

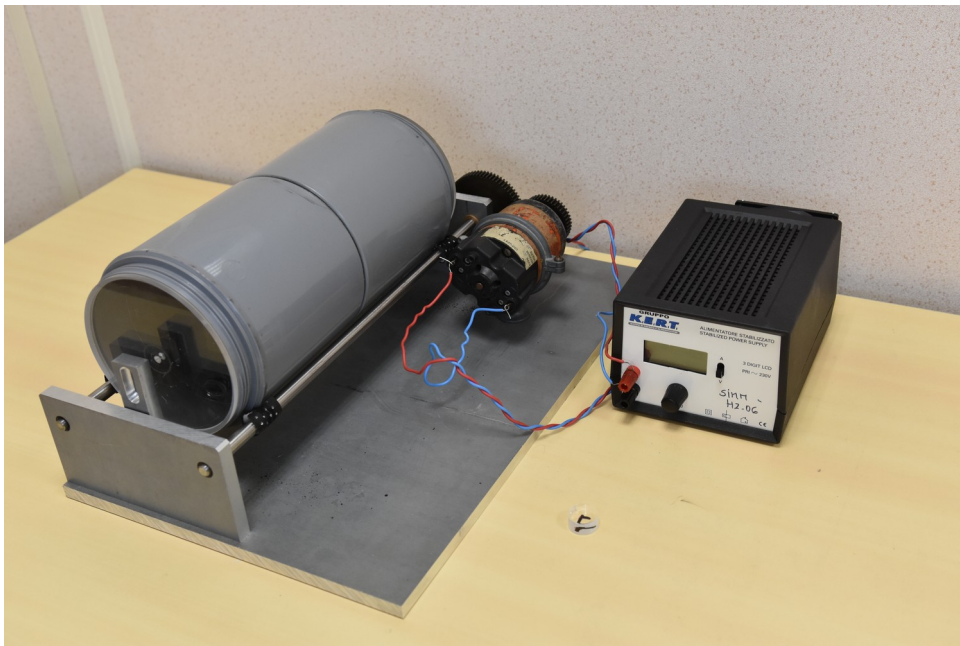
Protocole et méthodes

Expérience 1.

Matériel

- Tambour métallique de dimensions $R_{int}=11,4\text{cm}$, $R_{ext}= 12\text{cm}$, $H=30\text{cm}$ avec couvercles en plexiglass
- Moteur Crouzet type Q 12V
- Alimentation stabilisée K.E.R.T. AT5VD 1-15V 3,5A
- Bâti
- Tiges métalliques $R=0,5\text{cm}$ $H=40\text{cm}$
- Grip de tennis
- Cylindres en plexiglas :

R (en mm)	6,5	9	11	9	7	10	7,5	9	7,5	10	12	10	6,5	9	8
H en (mm)	11	11,5	11,5	10	10,5	11	11	11	11,5	10	11	9,5	12	10,5	10
R/H	0,59	0,78	0,96	0,9	0,67	0,91	0,68	0,82	0,65	1	1,1	1,05	0,54	0,86	0,8

