



CHAPITRE 3 :

LA VISION ET LE TEMPS RÉEL

LA MATIÈRE : IMAGERIE INDUSTRIELLE

Présentée par :
Mme M. Chibani



SOMMAIRE:

- 1. Définition d'un système temps réel**
- 2. Temps réel strict/souple**
- 3. Types de systèmes de vision industrielle**
- 4. Les caméras matricielles**
- 5. Les caméras linéaires**

1.DÉFINITION D'UN SYSTÈME TEMPS RÉEL

- ✓ En informatique, un système en temps réel est un système capable de contrôler (ou de piloter) un processus physique à une vitesse adaptée à l'évolution du processus contrôlé.
- ✓ Les systèmes informatiques en temps réel se distinguent des autres systèmes informatiques par la prise en compte des contraintes de temps qui sont tout aussi importantes que la précision du résultat. En d'autres termes, le système ne doit pas se contenter de fournir des résultats exacts, il doit les fournir dans un délai imposé.



2. TEMPS RÉEL STRICT/SOUPLE

On distingue le temps réel strict ou dur (de l'anglais hard real-time) et le temps réel souple ou mou (en anglais soft real-time), en fonction de l'importance accordée aux contraintes temporelles :

Le temps réel strict : ne tolère aucun dépassement de ces contraintes, ce qui est souvent le cas lorsque ces dépassements peuvent conduire à des situations critiques, voire catastrophiques : pilote automatique d'un avion, système de surveillance d'une centrale nucléaire, etc. On peut dire qu'un système en temps réel strict respecte les délais impartis, même dans la pire situation d'exécution possible.

Le temps réel souple : Il permet de dépasser les contraintes de temps dans certaines limites, au-delà desquelles le système devient inutilisable ou lourd : vidéoconférence, jeux en réseau, etc. Les dépassements exceptionnels sont tolérés, mais peuvent être compensés à court terme.

3.TYPES DE SYSTÈMES DE VISION INDUSTRIELLE

A. Caméra intelligente

- Intelligence embarquée dans la caméra;
- Prise en main facile, logiciels intuitifs;
- Traitements de bases classiques souvent suffisants dans l'industrie.



3.TYPES DE SYSTÈMES DE VISION INDUSTRIELLE

B. Systèmes compacts à base PC

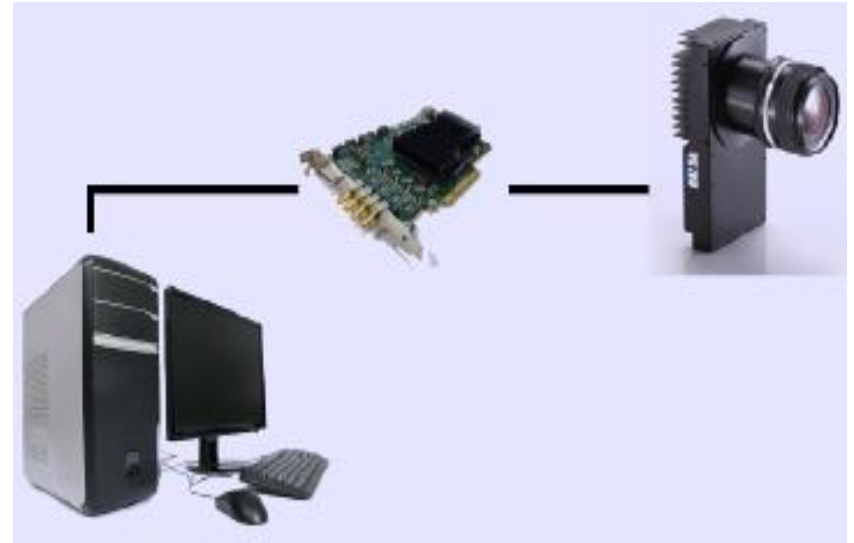
- Intelligence embarquée dans le ordinateur;
- Prise en main facile, logiciels intuitifs;
- Puissance de calcul accrue;
- Raccordement de tout le système de vision;
- Ordinateur carrosse industrie.



3.TYPES DE SYSTÈMES DE VISION INDUSTRIELLE

C. Systèmes à base de PC

- Intelligence dans le PC;
- Possibilité de programmer en langage évolué (C, Python, ...);
- Grande flexibilité, système ouvert.



