

L.A.C.

Laboratoire Automatismes industriels
et
Conduite des procédés agro-alimentaires

1

version 6

INTRODUCTION AUX AUTOMATISMES ACQUISITION DE DONNÉES

Compte-rendu de l'exposé et Annexes

3^{ème} Année
2012-2013
UP5

- 1) Structure d'un équipement automatique
- 2) Fonctionnement d'un équipement automatique
- 3) Capteurs - interfaces d'entrée
- 4) Actionneurs - Préactionneurs - Interfaces de sortie
- 5) Traitement de l'information : Technologies

AUTOMATISMES ET DISPOSITIFS D'ACQUISITION DE DONNÉES

1 STRUCTURE D'UN ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE

1.1 Domaines d'action des automatismes

Mettre en œuvre des actionneurs selon des situations types renseignées par des capteurs.

- exemples d'actionneurs : moteur électrique, électrovanne, etc.
- exemples de capteurs : sonde de t°, détecteur de présence, etc.

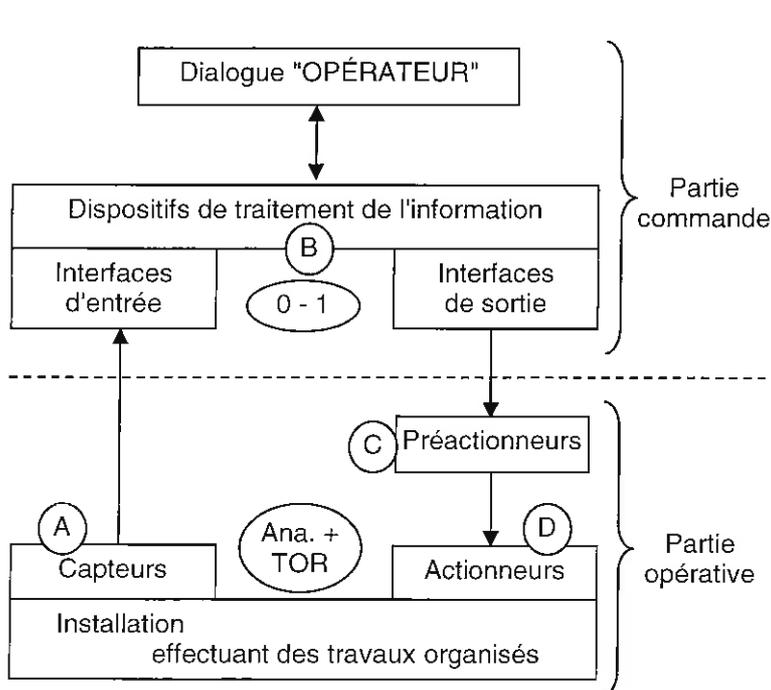
Secteurs d'applications les plus fréquents :

- Maîtrise d'un cycle d'opérations ex : machine à café, accès de parking...
- Déplacements simples mais rapides d'objets ou d'outils

↳ généralement les deux à la fois.

ex : machines "spéciales"
⇒ mise en carton

1.2 Structure de fonctionnement



- (A) **Capteurs** : prélèvement des informations
- (B) **Interfaces d'entrée** : collecte et mise en forme des informations en provenance des capteurs
- (C) **Interfaces de sortie** : mise en forme et diffusion des ordres de pilotage
- (D) **Préactionneurs** : dispositifs de commande du mode d'énergie utilisé par les actionneurs : électrique, pneumatique, hydraulique (commande des actionneurs)
ex : relais électrique de commande d'un moteur
- (E) **Actionneurs** : organes actifs
Dispositifs permettant de modifier les paramètres influant directement sur l'installation
ex :
 - positions mécaniques
 - t°
 - niveaux
 - etc.

1.3 Conception d'un automatisme

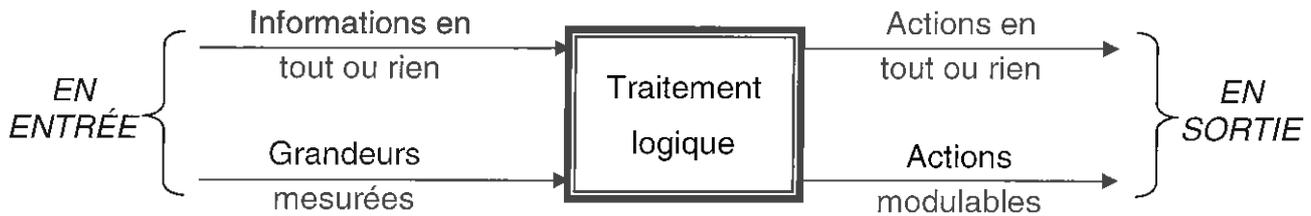
- Approche combinatoire : table de vérité entre conditions et actions en sortie
- Approche chronologique : gestion du temps (tenir compte de la vitesse du micro et de celle du capteur)
Séquencement des opérations, parallélisme de certaines actions, chronologie interactive
(Différence avec informatique classique)

2 FONCTIONNEMENT D'UN ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE

2.1 Recherche de fonctionnement en "temps réel"

La conduite "en automatique" est réalisée en exerçant le plus rapidement possible une action adaptée sur un phénomène, compte tenu des informations immédiatement disponibles. Dépend du process.

Cette action est déterminée par une logique précise, adaptée au problème posé et d'un niveau de complexité extrêmement variable.



Il y a généralement plusieurs informations en entrée et plusieurs actions en sortie.

Si les interactions deviennent complexes, on parlera de PROCESS (contrôle de procédé).

Ex : conduite automatique d'un fermenteur avec action sur tous les paramètres.

Cas particuliers

- **Absence d'informations** : simple séquençement d'actions sans vérification de l'environnement ; peu d'exemples.
On peut avoir besoin, au moins, d'une autorisation de lancement de cycle.
ex :
 - machine à café (mais avec quelques vérifications)
 - barrière de parking
 Souvent : deux fois plus de capteurs que d'actionneurs
- **Absence d'actions** : Surveillance, traçabilité... (ex : météo)

2.2 Acquisition de données

Récupération de données provenant de différents capteurs. Contrôle, Monitoring...

Déclenchement d'actions simples de type ALERTES (voyants, sirènes, etc.) qui ne modifient pas fondamentalement le protocole.

2.3 Gestion du temps

Très important dans les automatismes.

- Exemples :*
- démarrer ou arrêter à temps une action
 - maintenir une action en cours (temporisation)
 - ajuster la durée d'un cycle automatique (temps du cycle)

Temps de réponse (TR)

Composantes dues à tous les éléments ayant chacun leur temps de réponse (**inertie**)

ex : mise en place d'un ombreur (serre) : TR du capteur de t° , TR de l'interface d'entrée, tps d'attente pour prise en compte du traitement, tps de traitement, TR de l'interface de sortie, du pré-actionneur, de l'actionneur, du mécanisme actionné, tps de propagation du nouvel équilibre de t° .

- dangers :
- délais incompatibles avec les cadences souhaitées
 - attendre impérativement avant de lancer les actions suivantes
 - risque de pompage : la lenteur du résultat à se faire sentir peut conduire la logique à accentuer anormalement l'action qu'il faudra compenser ensuite
⇒ ordres et contre-ordres incessants incompatibles avec la tenue de l'appareillage

2.4 Modes de traitement de l'information

Boucles de scrutation répétitives :

- a) scruter systématiquement tous les capteurs
- b) réaliser les traitements en fonction des informations en entrée
- c) positionner les actionneurs concernés

⇒ impose un TEMPS DE CYCLE (principe des automates programmable) : attention aux données fugitives (cellule photo.) non détectées (ou les "mémoriser" sur les interfaces d'entrée).

Fonctionnement par "interruptions" : l'arrivée d'une information déclenche une interruption momentanée des programmes de routine en cours et un appel des modules de traitement adapté.

Il peut y avoir plusieurs niveaux de hiérarchisation et de priorité.

Il y aura séparation entre les "tâches de FOND" et les "tâches TEMPS RÉEL" de différentes priorités.

Ceci ressemble peu aux logiques très séquentielles propres à l'informatique traditionnelle.

3 CAPTEURS – INTERFACES D'ENTRÉE

Cet ensemble d'éléments "renseigne" la partie commande.

3.1 Types de capteurs

a) Capteurs TOUT ou RIEN (TOR)

Équivalent à un élément binaire

- Ex : barrière photo-électrique, contact électrique, capteur magnétique, etc.
- Usages : détection "présence pièce", "fin de course", inter-manuel "lancement de cycle", etc.
Ex : Interrupteur à lame souple (ILS)



- Représentation : normalement ouvert (NO) normalement fermé (NF)



- variante : Capteur à seuil ⇒ déclenche lorsqu'un seuil a été atteint

Enclenchement à seuil fixe : ex pression huile ou t° trop élevée (voiture) ou à seuil variable : réglage d'une valeur de consigne (ex : thermostat à contact)

b) Capteurs ANALOGIQUES

Capteurs délivrant une grandeur variable. Ils permettent la MESURE d'un paramètre.

Ex : sonde de t°, humidité, éclaircissement, pression, etc.

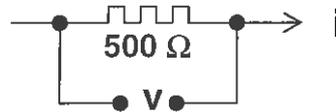
Le signal délivré, généralement électrique, a un "niveau" représentatif du paramètre observé.
(proportionnel)

- Normes habituelles du signal : **0-10 Volts** **4-20 mA** 0-1 Volt 0-20 mA

Binary Digit → Bit

Si nécessaire, on peut passer d'une norme "intensité" (i) à une norme "tension" (U) :

- Intercaler une résistance :



- Utiliser un convertisseur

- Difficultés :
 - Si signal non linéaire : La loi de variation utilise une courbe d'étalonnage. Utilisation d'un circuit de linéarisation à la sortie du capteur ou correction par programme au moment du traitement.
 - Si signal faible : ex : thermocouple générant quelques mV ⇒ utilisation d'un amplificateur linéaire (transmetteur).

Exemple de la température :

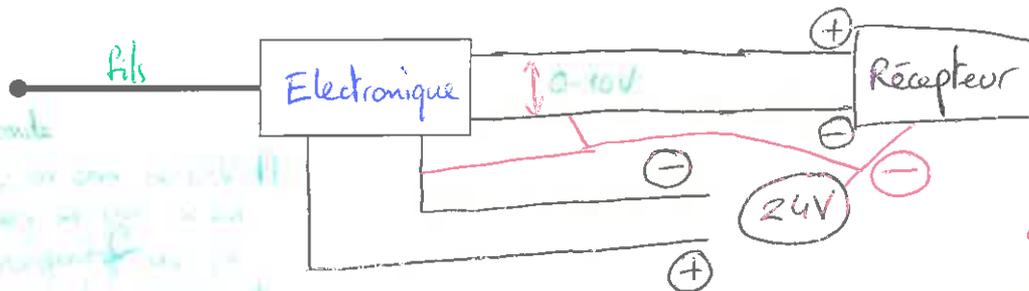
3 types de capteurs ⇒

⇒ thermo couple : le courant varie avec la T°

⇒ le thermocouple doit être utilisé avec un transmetteur
Thermistance

La seule P.T. au fait avec du platine. elle a 3 fils donc elle est équilibrée.

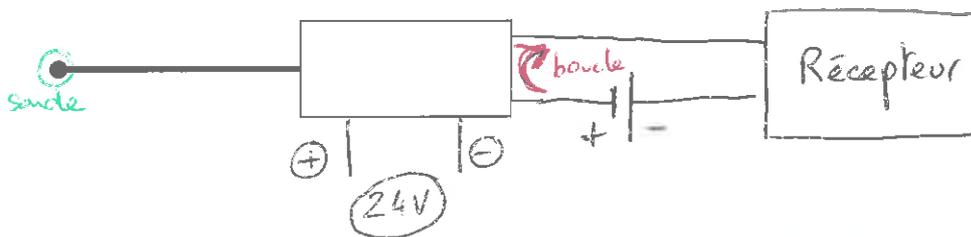
Exemple d'un capteur 0-10 Volts :



⚠ en ROUGE les Fils ⊖ sont rassemblés en "Ground" ou "commun" en FR. ou encore le "zéro volt"

Exemple d'un capteur 4-20 mA :

la boucle 4-20 mA



DONC
3 fils → probablement un capteur 0-10V
4 fils → probablement 4-20 mA

NB : le système de boucle peut être alimenté par le récepteur.

- SCIENCE DES CAPTEURS : recherche de capteurs spécifiques à un paramètre (et les plus insensibles possible aux autres paramètres ou constituants).

Ex : effet hall ⇒ bascule ; électrodes "spécifiques" ; capteurs biologiques à enzyme spécifique ; débit (différentes techniques)...

Paramètres délicats : ex : capteurs sensibles à la texture (coagulation du lait), organoleptiques, problèmes d'empoisonnement du capteur par certaines substances, problèmes de dérive ⇒ réétalonnage, etc.

c) Dispositifs particuliers

Compteurs d'impulsions : comptage d'objets, vérification de positionnement

- codeurs angulaires : vérification de positionnement
→ savoir dans quelle position est un axe



lecture par une ligne de cellules photoélectriques

- 3 cercles : 1/8 de tour
- 8 cercles : 1/256
- 10 cercles : 1/1024
- 12 cercles : 1/4096

- technologies avancées : reconnaissance d'images- VISION
 reconnaissance vocale

*# capteur
0,1,1
↓
16
↓
32
↓
64
↓
etc*

3.2 Interfaces d'entrée

a) Cas des capteurs TOUT ou RIEN

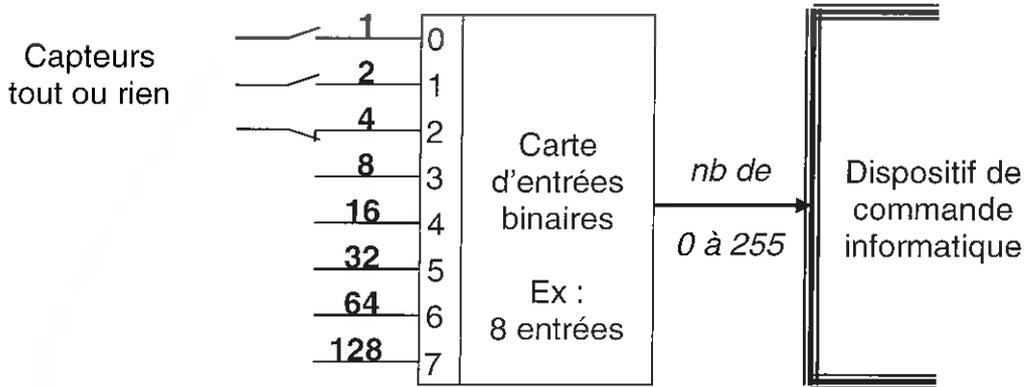
Chaque capteur positionne un bit à 0 ou 1.

On utilise des cartes interfaces regroupant 8 ou 16 capteurs et générant globalement une combinaison "lue" comme un nombre.

Ex : carte "8 entrées" ⇨ nombre allant de 0 (tous à 0) à 255 (tous à 1).

Chaque capteur correspond à un poids binaire : 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

Chaque entrée est généralement précédée d'un isolement galvanique sur optocouplage.



54	128 _{2⁷}	0
54	64 _{2⁶}	0
54	32 _{2⁵}	1
22	16 _{2⁴}	1
6	8 _{2³}	0
6	4 _{2²}	1
2	2 _{2¹}	1
0	1 _{2⁰}	0

201	128	1
73	64	1
9	32	0
9	16	0
5	8	1
1	4	0
1	2	0
1	1	1

	128	
	64	
	32	
	16	
	8	
	4	
	2	
	1	

b) Cas des capteurs ANALOGIQUES

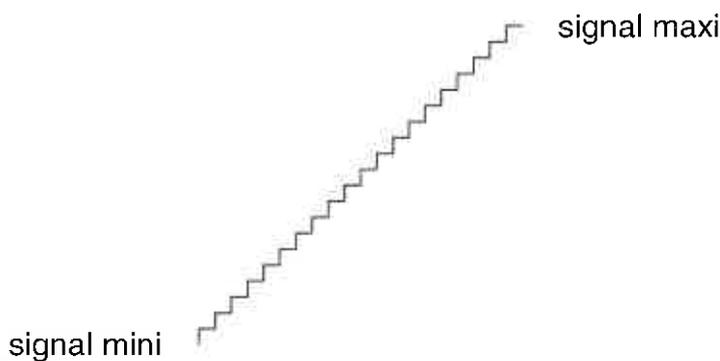
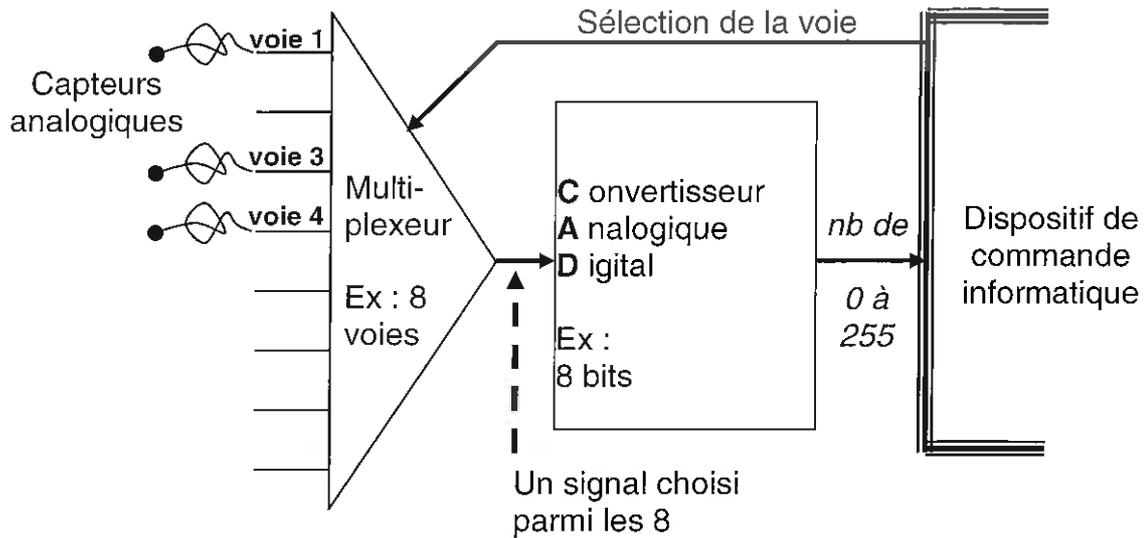
Convertisseur Analogique-Digital (C.A.D.)

Le signal doit être numérisé pour pouvoir être utilisé par la partie commande ⇨ carte de conversion analogique-digitale (ou analogique-numérique).

Ces cartes généralement munies d'un **MULTIPLEXEUR** permettent de prendre en compte plusieurs capteurs. Il faut sélectionner par programme la VOIE avant la mesure.

- Caractéristique d'une carte CAD :
- nombre de voies du MULTIPLEXEUR. Ex : 8
 - vitesse de conversion de la mesure. Ex : 0,1 seconde \Rightarrow lent
 - résolution de la conversion : nombre de bits du nombre généré : Ex : 8 bits \Rightarrow 256 points, 12 bits \Rightarrow 4096 points

Pouvoir de séparation : attention à la répétabilité du signal



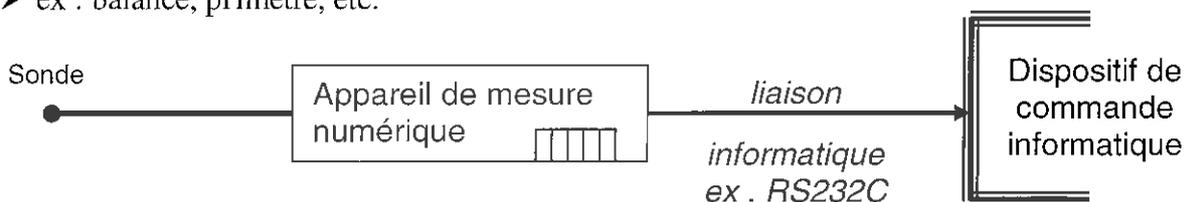
$$\text{Résolution} = \frac{\text{Amplitude de la mesure}}{\text{nb de marches}}$$

Finesse de la mesure
prévisat°, T° etc..

c) Cas des appareils de mesure NUMÉRIQUES

La conversion est déjà faite (afficheur numérique)

- simple liaison informatique à établir : câble **RS232C** ou **IEEE 488** ou carte de liaison pour PC
- attention aux parasites et à la distance :
ex : **RS232C** : liaison classique, liaison avec boucle de courant, amplis d'extrémité
- ex : balance, pHmètre, etc.



d) NOTA : entrée d'informations manuelles

Prise d'information au clavier : possible mais rare (claviers industriels).

On préfère utiliser des interrupteurs ou poussoirs spécialisés (lecture binaire)

4 ACTIONNEURS - PRÉACTIONNEURS - INTERFACES DE SORTIE

4.1 Fonctions

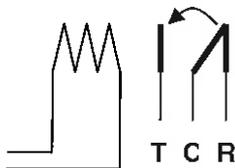
a) ACTIONNEUR : organe actif agissant sur l'installation : il véhicule de la puissance.

Ex : moteur, vérin simple ou double effet, vanne électrique tout ou rien, électrovanne, ventouse pneumatique à effet VENTURI, manipulateur pneumatique.



b) PRÉACTIONNEUR : dispositif de contrôle de l'actionneur ⇒ il maîtrise le mode d'énergie utilisé.

➤ Électricité : relais électrique



Bobine commande
ex : 12V - 500Ω

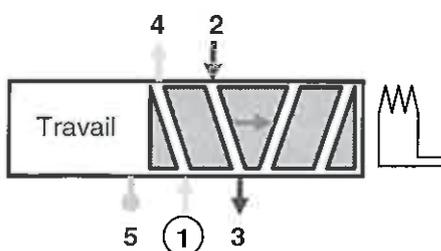
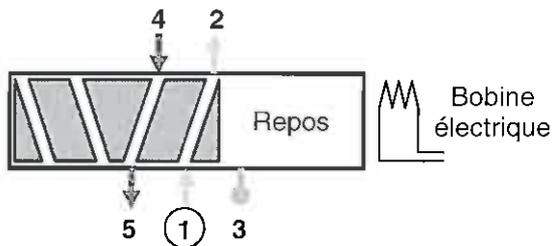
Contacts : commun (C), repos (R), travail (T)

Plusieurs jeux de contact possibles : ex : 2 RT

Isolement galvanique de la bobine.

Pouvoir de coupure des jeux de contacts
ex : 250 V ~ -15 A.

➤ Pneumatique (6 – 8 bars) : distributeur pneumatique



Ex : limiteur de débit unidirectionnel

Nombre d'orifices, nombre de positions de travail, actionné par une bobine électrique

Permet la commande d'un flux à air comprimé par un signal électrique.

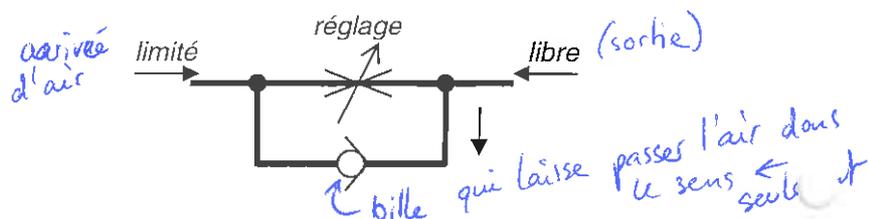
Ex : distributeur 5/2, bobine 12V, avec tiroir à 2 positions

1 : arrivée d'air (toujours sous pression)

5 et 3 : échappement à l'atmosphère

4 et 2 : liaison avec vérin double effet

Mise en œuvre de limiteurs de débit sur version à double effet



➤ Hydraulique (liquide haute pression) :

distributeur hydraulique pour vérins hydrauliques

⇒ permet des forces importantes.

NO → normalement ouvert
NF → normalement fermé

*On compte "l'input zéro" noté $I \emptyset$ ou $i \emptyset$
 output zéro noté $O \emptyset$ ou $o \emptyset$ (siemens)
 ou $Q \emptyset$ commences avec l'output*

4.2 Interfaces de sortie

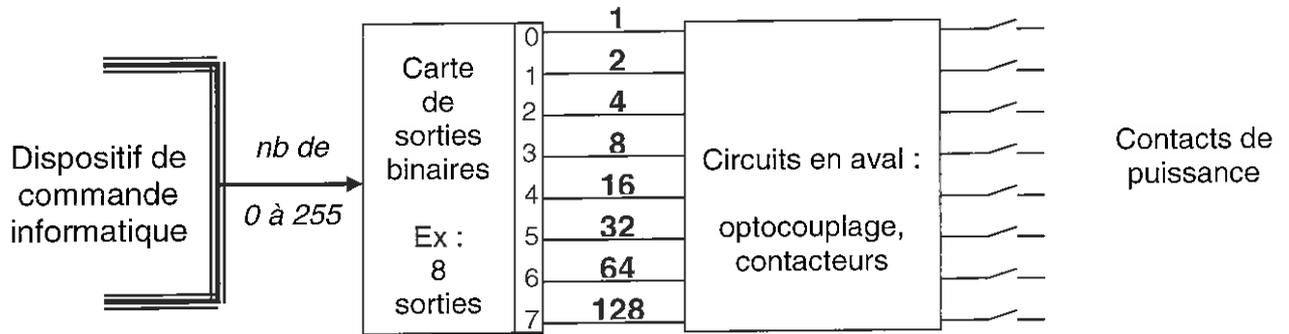
a) Cas des actionneurs à commande en TOUT ou RIEN : les plus fréquents

Cartes de sorties binaires (en TOUT ou RIEN)

- Les cartes interfaces comportent généralement plusieurs circuits en sortie
 Ex : 8 ou 16 voies.
- La combinaison désirée en sortie est commandée en envoyant un nombre entier.
 Chaque voie correspond à une **puissance de 2**.
 Ex : nombre = 13 \Rightarrow 1 + 4 + 8 \Rightarrow voies 1, 3 et 4 mises à 1 (activées).
- Les signaux obtenus en sortie sont purement logiques, à très faible pouvoir de coupure (qq mA, souvent 5Vdc). Il faut augmenter ce pouvoir de coupure par une première interface de relayage (un optocoupleur ou un contacteur statique).
- L'optocouplage réalise également un isolement galvanique.
- Une deuxième interface de relayage (contacteur électro-magnétique) permet d'avoir un pouvoir de coupure suffisant pour alimenter une charge de puissance (moteur, résistance...).

	128	
	64	
	32	
	16	
	8	
	4	
	2	
	1	

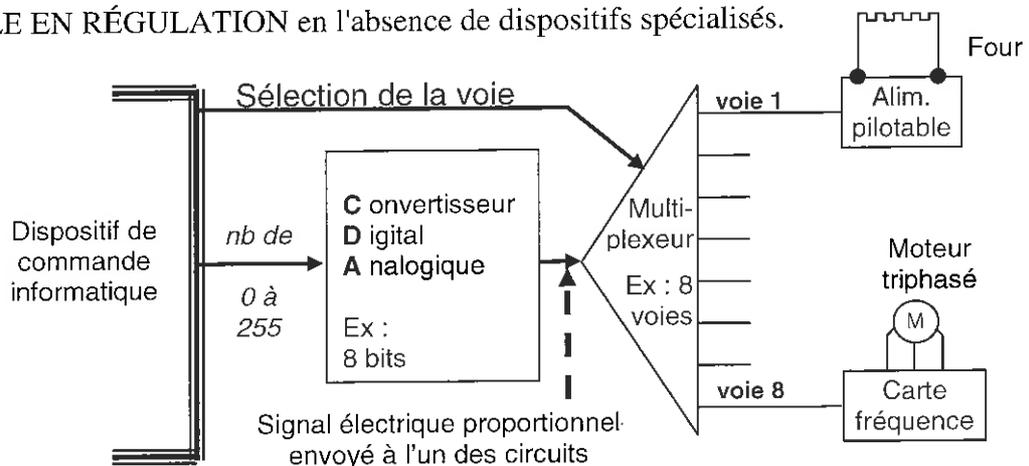
Attention : les sorties sont souvent maintenues : ne pas oublier de les remettre à 0 en fin d'action (et en début de programme).



b) Cas des actionneurs à commande analogique (plus rares)

- Cartes de sorties à Convertisseur Digital-Analogique (CDA) ou Numérique-Analogique (CNA)
- Fonctionnement inverse des C.A.D. vus en entrée.
- La logique délivre un nombre proportionnel au signal désiré, ainsi que le n° de voie à utiliser. Le signal électrique sera maintenu au niveau correspondant sur la voie indiquée. Ce signal sans puissance pilote un dispositif modulant l'action :
 - \hookrightarrow alimentation pilotable (de puissance)
 - \hookrightarrow servomécanisme (déplacement mécanique proportionnel ou signal)
 - \hookrightarrow carte fréquence (variation de vitesse d'un moteur triphasé), etc.

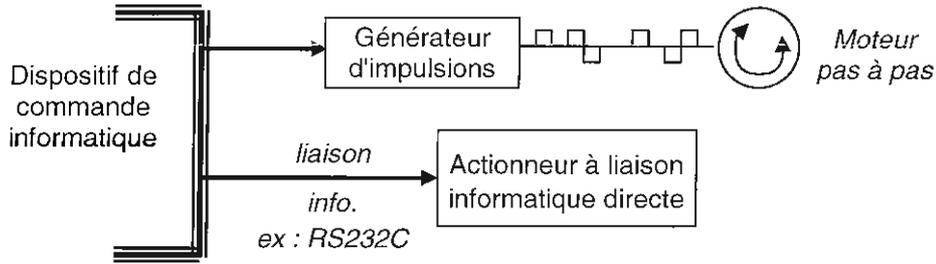
UTILISABLE EN RÉGULATION en l'absence de dispositifs spécialisés.



c) Cas des actionneurs à commande par IMPULSIONS

Cartes "générateurs d'impulsions" \Rightarrow commande de moteurs PAS à PAS (cf Robot de TP).

Ces moteurs peuvent ainsi tourner dans un sens ou dans l'autre d'un nombre de pas parfaitement définis et reproductibles (attention à la perte de pas \Rightarrow décalage).



d) Cas des actionneurs utilisant une liaison informatique directe

L'appareil déclenche l'action désirée à la réception d'un ordre converse (généralement une chaîne de caractères définis à l'avance).

Liaisons utilisées :

- RS232C : interface standard sur PC
- IEEE 488 (HPIB) : carte interface spéciale (plus rare)

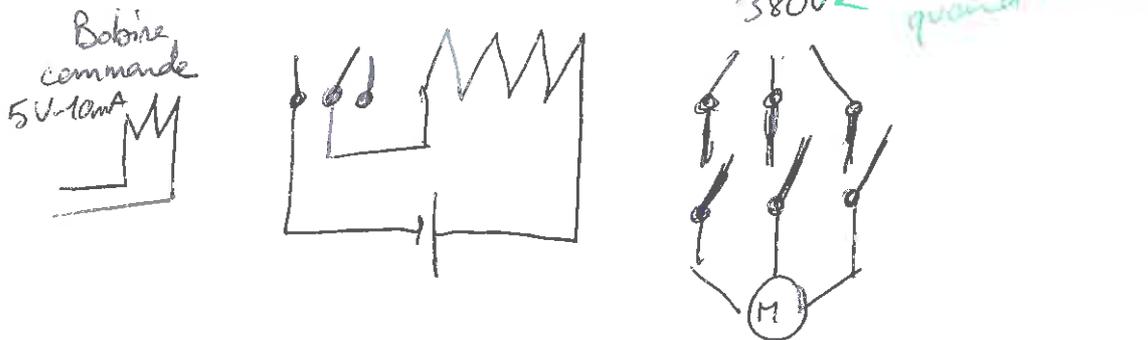
Possibilité d'amplis d'extrémité, montages en boucle de courant.

e) NOTA : dispositifs particuliers

- ↳ Messages d'alerte à l'écran
- ↳ Solutions "prototypes"
- ↳ Synthèse de messages vocaux.

4.3 Étude d'un circuit complet pour commande électrique

Ex : commande MARCHÉ-ARRÊT d'un moteur électrique.



4.4 Études des cartes du commerce - Optocoupleur

Cartes mixtes d'entrée-sortie à fonctions multiples

(l'objectif est de lire un peu de courant avec un IET et la capture de données)

5 Traitement de l'information : Technologies utilisées pour la PARTIE COMMANDE

a) Ordinateurs et mini-ordinateurs

Matériel à tolérance de panne = plusieurs processeurs, disques miroirs (raid)
 on double l'info, utilisé dans les serveurs pour enregistrer en double

b) Micro-ordinateurs industriels

PC durcis = moins rapides, plus chers, pas de panne, système très résistants (utilisé par l'armée)
 le système raid, c'est pour enregistrer en double, triple

c) Automates programmables

- Sans écran - disque dur - clavier
- 1 seul programme à la fois
- jamais d'arrêt
- connectique I/O

d) Dispositifs à micro-processeur

ROM non programmable = imprimante, lave-linge...
 → grande série → bas coût.

e) Logique câblée et séquenceurs

↳ Circuits à relais

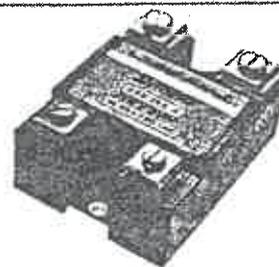
↳ Circuits intégrés logiques : (ex : NAND)

↳ Circuits en logique pneumatique

f) U.C. spécifiques aux constructeurs

RELAIS STATIQUE**ARS 10****ARS 25****ARS 40**

- GAMME D'INTENSITÉ : 10 A, 25 A OU 40 A
- SYNCHRONISE AU ZÉRO DE L'ALTERNANCE (AUCUN PARASITE)
- RÉSEAU RC INCORPORÉ
- NORMES UL-CSA
- DURÉE DE VIE ILLIMITÉE, PAS D'USURE MÉCANIQUE

**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

Les relais statiques ARS sont des relais synchrones de puissance (10 A - 25 A - 40 A ; 220 V) à sortie par TRIAC.

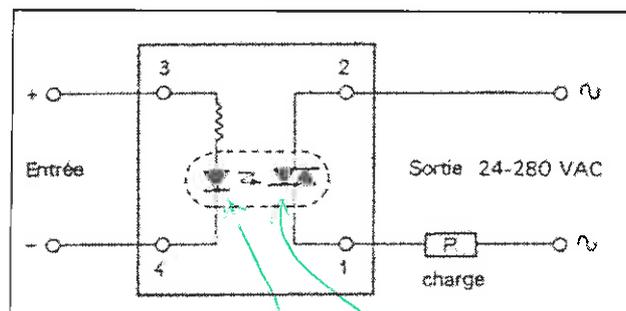
Isolément entrée/sortie par couplage Opto-électronique (4000 volts).

Module Epoxy avec sorties par vis - il est extrêmement solide et stable.

Le circuit d'entrée permet une grande variation de la tension de commande (3 à 32 V_~ ou 90 à 280 V_~) avec un courant pratiquement constant : il est particulièrement adapté aux circuits électroniques logiques.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

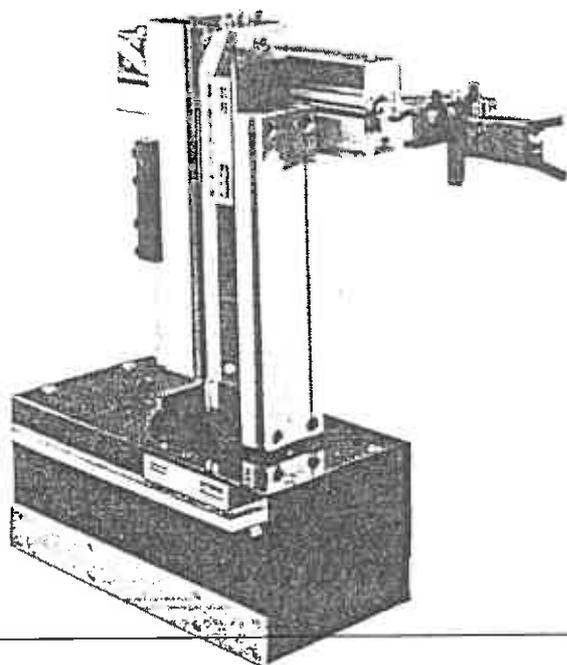
Référence	ARS 10 D	ARS 25 D	ARS 40 D	ARS 10 A	ARS 25 A	ARS 40 A
Entrée	Courant continu			Courant alternatif		
Impédance d'entrée				40 K ± 10 %		
Courant d'entrée	2 mA (max.)					
Tension normale	3 à 32 V _~			90 à 280 V _~		
Tension de fonctionnement	3 V _~			90 V _~		
Tension de relâchement	1 V _~			45 V _~		
Isolation diélectrique	4000 V efficace			4000 V efficace		
Capacité d'entrée	3 pF			3 pF		
Sortie - intensité max.	10 A	25 A	40 A	10 A	25 A	40 A
Chute de tension	16 V			16 V		
Surintensité pendant 1 cycle	100 A	250 A	650 A	100 A	250 A	650 A
Surintensité pendant 1 seconde	40 A	100 A	160 A	40 A	100 A	160 A
Tension de sortie	24 à 280 V _~			24 à 280 V _~		
Fréquence	47 à 63 Hz			47 à 63 Hz		
Courant de sortie	8 mA maximum			8 mA maximum		
Courant de maintien	50 mA			50 mA		
dv/dt critique	220 V/µsecond					
Température de fonctionnement	-40° C à 100°					



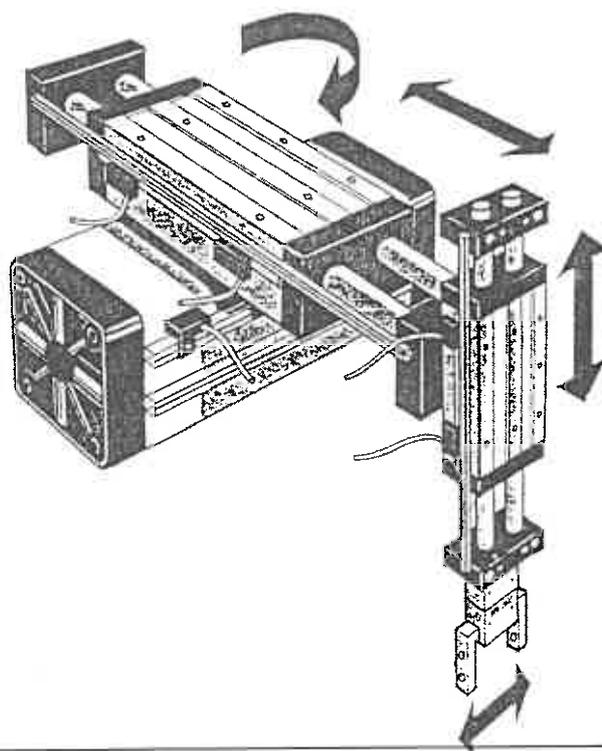
Octocoupleur led photo transistor ?

