

ESPCI PARIS

PSE

Impact sur un réseau d'aimants

MATÉRIEL ET MÉTHODES

auteurs:

Jean-Guillaume BRASIER¹

Victor GUILLEMOT²

Demba DEMBA³

¹jean-guillaume.brasier@espci.fr

²victor.guillemot@espci.fr

³demba.demba@espci.fr

1 Introduction

Dans notre PSE, on a réalisé une étude sur les impacts de projectiles de caractéristiques différentes sur un réseau d'aimants. On a étudié le comportement des aimants quand un projectile est lancé sur le réseau et les phénomènes que l'impact engendre. On a donc essayé de caractériser la vitesse d'impact des projectiles sur le réseau, la profondeur de la pénétration et la variation de l'énergie du système.

Exemples de quelques résultats obtenus:

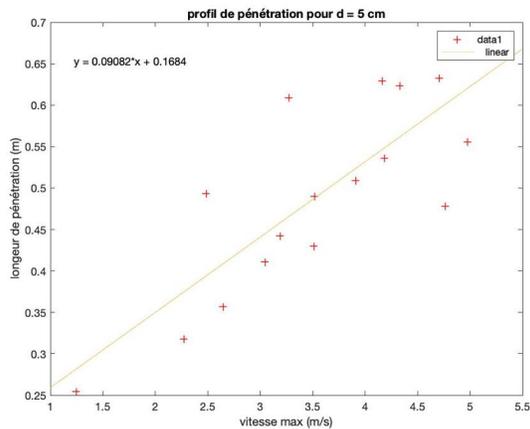


Figure 1: Profil de pénétration du projectile pour d=5cm

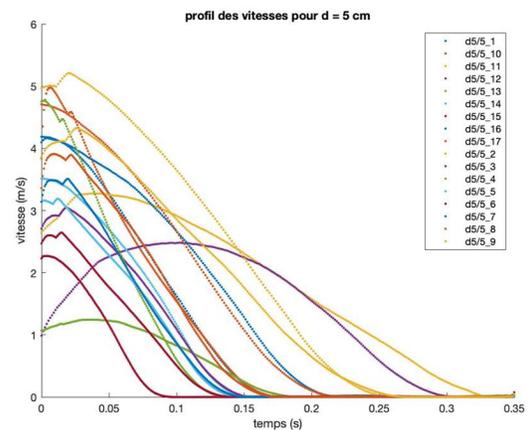


Figure 2: Profil des vitesses pour d=5cm

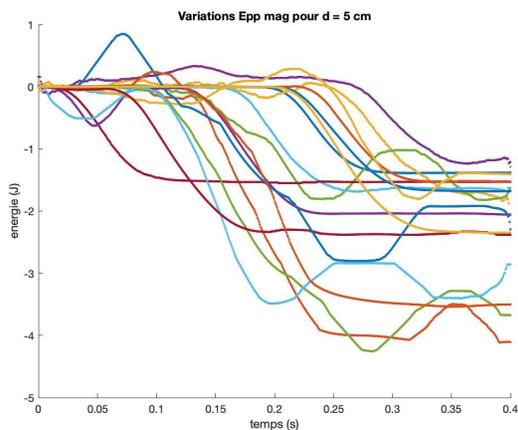


Figure 3: Variation énergie potentielle de pesanteur des aimants pour d=5cm

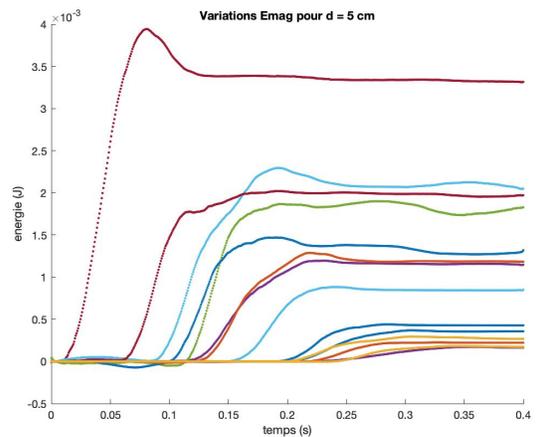


Figure 4: Variation énergie magnétiques des aimants pour d=5cm

2 Matériel

1. 2 plaques de verre 1m x 80cm x 8mm

2. Profilés Aluminium type Norcan
3. 600 aimants néodyme 5mmx2mm
4. 2 Aimants néodyme 20mmx5mm
5. Panneau LED
6. 2 alimentations stabilisées 25V
7. Caméra Basler
8. Plaques de plexiglas
9. Logiciel **Pylon Viewer**
10. Logiciel **ImageJ**
11. Logiciel **Matlab**

3 Protocoles

12. (a) **Construction du dispositif expérimental**

Les expériences ont été réalisées principalement sur un dispositif rectangulaire formée par la superposition de deux plaques de verre (dim: 1m x 80cm x 8mm) séparées par des éléments en plexiglas (épaisseur : 2 mm) qui constituent les bords et l'ouverture du dispositif et entre lesquelles furent introduits à la main environ 600 aimants cylindriques en néodyme (dim. 5mmx2mm / ref. S-05-02-N40N) dans le même sens, pôle Nord contre pôle Nord, pôle Sud contre pôle Sud. La fixation et la superposition des plaques de verres sont assurées grâce à une gammes de profilés d'aluminium type Norcan : barre profilée, joints vitrines, équerres et leur vis d'assemblage et vis de tournages. L'ensemble du dispositif forme un système qui peut être stabilisé ou mis en rotation selon le besoin grâce aux différentes vis.

(b) **Préparation de la manipulation**

