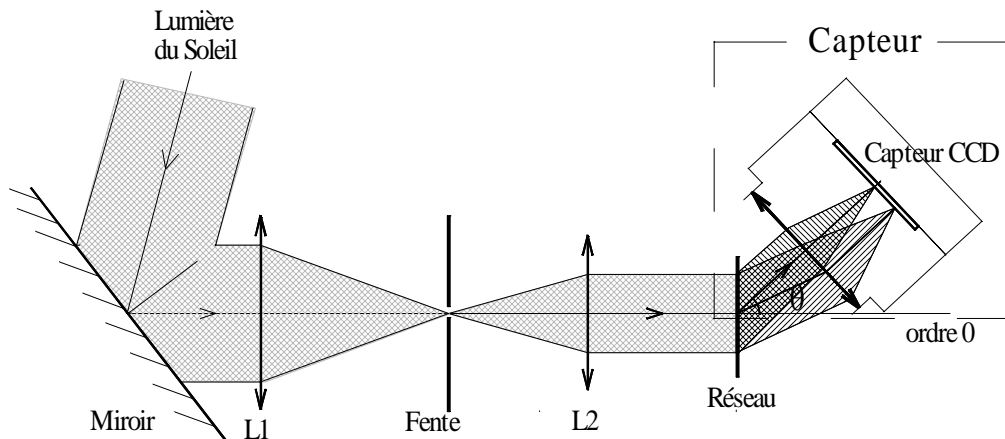


Description de l'appareillage

B - LE CAPTEUR CCD

1) Son rôle.

Placé derrière le spectroscopie, un *capteur électronique CCD* muni d'un *objectif photographique*, permet d'enregistrer l'image du spectre et de la transférer à un ordinateur pour la visualiser.



L'ensemble objectif/CCD est placé sur un support pouvant tourner autour d'un axe vertical passant par le point d'intersection du réseau et de l'axe optique du spectroscopie, ce qui permet de l'orienter en fonction de l'angle de déviation des rayons lumineux.

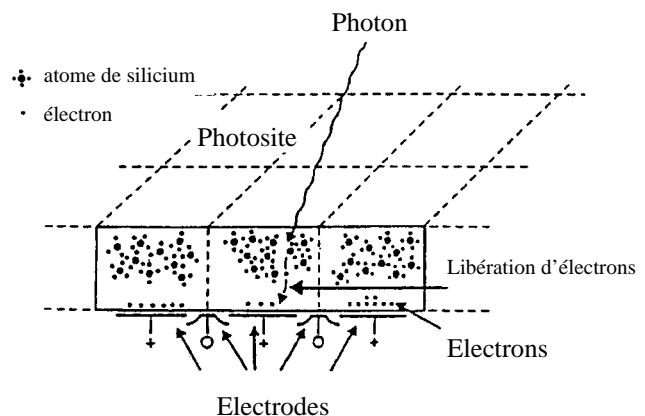
2) Aperçu sur son fonctionnement.

La matrice : mosaïque de photosites.

Le détecteur photosensible est composé d'un substrat de silicium semi-conducteur enrichi par des impuretés d'arsenic ou de phosphore.

Sous ce substrat se trouve une couche isolante sur laquelle sont implantées environ 400 000 électrodes métalliques formant une mosaïque de photosites délimités par une séparation électronique neutre.

Lorsqu'un **photon** d'énergie suffisante pénètre dans le silicium dopé, il y a formation d'une paire (électron - trou). Dans chaque photosite les **électrons** se regroupent près de l'électrode lorsque celle-ci est soumise à une tension positive.

