

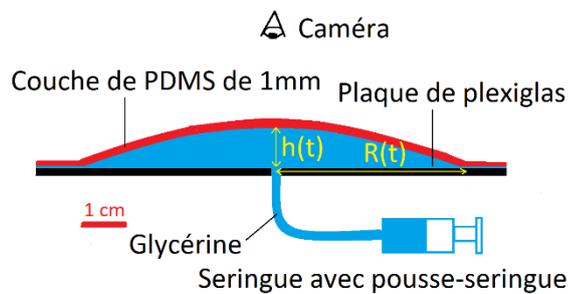
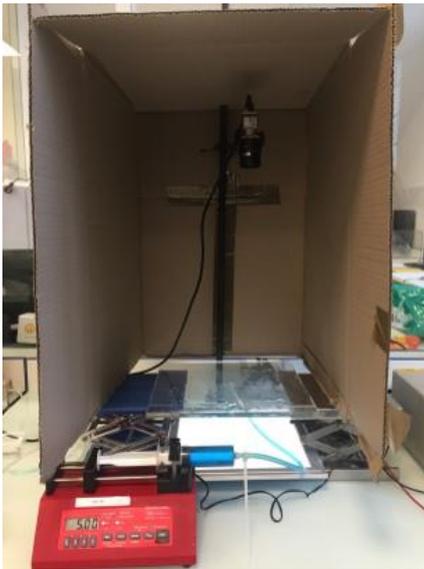
Matériel et méthodes

PSE sur les laccolites

Aude Ernault, Elise Vacher, Maëlle Jacober

I- Montage expérimental

a) Montage initial



Pour effectuer le montage principal de notre expérience nous avons utilisé le matériel suivant, tout était disponible au laboratoire de physique :

- 1 seringue de 50 mL
- 1 pousse-seringue
- 1L de glycérine
- Quelques mL de colorant bleu
- 1 plaque de plexiglas que nous avons percée au centre à la largeur du tuyau de la seringue
- 1 plaque de PDMS de 0,67mm d'épaisseur
- 1 caméra fixée au-dessus du montage par une potence
- 2 supports élévateurs pour élever la plaque de plexiglas
- 1 lampe plate éclairant la plaque par le dessous
- 1 générateur alimentant la lampe
- 1 boîte en carton isolant le montage de la lumière ambiante
- 1 baguette de verre pour étaler la glycérine

Pour notre expérience nous avons fortement concentrer le colorant dans la glycérine afin que la différence d'intensité entre une zone avec et une zone sans glycérine soit perceptible par la caméra. Pour que la concentration en colorant ne varie pas d'une expérience à l'autre et pour éviter le gaspillage nous avons récupéré la glycérine après chaque injection.

b) Variations des différents paramètres

- Viscosité :

Pour faire varier la viscosité nous avons dilué la glycérine initiale dans de l'eau avec des facteurs variant de 5 à 25%.

- Epaisseur de la couche de PDMS :

Nous avons utilisé trois couches de PDMS d'épaisseurs différentes. Les premières expériences ont été faites avec la couche d'épaisseur 0,67mm puis nous avons fait des séries de mesures avec des couches de 0,26 et 0,18mm d'épaisseur.

- Débit :

Nous avons fait varier le débit d'injection de glycérine de 0,5mL/min à 15 mL/min. Nous avons essayé des débits supérieurs mais la viscosité de la glycérine ne permettait pas au pousse-seringue d'atteindre de tels débits.

II- Protocole

Remplir la seringue avec 20mL de glycérine colorée. L'installer sur le pousse-seringue. Régler le débit du pousse-seringue. Insérer le tuyau dans le trou de la plaque de plexiglas prévu à cet effet. Etaler une couche précurseuse très fine de glycérine sur la plaque de plexiglas. Déposer le film de PDMS sur la couche précurseuse en veillant à ce qu'aucune bulle ne se forme. Installer le carton autour du montage. Lancer l'acquisition en même temps que le pousse-seringue. Une fois l'acquisition terminée, récupérer la glycérine injectée.

