

Les questions seront traitées dans l'ordre et numérotées.

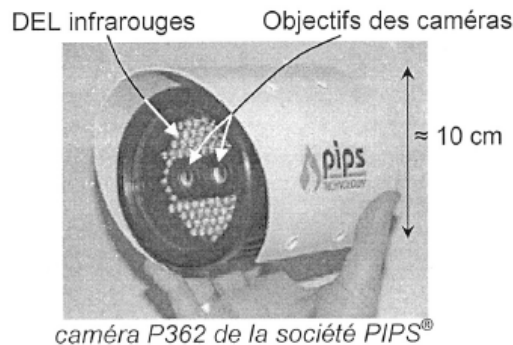
Les résultats seront justifiés et encadrés. La présentation est notée.

### Problème 1 : Caméra de contrôle des plaques d'immatriculation. (10 points).

Pour diminuer le nombre de véhicules circulant dans le centre ville et réduire ainsi les embouteillages, la pollution et le bruit qu'ils engendrent, plusieurs grandes agglomérations (Londres, Singapour, Stockholm) utilisent un système de péage urbain.

Différentes technologies sont mises en oeuvre pour détecter les véhicules entrant dans la zone de circulation taxée. Le système londonien, appelé London Congestion Charge (mis en place en 2003) utilise un réseau de 500 caméras installées à chaque point permettant d'entrer ou de sortir de la zone payante. Les images obtenues sont ensuite analysées par un algorithme LAPI (Lecture Automatique des Plaques d'Immatriculation) qui génère une liste des véhicules ayant circulé dans le centre ville, ce qui déclenche la facturation d'une taxe.

Ces systèmes doivent être robustes, peu coûteux, ne nécessiter aucun réglage et être fonctionnels dans des conditions de luminosité très variées. Le modèle retenu (ci-contre) comporte deux caméras identiques : l'une enregistrant dans le domaine visible et l'autre dans le proche infrarouge grâce un filtre stoppant les radiations visibles. Un ensemble de diodes électroluminescentes (DEL) émettant des flashes de longueur d'onde respective 810 nm et 950 nm entoure les caméras et permet d'illuminer la plaque d'immatriculation.



caméra P362 de la société PIPS®

Les spécifications du constructeur sont les suivantes :

Le capteur CCD (Charge Coupled Device) de ces caméras est un rectangle de diagonale  $1/4''$  (0,635 cm) et est découpé en  $752 \times 582$  pixels (largeur  $\times$  hauteur) ; les pixels sont des carrés tous identiques, de côté  $a$ .

Pour réduire le coût, les risques de panne et les réglages lors de l'installation, ces caméras ont une distance focale image  $f'$  fixe. Le constructeur propose différents modèles destinés à enregistrer les plaques d'immatriculation à une distance de mesure déterminée  $L$ .

Le tableau suivant résume les modèles disponibles :

Le tableau suivant résume les modèles disponibles :

Tableau 1

Modèle de caméra	1	2	3	4	5
Focale $f'$	35,0 mm	25,0 mm	16,0 mm	12,0 mm	8,00 mm
Distance de mesure $L$	20,0 m	14,5 m	9,0 m	7,0 m	4,5 m

La norme britannique concernant les plaques d'immatriculation est la suivante :

Les plaques doivent mesurer 110 mm de hauteur et 520 mm de largeur. Les caractères doivent avoir une hauteur de 79 mm et une largeur de 50 mm, l'épaisseur du trait étant fixée à 14 mm.

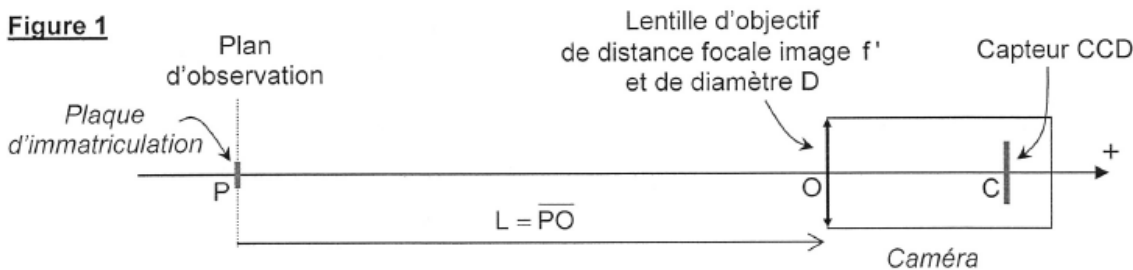


1) Les caméras sont constituées d'une lentille d'objectif convergente, de distance focale image notée  $f'$ , qui forme sur le capteur CCD une image de la plaque d'immatriculation. La figure 1 illustre cette configuration. (les échelles ne sont pas respectées).

a) Rappeller la relation de conjugaison reliant  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OA'}$  et  $f'$  ainsi que l'expression du grandissement  $\gamma$  en fonction de  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$ .

b) Donner la condition nécessaire sur  $L$  pour que l'image d'un objet réel par une lentille convergente, soit réelle.