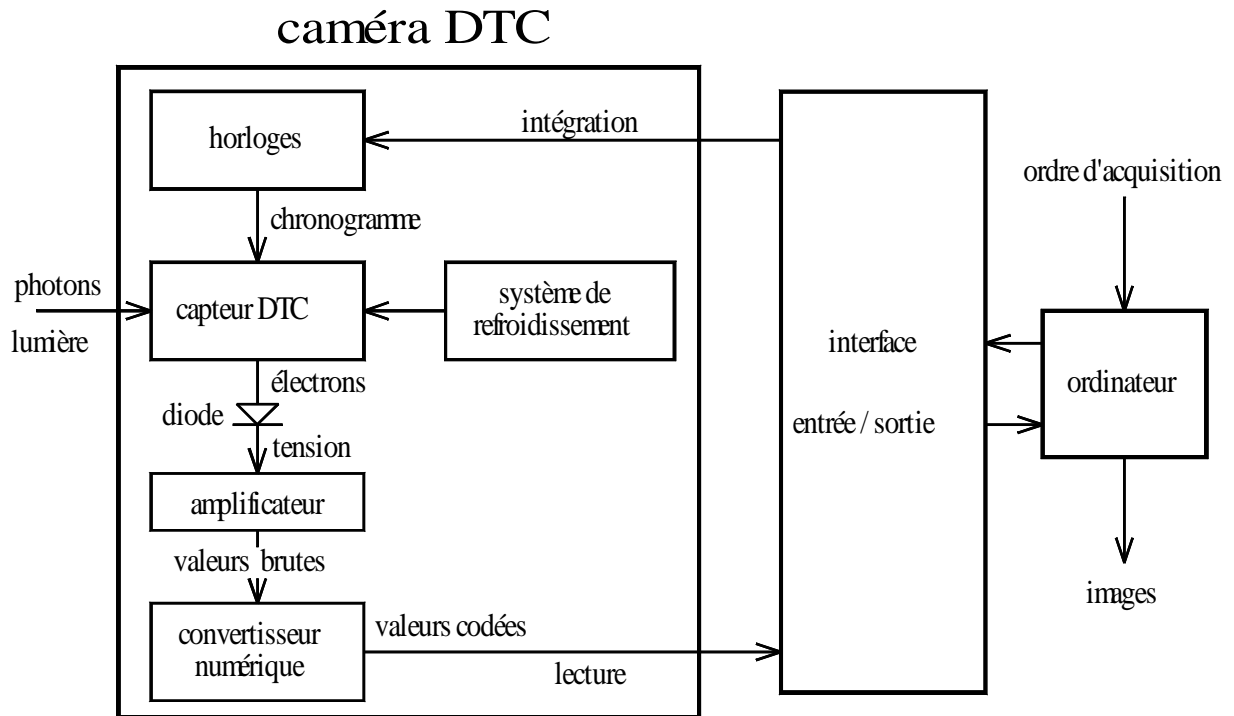


Le nombre d'électrons piégés dans un photosite est proportionnel au nombre de photons reçus.

Le dispositif électronique de transfert de charge.

Le mécanisme du transfert de charge permet, grâce à des horloges internes, de faire défiler, à la sortie du capteur, une à une les charges électriques contenues dans chacun des photosites de la matrice.

Le signal analogique qui en résulte (sous forme de tension électrique) est alors amplifié puis numérisé pour être traité par l'ordinateur.



L'écran de l'ordinateur : mosaïque de pixels.

L'ordinateur, par l'intermédiaire du logiciel WinMIPS, possède deux fonctions :

- faire fonctionner la caméra en lui donnant des commandes par l'intermédiaire du clavier,
- acquérir les données afin de visualiser les images obtenues puis les sauvegarder et les traiter.

La caméra Hi-SIS utilisée fournit des données codées sur 12 bits. Elle permet ainsi de diviser la plage de tension à traiter en $2^{12} = 4096$ valeurs qui s'afficheront en autant de niveaux de gris dans chaque *pixel* de l'écran.

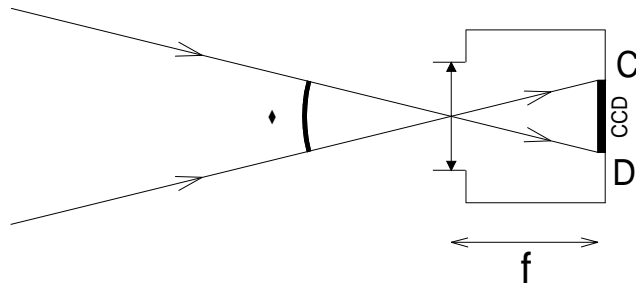
3) Ses caractéristiques

Matrice photosensible : longueur $L = 6,9$ mm, largeur $l = 4,6$ mm,
 $768 \times 512 = 393216$ photosites de $9 \mu\text{m}$ sur $9 \mu\text{m}$.

Electronique : numérisation sur 12 bits.

4) Champ de l'ensemble (capteur C.C.D. – objectif photographique)

Le dispositif de prise d'image, l'ensemble capteur C.C.D.-objectif photographique, ne peut capter que les rayons lumineux contenus dans un certain cône, appelé *champ angulaire* de l'appareil. Ce champ dépend des *dimensions de la matrice* et de la *distance focale de l'objectif* utilisé :



Sur la figure, on voit (en assimilant $\tan \omega$ avec ω en radians, les angles étant petits) que :

$$CD = f \cdot \omega$$

$$\text{d'où : } \omega \text{ (radian)} = CD / f$$

Calculer le *champ angulaire de l'ensemble capteur C.C.D.-objectif photographique* (en radians puis en degrés) correspondant à l'utilisation de divers objectifs (la longueur de la matrice est de 6,9 mm)

focale de l'objectif (en mm)	28	50	200
champ angulaire en radians			
champ angulaire en degrés			

Connaissant la largeur du spectre visible (calculée précédemment), en déduire combien d'images au minimum il faudra faire avec chacun des objectifs, pour couvrir tout le spectre visible ?

focale de l'objectif (en mm)	28	50	200
champ angulaire en radians	0,246	0,138	0,0345
champ angulaire en degrés	14,09°	7,9°	1,98°

Pour couvrir tout le spectre :

Objectif de focale 50 mm : 2 images

Objectif de focale 50 mm : 3 images

Objectif de focale 50 mm : 10 images