

Manip 1/2 : Diffusion de particules (glycérol)

Référence : Polycopié de TP – Série 3 – Phénomène de Transport et Capillarité + Physique expérimentale, Collectif Jolidon , EDP sciences

Voir git Simon Jeanne

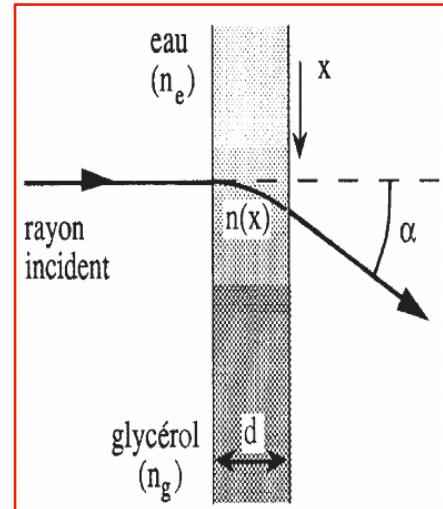
L'eau et le glycérol ayant des indices optiques différents, la diffusion de l'un dans l'autre crée un gradient de concentration, et donc gradient d'indice, dans la zone de mélange. La déviation d'un faisceau lumineux par le gradient d'indice permet de mesurer la diffusivité du glycérol dans l'eau.

$$\text{Si la déviation } \alpha \text{ du rayon est petite : } \alpha = d \frac{dn}{dx}$$

Dans la limite où l'indice est proportionnel à la concentration, la déviation maximum vaut :

$$\alpha_{max} = \frac{(n_g - n_e) C_0 d}{2\sqrt{\pi D t}} \text{ et } \alpha \approx \frac{h(t)}{L} \text{ avec } L \text{ la distance}$$

$$\text{Cuve-Ecran. Donc } h(t) = \frac{L(n_g - n_e) C_0 d}{2\sqrt{\pi D t}}$$



On utilise plutôt un mélange eau-glycérol (50 %) que du glycérol pur, dont l'indice est trop différent de celui de l'eau, la déviation est alors très importante et on sort du domaine de validité des formules. Si on utilise un mélange, celui-ci doit être bien homogène. Donc $C_0 = 50\%$

On utilise un écran recouvert d'un papier millimétré situé à environ 50 cm de la cuve.

Attention : On aura besoin d'un crayon + stylo (selon couleur papier millimétré) + règle + Chronomètre

Attention : Ne pas remplir l'eau jusqu'au bout du scotch bleu (mais un peu moins)

Attention : L'extrémité de la burette doit être sur le côté de la cuve et plonger jusqu'au fond pour limiter au maximum le mélange des deux liquides par convection

Attention : Ne pas secouer la cuve pendant l'expérience (il ne faut surtout pas essayer d'enlever la burette après avoir versé le glycérol)

- On lance l'expérience une vingtaine de minute avant la leçon (soit 40min avant la prise de mesure devant le jury) . Prendre des valeurs de h_{max} durant 20min.
- Ajustement de h_{max} en fonction de t : $h_{max} = \frac{A}{\sqrt{t + t_0}}$. Par A on trouve D

On peut aussi ajuster h_{max}^2 en fonction de $1/t$ (à essayer ..)

$$\text{Ou } t = \frac{A}{h^2} + B \text{ avec } A \sim 10^2 \text{ s} \cdot \text{m}^2$$

Remarque : En remplaçant t par $(t + t_0)$ où t_0 est un paramètre libre, l'ajustement est satisfaisant. il faut lui donner un $t_0 = 420-450\text{s}$ (ou entre 200-500s) .

