

Évaluation des compétences expérimentales

Appareil photographique numérique : taille du capteur et angle de champ – durée : 1h

Compétences évaluées :

Compétence	ANA (analyser, raisonner)	REA (réaliser)	VAL (valider)
Coefficient	3	4	3

Thèmes abordés : Appareil photographique numérique/angle de champ

Contexte du sujet et documents mis à disposition du candidat

Ce sujet propose :

- d'étudier expérimentalement la relation entre l'angle de champ, la distance focale de l'objectif et la taille du capteur d'un appareil photographique numérique ;
- d'exploiter cette relation pour mesurer la largeur du capteur d'un appareil commercial.

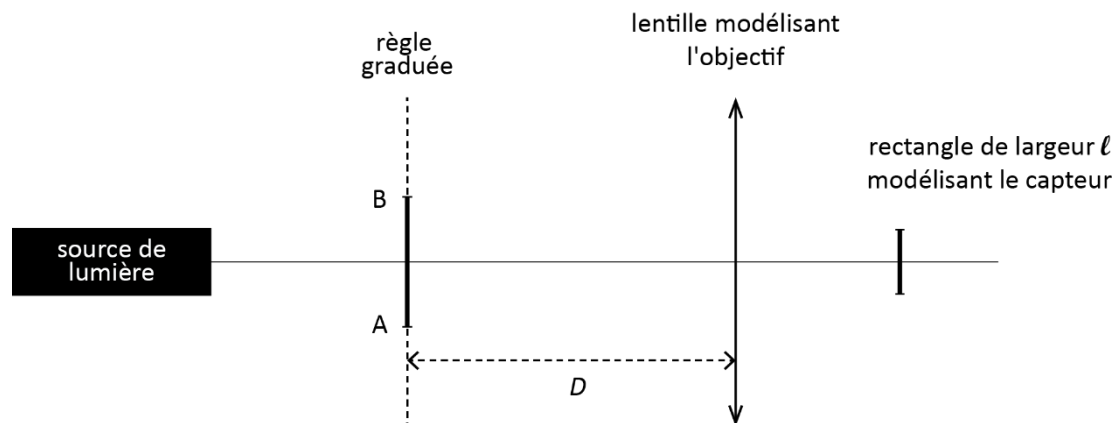
Travail demandé au candidat

1^{ème} partie : mesure d'un angle de champ

On réalise dans cette partie une maquette d'appareil photographique constituée :

- d'une lentille convergente modélisant l'objectif ;
- une règle transparente graduée éclairée par une source de lumière, modélisant l'objet observé ;
- un rectangle de largeur ℓ modélisant le capteur.

Le segment $[AB]$ représente la partie de l'objet dont l'image occupe toute la largeur du capteur.



représentation schématique de la situation vue de dessus

Q1. Le schéma précédent représente une **vue de dessus** de la situation sur le banc d'optique. La compléter en représentant :

- les points images A' et B' des points objets A et B ainsi que deux rayons de lumière justifiant leurs positions ;
- l'angle de champ (horizontal) α .

Pour la suite la calculatrice sera réglée en mode radian.



On admet l'expression suivante de l'angle de champ :

$$\alpha = 2 \times \arctan\left(\frac{AB}{2D}\right)$$

La fonction « arctan » (arc tangente) étant la fonction inverse de la fonction tangente, parfois notée « \tan^{-1} » ou « atan » sur les calculatrices.

Q2. Sur le banc d'optique, réaliser le montage avec les distances :

$$D = 30 \text{ cm ;}$$

$$f' = 20 \text{ cm ;}$$

$$\ell = 4,0 \text{ cm (rectangle tracé sur la face 1 de l'écran).}$$

L'écran modélisant le capteur doit être placé de manière à ce que l'image de la règle s'y forme.

Q3. Faire les mesures et calculs nécessaires pour déterminer expérimentalement l'angle de champ α en radians.



APPEL n°1 (15 min maximum après le début de l'épreuve)

Appeler l'examinateur ou l'examinatrice pour lui montrer le montage, les réponses aux questions Q1, Q2 ou en cas de difficulté.

