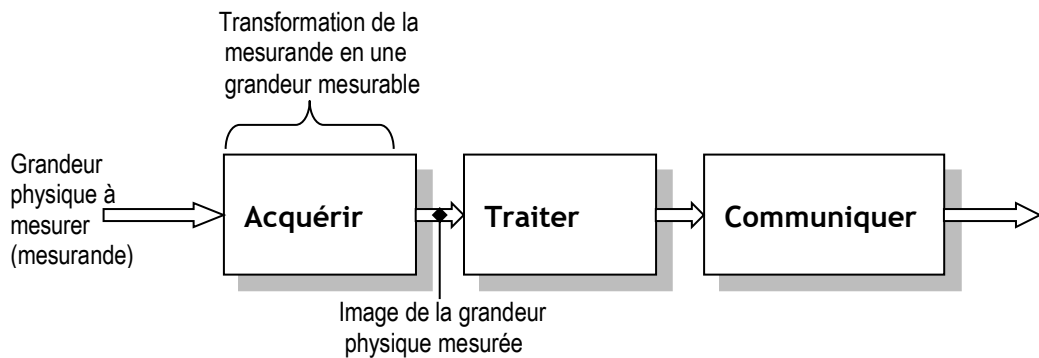


# CAPTEURS

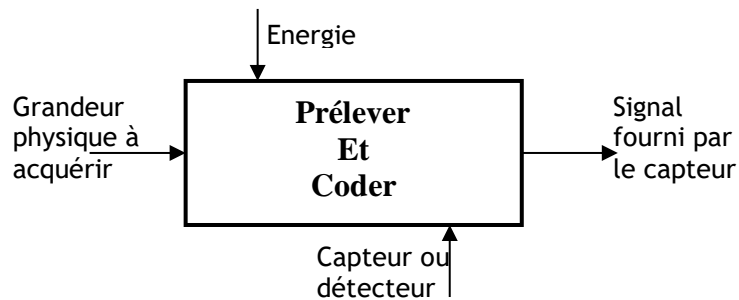
## Acquisitions de l'information



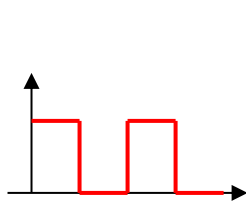
La fonction « acquérir » est assurée par les capteurs ou détecteurs.

### I- Capteurs

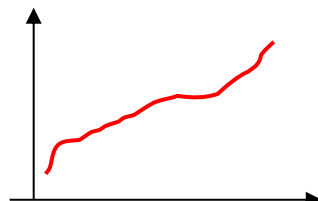
Un capteur est un organe de prélèvement d'informations. Il fournit à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique (généralement électrique).



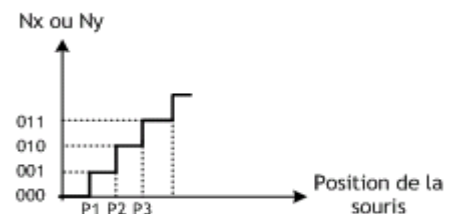
L'image informationnelle à la sortie du capteur peut être : **analogique, logique ou numérique**



Une information **logique** n'a que deux états distincts notés : vrai ou faux (0 ou 1)  
Exemples : présence, seuil



Une information **analogique** dont l'état peut varier de manière continue  
Exemples : vitesse, position



Une information **numérique** dont l'état peut varier de manière discontinue.

### II- caractéristique des capteurs

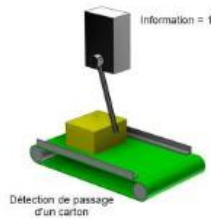
Certains paramètres sont communs à tous les capteurs. Ils caractérisent les contraintes de mise en œuvre et permettent le choix d'un capteur :

- **L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- **La sensibilité** : ce paramètre caractérise la capacité du capteur à détecter la plus petite variation de la grandeur à mesurer. C'est le rapport entre la variation  $\Delta V$  du signal électrique de sortie pour une variation donnée  $\Delta \Psi$  de la grandeur physique d'entrée :  $S = \Delta V / \Delta \Psi$
- **La fidélité** : Un capteur est dit fidèle si le signal qu'il délivre en sortie ne varie pas dans le temps pour une série de mesures concernant la même valeur de la grandeur physique  $\Psi$  d'entrée. Il caractérise l'influence du vieillissement.
- **Le temps de réponse** : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie commande.

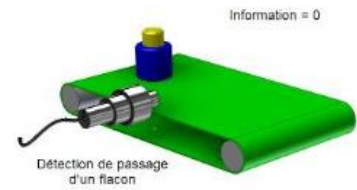
### III- Capteurs Tout Ou Rien (TOR)

De manière très simplifiée, deux grandes catégories de détecteurs sont principalement mises en œuvre :

#### Les capteurs avec contact



#### Les capteurs sans contact



### 3.1 Détecteurs de position avec contact

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi **interrupteurs de position**, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. On parle aussi de **détecteurs de présence**.

Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et muni d'un système de commande ou **tête de commande**.

#### Symbole



#### Détections

Tout objet solide

#### Utilisations

Les plus significatives se rencontrent dans la mécanique et la machine-outil (usinage, manutention, levage), dans l'agro-alimentaire et la chimie (conditionnement, emballage), sur des types d'applications relevant de :

- la détection de pièces machines (comes, butées, pignons)
- la détection de balancelles, chariots, wagons
- la détection directe d'objets

#### Principe

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.

De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multi direction

### De multiples têtes sont disponibles :

rectiligne	angulaire	multidirections
commande à poussoir métallique	commande à levier à galet thermoplastique 1 sens d'attaque latéral	commande à levier à galet thermoplastique
commande à poussoir à galet en acier		commande à tige souple à ressort

The image shows five different models of position detectors, each with a unique head design. From left to right: 1. A detector with a metal push-button head. 2. A detector with a steel roller head. 3. A detector with a thermoplastic lever head. 4. A detector with a thermoplastic roller head. 5. A detector with a flexible stem and spring head.

