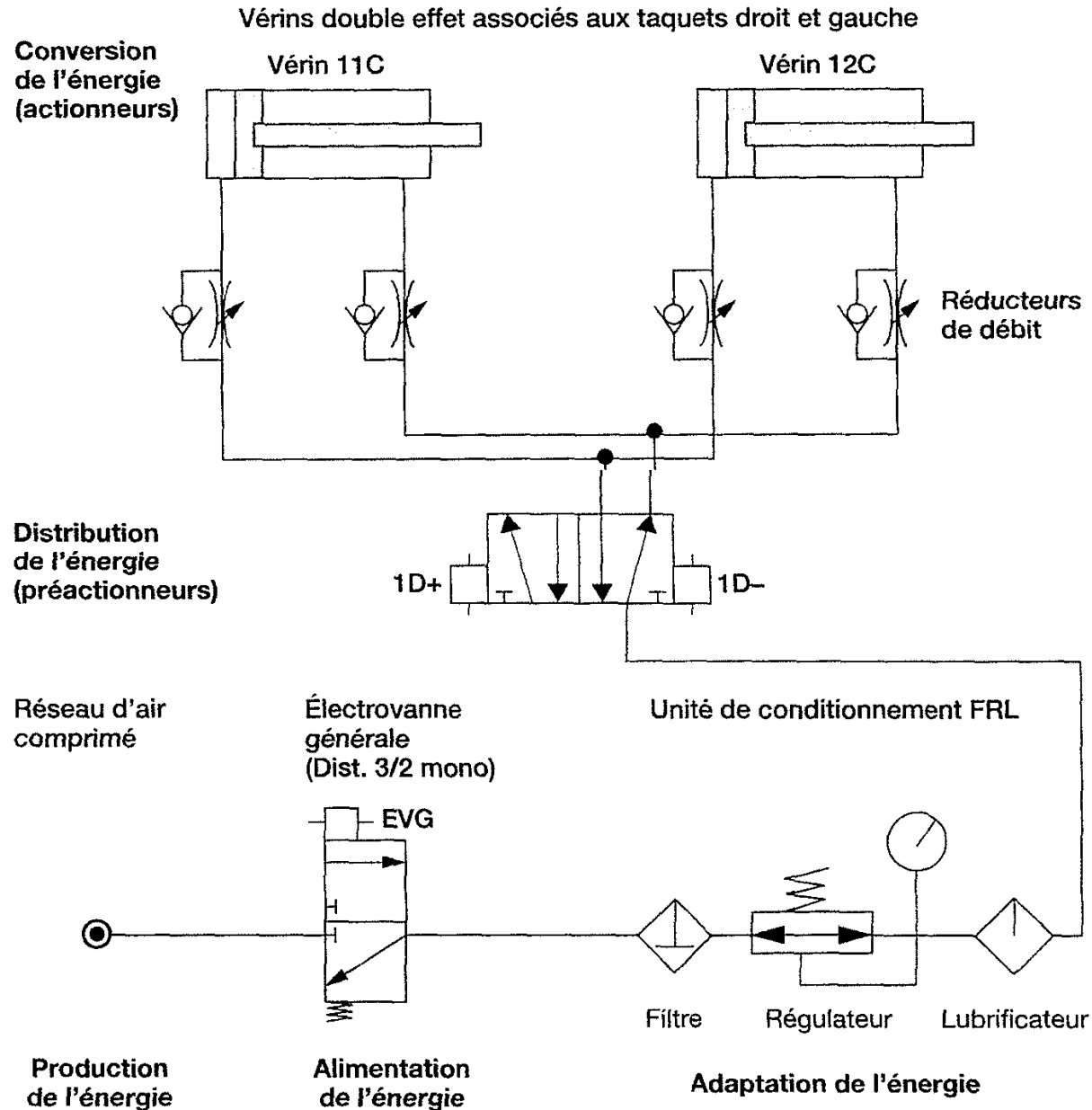
Il s'agit d'un simple distributeur 2/2 permettant de bloquer le mouvement d'un vérin pendant sa course, ou bien à l'arrêt.

Il est nécessaire de le placer au plus près du vérin à bloquer.

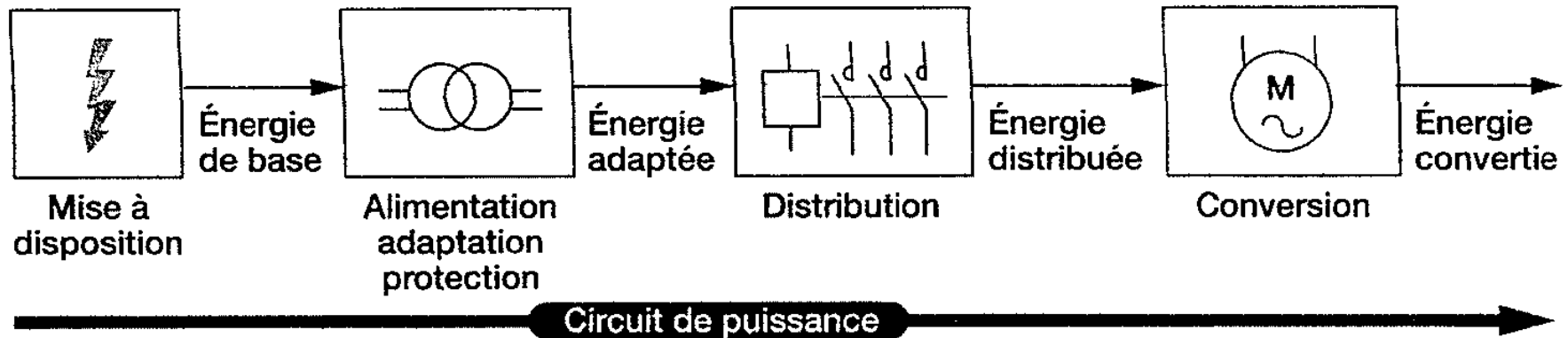
## Le silencieux.

## Dispositif limitant les bruits lorsque de l'air comprimé part à l'échappement

# Exemple de schéma de distribution d'énergie pneumatique



# Distribution de l'énergie en technologie électrique (1)



## Mise à disposition et adaptation

En amont de toute commande de distribution d'énergie électrique

- Raccordement au réseau depuis une armoire BT.
- Dispositif d'isolement/ au réseau (sectionneur).
- Dispositif de protection surcharge et court-circuit (fusible/disjoncteur).

# Mise à disposition et adaptation de l'énergie électrique (1/2)

il est nécessaire de

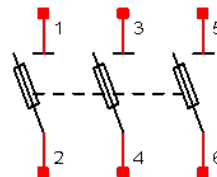
1. *Isoler le circuit du réseau.*
2. Interrompre l'alimentation
3. Protéger contre les défauts (surcharges, courts-circuits et courant de fuites).

## 1. Isoler le circuit du réseau.

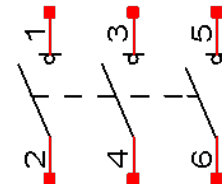
On doit pouvoir garantir l'isolement de l'installation du reste du réseau. C'est le rôle du sectionneur, qui n'a pas de pouvoir de coupure du courant nominal, mais qui garantit, mécaniquement, la mise hors tension de l'installation en aval.



Interrupteur-Sectionneur



Sectionneur-Porte fusible



Interrupteur-Sectionneur



## 2. Interrompre l'alimentation

L'interrupteur est un appareillage qui permet de couper l'alimentation lorsque le l'installation fonctionne de manière nominale.

- On rencontre souvent des interrupteurs-sectionneurs.
- Le contacteur a la fonction « interrupteur »....



Contacteur

## 3. Protéger l'installation

Le disjoncteur protéger le circuit aval des surcharges et des court-circuit (protection thermique et magnétique).

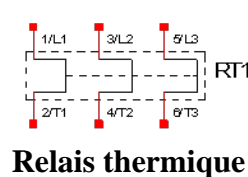
- Lorsqu'il convient de protéger des courants de fuites, on utilise des disjoncteurs différentiels.
- Le relais thermique est un appareillage assure que le courant le traversant à une intensité inférieure à un seuil définie en façade. Dans le cas contraire, le relais actionne des contacts de commande.



