

Modèles volants d'intérieur et sécurité

François YRONDE

Quelle masse et quelle vitesse ne devraient pas dépasser nos appareils volants pour le vol d'intérieur afin que leurs impacts soient sans conséquence ? C'est à quoi nous allons essayer de répondre.

Le Laboratoire d'Essais du Jouet, situé à Marseille, nous a fourni les valeurs limites d'énergie délivrées lors d'un choc pour qu'un jouet soit homologué comme étant inoffensif :

- Pour des armes jouets (bille plastique) l'énergie délivrée par le projectile doit être inférieure à : 0.08 joule.
- Pour des flèches caoutchoutées, petits mobiles, l'énergie délivrée lors de l'impact doit être inférieure à : 0.6 joule, avec une contrainte ne dépassant pas : 0.16 joule par cm².

Ces énergies peuvent paraître très faibles, néanmoins le seuil d'énergie pour la classification d'armes à feu réelles est de : 2 joules...

Quelle énergie sera délivrée lors de l'impact d'un de nos modèles ? Le lustre résistera-t-il ou bien certains auraient-ils des tendances criminelles à vouloir faire voler des modèles trop rapides ?

Rappels de physique : l'énergie cinétique délivrée par un mobile lors d'un choc est égale à :

$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ avec m en Kg et v en mètres par seconde.

La vitesse de vol de nos modèles est comprise entre 0 et 5 mètres par seconde, une solution simple pour obtenir une telle vitesse est de lâcher un objet à la verticale, la vitesse lors de l'impact sera alors égale à :

$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$ avec g accélération de la pesanteur soit 9,81 m/s² et h hauteur en mètre.

Expérience (frappante) : prenez une canette pleine de votre boisson favorite soit environ une masse de 300 grammes, une hauteur de lâché de 20 centimètres permet d'obtenir une vitesse d'impact de 2 mètres par seconde et de générer ainsi une énergie de (seulement) 0.6 joule. La douleur sur vos doigts dépendra de la zone de réception de la canette : partie ronde ou bien fond anguleux ; une hauteur de lâché de 60 centimètres est à proscrire à moins de vouloir "ressentir" cette fois une énergie de choc de 2 Joules.

Tableau 2

Tableaux :

Le premier tableau donne l'énergie délivrée lors d'un choc en fonction de la masse et de la vitesse d'un modèle. Pour une masse de 10 grammes et une vitesse de 4 mètres par seconde (cacahuète rapide) l'énergie délivrée sera égale à 0.08 joule soit donc sans conséquence, par contre un appareil télécommandé d'intérieur ne devrait pas dépasser les couples masse/vitesse suivants : 100 grammes et 3,5 m/s, 300 grammes et 2 m/s, ceci pour que l'énergie délivrée soit inférieure à 0.6 joule.

Le deuxième tableau fournit l'énergie délivrée en bout de pale en fonction du diamètre et du nombre de tours d'une hélice. Les énergies délivrées paraissent être faibles, le problème des hélices est leur pouvoir tranchant du fait d'une contrainte très importante par unité de surface (rappelez vous les coups de règle sur les doigts distribués par votre maître d'école préféré...)

Conclusion : Nos modèles de Vol Libre sont inoffensifs, par contre tout appareil dont le couple masse/vitesse donne une énergie supérieure à 0.6 joule reste potentiellement dangereux. Le vol ne devrait être autorisé qu'en présence de filets (Salon de la Maquette, PARIS) ou bien en disposant le public à l'abri de tout impact. En l'absence de règles précises émises par la F.F.A.M on ne peut que conseiller une vitesse de vol lente : 2 mètres par seconde (marche à pied) qui de plus donne aux spectateurs l'impression que le modèle flotte dans l'air. Le carénage de l'hélice et son débrayage en cas de choc seraient salutaires. Un modèle de type bimoteur paraît offrir beaucoup d'avantages : virage donné par la différence des vitesses de rotation des moteurs, aucune gouverne et donc pas de servo (coûteux), faible masse totale (50 grammes); ce serait un petit cousin des grands oiseaux Américains : *PATHFINDER* et *CENTURION* développés pour l'observation à très haute altitude, aérodynes dont nous vous reparlerons.

Nbr. tours	Diamètre de l'hélice en mm									
	T/mn	T/s	100	125	150	200	250	300	350	400
120	2		0,0000	0,0002	0,0002	0,0004	0,001	0,001	0,001	0,003
300	5		0,001	0,001	0,001	0,002	0,008	0,01	0,02	0,03
600	10		0,02	0,02	0,03	0,07	0,12	0,20	0,30	0,43
900	15		0,03	0,05	0,09	0,18	0,31	0,5	0,8	1,2
1200	20		0,07	0,12	0,20	0,39	0,68	1,1	1,7	2,5
1500	25		0,12	0,22	0,35	0,68	1,2	1,9	3,4	5,4
1800	30		0,20	0,35	0,55	1,06	1,9	2,2	6,0	10,8

Jusqu'à 0,6 joule Energie délivrée en Joules

Tableau 1

Hauteur de lâché en m	Vitesse		Masse du modèle en grammes												
	m/s	Km/h	5	10	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,01	0,5	1,8	0,001	0,001	0,003	0,006	0,013	0,019	0,025	0,031	0,038	0,044	0,050	0,056	0,063
0,05	1	3,6	0,003	0,005	0,013	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25
0,11	1,5	5,4	0,006	0,011	0,03	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28	0,34	0,39	0,45	0,51	0,56
0,20	2	7,2	0,010	0,020	0,05	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,7	0,8	0,9	1,0
0,32	2,5	9	0,016	0,03	0,08	0,16	0,31	0,47	0,63	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6
0,46	3	10,8	0,023	0,05	0,11	0,23	0,45	0,68	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3
0,62	3,5	12,6	0,031	0,06	0,15	0,31	0,61	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1
0,82	4	14,4	0,040	0,08	0,20	0,40	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
1,03	4,5	16,2	0,051	0,10	0,25	0,51	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,1	4,6	5,1
1,27	5	18	0,063	0,13	0,31	0,63	1,3	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6
1,54	5,5	19,8	0,08	0,15	0,38	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	4,6	5,3	6	7	8
1,83	6	21,6	0,09	0,18	0,45	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6	7	8	9

Jusqu'à 0,08 joule

Jusqu'à 0,6 joule

Jusqu'à 2 joules

Energie délivrée en Joules