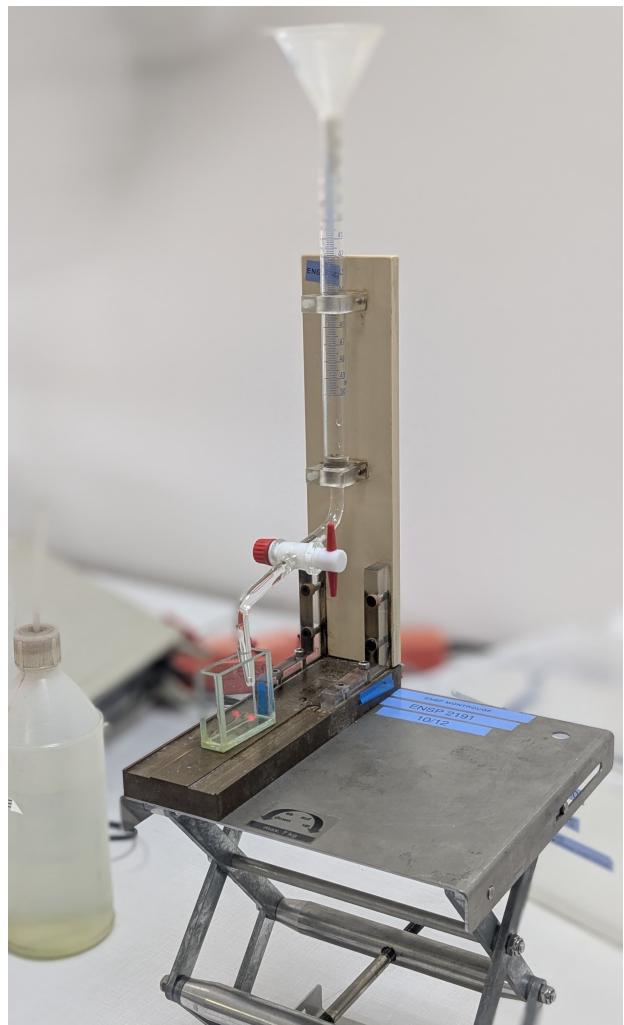
L'origine de ce temps t_0 , nettement plus élevé que le temps nécessaire pour verser le glycérol, n'est pas claire : t_0 ne doit pas être interprété comme étant l'instant du "mélange". L'hypothèse la plus probable est que le faisceau qui arrive à l'interface (endroit où le gradient d'indice est maximal) est dévié dans la cuve vers un endroit où le liquide est encore homogène et ne subit plus de déviation en l'absence de gradient d'indice. Tout se passe alors comme si la cuve avait une largeur plus faible et la déviation vaut donc moins que d (dn/dx) aux temps courts. Cette hypothèse est compatible avec l'observation expérimentale que t_0 augmente fortement si la largeur de la cuve augmente.

Enfin, à partir de la forme du plan laser, déduire le profil vertical du gradient de concentration et le comparer à une gaussienne

$$n_e = 1.33$$

$$n_g = 1.47$$

Burette contenant glycérol

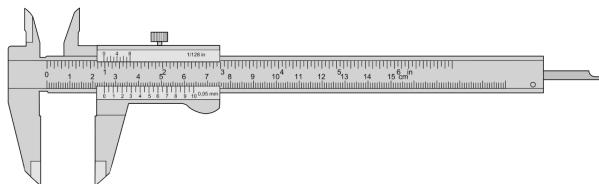


Agitateur en verre
(pour élargir le faisceau laser)