Manipulateurs 3D

Rigidité et souplesse dans la manipulation



Les manipulateurs 3D évoluent aisément dans l'espace. Ils sont réalisés facilement par assemblage de composants modulaires : bases rotatives, unités d'élévation, unités linéaires, poignets rotatifs et pinces.



LES DISTRIBUTEURS PNEUMATIQUES

Représentation symbolique (ISO-AFNOR)

	Distributeur 2/2 NO 2 orifices - 2 positions
	Distributeur 2/2 NF 2 orifices - 2 positions
	Distributeur 3/2 NO 3 orifices - 2 positions
	Distributeur 3/2 NF 3 orifices - 2 positions
	Distributeur 4/2 4 orifices - 2 positions
	Distributeur 5/2 5 orifices - 2 positions
	Distributeur 5/3 5 orifices - 3 positions à centre fermé
	Distributeur 5/3 5 orifices - 3 positions à centre ouvert

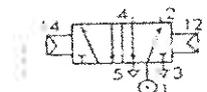
Type de commande

	Commande pneumatique		Commande par levier
	Rappel pneumatique différentiel		Commande manuelle
	Rappel par ressort		Commande par bouton
	Commande électrique directe		Commande par galet
	Commande électro-pneumatique		Commande par pédale

Repérage des orifices

Le repérage des orifices des distributeurs est réalisé suivant une codification normalisée :

- 1 = alimentation de pression
- 2 et 4 = orifices d'utilisation
- 3 et 5 = orifices d'échappement
- 14 = pilotage, fonction commande [mettant en communication l'arrivée de pression (1) avec l'utilisation (4)]
- 12 = pilotage, fonction rappel [mettant en communication l'arrivée de pression (1) avec l'utilisation (2)]
- 10 = pilotage, fonction rappel [ne mettant aucun orifice d'utilisation en pression].



Le choix d'un distributeur dépend d'un certain nombre de critères, qui peuvent être regroupés en deux catégories :

- les critères dimensionnels et technologiques ;
- les critères fonctionnels.

Les caractéristiques dimensionnelles et technologiques

Elles définissent les performances et les modes de construction des composants.

Coefficient de débit (KV)

Cette caractéristique est fondamentale dans le choix d'un distributeur ; en effet, la fonction principale de celui-ci étant d'alimenter en air comprimé l'organe moteur, la vitesse de remplissage ou de vidange d'une capacité, ou la vitesse de déplacement d'un vérin, dépendra directement de l'importance du débit d'air autorisé par le coefficient de débit (KV) du distributeur.

Traitement de l'air pour le fonctionnement sans huile

Rep.	Désignation
1	Filtre, largeur des pores 25-40 μm
2	Détendeur, plage de pression 0.5-10 bar
3	Manomètre, plage d'affichage 0-16 bar
4	Distributeur 3/2 à commande manuelle, robinet à boisseau sphérique
5	Filtre fin (> 0,3 μm ; séparation d'huile 99,999%)

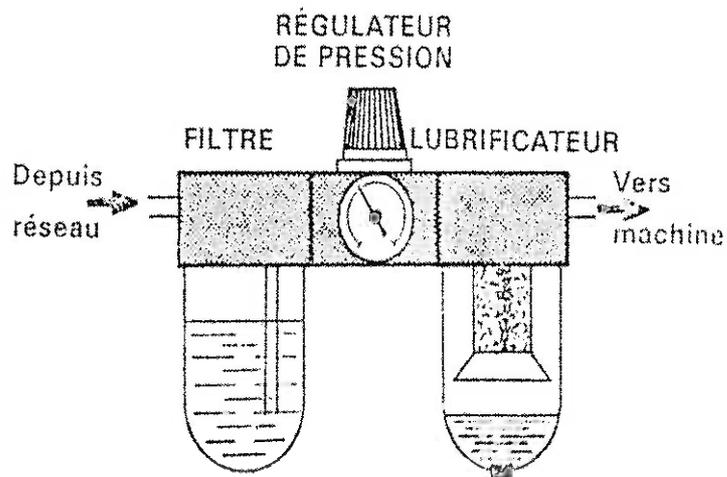
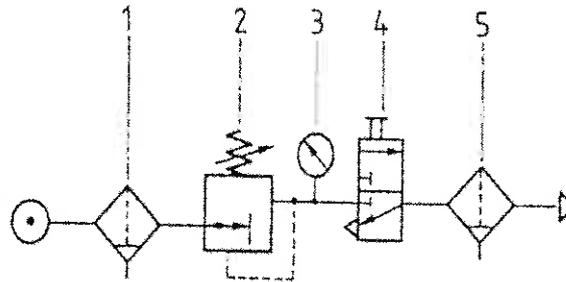
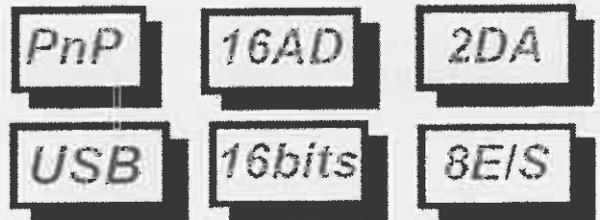


Figure 11.1 - Ensemble de traitement d'air comprimé en entrée de machine, comprenant filtre, régulateur de pression avec manomètre, et lubrificateur.

CARTE USB DIGIMÉTRIE ← *Tou Français***Station multifonction AD/DA - T.O.R.****Caractéristiques**

- Acquisition AD/DA et T.O.R. ①
- 16 voies d'entrées tension ou courant. ②
16 bits. Temps de conversion 10µs. ③
- 4 gains programmables 1,2,4,8 V/V.
- Option /D: 2 voies de sorties tension N/A 12 bits. Temps de conversion 10µs.
- 8 lignes TTL bidirectionnelles.
- Interface de communication bus série USB spécification 1.0.
- Vitesse de transfert 12 Mbits/s.
- «Plug and Play» à chaud (auto-configuration).
- Périphérique auto-alimenté (alimentation externe enfichable).

USB-LAB16B/D

NATURE ET TECHNOLOGIE	COÛT D'ACHAT UNITAIRE	ÉTUDES	MISE AU POINT	MAINTENANCE	MODIFICATION
LOGIQUE CÂBLÉE	moyen	assez longues, on n'a pas d'outils méthode	complexes	moyen	demande plus souvent une réfection totale
AUTOMATE PROGRAMMABLE	moyen	rapides, le Grafcet est directement utilisable	l'API est très bien adapté à la mise au point (aide de la console et des signalisations)	conçu pour être entretenu par l'utilisateur	souple, en matériel et en logiciel
MICRO-PROCESSEUR	peu coûteux	longues, nécessitant une formation et un outil de développement	pas très facile ni sur le plan du matériel ni sur celui du logiciel	demande des connaissances électroniques du matériel	pas très souple sur le plan matériel
MINI-CALCULATEUR	cher	assez rapides	assez facile	impose l'intervention des services extérieurs	très simple

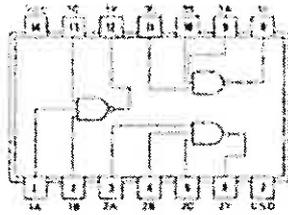
- ① AD → analogique digital... donc ça entre et sort en analogique
- ② 0-10V ou 0-20mA, au choix !!
- ③ "marches d'escalier" → 5V beaucoup de marches → excellente résolution

QUELQUES CIRCUITS INTÉGRÉS D'IMPLANTATION D'UNE FONCTION LOGIQUE

- Circuit intégré 7410: trois portes NON-ET à trois entrées
- Circuit intégré 7420: deux portes NON-ET à quatre entrées
- Circuit intégré 7430: une porte NON-ET à huit entrées

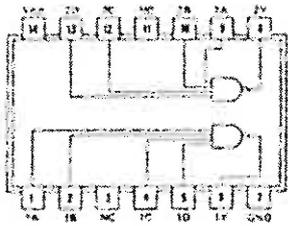
7410

$Y = \overline{ABC}$



7420

$Y = \overline{ABCD}$



7430

$Y = \overline{ABCDEFGH}$

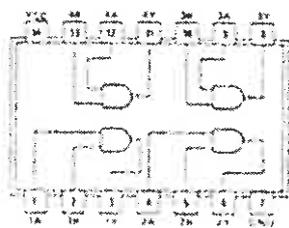
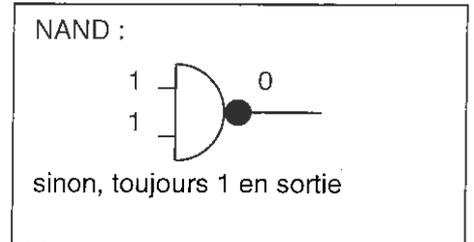
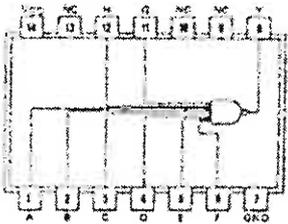


Figure 2-6 Implantation de la fonction NON-ET par le CI 7400 comprenant quatre portes NON-ET à deux entrées.

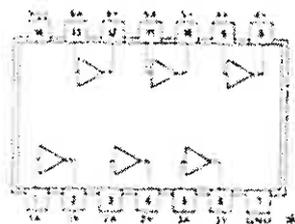


Figure 2-1 Implantation de l'inversion par le CI 7404 comprenant six inverseurs.

L.A.C.

Laboratoire Automatismes industriels
et
Conduite des procédés agro-alimentaires

2

version 6

INTRODUCTION AUX AUTOMATISMES PROGRAMMATION DES SYSTÈMES AUTOMATISÉS

Compte-rendu de l'exposé et Annexes

3^{ème} Année
2012-2013
UP5

APPROCHE "ALGÈBRE DE BOOLE" p.1
APPROCHE "GRAFSET" p.3
APPROCHE "LANGAGES ÉVOLUÉS" p.4
API p.5
GRAFSET, généralités p.6
GRAFSET, applications p.3

APPROCHE "ALGÈBRE DE BOOLE"

Cette approche permet facilement une description des situations de capteurs et d'actionneurs.

Elle est transposable sous forme de "contacts électriques".

Cette approche est basée sur des propriétés qui s'avèrent VRAIES ou FAUSSES à un moment donné.

1 Contacts électriques

Le contact est-il fermé ? \Rightarrow Proposition "C" par exemple (contact fermé)

Représentation : 

NO : Normalement Ouvert

➤ au repos : C est au 0 logique (le courant ne passe pas)

➤ au travail : C est au 1 logique (le courant passe)

On peut utiliser la proposition *inverse* :  (contact non-fermé)

➤ au repos : \bar{C} est au 1 logique

➤ au travail : \bar{C} est au 0 logique

Attention : la technologie utilisée peut modifier la proposition

ex : contact fermé au repos (NF)

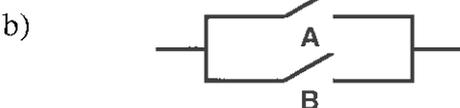


Association de contacts :



\Rightarrow Condition **ET** pour fermer le circuit

ET LOGIQUE noté $A.B$



\Rightarrow Condition **OU** pour fermer le circuit

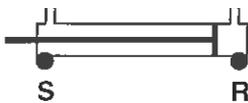
OU LOGIQUE noté $A+B$

2 Vérification du mouvement d'un vérin

Vérin *double effet* équipé de deux contacts magnétiques (ILS) : R (vérin rentré) S (vérin sorti)

interrupteur à lame souple, donc le piston du vérin est magnétique

Mouvement de sortie :



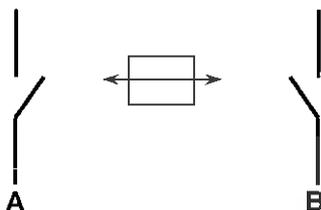
• au départ : \Rightarrow R et \bar{S} \Rightarrow $R.\bar{S}$

• en cours : \Rightarrow \bar{R} et \bar{S} \Rightarrow $\bar{R}.\bar{S}$

• en fin : \Rightarrow \bar{R} et S \Rightarrow $\bar{R}.S$

3 Déplacement d'un mobile entre deux contacts "FIN DE COURSE"

Ex : déplacement de gauche à droite



• autorisation de départ : \Rightarrow $A.\bar{B}$

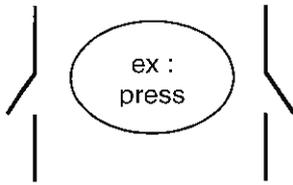
• vérification de départ, puis : \Rightarrow $\bar{A}.\bar{B}$
autorisation course intermédiaire

• arrêt final : \Rightarrow $\bar{A}.B$ danger !

• arrêt final : \Rightarrow B plus sûr si A "bloqué"

Vérifier la sécurité et les arrêts d'urgence sur les trois étapes.

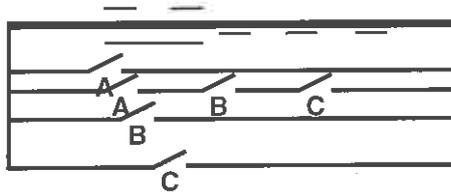
4 Commande "MAINS DOUBLES"



Cette commande est utilisée par sécurité sur les machines dangereuses pour les mains.

La machine ne marche que si :

- les deux contacts sont fermés
- les deux contacts ont été enclenchés presque simultanément
⇒ fait intervenir des conditions chronologiques.



APPROCHE "GRAFCET"

GRAPhe Fonctionnel de Commande Étapes-Transitions

1 Notions de base (voir document en annexe) :

- Représentation normalisée pour les cycles d'automatismes.
- Découpage en "étapes"

Les actions propres à l'étape sont maintenues tant que la transition vers l'étape suivante n'est pas réalisée.

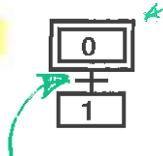


- Passage à l'étape suivante si les conditions de la réceptivité sont vérifiées



→ un grafcet est toujours un cycle

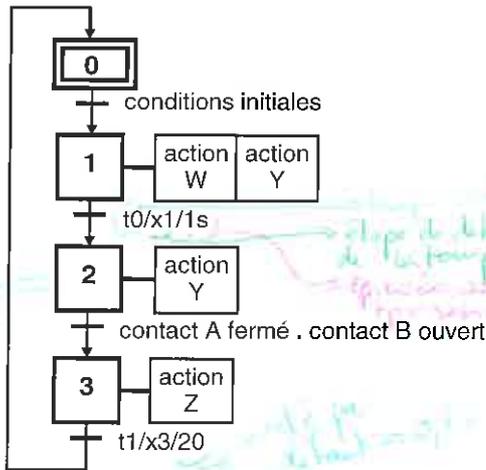
- **Étape** en début de cycle avec test des conditions initiales avant lancement de l'étape 1 du cycle.



* étape initiale jamais d'action double encadrée

- La transition peut faire intervenir des conditions liées aux capteurs ou à des temporisations.

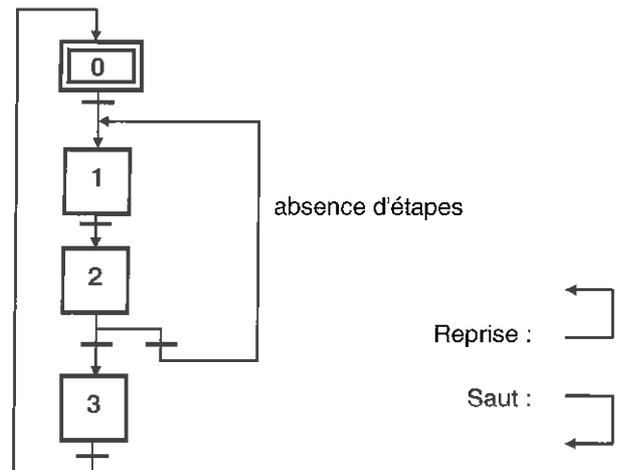
2 Cycle simple



action U
action V
action W
action X

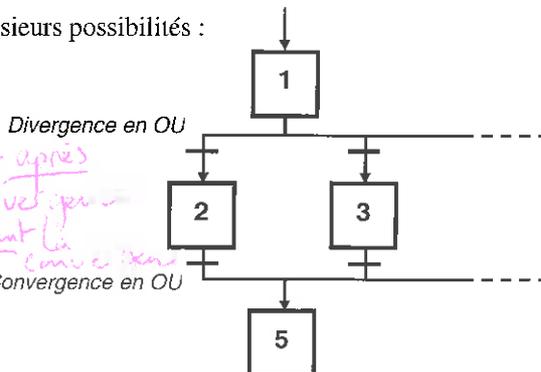
étape de début de la boucle
spécifier la réceptivité

3 Saut/Reprise d'étape



4 Divergences en OU

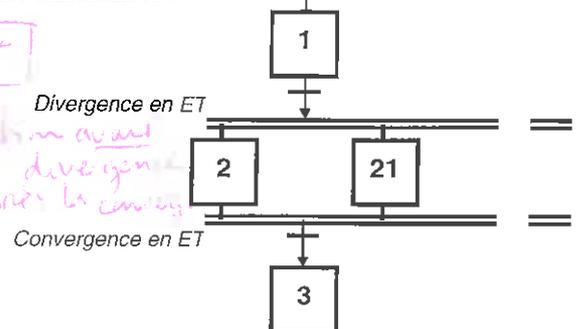
Cas de plusieurs possibilités :



en OU
Transition après la divergence est avant la convergence

5 Divergences en ET

Branches simultanées :



en ET
Transition avant la divergence est après la convergence

- Exemples GRAFCET :
- ⇒ Analyse du sucre dans des melons
 - ⇒ Tri de billes colorées

APPROCHE "LANGAGES ÉVOLUÉS"

La plupart des langages informatiques de programmation permettent de communiquer avec les cartes d'acquisition du commerce.

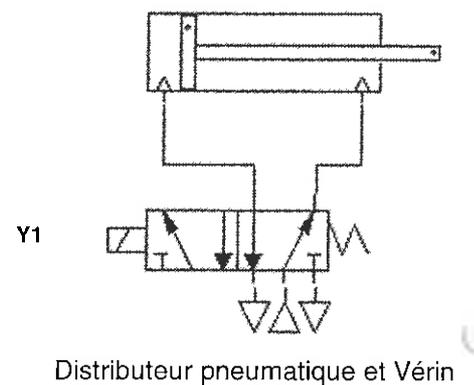
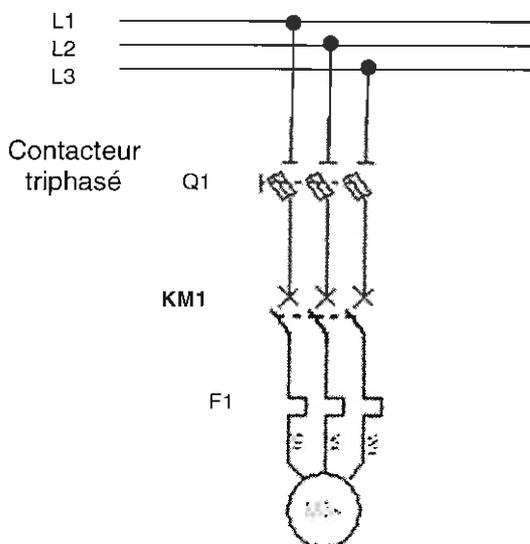
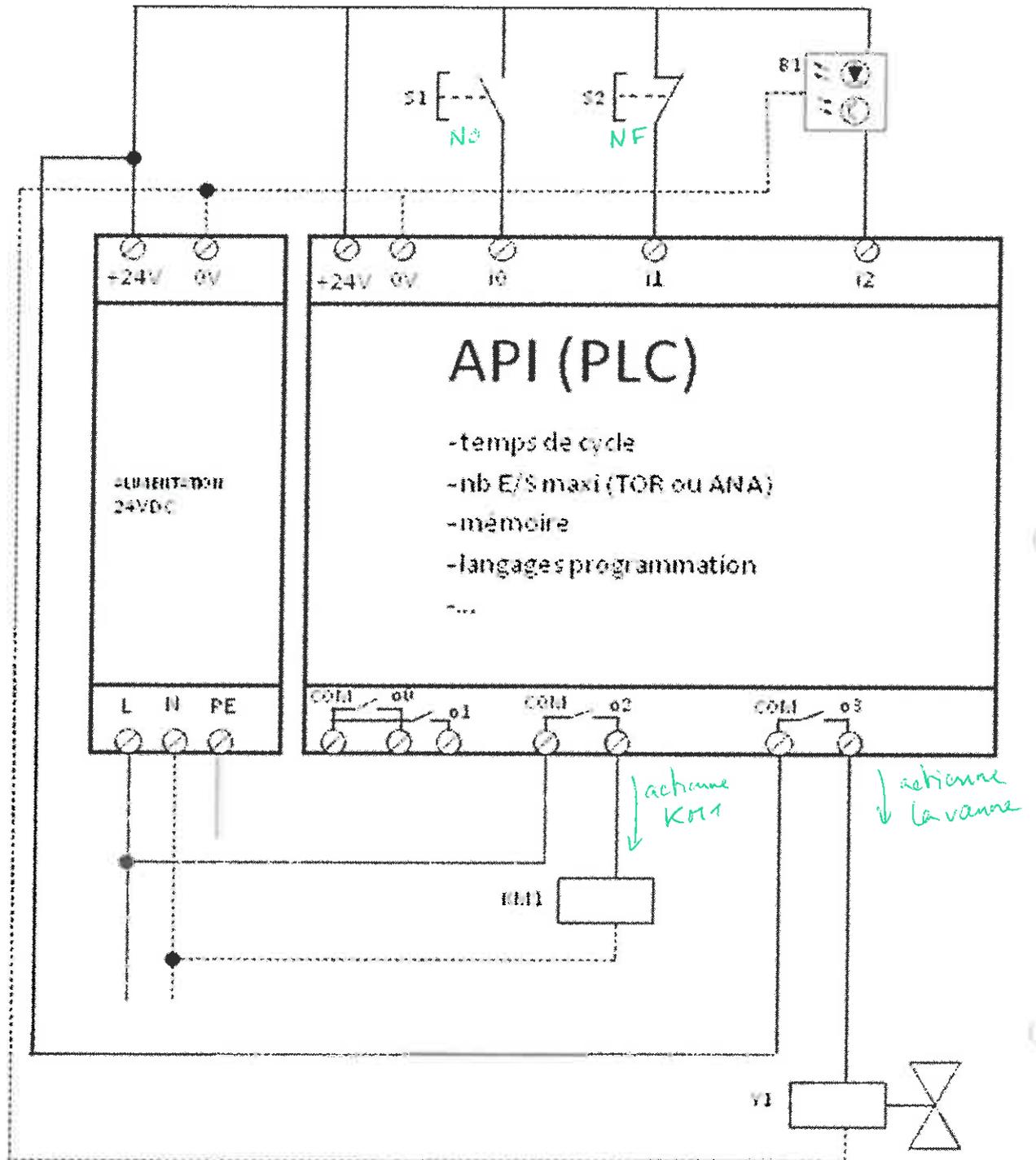
a) Visual Basic, Visual C++, TurboPascal...

b) VBA : Visual Basic pour Application

Commandes spécifiques en macro-commandes VBA sous Excel.

c) Driver de carte (pilote)

SCHÉMA GÉNÉRAL DE FONCTIONNEMENT



6-1

II. GRAFCET : PRINCIPES DE BASE

Le GRAFCET est un langage fonctionnel graphique, destiné à préciser les cycles et les conditions de fonctionnement d'une machine automatisée. Il permet au prescripteur d'être complet des

la rédaction du cahier des charges, puis il aide à la réalisation et, enfin, il apporte une aide appréciable lors de l'exploitation de la machine pour les dépannages et pour d'éventuelles modifications.

Symbolisation et évolution d'un GRAFCET

Le GRAFCET (abréviation de « GRAPhe Fonctionnel de Commande Étapes - Transitions »), représente la succession des Étapes dans le cycle. L'évolution du cycle étape par étape, est contrôlée par une « transition » disposée entre chaque étape.

À chaque étape correspond une ou plusieurs « actions ». À chaque transition correspond une « réceptivité » condition qui doit être satisfaite pour que la transition puisse être franchie, permettant ainsi l'évolution d'une étape à la suivante.

Le cycle se déroule étape par étape : l'étape initiale (étape 0 sur la fig. 7.5), qui est active au début du fonctionnement, valide la transition qui la suit : elle est franchie si la réceptivité x est satisfaite. L'étape 0 est alors désactivée, l'étape 1 activée et les actions associées à l'étape 1 se déroulent ainsi jusqu'à ce que la réceptivité y de la transition qui suit soit satisfaite.

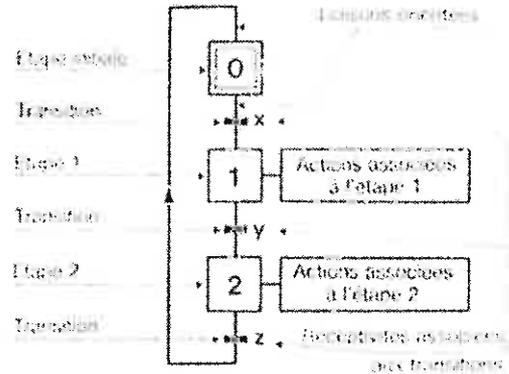


Figure 7.5 - Bases de la symbolisation GRAFCET

Application du GRAFCET à un exemple simple

L'exemple donné par la figure 7.6 montre l'aide importante apportée tout au long de l'étude par l'emploi du GRAFCET : au fur et à mesure des choix technologiques (actionneurs, capteurs, puis

pré-actionneurs...), le GRAFCET du cycle se précise : nous évoluons du GRAFCET fonctionnel à un GRAFCET de commande.

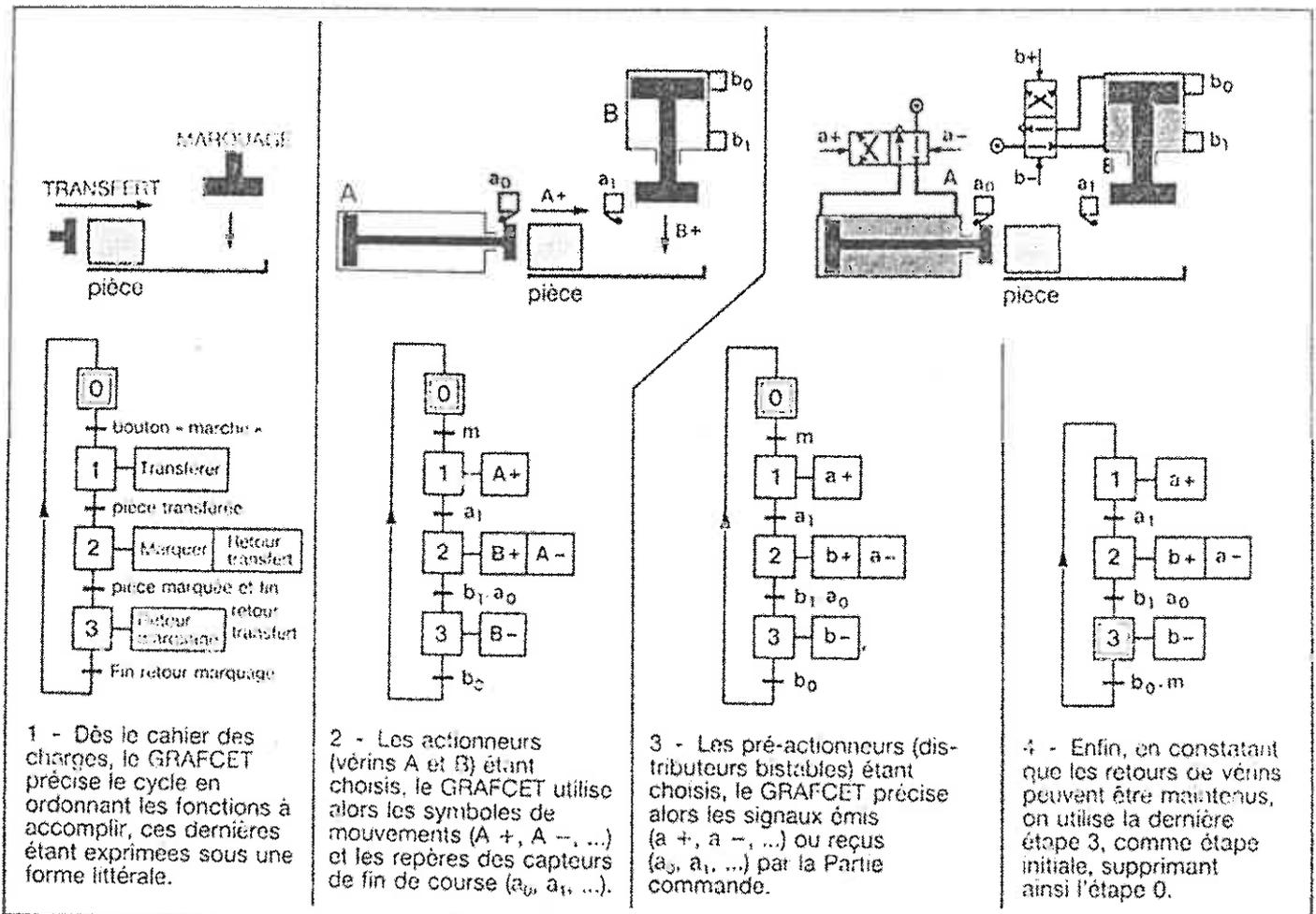


Figure 7.6 - Évolution de la conception d'une machine simple avec l'expression GRAFCET de son cycle.

GRAFCET à séquences parallèles

Les machines qui possèdent plusieurs postes travaillant simultanément (machines transfert par exemple), constituent des applications typiques de cycles à plusieurs séquences parallèles.

Sur le GRAFCET de la figure 7.7, l'étape 1 étant active et la transition suivante franchissable, les étapes 2, 12, 22 sont activées simultanément et l'étape 1 est désactivée : c'est une « ouverture » de séquences parallèles.

Chacune des séquences parallèles évolue alors de façon indépendante jusqu'à un « regroupement » : la transition des étapes 2, 13 et 23 vers l'étape 0 est franchie lorsque les étapes 2, 13 et 23 sont toutes actives, et que la réceptivité $a_0.b_0.c_0$ est satisfaite.

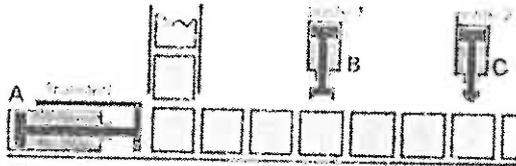
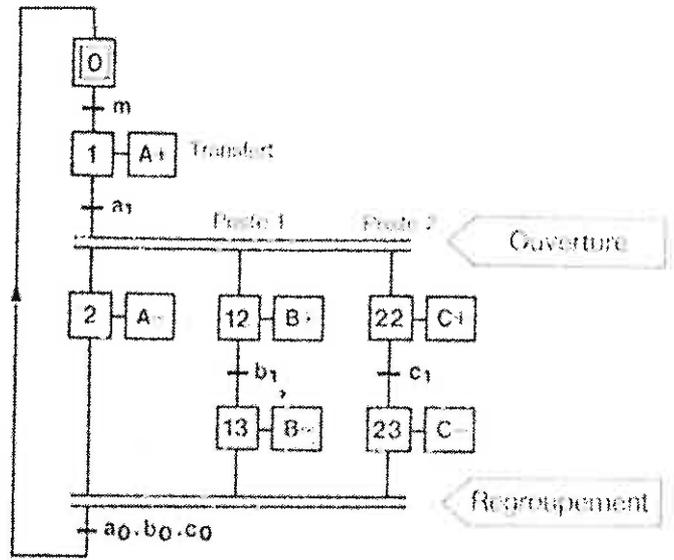


Figure 7.7 - Machine transfert simple, à 2 postes, et GRAFCET à séquences parallèles correspondant.



GRAFCET à séquences optionnelles

Ces machines à plusieurs cycles, ou celles fabriquant plusieurs types de pièces, présentent des GRAFCET comportant un choix entre plusieurs séquences.

Sur l'exemple de la figure 7.8, un « aiguillage » dirige le déroulement du cycle vers l'une ou l'autre séquence : l'état d ou \bar{d} du capteur qui distingue les deux types de pièces, permet le franchissement de la transition $a_1.d$ vers la séquence 12-13, ou de la transition $a_1.\bar{d}$ vers la séquence 22-23.

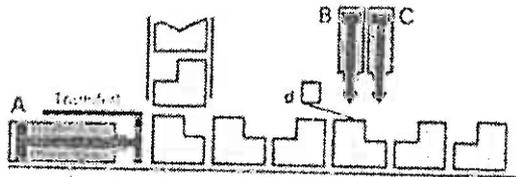
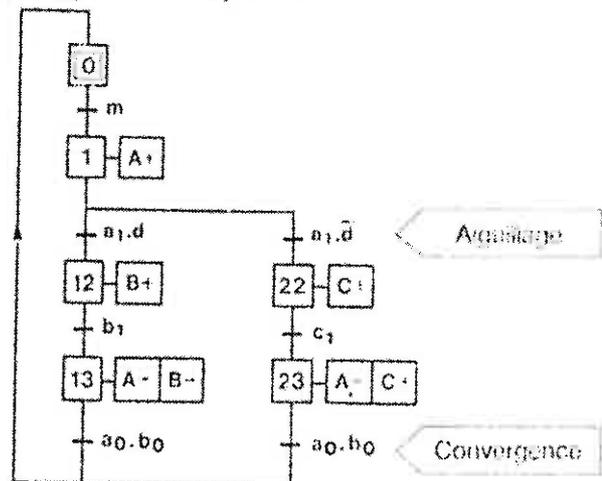


Figure 7.8 - Machine opérant sur 2 types de pièces, et GRAFCET à séquences optionnelles correspondant.



Cas particuliers de séquences optionnelles

« Saut d'étapes » et « Reprise d'étape » sont des figures de GRAFCET à séquences optionnelles, où l'une des deux séquences ne comporte aucune étape (fig. 7.9).

Très utile pour une bonne compréhension du GRAFCET, l'application décrite à la page suivante conduit à un GRAFCET mettant en œuvre des séquences optionnelles et des reprises d'étapes.

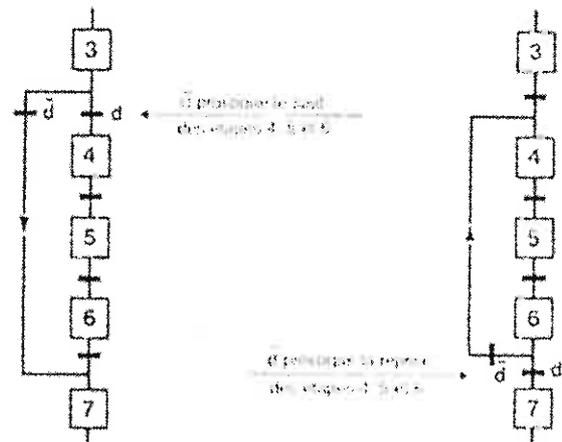


Figure 7.9 - GRAFCET à saut d'étape, à reprise d'étape.

Généralités sur le GRAFCET

Plutôt qu'une méthode, le GRAFCET est un langage graphique. Sa pratique peut être rapprochée de celle du dessin industriel, qui comporte également des conventions graphiques. Comme un dessin industriel, un GRAFCET doit pouvoir être lu de tous les professionnels, mais son établissement constitue le savoir-faire particulier des concepteurs.

La norme française UTE NF C03-190 précise les principes du GRAFCET et en codifie les symboles.

La norme DIN 40 719 (RFA) propose un langage graphique, identique dans ses principes mais légèrement différent dans sa forme. Une norme internationale IEC est en préparation.

Dans leur évolution, les outils d'automatisme intègrent les principes du GRAFCET :

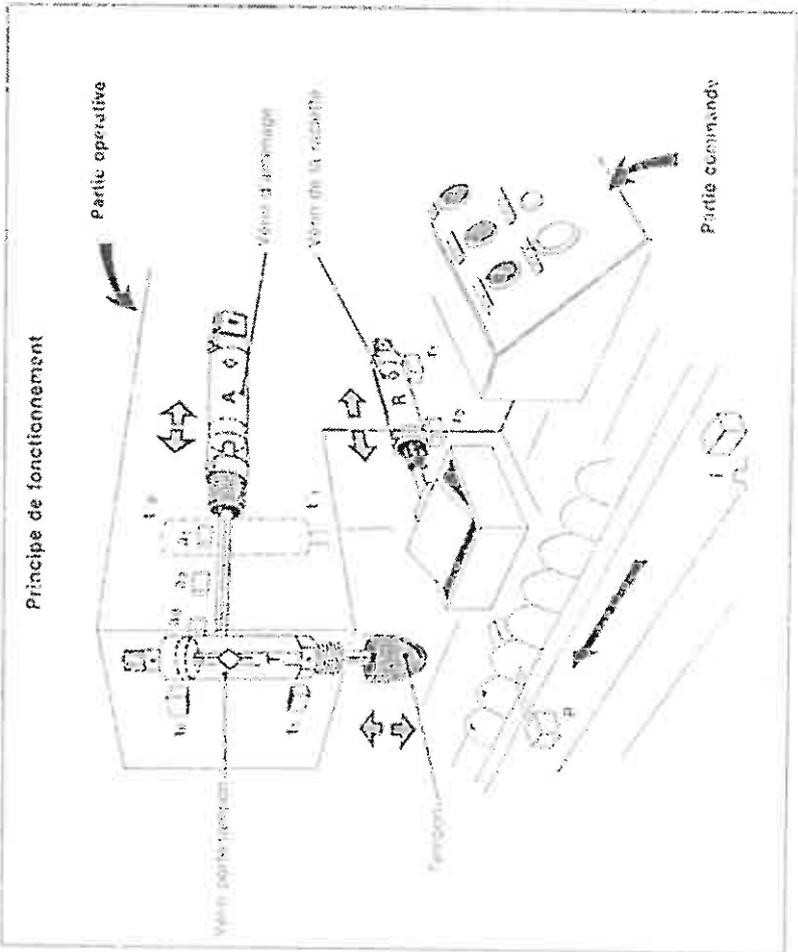
- les séquenceurs modulaires pneumatiques (chapitre 9) matérialisent chaque étape avec un module muni de voyant, ce qui facilite réalisation, dépannages,...
- les automates programmables (chapitre 10) proposent de plus en plus une programmation directe à partir du GRAFCET, la visualisation des étapes d'arrêt,...

APPLICATION

Déterminer au travers d'une machine à actionneurs pneumatiques, la procédure de mise en œuvre des registres séquentiels.