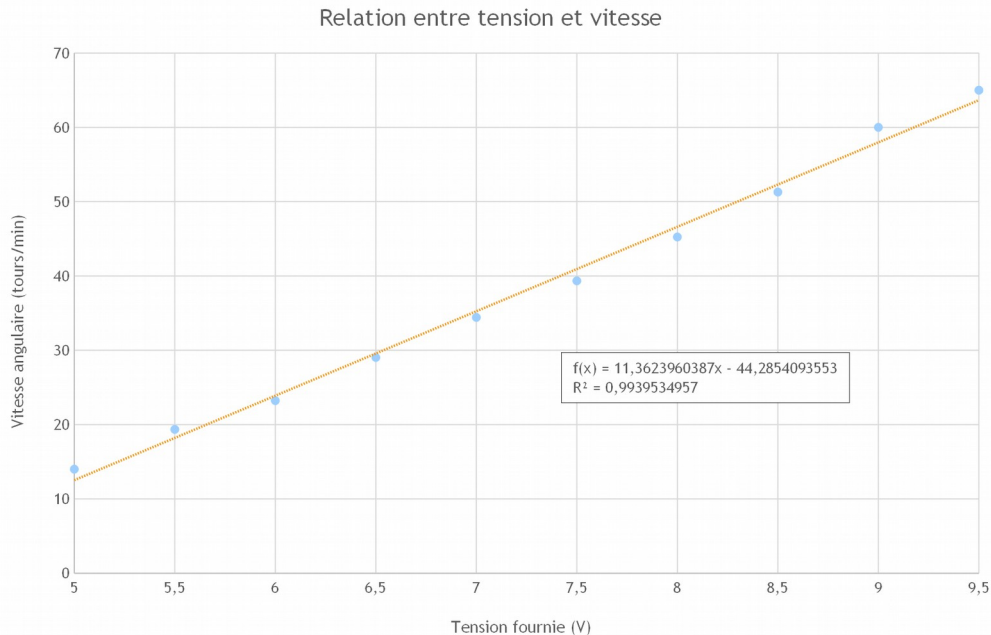


Protocole

- Un cylindre en plexiglas de proportions connues est introduit à plat au milieu du tambour. Le tambour est fermé en mettant les couvercles en plexiglas et est installé de manière à être centré par rapport aux grips sur les tiges qui l'entraînent (afin d'éviter des mouvements parasites de tangage du tambour)
- L'alimentation stabilisée à 9V et le chronomètre sont activés simultanément.
- Lors du redressement du cylindre dans le tambour, le chronomètre est arrêté et le temps de relèvement est enregistré dans une base de données.
- Après 100 expériences, changement de cylindre et itération.

Remarques méthodologiques

– Courbe d'étalonnage du tambour : vitesse de rotation en fonction de la tension délivrée par le GBF.



Expérience 2

1. Matériel

- Dalle LED V-TAC 600x600 45W Prisma VT-6068
- Alimentation stabilisée
- Caméra Basler
- Câble ethernet
- Logiciel Pylon5 x64
- Logiciel ImageJ
- Cylindre en plexiglas R=1,H=1
- transparents A4 d'épaisseur 100um
- Scotch
- planche d'étagère (ou plan en métal : dimension=3cm*20cm*1m50)
- Bâti (10cm*10cm*70cm)
- Masse et fil
- **Ordinateur avec RAM (4 Go)**



2. Protocole

A. Mise en place du dispositif :

- Le bâti est fixé et restera immobile en raison de sa géométrie, qui possède une base stable.
- La Caméra fixée sur un bâti externe au montage : elle peut être inclinée facilement à l'aide d'un système de liaisons pivot. Celle-ci est reliée par un câble ethernet, à un ordinateur.

B. Préparation de la marche

- Une marche constituée d'un nombre voulu de transparents est placée à 25cm du haut de la pente. La largeur des transparents est placée dans le sens de la pente.
- Il est vérifié que la marche n'est pas inclinée d'un côté de la plaque en plaçant une équerre entre le côté de la pente et le côté de la marche. En effet l'objectif est d'avoir à étudier un problème

unidimensionnel suivant l'axe de la pente.

- Il est important de vérifier que les transparents soient bien empilés, afin d'avoir une seule marche, et non la succession de plusieurs petites marches. Pour cela une équerre est placée verticalement cette fois-ci, en amont de la marche, et les transparents sont mis en butée contre l'équerre.
- Les transparents sont ensuite fixés au plan incliné à l'aide de quatre bouts de scotch placés dans chaque coin de la feuille.

C. Modification de l'angle de la pente :

1. Dévisser le point de fixation de bâti et le déplacer le long de la tige verticale, puis revisser à la hauteur souhaitée. La pente repose sur deux fixations lié au bati verticale. Il est important que ces deux fixations soit bien parallèles et fixé à la même hauteur pour que la plaque soit horizontale dans le sens de la largeur

2. Ajustement de l'orientation de la caméra, afin de pouvoir réduire le cadre d'acquisition, donc cadence d'acquisition, jusqu'à une valeur stable à 200 images/s, la caméra est inclinée jusqu'à ce qu'elle soit parallèle à la pente. En effet, il faut réussir à avoir un taux d'images assez élevé pour pouvoir suivre l'évolution du mouvement du cylindre.

3. Ajustement de l'horizontalité de la pente dans le sens de la largeur. Le cylindre est déplacé dans le sens de la profondeur de champ en haut et en bas de la pente. S'il est masqué par la pente, cela veut dire que la plaque n'est pas horizontale. La fixation trop basse est remontée de manière à mettre la plaque horizontale dans le sens de la largeur. L'opération est réitérée jusqu'à ce que le cylindre soit visible à tout moment des deux cotés de la pente..

4. Focalisation de la caméra. Le cylindre est placé au centre de la pente. Mise au point sur le cylindre.

5. Détermination précise de l'angle d'inclinaison. Une masse de 100g est accrochée au bout d'un fil de 2m fixé au plafond. Ceci permet d'avoir accès à la verticale du lieu, et donc de connaître précisément l'angle d'inclinaison de la pente en effectuant une mesure d'angle sur ImageJ.

D. Déroulement de chaque expérience d'une série d'expériences :

1. Le cylindre est placé en haut de la pente, à plat.
 2. Lancement de l'acquisition
 3. Le cylindre est mis en mouvement manuellement d'un coup sec de force variable.
 4. Le cylindre est ramassé et replacé en haut de la pente pour une nouvelle expérience.
 5. Le résultat de chaque expérience est noté : résultats possibles : le cylindre a roulé, glissé ou s'est arrêté.
5. Au bout de 50 itérations, changement de série d'expériences et modification de l'angle ou de épaisseur en fonction de l'expérience.