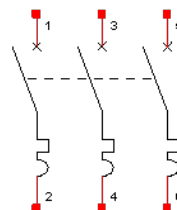
Disjoncteur



Relais thermique



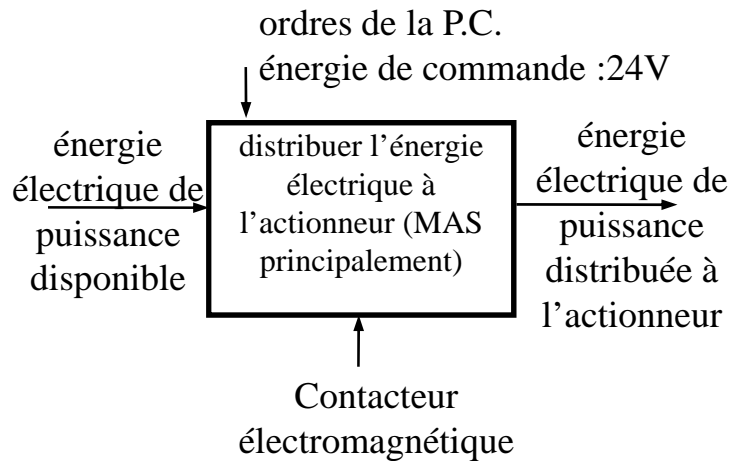
Relais thermique



Disjoncteur

# Pré-actionneurs électriques: les contacteurs

## • aspect fonctionnel



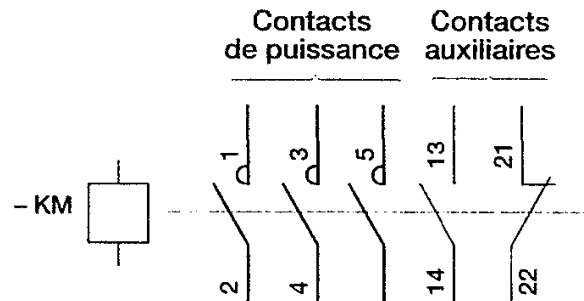
## • Principe: électromagnétique

## • Symbole:

### Contacteur au repos

La bobine n'est pas alimentée

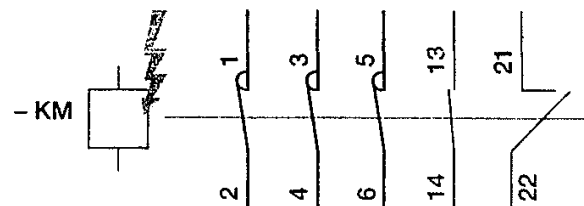
Les contacts sont en position repos



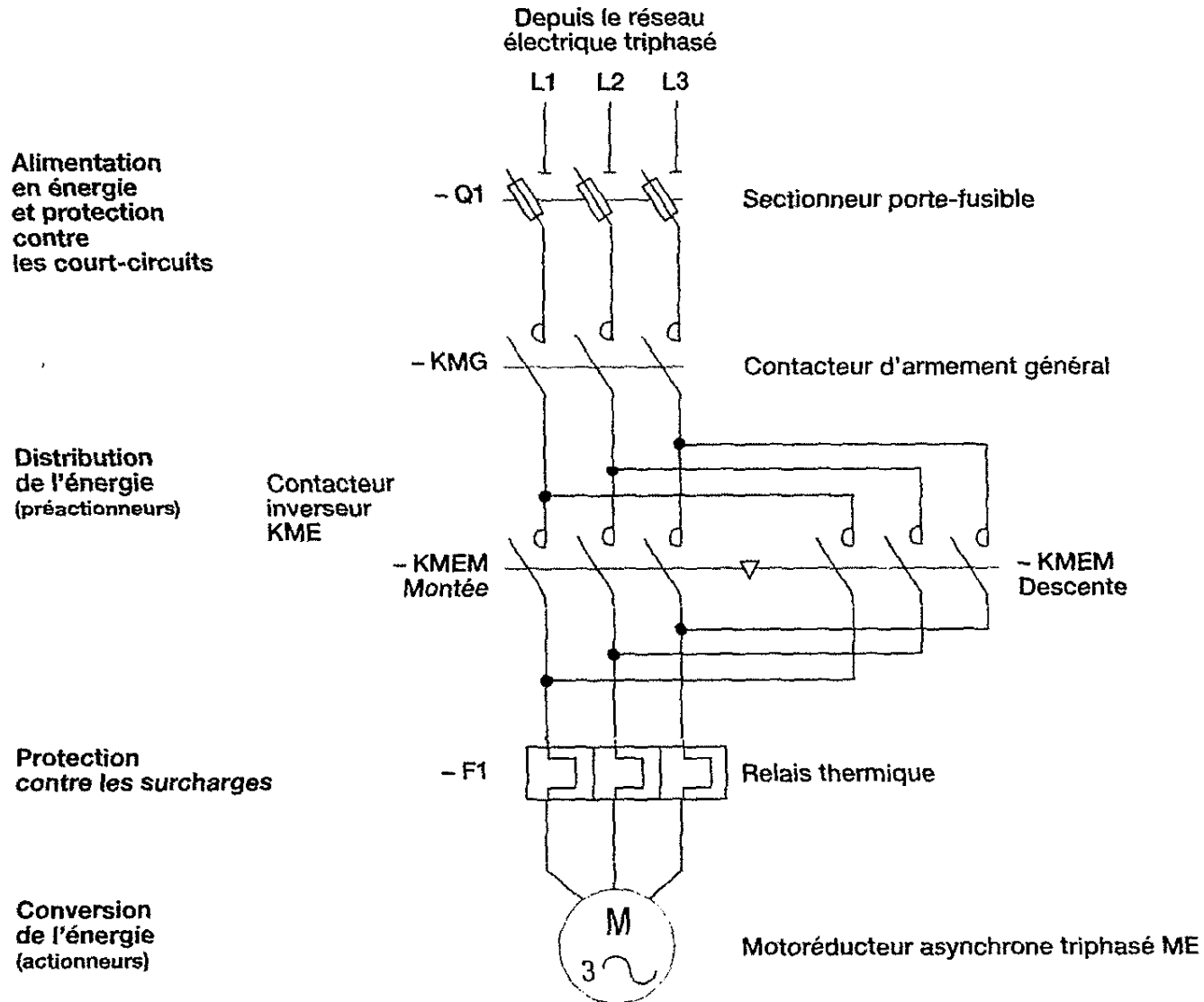
### Contacteur au travail

La bobine est alimentée

Les contacts sont en position travail



# Exemple de circuit de puissance



# Schémas associés à la réalisation d'un automatisme

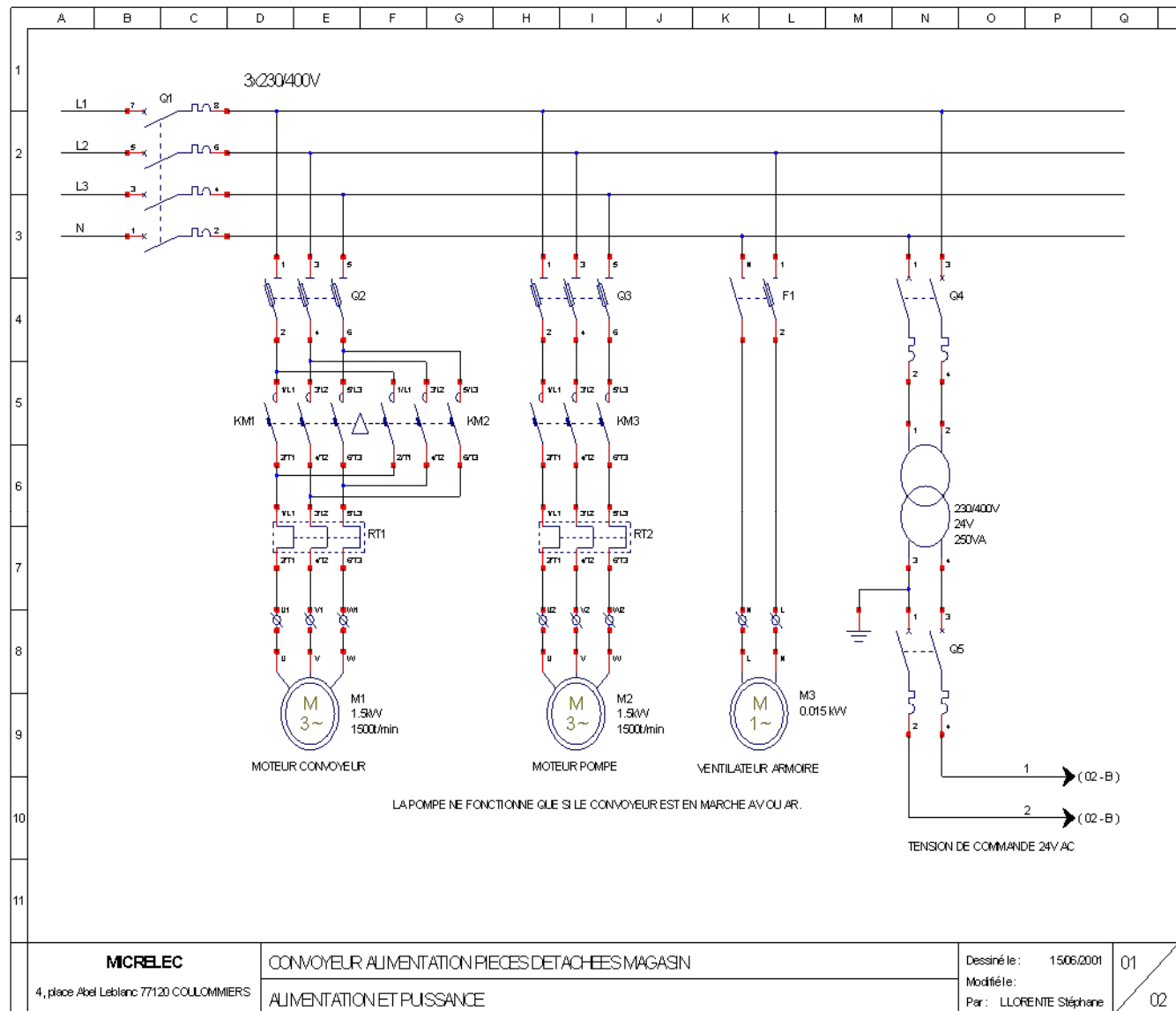
In fine, la réalisation d'un automatisme repose sur à la donnée de 2 schémas qui s'imbriquent:

- **Le schéma de puissance:** qui correspond aux câblages des chaînes d'actions de l'automatisme.

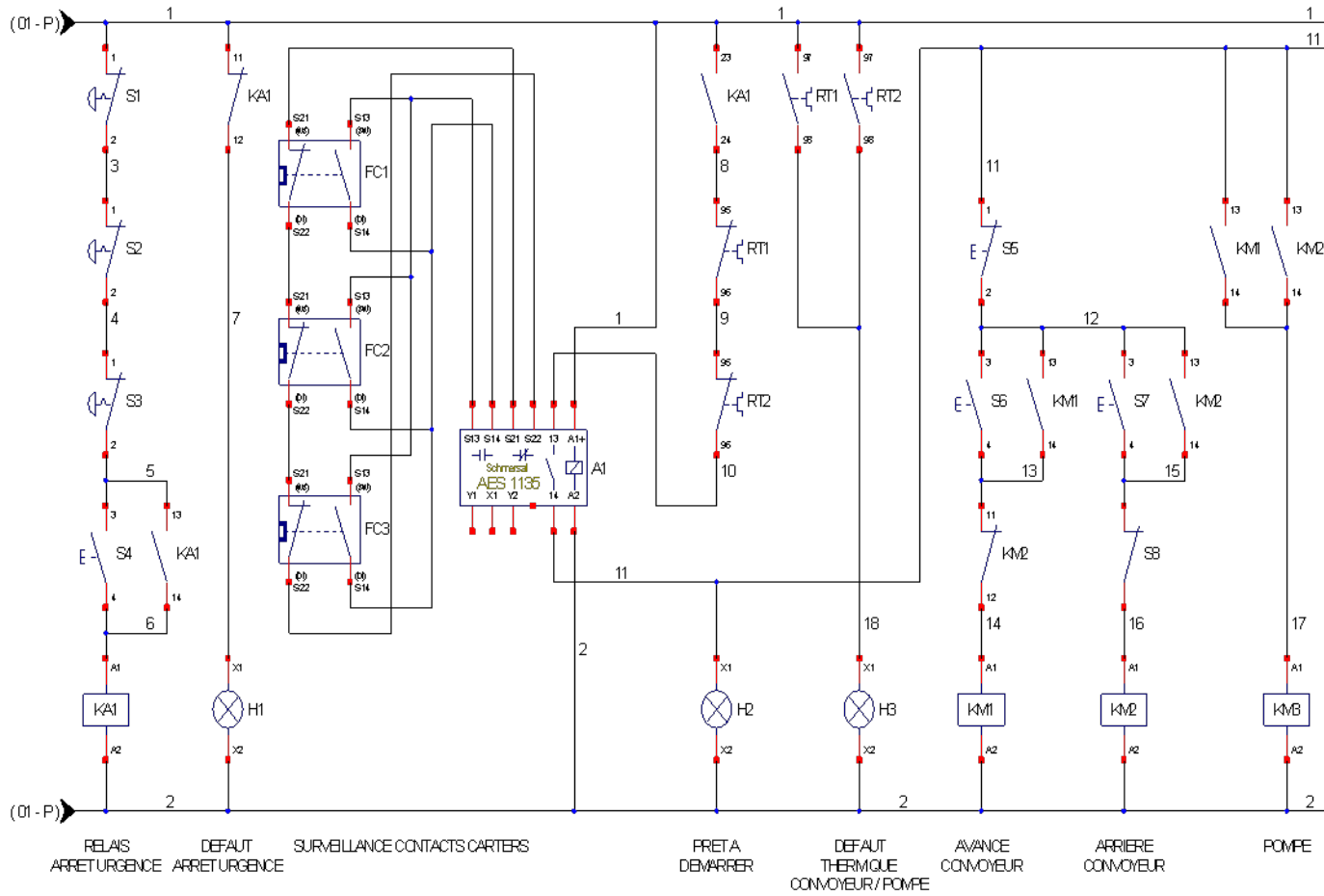
- **Le schéma de commande:** qui correspond au câblage de la partie commande, du raccordement aux E/S d'automates, à la logique câblée

# Exemple de réalisation d'un automate (1/2):

## Schéma de puissance



## Exemple de réalisation d'un automatisme (2/2): Schéma de commande.



# III°] Les Modes de Marches et d'Arrêts

Le fonctionnement normal d'un SAP est celui pour lequel il a été conçu.

Il est nécessaire d'étudier les procédures de :

- Mise en route
- Mise au point
- Défaillances

Ces procédures sont définies par les

**Modes de Marches et d'Arrêts (MMA)**

# Définir les MMA d'un SAP, c'est définir :

## 1 ) Les modes de production d'un système.

- Fonctionnement automatique continu
- Cycle à cycle
- Les marches préparatoires et de clôtures
- Fonctionnement semi-auto....