### 3.2. Détecteurs de position sans contact

#### a- Détecteur de proximité inductif

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

#### Avantages

- pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manoeuvres
- détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche)
- très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante)



#### Détections

Tout objet métallique

#### Portée de détection

- jusqu'à 50mm pour les plus courants
- dépend de l'épaisseur des objets

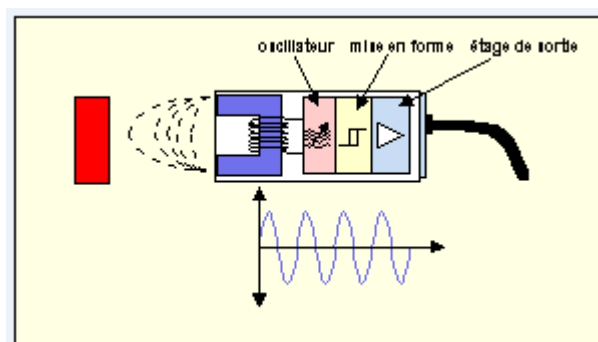
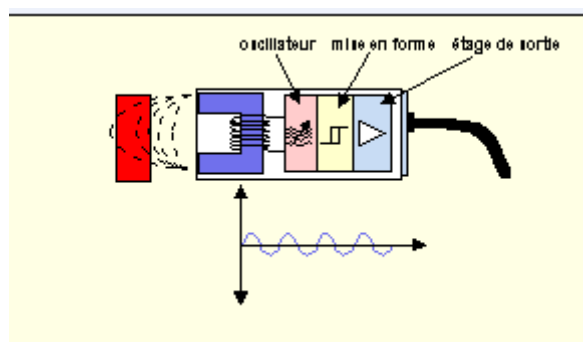
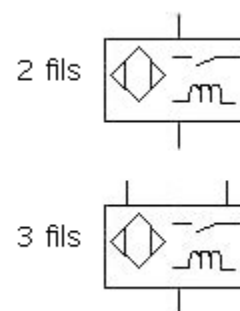
#### Utilisations

Machine-outil, robotique, chimie fine, agro-alimentaire, domaines d'applications de l'usinage, manutention, assemblage, convoyage.

#### Principe

La technologie des détecteurs de proximité inductifs est basée sur la **variation d'un champ magnétique** à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique.

#### Symbole



## b. Détecteur de proximité capacitif

Les détecteurs capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de **tous types d'objets**.  
L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.



### Avantages

- pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manoeuvres
- détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche)
- très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante)

### Détections

toute matière

### Portée de détection

- jusqu'à 50mm pour les plus courants
- dépend de l'épaisseur des objets

### Technologie

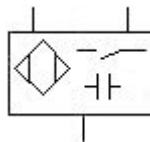
- 3 fils. On prendra soin d'identifier le type de logique utilisée par les unités de traitement

### Utilisations

- contrôle de remplissage de liquides dans des flacons ou des cuves
- détection de la présence de matériaux pulvérulents dans des trémies

Les domaines d'utilisation les plus significatifs se rencontrent dans l'agro-alimentaire, la chimie, la transformation des matières plastiques, le bois, les matériaux de construction.

### Symbole



### Principe

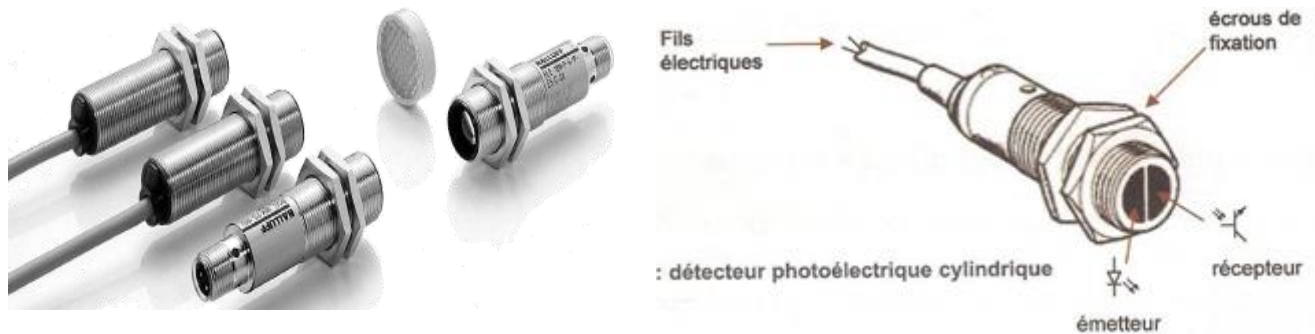
La technologie des détecteurs de proximité capacitifs est basée sur la **variation d'un champ électrique** à l'approche d'un objet quelconque.

### c. Détecteur de proximité photoélectrique

Un détecteur photoélectrique réalise la détection d'une cible, qui peut être un objet ou une personne, au moyen d'un faisceau lumineux.

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

La détection est effective quand l'objet pénètre dans le faisceau lumineux et modifie suffisamment la quantité de lumière reçue par le récepteur pour provoquer un changement d'état de la sortie.



Elle est réalisée selon deux procédés :

- blocage du faisceau par la cible
- renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible

#### Avantages

- pas de contact physique avec l'objet détecté
- détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures
- détection à très grande distance
- sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A
- généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement

#### Détections

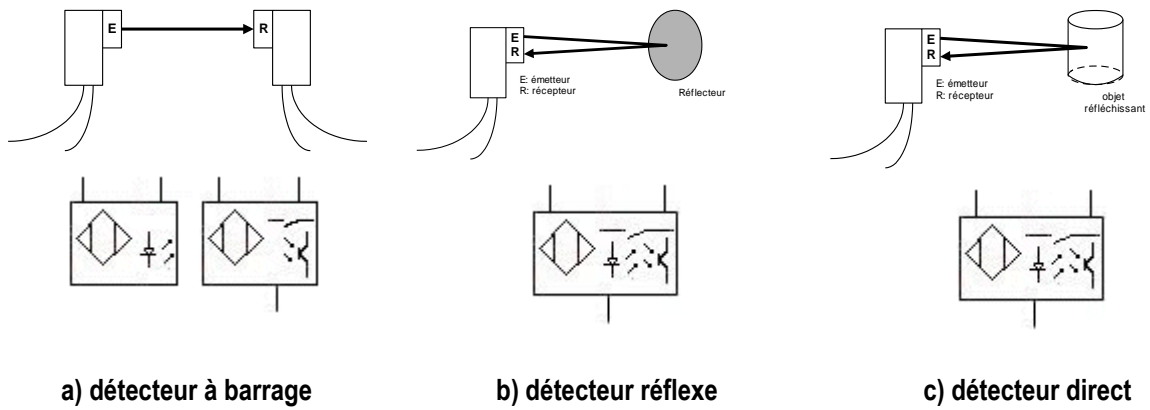
- tout objet
- dépend de l'opacité et de la réflexion de l'objet

#### Portée de détection

- jusqu'à plusieurs mètres
- dépend du système employé

#### Utilisations

- détection d'objets et de produits dans la manutention et le convoyage
- détection de pièces dans les secteurs de la robotique
- détection de personnes, de véhicules ou d'animaux dans les secteurs des ascenseurs et du bâtiment en général

