

Vision industrielle

Les caméras matricielles



Plan du cours

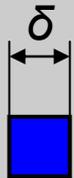
- Précision
- Champ de vision
- Résolution
- Temps d'exposition
- Fréquence image

Définition

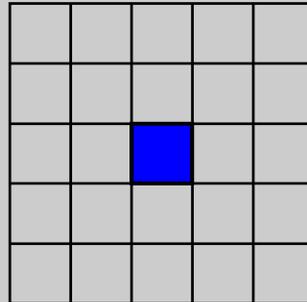
- Précision ou résolution spatiale
 - La **précision** ou **résolution spatiale** d'un système de vision représente la distance (en millimètre) observé par 1 pixel dans une direction donnée.
 - La précision P est définie en fonction de la taille δ du plus petit élément à observer (ou à détecter).
 - Le choix d'une caméra matricielle dépend de la précision P souhaitée. Plus l'application demande de la précision (pour un δ donné), plus la **résolution** R (**nombre de pixels** du capteur ou **définition**) doit être grande.

Facteur de sécurité

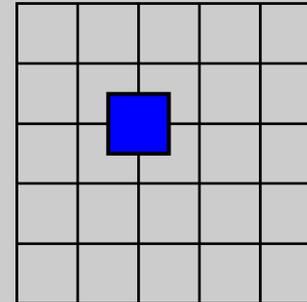
- Afin d'assurer une bonne perception visuelle et respecter la théorie de Shannon, on impose un **facteur de sécurité** S au moins égale à 2.