## 2 ) L'exploitation du système par un opérateur (Fct dialogue)

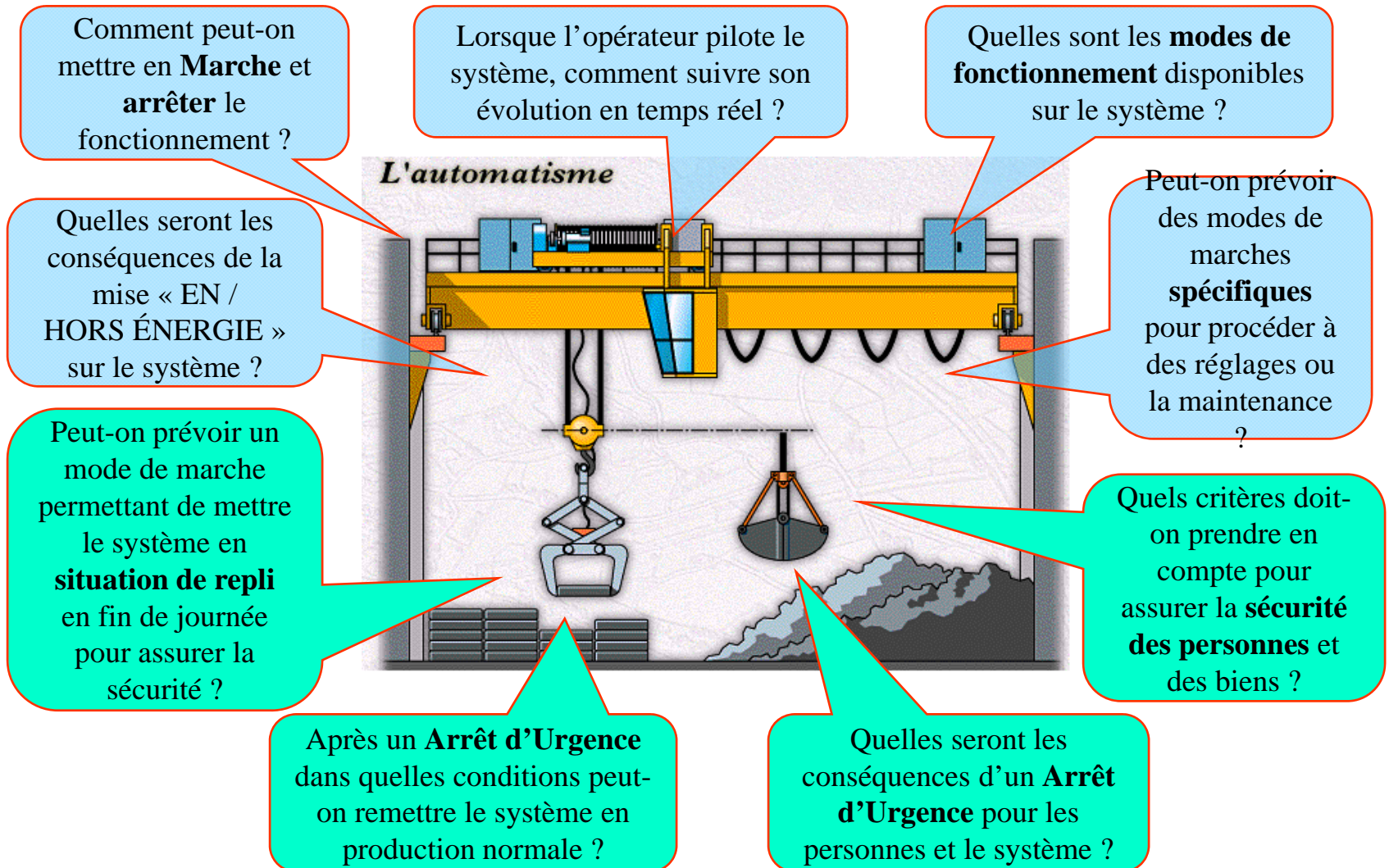
- Conception du pupitre de commande de l'opérateur.
- Informations relatives à la PO à signaler....

## 3 ) Les procédures d'arrêts et de mise en sécurité

- Arrêt normal.
- Arrêt dans un état déterminé
- Traitement de l'arrêt d'urgence....

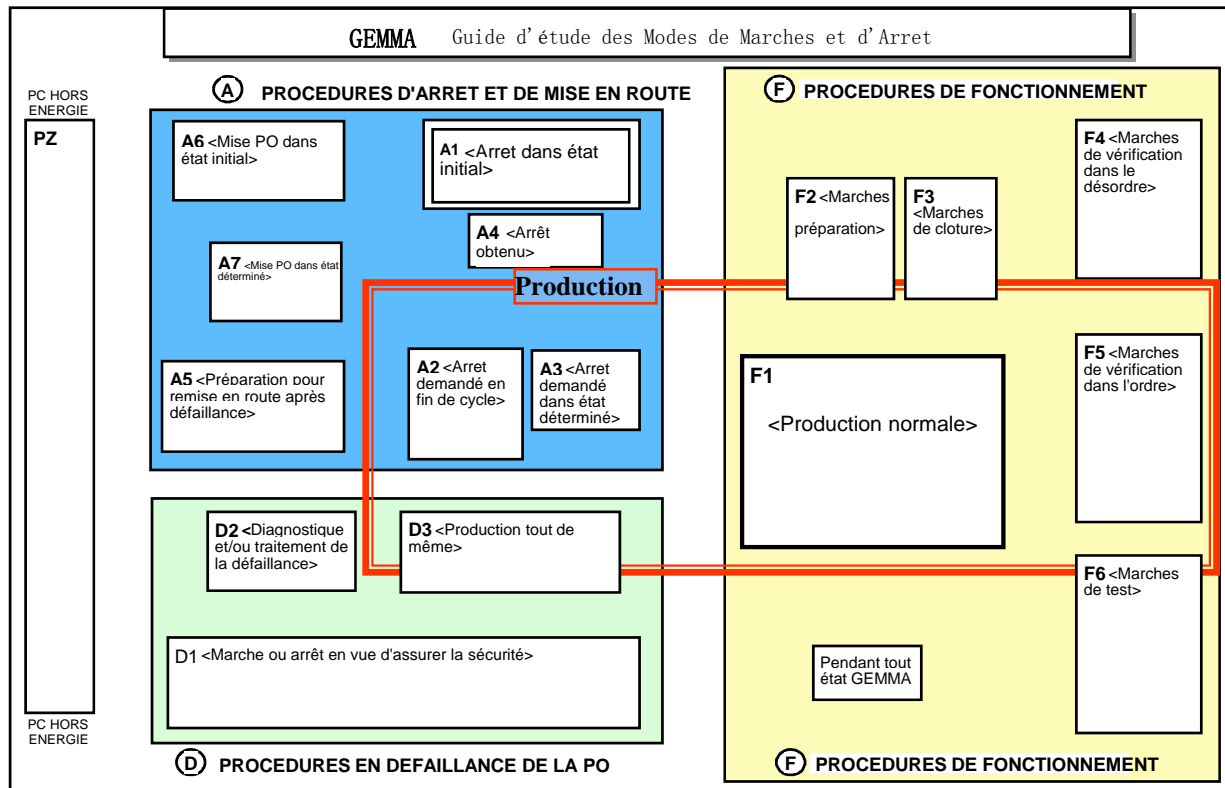


# SAP opérationnel?



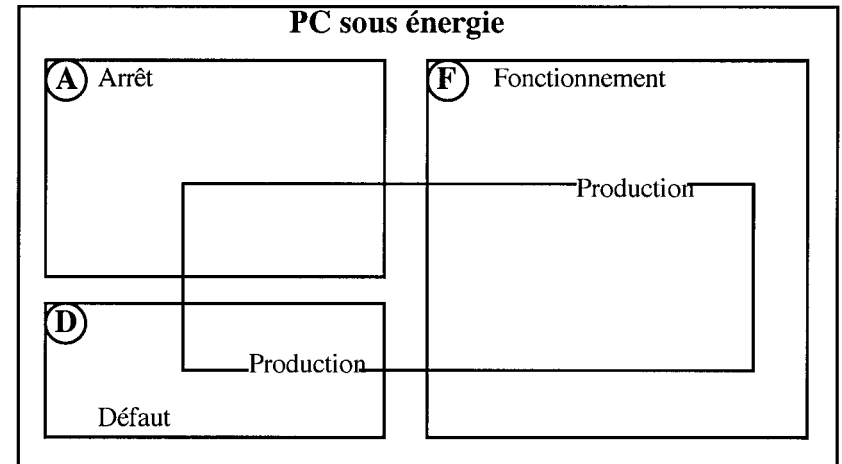
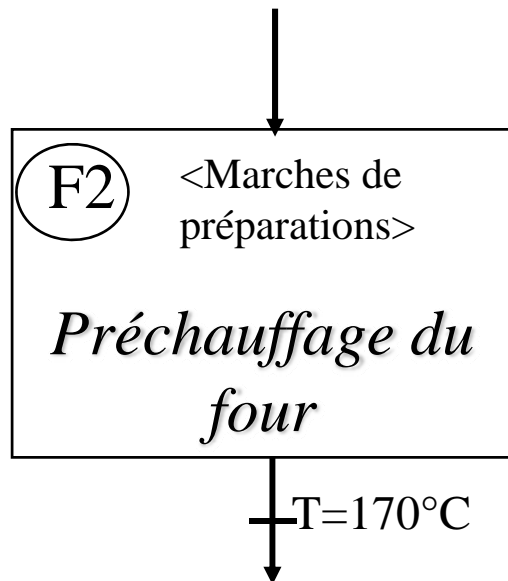
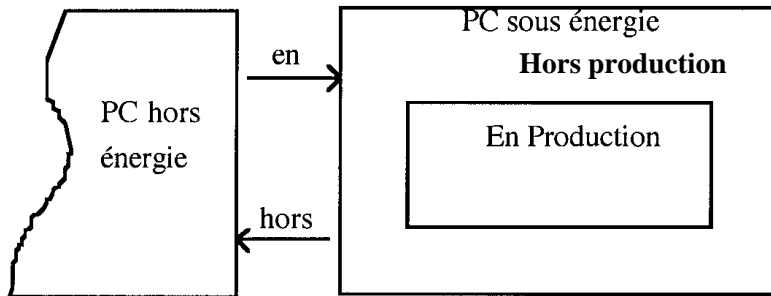
# Le GEMMA

- Acronyme de : **G**uide d'**É**tude des **M**odes de **M**arche-Arrêt.