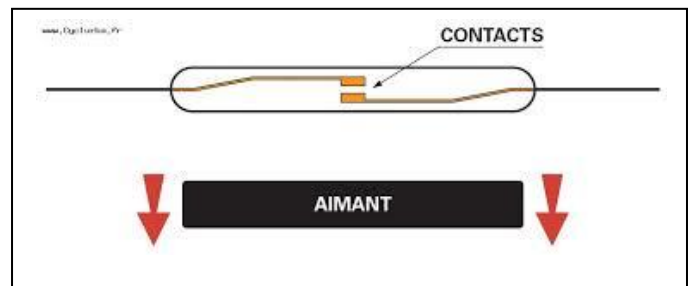


#### d. Les Interrupteurs à Lame Souple (I.L.S)

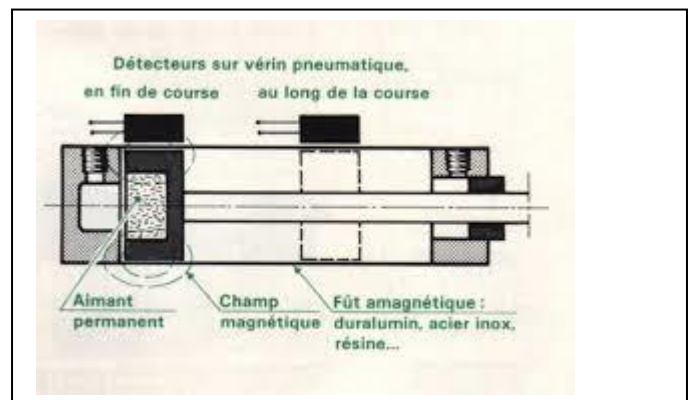
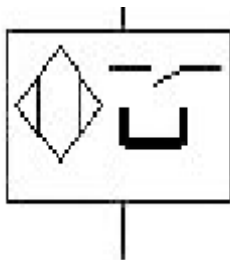
On les appelle également : Détecteurs de proximité magnétiques

Un champ magnétique appliqué au détecteur, polarise les 2 lames souples en sens opposé, elles s'attirent et ferment le circuit électrique.

Ces capteurs sont utilisés aussi pour la détection de la fin de course des vérins. Le détecteur est directement monté sur le corps du vérin



#### Symbole



### 3.3 Raccordement des capteurs

Un certain nombre de capteurs (dont ceux qui précèdent) ont besoin d'une source d'énergie pour fonctionner. C'est le système automatisé qui va fournir cette énergie.

#### a. Technique 2 fils

Les capteurs sont alimentés en serie avec la charge à commander  
Disponibles en version DC , AC , AC/DC

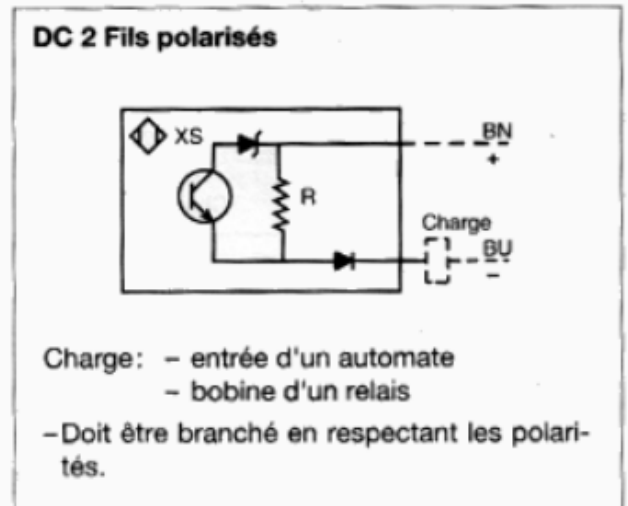
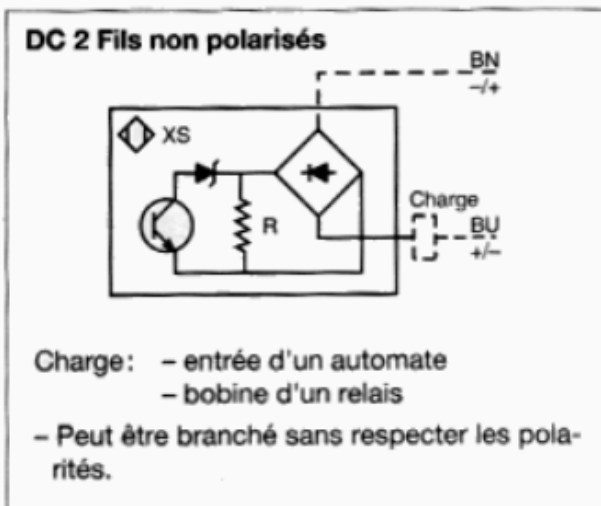
**Avantage** : branchement simple en DC, raccordement indifférent sur entrée API à logique d'entrée positive ou négative pas polarisé

**Inconvénient** : Courant résiduel à l'état bas et une tension de déchet à l'état haut.

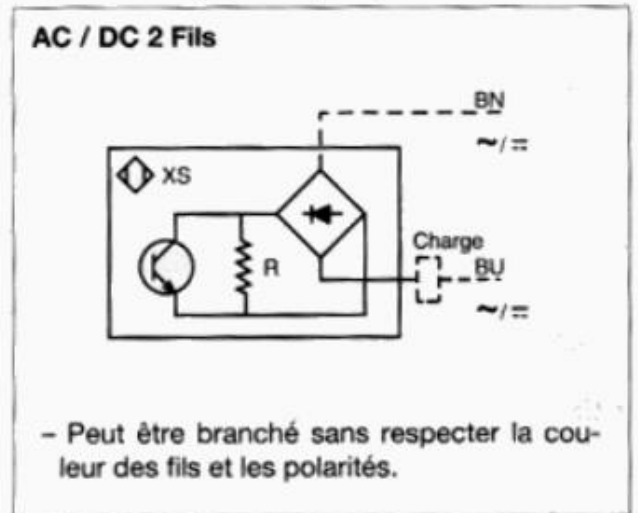
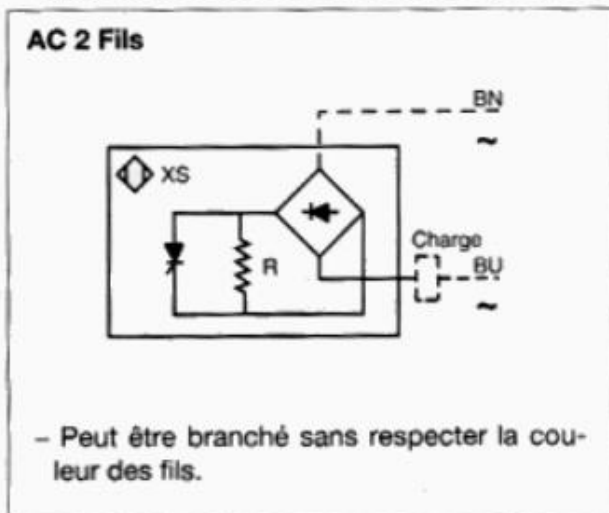
■ Mise en œuvre d'un détecteur de proximité (alimentation et raccordement)