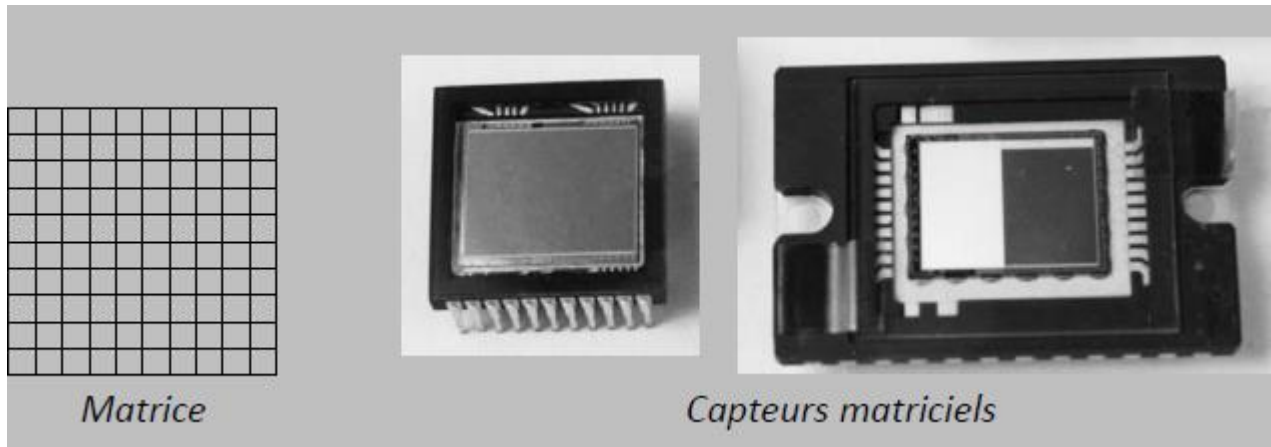
4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

L'organisation des éléments photosensibles sur le capteur permet de définir deux types de caméras :

1. **Les caméras matricielles (area-scan caméras)**
2. **Les caméras linéaires (line-scan caméras)**

4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES-DÉFINITION

Les éléments photosensibles sont organisés en matrice



4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES-MODES D'ACQUISITION

1. **SYNCHRONÉ (Live Vidéo) :** Les images sont acquises en séquence au rythme de la fréquence image
2. **ASYNCHRONÉ (Snapshot) :** L'acquisition des images est déclenchée par un signal externe (trigger) connecté à la carte d'acquisition ou directement à la caméra.

4. LES CAMÉRAS MATRICIELLES-COMMENT CHOISIR UNE CAMÉRA MATRICIELLE

1. Données du cahier des charges :

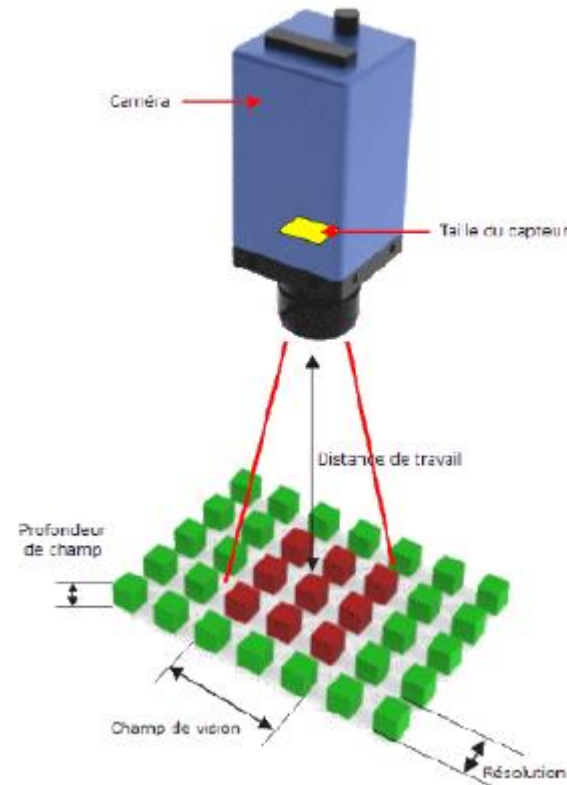
- Taille du plus petit élément à observer
- Dimensions de la scène à observer
- Vitesse de défilement des objets

2. Paramètres à calculer :

- Précision
- Résolution du capteur
- Temps d'exposition
- Fréquence d'acquisition des images