Outil graphique de choix de MMA et de description du fonctionnement opérationnel des systèmes automatisés.

# Description du guide GEMMA



# La famille F: Procédures de fonctionnement

## F2 <Marche de préparation>

Cette état est utilisé pour des SAP nécessitant une préparation préalable à la production normale.

## F3 <Marche de clôture>

Certains SAP nécessite une vidange ou un nettoyage en fin de série.

## F4 <Marche de vérification dans le désordre>

Cette état correspond au fonctionnement manuel du SAP sans respecter l'ordre du cycle.

## F5 <Marche de vérification dans l'ordre>

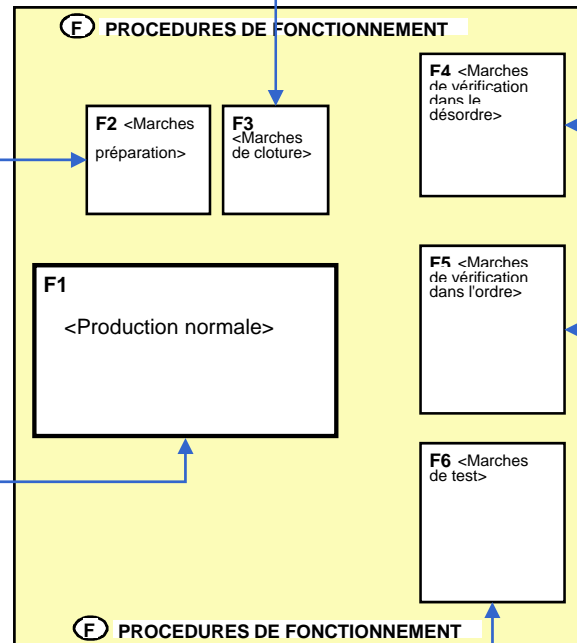
C'est le mode manuel su SAP. le cycle de production de VA peut être explorée manuellement au rythme voulue par l'opérateur.

## F1 <Production normale>

C'est l'état pour lequel le SAP a été conçu. Cet état correspond à un Grafcet de production normale (GPN).

## F6 <Marche de test>

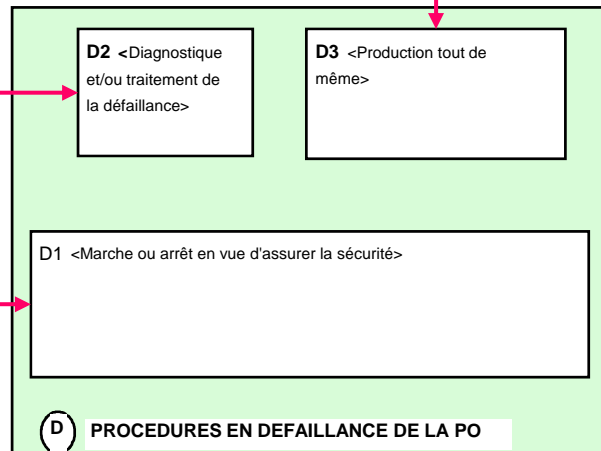
Lorsque des machines, des capteurs doivent être réglés périodiquement sans arrêter la chaîne



# La famille D: Procédures de défaillance.

## D2 <Diagnostic et/ou traitement de défaillance>

Le système peut-être examiné après défaillance (qui a été sécurisé en D1). Dans cet état de la PO, ce sont les opérateurs de maintenance qui opèrent



## D3 <Production tout de même>

Parfois utile de continuer la production après défaillance d'une machine: C'est une mode de production dégradé, aidée par des opérateurs en ligne...

## D1 <Arrêt d'urgence>

C'est l'état pris l'ors d'un arrêt d'urgence. Il faut prévoir les arrêts, les procédures de dégagement, de sécurisation des biens et des personnes

# La famille A: Procédures d'arrêt.

## A1 <Arrêt dans l'état initial>

État de repos. Il correspond à l'état initiale du GPN

## A4 <Arrêt obtenu>

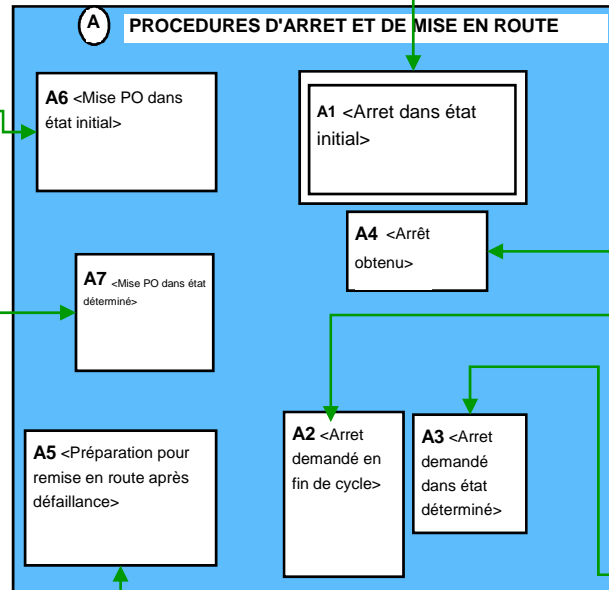
Ligne automatisée à l'arrêt en une position autre que la fin de cycle.

## A6 <Mise PO dans état initial>.

Remise de la PO en position (manuellement ou automatiquement) pour redémarrage dans un état initial

## A7 <Mise PO dans état déterminé>

Remise de la PO en position pour redémarrage dans un état déterminé.



## A2 <Arrêt demandé en fin de cycle>

La PO continue de produire jusqu'à la fin de cycle. (A2 est transitoire vers A1)

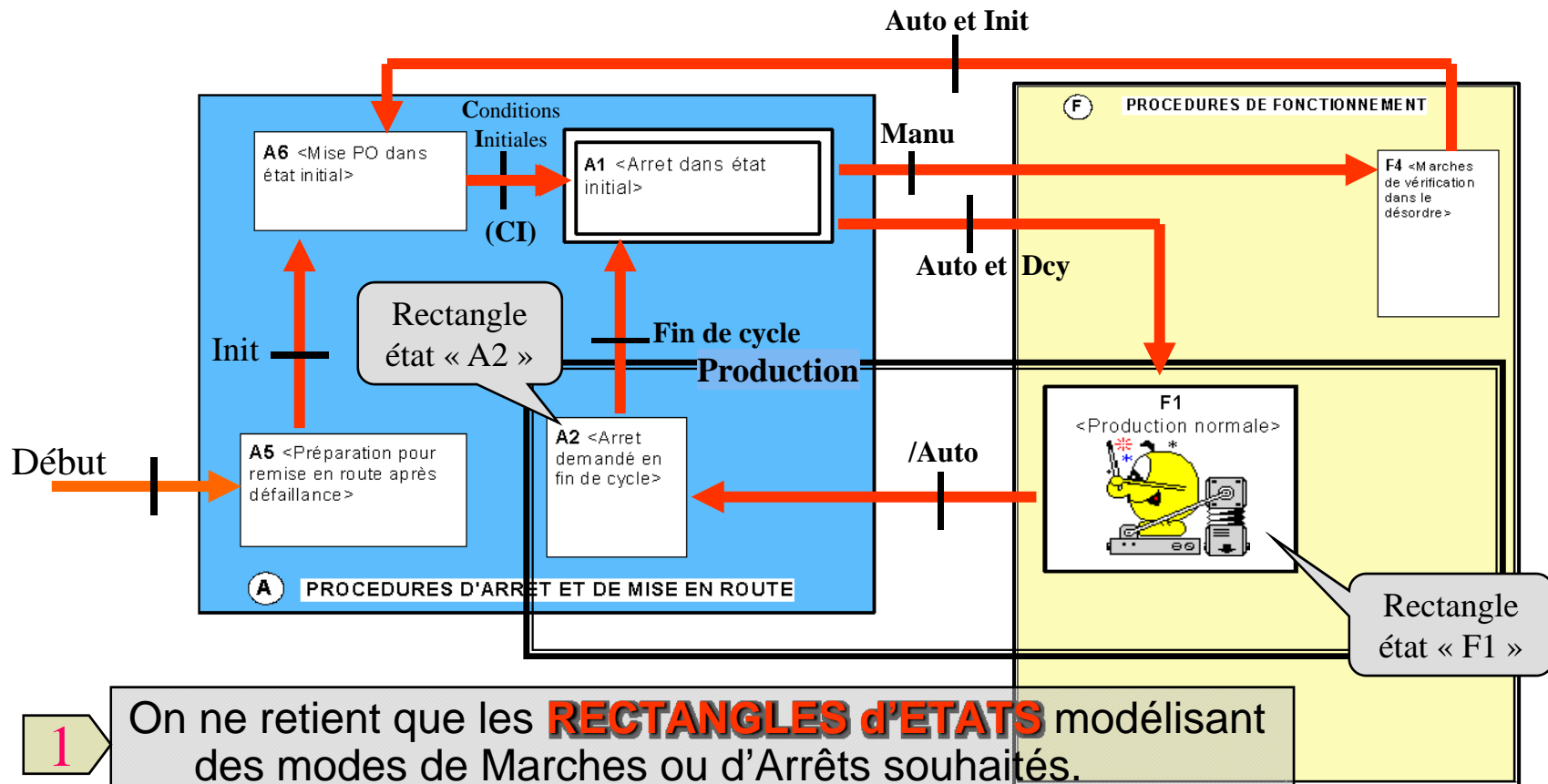
## A3 <Arrêt demandé dans un état déterminé>

