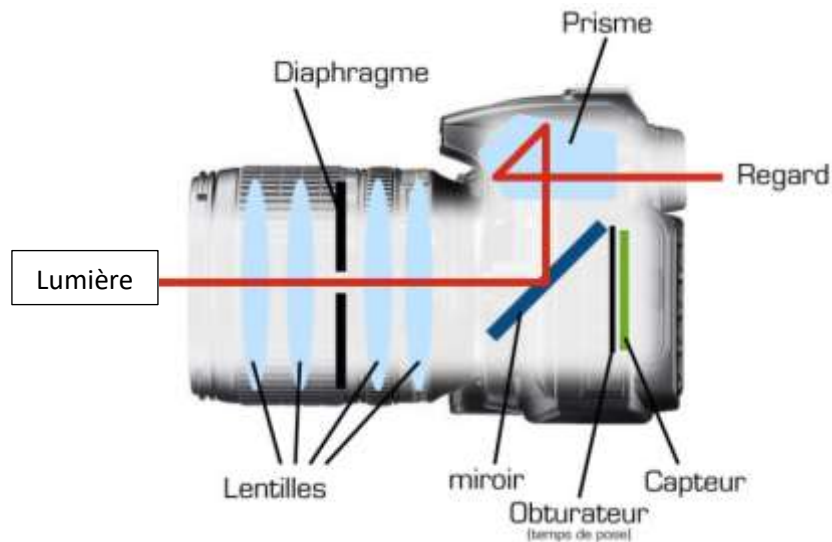


OPTIQUE - APPROCHE DOCUMENTAIRE 2

## Etude de l'appareil photo numérique

### Document n° 1: Constitution d'un appareil photo numérique (APN)



Un APN comprend :

- Un groupe de lentilles, qui donne d'un objet réel une image réelle, inversée, au niveau du capteur. Cette association permet de corriger les nombreux défauts (aberrations géométriques et chromatiques) que présente toute lentille. **Nous assimilerons ce groupe de lentilles à une lentille unique de distance focale  $f$** , caractéristique importante de l'objectif ;
- Un **diaphragme**, qui limite l'ouverture du faisceau lumineux entrant ;
- Un **obturateur** : mécanisme intégré à l'appareil photo, qui permet de laisser entrer la lumière sur le capteur pendant une période donnée ;
- Un **capteur numérique** qui transforme le signal lumineux reçu en signal électrique, il est caractérisé par sa taille et son nombre total de pixel.

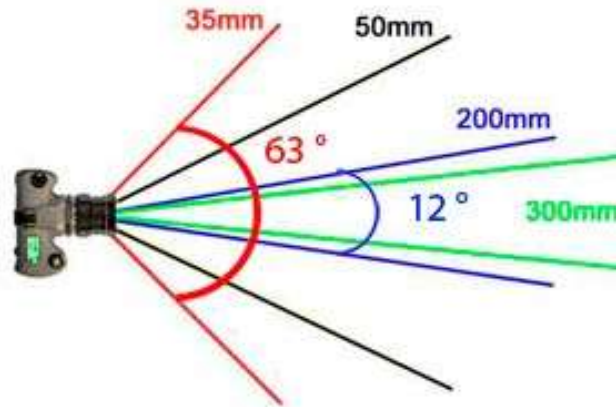
Pendant la visée, le **miroir** renvoie la lumière vers le **prisme** et de là, vers le viseur. Il se relève quand on appuie sur le déclencheur pour laisser la lumière atteindre le capteur situé derrière lui.

**Document n° 2 : Influence de la distance focale de l'objectif**

Les **objectifs standards** du commerce ont une focale égale à  $f' = 50 \text{ mm}$ . Ces objectifs ont un champ angulaire de  $46^\circ$  pour un plein format, équivalent à celui de l'œil.