Le dispositif mis en place, les aimants sont bien organisés manuellement en les déplaçant à l'aide d'un autre aimant à dimensions plus grandes pour avoir un réseau le plus uniforme possible, chose importante avant de lancer une manipulation. Derrière le dispositif, on accole un panneau LED (50cmx50cm, 50mA) près des plaques de verre, pour avoir une bonne luminosité sur le réseau ainsi qu'un bon contraste sur les images enregistrées. Pour bien alimenter le panneau LED, deux alimentations stabilisées (25V) mises en série ont été nécessaires.

Les projectiles sont de petits cylindres de plexiglas (majoritairement, ou en métal dans certains cas), conçus et préparés à l'aide d'une imprimante 3D. Ils sont de 1.5 à 2mm d'épaisseur (2 mm étant la limite pour assurer une pénétration dans

l'espace entre les plaques et une bonne circulation dans le réseau), et de diamètres 5,7 et 9 cm. Les projectiles sont conçus avec leur partie centrale creusée pour pouvoir contenir un petit aimant néodyme, ce qui va permettre de le sortir du réseau à l'aide d'un aimant plus puissant après chaque lancer réalisé.

(c) **Lancement de la manipulation et enregistrement**

Les enregistrements d'images se font à l'aide d'une caméra placée, à un mètre environ du dispositif. Pour enregistrer une vidéo, on fixe d'abord les paramètres : ouverture, nombre d'images par secondes (800 images par seconde), le temps d'exposition, ainsi que le buffer.

(d) **Acquisition d'images**

On commence l'acquisition dès le lancer du projectile dans le réseau. On utilise le logiciel **Pylon Viewer** pour acquérir les images et le logiciel **ImageJ** pour les traiter. On répète plusieurs fois les expériences pour chaque diamètre de projectile, en changeant la vitesse initiale (le projectile est lancé soit en chute libre, soit en le frappant avec une tige ou un bâton pour augmenter sa vitesse initiale), pour rendre nos résultats plus précis et diminuer ainsi les incertitudes.

(e) **Traitement de données**

Le post-traitement des données se fait à l'aide du logiciel **Matlab**, via des programmes développés élaborés tout au long du projet. On a pu ainsi mettre en place des codes **Matlab** qui prennent en compte la complexité des phénomènes étudiés et qui ont permis de tracer les différentes courbes qui nous intéressent.

