

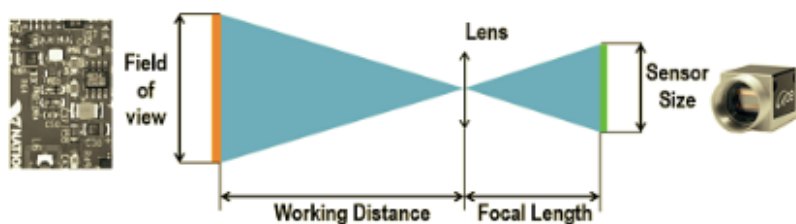
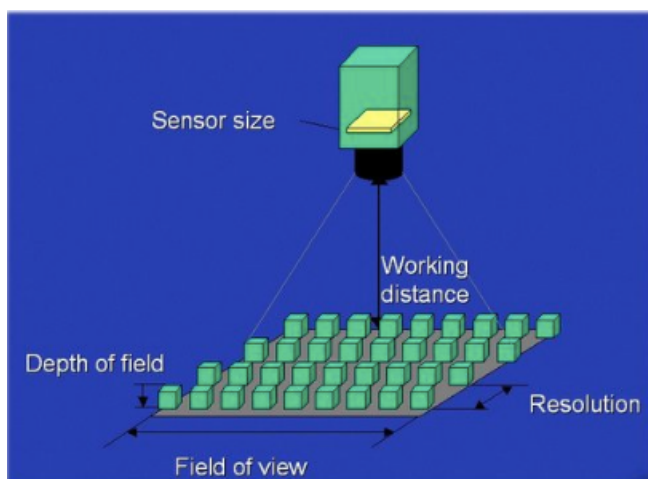
M1 INFO-e-sante Master	TD N° 1	Année 2022-2023
Informatique	U.E : Acquisition et Traitement des images Remis par : <b>Mme D. Kachi &amp; R. Contat</b>	Date : Mars. 2023 feuille 1/6

**Définitions :** On considère les définitions suivantes :

**Champ de vue (Field Of View - FOV) :** La région à inspecter que la caméra doit acquérir

**Plus petit élément (Résolution)-** La taille du plus petit élément à détecter dans l'image

**Distance de travail (Working Distance - WD) :** La distance entre l'avant de l'objectif et l'objet inspecté.



Il faut effectuer ces deux principales étapes pour sélectionner la résolution minimale de caméra requise et déterminer la distance focale correcte pour votre application.

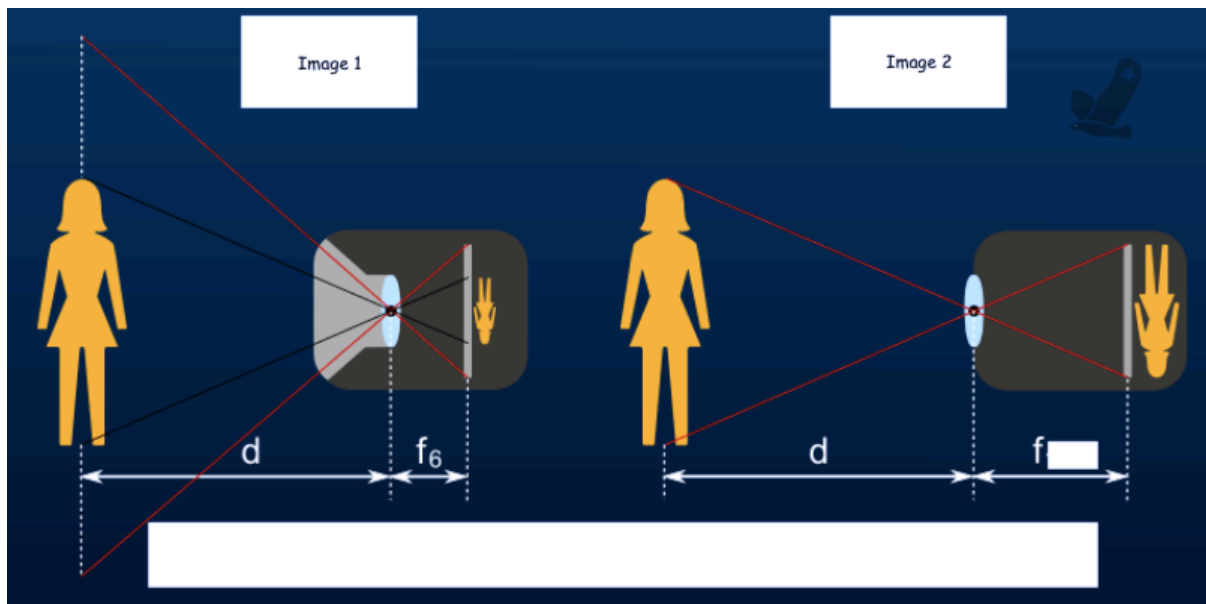
**1. Calculer la résolution minimale du capteur :** En ayant connaissance du champ de vision et du plus petit élément que vous souhaitez détecter.