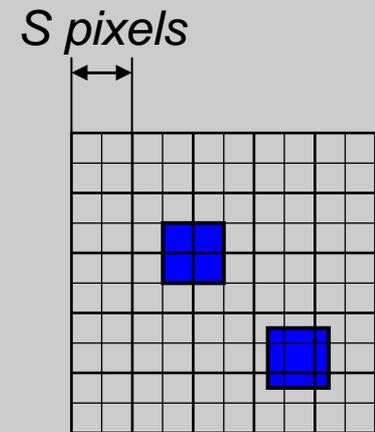
*Plus petit élément
à observer*



Cas idéal



Cas critique



Facteur de sécurité

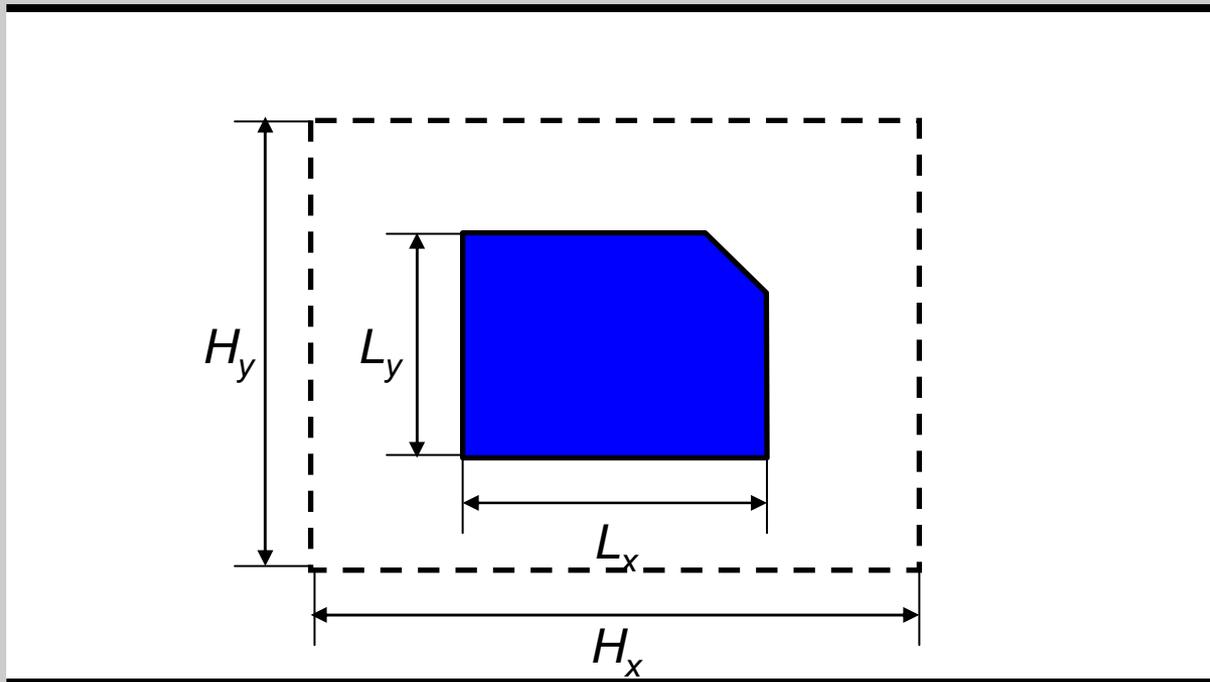
$$\Rightarrow P = \frac{\delta}{S}$$

Définition

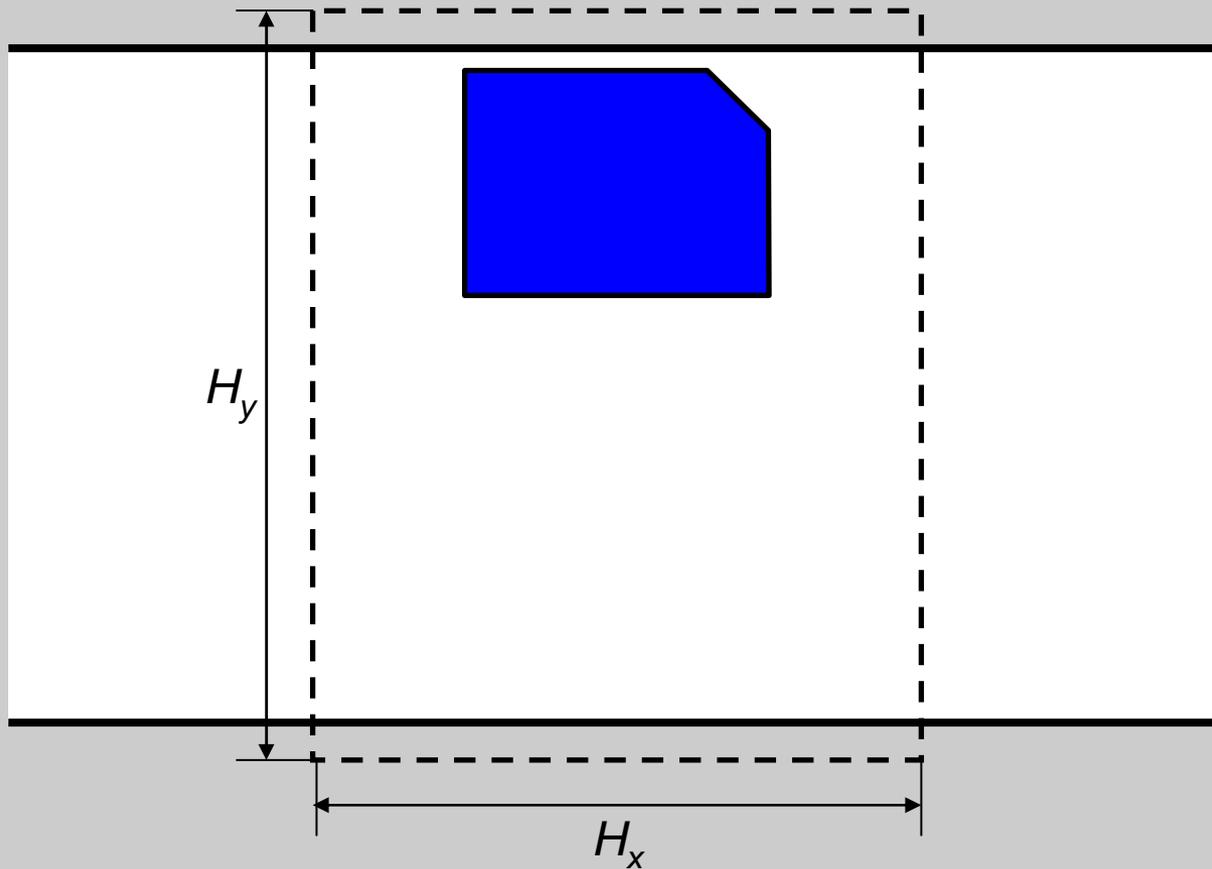
- Champ de vision

- Le **champ de vision** est la surface $H_x \times H_y$ observée par le capteur.
- Il dépend de :
 - ♦ Longueur et largeur maximale $L_x \times L_y$ des objets à contrôler toute série confondue
 - ♦ Marges supplémentaires si nécessaire
 - ♦ Nombre, position et orientation des objets