4 Annexe : Images d'outils et de données



Figure 5: Profilé aluminium utilisé dans le dispositif



Figure 6: Différents vis et joints utilisés

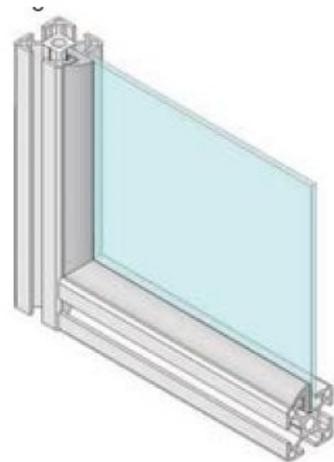


Figure 7: Plaques fixées par les profilés



Figure 8: Le dispositif lors de l'acquisition des images : réseau uniforme avant l'arrivée du projectile



Figure 9: Début de la pénétration, le projectile écarte les aimants qui forment une sorte d'arc courbé

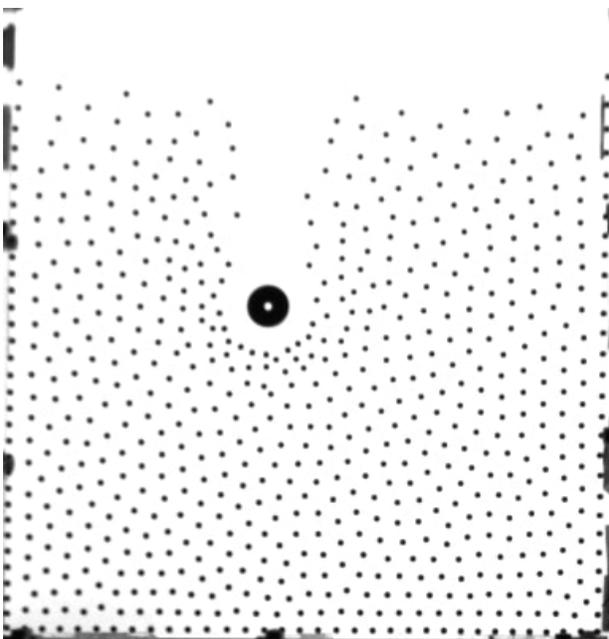


Figure 10: Le projectile pénètre dans le réseau, crée une "cicatrisation" dans le réseau tout en subissant des ralentissements dus frottements "solido-fluide"

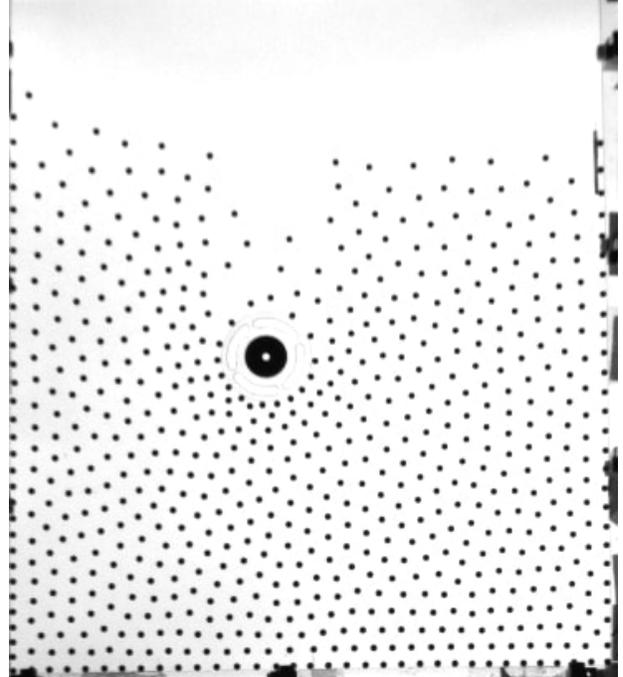


Figure 11: Le projectile s'arrête et les aimants réoccupent les espaces: la densité du réseau n'est plus la même

liens utiles

[1] <https://www.supermagnete.fr/aimants-disques-neodyme>

[2] <https://profican.fi/fr>

[3] <https://plexiglasssurmesure.fr/>