• Technique 2 fils

– Alimentation en courant continu (DC)



– Alimentation en courant alternatif (AC) et alternatif – continu (AC – DC)



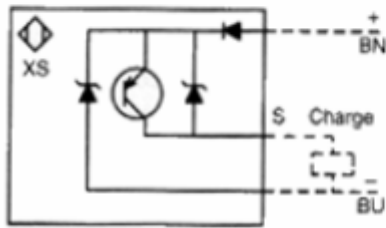
b. Technique 3fils

2 fils pour l'alimentation du capteur, et un pour l'information de sortie. Ils ne sont disponibles qu'en version DC  
Deux branchements disponibles suivant le type de transistor de l'étage de sortie à collecteur ouvert (NPN ou PNP)

- **Technique 3 fils**

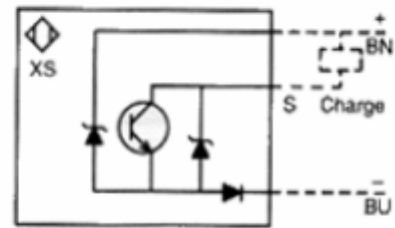
- **Etages de sortie d'un détecteur de proximité**

- Type 3 fils PNP**



- Charge: entrée de l'API ou bobine d'un relais auxiliaire

- Type 3 fils NPN**



- Charge: entrée de l'API ou bobine d'un relais auxiliaire

- **Fonctionnement**

- Lorsque la pièce à détecter perturbe le champ émis en permanence par le détecteur de proximité, le transistor se sature et le signal est transmis à la charge.

- **Remarques**

- Les détecteurs de proximité **"3 fils"** comprennent:

- 2 fils d'alimentation (+) et (-) de l'appareil
- 1 fil pour la transmission du signal de sortie

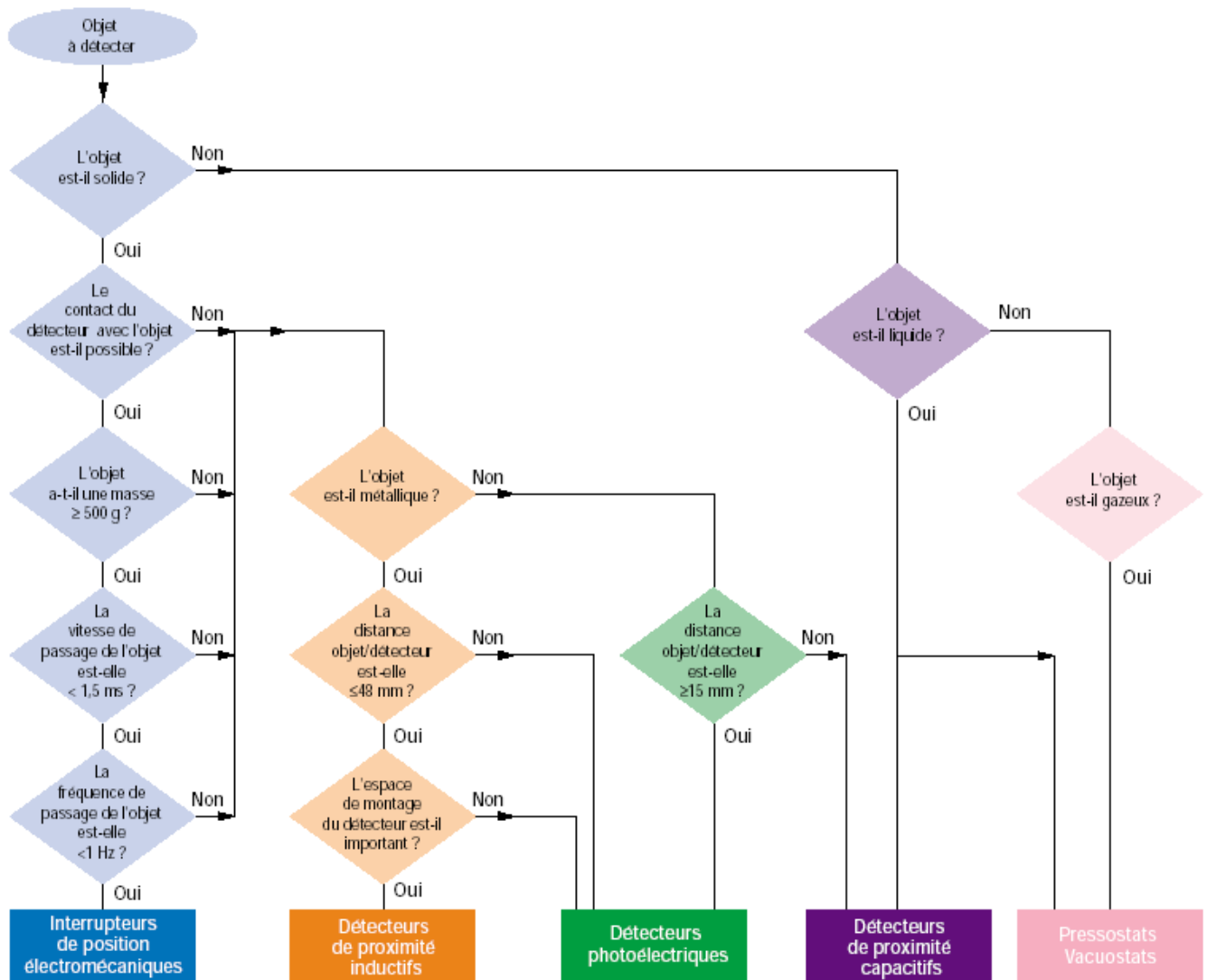
- Ils sont de deux types:

- Modèle PNP: commutation du potentiel (+) sur la charge
- Modèle NPN: commutation du potentiel (-) sur la charge

- Il faut donc choisir le type de détecteur (PNP ou NPN) en fonction de la logique d'entrée de l'élément commandé.

