

3. Notion de quantité de mouvement :

3.1. Exemple 1 : Un coup de tralgar

Doc 1 :

Visionner la vidéo <http://www.youtube.com/watch?v=ILu74F-Xd84> Vers 38'

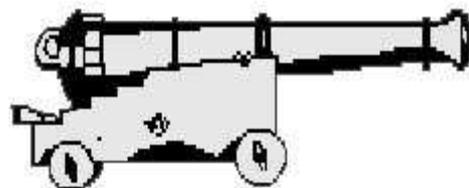
Doc 2 :

L'armement principal du navire est constitué par les bouches à feu, plus communément appelées canons ; ceux-ci permettent d'envoyer à distance des projectiles destinés à réduire la capacité de combat ou à couler le navire à plus ou moins longue distance.

Commençons par les bouches à feu. Elles étaient construites en fer forgé jusqu'au XVI^e siècle, puis furent remplacées par des pièces de bronze. Vers la fin du XVIII^e, les canons peuvent aussi être en cuivre, mais cette matière est plutôt réservée à des canons d'apparat – à cause de leur coût ; ainsi, les canons en cuivre étaient souvent de véritables œuvres d'art dotées d'une précision redoutable. Au XVIII^e, les différents calibres servant à les distinguer – et surtout à essayer d'uniformiser les modèles afin de simplifier la gestion des munitions – sont coulés petit à petit : le calibre 8 en 1615, le 12 en 1638, le 14 (remplacé plus tard par le 18) en 1645, le 24 en 1675 et le 36 en 1682. Le calibre correspond au poids, en livres, d'un boulet de fer ; d'où quelques différences entre les calibres des différents états et royaumes, la livre française ne correspondant pas tout à fait à la livre anglaise par exemple.

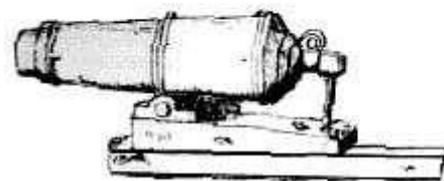
On distingue quatre grands types de bouches à feu : les canons longs, les caronades, les mortiers, et les pierriers.

Les canons longs, appelés coulevrines au XVI^e et au début du XVIII^e, sont les plus connus. Ils sont montés sur des affûts massifs (300 kg pour un canon de 12 livres) dotés de roues en bois qui permettent de récupérer le recul afin de les recharger ; lors des combats prolongés, il fallait progressivement réduire les charges de poudre, car les canons de plus en plus chauds touchaient de moins en moins le pont du navire lors du recul, et menaçaient à chaque tir de se renverser, ou pire de se libérer. Ces canons sont dotés d'une portée théorique allant de deux kilomètres et demi à plus de trois et demi, quoiqu'ils n'étaient utilisés qu'à portée moyenne ou courte, soit cinq ou six cent mètres, voire moins. La précision de telles armes était compromise par les mouvements naturels du navire, mais elle permettaient tout de même des tirs assez précis à portée moyenne dans les mains de canonniers expérimentés. Leur principal défaut, hormis la dangerosité de leur recul, était la nécessité d'avoir une équipe conséquente pour les manier : on estimait en effet le nombre de servants nécessaires à un par tranche de 500 livres que pesait la pièce, ce qui représente 4 hommes pour un canon de 4 livres, 5 pour un 6 livres, 6 pour un 8 ou 9 livres, 7 pour un 12 livres, 8 pour un 18 livres, 10 pour un 24 livres et 12 pour un 32 ou 36 livres ! On comprendra donc les quantités phénoménales de marins à bord d'un vaisseau de ligne. Pour indication, un simple canon de 4 livres pesait aux alentours de 1300 livres, mesurait six pieds, et propulsait son boulet de trois pouces (7,5cm) à mille pieds par seconde.



Les caronades sont apparues aux alentours de 1770 ; dans la Royal Navy, où elles étaient bien plus utilisées, on les appelait parfois « briseurs ». Il s'agit d'une version plus courte des canons traditionnels, faisant le tiers du poids et la moitié de la longueur d'un canon de calibre équivalent, montée sur des glissières plutôt que sur un affût équipé de roues.

De par leur 'légèreté' et leur simplicité, elles demandaient beaucoup moins d'hommes pour les manier, et on les trouvait souvent comme armement secondaires sur les gaillards d'avant et d'arrière. Elles permettaient de plus d'augmenter grandement la puissance de feu d'un navire, puisqu'on pouvait remplacer les canons de 12 ou 18 livres de la batterie principale par des caronades, moins exigeantes pour les structures, de 24 ou 36 livres. Les calibres utilisés pour les caronades sont de fait plus importants, pour preuve les deux caronades de 68 livres présentes sur le gaillard d'avant du HMS Victory lors de la bataille de Trafalgar. Mais tous ces avantages étaient gagnés au dépend de la précision, et plus encore de la portée : celle-ci était en effet de seulement 300 mètres, on imagine donc le sort d'un navire équipé de caronades face à un autre équipé de canons longs, et d'hommes savaient les servir. Leur emploi s'est généralisé au début du XIX^e siècle, et leur position propice au balayage du pont ennemi – ainsi que leur utilisation tardive par la marine française, explique en bonne partie la différence des pertes subies dans les deux camps.



