

Mesure du pas d'un réseau à l'aide d'un microscope et d'un caméscope

par Gilles GALLIN-MARTEL
Lycée Charles Baudelaire - 74960 Cran-Gevrier

Cet article peut venir en aide aux collègues qui enseignent la spécialité en terminale S.

La caractéristique fondamentale d'un réseau est son pas (ou période) a que l'on donne le plus souvent sous la forme du nombre n de traits par millimètre : $n = 10^{-3}/a$.

Cette manipulation permet de **vérifier le nombre n de traits par mm d'un réseau** sans utiliser un micromètre oculaire et sans se servir du procédé de la chambre claire.

Le caméscope peut être utilisé comme un œil fictif. Il est équipé d'un zoom qui permet de grossir de une à huit fois.

L'œil fictif peut être le caméscope avec son zoom sur la position ($\times 8$).

On dispose d'un petit microscope (prix 100 F. en grande surface) dont le grossissement commercial peut varier de quatre-vingt-seize à neuf cents.

On le fixe à neuf cents par exemple : $G_c = 900$.

On place maintenant l'objectif du caméscope contre l'oculaire du microscope. On utilise, à cet effet, un trépied sur lequel est fixé le caméscope (figure 1). **L'axe principal de l'objectif du caméscope doit évidemment coïncider avec celui du microscope.**

Pour effectuer ce réglage délicat avec succès, il faut opérer de la façon suivante :

- placer un réseau (cent quarante traits par millimètre par exemple) sur la porte-objet du microscope et faire sa mise au point,
- fixer le caméscope sur le trépied,
- relier le caméscope au téléviseur (figure 2),
- allumer le téléviseur et le mettre sur le canal audiovisuel (AV),

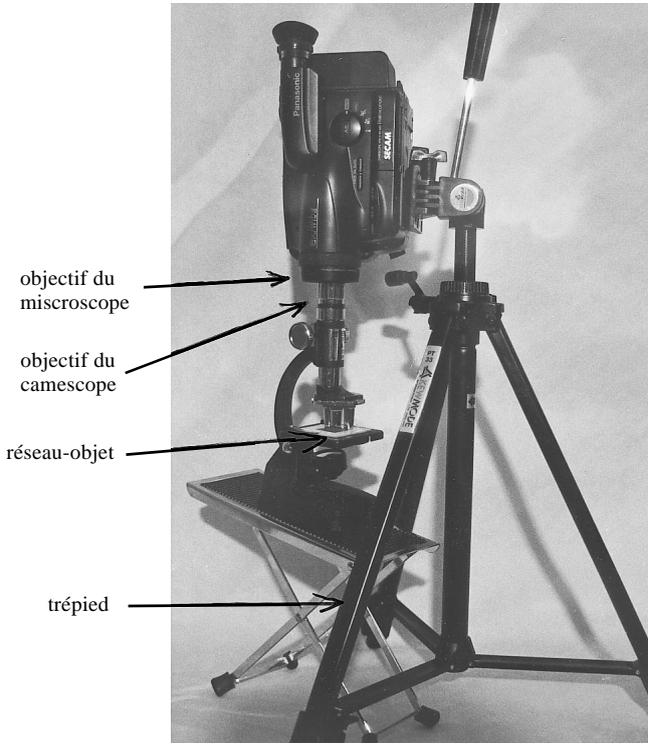


Figure 1

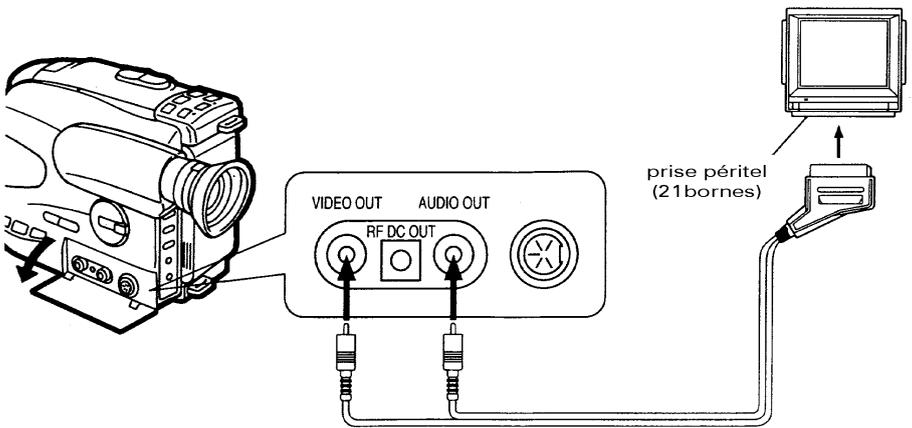


Figure 2

- allumer le caméscope et régler le zoom sur la position ($\times 1$),
- en observant l'écran du téléviseur, approcher l'objectif du caméscope contre l'oculaire du microscope. L'oculaire doit être au centre de l'écran. Au centre de l'oculaire on observe un trou lumineux (figure 3),
- grossir alors le trou lumineux en actionnant le zoom du caméscope jusqu'à sa position ($\times 8$) d'œil fictif. **On observe alors sur l'écran du téléviseur quelques traits du réseau.**