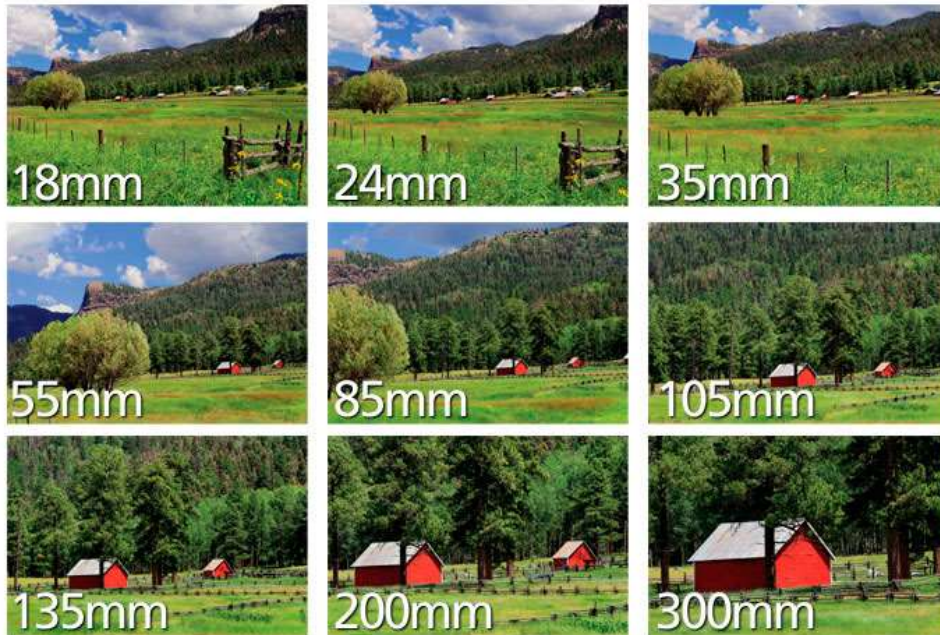
Un **téléobjectif** possède une focale supérieure à celle de l'objectif standard. Le champ angulaire d'un téléobjectif est donc plus faible que celui de l'objectif standard.

Inversement, un **grand angle** a une focale inférieure à celle de l'objectif standard : le champ angulaire sera donc supérieur à celui de l'objectif standard. Cet objectif permet donc d'embrasser une vue très large, et convient donc pour un paysage.



*Champs angulaires pour un capteur plein format ou full frame (24 mm × 36 mm)*

Parmi les multiples effets de la focale de l'objectif, le principal du point de vue optique est la taille de l'image . Plus la focale est grande, plus la taille de l'image sera grande.



### Document n° 3 : L'exposition

L'exposition est avec la composition (rendu esthétique) une notion fondamentale en photographie.

Une photo correctement exposée est obtenue lorsque la surface sensible a reçu une quantité de lumière appropriée par rapport à la luminosité de la scène que l'on a photographiée.

Cette quantité de lumière dépend des 3 paramètres suivants :

➤ La sensibilité

En photographie, l'échelle ISO est l'échelle de mesure de sensibilité des surfaces photosensibles. Plus le nombre ISO est élevé, plus la sensibilité de la surface est grande, ce qui permet des photographies à très basse luminosité. **Quand on double l'indice ISO, on diminue de moitié la « quantité de lumière » nécessaire pour exposer correctement la photo.**



Dans cette série, le seul paramètre d'exposition qui change est la sensibilité ISO

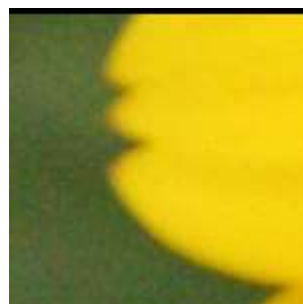
Cela présente toutefois un inconvénient : l'augmentation de sensibilité se fait par amplification du signal électrique recueilli, ce qui génère du bruit et dégrade l'image.



100 ISO, f/5.6, 1/350



1600 ISO, f/5.6, 1/4000



➤ La vitesse d'obturation

Régler la vitesse d'obturation consiste à régler le temps de pose  $T$ , temps pendant lequel l'obturateur s'ouvre au déclenchement et donc pendant lequel votre capteur est exposé à la lumière.

**Quand on double la durée de l'exposition, on double « la quantité de lumière » que le capteur de l'appareil reçoit.**



Réglages :  $f/8$ , 100 ISO

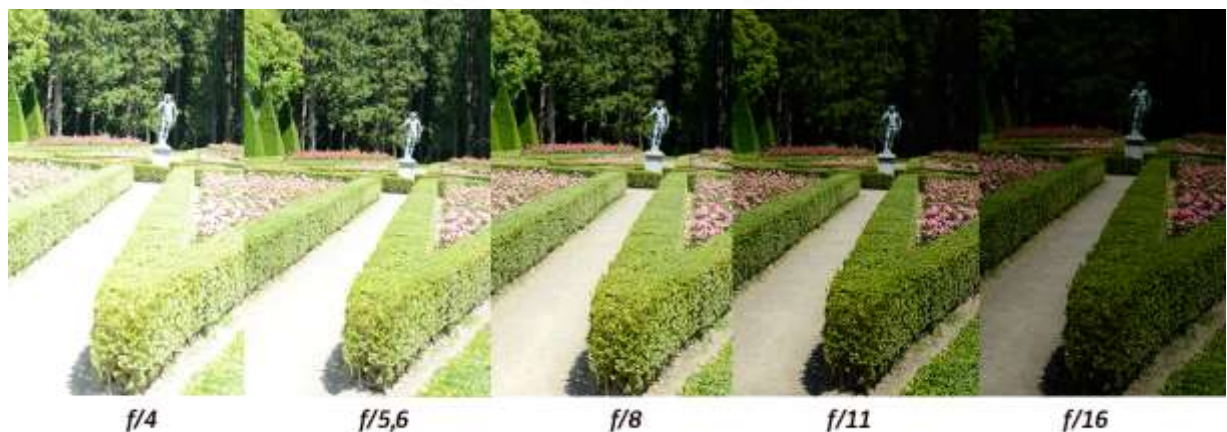
➤ L'ouverture du diaphragme de l'objectif