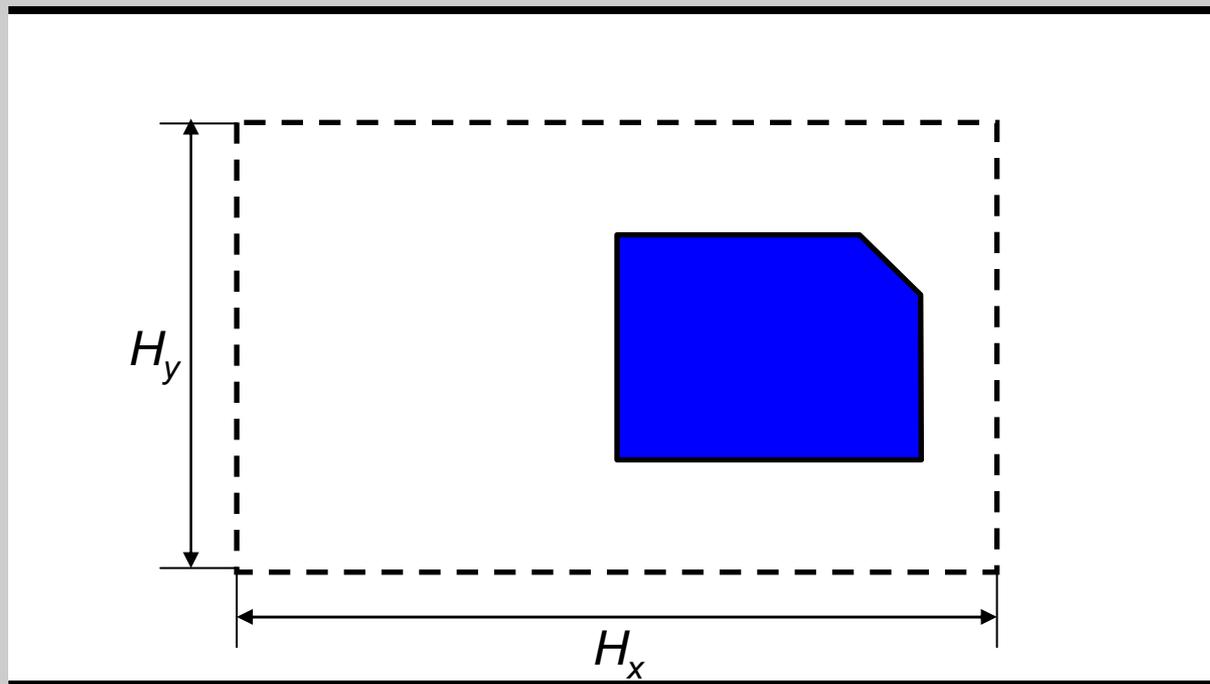
Définition



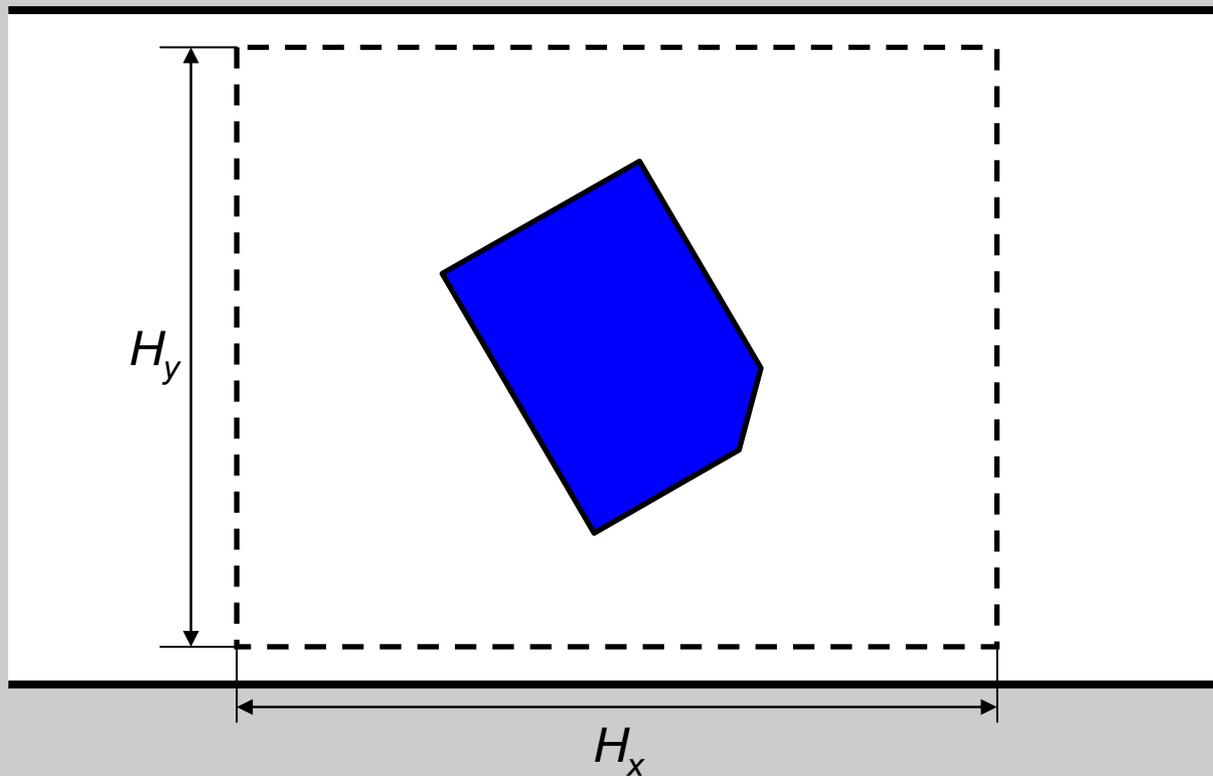
Translation verticale



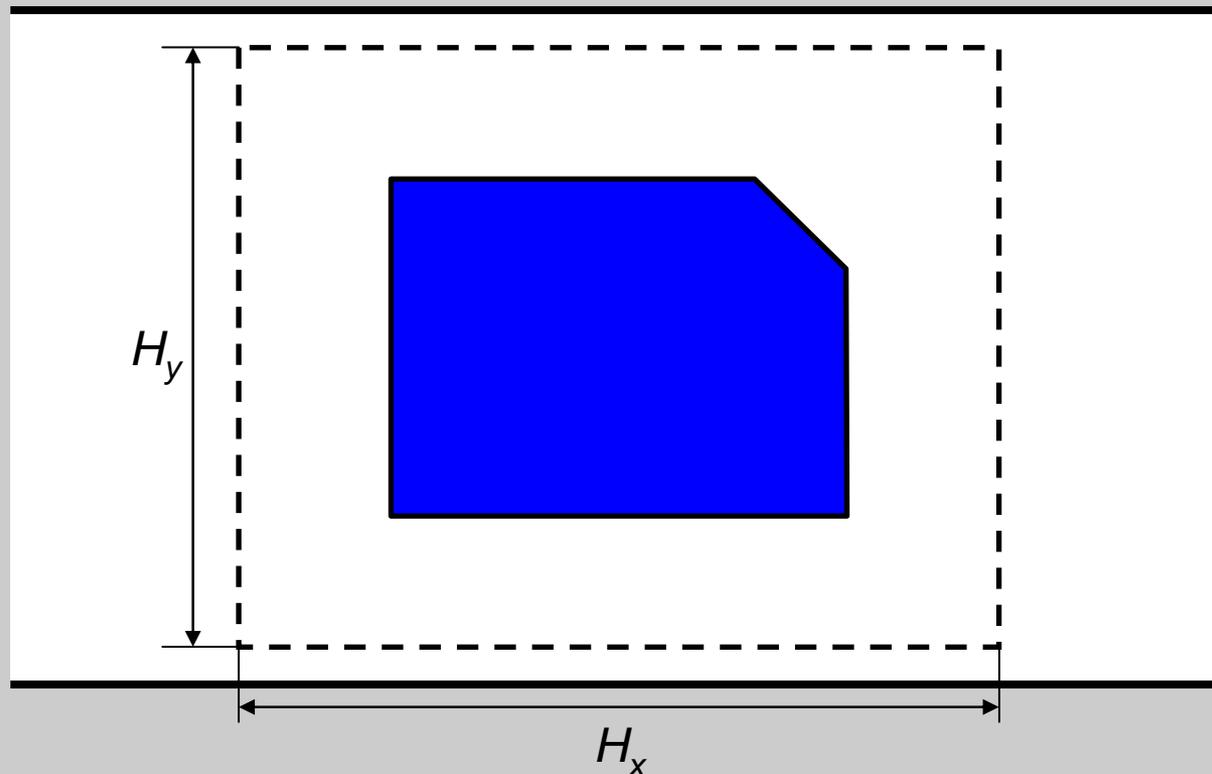
Translation horizontale



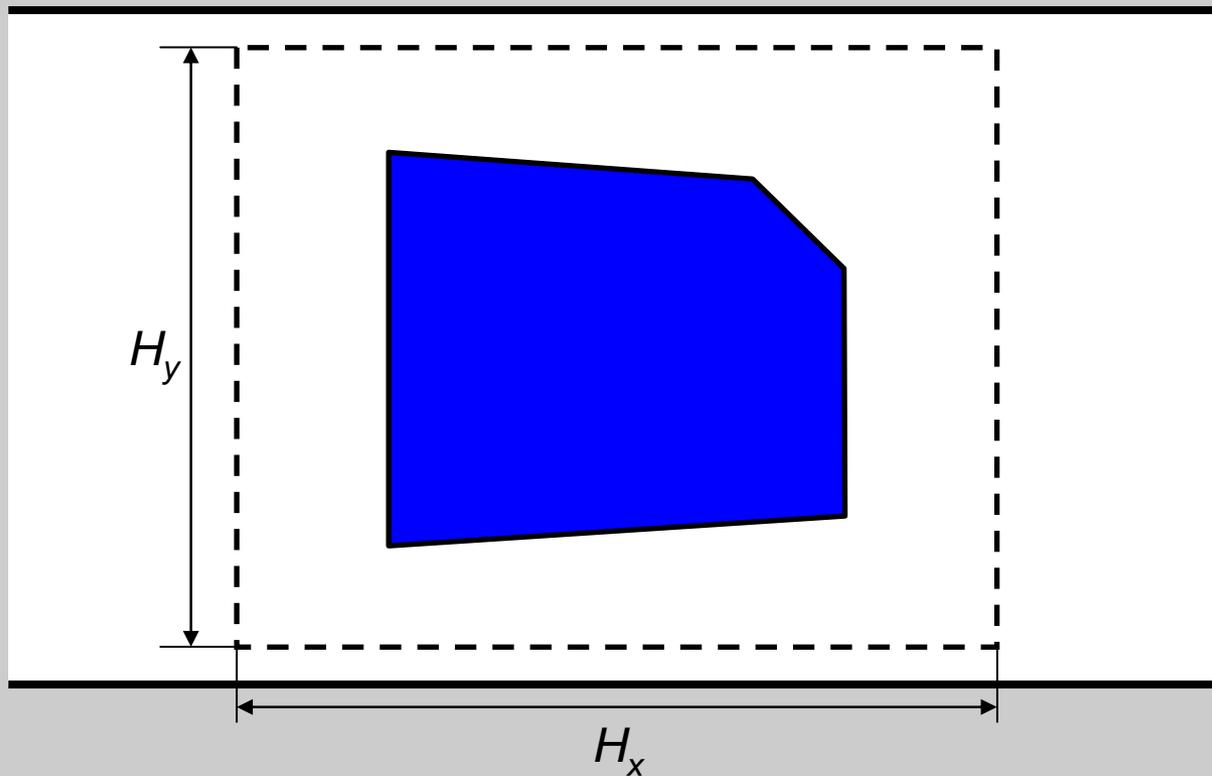