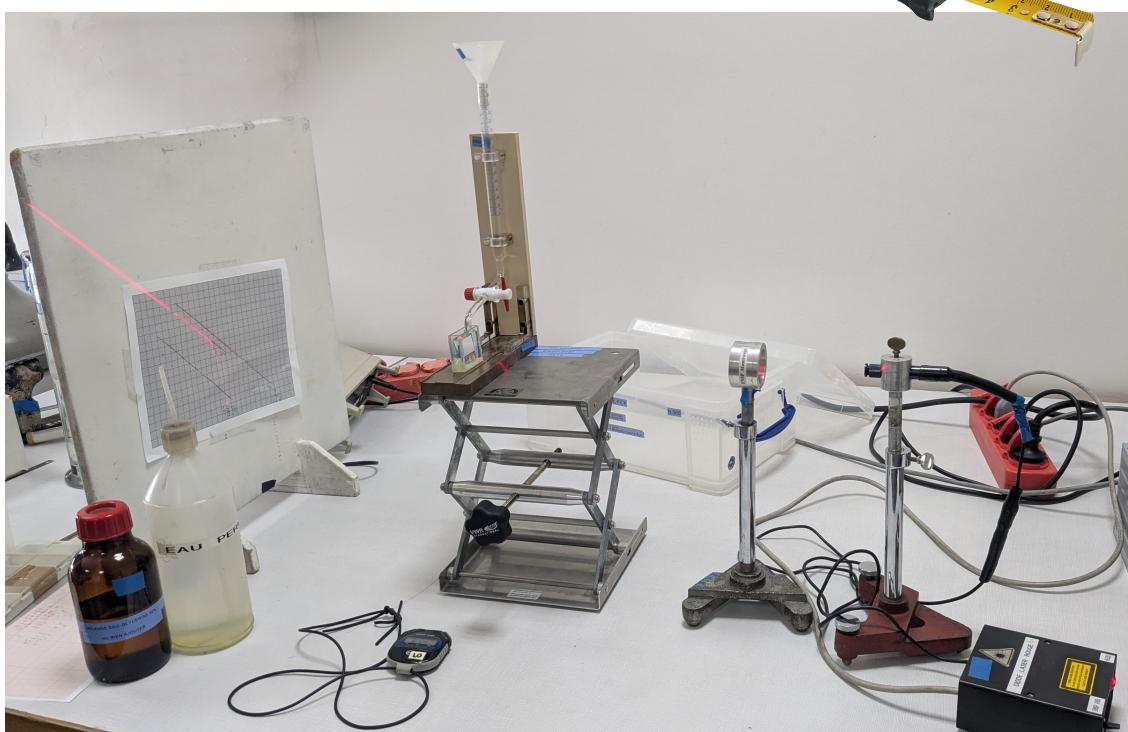


Et réaliser une nappe
inclinée à 45°

Pour épaisseur interne de la cuve
 d dans la formule



Pour distance
Cuve-écran



Manip 2/2 : Diffusion (Conduction) thermique (barres Julin)

Référence : Polycopié de TP – Série 3 – Phénomène de Transport et Capillarité

Puisque la surface latérale des barres n'est pas isolée ici donc on peut se servir de cette manip pour illustrer le phénomène de transfert thermique conducto-convectif

On utilise le dispositif Jeulin (ENSP 4485 à voir) branché à un bain thermostaté.

Il y a 4 barres métalliques fixées sur l'enceinte de Jeulin : Acier - Laiton - Aluminium - Cuivre. Une extrémité de la barre plonge dans l'eau chaude de l'enceinte, et l'autre est à l'air ambiant.

On chauffe le bain à 60°C et on met en route la circulation 30min avant de prendre une image (pour atteindre le régime permanent "selon le constructeur")

Pour avoir même émissivité, on recouvre les barreaux par du scotch noir (de faible réflectivité) de longueur 79cm, permettant des mesures simplifiées par caméra thermique et faire en sorte que les corps pointés se rapprochent du corps noir.

Cette méthode a pour avantage de donner accès à la température de tous les points de chaque tige à chaque instant, contrairement à ce que l'on pourrait faire avec des capteurs usuels de température comme des thermocouples.

- On transfert la photo sur l'ordinateur pour remonter à partir de la couleur du pixel à la température et l'échelle de pixel à la distance réelle (Pixels <-> cm nous donne un facteur de conversion)
- On mesure également la température ambiante.
- Exploitation informatique du profil de température dans des barres de différents métaux (cuivre, laiton, aluminium, acier).
- Ajustement du profil en $e^{-\alpha x}$. Grâce à α , on remonte à la conductivité thermique des

$$\text{différents métaux : } \alpha = \sqrt{\frac{2h}{\lambda R}}$$

Remarque : prise en compte de la conducto-convection, on a supposé que h était le même pour tous les métaux.