La taille de l'ouverture détermine la « quantité de lumière » qui va entrer dans l'appareil.

**Elle est proportionnelle à la surface de l'ouverture.**

Le **nombre d'ouverture N** d'un objectif désigne le rapport entre la distance focale image  $f'$  de cet objectif et le diamètre  $D$  de l'ouverture :  $N = f'/D$ , il **est d'autant plus grand que le diamètre de l'ouverture est petit.**

La notation la plus couramment utilisée pour les réglages est  $f/N$ .

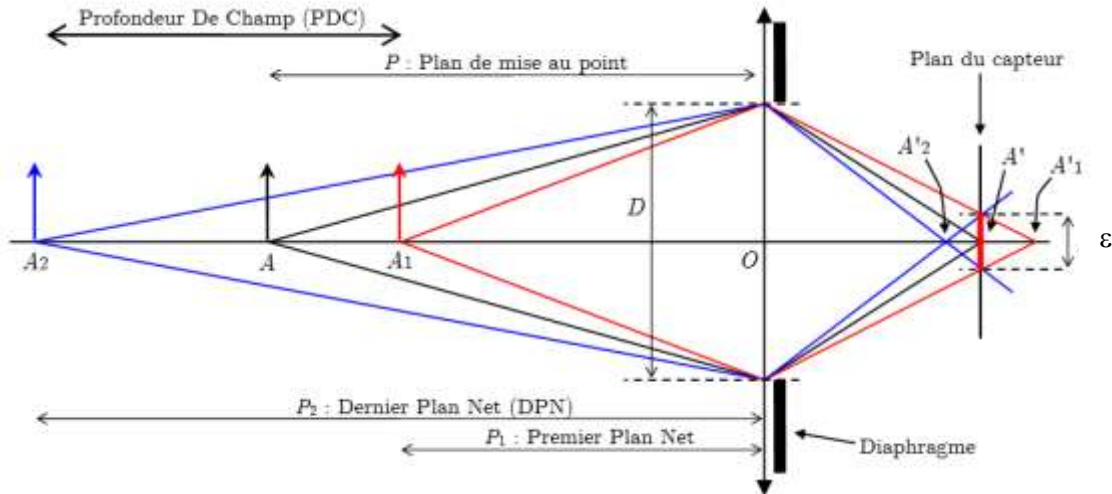


Réglages :  $1/125$  s, 100 ISO

**Document n° 4 : La profondeur de champ**

Afin d'obtenir une image nette, l'objet à photographier doit se trouver dans une zone de netteté.

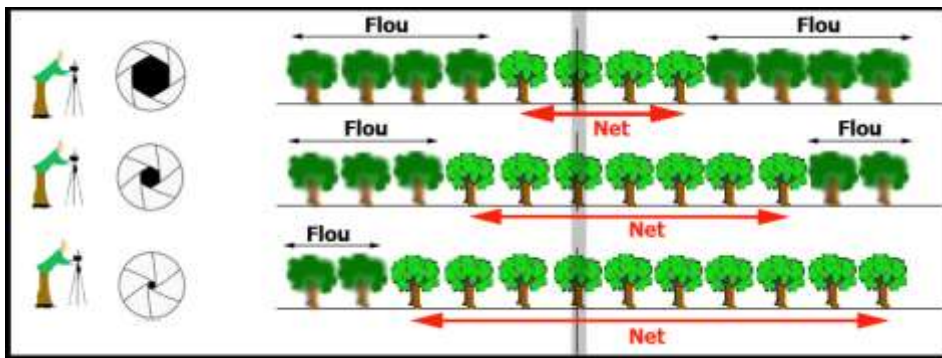
Considérons un point objet A situé sur l'axe optique donnant un point image sur le capteur. Pour tout autre point objet, le faisceau émergent intercepte le plan du capteur selon une surface. On peut admettre qu'un tel point objet aura une image ponctuelle à l'échelle du capteur tant que la dimension de la tache sur le capteur est inférieure à la taille d'un pixel  $\epsilon$ .