Rotation



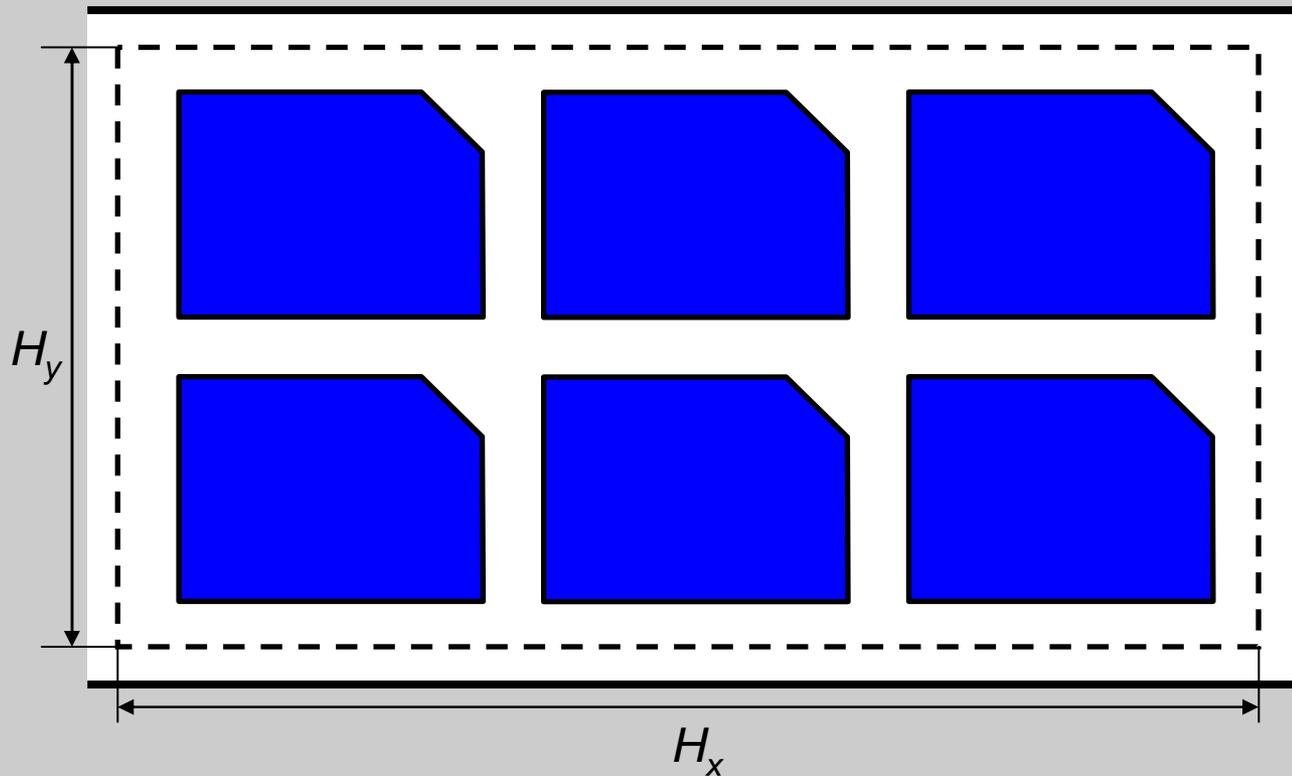
Homothétie



Perspective



Quantité



Paramètres

- Principaux paramètres dimensionnels à prendre en compte
 - Le champ à visualiser, $H_x \times H_y$
 - Longueur et largeur maximale des objets à contrôler toute série confondue $L_x \times L_y$
 - Taille du plus petit élément à visualiser, $\delta_x \times \delta_y$
 - Facteur de sécurité, S
 - Résolution du capteur $R_x \times R_y$
 - Taille du capteur $C_x \times C_y$

Calcul de la résolution

- Règle de trois (produit en croix, règle de proportionnalité)

H (mm) \rightarrow R (pixel)

δ (mm) \rightarrow S (pixel)