E. Exploitation des images

– Utilisation d'un algorithme en javascript, macro.js, exécuté en tant que macro sur ImageJ (menu plugin/macro/run).

– Pour modifier les paramètres il faut changer directement leur valeur dans le code, fourni ci-dessous :

1. Angle d'inclinaison de l'image
2. Taille de la zone d'intérêt
3. Niveau de seuillage

```

1 importClass(Packages.ij.IJ);
2 importClass(Packages.ij.gui.GenericDialog);
3 importClass(Packages.ij.io.OpenDialog);
4
5 od=new OpenDialog("Fichier", null);
6 path=od.getDirectory();
7 file=od.getFileName();
8 spl=path.split("\\");
9 exp=spl[spl.length-2].split(" ")[1];
10 //Choix de la séquence d'images
11
12 IJ.run("Image Sequence...",
13 "open=["+path+file+"] number=400 starting=1 convert sort");
14 //number = nombre d'images de la séquence, starting= numéro de la première image
15
16 imp=IJ.getImage(); //imp=séquence d'image
17
18 IJ.run(imp, "Rotate... ", "angle=14.26 grid=1 interpolation=Bilinear stack");
19 //Rotation appliquée à l'image afin de la mettre à l'horizontale. angle = angle à appliquer
20
21 imp.setRoi(174,430,1074,115);
22 //Sélection du rectangle d'intérêt de la séquence d'image, définir (x,y, longueur x, longueur y)
23
24 IJ.run(imp, "Crop", "");
25 //Image rongée pour conserver cette partie-là seulement
26
27 IJ.setAutoThreshold(imp, "Default");
28 IJ.setRawThreshold(imp, 0, 78, null);
29 // Définir les paramètres de seuillage. En pratique, valeurs utiles autour de 70-90.
30
31 IJ.run(imp, "Convert to Mask", "method=Default background=Light");
32 IJ.run(imp, "Convert to Mask", "method=Default background=Light");
33 IJ.run(imp, "Make Binary", "method=Default background=Light");
34 //Binarisation
35
36 IJ.run(imp, "Close-", "stack");
37 IJ.run(imp, "Fill Holes", "stack");
38 IJ.run(imp, "Open", "stack");
39 //Traitement binaire pour éliminer
40
41 IJ.run("Set Measurements...", "area centroid center bounding fit stack redirect=None decimal=3");
42 IJ.run(imp, "Analyze Particles...", "size=2-Infinity display clear stack");
43 //Mesures effectuées pour chaque image. Rien à retoucher ici.
44
45 IJ.saveAs(imp, "Tiff", path+"..\\Traités\\Essai "+exp+".tif");
46 IJ.saveAs("Results", path+"..\\Resultats\\Results "+exp+".csv");
47 IJ.saveAs("Results", path+"..\\Resultats\\Results "+exp+".xls");
48 //Sauvegarde des fichiers

```

Expérience 2.1.

1. Une marche de 200um, correspondant à deux transparents, est placée en suivant les consignes de 2.A.
2. L'angle est fixé maximal à 51°.
3. Après une série d'expériences effectuée suivant 2.D., l'angle est réduit suivant 2.C pour effectuer une nouvelle expérience.
4. Arrêt des expériences lorsqu'on se place à un angle de 18° : il y a majoritairement des cas d'arrêt, peu de relèvements observés.

Expérience 2.2

1. Un angle de 30.4° (angle moyen) est fixé en suivant le protocole 2.C.
2. L'épaisseur de marche est choisie minimale à 100um (un transparent)
3. Une série d'expériences est effectuée en suivant le protocole 2.D.
4. A la fin de chaque série d'expériences, modification de la marche en suivant le protocole t 2.A. en

ajoutant un transparent (100um) à la marche.

Remarques méthodologiques :

- Les coups qui permettent de mettre en mouvement le cylindre doivent être effectués à des vitesses variables, d'une part pour pouvoir étudier l'influence de la vitesse de choc sur le comportement du cylindre, d'autre part pour avoir un bon échantillonnage des vitesses lors de l'étude des autres paramètres.
- La position des transparents est marquée à l'aide du crayon à papier afin de pouvoir remarquer d'éventuels mouvements des transparents au fil des expériences. De tels déplacements n'ont toutefois pas été observés dans notre cas.
- Si la trajectoire du cylindre n'est pas unidirectionnelle dans le sens de la pente l'expérience est considérée comme nulle.
- Le temps d'enregistrement pour chaque expérience est fixé à 400 images à 200 images/s, soit 2s. (temps de l'ordre du même ordre que l'expérience)