Figure 1



- 2) Exprimer la distance algébrique  $\overline{OC} = x'$  en fonction de  $L = \overline{PO}$  et  $f' = \overline{OF'}$ .
- 3) Exprimer le grandissement noté  $\gamma$  en fonction de  $L$  et de  $f'$ .
- 4) En tenant compte des valeurs numériques du Tableau 1, justifier l'approximation :  $\overline{OC} \approx f'$ .  
En déduire une expression simplifiée de  $\gamma$ . Calculer la valeur numérique de  $\gamma$ , pour les cinq modèles de caméras (répondre avec 3 chiffres significatifs). Commenter.
- 5) Déterminer les valeurs numériques de la largeur  $l$  et la hauteur  $h$  du capteur CCD en millimètres.
- 6) Déterminer la taille de l'image du caractère « 5 » de la plaque d'immatriculation sur le capteur CCD si on utilise la caméra 1. Donner la correspondance en pixels.
- 7) Quel problème se poserait si le dispositif ne filmait que dans le domaine visible ? Quel est l'intérêt d'une seconde image en infrarouge ?

## Problème 2 : Etude cinétique suivie par spectrophotométrie. (10 points).

On souhaite déterminer les caractéristiques de la cinétique de la réaction d'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$  en solution aqueuse :  $S_2O_8^{2-} + 2 I^- \longrightarrow 2 SO_4^{2-} + I_2$

On note  $k$  la constante de vitesse à la température de travail,  $p$  l'ordre partiel par rapport aux ions  $S_2O_8^{2-}$  et  $q$  l'ordre partiel par rapport aux ions  $I^-$ .

A l'instant  $t = 0$ , on mélange 50 mL d'une solution d'iodure de potassium ( $K^+$ ,  $I^-$ ) à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  et 50 mL d'une solution de peroxodisulfate d'ammonium ( $2 NH_4^+$ ,  $S_2O_8^{2-}$ ) à  $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1) On note à  $t = 0$  :  $c_0 = [S_2O_8^{2-}]_0$  et  $c'_0 = [I^-]_0$ .  
On note à l'instant  $t$  :  $c(t) = [S_2O_8^{2-}]_t$  et  $c_1(t) = [I_2]_t$ .  
Faire un tableau d'avancement en concentration de façon à relier  $c(t)$  et  $c_1(t)$ .
- 2) Donner les cinq expressions de la vitesse  $v(t)$  de cette réaction.
- 3) Calculer les concentrations  $c_0$  et  $c'_0$  des réactifs à  $t = 0$ . Montrer que  $k' = k \cdot (c'_0)^q \approx \text{constante}$  en précisant les conditions sur  $c_0$  et  $c'_0$ .
- 4) La réaction est d'ordre  $p = 1$  par rapport aux ions  $S_2O_8^{2-}$ .  
Etablir la loi cinétique donnant  $[S_2O_8^{2-}]_t = f(t)$ . Quelle courbe doit-on tracer pour vérifier la valeur de  $p$  ?
- 5) Dans cette réaction seule la solution de  $I_2$  est colorée. On suit la cinétique en mesurant l'absorbance optique  $A(t)$  de la solution :  $A(t) = \epsilon \cdot L \cdot [I_2]_t$ , où  $\epsilon = 1250 \text{ L.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  et  $L = 1 \text{ cm}$ .  
Montrer que :  $\frac{c(t)}{c_0} = 1 - \frac{A(t)}{a}$ . Préciser l'expression  $a$ .
- 6) On obtient les résultats suivants pour  $a = 3$  :

t (s)	0	240	480	720	960
A	0	0,349	0,670	0,940	1,18

Tracer la courbe adéquate sur la copie après avoir présenté un tableau de valeurs.  
En déduire les constantes  $k'$  et  $k$  pour  $q = 2$ , avec leurs unités.