Protocole :

On règle la caméra thermique IR :

- d'abord la T du fond ambiant en pointant un papier en aluminium avec la caméra et ajouter la T ambiante trouvée par un thermocouple (car aluminium réfléchit très bien donc réfléchit bien la T ambiante)
- puis rester sur une émissivité de 0.95 (celle du scotch noir). La caméra prend donc en compte de cette émissivité en nous donnant les températures.
- puis on la place sur un pied à 50cm du dispositif et vérifier que les barres sont parallèles (pas de problème de parallaxe)

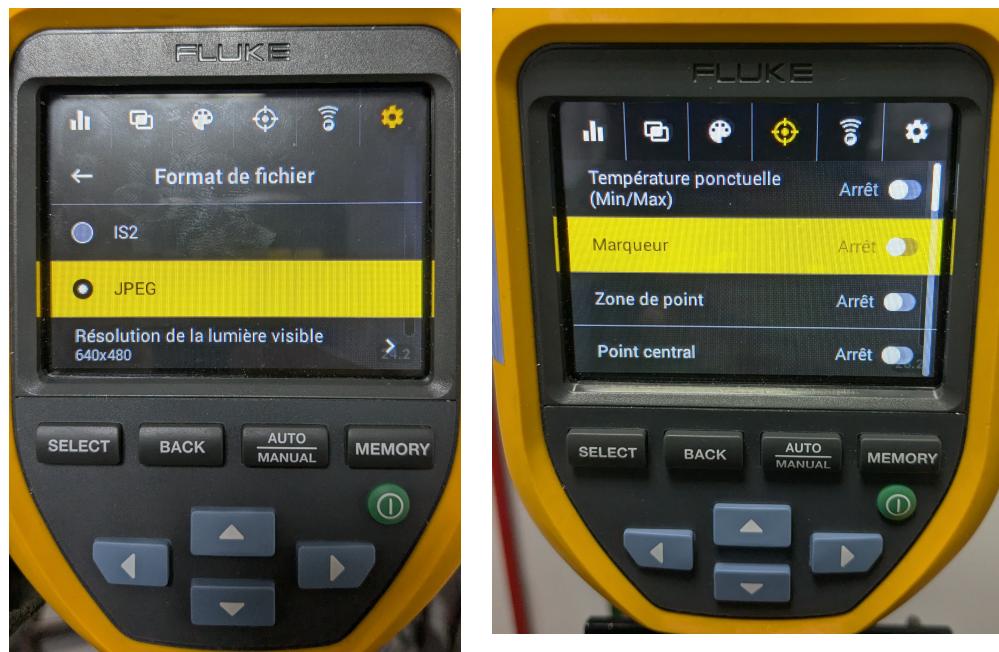
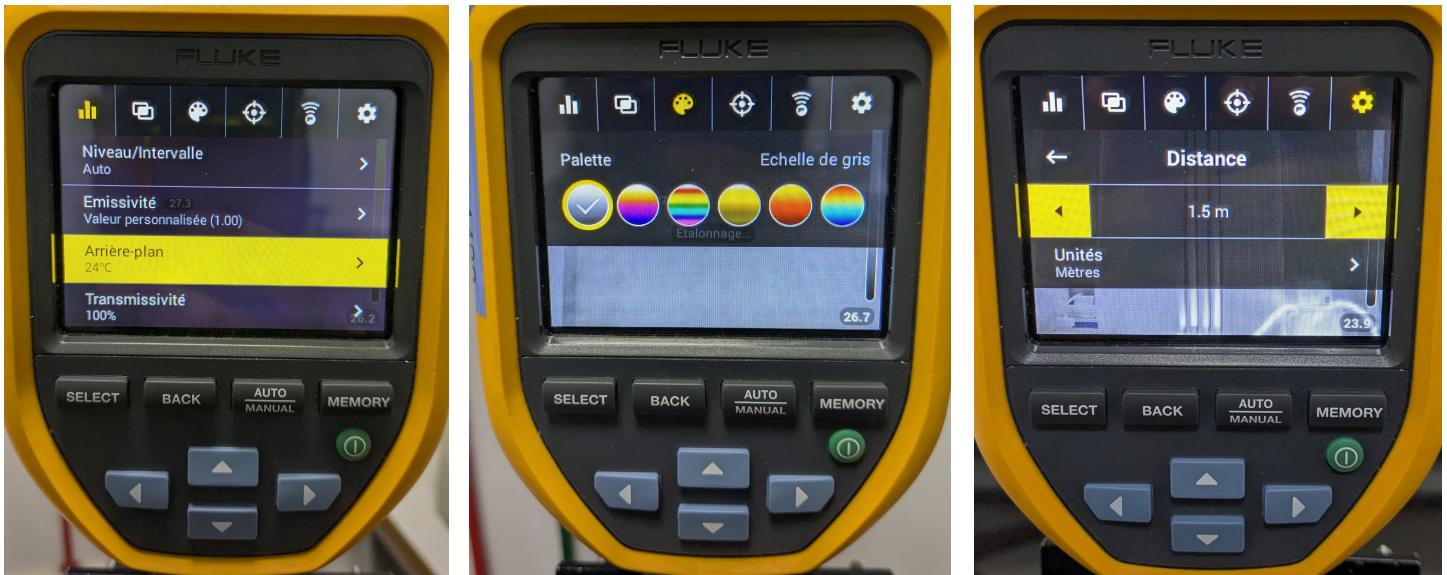
Choisir dans menu "enregistrement en niveaux de gris".