Carte d'identité de la machine

- Nom et fonction: Moteur à entraînement au tambour
- Énergie caractéristique: Énergie à double effet
- Vitesse à double effet: 1000 tr/min
- Vitesse à simple effet: 2000 tr/min
- Norme: NF A 10100 (à double effet) - NF 30000 (à simple effet) - NF 30000 (à double effet) - NF 30000 (à simple effet)
- Partie commandée: 1 registre séquentiel à 6 modules
- Dimensions: 1000 x 1000 x 1000
- Poids: 1000 kg
- Énergie d'alimentation: 27 W

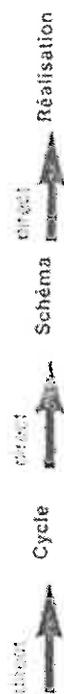


Fonction:

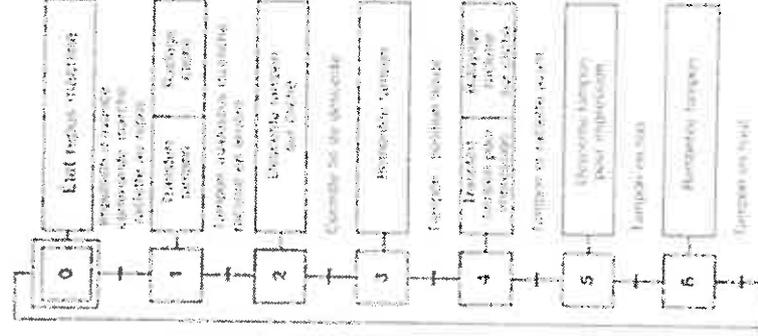
Grâce au procédé d'impression utilisant un tampon déformable, des caractères sont transférés sur un support papier. C'est le procédé le plus couramment employé lorsque l'on a besoin d'impression sur des objets en bois, en métal, en verre, en céramique, etc. Le tampon est actionné par un registre séquentiel.

Les caractères à transférer sur un objet sont gravés dans un cliché en acier, lequel est actionné par une palette qui est actionnée par un registre séquentiel. Le tampon est actionné par un registre séquentiel.

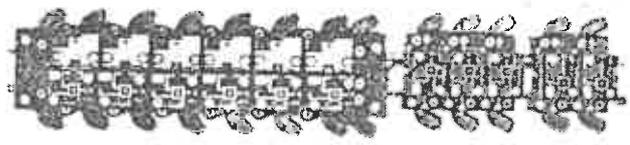
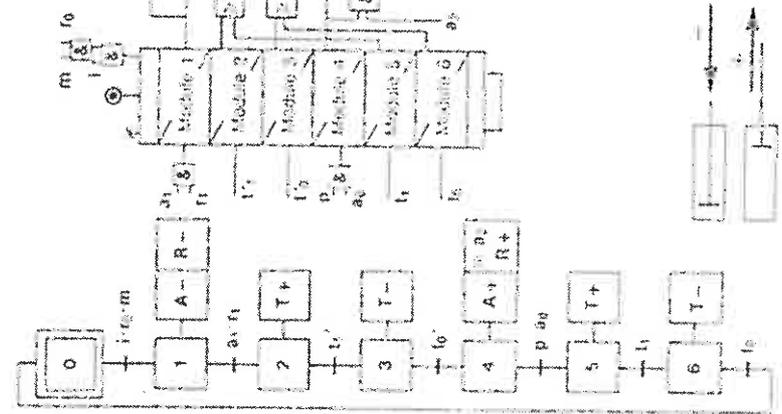
Cahier des charges



GRAFCET niveau 1



GRAFCET niveau 2



III. GRAFCET APPLIQUÉ : ENCAISSAGE SEMI-AUTOMATIQUE

Activité terminale des fabrications dans de nombreuses industries, l'emballage met souvent en œuvre l'automatisation pneumatique : en effet, les vérins pneumatiques permettent d'obtenir facilement les mouvements voulus avec toute la flexibilité nécessaire.

Déjà succinctement présentée page 102 pour le dimensionnement des vérins et des circuits de puissance, cette encaisseuse semi-automatique permet une approche intéressante de la pratique du GRAFCET.

La machine assure le groupage de produits, et leur introduction dans une boîte en carton. Les produits se présentent sous forme de paquets, de barquettes, de boîtes, de sachets ou de fardoux. Ils peuvent être groupés de façon très variable, chaque carton comportant l fardes constituées chacune de m rangées de n produits (fig. 7.10).

L'opérateur prépare le carton et le place sur la machine : toutes les autres fonctions sont assurées par les 3 vérins A, B, et D (fig. 7.11).

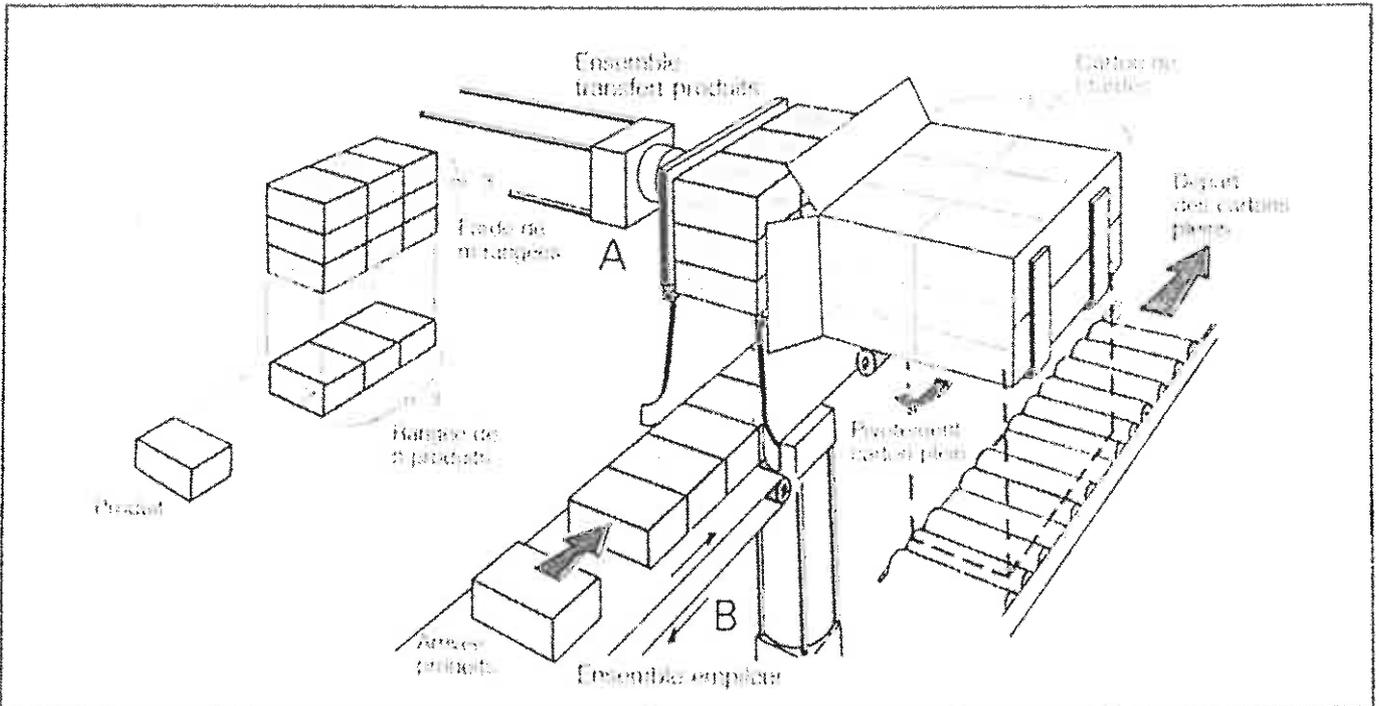


Figure 7.10 - Encaissage semi-automatique : groupage des produits et organisation d'ensemble de la machine.

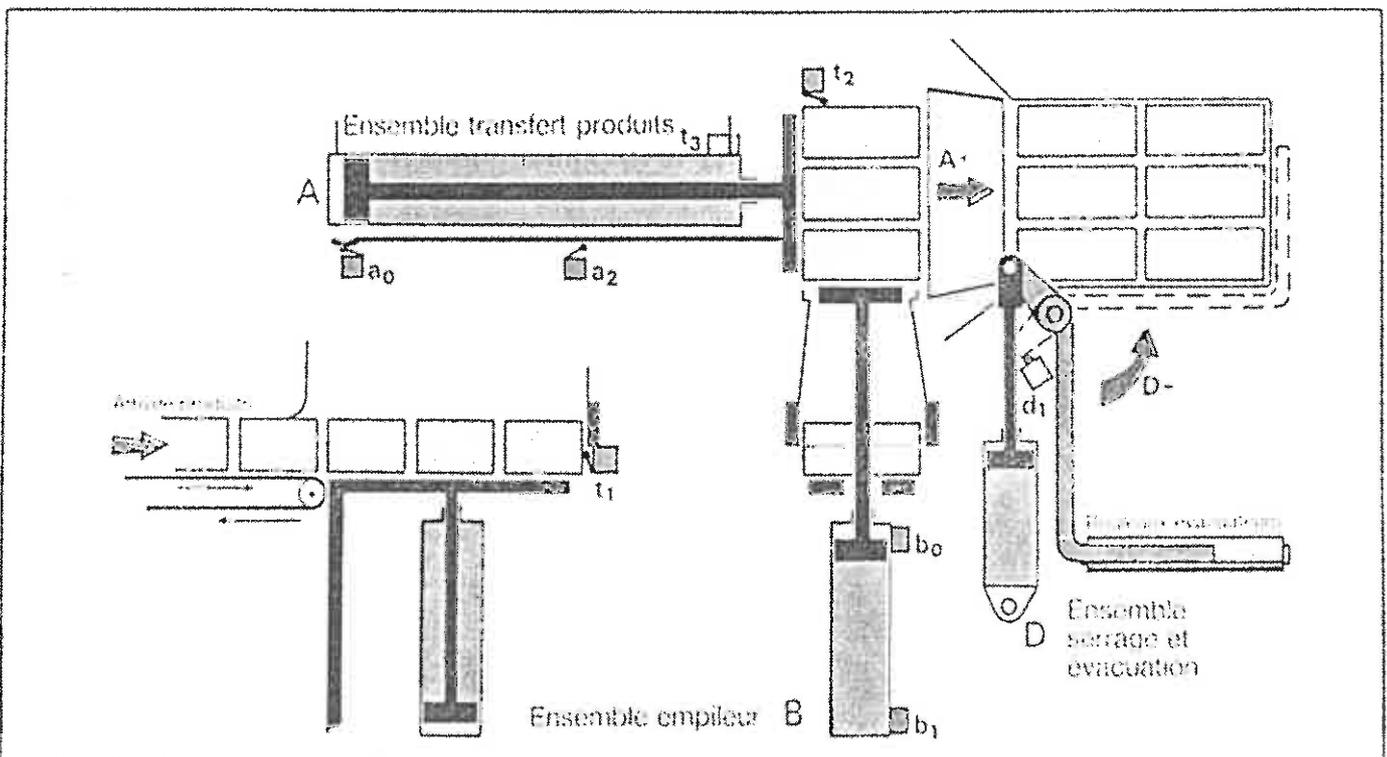


Figure 7.11 - Encaissage semi-automatique : coupe fonctionnelle, avec les vérins en position initiale.

Rôle des vérins (fig. 7.10 et 7.11)

Les produits arrivant constituent une rangée (ici 3 produits) sur le plateau du vérin *B*. Chaque rangée est soulevée par le vérin *B* et rapplée devant le vérin *A*, sur le support élastique.

Lorsque la farde est complète (ici 3 rangées), le vérin *A* la transfère dans le carton, le plateau du vérin *B* servant alors de guide. En parallèle, le vérin *D* maintient le carton en position. Lorsque le carton est plein (ici 2 fardes), le vérin *D* le descendant en le faisant pivoter jusqu'au chemin de rouleaux transporteurs par lequel il est évacué.

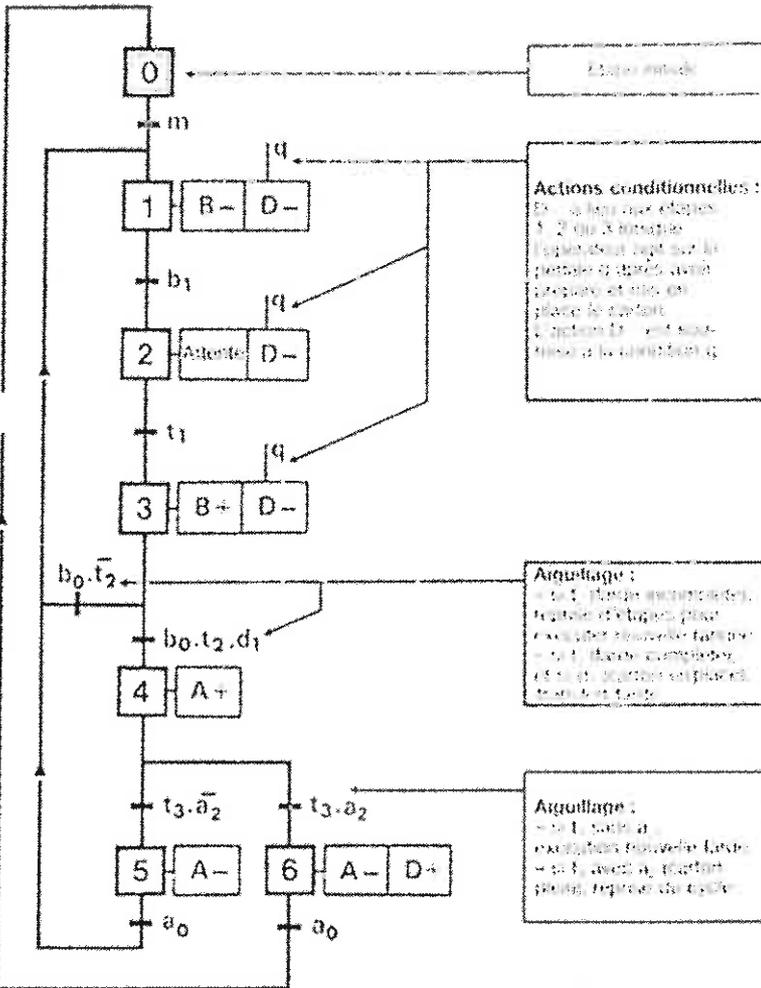


Figure 7.12 - Encaissage semi-automatique : GRAFCET fonctionnel.

Disposition des capteurs (fig. 7.11)

- t_1 et t_2 sont des détecteurs de produits ; t_1 constate la formation de la rangée et t_2 celle de la farde.
- Le capteur à effet de pression t_3 qui équipe le vérin *A* (voir fonctionnement page 19) déclenche dès que la contre-pression d'échappement chute complètement ; ceci traduit que la farde est en butée dans le carton, quelle que soit alors la position de *A* au long de sa course. La combinaison des capteurs t_1 et a_2 permet de détecter que le carton est plein.

- Le GRAFCET de fonctionnement et les possibilités de montage conduisent aux capteurs fin de course suivants :
 - a_0 et d_1 , capteurs fin de course mécaniques ;
 - b_1 et b_2 , capteurs fin de course montés sur vérin (voir pages 18 et 19).

Fonctionnement décrit par GRAFCET (fig. 7.12).

Depuis l'étape initiale 0, un signal *m* (marche) autorise le fonctionnement :

- étape 1, descente de *B*, suivie de l'étape 2 pendant laquelle les produits sont transférés jusqu'au capteur t_1 , et étape 3, remontée de *B* pour mise en position de la rangée de produits.
- à l'une des étapes 1, 2 ou 3, l'opérateur provoque le mouvement *D-*, serrage du carton.

Tant que la farde n'est pas complète (\bar{t}_2), les étapes 1, 2 et 3 sont reprises pour une nouvelle rangée.

Lorsque la farde est complète (t_2) et à condition que le carton soit en place (d_1), on passe à l'étape 4.

La farde est poussée (*A+*) dans le carton jusqu'à ce qu'elle arrive en butée, ce qui déclenche t_3 , capteur à effet de pression :

- Si le capteur a_2 n'est pas actionné ($t_3 \cdot \bar{a}_2$), l'étape 5 provoque le retour de *A* et la reprise de la séquence 1-2-3 puis 1-2-3 et 4 pour constituer et introduire la farde suivante.
- Si au contraire la condition $t_3 \cdot a_2$ est satisfaite (elle signifie que le carton est plein), l'étape 6 provoque le retour de la machine en position initiale : le carton plein descend sur les rouleaux et le cycle reprend.

Conventions pour l'établissement du dossier machine

Il est important que le dossier machine permette une compréhension rapide du fonctionnement d'ensemble, pour faciliter les réglages, dépannages.

A cette fin, il convient d'établir les documents, notamment le GRAFCET, en suivant les règles suivantes :

- représenter la machine à l'état initial ; c'est à partir de cette position que le GRAFCET sera lu ;
- désigner avec indice 0 les capteurs actionnés à l'état initial (état 0) ;
- distinguer les mouvements (*A+*, *A-*...) des signaux de commande ($a+$, $a-$...). En effet, si des distributeurs monostables sont employés, les signaux de commande doivent être maintenus alors que les mouvements sont terminés.

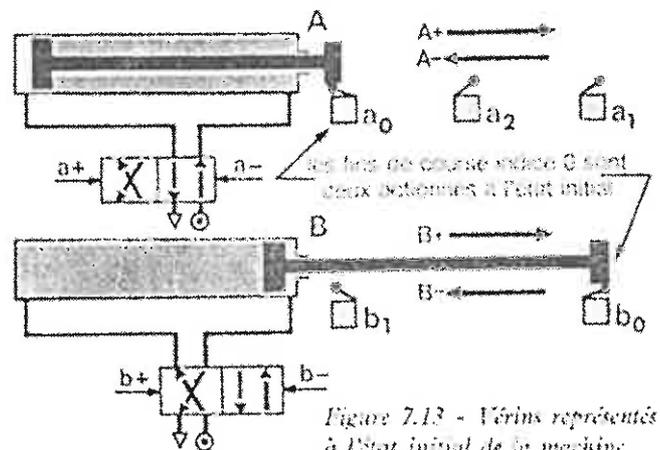
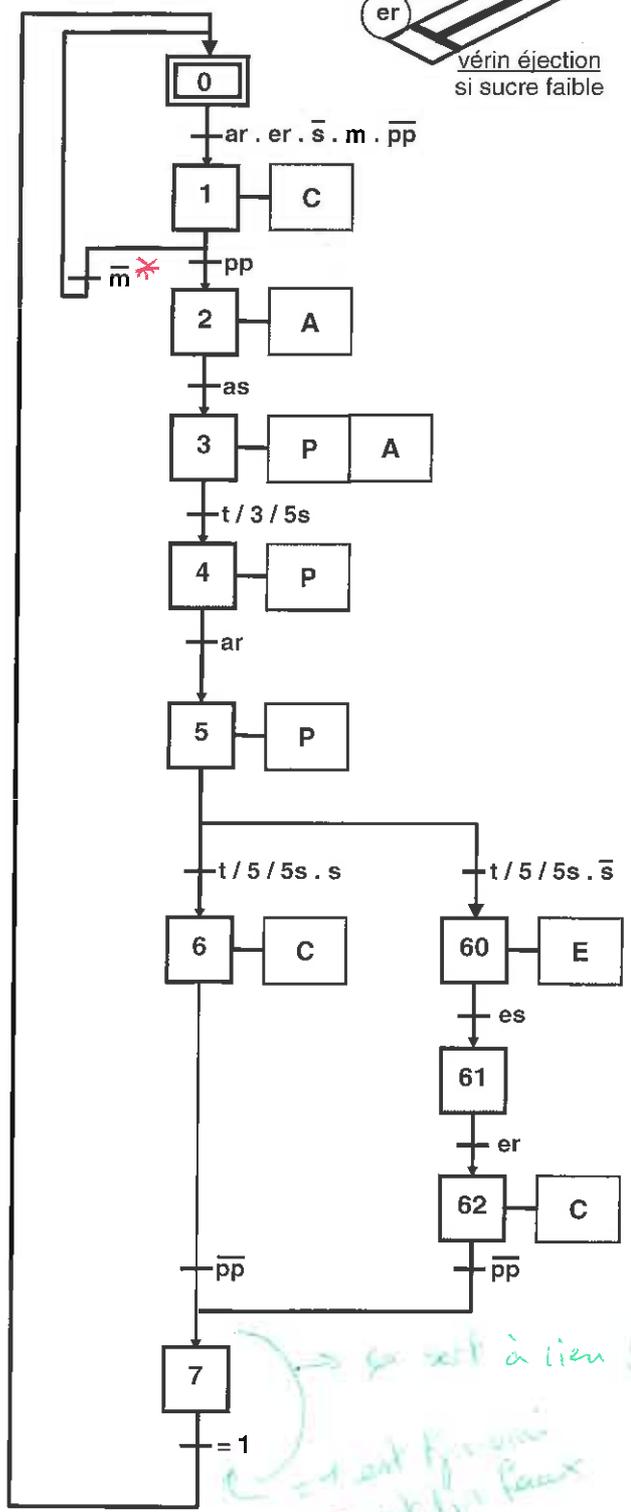
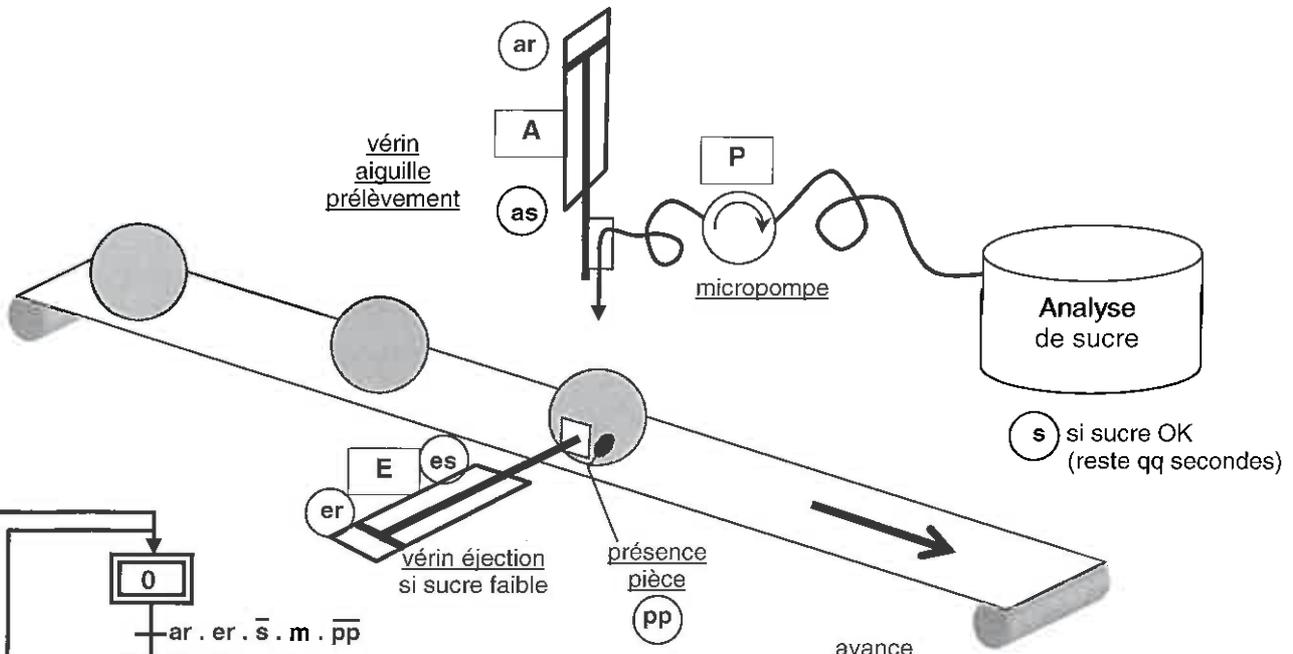


Figure 7.13 - Vérins représentés à l'état initial de la machine, et symbolisation correspondante.

Analyse de sucre et tri de melons



- 4 actionneurs :** 2 vérins **A** et **E**
 1 moteur **C**
 1 pompe **P**
- 7 capteurs binaires :** 4 fins de course **ar** et **as** de **A**
er et **es** de **E**
 1 présence pièce **pp**
 1 autorisation sucre OK **s**
 1 autorisation de cycle OK **m**

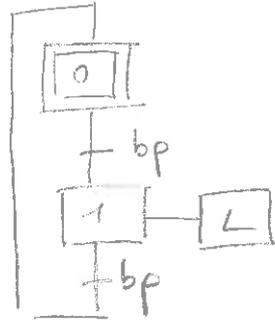
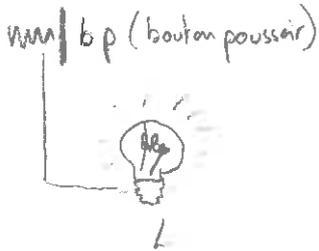
→ se sert à rien !!
→ est à rien
→ est à rien

** c'est malin d'arrêter si ça marche pas mais en soit il en faudrait à toutes les étapes*
En g^{al}, on fait un autre graf'et spécialement pour l'arrêt

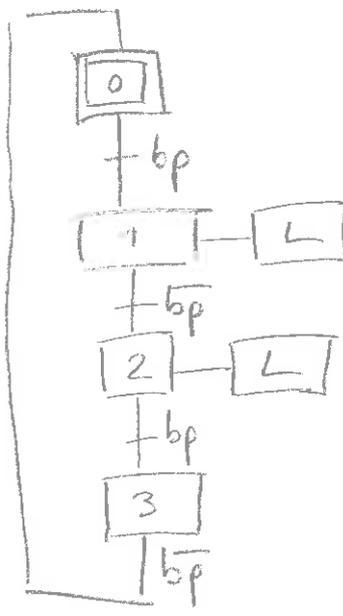
Télérupteur

Un voyant doit s'allumer à la première action sur un bouton et s'éteindre à la deuxième action sur le même bouton, réalisant ainsi un "diviseur par deux".

Actionneur : L
 Capteur : BP

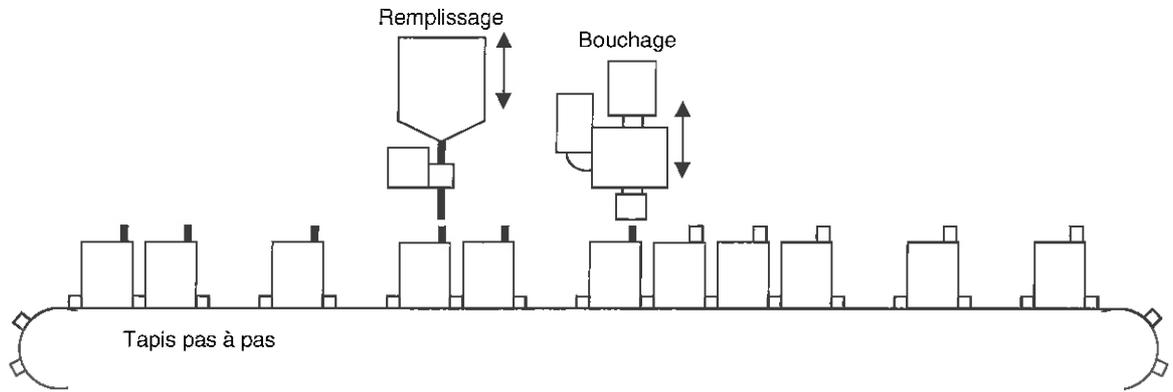


⇒ ce schéma est pas très valable parce que la boucle tourne trop vite et on s'arrête n'importe où entre les 2 bp



⇒ là OKé!

Chaîne de remplissage de bidons d'huile



Un tapis avance pas à pas et transporte des bidons vides qui seront d'abord remplis et ensuite bouchés à des postes de travail différents. L'approvisionnement en bidons n'est pas régulier et certains bidons peuvent manquer de temps

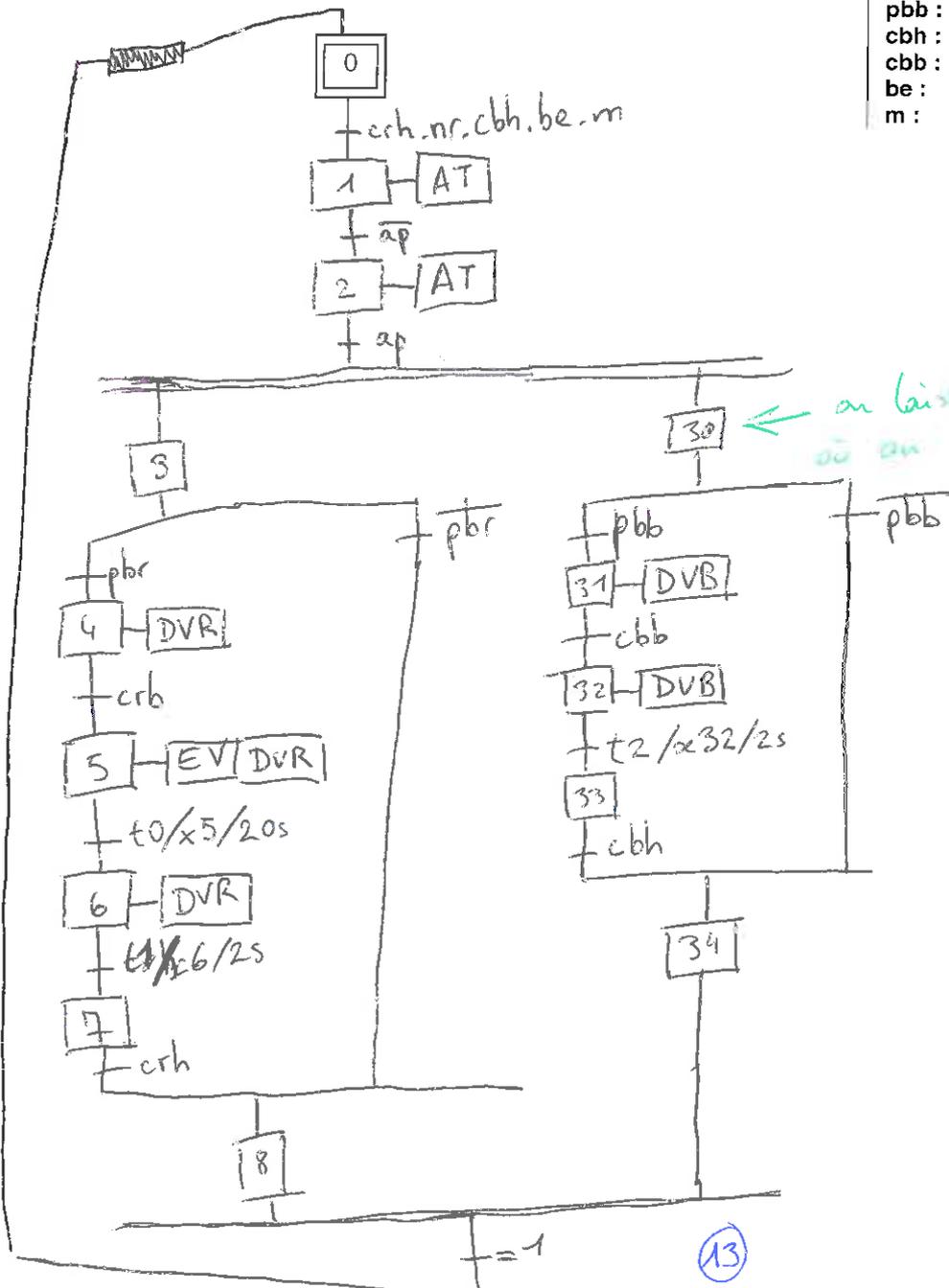
à autre. La distance entre les bidons restants est fixée par des taquets situés sur le tapis et distants d'un pas. Un dispositif permet, à chacun des deux postes décrits, de détecter la présence ou l'absence d'un bidon.

Actionneurs

- AT** : avance tapis (moteur)
- DVR** : descente vers remplissage (distributeur : vérin)
- EV** : électrovanne remplissage
- DVB** : descente vers bouchage (distributeur : vérin)

Capteurs

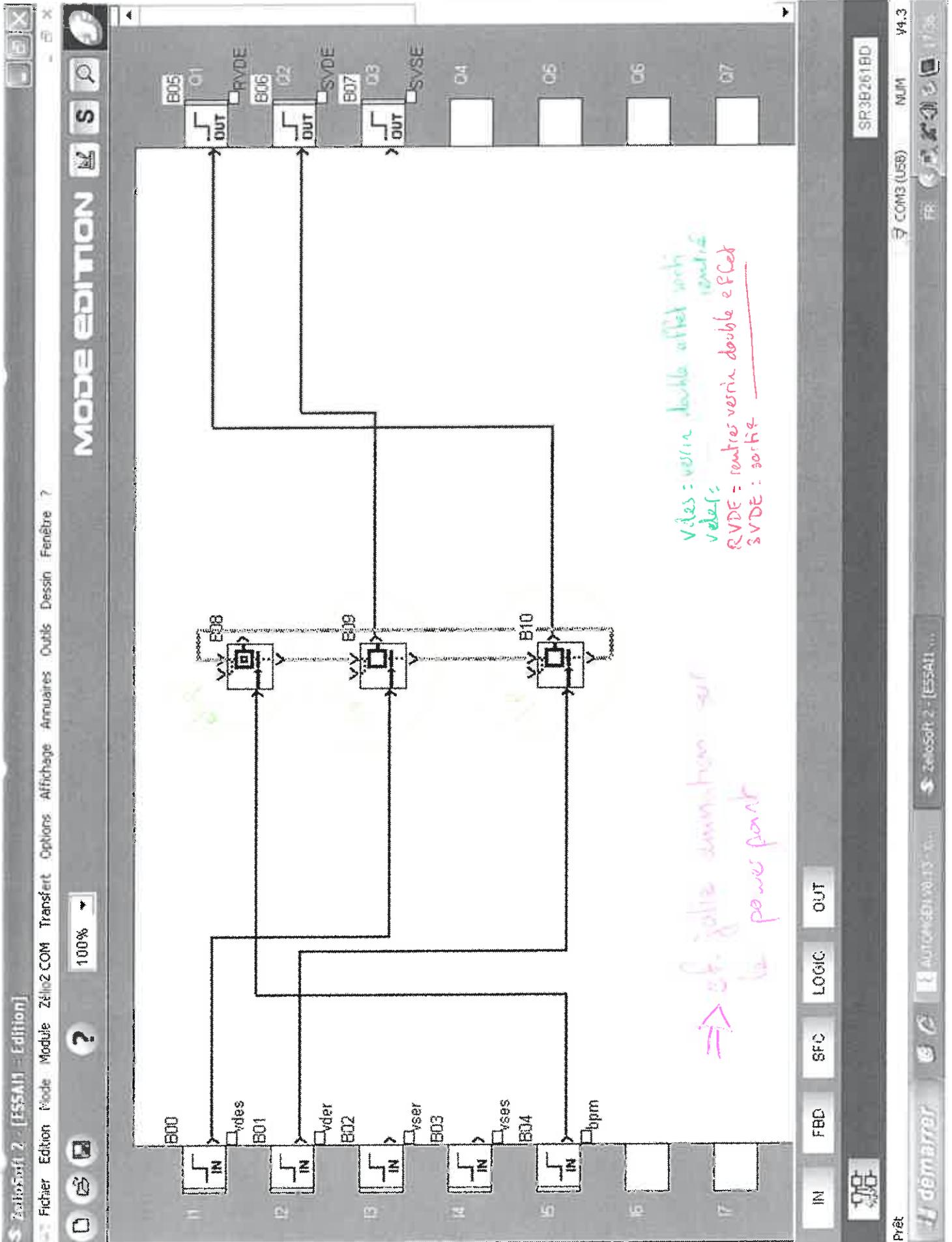
- ap** : détection passage taquet (avance 1 pas)
- crh** : contrôle remplissage haut (vérin)
- crb** : contrôle remplissage bas (vérin)
- pbr** : présence bidon au remplissage
- nr** : niveau remplissage réserve
- pbb** : présence bidon au bouchage
- cbh** : contrôle bouchon haut (vérin)
- cbb** : contrôle bouchon bas (vérin)
- be** : bouchon existant (pour bouchage)
- m** : autorisation du cycle de marche



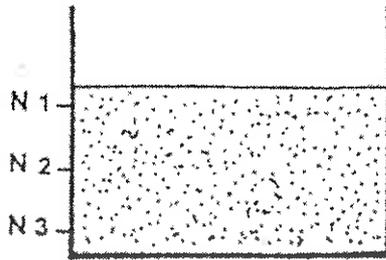
Grafcet utilisé en TP (ZelioSoft – Schneider Electric)

Q = Output
I = Input

noms utilisés (perso)	RVDE = Rentré Vérin Double Effet	vdes = vérin double effet sorti (ILS)
	SVDE = Sorti Vérin Double Effet	vder = vérin double effet rentré (ILS)
	SVSE = Sorti Vérin Simple Effet	bpm = bouton poussoir marche



Permutation circulaire de pompes



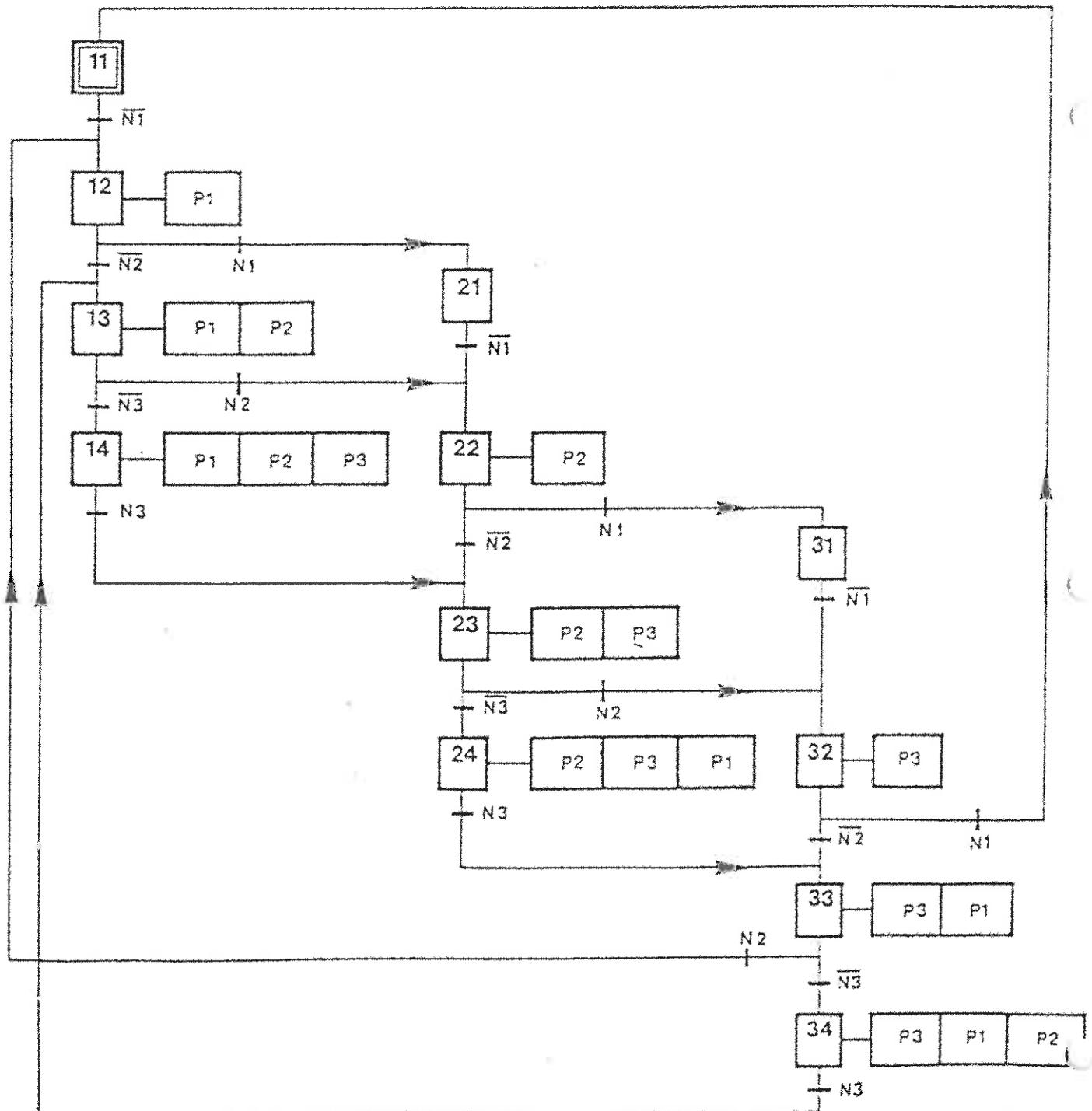
Le niveau de liquide contenu dans un réservoir est contrôlé par 3 détecteurs N1, N2 et N3. L'alimentation de ce réservoir s'effectue par 3 pompes P1, P2 et P3 de la façon suivante :

- si le niveau N1 est découvert, mise en action d'une pompe
- si le niveau N2 est découvert, mise en action d'une deuxième pompe
- si le niveau N3 est découvert, mise en action de la troisième pompe

Le nombre de pompes en service sera donc fonction du nombre de niveaux découverts.