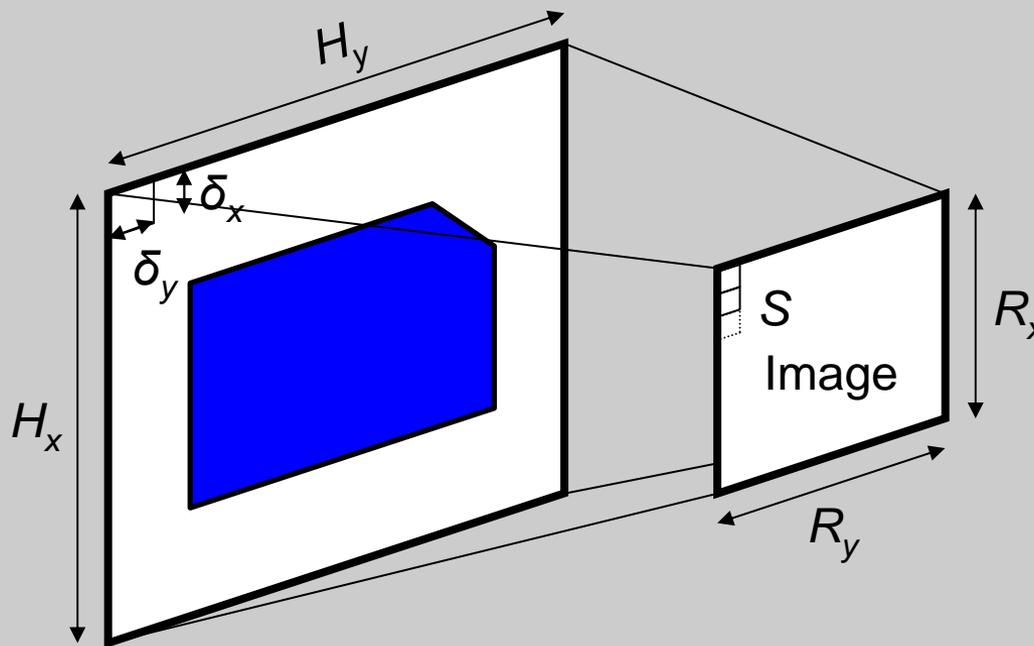
P (mm) \rightarrow 1 (pixel)

$$\Rightarrow H \times S = \delta \times R$$

$$\Rightarrow H = P \times R$$

$$\Rightarrow R = \frac{S \times H}{\delta}$$

$$\Rightarrow R = \frac{H}{P}$$



Calcul de la résolution

- La résolution doit être déterminée dans les deux sens (horizontal et vertical).
- Généralement, la précision souhaitée selon l'axe des abscisses est identique à celle souhaitée selon l'axe de ordonnées : $\delta_x = \delta_y = \delta$.
- La définition de la résolution conditionne le nombre de caméras, leurs positions et leurs orientations.
- Application numérique :
 - ◆ $\delta = 1 \text{ mm}$
 - ◆ $S = 3$
 - ◆ $H = 10 \text{ cm}$ et $H = 1 \text{ m}$

Produits en défilement continu

- Rappel

- Nécessité d'exposer le capteur pendant un temps minimum
- Si le capteur est exposé pendant un déplacement, il se crée alors un effet de flou de bougé dans l'image acquise
- Exemple :

*Le véhicule se déplace
de gauche à droite et
d'arrière en avant.
L'éclairage est **continu**.*



Image statique

Produits en défilement continu



Images du véhicule en déplacement sous un éclairage continu

Produits en défilement continu

- Pour éviter ce phénomène et afin d'obtenir une image nette, plusieurs solutions sont envisageables pour « geler » le mouvement de la pièce :
 - ◆ Arrêter le produit un bref instant pendant l'acquisition de l'image (flux discontinu), ce qui n'est pas toujours compatible avec les contraintes de cadence de production.
 - ◆ Réduire le temps d'intégration de la caméra, ce qui n'est pas toujours suffisant lorsque la vitesse de défilement est grande et la précision du système de vision est importante.
 - ◆ Utiliser un éclairage stroboscopique pour réduire la durée de l'exposition afin d'émettre un flash de lumière d'une durée très faible avec une intensité très forte.
 - ◆ Exemple : éclairage stroboscopique d'un véhicule en déplacement

