

Méthodes et protocole

Étude de la stabilité de rebonds de jets d'huile sur un bain de cette même huile

Par Martin MALIET, Niels SAGEAUX et Malo VELAY

I-Présentation du montage :

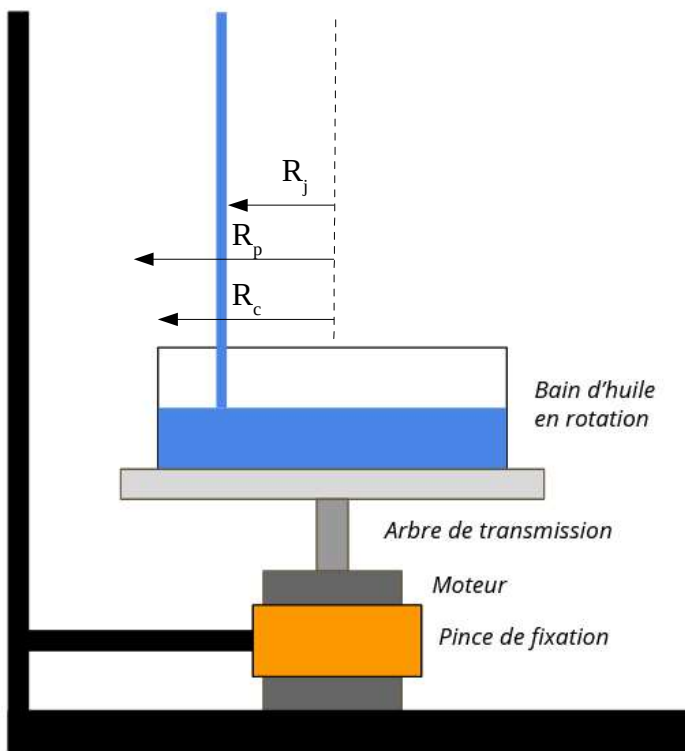


Schéma du montage

Liste du matériel utilisé :

- Cristallisoir de rayon $R_c = 75$ mm
- Plateau tournant en plexiglas de rayon $R_p = 85$ mm
- Le plateau est fixé sur un moteur, lui même relié à un générateur délivrant une tension comprise entre 1 et 25 V
- Pousse seringue « Harvard Apparatus PHD 2000 infusion » permettant d'injecter le jet d'huile
- Seringue de rayon 15 mm et de volume 60 mL
- Tuyaux de diamètre interne 0,8 mm, 1,6 mm et 3,2 mm
- Huile de silicone Roth de viscosité 50 cP, 100 cP, 200 cP et 1000 cP (entre 20€ et 40€ le kg)
- Shampooing « Le petit marseillais , pomme et feuilles d'olivier »
- Agitateur en verre de diamètre 5 mm

NB :

- La vitesse de rotation du moteur suit une loi linéaire en tension donnée en annexe.
- Le jet est placé à une distance $R_j = 6,5$ cm du centre du bain (ce qui permet de convertir la vitesse de rotation du moteur en une vitesse linéaire du bain).

L'objectif ici est d'étudier la stabilité du rebond en fonction de quatre paramètres : le débit du jet, sa hauteur de chute, la vitesse de rotation du bain et la viscosité de l'huile. Par ailleurs, on étudie aussi la variation de certains paramètres comme la hauteur du rebond ou l'angle de rebond en fonction de la vitesse de rotation du bain.

II-Protocole

1) Étude de la stabilité

Le bain est rempli de l'huile de viscosité voulue jusqu'à atteindre une hauteur de bain d'au moins 2 cm (idéalement entre 3 et 4 cm). On choisit deux paramètres à faire varier et on fixe le dernier. On regarde ensuite pour chaque couple de variables si le rebond est stable ou non : on considère qu'un rebond est stable si il se maintient pendant au moins 4 à 5 secondes. Le rebond est initié à l'aide d'un agitateur en verre : on coupe le jet avec l'agitateur pendant un court laps de temps (<1s) avant de le rétablir.

2) Mesure de la hauteur de rebond en fonction de la vitesse du bain

Le bain est rempli de la même manière que précédemment. Pour une vitesse donnée, le rebond est initié puis photographié. On mesure ensuite sur ImageJ la hauteur du rebond (on choisit comme échelle la hauteur connue du bain).

III-Analyse des résultats

Avec l'étude de la stabilité, on obtient comme données brutes un tableau, où la stabilité du jet est notée entre 0 et 3 (3 étant considéré comme la seule valeur pour lequel le jet est stable). Par ailleurs, on note aussi les apparitions de trailing jet (notées T dans le tableau) et de double rebond (notées DR). On utilise le tableau pour déterminer les frontières du domaines de stabilité du jet. On peut ensuite tracer le domaine de stabilité.