De plus, afin d'équilibrer l'usure des pompes, celles-ci seront permuées à tour de rôle.

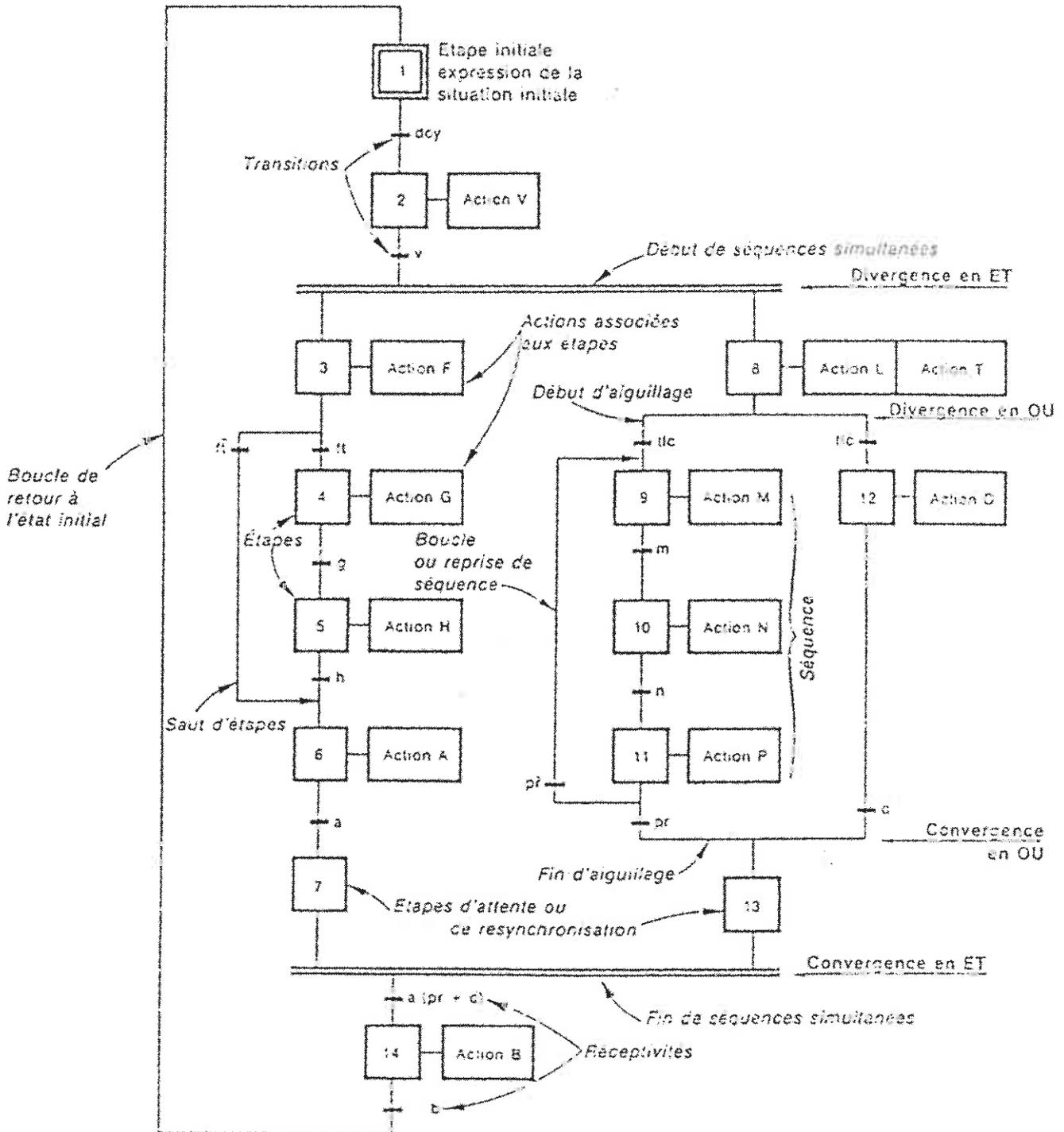
Le grafacet d'une telle commande peut être le suivant :



ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS AUTOMATISÉS-ÉTUDE

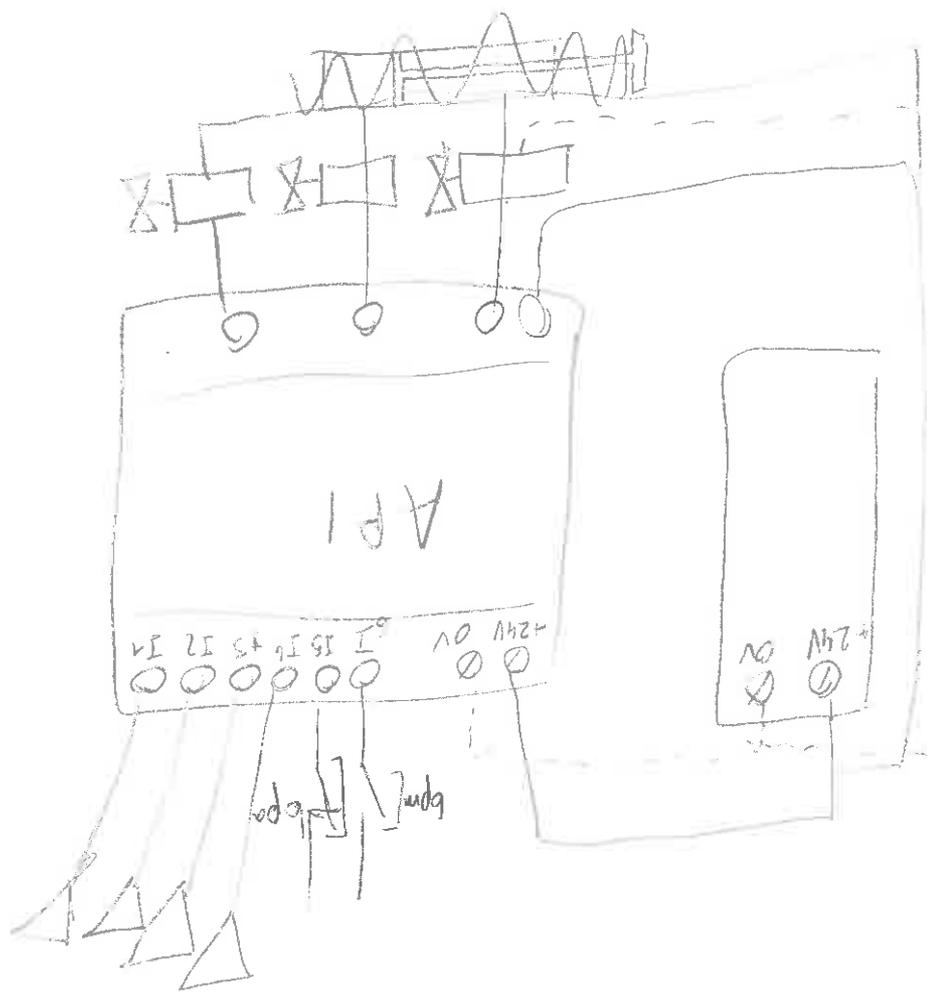
DIAGRAMME FONCTIONNEL : GRAFCET

7. DIAGRAMME FONCTIONNEL DE SYNTHÈSE



Ce diagramme fonctionnel regroupe l'ensemble des conventions d'écriture précédemment énoncées :

- les trois concepts de base :
 - les étapes et leurs actions associées,
 - les transitions et leur réceptivité,
 - les liaisons orientées,
 avec leur enchaînement chronologique en séquences.
- les séquences multiples avec :
 - les aiguillages qui traduisent :
 - le choix conditionnel entre plusieurs séquences
- les séquences simultanées qui sont délimitées par une divergence et une convergence en OU,
 - le saut conditionnel d'étapes qui est une rupture de séquence,
 - la reprise de séquence ou boucle avec en particulier la boucle de retour à l'état initial.
- les séquences simultanées qui sont délimitées par une divergence et une convergence en ET.



L.A.C.

Laboratoire Automatismes industriels
et
Conduite des procédés agro-alimentaires

3

version 7

INTRODUCTION AUX AUTOMATISMES ÉLÉMENTS DE CONNECTIQUE SUR PC

Compte-rendu de l'exposé et Annexes

3^{ème} Année
2012-2013
UP5

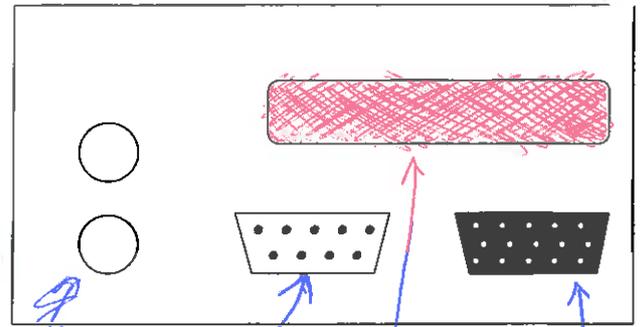
ELEMENTS DE CONNECTIQUE SUR PC

- 1) Liaisons anciennes
- 2) Connectiques récentes et évolutions en cours
- 3) Liaison Série (RS232 C)

ÉLÉMENTS DE CONNECTIQUE SUR PC

1 Liaisons anciennes

- 1) **Liaison Série RS232... qui résiste** → recommandé standard d'après 1
Appelée aussi COM1 (et COM2, etc. s'il y en a plusieurs)
Connexion des balances
- 2) **Liaison Parallèle ou "Centronics"** → les 25 broches se répartissent sur 2 fils
Anciennes imprimantes, avant l'USB
- 3) **Liaison interne au PC, par carte d'extension**
 - Bus ISA (Bus obsolète lent)
 - Bus PCI (Bus de liaison vieillissant)
 - Bus PCI Express et suivants...
- 4) **Bus AGP**
Pour anciennes cartes graphiques : meilleur traitement des images
- 5) **Liaison par la prise du clavier**
Lecteur codes-barres : remplace la saisie au clavier
- 6) **Liaison par la prise PC CARD ou PCMCIA**
Ex : anciennes cartes wifi format "cartes de crédit" en plus épais.
- 7) **Liaison par Contrôleur SCSI**
Origine : disque dur. Remplacé par les liaisons ATA ou SATA



prise 9 broches mâle (prise série)

prise VGA soit 15 broches (si des broches s'abîment)

prise parallèle LPT

Liaison pas tous

2 Connectiques récentes et évolutions en cours

- 8) **Prises USB : Universal Serial Bus**
127 appareils en série !
USB 1 : 12 Mb/s
USB 2 : 480 Mb/s
USB 3 : 4700 Mb/s - 4,7 Gb/s - 587,5 Mo/s
- 9) **Prise IEEE 1394 ("FireWire")**
Jusqu'à 3,2 Gb/s
- 10) **Liaison ATA (IDE) – Serial ATA (SATA)**
Disques durs
SATA jusqu'à 6 Gb/s
- 11) **Liaison Ethernet (basée sur 8 fils)**
Réseau informatique – prises RJ45
1 à 20 Mb/s par câble selon la distance – jusqu'à 10Gb/s par fibre optique
- 12) **Liaisons sans fils**
WiFi "g" ou "n" - 802,11g (25 Mb/s "réels") - 802,11n (400 Mb/s)
BlueTooth - portée maximum : 100m
Zig-Bee - plus lente, plus proche (imprimante)
futur WiFi industriel

LiFi

3 Liaison Série (RS232 C)

1) Origine

- Téléphonie : MODEM (modulateur/démodulateur)
- Technologie complexe
- En voie de disparition : utiliser une interface USB/série

2) Principe de transmission en RS232 C

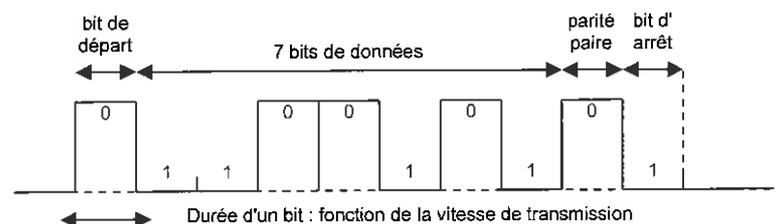
- Envoi de bits un par un
- "Trame" de plusieurs bits regroupés
- Liaison asynchrone = bit de start / bit de stop

3) Prises normalisées DB25 et DB9

DB9	DB25	Sigles	Sens	Signification	Usage
3	2	TD, TX, TXD, DO		Transmitted Data	Émission de données
2	3	RD, RX, RXD, DI		Received Data	Réception de données
5	7	SG, GROUND		Signal Ground	Commun
6	6	DSR		Data Set Ready	Shakehand : "MODEM" prêt
4	20	DTR		Data Terminal Ready	Shakehand : ordinateur prêt
7	4	RTS, RQS		Request To Send	Shakehand : demande à émettre
8	5	CTS		Clear To Send	Shakehand : prêt à émettre
1	8	DCD, CD		Data Carriage Detect	Détection de porteuse
9	22	RI, RD		Ring Indicator	Détection de sonnerie
Néant	1	Masse mécanique			

Prises sur PC :

Information circulant sur une
liaison Série Asynchrone



* voyez le contact à mettre à l'écoute

4) Câbles courants et boîtiers de détection

Câble fourni par le constructeur

Plan fourni par le constructeur

Sinon : test avec un boîtier à LED qui indique les câbles utilisés

5) Éléments de paramétrage de la liaison Série

⇒ *Vitesse*

⇒ *Nombre de bits / caractère :*

⇒ *Parité :*

⇒ *Bits de stop :*

⇒ *Contrôle de flux :*

6) Limites de la liaison série

⇒ *Distances :*

⇒ *Parasites :*

7) Usage de la liaison RS232 C sur PC

⇒ *Prise "à tout faire"*

⇒ *Modem externe*

8) Évolution : (voir USB)

VBA EXCEL

Commandes VBA utilisables pour la liaison RS232

Utilisation du Contrôle MSCOMM32.OCX

Contrôle MSComm

⇒ *Compatibilité WINDOWS :*

⇒ *Origine et mise en place :*

⇒ *Principe d'utilisation :*

⇒ *Commandes supplémentaires disponibles dans VBA :*

Ex : Activer le port série

Envoyer sur le port série

Lire (en le vidant) le «buffer» d'entrée du port série

⇒ *Techniques de dialogue avec l'appareil :*

- *Solliciter l'appareil et récupérer sa réponse après un délai convenu*

- *Scruter à intervalles réguliers l'arrivée d'une information aléatoire*

- *Utiliser l'événement OnComm détectant une arrivée sur le port
(prévisible ou aléatoire)*

L.A.C.

Laboratoire Automatismes industriels
et
Conduite des procédés agro-alimentaires

4

version 6

INTRODUCTION AUX AUTOMATISMES TECHNIQUES DE RÉGULATION

Compte-rendu de l'exposé et Annexes

3^{ème} Année
2011-2012
UP5

- 1) Domaine d'action p. 2
- 2) La boucle de régulation p. 3
- 3) Dispositifs "régulateurs" industriels p. 5
- 4) Régimes de régulation - Paramètres d'efficacité p. 7
- 5) Types de régulateurs p. 8
- 6) Divers p. 11

TECHNIQUES DE RÉGULATION

1. DOMAINE D'ACTION

1.1. Principe de la régulation

Il est souvent indispensable de contrôler la stabilité dans le temps d'une variable.

Ex : t° , niveau d'eau, hygrométrie, pH, etc.

La régulation permet de maintenir un paramètre du système (Ex : t° interne) aussi près que possible d'une valeur de consigne, quels que soient les aléas extérieurs subis par le système.

Le résultat est obtenu grâce à un dispositif (paramètre actif) ayant une action directe, dans le temps, sur le paramètre contrôlé :

Ex : • résistance chauffante électrique pour ajuster une température
• vanne de débit d'une solution acide pour ajuster un pH

La qualité du régulateur se définit en suivant les écarts entre la valeur observée du paramètre contrôlé (grâce par exemple à un enregistreur) et la valeur imposée (CONSIGNE).

1.2. Comportement à prendre en compte dans une régulation

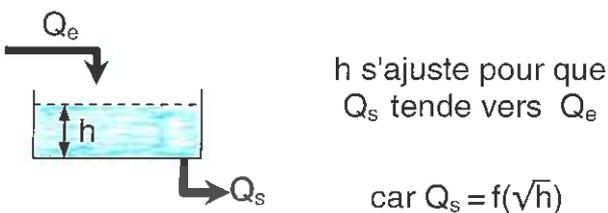
1.2.1. Comportement STATIQUE / DYNAMIQUE d'un système

- **STATIQUE** : comportement du système en régime d'équilibre (régime "permanent")
Ex en t° : compensation des pertes thermiques et des petits aléas
- **DYNAMIQUE** : comportement du système en régime transitoire suite à une forte perturbation (lente ou brutale). Ex en t° : ouverture importante de l'enceinte, variations externes jour/nuit, changement de consigne.

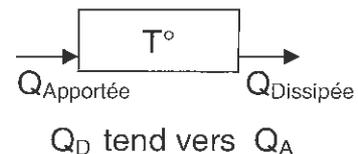
1.2.2. Comportement STABLE/INSTABLE d'un système

➤ Situations ayant tendance à se stabiliser

Ex : • hauteur d'eau en fonction du débit

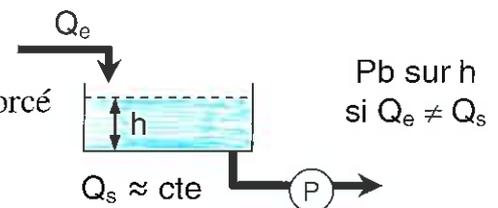


- t° d'une enceinte en fonction de la quantité de chaleur apportée



➤ Situations instables

Ex : • écoulement naturel remplacé par écoulement forcé

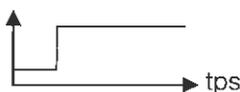


- enceinte "trop bien" isolée

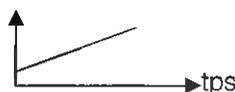
Sans pertes thermiques suffisantes, il devient difficile d'ajuster une t° trop élevée.

1.2.3. Comportements perturbateurs typiques

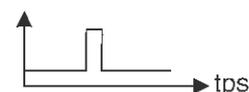
➤ Échelon de vanne :



➤ Rampe :



➤ Impulsion :

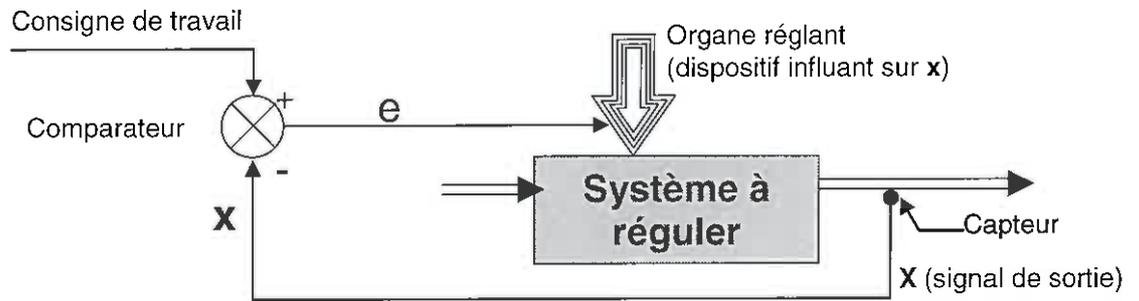


- **IMPORTANT** : un changement brutal de consigne (de préférence tjs dans le même sens) reste la méthode la plus pratique et la plus reproductible pour perturber un système, donc pour tester une régulation.

2. LA BOUCLE DE RÉGULATION

2.1. Fonctionnement en boucle fermée (fonctionnement auto-régulateur)

2.1.1. Principe



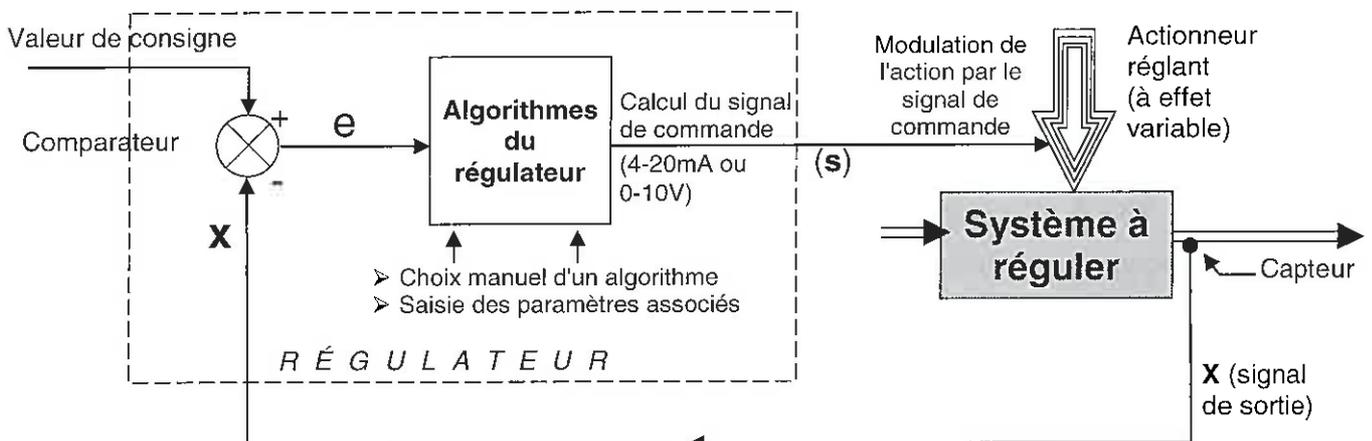
e = signal d'écart pilotant l'organe réglant

Ex : ajuster la t° de l'eau circulant dans un tube :

- capteur : sonde de t° (Pt 100)
- "actionneur" (organe réglant) : vanne H₂O chaude

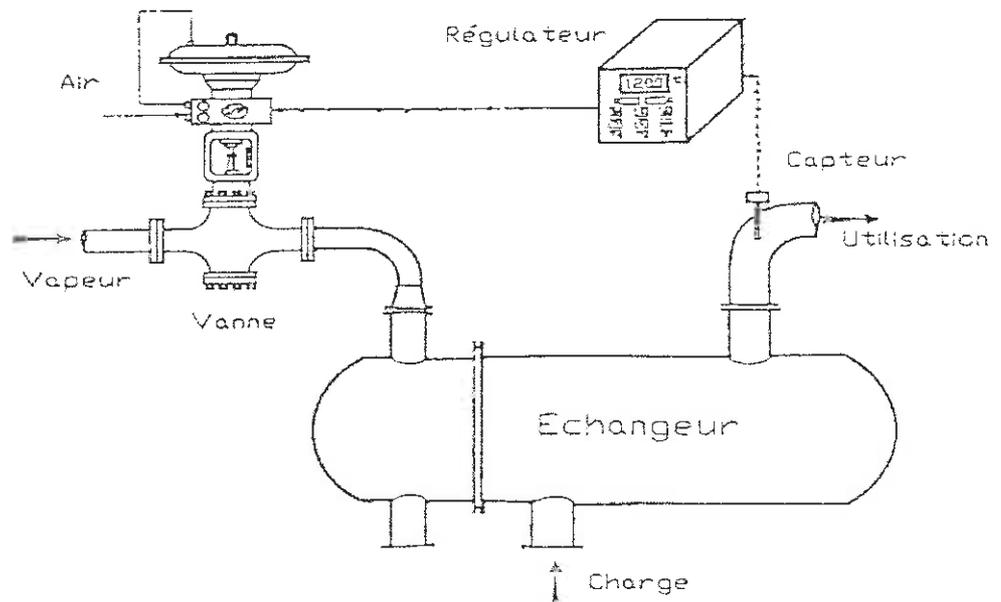
- Comparaison permanente entre la valeur obtenue et la valeur de consigne
- On dit qu'il y a réaction, rétroaction, Feed-Back entre l'action et le résultat
- La mesure doit rejoindre la consigne : il y a asservissement

2.1.2. Éléments d'une boucle de régulation



Cas d'un chauffage : le signal de commande du chauffage sera une fonction plus ou moins élaborée de e (écart entre la t° de consigne et la t° effectivement mesurée)

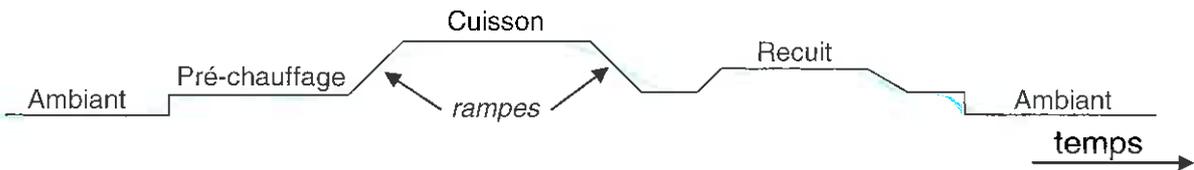
2.1.3. Exemple pour chauffer du chocolat



2.1.4. Modification de la valeur de consigne

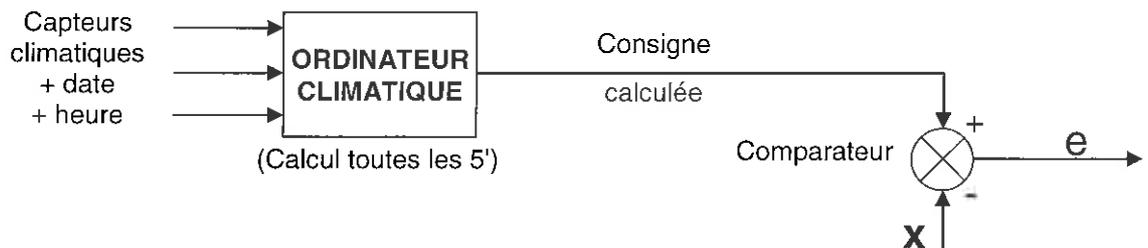
- Rare sur les procédés de fabrication continus
- Courante sur les procédés de fabrication discontinus (par lot, Batch)

Ex : *four*



- Courante sur les procédés ayant diverses stratégies de conduite

Ex : *serre*



2.1.5. Résultats prévisibles : importance de l'INERTIE du système

- Ex d'un changement de consigne brutal :
- Ex d'une rampe d'évolution de la consigne :

2.2. Fonctionnement en boucle ouverte (à éviter !)

Le pilotage du paramètre à réguler est effectué sans vérification du résultat.

On se base sur un autre paramètre, supposé lié au premier, plus simple à appréhender.

Ex : ➤ Dose de pulvérisation : hypothèse "plus simple" du débit proportionnel à l'avancement

Solutions ⇒ DP moteur : *cf. les robes*

⇒ DP avancement

⇒ DP électronique:

- Déplacement mécanique par moteur pas-à-pas : problème des pertes de pas

3. DISPOSITIFS "RÉGLANTS" INDUSTRIELS

3.1. Organes "régulants" ou actionneurs de régulation

Ces dispositifs permettent de régler l'importance de l'action sur le phénomène à contrôler.

Ex : apport variable de chaleur pour une régulation de t° .

Les actionneurs utilisent souvent des déplacements mécaniques (Ex : rotation d'une vanne) demandant une énergie non négligeable.

Il conviendra dans ce cas de "répercuter" le signal "commande" selon la technique la plus appropriée, quitte à changer le vecteur de transmission.

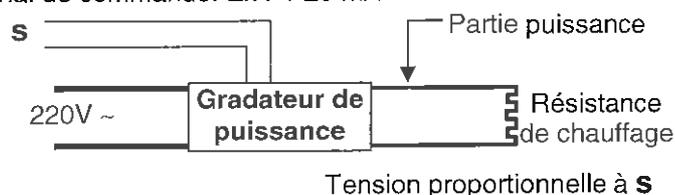
Ex : Passage de l'électrique au pneumatique. Rappelons que le signal de commande utilise les normes d'instrumentation et ne véhicule pas de puissance directement utilisable.

3.2. Technologies des actionneurs utilisés en régulation

➤ Modulation d'une puissance électrique :

- Variateur de puissance
- Gradateur de puissance (en alternatif)
- Alimentation pilotable (en continu)

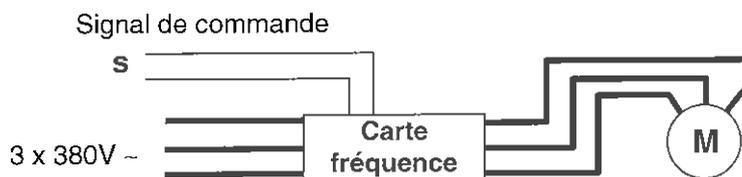
Signal de commande. Ex : 4-20 mA



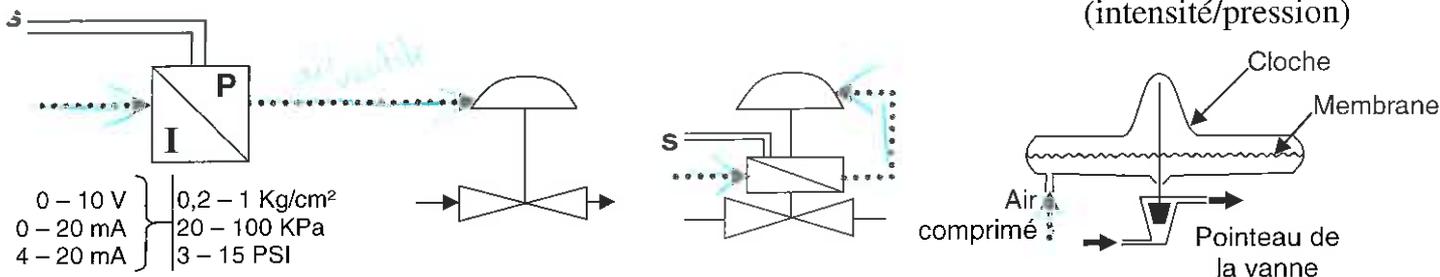
soit = 300€

➤ Modulation d'une vitesse de rotation d'un moteur triphasé :

- Variateur de vitesse
- Carte "fréquence"



➤ Modulation d'un débit : Vanne de régulation à commande pneumatique avec convertisseur I/P (intensité/pression)

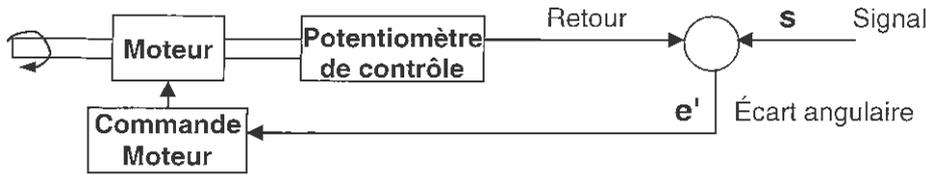


Transformation du signal électrique en pression pneumatique proportionnelle.

I/P → intensité / pression

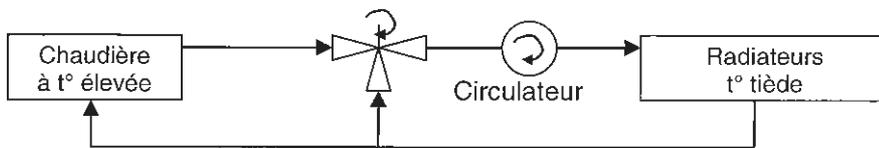
➤ Modulation d'un déplacement mécanique : commande de volets, de vannes tournantes, etc.

- Commande par moteur pas-à-pas : rotation par pas angulaires constants AV et AR
- Servo-Mécanisme : commande d'angle - régulation autonome par vérification de l'angle



➤ Modulation d'un rapport de mélange : vanne mélangeuse 3 voies

Ex : chauffage de locaux ou de serres

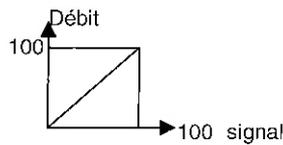


- Avantages :
- diverses t° possibles
 - actions locales
 - bilan chaudière +

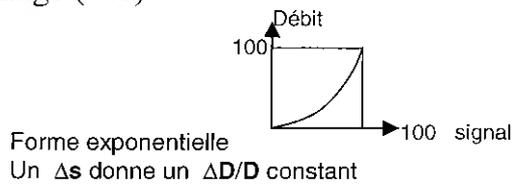
sépare en deux le débit de retour (dont la majeure partie retourne vers les radiateurs)

➤ Compléments sur les vannes : Caractéristiques de débit

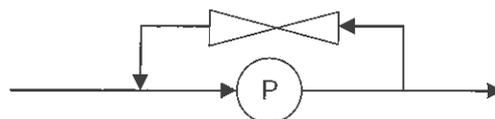
Vanne linéaire



Vanne égal pourcentage (=%)



Régulation du débit d'une pompe centrifuge à régime constant :
Montage en CANARD (vanne de réglage sur le by-pass)



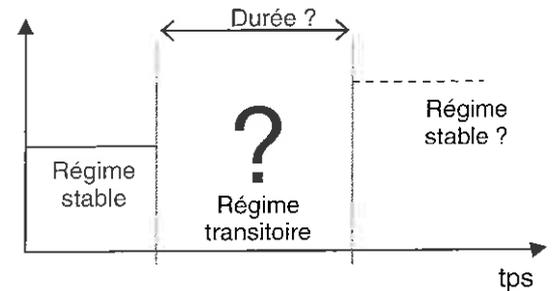
4. RÉGIMES DE RÉGULATION - PARAMÈTRES D'EFFICACITÉ

4.1. Paramètres du régime transitoire

Ex : Perturbation par modification de la consigne :

La réponse dans le temps doit être convenable dans la période du régime transitoire et au niveau du résultat final

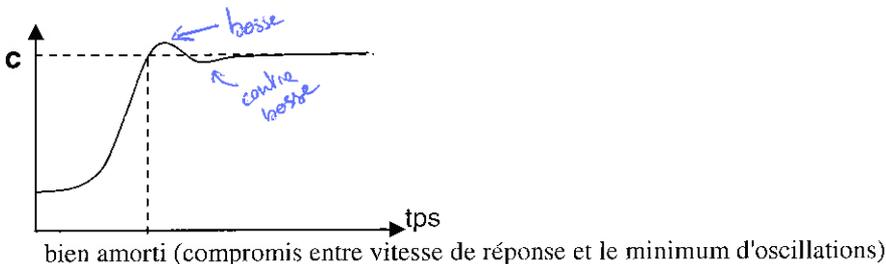
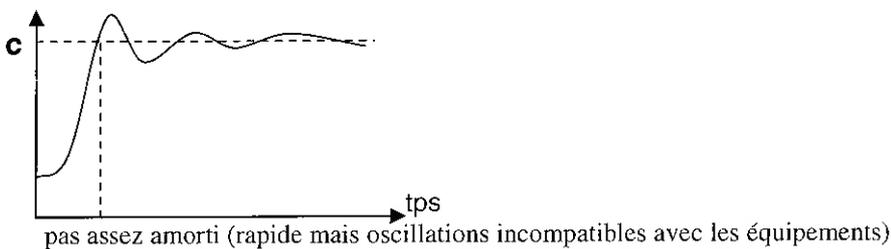
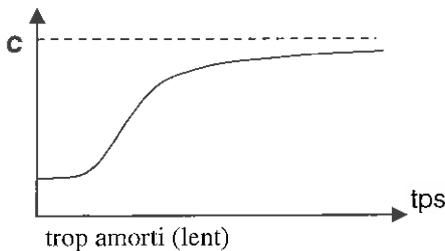
Analogie : • multimètre à cadre mobile
• conducteur de voiture abordant un virage



Recherche du régime critique :

- Variante possible sur l'amortissement :

Il convient d'amortir les oscillations mais pas trop !

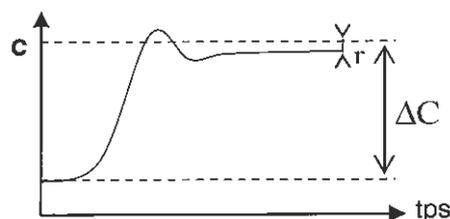


- Rapidité de réaction de la régulation (ou temps de réponse) :
Temps mis pour atteindre la valeur définitive à + ou - 5 % tout en se maintenant dans cette tranche des 5 %.
- Attention à l'inertie du système (liée à sa masse, son volume...)
- Attention à l'usure des actionneurs :
Ex : VANNE (blocage forcé optionnel pendant ΔT pour limiter les oscillations)

4.2. Paramètres du régime stable

Le plus important est la précision

Erreur de précision en % = $r / \Delta C$



4.3. Régulation inverse-directe

Ex. pour un bâtiment ou une serre :

- ouvrir le chauffage pour monter la t° (régulation directe)
- fermer les ouvrants pour monter la t° (régulation inverse)

5. TYPES DE RÉGULATEURS

5.1. Technologies

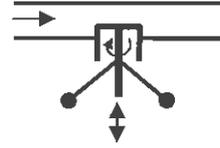
La qualité d'un régulateur dépend essentiellement du niveau de sophistication du signal de commande (**s**) pouvant être envoyé à l'actionneur en fonction de l'écart (e) obtenu entre la consigne et la valeur effectivement mesurée.