Q4. On se propose d'appliquer la méthode employée à la question Q2 pour déterminer l'angle de champ obtenu avec différentes valeurs de ℓ et f' , en conservant la distance $D = 30 \text{ cm}$.

Reporter la valeur obtenue à la question Q2 dans le tableau ci-dessous et faire les mesures et calculs nécessaires pour renseigner les cases non-grisées. Les éventuels calculs seront réalisés au brouillon.

largeur du capteur ℓ distance focale f'	2,0 cm	4,0 cm
12,5 cm	$\alpha =$	
20,0 cm	$\alpha =$	$\alpha =$

Q5. Exploiter les résultats obtenus pour indiquer comment varie l'angle de champ α lorsque la distance f' varie, puis comment α varie lorsque la largeur du capteur ℓ varie (toutes choses égales par ailleurs).



Q6. On propose ci-dessous quatre expressions de l'angle de champ en fonction de f' et ℓ . Sélectionner la seule relation compatible avec la réponse précédente.

Donnée : la fonction arctan est une fonction croissante.

relation 1 : $\alpha = 2 \times \arctan\left(\frac{f'}{2\ell}\right)$

relation 2 : $\alpha = 2 \times \arctan\left(\frac{\ell}{2f'}\right)$

relation 3 : $\alpha = 2 \times \arctan\left(\frac{\ell f'}{2}\right)$

relation 4 : $\alpha = 2 \times \arctan\left(\frac{2}{\ell f'}\right)$

2^{ème} partie : mesure de la taille du capteur d'un appareil photographique numérique

Cette partie propose de mesurer la largeur (taille horizontale) du capteur d'un appareil photographique. On dispose pour cela d'un appareil commercial.

Trois règles jaunes accolées sont situées sur le tableau de la salle, à une distance $D = 7,00$ m de l'objectif de l'appareil. Cet ensemble de règles constitue un objet à l'infini pour l'objectif.

L'angle de champ permettant d'obtenir une image occupant tout le « capteur » en largeur peut être déterminée au moyen de la relation approchée (**donnant α en radian**) :

$$\alpha \approx \frac{L}{D}$$

L étant la largeur de la règle dont l'image occupe horizontalement tout le capteur.

Q7. Prendre une photographie des règles accolées, situées sur le tableau, avec l'appareil photographique numérique réglé sur une focale $f' = 55$ mm, en situant l'appareil à 7,00 m du tableau.

Mesurer la largeur L de la règle dont l'image occupe horizontalement tout le capteur (on pourra pour cela exploiter l'écran de prévisualisation de l'appareil).



APPEL n°2 (40 min maximum après le début de l'épreuve)

Appeler l'examinateur ou l'examinatrice pour lui montrer les réponses aux questions Q5 à Q7 ou en cas de difficulté.

La photo est effacée de la mémoire de l'appareil et celui-ci est déplacé d'un mètre environ.

Q8. Déduire de la mesure précédente la valeur de l'angle de champ en exploitant la relation approchée rappelée ci-dessus.

Q9. La relation choisie à la question Q5 peut également s'écrire, après développement :

$$\ell = 2 \times f' \times \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

En déduire la largeur ℓ du capteur de l'appareil photographique utilisé.



Q10. La mesure que nous avons réalisée est indirecte : elle repose sur la mesure de L et sur la mesure de D . L'une de ces distances possède une incertitude estimée à 5 cm et l'autre une incertitude estimée à 1 cm. Attribuer leurs bonnes valeurs aux incertitudes-types $u(D)$ et $u(L)$ et justifier ce choix sans faire de calcul en étudiant les sources d'erreur qui affectent les mesures.

Q11. La feuille de calcul « IMAGE_ECE_Estimation_u » est programmé pour calculer la largeur du capteur et estimer son incertitude à partir des résultats de mesures de L et D . Compléter les cases blanches de cette feuille de calcul et noter ci-dessous le résultat en écrivant la valeur de ℓ obtenue et son incertitude-type avec un nombre approprié de chiffres significatifs. L'incertitude-type sera arrondie avec un seul chiffre significatif.