

DIB

Classification : –

Freinage de projectiles par une couche de sable

Votre signe :	J.-P. Meusy	Référence :	DIB	Responsable :	A. Koch / F. Ubertini
Notre signe :	A. Koch / F. Ubertini	No identification :	05052011	Téléphone :	+41(0)21 732 10 36
Requête technique :	J.-P. Meusy	Remarque :	–	E-mail :	andrejoseph.koch@gmail.com

Résumé

Ce travail présente succinctement une estimation du freinage de divers types de projectiles par une couche de sable. Les résultats se basent sur un modèle simplifié du sable, assimilé à un fluide incompressible non-visqueux.

Distribution du rapport

- Jean-Pierre Meusy, responsable du dossier DIB
République et Canton du Jura
2800 Delémont
- Office de l'Environnement
République et Canton du Jura
2882 Saint-Ursanne

1 Bases de calcul

Le sable est assimilé à un milieu hydrodynamique incompressible non-visqueux. La vitesse $v(x)$ d'un projectile de masse M et de section S à travers une couche de sable est donnée par

$$v(x) = v_0 \exp\left(-\frac{\rho_m C_w A}{2M} x\right). \quad (1)$$

Dans cette expression, x est le chemin parcouru par le projectile dans le sable, C_w est le coefficient de freinage balistique du projectile et v_0 est la vitesse de l'objet en $x = 0$. Le milieu est caractérisé par sa densité ρ_m ; pour le sable, on utilisera

$$\rho_m = 1770 \text{ kg/m}^3.$$

La relation (1) correspond à une décroissance exponentielle de la vitesse en fonction du chemin parcouru dans le sable ; en particulier, la vitesse ne s'annule jamais. On utilisera donc (1) pour estimer la couche de sable requise pour réduire la vitesse initiale v_0 du projectile à $v_0/100$ ou à $v_0/50$ (soit une vitesse résiduelle de l'ordre de 1 à 2% de la vitesse initiale).

2 Projectiles

On a considéré soit des projectiles sphériques pierreux, soit des projectiles cylindriques en fer. Les paramètres utilisés sont les suivants. Les vitesses v_0 sont tirées du rapport "*Résistance aux projectiles des vitrages de la salle de commande et des panneaux composites de la façade*" du 26 avril 2011. Les valeurs de C_w sont issues d'essais balistiques.

Projectiles pierreux				Projectiles en fer			
M [kg]	A [cm ²]	C_w	v_0 [m/s]	M [kg]	A [cm ²]	C_w	v_0 [m/s]
0.10	14.1	1.16	88	0.10	25.5	2.14	198
0.25	26.1	1.16	88	0.25	63.9	2.14	293
0.50	41.4	1.16	88	0.50	127.7	2.14	389
1.00	65.6	1.16	88	1.00	255.4	2.14	501

3 Résultats

Les deux figures suivantes illustrent la vitesse $v(x)$ des projectiles en fonction de la distance x parcourue dans le sable. Un trajet de quelques dizaines de centimètres à travers le sable freine même des projectiles de masse élevée (de l'ordre du kilogramme).



Dr André Koch
Chemin de Palud 2
CH-1053 Cugy
Tél. +41(0)21 732 10 36
E-mail : andrejoseph.koch@gmail.com



Dr François Ubertini
Chemin de la maison blanche 2A
CH-2533 Évilard
Tél. +41(0)32 322 77 85
E-mail : fubertini@gmail.com

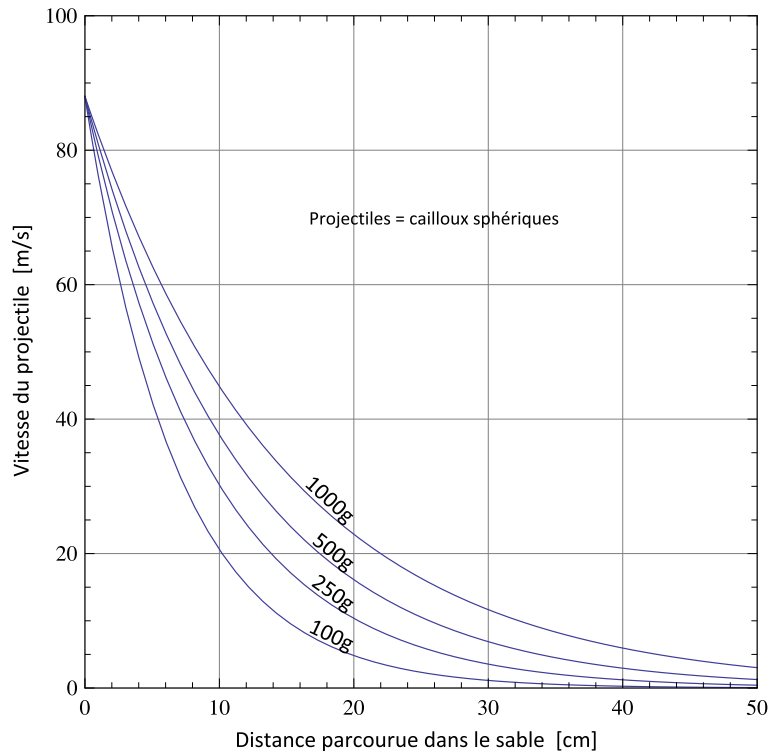


Figure 1 – Freinages de cailloux sphériques de diverses masses par une couche de sable. Vitesses initiales et masses sont tirées de la table du § 2.

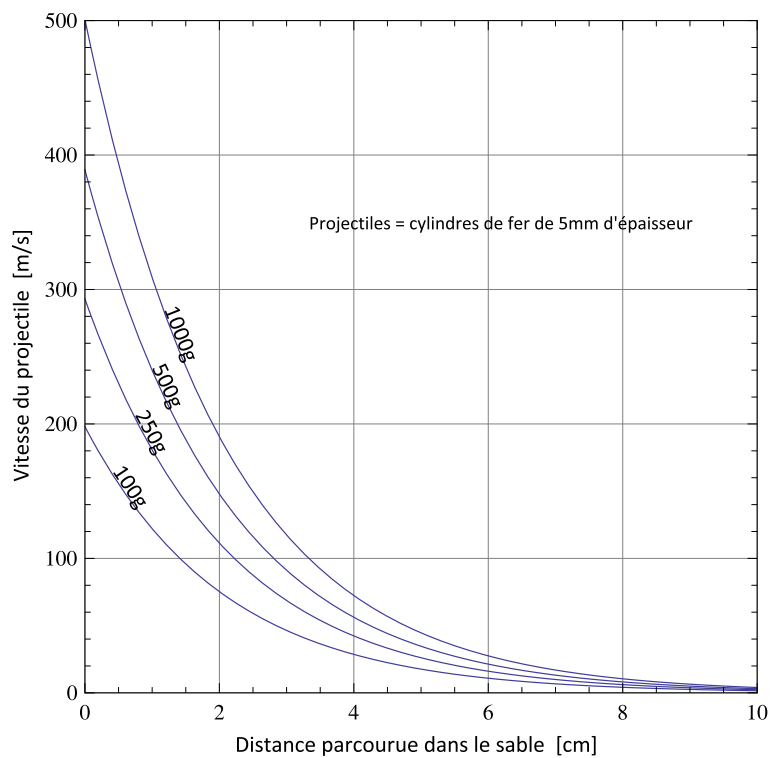


Figure 2 – Freinages de projectiles cylindriques en fer de diverses masses par une couche de sable. Vitesses initiales et masses sont tirées de la table du § 2.