3. Autres caractéristiques à déterminer :

- Sensibilité du capteur
- Taille du capteur



4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

Précision ou résolution spatiale

- La précision P d'un système de vision représente la distance (en millimètre) observée par 1 pixel dans une direction donnée. Elle est définie en fonction de la taille δ du plus petit élément à observer .
- Pour distinguer correctement le plus petit élément à observer, il faut s'affranchir des problèmes qui pourraient être causés par un sous-échantillonnage. Pour ce faire, nous imposons un facteur de sécurité S d'au moins 2 pour respecter le théorème de

shannon

$$P = \frac{\delta}{s}$$

4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

Résolution

La résolution R de la caméra dépend de la précision souhaitée et de la taille de la scène à observer (L)

$$R = L/P$$

La résolution doit être calculée à la fois horizontalement et verticalement, car la précision souhaitée n'est pas nécessairement identique dans les deux directions, et la scène n'est pas forcément carrée.

4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

Calcul de fréquence d'acquisition des images

- Cadence de production maximale
- Notation
- Soit t , le temps qui sépare l'apparition de deux objets à contrôler(**temps de cycle**). t correspond alors au **temps disponible à l'acquisition et au traitement de l'image**.
- Soit F la fréquence d'acquisition des images $F = 1/t$

4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

Calcul de la fréquence d'acquisition des images

- Soit d la distance entre deux objets consécutifs. Pour un taux de production maximal, d est égal au champ de vision de la caméra dans la direction de déplacement
- Soit V la vitesse de défilement

$$V=d/t \quad \text{et} \quad F=1/t= V/d$$

4.LES CAMÉRAS MATRICIELLES

Exemple

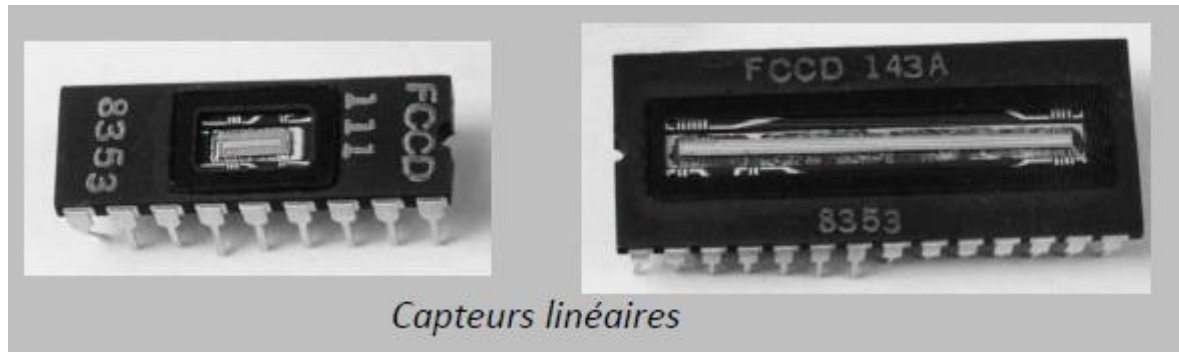
Quel est , en millisecondes(ms), le temps t disponible pour acquérir et traiter les images de produits défilant sur une ligne de production à la vitesse $V=1\text{m/s}$ et séparés d'une distance $d=5\text{cm}$ avec une caméra matricielle au format SVGA ($800*600$ pixels)

Solution

$$V= d/t \quad t=d/v=0,05/0,5= 0,05\text{s}=50 \text{ ms}$$

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES

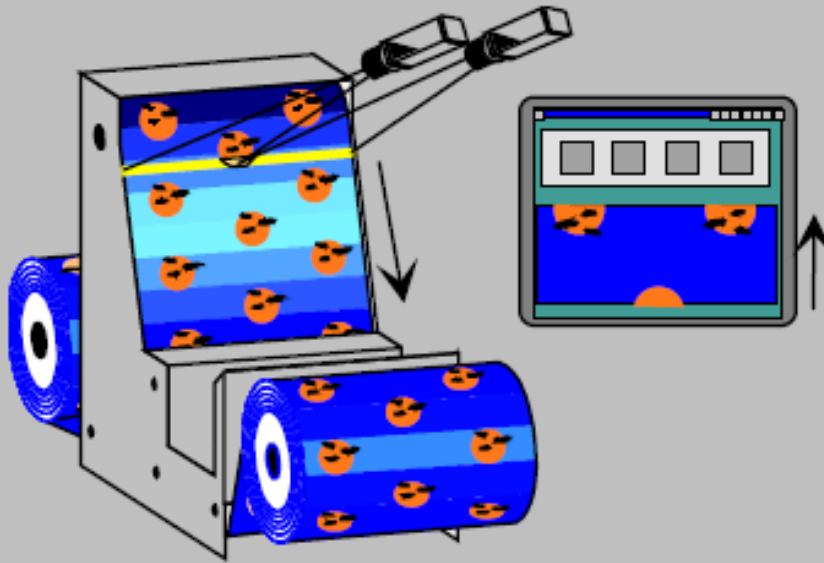
- Correspond à une seule ligne d'un capteur matriciel
- Le principe est identique à un scanner ou à un photocopieur
- Permet une haute résolution (de 2000 à 16000 pixels)
- La difficulté de son utilisation est la reconstruction de l'image ligne par ligne.