On peut rester en échelle "Auto" de T mais éviter d'avoir un marqueur au milieu de l'écran.

T min = niveau gris à 0

T max = niveau gris à 255

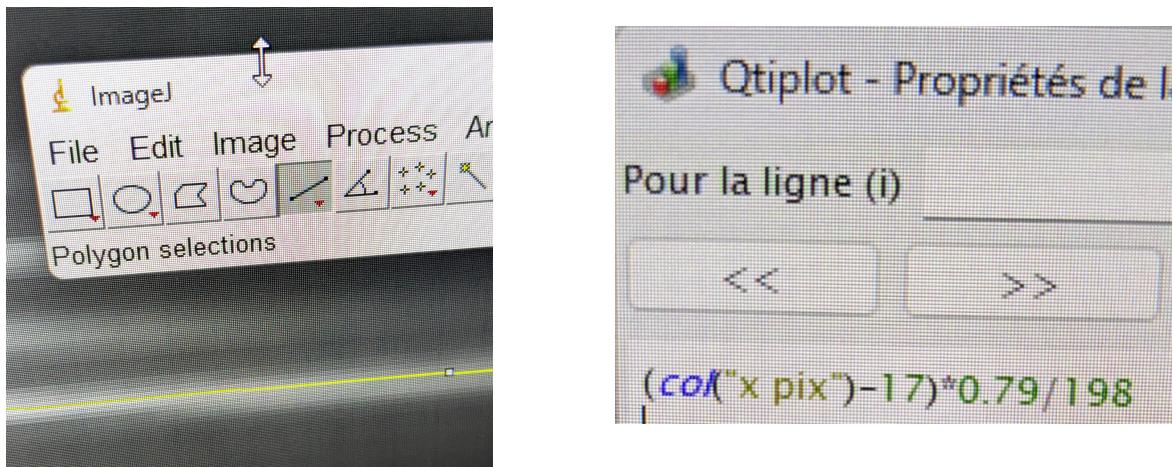
On choisit type fichier "JPEG"