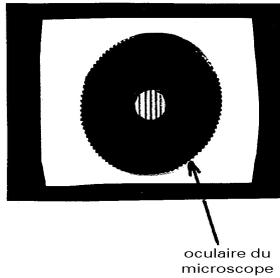


Figure 3

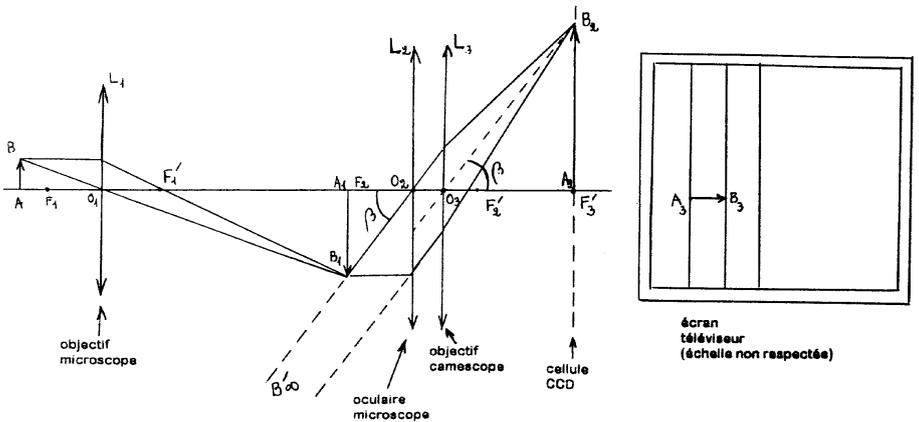


Figure 4

On peut mesurer les sept espaces compris entre les premier et huitième traits observés sur l'écran du téléviseur soit 42,7 cm (fig-

ure 5), d'où : un espace entre deux traits consécutifs = $A_3 B_3 = 42,7/7 = 6,1 \text{ cm} = 0,061 \text{ m}$.

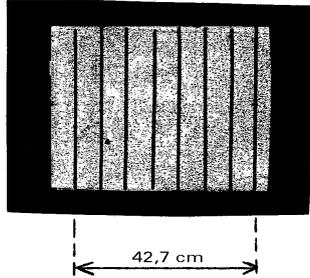


Figure 5

AB représente l'espace entre deux traits consécutifs du réseau-objet.

Puissance intrinsèque P_i et grossissement commercial G_c du microscope satisfont la relation :

$$G_c = \frac{P_i}{4} \quad \Rightarrow \quad P_i = 4 G_c$$

$$P_i = \frac{\beta}{AB} \quad \Rightarrow \quad AB = \frac{\beta}{P_i} = \frac{\beta}{4 G_c} \quad (1)$$

β = angle sous lequel on voit l'image A'B' à l'infini à travers l'oculaire L_2 du microscope.

$O_3 F'_3 = f'_3$ = focale du caméscope en position zoom ($8 \times$) = $40 \text{ mm} = 0,040 \text{ m}$.

Le capteur d'image CCD est situé dans le plan focal image de l'objectif L_3 du caméscope (figure 6) :

$$\beta = \frac{A_2 B_2}{f'_3} \quad (2)$$

où $A_2 B_2$ est l'image de A'B' à travers l'objectif L_3 du caméscope.