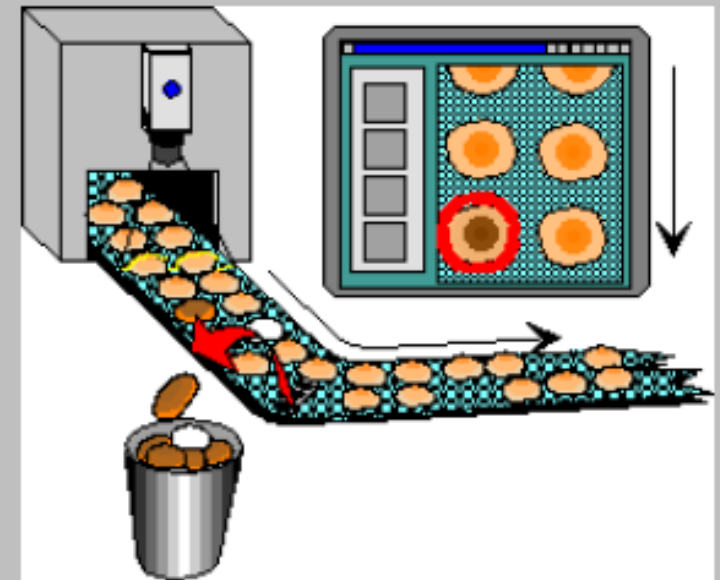
5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES

- Le processus de reconstruction d'une image à partir de lignes individuelles exige un haut degré de précision. L'alignement et la synchronisation mécaniques sont essentiels à la qualité et à la concordance géométrique de l'image finale.
- Les systèmes de caméras linéaires sont donc plus complexes à mettre en œuvre que les systèmes de caméras matricielles. De plus, en raison de leurs temps d'exposition très courts (liés à la fréquence des lignes), les caméras linéaires nécessitent un éclairage très puissant.