Les algorithmes utilisés, spécifiques à la régulation, ont donné lieu à des appareils spécifiques pouvant être installés localement et de façon décentralisée.

Précurseurs :

- régulateur à boules

ouverture de la vapeur ↗ si la vitesse ↘



Modèles anciens :

- régulateurs électroniques : utilisation de modules analogiques
- régulateurs pneumatiques : les signaux d'entrée et de sortie sont des pressions d'air modulées (0,2 - 1 Bar)

Modèles récents :

- régulateurs numériques à base de microprocesseur utilisant les techniques informatiques

Très grande souplesse, mini-claviers de dialogue, liaisons RS 232C avec des ordinateurs, etc.

Liaison avec les ordinateurs :

- transmission de la consigne à utiliser
- mode dégradé : utilisation de la dernière consigne, pilotage manuel.

Régulation numérique implantée sur API ou PC : variante possible avec les algorithmes implantés dans une programmation informatique plus globale.

5.2. Algorithmes de régulation (tous présents sur un régulateur moderne)

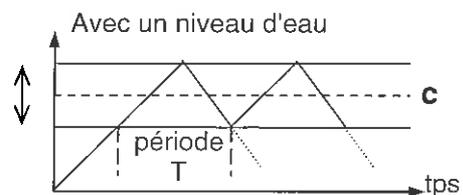
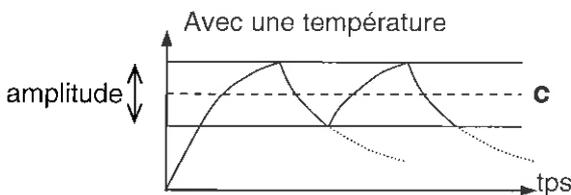
5.2.1. Régulations à action discontinue

L'actionneur peut prendre uniquement valeurs "marche-arrêt"

a) TOUT ou RIEN

$s = 100\% \text{ ou } 0\%$

Ex : • Marche ou arrêt d'un chauffage
• Vanne ouverte ou fermée



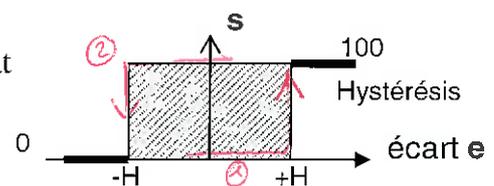
Le Tout Ou Rien génère des oscillations entretenues

- problèmes d'arrêt-marche trop nombreux (délicat de diminuer T)
- dépassements systématiques de la consigne.

Utilisation d'un capteur particulier : le bilame d'un thermostat

Avantage : contact de chauffage intégré

Inconvénient supplémentaire : hystérésis

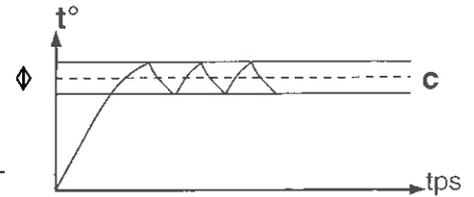


① allumage
② extinction

b) TOUT ou PEU

(variante améliorée)
Diminue l'amplitude

$$s = 100\% \text{ ou } P\% \text{ prédéfini}$$



Ex : on chauffe en permanence "juste au-dessous" de la consigne + léger complément en tout ou rien. L'apport tout ou rien étant plus faible, l'amplitude diminue pour une période T identique. Valable si perturbations faibles.

5.2.2. Régulation à action continue

Le signal de commande **s** peut prendre dans ce cas une valeur intermédiaire quelconque comprise entre 0 et 100. L'action est donc modulée en temps réel par le régulateur.

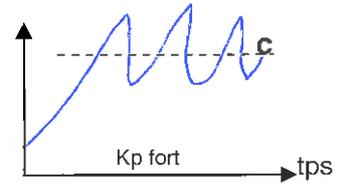
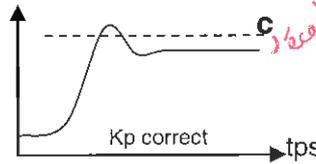
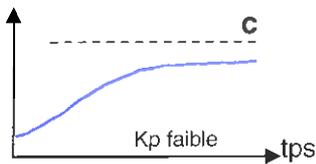
a) P = ACTION PROPORTIONNELLE :

$$s = K_p \cdot e$$

avec **Kp** : gain proportionnel réglable, **e** : écart (mesure-consigne), **s** : action (en %)

Le signal de commande est proportionnel à l'écart entre la valeur de consigne et la valeur mesurée. Procédé plus sensible, augmentant la vitesse de réponse, mais un écart résiduel subsiste : la valeur n'atteint pas exactement la consigne.

L'action devient insensible si **e** tend vers 0 : on peut \nearrow **Kp** mais la réponse devient oscillatoire.



Si le régime est très perturbé : réduit fortement la perturbation (d'un rapport fixe).

- En pratique $s = K_p \cdot e + S_0$ (S_0 : valeur à utiliser pour $e = 0$, souvent 50 %) Permet une action en + ou en - d'une valeur médiane ("intégrale manuelle" fixe)
- Si **Kp** très élevé : solution équivalente au TOUT ou RIEN

CONCLUSION : action en fonction de l'écart \Rightarrow résultat légèrement en dessous de la consigne.

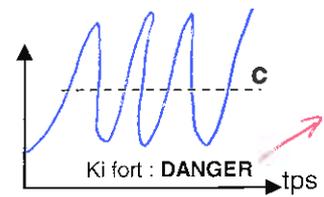
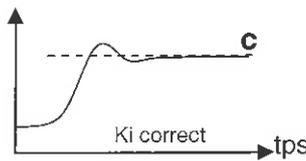
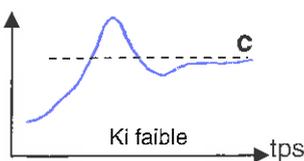
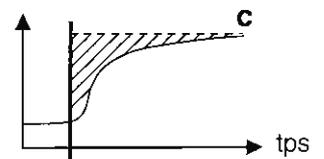
b) PI = ACTION PROPORTIONNELLE + INTÉGRALE :

$$s = K_p \cdot e + K_i \cdot \int_0^t e \cdot dt$$

On suppose **Kp** correctement réglée et on ajoute une action supplémentaire elle même proportionnelle à l'intégrale dans le temps de l'écart (**Ki** : gain intégral réglable).

Avantage : annuler l'écart entre la mesure et la consigne (si conjuguée avec une action **P**).

L'exemple montre une variation forte due à l'action **P** complétée dans le temps par l'action **I**.



De plus en plus efficace avec le temps car il dépend de l'écart cumulé (surface sous la courbe), l'action **PI** reste intéressante même si **e** est faible.

SOLUTION TRÈS UTILISÉE : P + I (jamais I seul)

Temps d'intégration : voir notation inverse utilisée en TP (T_i)

quand $K_i \nearrow$ alors $T_i \searrow$

CONCLUSION : on agit pour atteindre exactement la consigne souhaitée.

c) **PID = ACTION PROPORTIONNELLE, INTÉGRALE et DÉRIVÉE :**

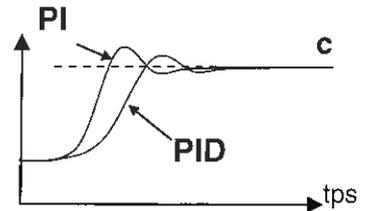
Dans les cas difficiles on peut ajouter un 3^{ème} élément proportionnel à la dérivée de l'écart (pente dans le temps de l'écart)

$$s = K_p e + K_i \int_0^t e \cdot dt + K_d \frac{de}{dt}$$

K_d = gain dérivé (réglable)

Avantage : freine toute tendance à varier pour éviter des dépassements trop importants \Rightarrow améliore encore le procédé mais jms utilisée seule.

Inconvénient : ralentit toute évolution, même si elle est souhaitable.
Non utilisable si signal bruité (Ex : pompe à pistons)



CONCLUSION : on agit en fonction de la vitesse d'évolution de l'écart (ceci pour la limiter).

Nota : éviter un K_d démesuré générant indirectement des oscillations (en effet, K_d peut-être faiblement lié à K_p selon le montage électronique utilisé)

5.3. Méthodes de réglage d'un PID

➤ **Comment créer une perturbation reproductible :**

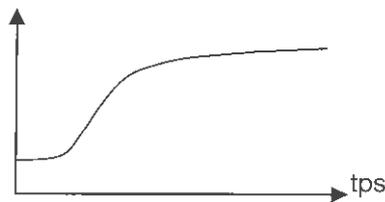
- jouer sur les sources d'aléas (technique difficilement reproductible !)
- jouer sur les échelons de la consigne

➤ **Méthode par approches successives**

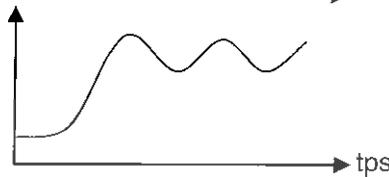
- Réglage manuel de K_p , K_i et K_d
- ordre de réglage : K_p , K_d , K_i

PID
 ⊕ évitez les dépassements
 ⊖ ralentit le système

Réglage graphique :
trop faible



trop fort



OK



➤ **Autres méthodes**

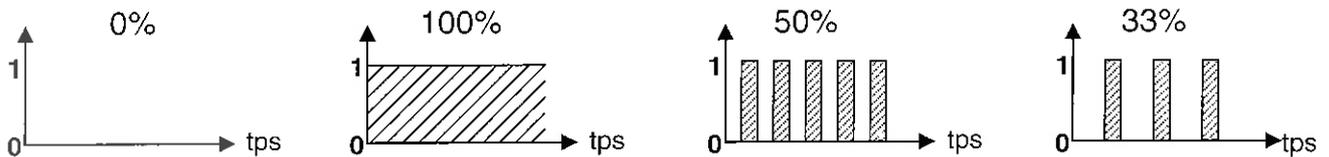
Formules industrielles (ex : critères ZIEGLER/NICHOLS)

Ces formules permettent de calculer une estimation des trois paramètres P I D en utilisant un minimum d'essais.

6. DIVERS

- Réalisation d'un PID avec actionneur tout ou rien :

Utilisation de la technique du *hachage variable* pour activer l'actionneur.



NOTA : attention aux contacts de relais. Préférer les relais statiques.

- Régulation de process multicritères :

Exemple : fermenteur

Vouloir régler chaque variable indépendamment est voué à l'échec. Il faut disposer d'un modèle mathématique global.

- Exemples courants de régulations industrielles :

- Travaux en T.P. :

Amélioration des régulateurs PID

- PID cascade
Permet de prendre en compte une 2^{ème} variable pouvant influencer sur la régulation (et à ne pas oublier !)
- PID à autoréglage
Le PID se règle par auto-apprentissage. Fonctionnement souvent un peu "timide".
- PID auto-adaptatif
Différentes combinaisons des trois paramètres sont préalablement enregistrées et peuvent être activées en fonction de la zone de travail choisie pour la variable contrôlée.
- PID à logique floue
Utilise des "niveaux" (par exemple : très bas – bas – correct – haut – très haut) pour l'information entrante et pour la commande de l'actionneur.

PID à régulation numérique

L'algorithme PID est programmé sur matériel informatique : API, PC...

Certains langages disposent directement d'une commande spécialisée.

Quelques ouvrages :

BHALY : "Boucles de régulation" - Éditions KIRK

VALANCE : "Le carnet du régleur" – Éditions DUNOD

SERMONDADE & TOUSSAINT : "Régulation" (3 tomes) – Éditions Mémento NATHAN

SCHOLTEN : "Logique floue et PID" – Éditions PUBLITRONIC

RIVOIRE & FERRIER : "Asservissement, Régulation, Commande analogique" – Éd EYROLLES

Sté TC-SA à Dardilly : "Précis de régulation de température" – Doc commerciale

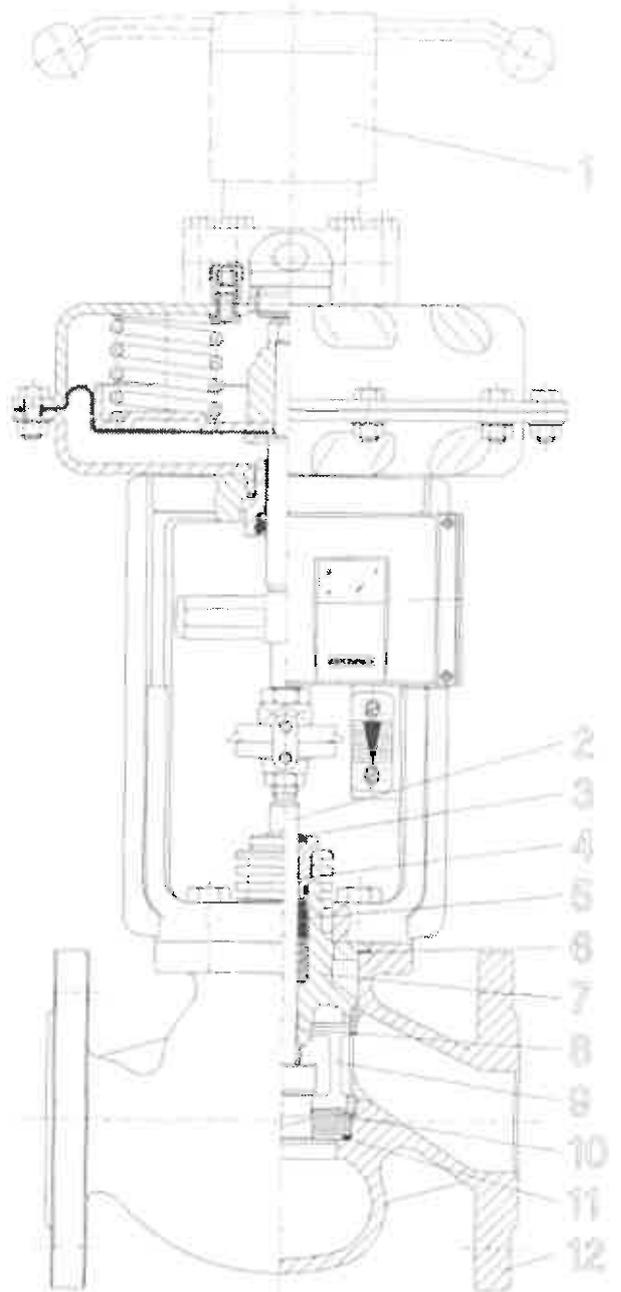
PEYRUCAT : "Instrumentation et automatisations industrielles" – Éditions DUNODTECH

(Fiches Techniques de la revue MESURES)

The Profitable Solution: ECOTROL®

➔ Cost Saving Benefits

- ✓ excellent performance in liquid and gas applications
- ✓ extended lifetime due to double-side use by reversing the seat ring (10; upper and lower side)
- ✓ easy and fast assembly, maintenance without any special tools
- ✓ low cost performance ratio
- ✓ prevention of leakage (5) and bypass leakage by a limited compressive load acting on both encapsulated gaskets (6, 11)
- ✓ multiple material options
- ✓ optimal flow conditions by seat retaining cage (9)
- ✓ optional; PTFE-soft seat sealing with back-up O-Ring and metal-to-metal end stop



“New” is also the standard spring energised stem seal configuration including a PTFE-V-Ring packing set (5) with an additional micro-sealing element and wiper ring (3). The PTFE-V-Ring packing set is pre-loaded by a stainless steel spring and pressed against the valve stem and the bonnet insert (7). The packing set acts as primary sealing and as wiper. The valve stem is guided at two locations right before and behind the stem sealing (5). Besides of the extremely reliable sealing performance even under varying operating temperatures the stem sealing provides minimised static and sliding friction forces in comparison to conventional stuffing box packings.

CONVERTISSEURS I/P TYPES PC13 ET PC15

GENERALITES

Les convertisseurs PC13 et PC15 assurent la conversion d'un signal de contrôle électrique en signal de contrôle pneumatique.

CARACTERISTIQUES

Modèle très compact
Bonne réponse dynamique
Insensibilité aux vibrations mécaniques
Maintenance réduite
Faible consommation en air
Haute fidélité
Signal de sortie réglable



MODELES DISPONIBLES

Modèle	Caractéristiques
PC13	Modèle IP20 destiné au montage en armoire électrique
PC15	Modèle IP55 destiné au montage sur site
PC15 EEx Ia	Modèle pour ambiances explosives classement EEx Ia IIC T6.T5

DONNEES TECHNIQUES

	PC13	PC15
Corps / couvercle	ABS + 10% fibre de verre	Polycarbonate / EEx aluminium + protection
Indice de protection	IP20	IP55 (IP65)
Montage	Sur rail 35 mm DIN 50 022	Sur rail 35 mm DIN 50 022
Raccordement pneumatique	Pour tube 6x4	1/8" NPT (1/4" NPT)
Raccordement électrique	2 x PE pour fils 0,5 à 1,5 mm	1 x PG9
Signal d'entrée	4-20 mA (0-20 mA, 1-5V, 0-10V)	4-20 mA (0-20 mA, 1-5V, 0-10V)
Alimentation en air	25 psi / 1,7 bar (45 psi / 3 bar)	25 psi / 1,7 bar (45 psi / 3 bar)
Signal de sortie	3-15 psi (2-18, 2-20 psi)	3-15 psi (2-18, 2-20 psi)
Tension	< 30 V	< 30 V
Intensité	= < 150 mA	= < 150 mA
Consommation électrique	= < 0,80 W	= < 0,80 W
Impédance	Max 250 ohms	Max 250 ohms
Réglage du trimmer	+/- 0,5 psi	+/- 0,5 psi
Erreur de linéarité	= < 1%	= < 1%
Erreur d'hystérésis	= < 0,5%	= < 0,5%
Erreur de répétabilité	= < 0,2%	= < 0,2%
Consommation en air	0,15 Nm ³ /h	0,15 Nm ³ /h
Débit délivré	2,6 Nm ³ /h	2,6 Nm ³ /h
Température extérieure	-20°C / +70°C	-20°C / +70°C
Poids	0,26 kg	0,9 kg

Informations données à titre indicatif et sous réserve de modifications éventuelles

30100 - Vanne FLY fonte GS



Fiche technique

Vannes de régulation 2 voies

Corps fonte GS PN16 = PS 16 bar à 120°C / 13 bar à 200°C

Pièces internes inox AISI - Siège vissé.

Clapet égal pourcentage avec porté PTFE-graphite étanchéité classe VI

Presse-étoupe en PTFE-graphite à compensation automatique d'usure

TS 180°C

Raccordement à brides PN 16

Servomoteur pneumatique FMA ou OMA 3-15 / 6-30 PSI

FT 30100



ISO

Servomoteurs CRDL

- Servomoteur pour vanne 1/4 de tour
- Service S4 30% du temps - 5 démarrages/h
- Protection IP65
- Température ext. -20°C / +55°C
- Fixation sur vanne ISO 5211
- Débrayage et commande manuelle
- 2 contacts fin de course réglables
- 2 contacts auxiliaires secs
- Raccordement électrique par connecteurs
- Option : résistance anti-condensation



11 - Vannes 2 voies fonte



FT vanne taraudée

VANNE SOUPAPE 2V.VSB - VSG

Vanne 2 voies

Corps en fonte (sauf 1/2" en laiton)

Presse-étoupe PTFE

TS : -10°C / +120°C

Clapet égal pourcentage laiton

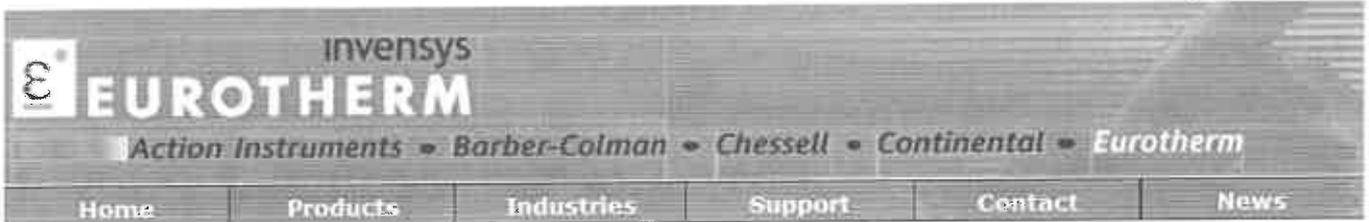
Débit de fuite vanne fermée : 0,03% kvs

Raccordement taraudé gaz

Utilisation : eau froide, eau chaude, eau glycolée

Options : Réchauffeur de tige - Contacts auxiliaires

Potentiomètre de recopie



Series 2000™ Family / One Range -- All Solutions!

One range for consistency in the product "look and feel" -- *All solutions* for a variety of features and application capability!

Representing the result of over 34 years of advanced design and applications experience in temperature and industrial control, Series 2000 is the most complete family of controllers and associated products available today.

Including a full range of temperature controllers, process controllers, ramp/soak programmers, indicators, alarm units, and solid state contactors, Series 2000 is available in a wide range of sizes with features designed to provide accurate, trouble-free performance well into the future.

- World-wide specifications -- NEMA 4X/IP65 water tight, CE/UL/cUL marked, universal power supply (85 -264 VAC, 50/60Hz or 24 VDC option), and manufactured in ISO9000 documented facilities.

- High performance -- Superior performance is "designed in" which includes: INSTANT ACCURACY™ (US patent #5,484,206), PDSIO™ (US Patent # 5,793,754) diagnostics, Eurotherm's copyrighted self-tuning software, adaptive tuning capability, customized cooling algorithms, and Eurotherm's exclusive "cutback" tunable overshoot inhibition.

- A variety of digital communications -- Modbus RTU, DeviceNet, EI Bisync, SPI, BC560, Profibus, OPC and more.

- A variety of sizes and families -- 1/32, 1/16, 1/8, 1/4 din sizes. 2100 family for "simple" applications, 2200 family for "standard" applications, 2400 family for flexibility, options, ramp/soak capability, and more.



RÉGULATEUR DE TEMPÉRATURE MODÈLE

2216e

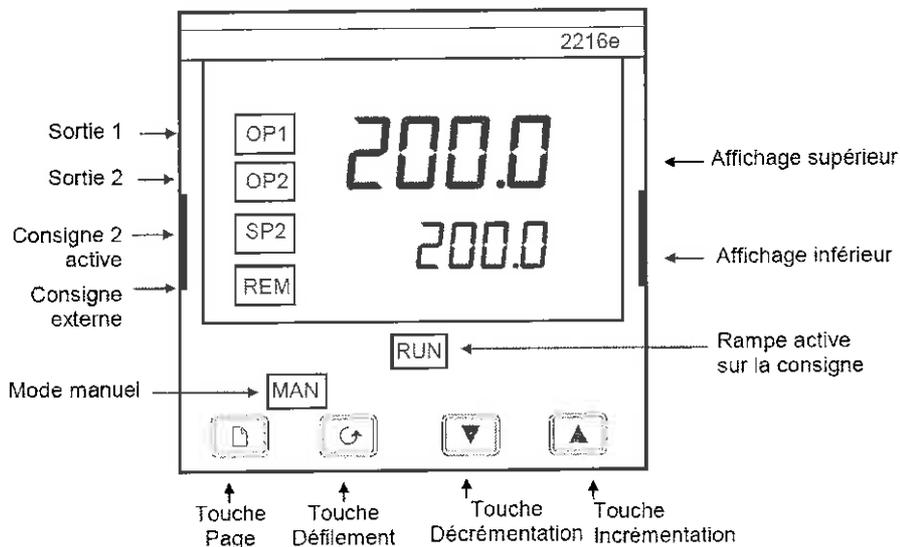


Figure 1-1 Face avant Modèle 2216e

Pour des solutions garantissant la pérennité de vos investissements

Les algorithmes de régulation d'Eurotherm sont réputés pour leur excellence. Dans beaucoup d'applications, le calcul automatique du PID se fera par simple pression sur une touche. Des algorithmes de refroidissement prédéfinis ainsi que des blocs fonctions spécifiques tels que l'humidité facilitent la mise en oeuvre de vos applications.

Un clip infrarouge offre une connexion à la volée sur les régulateurs 3504 et 3508 pour paramétrer et sauvegarder la configuration.

L'éditeur de câblage partie intégrante d'iTools, offre une possibilité de configuration graphique pour les applications sophistiquées. Le câblage peut être illustré de valeurs dynamiques en temps réel pour les entrées/sorties ou les données internes. Cet éditeur vous simplifie la mise au point de l'application et la sauvegarde de la configuration.

L'éditeur de vue personnalisée permet de créer les faces avant simplifiant le dialogue homme machine. Les paramètres principaux du procédé peuvent être ainsi rassemblés sur une même vue. Des valeurs dynamiques de paramètres peuvent être passées par liens DDE à des applications tableur tel que Microsoft Excel pour affichage et analyse.

Des modules logiciel d'iTools permettent de suivre graphiquement une tendance et d'enregistrer sur fichiers des données horodatées.



Les solutions d'Eurotherm

Eurotherm vous propose des solutions complètes

En utilisant les communications RS232/RS485 ou Ethernet (3500) des régulateurs de la série 3000, vous pourrez intégrer vos régulateurs dans des plus larges systèmes. Par exemple, grâce à la communication Modbus maître des centrales d'acquisition de la série 5000 il est possible de commander la consigne et avoir une traçabilité continue du régulateur. Cette solution permet à l'ensemble des éléments du réseau de répondre aux exigences de la 21 CFR Part 31 de la FDA applicables dans l'industrie pharmaceutique.

iTools

iTools est l'outil idéal pour la configuration des régulateurs de la Série 3000. iTools propose une suite de programmes permettant d'avoir accès à la plupart des paramètres des régulateurs. Le module Wizards offre une configuration conviviale et une aide en ligne simplifiée. L'éditeur graphique présente sous forme de schémas, l'ensemble de la stratégie exécutée par le régulateur.

Le nouveau module Wizards d'iTools vous guide pas à pas dans la configuration de vos régulateurs. iTools maintenant, vous permet aussi de créer des vues d'écran personnalisées afin de mieux suivre votre procédé. Les options tracé de courbe et enregistrement de données rendent vos réglages plus fins et offrent un meilleur suivi qualité.

L.A.C.

Laboratoire Automatismes industriels
et
Conduite des procédés agro-alimentaires

5

version 6

INTRODUCTION AUX AUTOMATISMES TECHNIQUES ROBOTIQUES

Compte-rendu de l'exposé et Annexes

3^{ème} Année

2011-2012

UP5

- I Domaine d'action
- II Aspects mécaniques
- III Caractéristiques d'un bras robotique
- IV Dispositifs annexes
- V Modes de fonctionnement d'un robot
- VI Organes de commande d'un robot
- VII Eléments de coût

Jean Gallice

Jérôme Mounier-Poulat

Diaporama sur e-campus

TECHNIQUES ROBOTIQUES

I. DOMAINE D'ACTION

Dispositifs pouvant être commandés par des moyens informatiques, permettant de réaliser des déplacements spéciaux précis, d'objets ou d'outils de travail.

II. ASPECTS MÉCANIQUES

1- Le "bras" robotique

Comme le bras humain : utilisation d'articulations ou de "rotules"

Grande souplesse

2- Principes des mouvements mécaniques

Rotation : axe

Translation : monter-descendre, avancer-reculer

3- Degrés de liberté d'un bras robotique

Rotation ou translation

4- Technologies robotiques usuelles

a) Robots sphériques

Mouvement dans un volume arrondi

Trajectoires courbes par défaut

b) Robots cartésiens (portiques)

Mouvement dans un volume rectangulaire : X-Y-Z

Trajectoires linéaires par défaut

c) Robots Araignées

Bras regroupés

Mouvements plus limités – Accélération/décélération plus souples

d) Robots SCARA

Mouvement dans un volume arrondi

e) Robots mobiles

Déplacement télécommandé ou autonome

Adaptation au milieu

5- Sources d'énergie

Moteurs électriques pas à pas

III. CARACTÉRISTIQUES D'UN BRAS ROBOTIQUE

1- Reproductibilité

2- Charge

3- Élongation

4- Vitesse de déplacement

5- Contrôle du mouvement

Boucle ouverte : pas de contrôle de la position

Boucle fermée : cher

6- Nombre d'axes

7- Pinces

IV. DISPOSITIFS ANNEXES

1- Dispositifs d'alimentation en pièces

a) Bols vibrants - Goulottes vibrantes

b) Plateaux tournants

2- Dispositifs transitiques

a) Convoyeurs (?)

b) Lignes de transfert

3- Dispositifs de prise d'informations

a) Capteurs de présence et contacts en butée

b) Caméra

V. MODES DE FONCTIONNEMENT D'UN ROBOT

1- Mode Apprentissage

2- Mode Cycle

3- Mode Interactif

4- Mode Auto-adaptatif (robot "intelligent")

VI. ORGANES DE COMMANDE D'UN ROBOT

1- Matériels informatiques utilisables

2- Liaisons

3- Logiciels

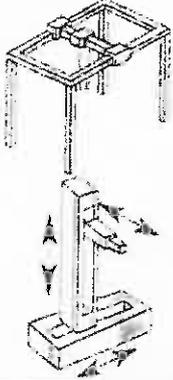
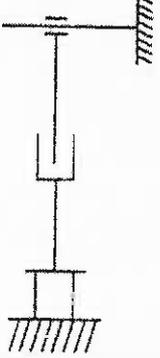
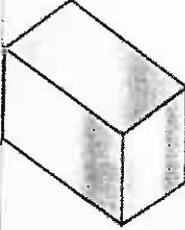
VII. ÉLÉMENTS DE COÛT

1- Bras

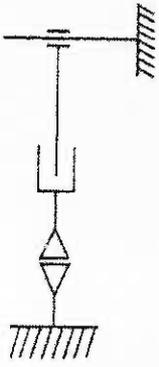
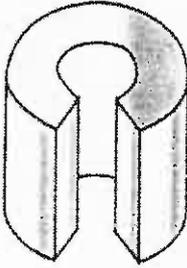
2- Dispositifs annexes

TYPOLOGIE DES ROBOTS

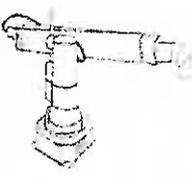
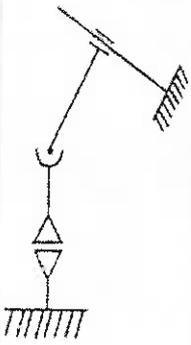
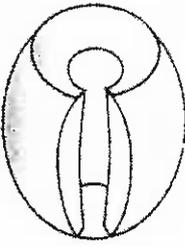
Robots cartésiens

Principe	Cinématique	Volume atteignable
		

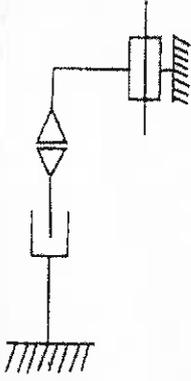
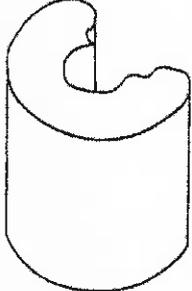
Robots cylindriques

Principe	Cinématique	Volume atteignable
		

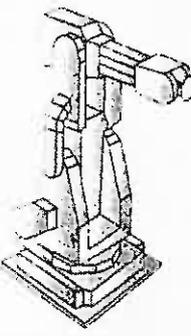
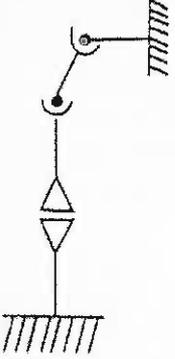
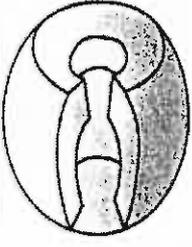
Robots sphériques

Principe	Cinématique	Volume atteignable
		

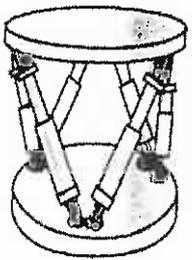
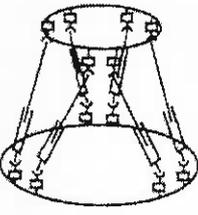
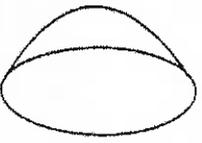
Robots SCARA

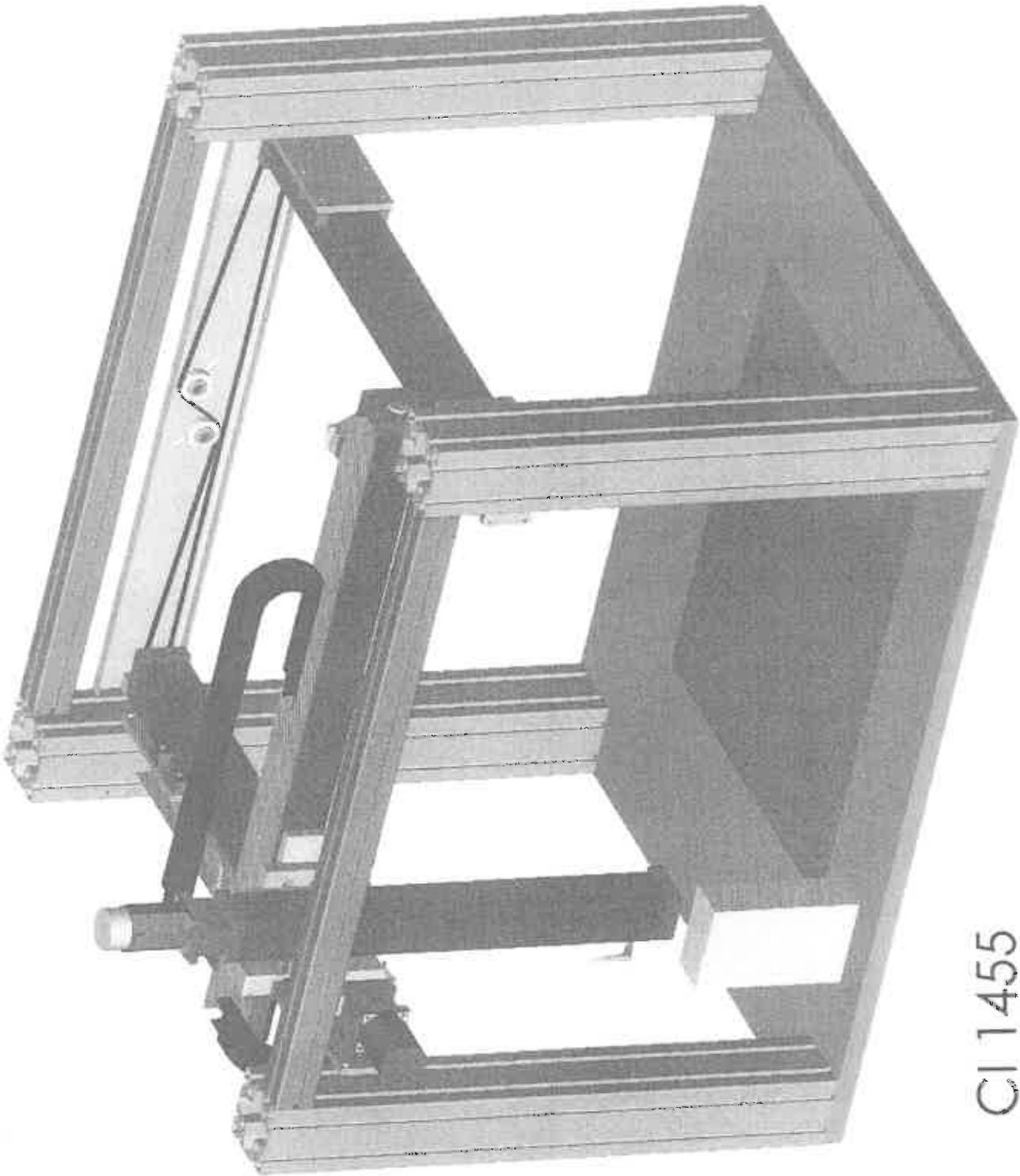
Principe	Cinématique	Volume atteignable
		

Robots antropomorphes

Principe	Cinématique	Volume atteignable
		

Robots parallèles

Principe	Cinématique	Volume atteignable
		



CI 1455
ISARA
PORTIQUE EN H SGLT 65

sigea

Initiation Automatismes

TP n° 1 :

**TECHNIQUES PNEUMATIQUES
CYCLES GRAFCET**

MONNAVOIR ALEXIA

0623422430

version 07/02/2013

OBJECTIFS

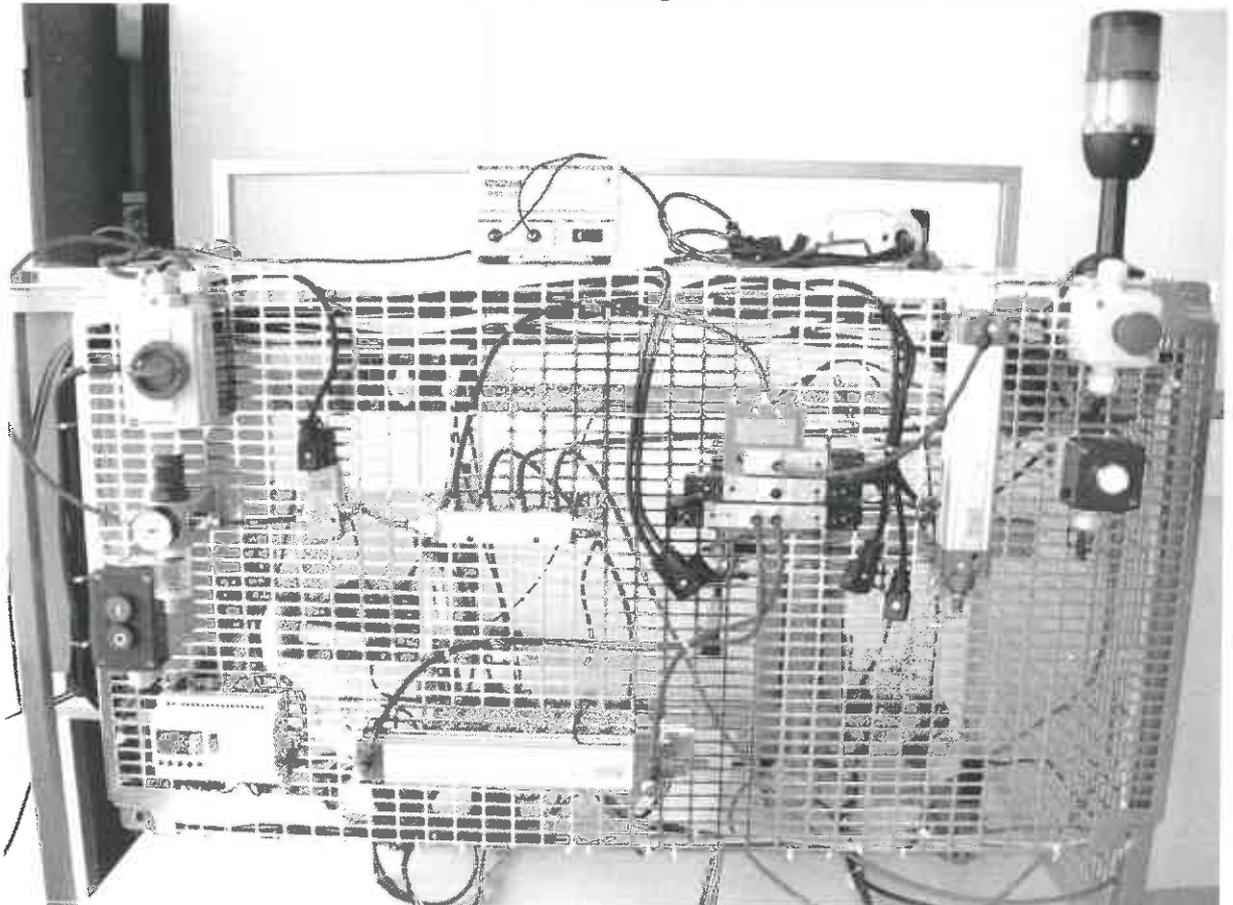
- Se familiariser avec les composants d'automatismes industriels et notamment les actionneurs électro-pneumatiques.
- Se familiariser avec la programmation d'un Automate Programmable Industriel

TECHNIQUES UTILISÉES

- Manipulation d'éléments pneumatiques :
 - Distributeurs pneumatiques monostables et bistables
 - vérins à double-effet et simple effet
 - régulateurs de vitesse
 - etc.