## ORGANIGRAMME DE CHOIX DES DETECTEURS





XC●●



XS●●



XU●●

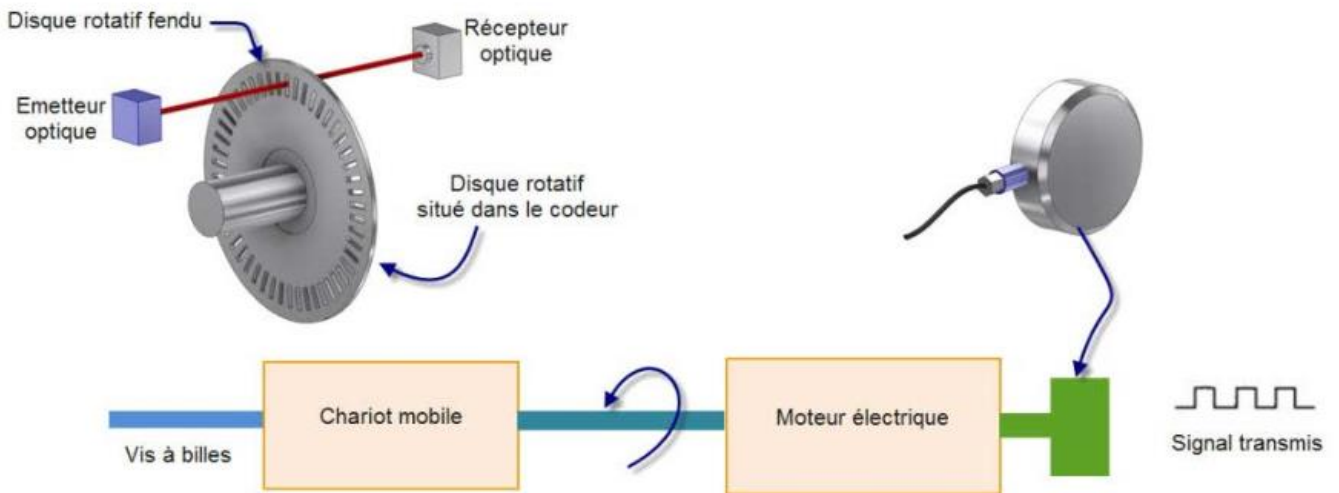


XT●●



XM●●

### III- LES CAPTEURS NUMERIQUES : Codeurs rotatifs



### Principe de fonctionnement

Un codeur rotatif est un capteur de position angulaire. Lié mécaniquement à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Ce disque comporte une succession de parties opaques et transparentes. Une lumière émise par des LED (Emetteurs optiques), traverse les fentes de ce disque et crée sur les photodiodes réceptrices un signal analogique.

Une interface électronique amplifie ce signal puis le convertit en signal carré qui est alors transmis à un système de traitement (généralement un A.P.I.)

Le codeur rotatif est encore appelé :

- Capteur de position angulaire
- Capteur optique de position

Il existe deux principaux types de codeurs optiques:

**Les codeurs incrémentaux** qui délivrent une information de déplacement angulaire du disque sous forme d'un train d'impulsions.

**Les codeurs numériques de position (codeurs absolus)**, pour lesquels chaque position du disque correspond à une valeur numérique différente identifiable par la partie commande.

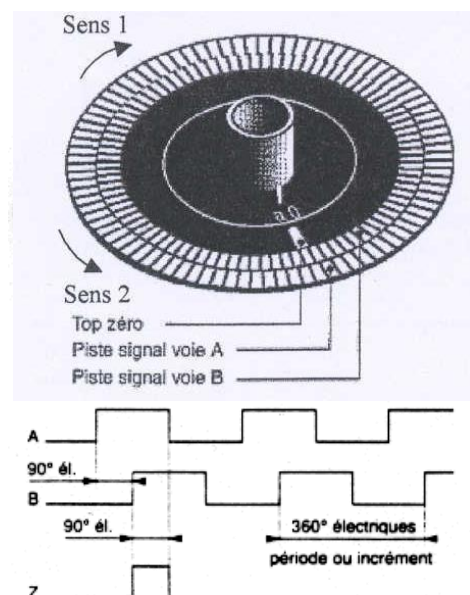
#### 3.1 Le codeur incrémental

Le disque du codeur incrémental comporte :

- 2 pistes extérieures A et B
- 1 piste intérieure Z



Codeur incrémental

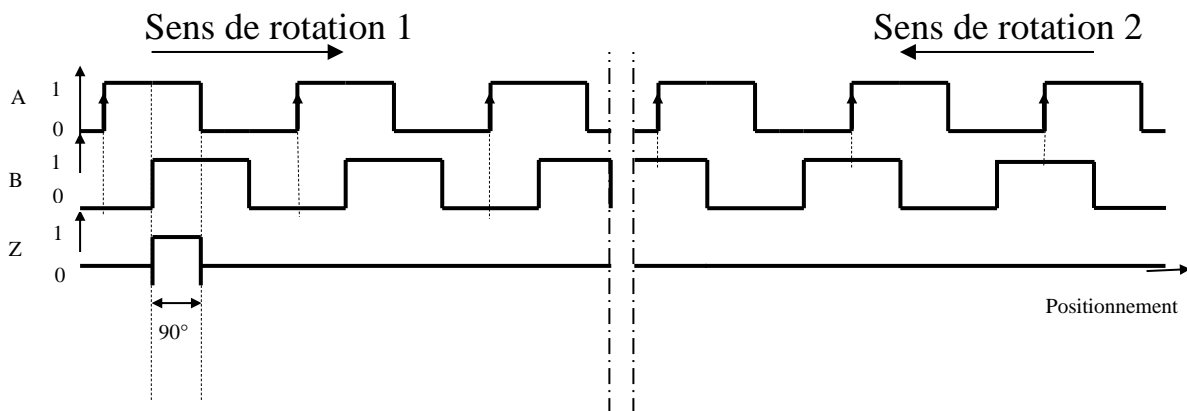


Les pistes extérieures sont décalées d'un quart de période ( 90 ° ) et divisées en N intervalles égaux alternativement opaques et transparents.

En un tour complet, le faisceau est interrompu N fois et délivre donc N signaux consécutifs. Derrière les pistes, deux phototransistors délivrent deux signaux A et B déphasés de 90°.

Ce décalage permet de déterminer le sens de rotation :

- dans le sens de rotation 1, B = 0 au front montant de A.
- dans le sens de rotation 2, B = 1 au front montant de A.