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-TYPE D'APPLICATION

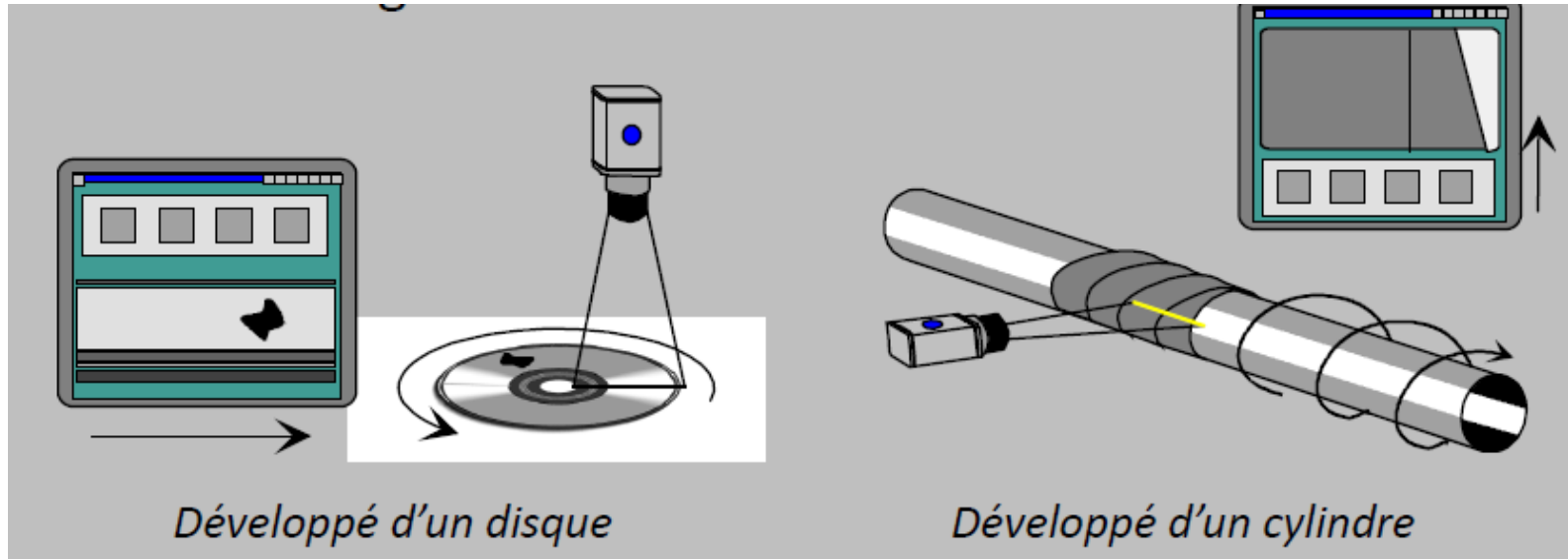


*Contrôle de produit en
défilement continu*



Contrôle d'objets en continu

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-TYPE D'APPLICATION



5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES -MODES D'ACQUISITION

1. **SYNCHRONE(WEB)** : les images lignes sont acquises successivement et stockées dans la mémoire de la carte d'acquisition en nombre fini.
2. **ASYNCHRON** : l'acquisition des images lignes est déclenchée et stoppée par un signal externe(trigger)

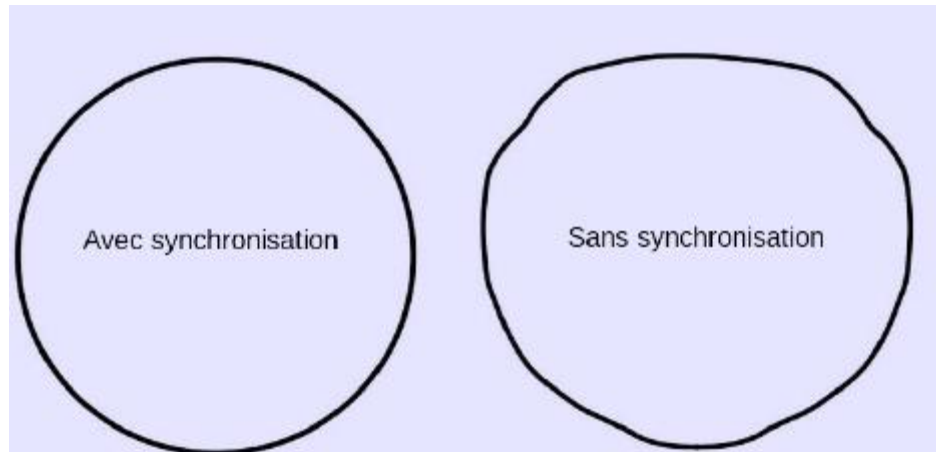
5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES- PROBLÈME DE LA SYNCHRONISATION

- Le "pixel clock" est le temps fixé pour le transfert des charges des pixels. Les cameras linéaires peuvent fonctionner en free-run, c'àd que les lignes vidéo sortent en continu à une fréquence constante égale à : $\text{pixel clock} / \text{nombre de pixels de la ligne}$.
- **Cette fréquence de ligne ne pose pas de problème tant que la vitesse de l'objet à observer est constante.**

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES- PROBLÈME DE LA SYNCHRONISATION

- Dans les applications industrielles, la vitesse de l'objet peut varier. Pour éviter la distorsion de l'image, la fréquence de sortie des lignes vidéo doit être contrôlée. Pour ce faire, on utilise un signal de synchronisation externe.
- Ce signal est généré à intervalles spatiaux réguliers (par rapport au mouvement de l'objet) afin que les lignes soient synchronisées avec le mouvement. Il est généralement généré par un codeur relié à un système de mesure de la vitesse..

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES- PROBLÈME DE LA SYNCHRONISATION



- La fréquence de ligne détermine également le temps d'exposition.