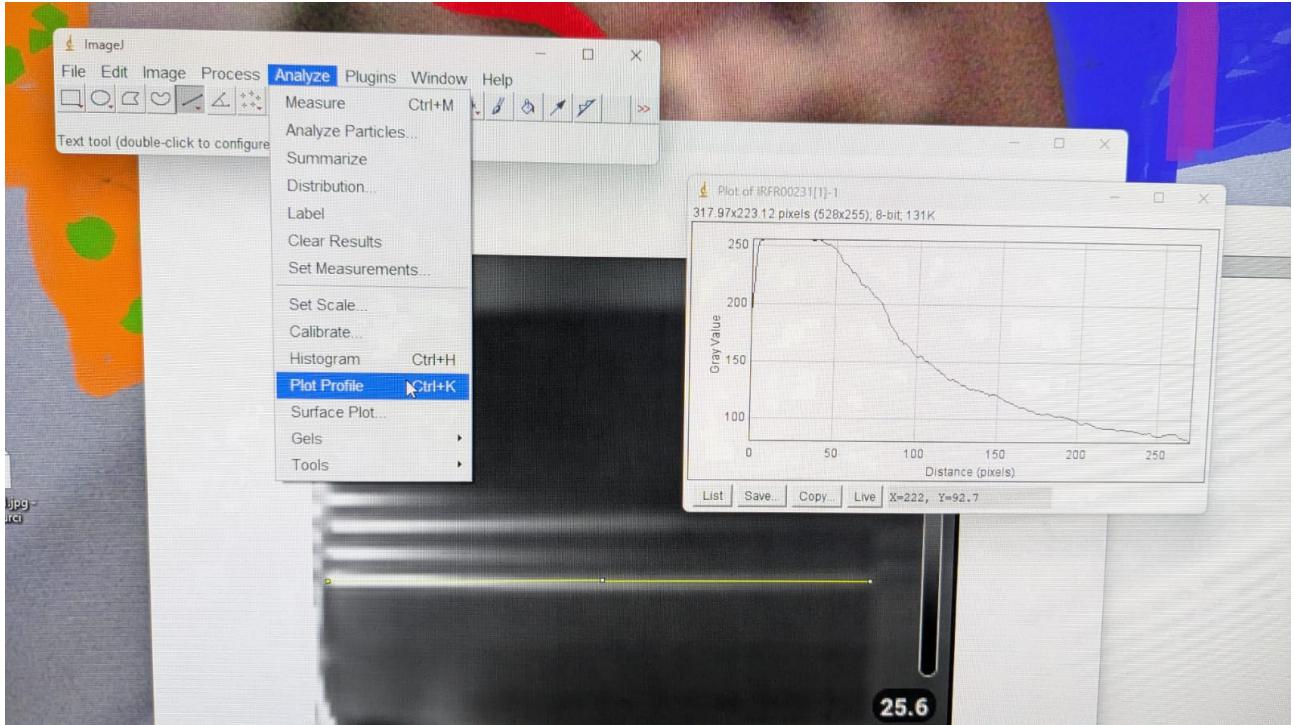
On connecte la caméra à l'ordi (par un câble) puis on prend la photo par le bouton vert

On utilise logiciel ImageJ.

On peut identifier l'étalon de longueur (79cm) par la barre la plus lumineuse (le scotch noir est la partie lumineuse). On peut aussi le faire sur Qtiplot c'est plus facile.