Arrêt en position quelconque souhaité. (A3 est transitoire vers A4)

## A5 <Préparation pour mise en route après défaillance>

Dans cet état, on procède à toutes les opérations nécessaires à la remise en route après défaillance. Ex: Dégagement, désengagement, nettoyages...

# Utilisation du GEMMA: Principe.



1

On ne retient que les **RECTANGLES d'ETATS** modélisant des modes de Marches ou d'Arrêts souhaités.

2

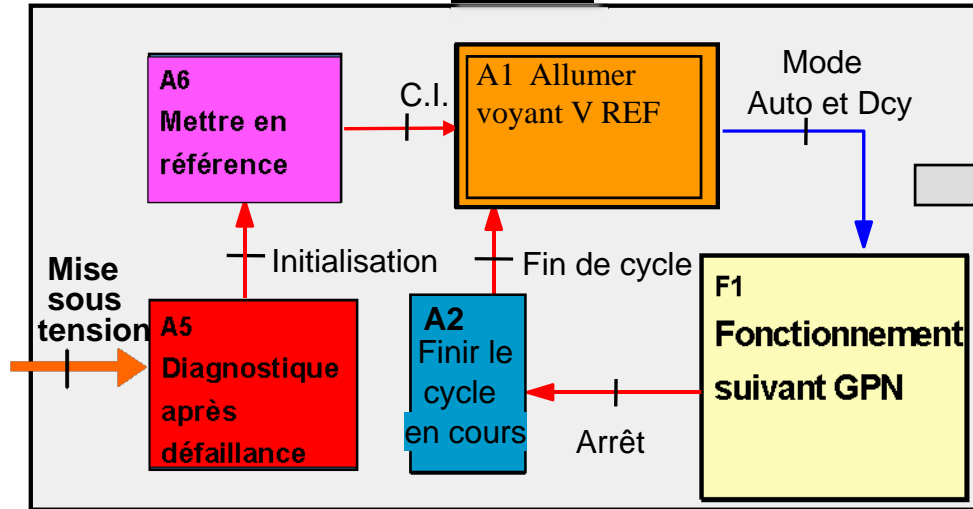
Pour définir les modes de fonctionnements, (conformément au cahier des charges) il s'agira d'élaborer un « **PARCOURS GEMMA** » ou « **BOUCLE** » en choisissant ou non de transiter par les rectangles états de son choix.

3

Les évolutions entre chaque rectangle état seront réalisées en installant les **CONDITIONS LOGIQUES** nécessaires aux évolutions d'un état à l'autre. <sup>62</sup>

# Élaboration du Grafcet de Conduite

## GEMMA



En suivant l'évolution dans le GEMMA :

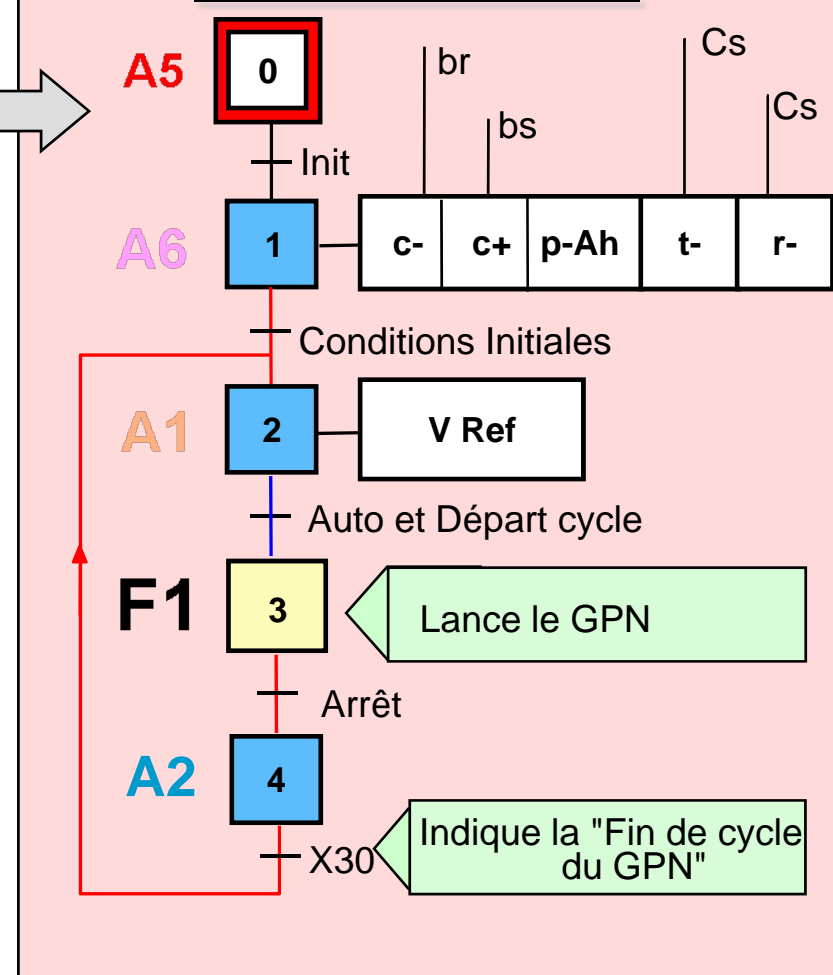
**Rectangle état = Étape + action**

**Condition logique = transition+réceptivité**

L'étape 3 lance l'exécution du Grafcet de Production Normale (GPN)