MATÉRIEL

- 1 banc d'expérimentation en techniques pneumatiques et automatismes industriels



FICHE PRATIQUE

1) Étude des composants pneumatiques

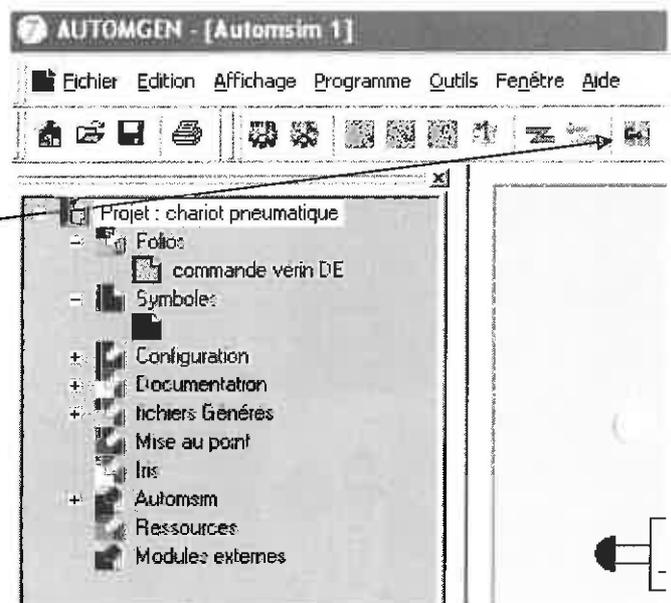
- EN CAS DE DANGER POUR LES PERSONNES OU LE MATÉRIEL, APPUYER IMMÉDIATEMENT SUR LE BOUTON D'ARRÊT D'URGENCE (bouton rouge sur boîte jaune).
- Éloignement des personnes et des objets du trajet des vérins : le déplacement d'un vérin exerce une force considérable.

11- Essais à réaliser sur plate-forme d'essai de composants pneumatiques :

- Faire fonctionner un vérin simple effet commandé par un distributeur 3/2 monostable, puis bistable,
- Faire fonctionner un vérin double effet commandé par un distributeur 5/2,
- Régler la vitesse de sortie de la tige du vérin double effet afin qu'elle soit plus lente que la rentrée.
- Observer la technologie d'un automate programmable. Avantages d'un A.P.I. par rapport à un PC ?

12- Simulation de câblage à l'aide d'AUTOMGEN

- Sur le PC mis à votre disposition, ouvrez le fichier « chariot pneumatique » que vous trouverez dans le répertoire « c:\mes documents\tronc commun ».
- Lancer la simulation des différentes feuilles « AUTOMSIM » par la commande « Go ! ».



Utiliser un nom de fichier reprenant les lettres de votre groupe de TP :

Sauvegarder le fichier dans le dossier **Mes documents\Tronc commun**.

Rappel : Chaque nom de fichier devra **commencer** par **votre n° de groupe** (G1A1, G2F1 ou autre) suivi de "**grafcet1**" par exemple.

Après correction, vous copierez votre fichier SUR LA CLÉ USB FOURNIE PAR L'ENSEIGNANT pour ensuite le copier aussi sur le PC du robot. NE JAMAIS UTILISER VOS CLÉS PERSONNELLES (VIRUS !)

2) Programmation API : Commande de deux vérins

Pour la programmation de ce cycle, le câblage des entrées et des sorties (E/S) est donné en ANNEXE-1.

21- Cahier des charges N°1 :

Après appui sur le bouton poussoir « marche » : le vérin double effet (VDE) fait un aller-retour.
Exemple vu en cours.

22- Cahier des charges N°2 :

Après appui sur le bouton poussoir « marche » :

- sortie du VDE
- puis sortie du VSE,
- rentrée simultanée des VDE et SE.

23- Cahier des charges N°3 :

Idem CDC N°2 avec maintien du vérin SE sorti pendant 2 secondes.

24- Cahier des charges N°4 :

Même cycle que précédemment, mais en continu. Le cycle est mis en route par un appui sur « bpm », et fonctionne de manière continue jusqu'à appui sur « bpa ».

3) Rédaction du compte rendu:

Rappel : L'impression devra se faire dans une autre salle : utiliser la clé USB mise à votre disposition. Pour éviter des problèmes de virus les clés USB et disquettes personnelles sont strictement interdites sur ce PC.

Feuilles A4 à incorporer dans le dossier technique :

Chaque fiche, sans dépliants ou accordéons (!), correspond à une page unique (recto seulement) en respectant de préférence un cadre standard préparé à l'avance.

- **Page 1** : Page de garde au traitement de texte
- **Page 2** : Composants électropneumatiques :

Représentation normalisée du câblage d'actionneurs simple effet et double effet commandés de manière monostable ou bistable (à partir des copies d'écrans du TP). La commande pourra être « manuelle » ou « électrique » (bouton poussoir ou API).

À côté de chacun des composants, écrire la désignation normalisée (ex : distributeur 3/2 monostable à commande électrique).

- **Page 3** : Programmation d'un automate (API), cdc N°4 :

Donner la programmation « grafcet » de l'API satisfaisant le cahier des charge. Annoter le document afin de le rendre explicite pour un néophyte.

- **Page 4** : Schéma de câblage de l'API.

Donner le schéma de câblage des entrées et des sorties de l'API. Vous utiliserez pour les différents composants (boutons poussoirs, détecteurs, bobines...), la représentation normalisée.

Pour chacun des pré actionneurs, vous préciserez le caractère monostable ou bistable.

S'aider de l'ANNEXE 2 : automate avec Entrées (I) d'un côté, Sorties (Q) de l'autre. Cette annexe est une aide et vous montre le type de schéma demandé. Il n'est pas l'ébauche du schéma demandé.

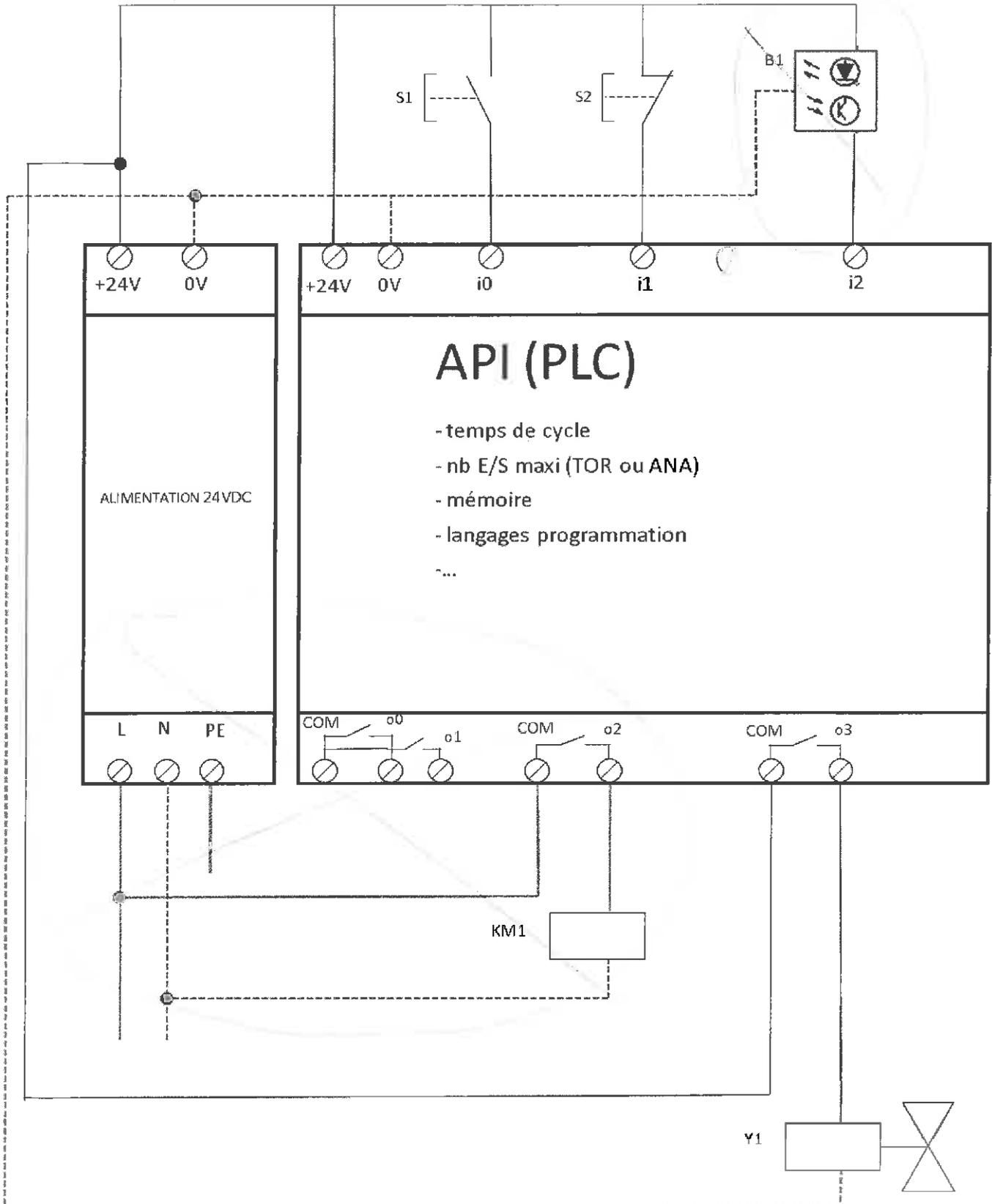
Proposer des remarques, des avis sur la réalisation de ce TP et les techniques abordées.

ANNEXE 1
E/S API

ENTREES			SORTIES	
I1 (vdes)	Vérin double effet « sorti »	NO	Q1 (RVDE)	Rentrer VDE
I2 (vder)	VDE « rentré »	NO	Q2 (SVDE)	Sortir VDE
I3 (vser)	Vérin simple effet « rentré »	NO	Q3 (SVSE)	Sortir VSE
I4 (vses)	VSE « sorti »	NO		
I5 (bpm)	Bouton poussoir « marche »	NO		
I6 (bpa)	Bouton poussoir « arrêt »	NF		

ANNEXE 2

Exemple de Câblage API



Initiation Automatismes**TP n° 2a :****ÉTUDE D'UNE RÉGULATION INDUSTRIELLE DE TYPE PID***version 15/02/2013***OBJECTIF**

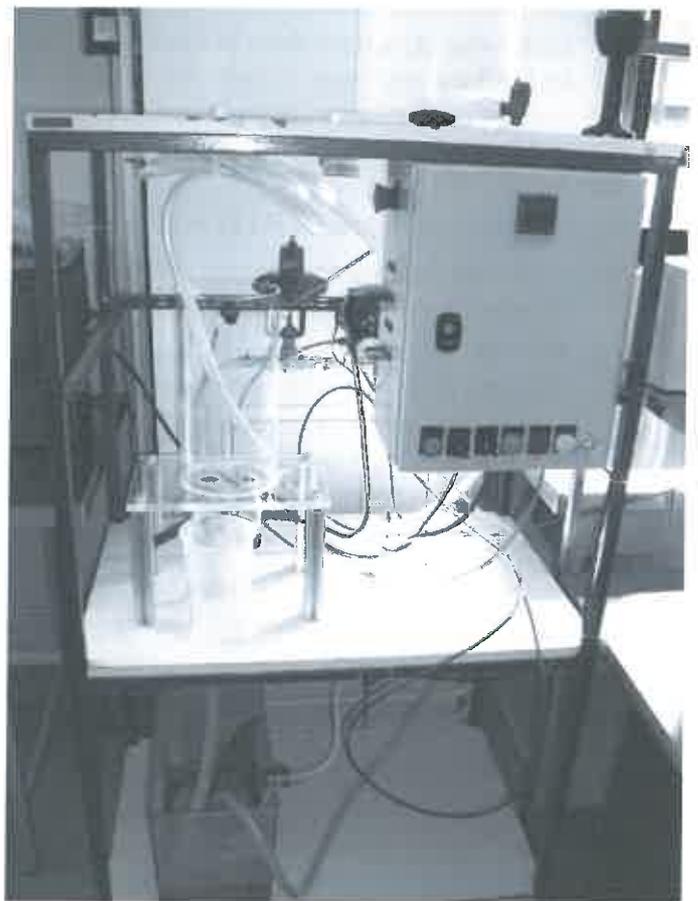
- Se familiariser avec les techniques et les équipements de régulation couramment utilisés dans l'industrie,
- Mettre en œuvre l'action Proportionnelle Intégrale Dérivée

TECHNIQUES UTILISÉES

- Utilisation d'un régulateur industriel P.I.D. et de moyens de contrôle d'un niveau en continu.

MATÉRIEL

- PC avec l'application ITOOLS de la société EUROTHERM.
- Une plate-forme d'essai permettant la régulation d'un niveau d'eau dans une cuve. Cette régulation sera réalisée à l'aide d'un régulateur industriel PID, d'un capteur analogique permettant la mesure du niveau d'eau et d'une vanne de régulation à commande pneumatique.
- Une connexion « série » entre le régulateur et le PC.

**CONSIGNES DE SÉCURITÉ IMPÉRATIVES**

ATTENTION : Les consignes de sécurité relatives à l'utilisation de la plate-forme d'essai sont données sur la **fiche n°2**. Il est impératif d'en prendre connaissance avant toute utilisation de ces moyens d'essai.

FICHE n°1

1) Observation des moyens d'essai :

- Avant toute mise en route par le responsable, il vous est demandé d'observer la plateforme d'essai afin de retrouver les matériels listés ci-dessous.
- Le responsable vous demandera de désigner ces matériels avant de vous en expliquer le fonctionnement.

2) Réalisation du schéma de câblage de la plate-forme d'essai :**21- PRINCIPE DE LA PLATE FORME D'ESSAI:**

- Utilisation d'un régulateur industriel P.I.D. sur une installation de contrôle de niveau de liquide dans un réservoir.
- L'objectif sera de maintenir le niveau dans le réservoir aussi proche que possible de la valeur de consigne malgré les perturbations liées à l'écoulement dans le réseau.
- Le niveau instantané dans le réservoir est mesuré par un capteur de pression différentielle (entre le fond du réservoir et l'air ambiant). Le réservoir est alimenté en continu par une vanne de régulation à commande pneumatique.

22- MATÉRIEL

- 1 régulateur industriel P.I.D avec saisie des paramètres en façade ou par PC.
- 1 capteur linéaire de pression différentielle fournissant un signal variant de 4 mA minimum (0 mm d'eau) à 20 mA maximum (400 mm d'eau). Ce capteur doit être alimenté en 24 V continu.
- 1 vanne de régulation à commande pneumatique (de 3 à 15 PSI, donc de 0,2 à 1 bar) contrôlée en pression par un convertisseur I/P
- 1 convertisseur I/P (signal d'entrée 4 à 20 mA, pression de sortie 3 à 15 PSI) alimenté en air comprimé préalablement ramené à 1,5 bar de pression par un régulateur de pression (réglable de 0 à 2 bars). Ce convertisseur I/P reçoit un signal de commande du régulateur P.I.D.
- 1 réservoir dans lequel on souhaite réguler le niveau d'eau. Une vanne permet le réglage d'une fuite (soutirage). Ne pas modifier le réglage de cette vanne.
- 1 bac récupérant la vidange du réservoir. Ce bac est équipé d'une pompe de « vidange » et de trois détecteurs de niveau. La commande de la pompe est « gérée » en logique câblée afin d'évacuer l'eau lorsque le niveau dépasse le niveau « haut » (capteur intermédiaire). La pompe stoppe lorsque le niveau passe sous le niveau « bas ». Si la pompe ne se met pas en route (moteur HS) et que le niveau atteint le détecteur « sécurité haut » (NF), la vanne de fuite de la cuve régulée en niveau est automatiquement mise en position fermée.
- 1 détecteur de sécurité (NF) sur la cuve régulée en niveau. L'ouverture de ce contact met le système en « sécurité ». La « puissance » (air comprimé) est alors coupée. La remise en service se fait en appuyant sur le bouton poussoir vert.
- 1 PC équipé du logiciel ITOOLS permettant le paramétrage du régulateur par liaison série, ainsi que l'enregistrement en temps réel et en continu des grandeurs électriques (sortie capteur, sortie régulateur, consigne...)

23- Schéma de câblage :

- Repérer les différents circuits.
- Comprendre et relever les circuits (hydraulique, pneumatique, électrique) de la plate forme d'essai.

FICHE n°2

3) Réglage des paramètres du régulateur PID par essais successifs :

31- Consignes de sécurité et précautions d'emploi (à respecter impérativement) :

- Actionner le bouton d'« arrêt d'urgence » en cas de problème et appeler immédiatement un responsable.

32- Essais à réaliser :

- Un premier essai sera réalisé avec l'aide d'un responsable.
- Liste des paramètres utilisés et réglages :

Attention, le réglage des action P, I et D sur le régulateur utilisé (marque EUROTHERM) ne se fait pas par les paramètres K_p , K_i et K_d comme vu en cours. Voir liste des paramètres utilisés ci-dessous :

SP : consigne de travail (réglable en cm de hauteur d'eau). $SP=15$ cm pour tous les essais.

BP ou PB : réglage proportionnel (attention ce réglage ne correspond pas directement à K_p mais à son inverse). La valeur 0,1 correspond à un K_p maximum.

TI : réglage intégral (attention ce réglage ne correspond pas directement à K_i) :

la valeur 0 met l'action intégrale hors service, la valeur T_i représente le temps d'intégration ; plus T_i est faible, plus l'action est importante. Plus T_i est grand, plus l'action intégrale est faible.

TD : réglage dérivée (ce réglage varie dans le même sens que K_d) :

la valeur 0 met l'action dérivée hors service, la valeur T_d représente le temps de dérivation : plus T_d est faible, plus l'action est faible. Plus T_d est grand, plus l'action dérivée est importante.

- Influence du paramètre B_p : réaliser des essais de régulation avec $B_p=0,1 / 0,3 / 0,6 / 1 / 3 / 5$ et 10 ($T_i=T_d=0$). Choisir un « B_p optimal » et valider ce choix avec le responsable.
- Avec $B_p=$ « B_p optimal ». Influence du paramètre T_i : réaliser des essais avec les valeurs de $T_i = 1s/5s/10s/30s$ et 2mn. Choisir un « T_i optimal » et valider ce choix avec le responsable
- Avec $B_p=$ « B_p optimal » et $T_i=$ « T_i optimal ». Influence du paramètre T_d : réaliser des essais avec les valeurs de $T_d = 1s/5s/10s/30s$ et 2mn. Choisir un « T_d optimal » et valider ce choix avec le responsable
- APPELER L'ENSEIGNANT POUR L'ARRÊT DE LA MANIPULATION

B_p
 K_p

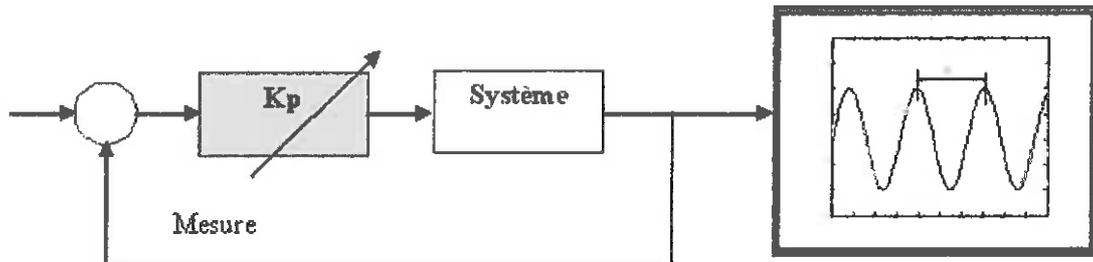
B_p	0,1	0,3	0,6	1	3	5	10
K_p	10	3,33	1,667	1	0,333	0,20	0,1

FICHE n°3

4) Réglage des paramètres du régulateur PID par la méthode de Ziegler et Nichols

41- Méthode de Ziegler-Nichols en boucle fermée (seconde méthode de Ziegler-Nichols):

La méthode consiste à augmenter progressivement le gain d'un correcteur proportionnel pur jusqu'à la juste oscillation. On relève alors le gain limite (**Bpc**) correspondant et la période des oscillations T_c .



On peut calculer les paramètres du régulateur choisi à l'aide du tableau suivant :

régulateur	P	P.I	P.I.D
Bp	2 Bpc	2,5 Bpc	1.5 Bpc
Ti	*	0.8 Tc	0.5 Tc
Td	*	*	0.125 Tc

*— période de la
oscillation*

Les valeurs proposées par Ziegler et Nichols ont été testées dans de très nombreuses situations et il faut souligner qu'elles conduisent à un temps de montée relativement court assorti d'un dépassement élevé.

Il convient de souligner que cette méthode de réglage suppose que le système peut supporter un fonctionnement pendant lequel il se trouve en situation de la juste stabilité. De plus cette méthode n'est pas pratique pour les systèmes « lents » puisque à chaque essai correspondant à une valeur de Bp, il faut attendre suffisamment longtemps pour que le régime permanent soit établi.

42- Essais et réglage du régulateur :

- Procéder aux différents essais nécessaires au calcul des paramètres Proportionnel, Intégral et Dérivé.
- Calcul des paramètres et réglage du régulateur. Procéder à un dernier essai avec les paramètres Bp, Ti et Td calculés

On fixe Bp. puis $T_i = B_p \times \text{1/3}$ période

Td =

On peut multiplier par 2 le Bp et multiplier par 1,5 ou 2 le Ti

FICHE n°4

5) Rédaction du compte rendu :

Sauvegarder les fichiers créés dans le dossier **Bureau\Tronc commun**.

Rappel : Chaque nom de fichier devra **commencer** par **G1 (2, 3 ou 4) X X** (X X étant la combinaison de lettres propres à chaque groupe de travail) suivi de "**pid**".

Rappel : L'impression devra se faire dans une autre salle. Utiliser la clé USB mise à votre disposition. Pour éviter des problèmes de virus les clés USB personnelles sont strictement interdites sur ce PC.

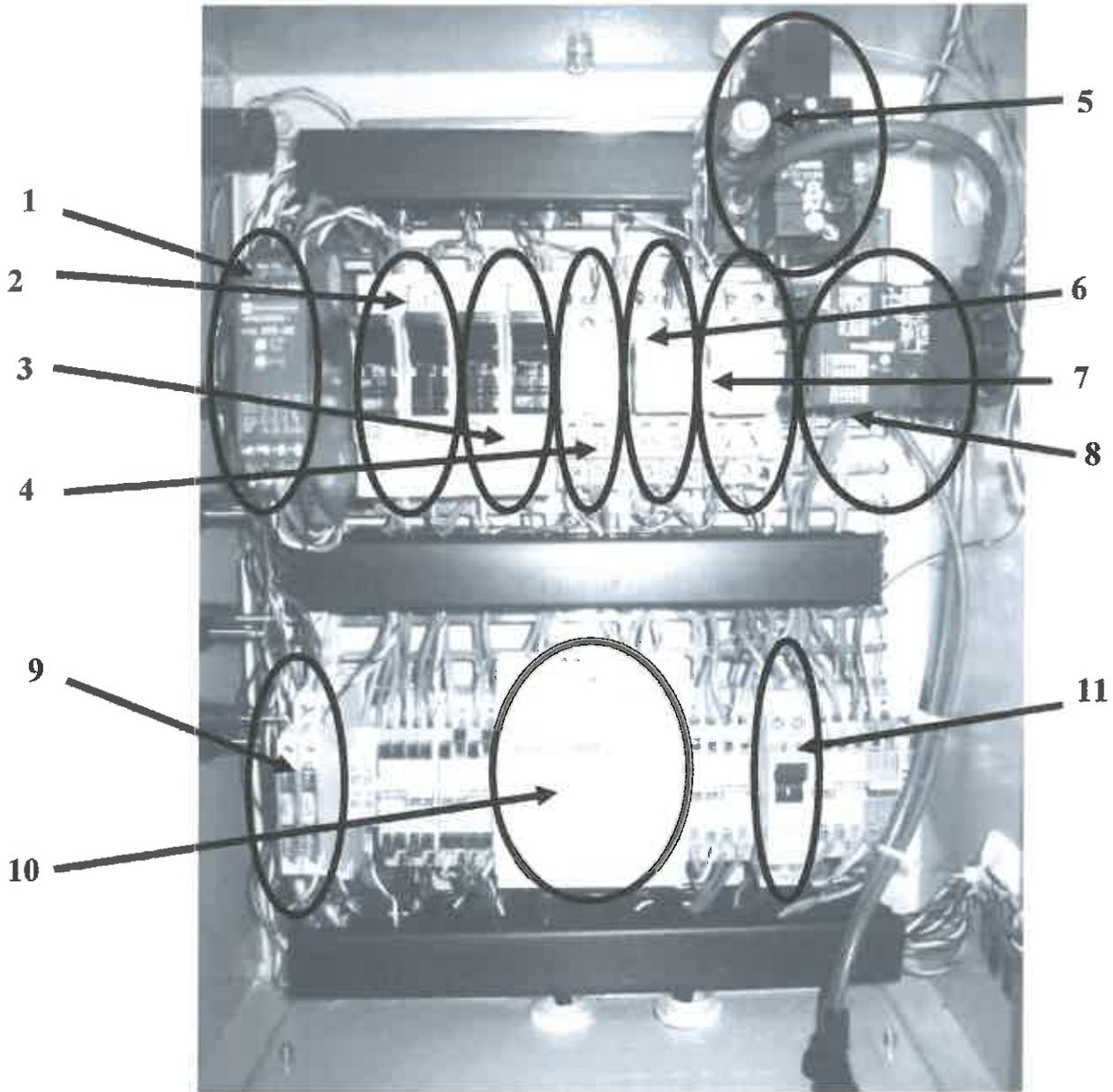
**Pour transférer vos fichiers sur réseau
à partir de la clé USB de TP,
utiliser le PC situé près de la sortie vers les vestiaires.**

Feuilles A4 à incorporer dans le dossier technique :

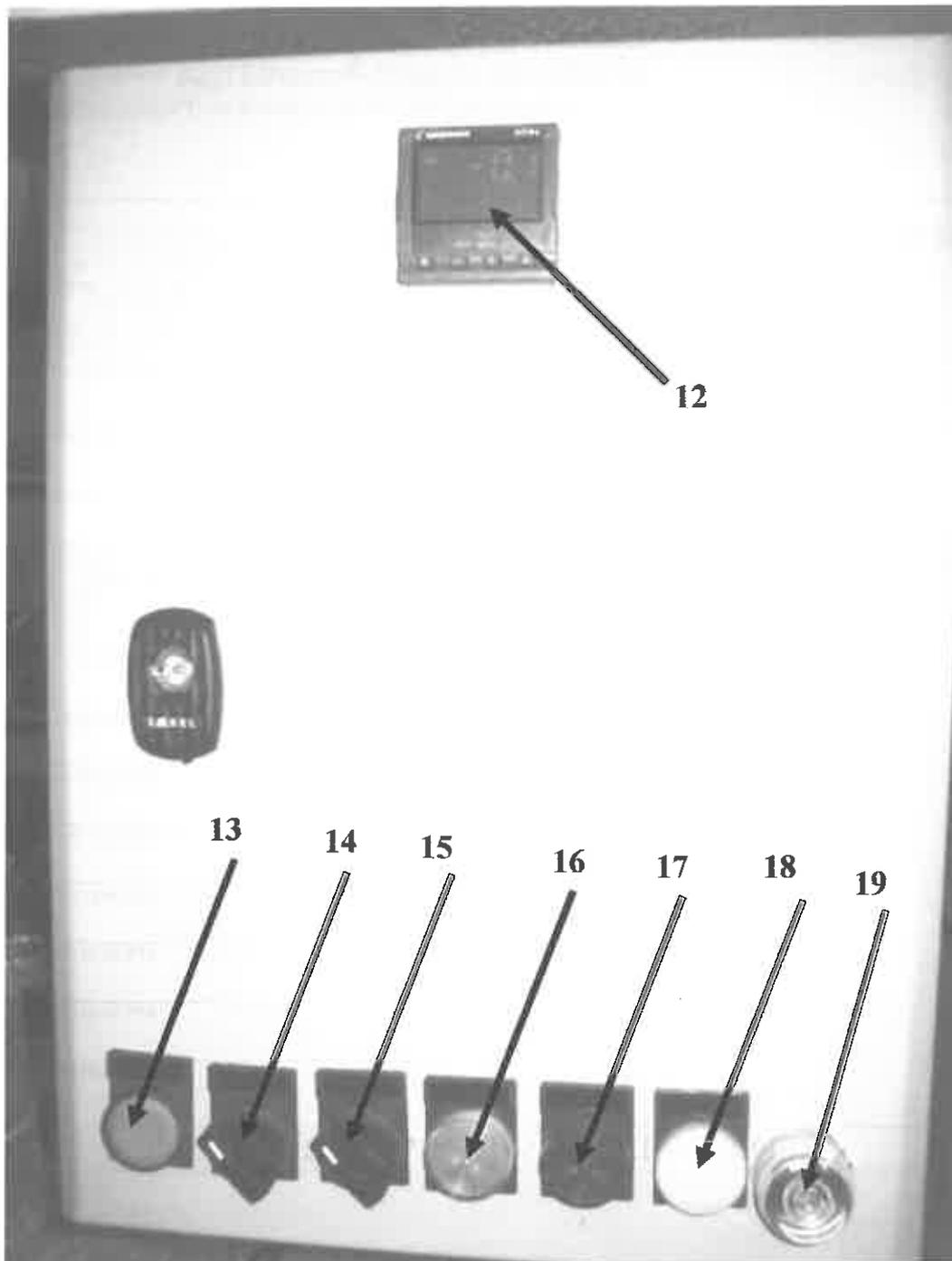
Chaque fiche correspond à une page unique (ou un peu plus) en respectant de préférence un cadre standard préparé à l'avance.

- **Page 1 :** Page de garde au traitement de texte (en haut : Noms, Groupe, Lettres)
- **Pages 2, 3, 4, 5 :** Fiches d'essais en simulation informatique (Travail de préparation avec « SIRENE »):
Pour chaque essai ($\neq K_p$, $\neq K_i$, $\neq K_d$) réalisé sur ordinateur, constituer une seule fiche récapitulative contenant :
l'objectif et les conditions de l'essai, les valeurs des paramètres, les différentes courbes obtenues (copies d'écran), l'interprétation des résultats.
Déterminer pour chaque essai : l'écart final à la consigne en cm (ou l'amplitude de la bande d'oscillation en cm et la périodicité), la valeur la plus élevée, le temps de réponse en secondes, ainsi que la pertinence de l'essai, vos remarques et conclusions.
Pour le temps de réponse, on prendra la définition du tps de réponse à 5% ($t_{5\%}$). Il correspond au temps mis pour que la réponse reste dans un intervalle de $\pm 5\%$ autour de la valeur finale. La valeur finale est la valeur à laquelle le niveau se stabilise.
- **Page 6 :** Fiche "résumé" sur l'influence des divers paramètres en régulation : valeurs trop fortes, trop faibles, optimum.
Résumer sur une page l'évolution de la forme des courbes de réponse et de commande de l'actionneur.
- **Page 7 :** Fiche des différents circuits électrique, hydraulique et pneumatique de la plateforme. Attention, un courant électrique ne peut pas circuler entre deux matériels sur un seul fil !!
- **Pages 8, 9, 10 :** Fiches d'essais sur plate forme :
Pour chaque essai [Proportionnel pur (P) et Proportionnel intégrale (PI) et PID] constituer une seule fiche récapitulative (1 page) contenant :
l'objectif et les conditions de l'essai, les valeurs des paramètres, les différentes courbes obtenues (captures d'écran à partir de ITOOLS), l'interprétation des résultats, l'écart à la consigne en mm d'eau ou, le cas échéant, l'amplitude et la période d'oscillation, la pertinence de l'essai, vos remarques et conclusions.
- **Page 11 :** Détails des essais, calculs et conclusions sur la méthode de Ziegler-Nichols
- **Page 12 :** Fiche de commentaires techniques exprimant l'avis de l'ingénieur : limites, suggestions, réflexions, améliorations et champs d'application du procédé utilisé, etc...

DESCRIPTION ARMOIRE ÉLECTRIQUE



1	Bloc de sécurité « PREVENTA »	7	Contacteur de puissance (VOY ORANGE) (colonne lumineuse)
2	Protection circuits 250VAC	8	Sectionneur – Alimentation du coffret
3	Protection circuits 12VDC	9	Convertisseurs (2) de signaux
4	Contacteur de puissance (AIR COMPRIÉ)	10	Alimentation 24VDC
5	Distributeur 3/2 monostable	11	Disjoncteur protection PRISES 2P+T
6	Contacteur de puissance (POMPE)		



12	Régulateur PID	16	H1 (voyant vert)
13	S1 (bouton poussoir-1NO)	17	H2 (voyant rouge)
14	S2 (bouton tournant à 2 positions fixes – 1NO)	18	H3 (voyant blanc)
15	S3 (bouton tournant à 2 positions fixes – 1NO)	19	Témoin « Air Comprimé »

Principe, caractéristiques

Solutions d'automatisme de sécurité

Modules de sécurité Preventa type XPS AC

Pour surveillance d'Arrêt d'urgence et d'interrupteurs

Principe de fonctionnement

Les modules de sécurité XPS AC s'utilisent pour la surveillance des circuits d'Arrêt d'urgence selon les normes EN 418/ISO 13850 et EN/IEC 60204-1 et répondent également aux exigences de sécurité pour la surveillance électrique des interrupteurs dans des dispositifs de protection selon la norme EN 1088/ISO 14119. Ils assurent la protection de l'opérateur et de la machine, par l'arrêt immédiat du mouvement dangereux, après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur ou par la détection d'un défaut dans le circuit de sécurité lui-même.

Pour l'aide au diagnostic, les modules sont équipés de voyants DEL permettant d'informer sur l'état du circuit de surveillance.

Le module XPS AC est équipé de 3 sorties de sécurité et d'une sortie statique pour message vers automate.

Références



XPSAC****P

Designation	Type de bornier de raccordement	Nb de circuits de sécurité à ouverture directe	Sorties supplémentaires	Alimentation	Références	Masse kg
Modules de sécurité pour surveillance d'arrêt d'urgence et d'interrupteurs	Intégré au module	3	1 statique	~ 24 V	XPS AC5121	0.160
				~ 48 V	XPS AC1321	0.210
				~ 115 V	XPS AC3421	0.210
				~ 230 V	XPS AC3721	0.210
Séparé, rétrochaîne du module		3	1 statique	~ 24 V	XPS AC5121P	0.160
				~ 48 V	XPS AC1321P	0.210
				~ 115 V	XPS AC3421P	0.210
				~ 230 V	XPS AC3721P	0.210

REFERENCE UTILISEE : XPSAC5121

Function Relays, Interfaces and Converters

Interface Converters



SIMIREL

3RS17

Selection and ordering data

Screw and Cage Clamp connection

All converters with the exception of the passive individual interface converters are equipped with a yellow LED for indication of "Voltage applied".

Input	Output	Width mm	Supply voltage V	Electrical isolation	DT	Screw terminals		Cage Clamp terminals		Weight approx. kg
						Order No. PG 101	Price 1 unit	DT	Order No. PG 101	
Individual interface converters, active										
0 ... 10 V	0 ... 10 V	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 00-1AD00	A	3RS17 00-2AD00	0.03	
0 ... 10 V	0 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 00-1CD00	A	3RS17 00-2CD00	0.03	
0 ... 10 V	4 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 00-1DD00	A	3RS17 00-2DD00	0.03	
0 ... 20 mA	0 ... 10 V	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 02-1AD00	A	3RS17 02-2AD00	0.03	
0 ... 20 mA	0 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 02-1CD00	A	3RS17 02-2CD00	0.03	
0 ... 20 mA	4 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 02-1DD00	A	3RS17 02-2DD00	0.03	
4 ... 20 mA	0 ... 10 V	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 03-1AD00	A	3RS17 03-2AD00	0.03	
4 ... 20 mA	0 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 03-1CD00	A	3RS17 03-2CD00	0.03	
4 ... 20 mA	4 ... 20 mA	6.2	AC/DC 24	2 way	A	3RS17 03-1DD00	A	3RS17 03-2DD00	0.03	



Ns00775g

REFERENCE UTILISEE : «3RS17 03 1AD00»

Notes de TP

graph: jaune → consigne
rouge → niveau d'eau
vert → vanne

11/03/201

* $PB = \frac{Kp}{1}$

min. de PB = 0,01 → "tout ou rien"

tester pour PB = 0,1 ; 0,3 etc (cf. poly) ⇒

Si PB est trop petit → instable
Si PB est trop grand → lent
Grand écart à la consigne ⇒ "écart"
ON CORRECTE L'ECART AVEC INTEGRA

* $Ti = \frac{Ki}{1}$

Ti est le temps intégral
Si il est trop faible,
l'action est grande et la cuve déborde.