Silicone 200		20 mL/min		Hauteur (cm)						
				1	2	3	4	5	6	7
Tension (V)	Vitesse(cm/s)	Vitesse du jet à l'impact (cm/s)								
1	2,169			0	0	1	1	0	0	0
1,5	3,674			0	3	3	3	0	0	0
2	5,179			0	3	3	3	2	0	0
2,5	6,684			0	2	3	DR	3	0	0
3	8,189			0	0	3	3	3	3	0
3,5	9,694			0	0	3	3	3	3	0
4	11,199			0	0	3	3	3	3	0
4,5	12,704			0	0	3	3	3	3	0
5	14,209			0	0	2	3	3	3	0
5,5	15,714			0	0	0	3	3	3	0
6	17,219			0	0	0	3	3	3	0
6,5	18,724			0	0	0	T	T	0	0
7	20,229			0	0	T	T	T	0	0
7,5	21,734			0	0	T	T	T	0	0
8	23,239			0	0	T	T	T	0	0

Fig 1 : Exemple de données brutes obtenues lors de l'étude de la stabilité du jet

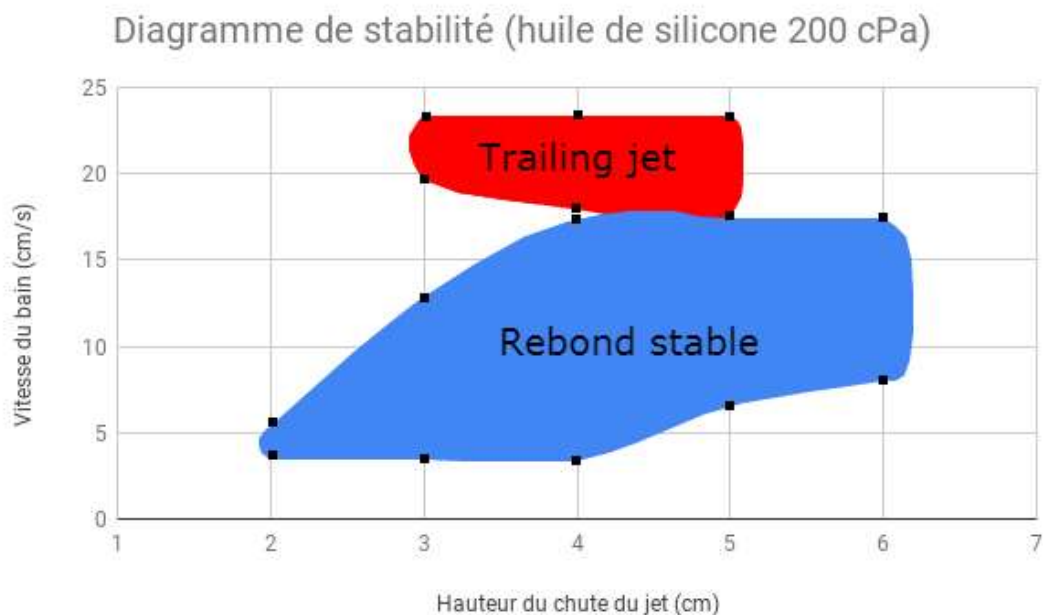
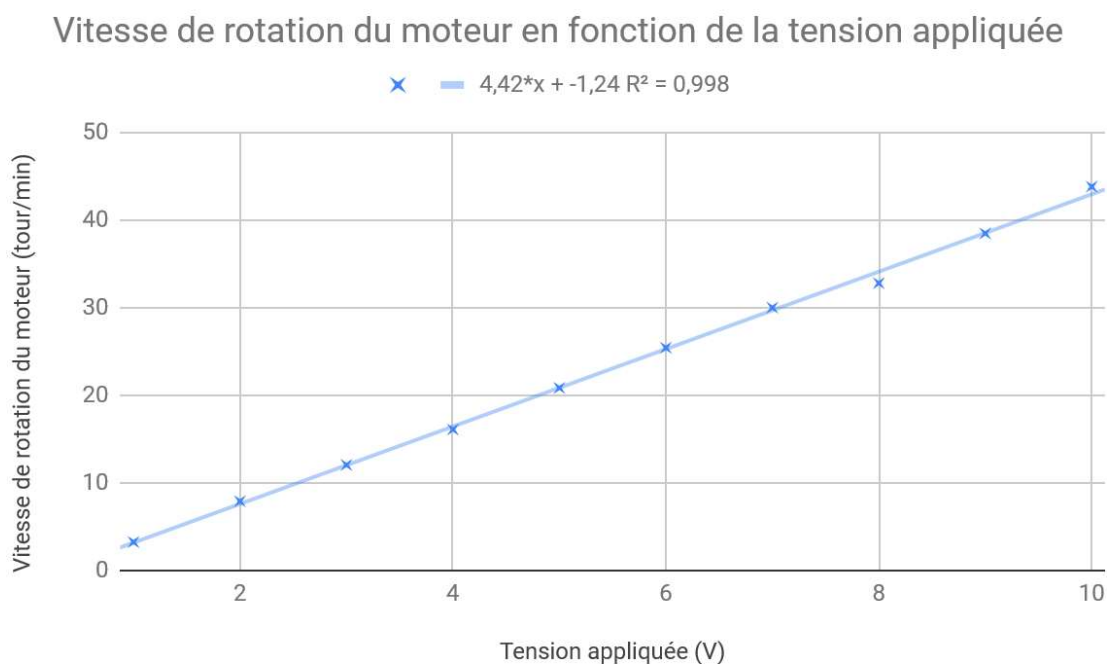


Fig 2 : Diagramme obtenu après l'exploitation du tableau ci dessus

Pour le double rebond, nous avons décidé de faire varier les trois paramètres possibles (la viscosité de l'huile étant fixée). Les données brutes étaient donc une série de tableau présentés tels que précédemment (un tableau pour chaque valeur de la hauteur de chute du jet). Le tracé du diagramme a été effectué sous matlab, grâce à la fonction trisurf (code donné en annexe).