Eclairage stroboscopique

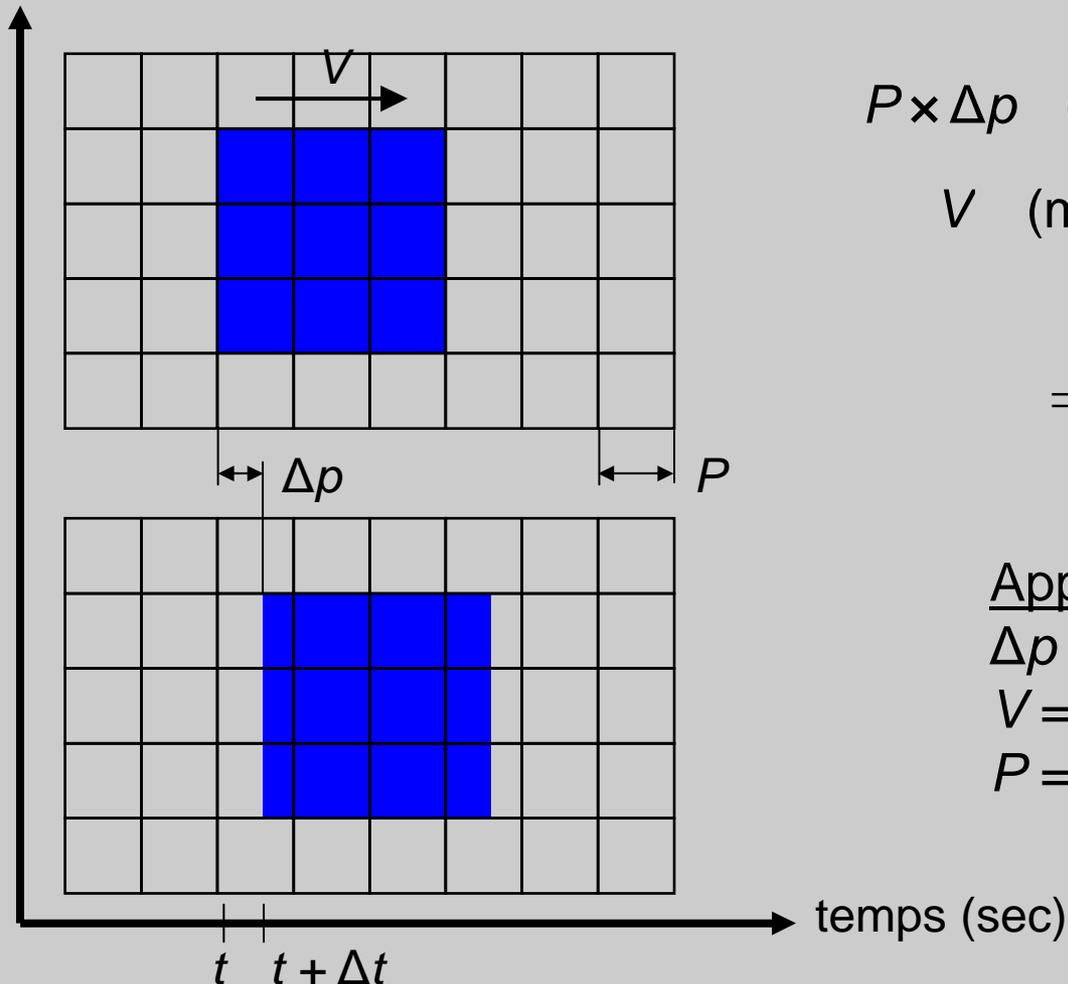


Images du véhicule en déplacement sous un éclairage stroboscopique

Calcul du temps d'exposition

- Calcul du temps d'exposition à ne pas dépasser
 - Notations
 - ◆ Soit V , la vitesse de défilement du produit à inspecter.
 - ◆ Soit Δt , le temps d'exposition à ne pas dépasser garantissant une image nette.
 - ◆ Soit Δp , le seuil de perception du flou de bougé en pixel. Il définit le déplacement maximum du produit à inspecter en fonction de la précision P du système de vision, c'est à dire la taille δ du plus petit élément observable par un pixel. En général Δp est compris entre 1/2 et 1/5 de pixel.
 - ◆ Cela signifie que le produit en défilement ne doit pas se déplacer de plus de Δp pixels pendant le temps Δt , soit en millimètres, de $P \times \Delta p$ mm pour que l'image ne soit pas floue.

Calcul du temps d'exposition



$$P \times \Delta p \text{ (mm)} \rightarrow \Delta t \text{ (sec)}$$

$$V \text{ (mm)} \rightarrow 1 \text{ (sec)}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{P \times \Delta p}{V}$$

Application numérique :

$$\Delta p = 1/5,$$

$$V = 1 \text{ m/s},$$

$$P = 1 \text{ mm/pixel}.$$

Calcul de la fréquence image

• Cadence de production maximale

■ Notations

- ◆ Soit t , le temps séparant 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 : $F = 1 / t$.
- ◆ Soit d , la distance séparant deux objets consécutifs. Pour une cadence de production maximale d est égale au **champ de vision de la caméra**.
- ◆ Soit V , la vitesse de défilement

$$\begin{array}{l}
 d \text{ (mm)} \rightarrow t \text{ (sec)} \\
 V \text{ (mm)} \rightarrow 1 \text{ (sec)}
 \end{array}
 \Rightarrow V = \frac{d}{t}
 \quad \Rightarrow F = \frac{1}{t} = \frac{V}{d}$$