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES -CHOIX D'UNE CAMÉRA LINÉAIRE

- **Résolution**
- **Fréquence ligne**
- **Utilisation d'un codeur incrémental**
- **Déclenchement des acquisitions**
- **Vitesse maximale de défilement**
- **Cas des objets en rotation**

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES- FRÉQUENCE LIGNE

- La fréquence ligne (La résolution longitudinale) dépend de la vitesse de défilement.
La question est donc la suivante : combien de secondes faut-il pour effectuer une acquisition afin d'obtenir la précision souhaitée ?

$$F=V/P=S.V/\delta$$

- On utilise parfois la fréquence pixel :

$$F= \text{fréquence pixel} / \text{nb de pixels de la ligne}$$

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-UTILISATION D'UN CODEUR INCRÉMENTAL

- La taille du plus petit élément δ dans le sens du défilement dépend de la vitesse. Si la vitesse varie au cours du défilement, la précision varie également.
- Pour garantir une précision indépendante de la vitesse, un codeur incrémental est utilisé pour déclencher l'acquisition de l'image linéaire. Ce codeur, couplé à l'arbre du moteur entraînant le convoyeur, envoie N impulsions à la caméra pour un déplacement du convoyeur de Δd mm..
- Quelle que soit la vitesse, le même nombre d'images-lignes est acquis par tour de codeur.

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-DÉCLENCHEMENT DES ACQUISITIONS

Signal de déclenchement d'acquisition des images –lignes sans codeur :

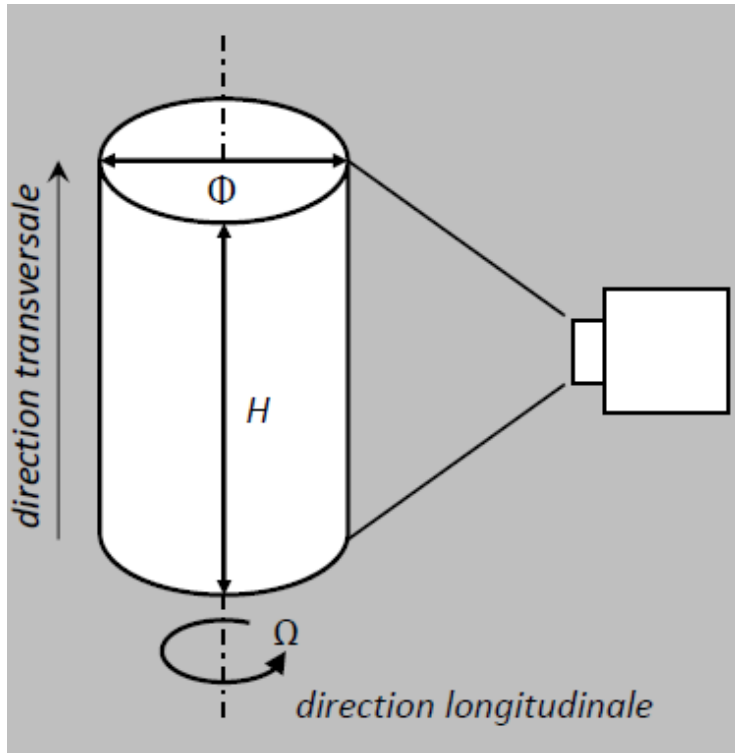
- La caméra génère son propre signal de déclenchement en mode « free running »
- Le temps d'exposition est, soit défini par la durée de l'impulsion générée, soit réglé sur la caméra.

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-VITESSE MAXIMALE DE DÉFILEMENT

- La caméra ayant une fréquence d'acquisition maximale $F_{\max}$, la vitesse du produit défilant sous la caméra est limitée à $V_{\max}$, de sorte que toutes les images linéaires sont acquises.

$$V_{\max} = \frac{F_{\max} * \Delta d}{N} \text{ ou } N = \Delta d / P$$

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES-CAS DES OBJETS EN ROTATION



$$F = \frac{\Omega * \pi * \Phi}{60 * P}$$

Avec un codeur:

$$\Delta d = \pi * \Phi$$

$$V_{\max} = \frac{F_{\max} * \pi * \Phi}{N}$$

5.LES CAMÉRAS LINÉAIRES

Exemple

Quelle doit être la résolution R et la fréquence ligne F d'une caméra linéaire pour inspecter un produit en défilement continu de largeur $L=1$ m à la vitesse $V=1$ m/s avec une précision de $P=0,5$ mm/ pixel?

Solution

$$R=L/P= 1000/0,5=2000 \text{ PIXELS}$$

$$F=V/P= 1000/0,5=2000 \text{ HZ}$$