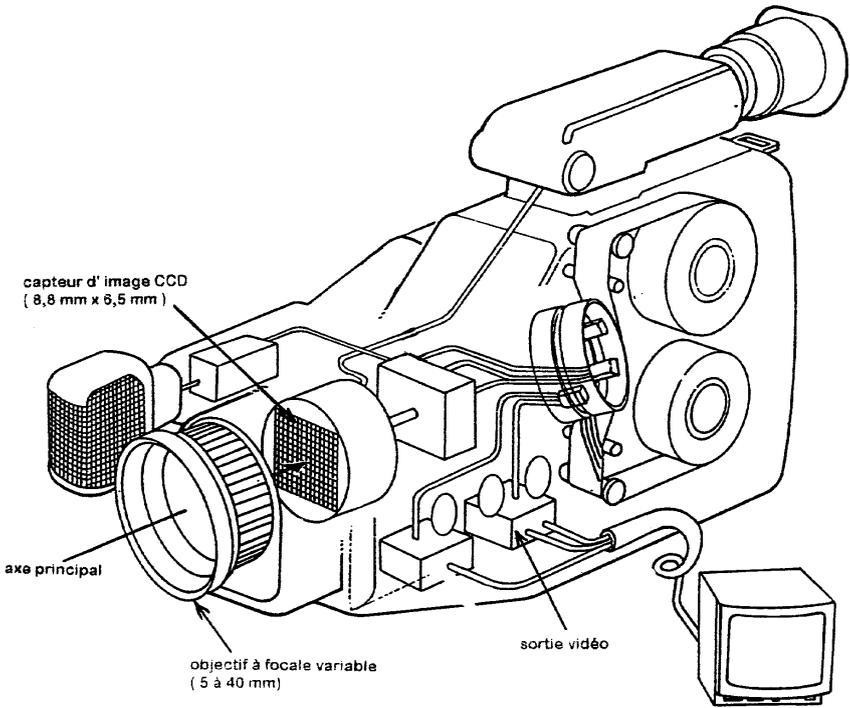


Figure 6



Figure 7

Des relations (1) et (2) on tire :

$$AB = \frac{A_2 B_2}{4 G_c \cdot f'_3} \quad (3)$$

Il reste à établir la relation entre l'image $A_3 B_3$ observée sur l'écran du téléviseur et l'image $A_2 B_2$ qui éclaire la cellule CCD du caméscope. C'est une relation simple de proportionnalité de la forme :

$$A_3 B_3 = k \cdot A_2 B_2 \Rightarrow A_2 B_2 = \frac{A_3 B_3}{k} \quad (4)$$

La valeur de k dépend des dimensions respectives de la cellule CCD et de l'écran du téléviseur :

$$k = \frac{\text{diagonale de l'image de l'écran}}{\text{diagonale de la cellule CCD}}$$

pour l'écran : 67 cm,

pour la cellule CCD : $d = \sqrt{8,8^2 + 6,5^2} = 10,94 \text{ mm} = 1,094 \text{ cm}$

$$k = 67 / 1,094 = 61,2$$

Des relations (3) et (4) on tire :

$$AB = \frac{A_3 B_3}{4 G_c \cdot f'_3 \cdot k}$$

$$\text{Application numérique : } AB = \frac{0,061}{4 \cdot 900 \cdot 0,040 \cdot 61,2} = 6,92 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

On peut en déduire le nombre n de traits par mm du réseau :

$$n = \frac{1 \text{ mm}}{AB} = \frac{10^{-3}}{6,92 \cdot 10^{-6}} = 144$$

On calcule la précision sur cette mesure :

$$\text{précision} = (144 - 140) / 140 = 0,03 = 3 \%$$

DONNÉES TECHNIQUES***Téléviseur***

Taille du tube : 70 cm.

Taille de l'image : 67 cm.

Caméscope

Format de bande : VHS-C.

Système de télévision : SECAM couleur 625 lignes, 50 trames.

Élément capteur : capteur d'image 2/3 de pouce.

Objectif : deux vitesses de zoom 8:1 avec mise au point automatique par intelligence artificielle numérique, distance focale variable de cinq à quarante millimètres.

Microscope

Coffret microscope Lumière et Projection : Carrefour France - Z.A.E. - Saint-Guenault - B.P. 75 - 91002 ÉVRY Cedex.

Lentilles haute précision : $96\times \leftrightarrow 900\times$.

Grossissement commercial oculaire : $12\times \leftrightarrow 18\times$.

Grandissement objectif : trois objectifs $8\times$, $25\times$ et $50\times$,

$$G_c = \gamma_{\text{obj}} \cdot (G_c)_{\text{ocu}}$$

si $\gamma_{\text{obj}} = 50$ et $(G_c)_{\text{ocu}} = 18$ on a $G_c = 50 \cdot 18 = 900$

Format et dimensions des cellules CCD

Format de la cellule CCD (en pouce)	1/3	1/2	2/3
Dimensions L × I (en mm)	2,6 × 4,8	4,8 × 6,4	6,5 × 8,8
Diagonale (en mm)	5,5	8	11

Appel à participation
Annales
des Baccalauréats, BT et BTS 1995

* * *

Afin de réaliser, comme les années précédentes, les numéros spéciaux du B.U.P., nous demandons aux collègues enseignants dans les classes concernées, de vouloir bien envoyer au correspondant technique de leur académie (voir liste dans les pages couleur) les sujets de physique et de chimie de ces différents examens.

Pour une bonne réalisation technique de ces numéros, nous avons besoin :

- des originaux, sur lesquels les corrections éventuelles auront été effectuées avec soin,
- pour les sujets de BTS, de l'intitulé de celui-ci, le code ne suffisant par pour l'identifier.

Le correspondant technique voudra bien les grouper puis les transmettre si possible avant le 16 septembre 1995 à :

Monsieur C. VIEL - Résidence des Petits Clos -
17, avenue Bossuet - 77100 MAREUIL-LES-MEAUX.

N'hésitez pas à envoyer tous les sujets susceptibles d'être intéressants.

Ne pensez pas que d'autres collègues l'ont déjà fait !!!

Il vaut mieux avoir des sujets en plusieurs exemplaires que d'«oublier» certaines sections.