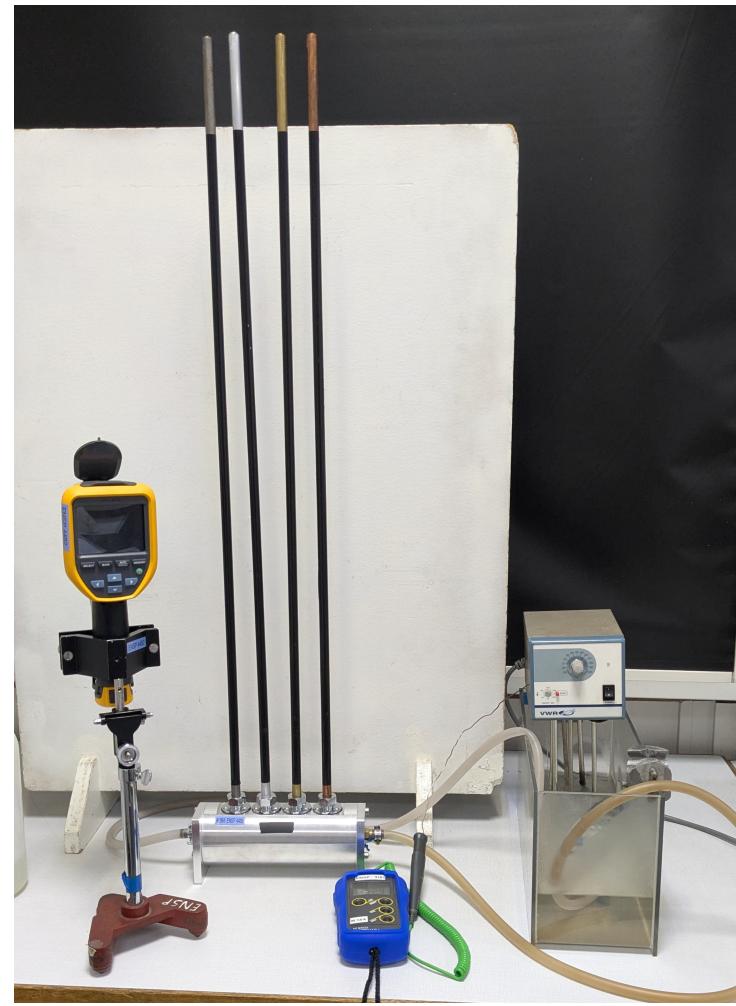
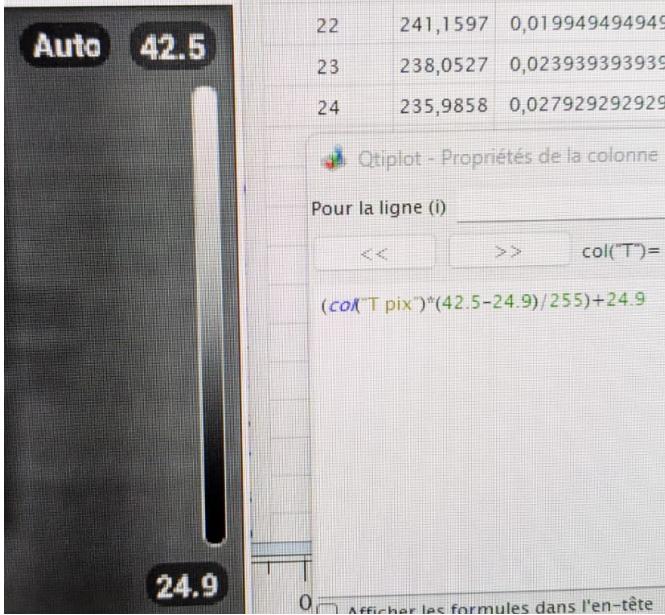


Sur ImageJ - Plot Analyse, on trouve qu'il y a un plateau de saturation au début (en bas de la barre) car peut être la caméra sature à plus de 40°C et en bas on est à peu près 60°C.



On refait la manip à 50°C et là le plateau est beaucoup plus petit.
On voit aussi beaucoup de changement de pente dans le descente de la courbe car mes barres ne sont pas tout à fait parallèles (il y a un problème de parallaxe) vue que je n'ai pas fixé la caméra sur un support.

Pour Trouver λ on fait le ratio entre 2 barres donc h disparaît (on suppose qu'il est le même pour les 2 car c'est le même flux d'air)



$$uT = 2 * (42.5 - 24.9) / 255$$

$$ux = 0.01$$

$$y = y_0 + A * \exp(-Bx)$$