III- Analyse numérique

a) Acquisition des images

Le logiciel *pylon Viewer* nous a permis de programmer la caméra pour les acquisitions. En fonction du débit d'injection nous avons fait varier la fréquence d'acquisition afin d'avoir toujours 20mL de glycérine injectée sur la dernière image. Les temps d'acquisition ont donc varié de 40 minutes (pour 0.5 mL/min) à 1 minute et 20 secondes (pour 15 mL/min).

L'image enregistrée par le logiciel était sous format *.tiff*. Nous avons ensuite exploité les fichiers obtenus sous Matlab.

b) Analyse sous Matlab

Le programme que nous avons créé contient de nombreux sous-programmes. Les premiers sous-programmes nous ont permis de passer des données d'intensité de chaque pixel à une valeur de hauteur arbitraire par la loi de Beer-Lambert.

Ensuite nous avons utilisé le rapport entre pixel et centimètres ainsi que la connaissance du volume réel injecté pour remonter à la hauteur en centimètres du relief.

Une fois la hauteur connue nous avons pu calculer le rayon de la laccolite en fonction du temps en imposant un seuil. Nous avons considéré que les hauteurs inférieures à 0,05cm pouvaient être considérées comme du bruit et ramenées à 0. Nous avons alors calculé le rayon en calculant la surface occupée par les pixels de hauteur non nulle et en la ramenant à la surface d'un cercle de rayon R. La valeur seuil 0,05 a été choisie car pour cette dernière le volume intérieur calculé correspondait au volume réellement injecté à t donné.

Les derniers sous-programmes du code nous permettent d'exploiter les grandeurs précédemment calculées pour tracer le profil de la laccolite, sa section et vérifier l'accord entre les données expérimentales et le modèle théorique.

```
%% convertir image en matrice d'intensite
close all
clear all
f=rdir('expl_lmLmin/*.tiff');

%% Image de reference
Imref=imread(f{2});
Image_select=imread(f{end});

%% Cadrage image

close all

% On prepare une matrice de zeros pour charger les donnees
imagesc(Image_select)
[y0 x0]=ginput %centre
[y1 x1]=ginput %coin en haut à gauche
[y2 x2]=ginput %coin en bas à droite
x0=floor(x0);
x1=floor(x1);
x2=floor(x2);
y0=floor(y0);
y1=floor(y1);
y2=floor(y2);
L=[x0-x1,x2-x0,y0-y1,y2-y0] %liste des ecartes au centre
x_min=x0-max(L);
x_max=x0+max(L);
y_min=y0-max(L);
y_max=y0+max(L);
clear x1 x2 y1 y2
len_x=x_max-x_min;
len_y=y_max-y_min; %on a coupe l'image autour de son centre
x0=round(len_x/2); %on redéfinit le centre de l'image
y0=round(len_y/2);
```

```

%% Profil

cmt=1;
profil=zeros(cmt,len_x+1,len_y+1);
for i=1:10:size(f,2)-1
    profil(cmt, :, :)=double(imread(f{i+1}, 'PixelRegion', {[x_min x_max], [y_min y_max]}));
    i
    cmt=cmt+1;
end
cmt=cmt-1;

h=zeros(size(profil)); % h est en cm

for i=1:cmt
    h(i, :, :)= -log(squeeze(profil(i, :, :)) ./ double(Imref(x_min:x_max, y_min:y_max)));
    i;
end

imagesc(squeeze(h(cmt, :, :)))

%% calcul aire pour derniere image

% Echelles dans le plan xy

echelle=15.5; %longueur bord feuille PDMS
nbpix_echelle=991;
long_pix=echelle/nbpix_echelle;

%% Mise à l'échelle des données calibrées par le débit

Vtot=sum(sum(h,2),3)*long_pix*long_pix; % Volume non recalibré
t=[0:10:1199]; %temps en secondes
t=t';
p=polyfit(t,Vtot,1);%regression linéaire
hold on
plot(t',p(1)*t'+p(2), 'r');
plot(t,Vtot, 'g');
debit=1/60; % Debit en mL par sec, a modifier en fonction du cahier de manip
V_mL=Vtot/p(1)*debit;
h_cm=h/p(1)*debit;
plot(t,V_mL)
title('Approx linéaire de Vtot en fonction du temps et ajustement, Q=1mL/min')
xlabel('t')
ylabel('Vtot(t)')
legende = legend('reg linéaire', 'Vtot', 'VmL')
set(legende, 'Location', 'NorthWest')

%% hauteur en fonction temps
imagesc(squeeze(profil(1, :, :)))
[Y X]=ginput %faire clic puis entrée
plot(t,h_cm(:,ceil(X),ceil(Y)))
title('Hauteur au centre en fonction du volume injecté, Q=12mL/min')
xlabel('t (en s)')
ylabel('h(t) (en cm)')