**2. Sélectionner une caméra :** Une fois que la caméra est sélectionnée, vous pouvez utiliser la taille du capteur pour calculer la focale de l'objectif.

**Exercice 0 : (I)** Un étudiant a oublié de noter la longueur focal qui correspond à chacune des images (a), (b) et (c). Aider cet étudiant à choisir parmi les 4 longueurs suivantes 4 mm , 6 mm , 12 mm et 25 mm celle qui correspond à chacune des images.



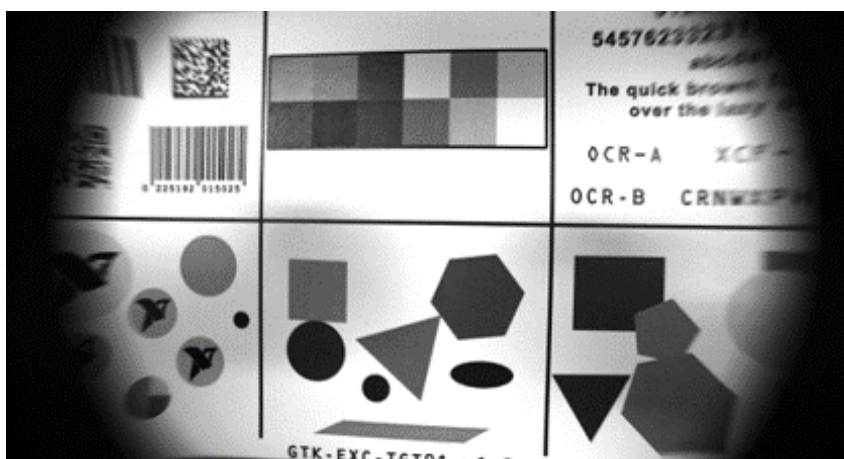
**II)** Si la focal de l'image 1 est de 6mm la focal de l'image 2 est plus grande ou plus petite que 6 mm ? justifier votre réponse ?



**Exercice 1 :** Pour effectuer une mesure précise sur l'image, vous devez utiliser un minimum de deux pixels par élément le plus petit que vous souhaitez détecter. Calculer la résolution du capteur dans le cas où le champ de vision est de 100 mm et le plus petit élément fait 1 mm.

**Exercice 2 :** Selon le manuel de l'utilisateur de la caméra, le Basler acA1300-30um a une taille en pixels de  $3,75 \times 3,75 \mu\text{m}$  et une résolution de  $1296 \times 966$  pixels. Quelle est la taille du capteur.

**Exercice 3 :** Le format du capteur fait référence à la taille physique du capteur mais est indépendant de la taille en pixels. Cette spécification est utilisée pour déterminer les objectifs compatibles avec la caméra. Dans l'exemple ci-dessous est ce que l'objectif a été bien choisi justifier votre réponse.