La piste intérieure comporte une seule fenêtre transparente et délivre un signal par tour.

Ce signal Z de durée électrique 90° et appelé « top zéro » est synchrone avec A et B. Il définit une position de référence et permet une réinitialisation à chaque tour.

### 3.2 Le codeur absolu.

Les codeurs absolus sont destinés à des contrôles de déplacement et de positionnement d'un mobile par codage.

Le disque comporte « n » pistes concentriques divisées en segments égaux.

Chaque piste est représentative d'un bit.

La piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente permet de déterminer dans quel demi-tour on se situe.

La piste suivante est divisée en quatre quarts alternativement opaques et transparents.

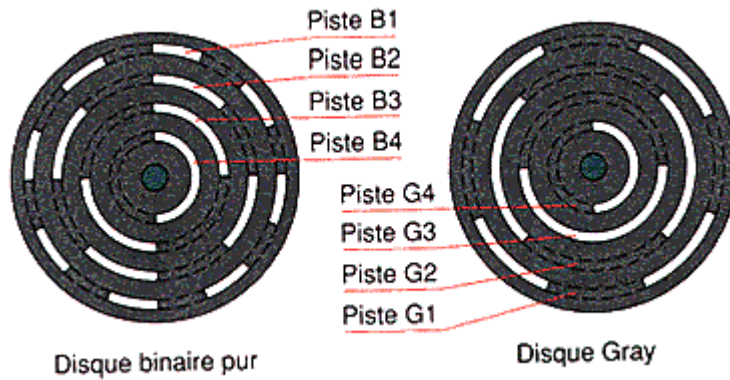
La lecture de cette piste combinée avec la précédente permet de déterminer dans quel quart de tour on se situe.

Les pistes suivantes permettent successivement de déterminer dans quel huitième de tour, seizième de tour, etc, on se situe.

Le disque fournit donc un code pour chaque position angulaire de l'axe.



Disque de codeur absolu  
12 pistes



NBRE	CODE BINAIRE				CODE REFLECHI			
	pur							
	b4	b3	b2	b1	G4	G3	G2	G1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1	1	0
12	1	1	0	0	1	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0

SYMETRIE

SYMETRIE

SYMETRIE

Le codeur binaire délivré par un codeur rotatif absolu peut être soit du binaire naturel (binaire pur), soit du binaire réfléchi (code GRAY).

Le code binaire naturel a l'avantage de pouvoir être directement utilisé par l'unité de traitement. Il présente cependant l'inconvénient d'avoir plusieurs bits qui changent d'état entre deux positions. Ces changements d'états ne pouvant rigoureusement pas être simultanés ils peuvent générer des erreurs si une lecture est effectuée à ce moment-là par l'unité de traitement.

Le code binaire réfléchi ne présente pas cet inconvénient car un seul à la fois change d'état. Mais l'unité de traitement devra opérer un transcodage binaire réfléchi/ binaire naturel avant toute utilisation.

La piste intérieure correspond au MSB (Most Significant Bit) et la piste extérieure au LSB (Least Significant Bit).

Dès la première mise sous tension ou après une coupure de tension l'information délivrée correspond à la position réelle du mobile.

### 3.3 Exercices :

1) la résolution d'un codeur incrémental est égale au nombre d'impulsions ou de points fournis par tour.

Calculer la résolution angulaire ( $^{\circ}$ /nombre de points) d'un codeur incrémental 10 000 points/tour:

..... = ..... degré / point.

2) la résolution d'un codeur absolu est égale à  $2^n$  avec n nombre de bits.

Calculer la résolution d'un codeur absolu mono tour disposant de 10 bits:

.....

Calculer sa résolution angulaire: .....degré /point.

3) Déterminez à partir du disque d'un codeur absolu placé ci-contre :

Le nombre de bits : .....

La résolution : .....points par tour.

Calculer sa résolution angulaire: .....degrés/point.



#### 4) Contrôle de la longueur de cisaillement d'une tôle :

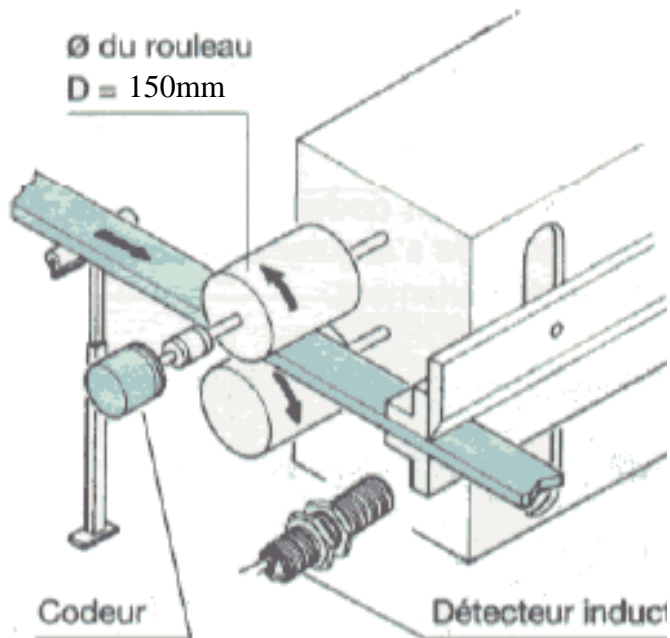
Une cisaille automatique découpe des tôles à une longueur prédéfinie par l'opérateur. L'avancée de la tôle est mesurée par un ensemble codeur, galet.

##### Extrait du cahier des charges :

- Longueur de découpe entre 50 et 400 mm
- Précision : +/- 5 mm
- Diamètre du galet : 150 mm
- Codeur : diamètre de l'axe 12 mm, codage Gray, relié à un module d'entrées API de type push-pull.

##### Rappel :

L'avancée de la tôle fait tourner le galet qui entraîne le codeur. Lorsque le codeur fait un tour ( $360^{\circ}$ ), la tôle a avancé de  $L = \pi \times D$  avec D étant le diamètre du galet entraîneur.



A l'aide du cours et des informations présentes ci-dessus déterminer et justifier le choix de chaque critère.

Technologie (incrémentale ou absolue) : .....

Justifier : .....

Déterminer la longueur (L en mm) mesurée en un tour de galet : .....

Technologie (monotour /multitours) : .....

Justifier : .....

Choisir le codeur à partir de la documentation constructeur

.....

Justifier votre choix :

.....

Résolution du codeur : .....points

Précision linéaire obtenue : ..... mm/point du codeur

Comparer la précision souhaitée à la précision obtenue.

.....