X30 correspond à la dernière étape du GPN

## GRAF CET DE CONDUITE

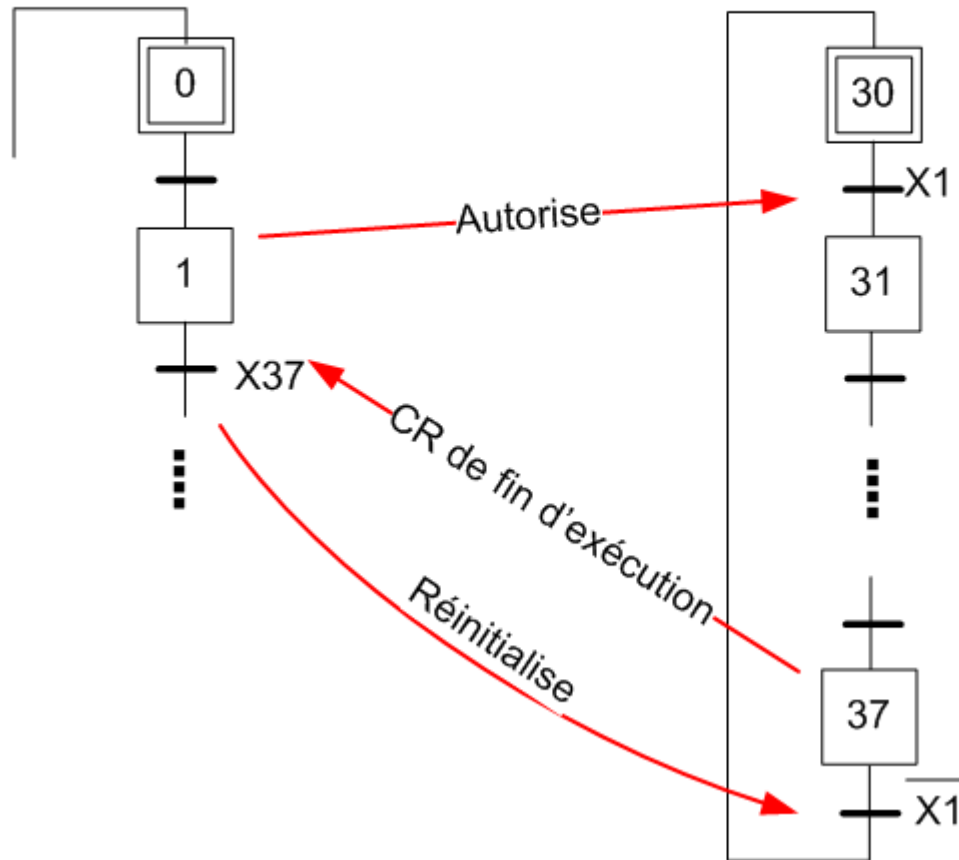




# Hiérarchisation des grafquets

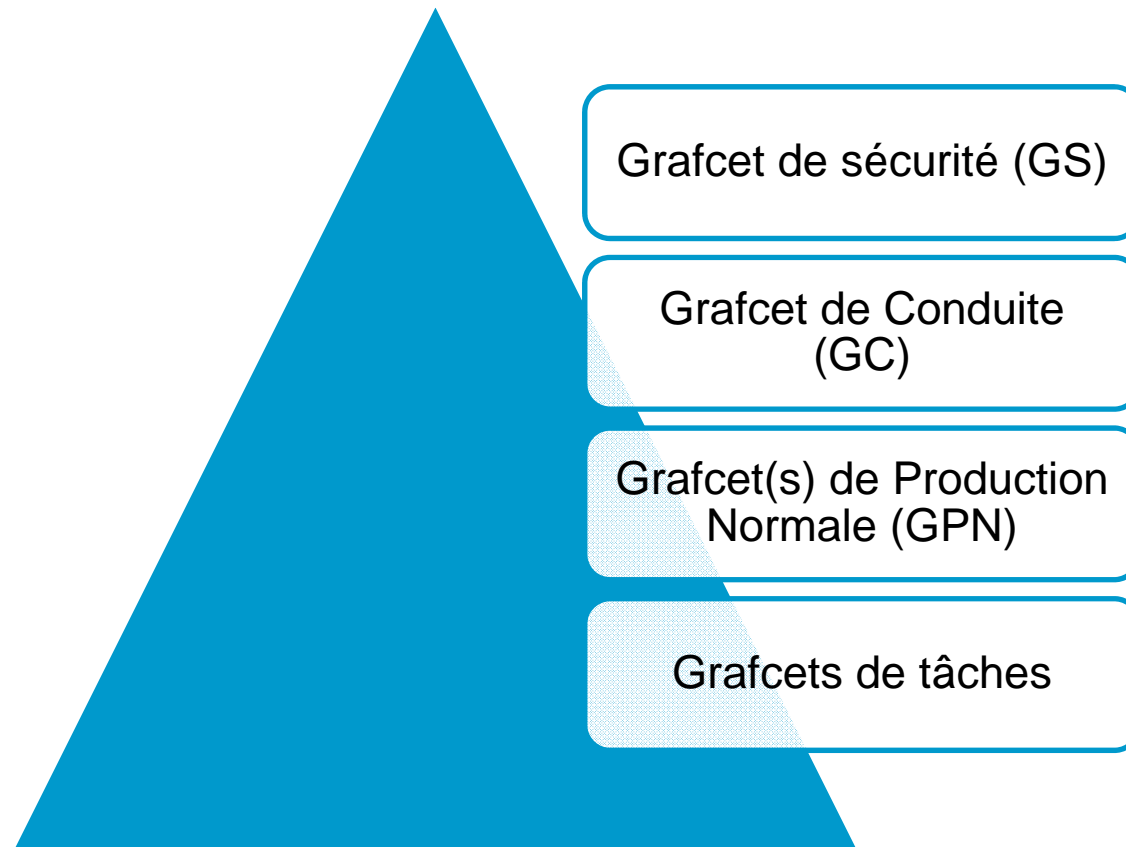
Grafquet maître

Grafquet hiérarchiquement inférieur

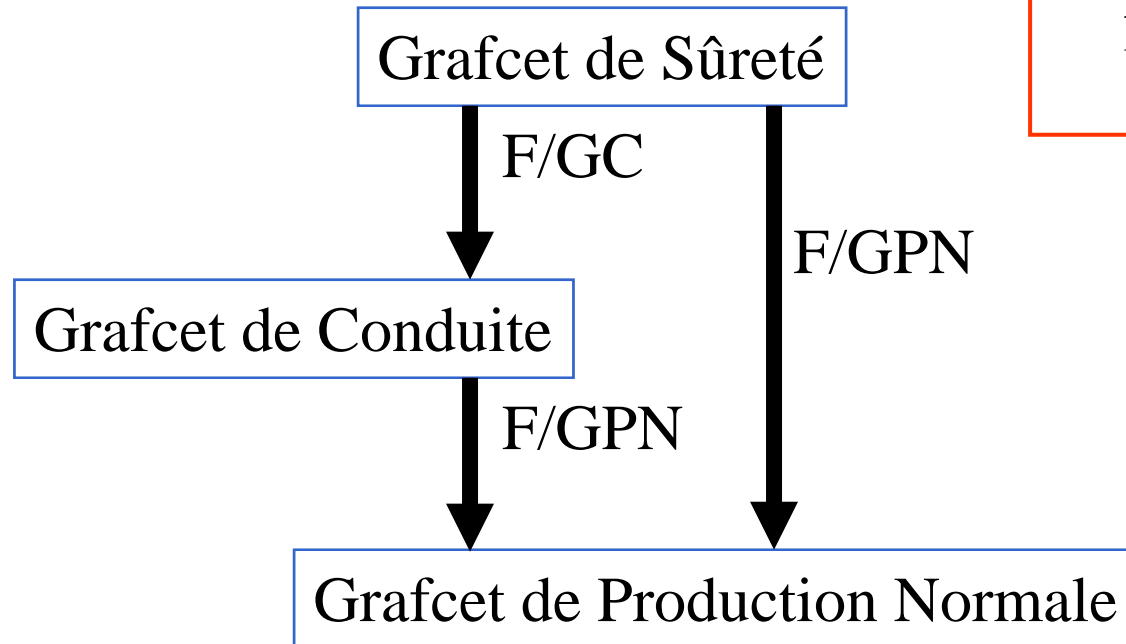


# Traduction des MMA en grafjets

Le **GEMMA** conduit à l'élaboration d'une  
**STRUCTURE MULTI-GRAFJETS HIERARCHISES.**



# Grafquets hiérarchisés



Le **GRAFCET DE SURETE** est hiérarchiquement supérieur

F/GPN: se lit « Forçage sur GPN »

# Le GMMA

## **G**raphe des **M**odes de **M**arches et d'**A**rrêts

- Établi après validation GEMMA
- Comporte uniquement les cheminements utilisés.
- Conduite du système par les intervenants Régleur, Opérateur, Maintenance

# Sûreté de fonctionnement des systèmes automatisés (1)

- Principe:

**Prise en compte de la sécurité des personnes et des biens sur défaillances des systèmes.**

**Un système est dit de sécurité totale si l'apparition d'une défaillance ne conduit jamais à une situation dangereuse**

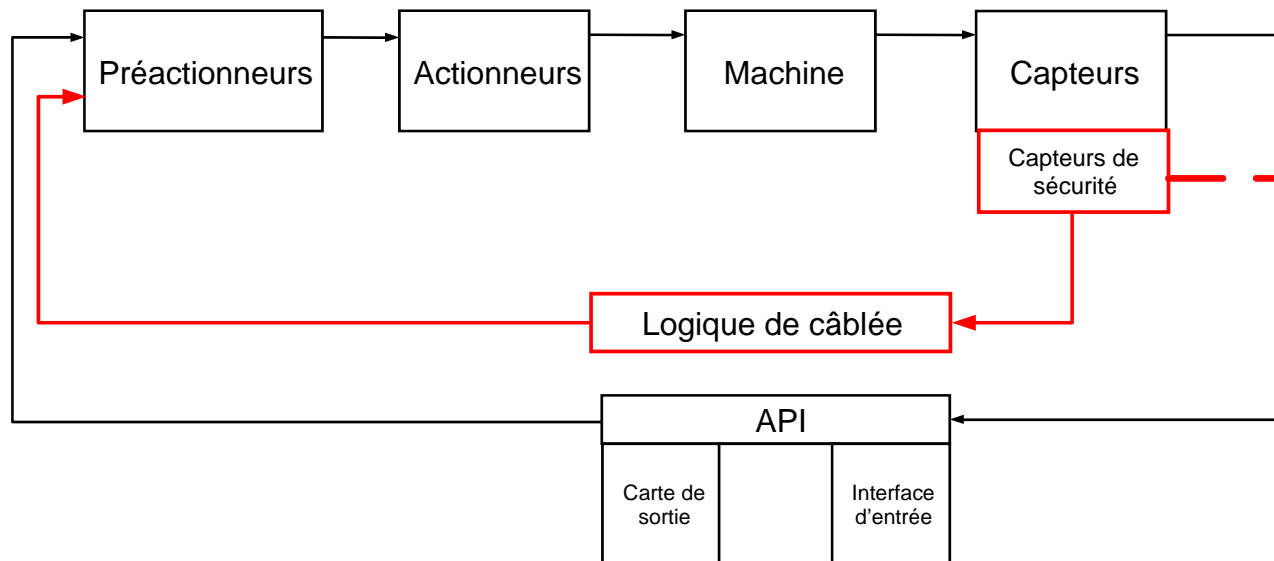
Un défaut passif (s'il se traduit par un circuit ouvert)  
est dangereux si la commande est de type alarme.

Un défaut actif (s'il se traduit par un circuit fermé)  
est dangereux si il maintient une commande non désirée.

# Sûreté de fonctionnement des systèmes automatisés (2)

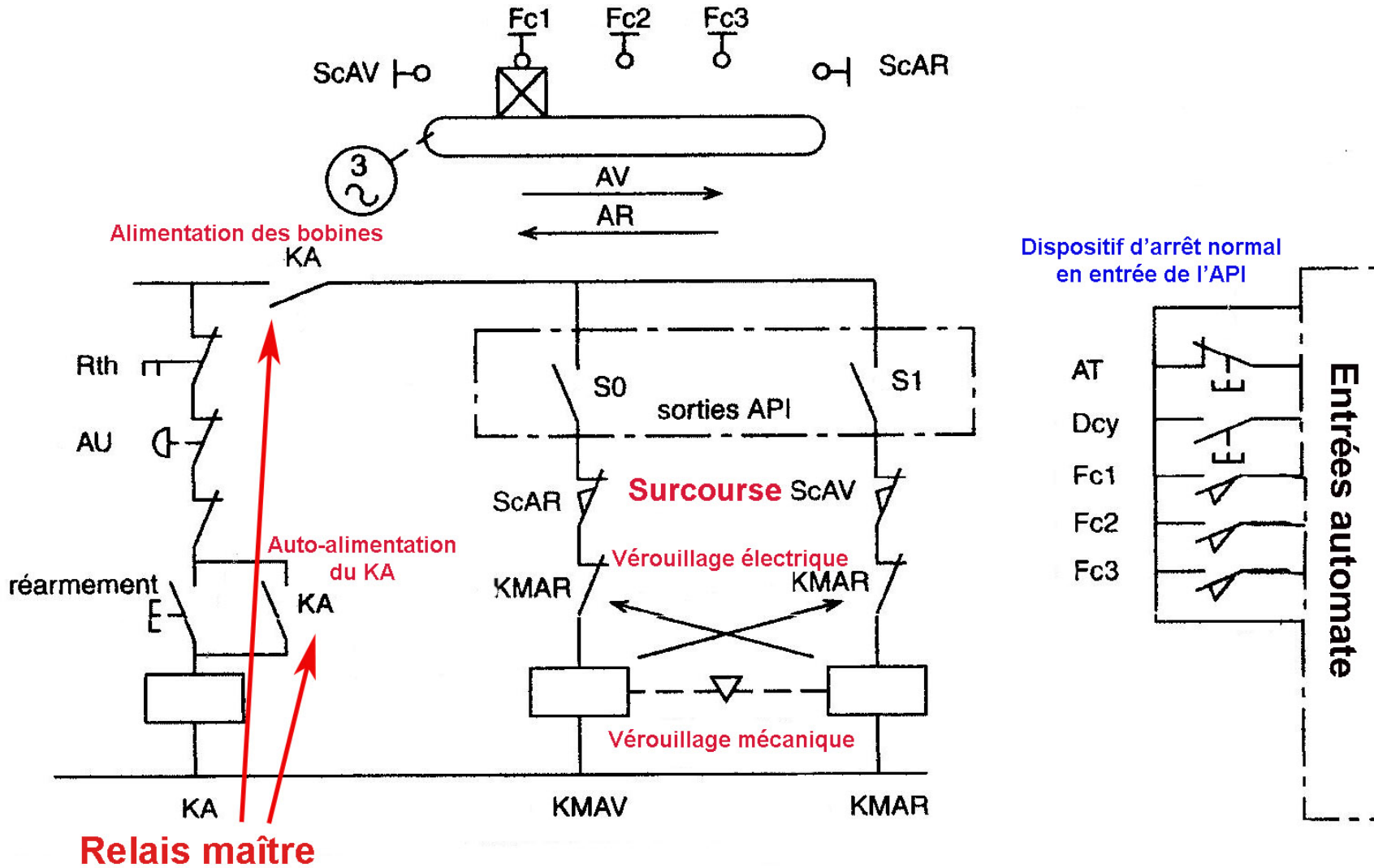
## 2 idées de bases:

1. Sur défaillance, la distribution d'énergie à la PO doit être coupée et **les automatismes de sécurité doivent être des automatismes câblés.**



2. Sur retour de défaillance, la mise en énergie de la PO doit s'effectuer sur acquittement manuel d'un opérateur.

## Structure du circuit de commande imposée par la sûreté de fonctionnement.



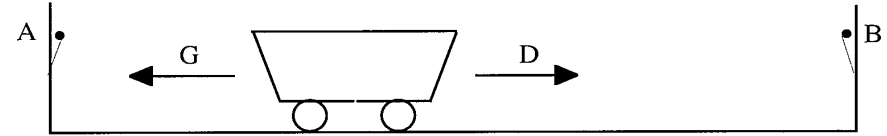
**Sécurité générale: Tout défaut ( contact NF) se traduit par une coupure d'énergie.**

## Exercice d'application GEMMA (1)

### 1. Un cycle de fonctionnement

correspond à:

- Un aller de A en B.
- Une temporisation de 1mn de chargement
- Un retour de B vers A.
- Une temporisation de 1mn de déchargement.



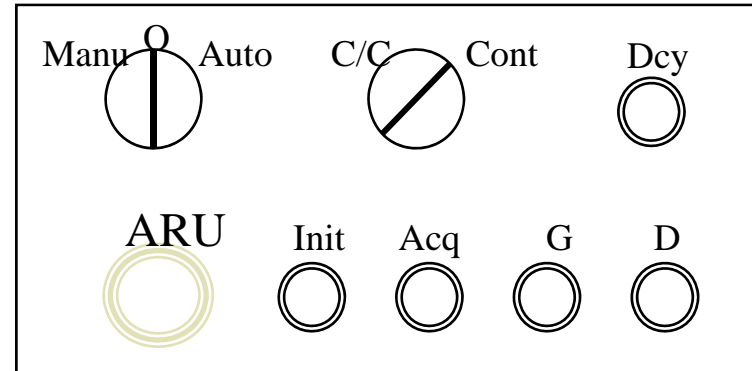
### 2. Modes de fonctionnements envisagés:

- Automatique en cycle à cycle enclenché par le bouton poussoir DCY
- Automatique continu enclenché par le BP DCY
- Manuel dans le désordre avec BP de commande G et D

### 3. Traitement de l'arrêt d'urgence:

Déverrouillage de l'ARU puis acquittement de l'opérateur.

**Pupitre de commande envisagé.**



## Questions:

- Déterminer le GMMA correspondant au fonctionnement souhaité.
- Déterminer un grafcet de conduite correspondant.