



# Modèles de quelques dispositifs optiques

## Notions et capacités mises en œuvre dans ce TD

- ✓ Énoncer les conditions permettant un stigmatisme approché et les relier aux caractéristiques d'un détecteur.
- ✓ Utiliser les définitions et propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale et de la vergence
- ✓ Construire l'image d'un objet réel ou virtuel situé à distance finie ou infinie à l'aide des rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle
- ✓ Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement de Descartes
- ✓ Modéliser l'œil comme l'association d'une lentille de vergence variable et d'un capteur fixe.
- ✓ Citer les ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation.
- ✓ Modéliser l'appareil photographique comme l'association d'une lentille mince et d'un capteur.
- ✓ Construire géométriquement la profondeur de champ pour un réglage donné.
- ✓ Étudier l'influence de la focale, de la durée d'exposition, du diaphragme sur la formation de l'image.

Dans tout le TD, on se place dans l'hypothèse de lentilles sphériques minces utilisées dans l'approximation de Gauss.

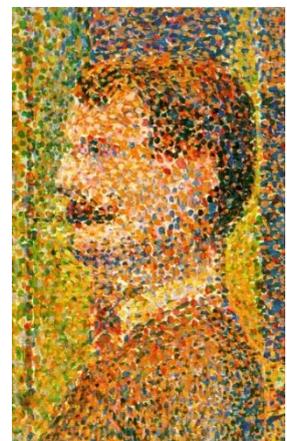
### Exercice n° 1 : Petites questions sur l'œil (★)

- 1) Quelle est la nature des lentilles correctrices d'un œil myope ? hypermétrope ? presbyte ?
- 2) Comparer les plages d'accommodation d'un œil normal, presbyte et myope.
- 3) On s'intéresse à l'œil en vision marine, par exemple immergé dans une piscine ( $n=1.33$ ). L'eau rend-elle l'œil myope ou hypermétrope ? Justifier.

### Exercice n° 2 : Pointillisme (★★)

Le pointillisme est un courant artistique issu du mouvement impressionniste qui consiste à peindre par juxtaposition de petites touches de peinture de couleur. Placé à une certaine distance du tableau ces touches ne se distinguent plus et se confondent permettant de faire apparaître des variétés de couleurs. Cette technique est née en France sous l'impulsion de Georges Seurat (1859-1891) puis de Paul Signac (1863-1935).

Déterminer à quelle distance d'un tableau exécuté avec la technique pointilliste doit se placer un observateur pour ne plus distinguer les touches de couleurs. On supposera que la plus grande distance qui sépare 2 touches est voisine de 4 mm.



### Exercice n° 3 : Presbytie (★★)

Un œil normal est assimilable à une lentille mince convergente de centre optique  $O$ , de distance focale  $f'$ .

La rétine est assimilée à un plan perpendiculaire à l'axe optique et situé à une distance invariable de 17mm.

- 1) L'œil n'accommode pas. Que vaut  $f_1'$  ?
- 2) L'œil accommode maintenant au maximum. L'observateur voit nettement des objets situés à la distance minimale distincte, c'est-à-dire à 25 cm de O. Calculer la nouvelle distance focale  $f_2'$ .
- 3) On définit l'amplitude d'accommodation par la relation  $\Delta = V_1 - V_2$ .  $V_1$  et  $V_2$  étant les vergences associées aux distances focales calculées précédemment. Calculer l'amplitude d'accommodation. Donner son unité.
- 4) Avec l'âge, l'œil devient presbyte, le cristallin devenant moins souple. La faculté d'accommodation diminue. La personne continue à voir nettement à l'infini sans accommoder. Calculer la nouvelle distance minimale de vision distincte dans le cas d'une amplitude d'accommodation réduite d'un facteur 4.

#### **Exercice n° 4 : L'appareil photo numérique (★★★)**

- 1) Proposer une modélisation simple de l'appareil photo numérique. Faire une analogie avec l'œil.
- 2) L'image obtenue sur le capteur est-elle droite ou renversée par rapport à l'objet ? Justifier à l'aide d'un schéma.

L'appareil étudié possède un objectif de focale 50 mm et un capteur « 24mm × 36mm » dit full frame contenant 16 millions de pixels.

- 3) Quelle est la distance lentille-capteur quand l'objet photographié est situé à une distance pratiquement infinie ?
- 4) La distance lentille-capteur doit-elle augmenter ou diminuer pour photographier un objet plus proche de l'objectif ? Que devient alors la taille de l'image ? Justifier à l'aide de schéma(s).

L'appareil étudié est un autofocus, il règle automatiquement la distance lentille-capteur entre 50 et 55 mm, pour que l'image se forme sur le capteur.

- 5) A quelle distance de la lentille se situe l'objet le plus proche sur lequel on peut effectuer la mise au point ?

On photographie un enfant de hauteur  $h = 1,0$  m. Quelle est la distance minimale le séparant de la lentille pour que celui-ci apparaisse entier ?

On considérera qu'un point est vu nettement à condition que la tâche lumineuse qu'il forme sur le capteur n'excède pas 30  $\mu\text{m}$ .

- 6) L'objet photographié se situe à 3 m de l'objectif. A quelle distance de la lentille se situe le capteur CCD ?
- 7) Sachant que les pixels sont carrés, donnez les dimensions d'un pixel.
- 8) Expliquer à l'aide de schémas la notion de profondeur de champ.
- 9) On appelle nombre d'ouverture le nombre  $N$  tel que  $N = f'/D$  où  $D$  représente le diamètre du diaphragme. On note alors l'ouverture  $f/N$ .
- 10) Déterminer la profondeur de champ de cet appareil photo pour une distance objet lentille de 3 m et  $N = 8$ .
- 11) Afin d'augmenter la profondeur de champ, le photographe doit-il augmenter ou diminuer l'ouverture de l'objectif.