		<b>Codeurs absolus monotour</b>		<b>absolus multitours</b>		
						
<b>∅ du boîtier (mm)</b>		<b>∅ 58</b>	<b>∅ 90</b>	<b>∅ 58</b>	<b>∅ 90</b>	
<b>∅ de l'axe (mm)</b>		<b>∅ 6</b>	<b>∅ 12</b>	<b>∅ 10</b>	<b>∅ 12</b>	
<b>type d'axe (2)</b>		<b>axe plein</b>	<b>axe plein</b>	<b>axe plein</b>	<b>axe plein</b>	
vitesse de rotation maxi (tours/minute)		9000	6000	6000	6000	
fréquence maximale (kHz)		100	100 (1000 SSI)	100 (500 SSI)	100 (500 SSI)	
charge maximale (daN)		10	20	10	20	
couple (N.cm)		0,4	1	0,4	1	
gamme de température (° C)		- 20...+ 90	- 20...+ 85	- 20...+ 85	- 20...+ 85	
degré de protection (selon IEC 60529)		IP 65	IP 66	IP 65/IP 67 (3)	IP 66	
tension d'alimentation		11...30 V				
raccordement		connecteur radial M23 mâle				
<b>détecteurs</b>						
résolution	étage de sortie	code				
...8192 points	push-pull	binaire	<b>XCC2506PS81KB</b>	<b>XCC2912PS81KBN</b>	-	
		gray	<b>XCC2506PS81KGN</b>	<b>XCC2912PS81KGN</b>	-	
	SSI, 13 bits	binaire	<b>XCC2506PS81SBN</b>	<b>XCC2912PS81SBN</b>	-	
		gray	<b>XCC2506PS81SGN</b>	<b>XCC2912PS81SGN</b>	-	
4096 points/ 8192 tours	SSI, 25 bits (5)	gray	-	-	<b>XCC3510PS48SGN</b>	
8192 points/ 4096 tours	SSI, 25 bits (5)	binaire	-	-	<b>XCC3510PS84SBN</b>	<b>XCC3912PS84SBN</b>
		gray	-	-	<b>XCC3510PS84SGN</b>	<b>XCC3912PS84SGN</b>

### 5- Choix d'un codeur incrémental :

**Formulaire :**

- **R** : résolution c'est le nombre de points par tour
- **K** : rapport de réduction
- **L** : conversion mouvement rotation en mouvement translation (m)
- **N** : vitesse de l'axe d'entraînement en tr / min
- **P** : précision souhaitée (m)
- **F** : la fréquence du signal codeur en Hertz

$$R \left( \frac{pt}{tr} \right) = \frac{L(m)}{P(m)} * K$$

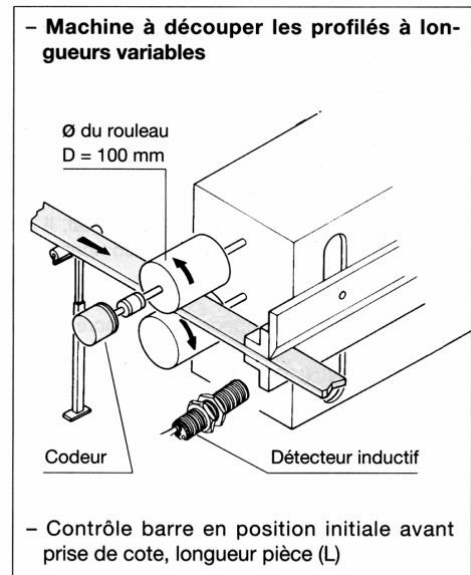
$$F(Hz) = \frac{N}{60} * R$$

**Caractéristiques de la machine :**

- Longueur des profilés : 0,02 m < L < 1 m
- Précision de la coupe : 0,2 mm
- Vitesse de rotation des rouleaux d'entraînement : 1500 tr / min
- La prise des cotes de la longueur du profilé est contrôlée par un codeur incrémental
- Rapport de réduction entre le rouleau et le codeur = 1

**Travail demandé :**

- 1- Calculer la résolution du codeur  
.....
- 2- Calculer la fréquence f des impulsions de sortie de codeur.  
.....



**6- Choix d'un codeur absolu :**

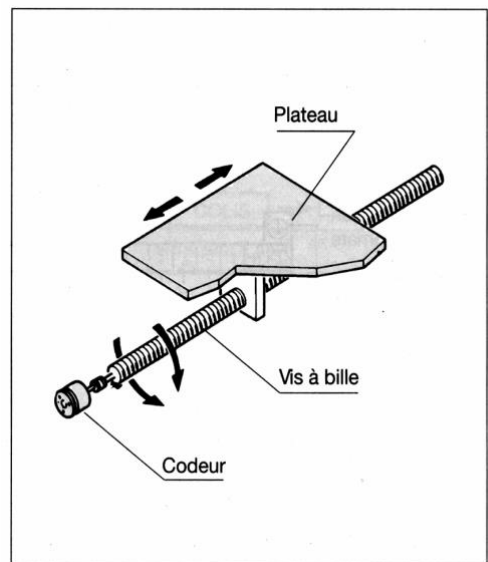
On désire contrôler le positionnement d'un plateau dont le déplacement linéaire est obtenu par une chaîne cinématique avec vis à billes entraînée par un moteur asynchrone.

**Vis à bille :**

- Pas = 20 mm / tr
- Longueur de déplacement = 1 m
- Précision du positionnement : 0,01 mm
- Rapport de réduction de la chaîne cinématique : 1

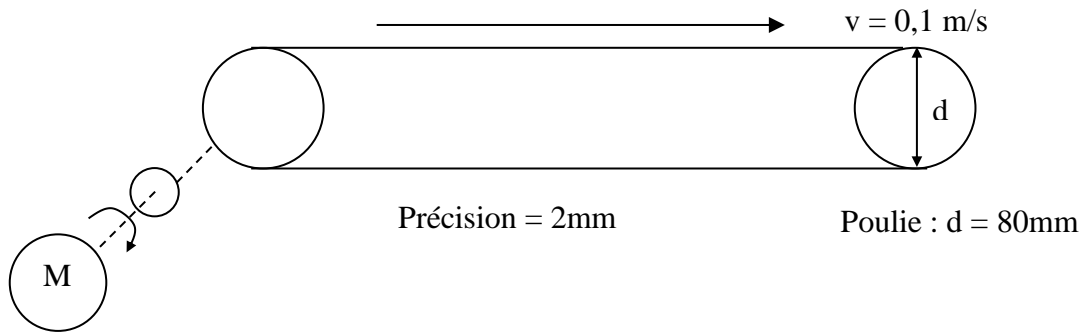
**Travail demandé :**

- Calculer la résolution du codeur en points/tour.  
.....
- On choisit un codeur dont la résolution est de 2500 points / tours. Calculer la fréquence si la vitesse du plateau est de V = 0,5 m/s.  
.....
- Calculer le nombre de tours nécessaires pour effectuer le déplacement si on doit choisir un codeur multi tours.  
.....