**Exercice 4 :** On considère une application où la distance de travail est flexible, la distance disponible est de 889 mm. Le champ de vision est 508 mm x 381 mm, la taille du capteur est 8,47 mm (diagonale). Quelle est la focale qui conviendrait.

**Exercice 5 :** On considère que la distance de travail fixe, le champ de vision est 609,6 mm x 609,6 mm, le format de mon capteur est 12,7 mm (diagonale) et ma distance de travail est 1016 mm.. Quelle est la focale dans ce cas.

**Exercice 6 :** 1 – A partir des spécifications du boîtier de caméra industrielle UI-1221LE-C-HQ\_Rev\_2(marque IDS) fournies, déterminer les valeurs théoriques des paramètres du modèle de projection de caméra perspective :

- Taille d'un pixel (largeur et hauteur) :  $d_u$ ,  $d_v$ , quelle est l'unité
- En déduire les facteurs d'échelles  $k_u = 1/d_u$  et  $k_v = 1/d_v$ , quelle est l'unité
- Coordonnées du point principal (pour une utilisation de la caméra à pleine définition) :  $u_0$  et  $v_0$

2 – On monte un objectif TAMRON à focale  $f = 8$  mm sur la caméra. Calculer les valeurs théoriques des paramètres  $\alpha_u$  et  $\alpha_v$  du modèle de projection de caméra simplifié.

# IDS

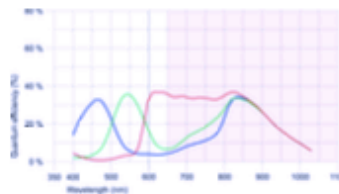
UI-1221LE-C-HQ Rev.2 (AB02422)



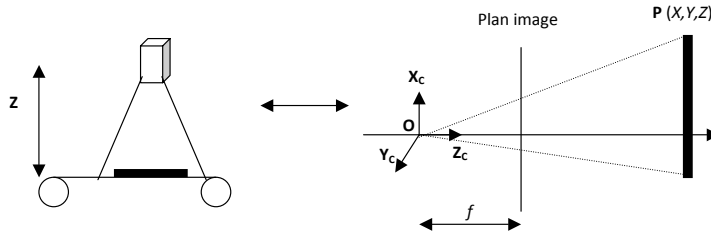
## Spécification

### Capteur

Type de capteur	CMOS Couleur
Mode d'obturation	Global
Caractéristique du capteur	Linéaire avec coudes
Méthode de lecture du capteur	Progressive scan
Classe de pixels	WVGA
Résolution	0,36 Mpx
Résolution (h x v)	752 x 480 Pixel
Rapport hauteur/largeur	14:9
CAN	10 bit
Profondeur des couleurs (caméra)	8 bit
Classe de capteur optique	1/3"
Surface optique	4,512 mm x 2,880 mm
Diagonale du capteur optique	5,35 mm (1/2,99")
Taille de pixel	6 µm
Fabricant	ON Semiconductor
Désignation du capteur	MT9V032C12STC
Amplification (complet/RVB)	4x/5x
AOI (zone d'intérêt) horizontale	Augmente la fréquence d'image
AOI (zone d'intérêt) verticale	Augmente la fréquence d'image
AOI (zone d'intérêt) largeur d'image / pas	16 / 4
AOI (zone d'intérêt) hauteur d'image / pas	4 / 2
AOI (zone d'intérêt) trame de position (horizontale/verticale)	4 / 2
Compartimentage horizontal	Augmente la fréquence d'image
Compartimentage vertical	Augmente la fréquence d'image
Méthode de Compartimentage	-
Facteur de Compartimentage	-
Sous-échantillonnage horizontal	-
Sous-échantillonnage vertical	-
Méthode de sous-échantillonnage	-
Facteur de sous-échantillonnage	-



**Exercice 7 :** Une entreprise souhaite vérifier qu'en fin de chaîne de production, ses tiges de métal ont bien la longueur requise. Pour cela, elle utilise une caméra perspective, située en fin de chaîne perpendiculaire à l'axe du tapis roulant comme présenté ci-dessous :