Régulateur le paramètre :

son rôle : calculer pour réguler

Données qu'il a : capteur de pression différentielle (entre press. atm et press. de la sortie est en 4-20mA ds la cuve)
↓
pression plein d'eau

Ses actions : réglage de l'ouverture de la vanne par pression (0,2 à 4 bars)
0,2 bar → la vanne est "fermée"

Convertisseur IP : 0,4 mA → 0,2 bar → ouvert

20 mA → 4 bar → fermé
connecté à l'alimenteur d'air comprimé Alim forte à basses pressions

Puis ds un distributeur 3/2 manostable



* Action intégral trop fort → instable

trop faible → lent voire très lent

* Action dérivée = pas de consigne sur l'état initial et
→ atténue les bosses

ETATS elle est simplifiée en présence de vibration.

Forti vestre → pas besoin de dérivée (perturbation pas trop d'impact)

on peut filtrer le signal pour pas que la dérivée réagisse à court-circuit

Td optimal → ts

On a fait du paramétrage par réglage successifs

Il y a une autre méthode (Pichenoz)

Initiation Automatismes

TP n° 2b :

ACQUISITION EN VISUAL BASIC DE DONNÉES ANALOGIQUES SUR PC.
FONCTIONNEMENT THERMOSTATIQUE EN TOUT OU RIEN

version 15/02/2013

OBJECTIFS

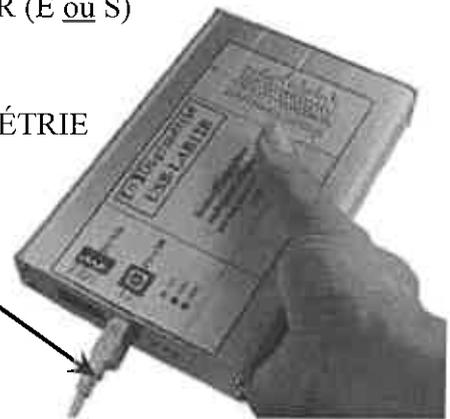
- Connecter à un PC divers capteurs analogiques et actionneurs TOR permettant l'acquisition et/ou le contrôle de diverses grandeurs physiques.
- Éditer un programme VBA Excel afin de réaliser une régulation de température.

TECHNIQUES UTILISÉES

- Acquisition en temps réel de signaux analogiques.
- Pilotage d'une carte d'acquisition par macro-commandes EXCEL (VBA).

MATÉRIEL

- Une carte d'acquisition DIGIMÉTRIE (USB-LAB16B) comportant les entrées/sorties suivantes :
 - ⇒ 16 entrées analogiques 0-10V 16 bits + 8 E/S TOR (E ou S)
 - ⇒ 2 sorties analogiques 0-5V 12 bits +
 - ⇒ 1 entrée comptage 32 bits 200KHz maxi
- Un ordinateur connecté par son port USB à la carte DIGIMÉTRIE
- Une enceinte chauffante (lampe à incandescence)
- Un buzzer d'une puissance acoustique de 75dB
- Capteur de température analogique (thermocouple)
- Capteur de distance analogique (ultra-sons).
- Une armoire électrique permettant la mise en sécurité de l'installation et le raccordement des différents capteurs et actionneurs à la carte d'acquisition.

**CONSIGNES DE SÉCURITÉ IMPÉRATIVES****NE PAS MODIFIER LE CÂBLAGE D'ORIGINE !**

Voir sur la page suivante les opérations demandées avant allumage.

Si besoin, faire vérifier vos branchements avant toute mise sous tension.

Avant de débrancher la prise USB du PC en fin de TP, utiliser le mode de déconnexion des appareils USB (petite flèche verte en bas d'écran...)

Préparation au TP : FICHE n°1

L'enseignant consultera un exemplaire de vos recherches en début de TP

PENSEZ À L'IMPRIMER

ATTENTION : Préciser votre numéro de groupe en « entête » de votre document imprimé

1) Recherches en ligne :

11- Mesure d'une température dans une application industrielle :

Les deux capteurs utilisés dans l'industrie pour la mesure des températures sont les pt100 (RTD en anglais) et les thermocouples. Les composants industriels tels que les automates, les régulateurs, les centrales de mesures... reçoivent les informations « analogiques » des capteurs (températures, débits, pressions...) sous forme de signaux électriques. Le plus couramment sous forme d'une variation de courant de 4 à 20 mA, ou d'une variation de tension de 0 à 10 V.

Les questions suivantes vous permettront de savoir ce qui se passe en amont du composant industriel, dans le cas de la pt100 et des thermocouples.

Sauvegarder votre travail pour le compte-rendu final.

Rappel : Chaque nom de fichier devra **commencer par votre n° de groupe** (G1A1, G2F1 ou autre) suivi de "acquisition".

◆ **Mesure à l'aide d'une pt100 :**

- Expliquer succinctement dans un fichier Word le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'une pt100.
- Que signifie RTD ? Que signifient « pt » et « 100 » ?
- Quel est le rôle du transmetteur ?
- Sur le transmetteur, à quoi servent les réglages « ZERO » (ou « OFFSET ») et « SPAN » (ou « GAIN ») ? (cf document d'explication sur e-campus)
- Pourquoi les pt100 ont-elles généralement 3 fils ?
- Pourquoi certaines ont 4 fils ?
- A quelles températures peut-on utiliser une pt100 ?
- Dans quels cas choisira-t-on plutôt une pt100 qu'un thermocouple ?

◆ **Mesure à l'aide d'un thermocouple :**

- Expliquer succinctement le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'un thermocouple.
- Quel sont les types les plus courants de thermocouples et leurs caractéristiques ?
- Qu'est ce que la « soudure chaude » et la « soudure froide » ?
- Qu'est ce que la compensation de soudure froide (CSF) ? Comment peut-elle être réalisée ?
- Quel est le rôle du transmetteur ?
- A quelles températures peut-on utiliser un thermocouple ?
- Dans quels cas choisira-t-on plutôt un thermocouple qu'une pt100 ?

Pourquoi ces deux méthodes de mesure de la température (pt100 et TC) se sont-elles imposées ?

12- Informations pour le compte-rendu :

Une grande importance sera donnée à la qualité du contenu de votre compte rendu (la forme doit rester simple). Ce texte ne doit pas être une simple réponse directe aux questions posées ; votre document devra permettre à un néophyte d'acquérir rapidement les connaissances essentielles sur ces méthodes de mesure très courantes dans l'industrie.

ATTENTION : Document à inclure dans votre CR.

FICHE n°2

La page ci-dessous est à lire en entier.

Ces questions sont à utiliser pour la rédaction du CR : bien noter les réponses.

2) Connexions des capteurs et actionneurs :

L'objectif est de déterminer comment les différents capteurs (thermocouple, mesure de distance) et actionneurs (phare et buzzer) sont raccordés à la carte d'acquisition.

Ces connexions permettent de recueillir dans Excel (programmation VBA) les informations fournies par les capteurs et de commander la marche et l'arrêt des actionneurs.

Pour ceci, vous aurez à consulter de manière approfondie les différentes ANNEXES fournies sur papier et dans le dossier **Bureau\Tronc commun** (fichiers PDF, également sur e-campus).

- *Lister les composants raccordés au coffret, et donc à la carte d'acquisition*
- *Pour chacun de ces composants, indiquer de manière claire (tableau), s'ils sont raccordés à des entrées ou des sorties (de la carte), de type TOR ou ANA (préciser la norme utilisée, 4-20mA ou 0-10V)*
- *À partir de la documentation fournie sur la carte DIGIMETRIE, indiquer pour les entrées ANA et pour les sorties TOR les caractéristiques techniques essentielles (résolution, niveau de tension, pouvoir de coupure...)*
- *À partir de la documentation fournie sur le BUZZER, indiquer les caractéristiques techniques essentielles. → 25 mA*
- *À partir de l'observation de l'ampoule du PHARE, indiquer les caractéristiques techniques essentielles (50W – 12VDC : calculer l'ampérage [$P=U*I$]). → $\frac{50}{12} = 4,16 A$*
- *À partir de l'observation du capteur de température et de son transmetteur (voir dans le boîtier : -25° à 150°), indiquer les caractéristiques techniques essentielles.*
- *À partir de l'observation du capteur de mesure de distance par US, indiquer les caractéristiques techniques essentielles.*

À partir de ces informations, pensez-vous qu'il est possible de raccorder directement le phare et le buzzer sur des sorties TOR de la carte d'acquisition ?

- *Quel risque prendrait-on si on branchait directement le phare sur une sortie de la carte ? (indice : pouvoir de coupure d'une sortie TOR de la carte DIGIMÉTRIE : 25mA max / 5VDC MAX)*
- *Quel est le rôle des optocoupleurs ? (indice : consommation DEL 7mA sous 5VDC – pouvoir de coupure 50mA max / 30VDC max) (utilisé avec le relais ci-côté) L'optocoupleur fait une transition entre lampe et carte pour protéger la carte du courant trop fort.*
- *Rôle des contacteurs de puissance ? (indice : consommation bobine 40mA (0,5W sous 12VDC) → lié à l'optocoupleur)*

(c'est
très
trava
de la
amp)

Le pouvoir de coupure = capacité à couper le courant qd le courant trop fort pour sauver le circuit avant qu'il grille.

Les douilles femelles de 4 mm de diamètre disposées sur le coté de l'armoire électrique sont raccordées de la manière suivante :

		1-2 : contact TOR alimenté en 12VDC, commandé par la sortie TOR "PA1" (voie out 2) de la carte d'acquisition (bornes 1 et 9).
		3-4 : contact TOR « sec » (non alimenté), commandé par la sortie TOR "PA0" (voie out 1) de la carte d'acquisition (bornes 20 et 9)
		5-6 : entrée analogique n°1 raccordée à l'entrée "V6" (voie in : Température) de la carte d'acquisition (bornes 35 et 36)
		7-8 : entrée convertisseur 4-20 mA / 0-10 V
		9-10 : source 12 VDC
		11-12 : entrée analogique n°2 raccordée à l'entrée "V4" (voie in : distance) de la carte d'acquisition (bornes 32 et 36)
		
		15-16 : source 24 VDC
		17-18 : sortie convertisseur 4-20 mA / 0-10 V

3) **Branchement de la carte sur la prise USB**

- ☒ Connecter la prise USB de la carte Digimétrie sur la bonne prise-rallonge USB placée sur l'avant du chariot du PC.
- ☒ Vérifier l'apparition de la flèche verte de connexion USB en bas à droite de l'écran :



Faire un clic-gauche sur la flèche pour voir si le PC identifie correctement la carte Digimétrie.

Les branchements sont réalisés. Passer à la fiche suivante pour comprendre les macro-commandes INCOMPLÈTES actionnées par des "boutons macro" permettant :

- *d'allumer et éteindre alternativement et automatiquement le buzzer toutes les deux secondes : Fiche n°3*
- *d'obtenir le signal en volts provenant du capteur de distance et de l'afficher dans une cellule d'Excel : Fiche n°4*

FICHE n°3

4) Programmation en VBA sous EXCEL des fonctions de base de la carte USB Mise en place du Module de programmation

Deux "vidéos" appelées *Démarrer VBA en Excel 2003.avi* et *Insérer les déclarations VBA en Excel 2003.avi* situées dans le dossier *Bureau\Tronc commun* vous aideront à comprendre vos macro-commandes

Ouvrir le fichier **ACQUISITION DIGIMETRIE.XLS** situé sur le bureau et ouvrir la fenêtre **Visual Basic Editor** (Alt F8 - Modifier).

Sauvegarder immédiatement votre classeur dans le dossier **Bureau\Tronc commun**.

Attention : Renommer le fichier fourni en **commençant** par **votre n° de groupe** (G1A1, G2F1 ou autre) suivi de "**acquisition**".

Toutes les macro-commandes du TP sont placées dans ce **Module** les unes à la suite des autres pour faciliter la progression.

En début de **Module**, une série de déclarations est indispensable aux différentes fonctions de la carte DIGIMÉTRIE pour lui permettre d'être opérationnelle.

CES LIGNES NE SERONT PAS IMPRIMÉES POUR LE COMPTE-RENDU...

**Pour transférer vos fichiers sur réseau en fin de TP
à partir de la clé USB prêtée,
utiliser le PC situé près de la sortie vers les vestiaires.**

**Chacun des chapitres suivants donne lieu à une ou plusieurs
macros indépendantes.**

"Copier-Coller" éventuellement et renommer les macros pour accélérer les étapes successives.

FICHE n°4

5) **Commande d'une sortie TOR**

Pour commencer, se placer dans **Visual Basic Editor**.

Démarrer la première macro-commande "SORTIE_TOR".

Le câblage déjà réalisé a permis de raccorder le buzzer alimenté par sa pile 4,5V à la sortie « PA0 » de la carte d'acquisition.

◆ **Opérations réalisées**

- Allumage du buzzer durant 2 secondes, extinction durant 2 secondes, etc.
- Arrêt par une macro spécifique

◆ **Programmation VBA (à comprendre !)**

- **Commande d'une sortie TOR :**

'Données de base TOR

```
carte = 512
adresse = 0
port_out = 0
no_composant_out = 0
```

'Initialisation de la carte

```
x = Dinit(port_out, 255, no_composant_out, carte, adresse)
```

'Poids binaire sortie TOR

```
valeur_out = ??? (voir ci-dessous)
```

'Envoi de la valeur vers la carte de sortie TOR

```
x = Dout(valeur_out, port_out, no_composant_out, carte, adresse)
```

valeur_out : variable entière allant de 0 à 255 indiquant l'état simultané des huit sorties.

Utiliser les puissances de 2 expliquées en cours (2^0 , 2^1 , etc.)

Ex : pour les sorties 0 et 1 ensemble : **valeur_out = 3**

Ex : pour sortie 1 seule et les autres sorties stoppées : **valeur_out = 2**

- **Mise à zéro de toutes les sorties TOR (arrêt de tous les actionneurs susceptibles d'être en marche):**

'Poids binaire sortie TOR

```
valeur_out = 0
```

'Envoi de la valeur vers la carte de sortie TOR

```
x = Dout(valeur_out, port_out, no_composant_out, carte, adresse)
```

- **Arrêt des macros :**

△ L'arrêt s'effectue avec la macro **Arret** (+ bouton) qui contient l'ordre End.

On pourra y ajouter un message (MsgBox) pour confirmer l'arrêt :

```
MsgBox "C'est fini"
```

FICHE n°5

6) Suivi à l'écran d'une sonde linéaire de distance sur une voie analogique

On utilise le capteur de distance à ultra-sons dont le champ d'action va de 10 cm à 60 cm approximativement : on ne connaît donc pas l'équation de conversion des Volts en cm (on sait que le signal en Volts est linéaire).

◆ **Opérations réalisées**

- Acquisition de la distance en Volts : *DistVolt* → 4,85 → rien
- Affichage dans une cellule de la feuille de calcul 4,12 → avec hauteur (0,4cm)
- Mise à jour permanente pour définir 3 ou 4 points expérimentaux : rien (zéro cm) ou des objets de hauteur connue 3,62 → avec 2 bates (0,4cm) 2,1
- Arrêt par la même macro spécifique de la FICHE n°4.

◆ **Opérations à réaliser**

- Trouver l'équation pour afficher la hauteur réelle de l'objet : $cm = f(\text{Volts})$
Utiliser les capacités d'Excel (et les vôtres) pour le calcul...
- Affichage de la valeur en centimètres dans une autre cellule : *HauteurCm*

◆ **Programmation VBA (à comprendre !)**

- **Remarque 1** : Lecture d'une voie analogique (Analog Input)

```
'Données de base
```

```
gain = 0
mode_ad = &H8010
carte = 512
adresse = 0
```

```
'Initialisation de la carte
```

```
x = Reset_carte(0, 0, carte, adresse)
```

```
'Choix de l'Entrée Analogique
```

```
voie_ad = 6 (température) ou 4 (hauteur) etc, selon les connexions réalisées (p4)
```

```
'Lecture de l'Entrée Analogique
```

```
x = Ainf(adata(0), voie_ad, gain, mode_ad, 0, carte, adresse)
```

```
'Récupération de la valeur en Volts
```

```
DistVolt = adata(0)
```

- **Remarque 2** : Mise à jour permanente et Arrêt comme sur la FICHE n°4.

Étapes :

- récupérer et afficher la valeur donnée par le capteur
- attendre (0,01s) pour "ralentir" l'acquisition ("gong" VBA)
- recommencer (dans une boucle "sans fin")

Déterminer la "résolution" de la carte : que pensez-vous de la précision de cette mesure ? ⇒ entre ds une cellule.

- **Travail demandé** : Conversion de la grandeur *DistVolt* (0-10 volts) en valeur physique *HauteurCm* (cm)

Ex : pour le capteur de distance, trouver l'équation de la droite :

$$\boxed{\text{Hauteur} = a * \text{DistVolt} + b}$$

Attribuer la variable *HauteurCm* à la cellule de votre choix. Exemple :

```
Cells(2, 2).Value = HauteurCm
```

$$\text{Résolution} = \frac{50 \text{ cm}}{65535}$$

FICHE n°6

7) **Combinaisons entre une Entrée Analogique et une Sortie TOR**

Vous utiliserez les macros précédentes (copier-coller) en modifiant les paramètres

Commande thermostatique dans l'enceinte chauffante (régulation Tout Ou Rien)

Fermer hermétiquement le boîtier de la lampe et placer la sonde de température à l'intérieur.

◆ **Objectifs**

On essaiera de réguler la température dans la boîte à une valeur de consigne saisie préalablement dans la feuille Excel.

◆ **Opérations à réaliser**

- Saisie du seuil dans une cellule d'Excel
- Acquisition de la température en boucle
- Affichage de l'heure dans une cellule de la feuille (avec les secondes)
- Allumer la lampe si la température est trop basse par rapport au seuil
- Commande thermostatique dans l'enceinte chauffante

◆ **Programmation VBA (en utilisant les macros précédentes)**

- **Première phase** : Lecture d'une voie analogique (Analog Input, *voie_ad* = 6)

Mise à jour permanente

Revenir en suite sur la feuille Excel pour y créer un bouton macro et l'essayer.

- **Deuxième phase** : Conversion de la grandeur *TempVolt* (0-10 volts) en valeur physique *Température* (°C)

Affecter le résultat de la conversion à une autre cellule que celle en Volts.

Ex : pour la sonde -25 °C à 150 °C : `TempDegrés = TempVolt * 175/10 - 25`

On vérifiera la cohérence de la conversion.

→ de 0 à 10V on va de
-25 à 150°C

Déterminer la "résolution" de la carte : que pensez-vous de la précision de cette mesure ?

- **Troisième phase** :

Affichage de l'heure dans une cellule de la feuille (avec les secondes)

```
'Affichage de l'heure
Cells(4, 4).Value = Time
```

Utiliser un format de cellule affichant les secondes.

Allumer la lampe si la température est trop basse par rapport au seuil

Commande thermostatique dans l'enceinte chauffante

Remarques sur l'évolution de la température par rapport au seuil utilisé.

- ① Copier/coller le bloc de distance
② changer "Dist" en "Temp", et en choisit les bonnes f

Si l'heure allumer
S → 15 + 100

$$\text{Résolu}^\circ = \frac{175}{65535} (150 + 25)$$

(parce que 25 bits)

FICHE n°7

OPÉRATIONS À RÉALISER EN FIN DE TRAVAIL

- ⊗ Faire une "Copie d'écran" de votre feuille de calcul Excel pour votre compte-rendu (voir **Page 4** ci-dessous)
- ⊗ Enregistrer et quitter Excel
- ⊗ Faire un **clic-gauche** sur la flèche verte de connexion USB en bas à droite de l'écran pour déconnecter correctement la carte DIGIMÉTRIE : 
- ⊗ Débrancher la prise USB de la carte DIGIMÉTRIE de la prise-rallonge USB placée sur l'avant du chariot ET BRANCHER LA CLÉ FOURNIE pour récupérer vos fichiers
- ⊗ Ne pas éteindre l'ordinateur ni fermer la session.

DOSSIER TECHNIQUE PERSONNEL

Rappel : L'impression devra se faire dans une autre salle. Utiliser la clé USB mise à votre disposition. Pour éviter des problèmes de virus les clés USB personnelles sont strictement interdites sur ce PC.

**Pour transférer vos fichiers sur réseau
à partir de la clé USB de TP,
utiliser le PC situé près de la sortie vers les vestiaires.**

Feuilles A4 à incorporer dans le dossier technique :

Chaque fiche correspond à une page unique (ou un peu plus) en respectant de préférence un cadre standard préparé à l'avance.

Page 1 : Page de garde au traitement de texte (en haut : Noms, Groupe, Lettres)

Page 2 : Réponse aux questions de la FICHE n°1

Page 3 : Réponse aux questions de la FICHE n°2

Page 4 : Copie d'écran de la feuille Excel avec légendes et commentaires

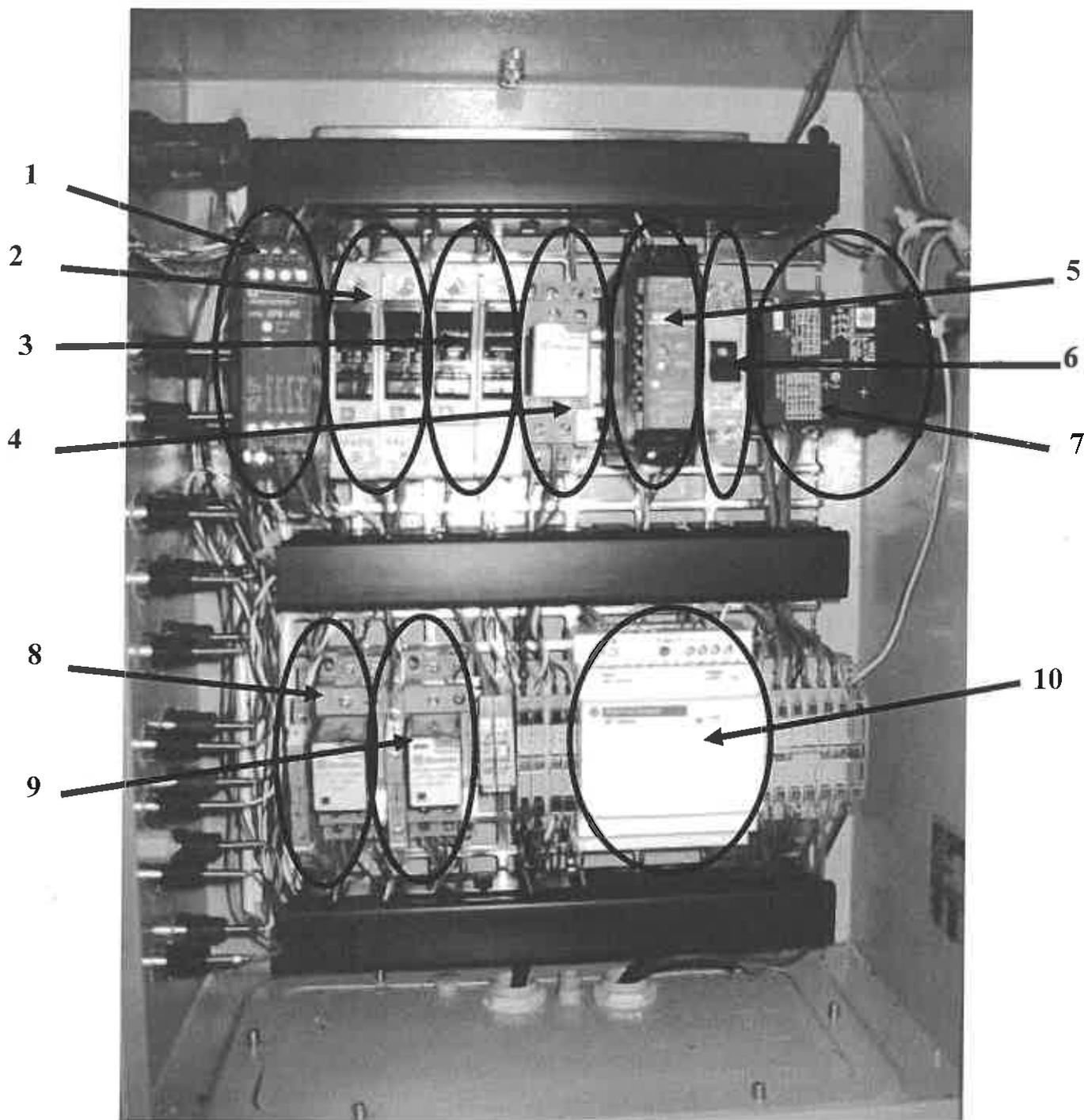
Méthode : Afficher l'écran à copier – Appuyer sur la touche "**Impr écran**" – Ouvrir une page **Word** – Coller l'image – Enregistrer sur une clé USB prêtée par l'enseignant.

Page 5 : réponses aux questions de la FICHE n°5 : mesure de distance, calibration du capteur, équation utilisée...

Page 6 : macro VBA commentée de la FICHE n°6 : régulation TOR d'une "enceinte climatique" et réponses aux questions posées

Page 7 : Fiche de commentaires techniques exprimant votre "avis de **l'ingénieur**" sur cette manipulation : réflexions, limites, améliorations et champs d'application des procédés utilisés, etc.

Auto - Cecile - Alexia

DESCRIPTION ARMOIRE ÉLECTRIQUE

1	Bloc de sécurité« PREVENTA »	6	Disjoncteur protection PRISES 2P+T (Non utilisé)
2	Protection circuits 250VAC	7	Sectionneur – Alimentation du coffret
3	Protection circuits 12VDC	8	Optocoupleur + Contacteur Puissance
4	Contacteur VOYANT ORANGE (colonne lumineuse)	9	Optocoupleur + Contacteur Puissance
5	Convertisseur de signaux	10	Alimentation 24VDC

**LES AUTRES ANNEXES
SONT SUR e-campus**

Automatisme
TP d'acquisition
TP de régulation

TP d'acquisitionMesure à l'aide d'une pt100

Expliquer succinctement dans un fichier Word le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'une pt100.

La sonde pt 100 est un thermomètre à résistance de platine. C'est un dispositif permettant de mesurer la température. Il est basé sur le fait que la résistance électrique du platine varie selon la température.

Que signifie RTD ? Que signifient « pt » et « 100 » ?

Resistance Temperature Detector. Pt pour platine et 100 parce que Pt100 ce thermomètre à résistance de platine a une résistance de 100 ohms à 0 °C.

Quel est le rôle du transmetteur ?

Il transforme le faible signal en tension 0-10 V ou en courant 4/20 mA interprétables par les automatismes ou les afficheurs numériques.

Sur le transmetteur, à quoi servent les réglages « ZERO » (ou « OFFSET ») et « SPAN » (ou « GAIN ») ? (cf document d'explication sur e-campus)

Ces réglages servent à calibrer la sonde.

Pourquoi les pt100 ont-elles généralement 3 fils ?

Pour corriger une erreur.

Pourquoi certaines ont 4 fils ?

Pour plus de précision.

A quelles températures peut-on utiliser une pt100 ?

Maximum 1100°C

(cf. sur <http://www.crouzet.fr/produits/microcontrôle/regulateurs-de-temperature/sondes-de-temperature/sondes-de-temperature-pt100-thermocouple.htm>)

Dans quels cas choisira-t-on plutôt une pt100 qu'un thermocouple ?

Le pt100 est plus précis, mais moins rapide. Utilisé en industrie pour faire des profils de températures.

Mesure à l'aide d'un thermocouple :

Expliquer succinctement le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'un thermocouple.

Les thermocouples ou couples thermoélectriques (CTE) sont, en physique, des couples de matériaux dont l'effet Seebeck est utilisé pour la mesure de température.

Quel sont les types les plus courants de thermocouples et leurs caractéristiques ?

Type E → Composition : Chromel (alliage nickel+chrome (10 %)) / Constantan (alliage nickel + cuivre (45 %))

Ce thermocouple est intéressant pour la mesure de températures basses. Il a également l'avantage de ne pas avoir de réponse magnétique.

Type J → Composition : Fer / Constantan (alliage nickel+cuivre)

Fonctionne bien dans le vide et dans une plage de température de 0 à 750 °C, mais n'est pas recommandé pour les basses températures, à cause de problèmes d'oxydation du fer et de l'azote

Type K → Composition : Chromel (alliage nickel + chrome) / Alumel (alliage nickel + aluminium (5 %) + silicium)

Thermocouple standard. Il permet une mesure dans une gamme de température large : -250 °C à 1372 °C. Il est bon marché.

Type N → Composition : nicrosil (alliage nickel + chrome (14 %) + silicium (1,5 %)) / nisil (alliage nickel + silicium (4,5 %) + magnésium (0,1 %))

Sa bonne stabilité et sa bonne résistance aux températures élevées (-270 à 1 300 °C) et à l'oxydation rendent ce thermocouple intéressant pour les mesures à hautes températures et dans le vide.

Type T → Composition : Cuivre / Constantan (alliage cuivre + nickel)

Ce thermocouple est particulièrement adapté pour une utilisation à basse température (-200 à 350 °C) comme pour des applications cryogéniques.

Qu'est-ce que la « soudure chaude » et la « soudure froide » ?

En instrumentation industrielle, on appelle la jonction des deux métaux « soudure chaude » (par exemple cuivre et constantan) ; c'est celle qui sera exposée à la T° à mesurer. L'autre, appelée « soudure froide », n'est autre que la connexion de la sonde thermocouple avec le module de traitement ou un bornier d'armoire intermédiaire (liaison du conducteur en constantan de la sonde et du fil de raccordement avec le module de calcul ; généralement du cuivre en électricité). C'est en fait un thermocouple « parasite » dont la différence de potentiel se soustrait à celle de la soudure chaude. Par construction, on placera cette soudure froide dans un milieu calorifugé et surtout équipé d'une régulation de température. La T° étant connu, on corrigera le signal de sortie du module de traitement des signaux.

Qu'est-ce que la compensation de soudure froide (CSF) ? Comment peut-elle être réalisée ?

Quel est le rôle du transmetteur ?

Il transforme le faible signal en tension 0-10 V ou en courant 4/20 mA interprétables par les automatismes ou les afficheurs numériques.

A quelles températures peut-on utiliser un thermocouple ?

Jusqu'à 2 320 °C.

Dans quels cas choisira-t-on plutôt un thermocouple qu'une pt100 ?

Le thermocouple est plus rapide, mais moins précis.

Pourquoi ces deux méthodes de mesure de la température (pt100 et TC) se sont-elles imposées ?

Préparation au TP : FICHE n°1

L'enseignant consultera un exemplaire de vos recherches en début de TP
PENSEZ À L'IMPRIMER

ATTENTION ; Préciser votre numéro de groupe en « entête » de votre document imprimé

1) Recherches en ligne :

11- Mesure d'une température dans une application industrielle :

Les deux capteurs utilisés dans l'industrie pour la mesure des températures sont les pt100 (RTD en anglais) et les thermocouples. Les composants industriels tels que les automates, les régulateurs, les centrales de mesures... reçoivent les informations « analogiques » des capteurs (températures, débits, pressions...) sous forme de signaux électriques. Le plus couramment sous forme d'une variation de courant de 4 à 20 mA, ou d'une variation de tension de 0 à 10 V.

Les questions suivantes vous permettront de savoir ce qui se passe en amont du composant industriel, dans le cas de la pt100 et des thermocouples.

Sauvegarder votre travail pour le compte-rendu final.

Rappel : Chaque nom de fichier devra commencer par votre n° de groupe (G1A1, G2F1 ou autre) suivi de "acquisition".

◆ Mesure à l'aide d'une pt100 :

- Expliquer succinctement dans un fichier Word le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'une pt100. *Dépendance TC aux résistance électrique des métaux (conducteurs de platine)*
- Que signifie RTD ? Que signifient « pt » et « 100 » ? *Platine qui donne 100 Ω à 0°C / Résistance TC Detch*
- Quel est le rôle du transmetteur ? *lien entre sonde et capteur*
- Sur le transmetteur, à quoi servent les réglages « ZERO » (ou « OFFSET ») et « SPAN » (ou « GAIN ») ? (cf document d'explication sur e-campus) *Zero = 4mA à 0°C la sonde et SPAN = 20 mA à 7°C*
- Pourquoi les pt100 ont-elles généralement 3 fils ? *2 rouge et 1 blanc (suffisant)*
- Pourquoi certaines ont 4 fils ? *Pour ⊕ de précision mais ⊕ cher*
- A quelles températures peut-on utiliser une pt100 ? *-200 à 800°C*
- Dans quels cas choisira-t-on plutôt une pt100 qu'un thermocouple ? *↓ à hauts pour calibrer la sonde*

◆ Mesure à l'aide d'un thermocouple :

- Expliquer succinctement le principe physique permettant la mesure d'une température à l'aide d'un thermocouple. *Tension électrique entre 2 métaux ⊕ 7°C au bout de ces 2 métaux*
- Quels sont les types les plus courants de thermocouples et leurs caractéristiques ? *J → Fe / K → Chromel / S / T → Cu*
- Qu'est-ce que la « soudure chaude » et la « soudure froide » ? *cf vers*
- Qu'est-ce que la compensation de soudure froide (CSF) ? Comment peut-elle être réalisée ?
- Quel est le rôle du transmetteur ? *lien entre sonde et capteur*
- A quelles températures peut-on utiliser un thermocouple ? *-40°C à 1600°C selon types*
- Dans quels cas choisira-t-on plutôt un thermocouple qu'une pt100 ?

Pourquoi ces deux méthodes de mesure de la température (pt100 et TC) se sont-elles imposées ?

12- Informations pour le compte-rendu :

Une grande importance sera donnée à la qualité du contenu de votre compte rendu (la forme doit rester simple). Ce texte ne doit pas être une simple réponse directe aux questions posées ; votre document devra permettre à un néophyte d'acquérir rapidement les connaissances essentielles sur ces méthodes de mesure très courantes dans l'industrie.

ATTENTION : Document à inclure dans votre CR.

Thermocouple

Soudure chaude = jonction de l'ensemble thermocouple exposée à la $T^{\circ}\text{C}$ à mesurer \Rightarrow jonction capteur.

Soudure froide = jonction connue (ou à 0°C) \Rightarrow jonction de référence - maintenue à $T^{\circ}\text{C}$

Transmetteur \rightarrow signal analogique. 4-20 mA \rightarrow boucle de courant (loop supply) ou 0-10 V.

Carte

Initiation Automatismes

TP n° 3 :

CELLULE FLEXIBLE D'ENCAISSAGEPILOTAGE D'UN ROBOT ET DE SON ENVIRONNEMENT

version 13/03/2013

OBJECTIFS

- Montrer les possibilités et les performances d'un robot industriel (vitesse d'exécution, entrées/sorties,...).
- Montrer la flexibilité de la cellule de travail en réalisant deux opérations très différentes :
 - manipulation d'un emballage agroalimentaire. À titre d'exemple, nous disposerons des boîtes sur une palette.
 - utilisation d'un crayon pour simuler un "fraisage 2D" en réalisant des dessins et écrire des textes.

Le TP permettra de concevoir ces manipulations, d'en assurer la programmation et de vérifier leur bon fonctionnement.

TECHNIQUES UTILISÉES

- Commande du robot en mode manuel, pas à pas et automatique, avec les logiciels KYNON et GALAAD.
- Langage de programmation KYNON (assimilable au BASIC), incluant les commandes du bras robotique et celles des différents éléments extérieurs au robot.
- Gestion d'entrées TOR (interrupteur et capteur de présence) et de sorties TOR (distributeurs pneumatiques, convoyeur).
- Paramétrage "fin" du logiciel GALAAD pour des opérations délicates ne faisant pas intervenir d'entrées/sorties.
- Optionnel : gestion d'entrées/sorties analogiques.

MATÉRIEL

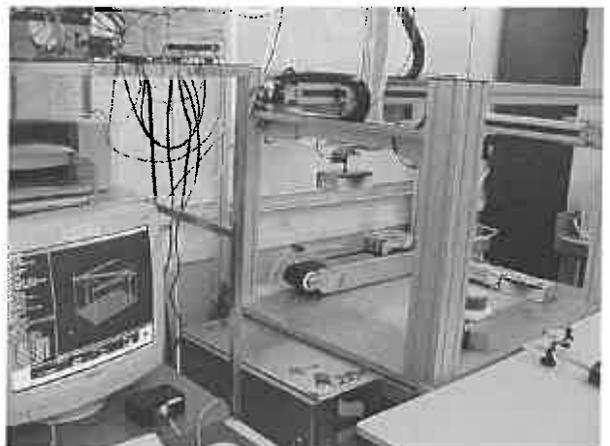
- Un robot SIGEA de type "CARTÉSIEN", relié à un micro-ordinateur par un câble série. Le boîtier inox de la "commande numérique" (CN) qui pilote le robot comporte, sur sa partie supérieure :
 - ✓ un bouton "coup de point" d'arrêt d'urgence (déblocage par rotation)
 - ✓ un bouton orange de "réarmement" (à utiliser à l'allumage ou après un arrêt d'urgence)
 - ✓ un bouton rouge marqué "marche" et un bouton noir marqué "arrêt" (programmables)

Chaque axe (X, Y et Z) est équipé d'une vis sans fin actionnée par un moteur électrique et de capteurs "fin de course" (asservissement en boucle ouverte).

Ce robot comporte une "ventouse Venturi" fixée sur l'axe Z. La manipulation des boîtes est réalisée par cette ventouse pneumatique montée sur un "1/4 de tour" pneumatique. Une pince pneumatique permet de saisir certains objets avec le bras robot.

Des circuits d'entrées/sorties TOR permettent à la commande numérique du robot de gérer directement les autres constituants de la cellule flexible.

- On peut fixer un "porte outils" magnétique (comparateur) sur la plaque en acier fixée au bout de l'axe Z : il permet de tester par exemple la précision du robot dans les phases de dessin et d'écriture.
- Un convoyeur permet l'arrivée de boîtes en continu dans la zone de travail ; il dispose d'un "fer à cheval" destiné à bloquer les boîtes avec précision (ATTENTION : FRAGILE !).
- Un capteur fournit une "présence-pièce" au robot à l'arrivée d'une boîte dans le "fer à cheval".



- Un bloc de 4 distributeurs 5/2 est relié au circuit d'air comprimé et piloté par des Opto-Coupleurs, eux-mêmes commandés par les entrées/sorties du robot. Deux de ces distributeurs commandent le ¼ de tour et la pince pneumatique fixés sur le bras du robot. Un troisième distributeur utilisé comme électrovanne actionne la ventouse.
- Un interrupteur (Entrée 3, tout en haut du tableau électrique) joue le rôle "d'autorisation de cycle".
- Un PC relié à l'unité centrale du robot par liaison RS232C. Il comporte les logiciels GALAAD, KYNON. Pour l'utilisation de GALAAD et de KYNON, un "dongle" (protection physique) est placé sur la sortie imprimante, à l'arrière du PC.
- Deux autres PC permettant l'utilisation des logiciels GALAAD et KYNON : n'étant pas reliés au robot et ne disposant pas de "dongle", ils permettent seulement de créer des trajectoires virtuelles vérifiées par l'enseignant et qui seront ensuite transférées et testées sur le PC du robot.