**7- CHOIX D'UN CODEUR INCREMENTAL**

Pour choisir le codeur, il faut déterminer sa résolution et sa fréquence maximale.



1) Détermination de la résolution.

- Longueur du déplacement L en 1 tour de poulie :

$L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots = 0,2513 \text{ m}$

- Nombre de périodes en un tour de poulie (Résolution):

$R = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots = \dots\dots\dots / \dots\dots\dots = 125,6$ . Donc 126 périodes / tour

⇒ Choisir la résolution R du codeur  $\geq 126$  périodes / tr

2) Détermination de la fréquence maximale de comptage

**$F_{\max} = n \cdot R$**

$f_{\max}$  : fréquence maximale de comptage en Hz  
 n : vitesse de rotation en tr/s  
 R : résolution en m

- Détermination de la vitesse angulaire  $\Omega$  (en rad/s) :

$\Omega = v / r = 0,1 / 0,04 = 2,5 \text{ rd/s}$                       v : vitesse en m/s                      r : rayon en m

- Détermination de la vitesse de rotation n (en tr/s) :

$n = \Omega / 2 \pi = 2,5 / 2 \pi = 0,397 \text{ tr/s}$

Donc on en déduit :

**$F_{\max} = n \cdot R = 0,397 \cdot 125,6 = 49,9 \text{ Hz} = 50 \text{ Hz}$**

**8) CHOIX D'UN CODEUR ABSOLU**



Précision souhaitée :  $P= 5\text{mm}$

$h = 1,4 \text{ m}$

← Codeur absolu

Poulie :  $d = 80 \text{ mm}$

1) Détermination de la résolution.

- Longueur du déplacement  $L$  en 1 tour de poulie :

$$L = 2 \pi r = \pi d = \pi \cdot 0,08 = 0,251 \text{ m}$$

- Nombre de points  $n$  en un tour (résolution) de poulie :

$$R = \text{déplacement } L / \text{précision} = 0,251 / 0,005 = 50,2 \text{ points/tr}$$

⇒ Choisir la résolution  $R$  du codeur  $\geq 50,2 \text{ points / tr}$

2) Détermination du nombre de tours effectués.

$$\text{Nombre de tours} = \text{hauteur } h / \text{longueur par tour} = 1,4 / 0,251 = 5,57 \text{ tr}$$

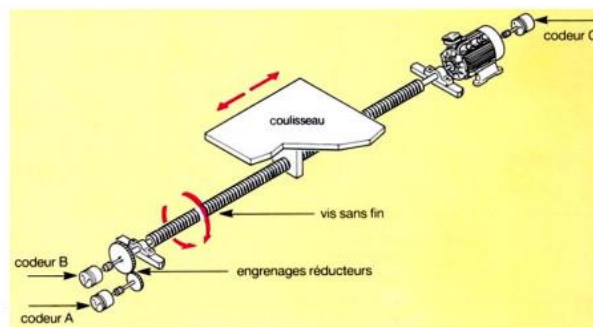
⇒ Il faut choisir un codeur multitours

## 9- APPLICATION A UN SYSTEME VIS-ECROU

Soit le système suivant :

1/ Quel est le codeur le mieux placé ? Pourquoi ?

La vis a un pas de 20 mm. La vitesse maximale du coulisseau est de 2,40 m/min. La vis a une longueur de 1,20 m.



2/ Sachant que le codeur C est un codeur incrémental 500 points par tour, calculer la fréquence maximale des signaux délivrés par ce codeur.

3/ Quelle est la précision angulaire de la vis obtenue ?

4/ Quelle est la précision de positionnement du coulisseau obtenue ?

On souhaite une précision de 0,05 mm sur la position du coulisseau.

5/ Quelles doivent être les caractéristiques (résolution, nombre de pistes, nombre de tours) du codeur B, qui est un codeur absolu multi-tours ?

Le codeur absolu choisi a 10 pistes.

6/ Calculer la précision angulaire obtenue.

7/ Calculer la précision de positionnement du coulisseau obtenue.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Corrections

1\_  $360 / 10000 = 0.036$  degré/point

2\_  $2^{10} = 1024$  point/tour

$360 / 1024 = 0,35$  degré/point

3\_ 8bits

$2^8 = 256$  point/tour

$360 / 256 = 1.4$  degrés/point

4 1 absolue car le codeur doit délivrer un code Gray et seul le codeur absolu peut délivrer ce type de code

$L = \pi * D = 471$ mm

Monotour car la longueur de découpe de 400mm maximum, inférieur aux 471mm obtenus par un tour de galet.

Codeur absolu monotour absolu XCC2912PS81KGN

Justification

Diamètre de l'axe de 12mm

Etage de sortie push-pull

Code Gray

Résolution 8192 point

Précision linéaire obtenue  $471 / 8192 = 0,057$  mm/point du codeur

Oui car la précision souhaitée et de 5mm par point ce qui est largement supérieur à la précision obtenue.

5\_ 1\_  $R = (\pi * D) / P = 1570$  point/tour

2\_  $F = (N / 60) * R = 40$  KHz

6\_ 1-  $R = L / P = 20 / 0.01 = 2000$  points/tour

2-  $f = n * R = (V / 2 * \pi * r) * R = 62.5$  KHz

3-  $1 / 20$ mm = 50 tours

9\_ 1- B moins de jeu mécanique

2-  $f = n * R = (\Omega / 2\pi) * R = (V / 2\pi r) * R = (V / \pi D) * R = (2.4 / 60 * 0.02) * 500 = 1000$ Hz

3- précision angulaire =  $360 / 500 = 0.72$  °/pt

4- Précision de positionnement  $P = L / R = 0.02 / 500 = 0.04$ mm =  $40 \mu\text{m}$

5-  $P = 0.05$ mm donc  $R = 20\text{mm} / 0.05\text{mm} = 400$ pts/tr

$R = 2^n = 400$  Donc  $n = 9$  pistes

Nombre de tours =  $(1.2 / 20 \text{ mm}) = 60$  tours

6- Pour 10 pistes la précision angulaire =  $360 / 2^{10} = 0.3515$  °/point

7- Précision de positionnement  $P = 20\text{mm} / 1024 = 19.5 \mu\text{m}$