Doc 3 : source: site officiel du HMS Victory : <http://www.hms-victory.com/>

Le HMS *Victory*, le navire amiral de Nelson durant la bataille de Trafalgar (en 1805), qui fût armé en 1778, est un vaisseau de ligne qui transporte 104 canons sur trois ponts. Les canons les plus lourds sont placés les plus bas pour stabiliser davantage le navire.

La première batterie est constituée de 30 canons de 32 livres. Chacune des pièces de cette batterie pèse 3,3 tonnes, tire des boulets de 32 livres soit environ 14 kilogrammes qui sortent de la bouche du canon à une vitesse de 485 mètres par seconde. Si chacune de ces pièces n'était pas maintenue par d'importants cordages, la distance de recul serait de 15 m.

La deuxième batterie est constituée de 30 canons de 24 livres. Chacune de ces pièces pèse 2,9 tonnes, tire des boulets de 24 livres soit environ 11 kilogrammes.

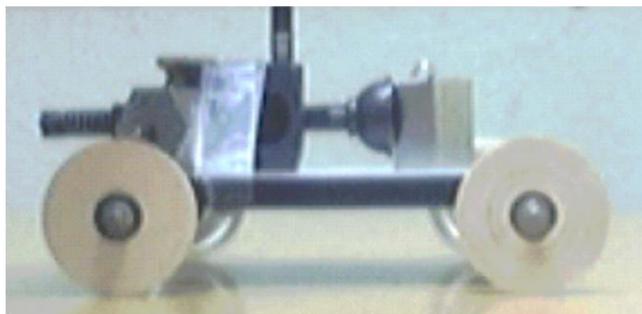
La troisième batterie, sur le pont principal, comporte 22 canons longs de 12 livres et 8 canons courts de 12 livres.

En expérimentant à partir d'un modèle artisanal de canon, on cherchera à identifier le problème, faire des hypothèses, réaliser des mesures, afin d'y répondre.

TP :

Un propulseur artisanal est fabriqué, il est constitué d'un support en bois, les roues sont des poulies utilisées au laboratoire, le lanceur est celui du dispositif d'étude des mouvements paraboliques.

Le système artisanal proposé est tel que le propulseur représente le canon (de masse m_C et de vitesse V_C) et les projectiles représentent les boulets (de masse m_B et de vitesse V_B).



photographie du propulseur artisanal

1. Premières expérimentations : aspects qualitatifs

1.a. Observer les variations des différents paramètres lorsque la masse du canon m_C est constante, lorsque la masse du boulet m_B est constante.

1.b. Peut-on faire une première hypothèse concernant une relation possible entre ces quatre grandeurs ?

2. Vitesse de recul d'un canon :

2.a. Réaliser trois vidéos en faisant varier la masse du boulet et rassembler les résultats dans le tableau ci-dessous:

Vidéo	m_C (en kg)	m_B (en kg)	V_C (en $m.s^{-1}$)	V_B (en $m.s^{-1}$)	$m_C \times V_C$ (en $kg.m.s^{-1}$)	$m_B \times V_B$ (en $kg.m.s^{-1}$)
1						
2						
3						

2.b. Ces résultats sont-ils en accord avec l'hypothèse précédente? Que pouvez-vous conclure ?

2.c. Calculer la vitesse de recul des canons de 32 du HMS Victory.

✓ Les compétences travaillées

La démarche scientifique				
^	Formuler des hypothèses pertinentes			
^	Confronter des hypothèses à des résultats expérimentaux			
^	Exercer son esprit critique			
^	Rechercher, extraire et organiser l'information utile			
L'approche expérimentale				
^	S'approprier une problématique			
^	Valider des résultats obtenus et des hypothèses faites			
^	Observer			

L'idéal serait que chaque groupe d'élèves ait un propulseur pour réaliser directement la démarche expérimentale sans

passer par le biais des vidéos réalisées par l'enseignant, ou qu'il y en ait un de disponible au bureau pour une première observation puis passer ensuite aux vidéos.

L'étude quantitative n'étant pas exigible, il est possible de ne faire que la première partie à laquelle on ajouterait la question c) de la deuxième partie.

En effet, le traitement des vidéos n'est pas toujours aisé et les résultats peuvent être très différents en fonction de la visée réalisée.

Voici quelques résultats obtenus en ne traitant que trois images après la propulsion de la charge :

Vidéo	m_C (en kg)	m_B (en kg)	V_C (en $m.s^{-1}$)	V_B (en $m.s^{-1}$)	$m_C \times V_C$ (en $kg.m.s^{-1}$)	$m_B \times V_B$ (en $kg.m.s^{-1}$)
1	0,213	0,050	0,31	1,20	0,066	0,060
2	0,213	0,100	0,52	1,10	0,11	0,11
3	0,213	0,200	0,625	0,667	0,133	0,133