```

```

%% RAYON h seuille =0 quand inférieur au seuil

h_seuil=(h>0.05);

% caxis([0 0.6]);
M_ray=zeros(size(t));
for i=1:cmpt
    h_t=squeeze(h_seuil(i,:,:));
    %   imagesc(squeeze(h_t)); affiche image seuillée
    %   pause
    caxis([0 0.6]);
    Np_nn=sum(sum(h_t,1),2);%nb pixels non nuls
    rayon=sqrt(Np_nn*long_pix*long_pix/pi);
    M_ray(i)=rayon;
end

plot(t*debit,M_ray)
title('Rayon en fonction du volume injecté, Q=12mL/min')
xlabel('V (en mL)')
ylabel('R(V) (en cm)')

%% Approximation linéaire pour verif article

logM_ray=log(M_ray);
%figure;
%loglog(t(10:end),M_ray(10:end,1),'+');
pbis=polyfit(log(t(10:end)),logM_ray(10:end,1),1); %à partir de 10 on se situe dans le 2ème sous-régime du premier régime
psec=polyfit(log(t(3:10)),logM_ray(3:10,1),1);
fprintf('coef_petitT=%f\n',pbis(1));% exposant du polynôme qui approxime R=f(t)
fprintf('oo_petitT=%f\n',pbis(2));
fprintf('coef_grandT=%f\n',psec(1));
fprintf('oo_grandT=%f\n',psec(2));
plot(log(t),pbis(1)*log(t)+pbis(2),'r');
hold on
plot(log(t),logM_ray,'+');
hold on
plot(log(t),psec(1)*log(t)+psec(2),'r');

% img=imread(f{500})
% histo=imhist(img,256);
% figure;plot(histo);
% img=im2double(img);
% figure;subplot(1,2,1);imshow(img);

%% profil 3D laccolite
X_surf = [0:len_x]*long_pix;
Y_surf = [0:len_y]*long_pix;
for i =1:cmpt
    surf(X_surf, Y_surf, squeeze(h_cm(i,:,:)))
    shading interp
    set(gca,'FontSize',18)
    xlabel('x en cm', 'FontSize',18)
    ylabel('y en cm','FontSize',18)
    zlabel('hauteur en cm','FontSize',18)
    %title('Profil 3D de la laccolite','FontSize',18,'FontWeight', 'bold')
    title(num2str(i))
    pause(0.5)
end

```

```

%% section laccolite

imshow(Imref)
[Y X]=ginput
X_surf = [0:len_x]*long_pix;
Y_surf = [0:len_y]*long_pix;
for i =1:cmpt
    subplot(2,1,1)
    plot(X_surf,squeeze(h_cm(i,:,floor(Y)))) %si arg1 est X_surf on fait section horizontale (on fixe Y, arg3 de h_cm)
    title('Section de la laccolite selon x')
    xlabel('x en cm')
    ylabel('h en cm')
    subplot(2,1,2)
    plot(Y_surf,squeeze(h_cm(i,floor(X),:)))
    title('Section de la laccolite selon y')
    xlabel('x en cm')
    ylabel('h en cm')
    pause
    sgtitle(['t=' num2str(i) 's'])
end

```

```

%% section moyenne

```

```

close all

```

```

for i=1:24:cmpt+1
    if i>20
        i_1
        hh=squeeze(h_cm(i-1,:,:));
    else
        i
        hh=squeeze(h_cm(i,:,:));
    end
    [Zr,R]=radialavg(hh(:,:),100,0,0);
    b(i)=plot(R,Zr,'.-');
    hold on
    xlabel('x en cm')
    ylabel('h en cm')
    legende = legend('0mL','4mL','8mL','12mL','16mL','20mL')
    set(legende,'Location','NorthEast')
end

```