IV-Annexes :

Annexe 1 : Loi de vitesse de rotation du moteur en fonction de la tension



Annexe 2 : Code matlab permettant d'obtenir le diagramme de stabilité du double rebond

```
%% Initialisation de la matrice
```

```
M0=zeros(9,5,4);
```

```
% On s'apprête à créer les points où le double rebond est observé (1=observé,  
0=pas observé) (les points sont créés à partir de la série de tableaux obtenu  
après les mesures)
```

```
M0(:,:,1)=[0 0 0 0 0; 0 1 1 0 1; 0 1 1 1 1; 0 0 1 1 1; 0 0 1 1 1; 0 0 0 0 0; 0 0  
0 0 0; 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0;];  
M0(:,:,2)=[1 1 1 0 0; 1 1 1 1 1; 1 1 1 1 1; 1 1 1 1 1; 0 1 1 1 1; 0 0 0 1 1; 0 0  
0 1 1; 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0;];  
M0(:,:,3)=[0 0 0 0 0; 1 1 0 0 1; 1 1 1 1 1; 1 1 1 1 1; 1 1 1 1 1; 1 1 1 1 1; 0 1  
1 1 1; 0 0 1 0 0; 0 0 0 0 0;];  
M0(:,:,4)=[0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0; 0 0 1 0 0; 0 0 1 0 0; 0 0 1 0 0; 0 0  
1 0 0; 0 0 0 0 0; 0 0 0 0 0;];
```

```
% On crée maintenant les vecteurs vitesse, débit et hauteur
```

```
V=[2.169 2.771 3.373 3.975 4.577 5.179 5.781 6.383 6.985];  
Q=[8 9 10 11 12];  
H=[3 3.5 4 4.5];
```

```
% On crée désormais la matrice qui va contenir les coordonnées des point où on  
observe le double rebond
```

```
M = zeros(71,3);
```

```
i=0;
```

```
for v=1:9  
    for q=1:5  
        for h=1:4  
            if M0(v,q,h)==1
```

```
                % On parcourt M0 pour chercher les points où le double rebond est observé
```

```
                    i=i+1;  
                    M(i,1)=V(v); % On inscrit les coordonnées du point dans M  
                    M(i,2)=Q(q);  
                    M(i,3)=H(h);
```

```
                end
```

```
            end
```

```
        end
```

```
    end
```

```
%% Création du diagramme de stabilité
```

```
k = boundary(M); % On crée la frontière du nuage de points
```

```
% On crée alors la surface du diagramme  
trisurf(k,M(:,1),M(:,2),M(:,3), 'Facecolor', 'red', 'FaceAlpha', 1)  
axis([0 8 0 17 0 6])  
grid on
```

```
xlabel('Vitesse du bain (cm/s)')  
ylabel('Débit volumique (mL/s)')  
zlabel('Hauteur de chute du bain (cm)')
```

```
%% Ajout des limites physiques liées au contraintes du débit
```

```

L1=zeros(58,3);

L1(:,1)=[1.567 2.169 2.771 3.373 3.975 4.577 5.179 5.781 6.383 6.985 6.985 6.985
6.985 6.985 6.985 6.383 5.781 5.179 4.577 3.975 3.373 2.771 2.169 1.567 1.567
1.567 1.567 1.567 1.567 1.567 2.169 2.771 3.373 3.975 4.577 5.179 5.781 6.383
6.985 6.985 6.985 6.985 6.985 6.985 6.383 5.781 5.179 4.577 3.975 3.373 2.771
2.169 1.567 1.567 1.567 1.567 1.567 1.567];
L1(:,2)=[7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98
7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98 7.98
8 8 8
8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8];
L1(:,3)=[2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5 5 5 5 5 5 5
4.5 4 3.5 3 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5 5 5 5
5 5 5 5 4.5 4 3.5 3 2.5];

L2=L1;

L2(:,2)=[12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12
12 12 12 12 12 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02
12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02 12.02
12.02 12.02 12.02 12.02 12.02];

l1=boundary(L1);
% On crée un pavé de très faible épaisseur autour de la limite considérée
l2=boundary(L2);

hold on
trisurf(l1,L1(:,1),L1(:,2),L1(:,3),'Facecolor','black','FaceAlpha',0.1)
% On trace ce pavé en noir
trisurf(l2,L2(:,1),L2(:,2),L2(:,3),'Facecolor','black','FaceAlpha',0.1)

```

Annexe 3 : Résultat de l'exécution du programme