CONSIGNES IMPÉRATIVES DE SÉCURITÉ (À LIRE AVANT TOUTE MANIPULATION)

!!!! ATTENTION !!!!

Ce bras robotique peut atteindre une **vitesse importante** avec **une force de plusieurs kilos par cm² !!!**

Il existe donc **UN RÉEL DANGER** pour le matériel, mais surtout pour les personnes.

Par conséquent, **toujours se placer hors du champ d'action du bras** même s'il n'est pas en mouvement !!

Arrêt d'urgence du robot en cas de problème, choc ou risque de choc :

BOUTON COUP DE POINT sur le boîtier inox de la commande numérique (à gauche du robot).

Pour libérer le robot d'un arrêt d'urgence, il faut relâcher le COUP DE POINT (le tourner dans le sens des flèches), et le "réarmer" en appuyant sur le bouton orange. La réinitialisation du robot doit être réalisée par l'enseignant.

⬤* !!!! RE-ATTENTION !!!! ⬤*

Toujours garder une de vos nombreuses mains sur le bouton COUP DE POINT d'arrêt d'urgence pendant les exécutions et ouvrez l'œil !

Arrêt d'urgence sur le convoyeur : BOUTON ROUGE sur le convoyeur vers l'arrivée du câble secteur.

Arrêt d'urgence de la pression d'air en cas de problèmes (fuite du circuit d'air, par exemple) : BOUTON ROUGE sur le tableau électrique ou FERMER LA VANNE GÉNÉRALE d'arrivée d'air sur le mur, à gauche de l'écran.

Arrêt d'urgence de l'exécution d'un programme : BOUTONS D'ARRÊT présents à l'écran selon le logiciel utilisé (pas toujours instantané) ou BOUTON COUP DE POINT d'arrêt d'urgence du robot.

FICHE n°1A

1) Logiciel KYNON : pilotage manuel - Composants du robot et son environnement

11- Repérer...

...les montages électriques et pneumatiques figurant sur l'installation et préparer un schéma fonctionnel complet (pour la dernière partie du TP) sans rentrer dans les détails de câblage. Faire valider par un enseignant votre description de tous les éléments de l'installation.

12- Vérification des équipements de la cellule flexible

- Le convoyeur : l'avance est commandée par l'Opto-Coupleur n°4.
 - Passez en "forcé" l'Opto-Coupleur n°4 commandant le convoyeur. En mode automatique, l'Opto-Coupleur n°4 est en liaison avec la sortie binaire **A04** du robot.
- Le circuit d'air comprimé : les distributeurs 5/2 sont reliés aux Opto-Coupleurs n°1, n° 2 et n°5 (inters 3 positions).

TEST : Vérifier la mise sous pression du circuit d'air comprimé du laboratoire. Ouvrir la vanne d'arrivée de l'air comprimé sur le mur. Réarmer le bouton d'arrêt d'urgence du tableau électrique

 - Passez en "forcé" l'Opto-Coupleur n°5 commandant la "pince" ; faute d'un réducteur de débit, l'action de la pince (ouverture ou fermeture) est quasi instantanée. En mode automatique, l'Opto-Coupleur n°5 est en liaison avec la sortie binaire **A05** du robot.
 - Passez en "forcé" l'Opto-Coupleur n°1 commandant le "1/4 de tour" ; vérifier que la rotation est assez lente pour ne pas fausser la position des boîtes. La vitesse de rotation est modifiable par les "réducteurs de débit" situés près du distributeur 5/2. En mode automatique, l'Opto-Coupleur n°1 est en liaison avec la sortie binaire **A01** du robot.
 - Passez en "forcé" l'Opto-Coupleur n°2 commandant le distributeur 5/2 de la ventouse et vérifiez son fonctionnement (bruit permanent). En mode automatique, l'Opto-Coupleur n°2 est en liaison avec la sortie binaire **A02** du robot.
- L'interrupteur "présence pièce" : situé au bord du "fer à cheval" du convoyeur, il est connecté à la commande numérique du robot et la présence d'une boîte est détectée par l'entrée binaire **E5**.
- L'interrupteur "autorisation de cycle" : situé tout en haut du tableau électrique, il est connecté à la commande numérique du robot par l'entrée binaire (TOR) **E3**.

⊗ Document à fournir : Schéma fonctionnel complet de l'installation.

13- Familiarisation avec les déplacements manuels du robot

En mode manuel, déplacer chaque axe indépendamment :

- Pour une première prise en main, placer la tête à un point quelconque de l'espace de travail.

ATTENTION :

 - ⊗ **Toujours vérifier l'ABSENCE D'OBSTACLE sur les trajectoires**
 - ⊗ **Dans le cas de déplacements "délicats" (fin des descentes notamment), désactiver le mode "Continu" (en haut à droite) et choisir des pas de "1 mm" (un mm)**
 - ⊗ **NE JAMAIS METTRE LES MAINS DANS LA ZONE DE TRAVAIL PENDANT LES DÉPLACEMENTS**
- En consultant les coordonnées de vos points stratégiques sur les "afficheurs de position LED" verts tout en bas de l'écran, vérifier que :
 - ↪ Les X augmentent en allant à droite.
 - ↪ Les Y "augmentent" en allant vers vous (en négatif).
 - ↪ Les Z "augmentent" en descendant (en négatif).

FICHE n°1B

2) Logiciel KYNON : pilotage manuel & repérage des "points stratégiques" de l'encaissage

Remplir le tableau avec les coordonnées des points suivants :

- **Point "Maximum"** : déplacer le bras jusqu'à ce qu'il soit situé au X maximum (vers la droite, X = 600), au Y maximum (vers vous, Y = -500) et au Z maximum (vers le bas, Z = -350). Vérifier et noter les coordonnées de ce 1^{er} point stratégique.

X	Y	Z
600	-500	-350

En mode manuel, la vitesse de déplacement des axes X et Y augmente automatiquement sur les longs parcours.

Rq : On peut également cliquer sur les "afficheurs de position LED" verts tout en bas de l'écran pour saisir directement la position à atteindre si elle est connue.

- **Point "Convoyeur Bas"** : remonter Z suffisamment et redescendre doucement jusqu'à ce que la ventouse soit posée au centre d'une boîte placée sur le convoyeur, dans le "fer à cheval". Noter les coordonnées de ce 2^{ème} point stratégique.

144	-70	-278
-----	-----	------

RAPPEL : ⚠ Dans le cas de déplacements "délicats" (fin des descentes notamment), désactiver le mode "Continu" (en haut à droite) et choisir des pas de "1 mm" (un mm)

- **Point "Convoyeur Haut"** : actionner manuellement la ventouse pour prendre la boîte, remonter Z au maximum, puis actionner le ¼ de tour. Noter les coordonnées de ce 3^{ème} point stratégique.

144	-70	0
-----	-----	---

- **Point "Palette Bas"** : placer le bras au-dessus d'un des coins où la première boîte devra être posée et redescendre doucement jusqu'à ce qu'elle soit positionnée le plus bas possible. Noter les coordonnées de ce 4^{ème} point stratégique.

X-Y-Z Boîte 1		
596	-445	-350

Remarque : Bien réfléchir à ce point pour pouvoir déposer la "deuxième couche croisée".

- **Point "Palette Haut"** : désactiver la ventouse et le ¼ de tour, laisser la boîte posée à cet emplacement et remonter Z au maximum. Noter les coordonnées de ce 5^{ème} point stratégique

596	-445	0
-----	------	---

- Attention : pour placer les 3 boîtes côte à côte, puis sur un 2^{ème} rang, reprendre une boîte dans le "fer à cheval" avec la ventouse (point stratégique n°2) et noter sur la dernière page du poly les décalages constatés (en plus ou en moins) des X, des Y et/ou des Z pour les boîtes situées à côté et au-dessus de la première.

X-Y Boîte 2		
438	-445	/

X-Y Boîte 3		
545	-306	/

Voir dernière page pour noter les delta X, delta Y et delta Z

Z Boîte 4		
/	/	30"

- **Point "Fleur Bas"** : remonter Z suffisamment et redescendre doucement et à fond au-dessus de l'emplacement des "fleurs" en carton coloré jusqu'à ce que la ventouse soit positionnée au centre d'une "fleur". Noter les coordonnées de ce 6^{ème} point stratégique.

		-350
--	--	------

- **Point "Fleur Haut"** : remonter Z au maximum. Noter les coordonnées de ce 7^{ème} point stratégique

		0
--	--	---

- **Point "Date Bas"** : descendre le bras robot au dessus du "tampon dateur" jusqu'à ce que la pince soit positionnée autour du tampon. **Les valeurs pourront être de X=0, Y=-500, Z=-350.** Noter les coordonnées de ce 8^{ème} point. NE PLUS BOUGER LE TAMPON.

300	-200	0
-----	------	---

- **Point "Date Haut"** : remonter Z au maximum. Noter les coordonnées de ce 9^{ème} point stratégique

--	--	--

- **Point "Garage"** : se déplacer à votre guise pour localiser un point de "garage" en hauteur (Z = zéro) entre le convoyeur et la caisse. Pendant les temps morts des trajectoires, le point de "garage", sans aucun obstacle en dessous, servira de sécurité en cas de descente imprévue du bras. Noter les coordonnées de ce 10^{ème} point stratégique et laisser le bras en place.

--	--	--

FICHE n°2 : trajet 1

3) Logiciel KYNON : Programmation de l'encaissage (langage type Basic)31- *Étape 1 : premiers pas*

Écrire un "premier programme" de déplacement du bras du robot et comprendre l'enchaînement des opérations et les modes de travail.

32- Manipulation à réaliser

Bien lire les **deux** pages de la fiche n°2

Après avoir placé le bras en position "garage", le déplacer **DIRECTEMENT** et à vitesse réduite jusqu'au point "Maximum". Après une attente de 5 secondes, revenir à grande vitesse au point garage.

Toujours faire relire vos programmes par l'enseignant AVANT le transfert sur la clé USB et sur le robot

33- *Détail des opérations*

331- Utiliser un nom de fichier reprenant les lettres de votre groupe de TP :

Sauvegarder le fichier dans le dossier **Bureau\Tronc commun**.

Rappel : Chaque nom de fichier devra **commencer** par votre **n° de groupe** (G1A1, G2F1 ou autre) suivi de "**trajet1**" par exemple.

Après correction, vous copierez votre fichier SUR LA CLÉ USB FOURNIE PAR L'ENSEIGNANT pour ensuite le copier aussi sur le PC du robot. NE JAMAIS UTILISER VOS CLÉS PERSONNELLES (VIRUS !)

332- Écriture du programme

a) *Principes :*

La saisie est entièrement assistée : il est impossible de taper soi-même les ordres du programme.

Il suffit de cliquer sur la commande voulue dans la liste de *mots-clés* située au milieu de l'écran et de renseigner éventuellement les paramètres avant de valider. La nouvelle ligne s'insère *avant* la ligne courante (au dessus).

b) *Correction des erreurs :*

- Supprimer une ligne : cliquer sur la ligne à effacer, puis appuyer sur **Suppr**.
Rq : les numéros de lignes utilisés dans la commande GOTO sont mis à jour
- Modifier une ligne : ⇨ cliquer sur la ligne avec le **bouton droit** de la souris,
ou ⇨ cliquer sur la ligne, puis sur le mot-clé correspondant au milieu de l'écran et changer les paramètres.
- Copier/Coller une ligne : cliquer sur la ligne à copier (ou couper), puis utiliser les touches **Ctrl C** (ou **Ctrl X** pour couper) et donner la zone à prendre en compte : lignes X à Y. Cliquer sur la ligne où doit se faire le collage et utiliser **Ctrl V**.

333- Commandes élémentaires utilisables

- a) *Arrêt du programme* ⇨ *sauf en cas de boucle sans fin, l'arrêt du programme se fait automatiquement après la dernière instruction*
⇨ *sinon, on interrompra le programme en cliquant sur le "bouton rouge" d'interruption apparaissant en bas à droite de l'écran lors de l'exécution*

b) *Déplacer le bras en ligne droite vers un point : commande MOVE*

Pour des raisons de simplicité, nous avons choisi de travailler en coordonnées absolues : les coordonnées sont calculées par rapport au point "zéro" (en relatif, on calcule à partir du point précédent).

ATTENTION : bien préciser le Z (même égal à zéro) pour éviter des déplacements biaisés.

Le format de programmation d'un point est le suivant :

ex. : **MOVE TO X200 Y-75 Z-150**

Voir la suite sur la
page suivante

FICHE n°3 : trajet 2

34- Étape 2 : utilisation d'un actionneur TOR (tout ou rien)

- Compléter le programme de déplacement du bras du robot associé à l'activation de sorties TOR.
- Comprendre l'enchaînement des opérations et les modes de travail.

341- Manipulation à réaliser

**Déplacement d'une boîte depuis le convoyeur vers la caisse,
en vérifiant les points intermédiaires importants : points hauts, position finale de la boîte...**

- PRUDENCE : Placer une boîte dans le "fer à cheval" en actionnant le convoyeur à la main.
- En partant du point "garage", aller au point "convoyeur haut".
- Saisir une boîte avec la ventouse au point "convoyeur bas".
- Faire pivoter la boîte en activant le ¼ de tour.
- Déplacer avec précision la boîte vers un coin de la caisse, la positionner le plus bas possible et couper la ventouse pour lâcher la boîte.
- Revenir au point "garage" en veillant à ce que le ¼ de tour soit bien désactivé.

☺ Document à fournir : AUCUN, mais le fichier devra être enregistré sur clé USB et sur les disques durs des deux PC (connecté et non-connecté)

342- Commandes supplémentaires*a) Les variables de sortie*

Description	Nature
Distributeur 5/2 "¼ de tour"	Sortie A01
Distributeur 5/2 "ventouse"	Sortie A02
Distributeur 5/2 "pince"	Sortie A05
Mise en route "convoyeur"	Sortie A04

*b) Bloquer un distributeur 5/2 en position ouverte : commande **OUTPUT ON***

Utilisation de la sortie **A02** pour la ventouse (voir tableau ci-dessus)

ex. : **OUTPUT2 ON** Mise en marche de la sortie TOR n° 2.

*c) Bloquer un distributeur 5/2 en position fermée : commande **OUTPUT OFF***

ex. : **OUTPUT2 OFF** Arrêt de la sortie TOR n° 2.

Rappel :

**Toujours faire relire vos programmes par l'enseignant
AVANT la copie sur la clé et l'exécution sur le robot**

FICHE n°4 : trajet 3

35- Étape 3 : utilisation d'un capteur TOR

➤ Compléter le programme de déplacement du bras du robot associé à une entrée TOR.

351- Manipulation à réaliser

La décomposition de cette manipulation doit être la suivante :

- Placer le bras en position "garage"
- Activer l'avance du convoyeur
ATTENTION : pour être sûr que toutes les boîtes soient bien "plaquées" dans le "fer à cheval", on fera suivre la détection "présence pièce" d'une PAUSE pour que le convoyeur continue d'avancer quelques instants.
- Déclencher la trajectoire lorsque l'interrupteur "présence pièce" est activé : "**arrêt convoyeur**" (avec pause) – "fer à cheval + ventouse" – "rotation" – "position 1^{ère} boîte" – "arrêt rotation" – "garage" en respectant les passages par les points hauts ⇨⇨⇨⇨ suite page suivante...

Cette programmation doit répondre aux contraintes et être la plus courte possible, donc la plus réfléchie !

☺ Document à fournir : AUCUN, mais le fichier devra être enregistré sur clé USB et sur les disques durs des deux PC (connecté et non-connecté)

352- Commandes supplémentaires

a) *Les variables d'entrée*

Description	Nature
Bouton opérateur "autorisation du cycle"	Entrée E3
Interrupteur "présence pièce"	Entrée E5

ATTENTION : en cas de simulation, les entrées ne sont pas reconnues et arrêtent l'exécution de la trajectoire. On poursuit l'exécution avec "Entrée".

b) *Surveiller l'activation de l'entrée TOR : commande **WAIT UNTIL***

Utilisation de l'entrée **E3** ou **E5** (tableau ci-dessus)

ex. : **WAIT UNTIL INPUT 3 ON** Attente de la fermeture du contact en entrée TOR n° 3.

Facultatif { c) *Surveiller l'activation de l'entrée TOR et "sauter" à une autre ligne : commande **IF / GOTO***
ex. : **IF INPUT 5 ON GOTO 25** Attente de la fermeture du contact en entrée TOR n° 5, puis saut à la ligne n°25 (on peut aussi utiliser un LABEL). }

d) *Poser un repère dans le programme : commande **LABEL***

Permet de réaliser un saut à un endroit du programme sans utiliser les numéros de ligne (qui peuvent changer).

ex. : **LABEL 'TITI'** Cette étiquette "TITI" peut-être atteinte par un GOTO.

e) *Appel d'un BLOCK : commande CALL*

Permet de lancer les commandes d'un block au sein d'une boucle.

ex. : **CALL 'REPRISE'** Saut au block qui s'exécute entièrement, puis retour à la ligne suivant le CALL.

f) *Appeler un BLOCK avec un décalage de position : commande CALL (X Y Z)*

Permet de lancer la même trajectoire successivement à partir d'origines différentes.

ex. : **CALL 'REPRISE' Xxx Yyy Zzz** Exécute le BLOCK avec un décalage du X, du Y et/ou du Z, puis retour à la ligne suivant le CALL.

g) *Lancer un BLOCK selon une condition : commande IF / (GOTO) GOSUB avec RETURN*

Permet de réinitialiser un compteur au début d'une boucle.

ex. : **IF COUNTER 1 = 1 GOSUB 'P1'** Lorsque le compteur n°1 est à 1, saut au LABEL 'P1'.

.....

LABEL 'P1'

CALL 'REPRISE'

RETURN

.....

Permet d'atteindre le CALL.

Lancement du BLOCK nommé "REPRISE"

Retour à la ligne qui suit le IF

RAPPEL !!!

**Toujours faire relire vos programmes par l'enseignant
AVANT la copie sur la clé et l'exécution sur le robot**

FICHE n°6 : trajet 5

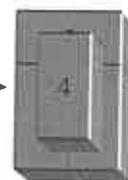
37- Étape 5A : Ébauche du programme final ⇨ mise en caisse de 4 boîtes + la fleur

- Compléter le programme permettant d'utiliser toutes les entrées/sorties mises à disposition et (presque) toutes les étapes de l'encaissage.

371- Manipulation à réaliser

La décomposition de cette manipulation doit être la suivante :

- Placer le bras en position "garage"
- Surveiller l'activation de l'interrupteur "autorisation de cycle", puis activer l'avance du convoyeur
- Reprendre le programme précédent des trois boîtes du fond de la caisse
- Placer la 4^{ème} boîte au dessus et au centre des 3 précédentes en utilisant toujours le même BLOCK de lignes de programmation
- "Datage", prise, et dépose d'une "fleur" sur la 4^{ème} boîte et retour "garage"
- Surveiller l'activation de l'interrupteur "autorisation de cycle" pour repartir au début du cycle après avoir changé de caisse...



Cette programmation doit répondre aux contraintes et toujours être la plus courte possible.

372- Indications complémentaires :

- Nouvelle contrainte : "autorisation de cycle". Cette contrainte doit interdire le lancement du cycle si la commande opérateur "autorisation de cycle" n'est pas enclenchée.*
- Pour la boîte de 2nd niveau dans la caisse, il faudra décaler l'exécution du BLOCK de la pose des boîtes en modifiant le X, le Y, mais aussi le Z.*
- La pose de la "fleur datée" en fin de cycle représente l'ultime opération indiquant la fin de l'encaissage. La caisse étant pleine, il faut l'enlever et la remplacer par une caisse vide : l'utilisation de l'interrupteur "autorisation de cycle" par l'opérateur est donc indispensable ! Enfin, un nouveau cycle doit recommencer ce qui signifie le retour du programme au début.*

373- Impression du programme

KYNON ne permet pas d'imprimer directement le programme réalisé. Le listing des commandes de votre programme se trouve dans un fichier du dossier C:\Galaad :

- Dans l'Explorateur Windows, dans le dossier C:\Galaad, double-cliquer sur le fichier **Kinon.kub** pour l'ouvrir : il contient le fichier présent à l'écran de **Kinon**

Rq : Attention, certains ordres peuvent se trouver transformés par cette opération ; bien vérifier toutes les lignes (notamment les vitesses...)

- Sélectionner *toutes les lignes* avec **Ctrl A** et les copier dans **Word** pour la mise en page finale.

⊗ Document à fournir : Copie d'écran de KYNON avec légendes et commentaires.

Voir explication de la copie d'écran en dernière page

⊗ Document à fournir : Listing du programme définitif avec explications (manuscrites ou non)
Résultats obtenus et remarques pertinentes

FICHE n°6 bis : trajet 5 optionnel

38- Étape 5B OPTIONNELLE : Programme complet ⇒ mise en caisse de 6 boîtes + la fleur

- Compléter le programme permettant d'utiliser toutes les entrées/sorties mises à disposition et toutes les étapes de l'encaissage.

381- Manipulation à réaliser

La décomposition de cette manipulation doit être la suivante :

- Placer le bras en position "garage"
- Surveiller l'activation de l'interrupteur "autorisation de cycle", puis activer l'avance du convoyeur
- Reprendre le programme précédent des trois boîtes du fond de la caisse
- Placer les trois autres boîtes au dessus des 3 précédentes et "croisées" →
- en utilisant un autre BLOCK de lignes de programmation tenant compte de la hauteur différente (Delta Z)
- Prise, "datage" et dépose d'une "fleur" sur la caisse pleine et retour "garage"
- Surveiller l'activation de l'interrupteur "autorisation de cycle" pour repartir au début du cycle après avoir changé de caisse...



Cette programmation doit répondre aux contraintes et toujours être la plus courte possible.

382- Indications complémentaires :

- Nouvelle contrainte : "autorisation de cycle". Cette contrainte doit interdire le lancement du cycle si la commande opérateur "autorisation de cycle" n'est pas enclenchée.*
- Pour le 2nd niveau de boîtes dans la caisse, il faudra décaler l'exécution du BLOCK de la pose des boîtes en modifiant le Z et en modifiant les X et Y du premier niveau de boîtes.*
- La pose de la "fleur datée" en fin de cycle représente l'ultime opération indiquant la fin de l'encaissage. La caisse étant pleine, il faut l'enlever et la remplacer par une caisse vide : l'utilisation de l'interrupteur "autorisation de cycle" par l'opérateur est donc indispensable ! Enfin, un nouveau cycle doit recommencer ce qui signifie le retour du programme au début.*

383- Impression :

Voir paragraphe 373 page précédente

⊗ Document à fournir : Copie d'écran de KYNON avec légendes et commentaires.

Voir explication de la copie d'écran en dernière page

⊗ Document à fournir : Listing du programme définitif avec explications (manuscrites ou non)
Résultats obtenus et remarques pertinentes

FICHE n°7 : fraisage

4) Logiciel GALAAD : dessin ou écriture**41- Objectif**

Réaliser une opération de dessin et d'écriture permettant de simuler un "fraisage" et tester la précision du robot. La phase importante de cette opération sera de déterminer avec exactitude la hauteur à laquelle le robot va placer son axe Z pour écrire sur le plan de travail.

42- Création du fichier

**Trop haut : pas de trace !
TROP BAS : DÉTÉRIORATION DU MATÉRIEL !!!!**

Démarrer le logiciel GALAAD dont l'icône est située sur l'écran dans le dossier **Galaad**.

- Ouvrir un nouveau projet (**Fichier Nouveau**) et spécifier la taille du papier (X = 210 mm, Y = 297 mm), ainsi que "l'épaisseur" du plan d'écriture, c'est à dire la hauteur de remontée du Z entre les lettres (Z = 1 mm).
Si l'écran affiche 4 vues différentes de la zone de travail (côtés, haut, 3D), désactiver ce mode en cliquant sur le menu **Affichage Vue quadruple** ; ceci permet d'avoir une zone de travail plus grande à l'écran.
- Sur ce projet vierge commencer par désactiver la "grille" d'aimantation pour bénéficier de plus de liberté de déplacement : **Dessin Grille magnétique** ▶ **Régler...** décocher **Activer grille**.
- Dans l'espace délimité par la feuille A4, dessiner un carré et un rond d'environ 19 cm de large, puis y créer un texte aussi grand que possible comportant vos prénoms en police **Standard light** (par défaut).
Remarque : quand on sélectionne un outil (cercle, rectangle...) on s'en "débarrasse" en appuyant sur ECHAP
- Enregistrer en utilisant le nom de votre groupe de TP (G1A1, G2F1 ou autre).

43- Mise en place AVEC L'ENSEIGNANT

Avec l'enseignant, placer sur le bas de l'axe Z le support magnétique ("comparateur") équipé du stylo. Fixer également une feuille de papier A4 (21 cm par 29,7 cm) sur le plan de travail du robot.

44- Préparation de la phase d'écriture/dessin AVEC L'ENSEIGNANT

Déterminer l'ORIGINE PIÈCE : il faut commencer par indiquer à GALAAD où se trouve l'origine (en fait, le coin supérieur droit de la feuille A4). Compte tenu de la "rallonge" que représente l'outil fixé sur l'axe Z, il est également important d'indiquer la hauteur PRÉCISE à laquelle doit s'effectuer l'écriture.

- Sélectionner tous les "objets" réalisés en gardant la touche SHIFT enfoncée (ils deviennent rouges).
- Cliquer à gauche de l'écran sur l'icône verte "Profondeur / vitesse / outil" pour **préciser** une vitesse d'avance de 20 mm/s (après essai réussi, on pourra aller jusqu'à 40 mm/s : attention aux frottements si le plan de travail n'est pas parfaitement plat !). Vérifier que la **Profondeur Z** soit bien à un 1 mm.
- Cliquer sur l'onglet **Origine pièce** : la feuille blanche doit apparaître sur le fond gris. On dispose des boutons de déplacement manuels qui permettent de placer "l'origine pièce" dans le coin, en haut à gauche de la feuille :
 - pour l'**exécution** sur robot, placer avec précision la pointe du stylo sur le coin supérieur gauche de la feuille : descendre Z jusqu'à ce que le stylo touche la feuille sans forcer (mm par mm). Cliquer alors sur **XYZ - OK**. À cet instant, le bras robot remonte de quelques mm pour se placer en attente.
 - On pourra **Mémoriser** ce point d'origine pour pouvoir le **Rejoindre** directement par la suite.

45- Essai à réaliser PAR L'ENSEIGNANT EN TOUTE FIN DE TP

- Si le bras n'est pas au point d'origine déterminé précédemment, cliquer sur **Reprendre** (en cochant X, Y et Z) pour choisir le point mémorisé, puis sur **Rejoindre** pour que le bras s'y rende.
- Avec l'enseignant, cliquer sur **LANCEMENT DE L'USINAGE** et suivre attentivement les déplacements.

⊗ Documents à fournir : Copie d'écran de GALAAD en **Affichage Vue quadruple** avec légendes et commentaires.

Feuille du dessin réalisé sur le robot (voir explication de la copie d'écran page suivante).

OPÉRATIONS À RÉALISER EN FIN DE TRAVAIL POUR LE DERNIER GROUPE

- Couper l'alimentation du robot grâce au bouton situé sur la face arrière du boîtier inox de la commande numérique (près du mur).
- Éteindre l'interrupteur de la prise multiple fixée sur le pied du Robot.
- Fermer la vanne d'air comprimé.
- Mettre les Opto-Coupleurs en position centrale (arrêt).
- RANGER LES CHAISES !
- Ne pas éteindre l'ordinateur ni fermer la session.

Rappel : L'impression devra se faire dans une autre salle : utiliser la clé USB mise à votre disposition. Pour éviter des problèmes de virus les clés USB personnelles sont strictement interdites sur les PC.

**Pour transférer vos fichiers sur réseau
à partir de la clé USB de TP,
utiliser le PC situé près de la porte des vestiaires.**

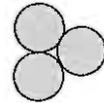
DOSSIER TECHNIQUE PERSONNEL

Feuilles A4 à incorporer dans le dossier technique :

Chaque fiche correspond à une page unique (ou un peu plus) en respectant de préférence un cadre standard préparé à l'avance.

- **Page 1** : Page de garde au traitement de texte
- **Page 2** : Fiche du **schéma fonctionnel** complet de l'installation (avec explications)
- **Page 3** : Copie d'écran de **KYNON** avec légendes et commentaires
 - ↳ Méthode : Afficher l'écran à copier – Appuyer sur la touche "**Impr écran**" – Ouvrir une page **Word** – Coller l'image – Enregistrer sur une clé USB prêtée par l'enseignant..
- **Pages 4, 4bis, etc.** : **Étape finale sur KYNON** ⇔ Listing commenté (sur plusieurs pages)
 - ↳ Méthode : Afficher le fichier de la dernière trajectoire dans le dossier **Tronc Commun** – Faire un clic-droit dessus et choisir "**Ouvrir avec**" **Bloc Note** – Sélectionner tout avec **Ctrl A** et **Copier** – Ouvrir une page **Word** – Coller le listing – Enregistrer sur la clé USB prêtée par l'enseignant..
- **Page 5** : Copie de l'**écran principal de GALAAD** (Vue quadruple) avec légendes et commentaires
Voir méthode de la page 3 ci-dessus ↑.
- **Page 6** : Feuille (dessin et texte) réalisée avec GALAAD
- **Page 7** : Fiche de commentaires techniques généraux exprimant l'avis de **l'ingénieur** : pour les 2 logiciels utilisés, limites, suggestions, réflexions, améliorations, champs d'application des procédés utilisés, etc.

UN EXEMPLE DE PROGRAMME :
Rangement décalé de 3 boîtes rondes

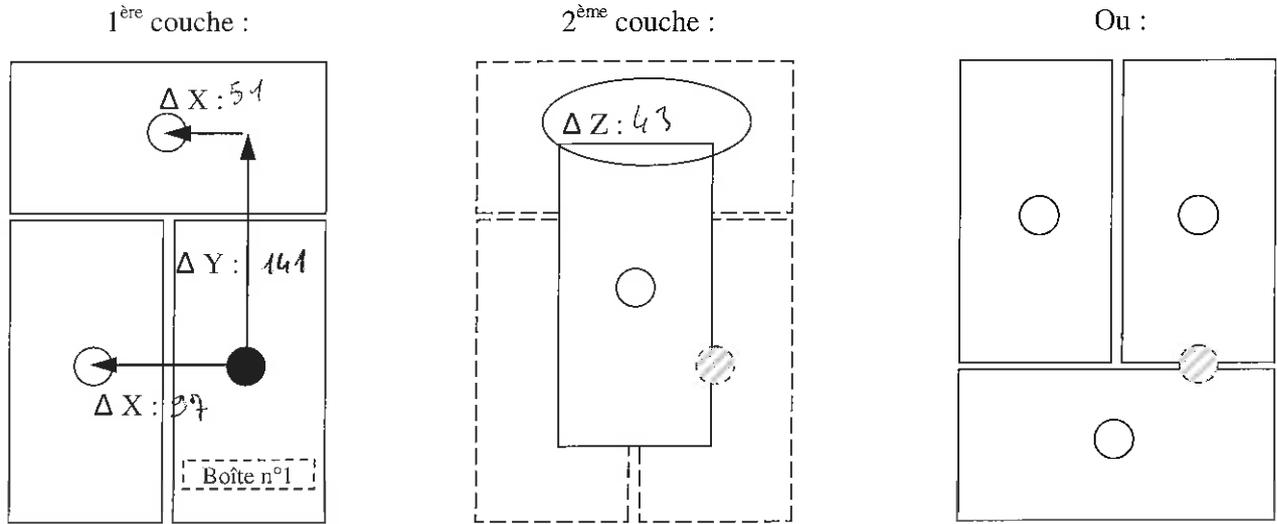


Listing du programme :

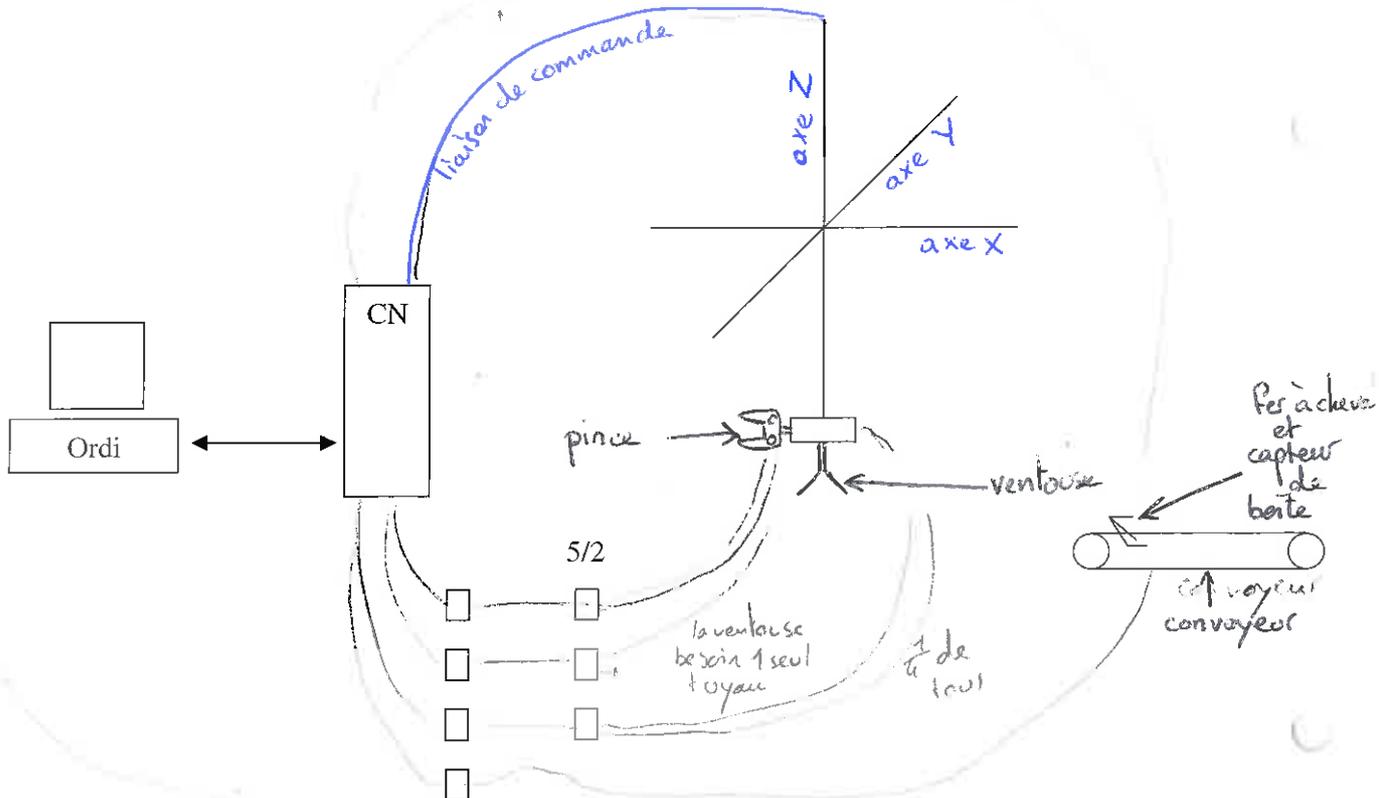
```

REM Mise en caisse 3 boîtes .....Ligne de commentaire
COUNTER 1 = 0 ..... Initialisation du compteur n°1
REM Retour de boucle
LABEL <DEBUT> ..... Étiquette pouvant être atteinte par un GOTO
COUNTER 1 + 1 ..... Ajout de 1 au compteur n°1
REM Garage
MOVE TO X250 Y-350 Z0 ..... Déplacement
REM Arret
IF COUNTER 1 = 4 GOTO <END> ..... Arrêt du programme si le compteur est à 4
WAIT UNTIL INPUT2 ON ..... Attente d'une entrée (ex : "présence pièce")
REM convoyeur haut
MOVE TO X189.65 Y-130.3 Z0 ..... Point "haut"
REM convoyeur bas
SPEED 0,005 ..... Ralentissement de la vitesse de descente
MOVE TO X189.65 Y-130.3 Z-238.35 ..... Point "bas"
OUTPUT3 ON ..... Activation d'une sortie (ex : "ventouse")
PAUSE 2 ..... Attente de sécurité de deux secondes
REM Convoyeur haut
SPEED 0,01 ..... Accélération de la vitesse d'exécution
MOVE TO X189.65 Y-130.3 Z0 ..... Point "haut"
IF COUNTER 1 = 1 GOSUB <B1> ..... Choix du programme à lancer selon l'ordre d'arrivée
IF COUNTER 1 = 2 GOSUB <B2> ..... de la boîte (première, seconde ou troisième)
IF COUNTER 1 = 3 GOSUB <B3> ..... Saut aux LABELS "B1", "B2" ou "B3"
REM Boucle
GOTO <DEBUT> ..... Retour au LABEL "DEBUT" après passage par les IF
REM Positions boîtes
LABEL <B1> ..... Lancement si le COUNTER est à 1
CALL <CAISSE> X0 Y0 Z0 ..... Exécution du BLOCK "CAISSE" (voir plus bas) sans décalage
RETURN ..... Retour à la ligne qui suit le IF correspondant
LABEL <B2>
CALL <CAISSE> X0 Y40 Z0 ..... Exécution du BLOCK "CAISSE" avec décalage des Y
RETURN
LABEL <B3>
CALL <CAISSE> X20 Y20 Z0 ..... Exécution du BLOCK "CAISSE" avec décalage des X et des Y
RETURN
REM Programme de pose
BLOCK <CAISSE> ..... Groupe de commandes appelé par un ordre CALL
REM caisse haut
MOVE TO X530 Y-400 Z0 ..... Point "haut"
REM caisse bas
SPEED 0,005 ..... Ralentissement de la vitesse de descente
MOVE TO X530 Y-400 Z-250 ..... Point "bas"
OUTPUT3 OFF ..... Désactivation d'une sortie (ex : "ventouse")
PAUSE 1 ..... Attente de sécurité d'une seconde
REM caisse haut
SPEED 0,01 ..... Accélération de la vitesse d'exécution
MOVE TO X530 Y-400 Z0 ..... Point "haut"
END BLOCK ..... Fin du groupe de commandes
    
```

Schéma d'aide aux calculs de distances :



*oilé
pneumatique 5/2 positions*



⚠ Sur le bloc note, les vitesses sont multipliées par 1000