La profondeur de champ (PDC) est la distance entre les deux points extrêmes de l'axe optique dont les images sont vues nettement sur le capteur. En première approximation :

$PDC = \frac{2\epsilon d^2 N}{f'^2}$ , où d est la distance de mise au point ( $d = OA$ ) et  $f'$  la focale de l'objectif et N le nombre d'ouverture.

**Influence de l'ouverture sur la PDC :**



Pour un même sujet A visé, la composition de l'image sera fortement modifiée selon l'amplitude de la PDC.



## Questions

- 1) Proposer une modélisation simple de l'appareil photo numérique.
- 2) Commenter la série de photos du document 2 et expliquer à l'aide d'un schéma l'influence de la focale sur la taille de l'image.
- 3) Le réglage de la mise au point permet que l'image de l'objet photographié se forme sur le capteur. Pour cela, on ajuste la distance entre l'objectif et le capteur. Cependant, cette distance reste en général du même ordre de grandeur que la focale  $f'$ .
  - a) Justifier.
  - b) Dans ce cas, montrer que l'on peut considérer que le grandissement est proportionnel à la distance focale image de l'objectif. Vérifier avec les photos du documents 2.
- 4) Retrouver à l'aide d'un schéma et d'un calcul les valeurs des champs angulaires donnés dans le document 2.
- 5) Les deux photos ci-dessous ont été prises dans des conditions similaires avec une focale de 200 mm, 100 ISO et les 2 couples suivants ( $f/5,6 ; 1/320s$ ) ou ( $f/25 ; 1/15s$ ). Associer à chaque couple la bonne photo. Commenter.



- 6) Sur quel paramètre faut-il jouer pour obtenir un effet de filé comme sur la photo ci-dessous ? Quelle difficulté technique cela peut présenter ? Comment y remédier sans modifier le réglage de l'appareil ?



- 7) Expliquer pourquoi, si l'on veut effectuer une photographie de nuit, il est très difficile d'obtenir un cliché net avec une grande profondeur de champ.
- 8) Un portraitiste photographie le visage d'un sujet situé à 3 m. Il dispose d'un appareil reflex "full frame" à 22.3 millions de pixels et utilise un objectif 85 mm ouvert à  $f/4$ . Calculer la profondeur de champ. Commenter.

- 9) Si vous deviez conclure, pour photographier un paysage, quels réglages ( focale, ouverture, vitesse d'obturation) faut-il choisir ? (Aucune valeur numérique n'est demandée). Mêmes questions pour un portrait.
- 10) On étudie la série de photos suivante. On voit apparaître un phénomène de diffraction si on diminue trop l'ouverture.



f/5,6



f/11



f/16



f/32

Pour une source monochromatique à l'infini et une mise au point à l'infini la tache de diffraction a un diamètre de :  $d = 2.44 \frac{\lambda}{D} f'$ . En prenant une longueur d'onde de 550 nm et la taille d'un pixel égale à 6  $\mu\text{m}$ , estimer les valeurs de N pour lesquelles la diffraction devient un facteur gênant.

- 11) Un appareil photo numérique permet les réglages suivants :

<b>N</b>	1	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32		
<b>T(s)</b>	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2

Un photographe désire travailler avec une quantité de lumière constante admise dans l'appareil. Une photo a été prise avec le réglage  $N_1 = 5.6$  et le temps de pose  $T_1 = 1/250$ .

Si l'ouverture choisie est maintenant  $N_2 = 11$ , quel temps de pose faut-il choisir pour avoir la même quantité de lumière ?

## Résolution de problème

### Analyse d'une photo

La photographie ci-dessous montre la cascade inférieure du parc national de Yellowstone.

On dispose de quelques caractéristiques techniques de l'appareil photographique et de l'objectif utilisés ainsi que des réglages de l'appareil lors de la prise de vue.

La position du photographe est repérée par une croix sur la vue satellite.



*Certaines informations données ne sont pas directement utiles à la résolution*

### Appareil Canon EOS 550D

Type et Taille du capteur	Cmos APS-C 22,3 x 14,9 mm
Nombre total de pixels	Environ 18,7 millions

### Objectif Canon EF-S 18 -135mm f/3.5-5.6 IS

Focale en mm (équivalent en 24x36)	18-135 (29-216)
Angle de champ (horizontal)	64° 30' - 9° 30'
Ouverture de l'objectif	f/3.5-5.6
Distance de mise au point minimale	39 cm
Grandissement maximum (×)	0,21 (à 135 mm)

**Réglages de l'appareil :** Ouverture : f/9,0 ; Durée d'exposition : 1/100 sec ;  $f' = 135$  mm



A l'aide des documents fournis, estimer la hauteur de la cascade.