Les coordonnées images  $(u, v)$  d'un point 3D  $P(X, Y, Z)$  a pour valeurs :

$$u = k_u f \frac{X}{Z} + u_0$$

$$v = k_v f \frac{Y}{Z} + v_0$$

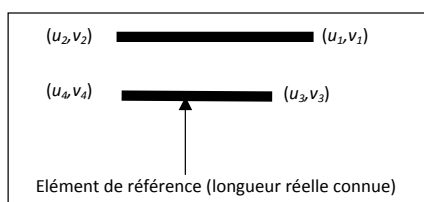
où les facteurs d'échelles  $k_u$  et  $k_v$ , la focal  $f$ , les coordonnées du centre de la caméra  $(u_0, v_0)$  et la profondeur  $Z$  sont connus.

Notons  $(u_1, v_1)$  et  $(u_2, v_2)$  les coordonnées images des extrémités de la tige.

a) Donner la relation entre  $v_1$  et  $v_2$ .

b) Calculer la longueur de la tige en fonction d' $u_1$  et  $u_2$ .

En pratique, les paramètres de calibrage peuvent changer au cours du temps et ne sont donc pas stables. C'est pourquoi, on préfère utiliser une méthode sans calibrage. Pour cela, on utilise un élément de référence pour lequel on connaît la longueur réelle.



Montrer que l'on peut déduire, grâce à la longueur réelle de l'élément de référence, la longueur de la tige. Que faut-il modifier si on utilise une caméra orthographique ?

**Exercice 8 :** Soit une caméra perspective avec les paramètres intrinsèques :

$\alpha_u = k_u f = 508.8878$  ;  $\alpha_v = k_v f = 509.2969$  ;  $u_0 = 372.5783$  ;  $v_0 = 260.8370$  ; taille d'image =  $512 \times 680$  ; et les points 3D (A, B et C) dans le repère de la caméra :

Pouvez-vous acquérir ces points dans l'image ?

	A	B	C
X (mm)	1000	1000	10000
Y (mm)	2000	2000	2000
Z (mm)	10000	-10000	1000

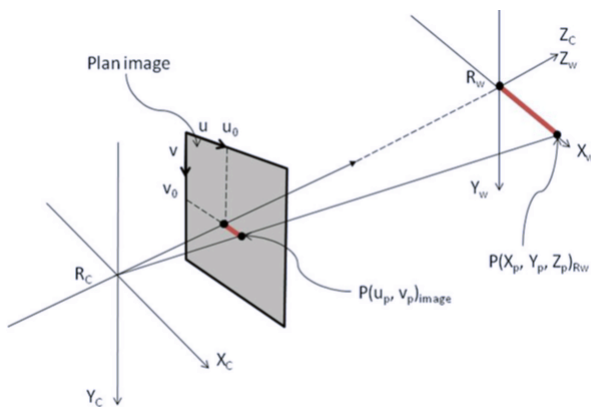
**Exercice 9 :** Le calibrage d'une caméra de résolution 800× 600 pixels (capteur avec pixels carrés) a fourni les résultats suivants :

$$\alpha_u = k_u f = 3250 ; \alpha_v = k_v f = 4510 ; u_0 = 225 ; v_0 = 280$$

Qu'est-ce qui permet de suspecter que le calibrage n'est pas bon ?

**Exercice 10 :** On souhaite connaître les coordonnées pixel du point P dans l'image connaissant :

- Focale de la caméra :  $f = 50\text{mm}$
- $du=dv=24\text{microns}$
- longueur du segment (en rouge sur la figure) : 50 cm
- distance du segment à la caméra : 5 m
- $u_0=512, v_0=384$



**Exercice 11 :** On utilise une caméra CCD 1/2" dont la taille du capteur vaut 6,4×4,8 mm. Sa résolution vaut 800×600 pixels. On utilise un objectif de focale 25 mm.

1. Calculer la taille des pixels.
2. Calculer la valeur de  $\alpha_u$  et  $\alpha_v$