

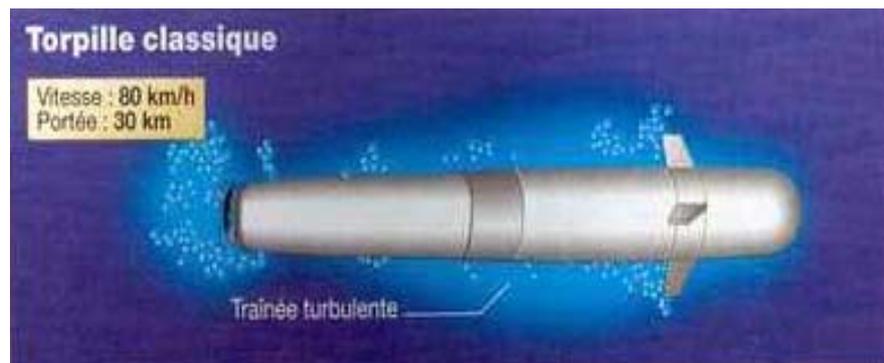
## La supercavitation : une technique moderne qui révolutionnera la guerre sous-marine

Depuis de nombreuses années, les spécialistes de l'hydrodynamique étudient les applications du phénomène physique de l'écoulement de l'eau le long d'un corps immergé. Son étude a notamment, comme nous le verrons, permis de réduire considérablement les effets de la résistance au déplacement.

Les Russes, en avance dans ce domaine, ont ainsi réussi à mettre au point un nouveau modèle de torpille pouvant se déplacer à une vitesse telle qu'elle supprime toutes les possibilités d'évasion de leur objectif.

Tout a commencé durant la guerre froide. A cette époque, l'Union soviétique ne disposait que de torpilles relativement lentes. Cette lenteur désavantageait sérieusement leurs sous-marins. Plutôt que de développer plus avant la technologie de la torpille conventionnelle, les soviétiques ont décidé de contrer les américains avec une solution radicale. Ainsi, au début des années '60, un chercheur soviétique en hydrodynamique, Mikhaïl MERKULOV, réalisa que la solution pouvait se trouver dans le phénomène physique de cavitation.

Rappelons que tout corps (un sous-marin, un navire, une torpille,...), aussi bien profilé qu'il soit, subit une résistance due à la friction qui résulte de son déplacement dans l'eau. Notons que cet effet apparaît également dans l'air



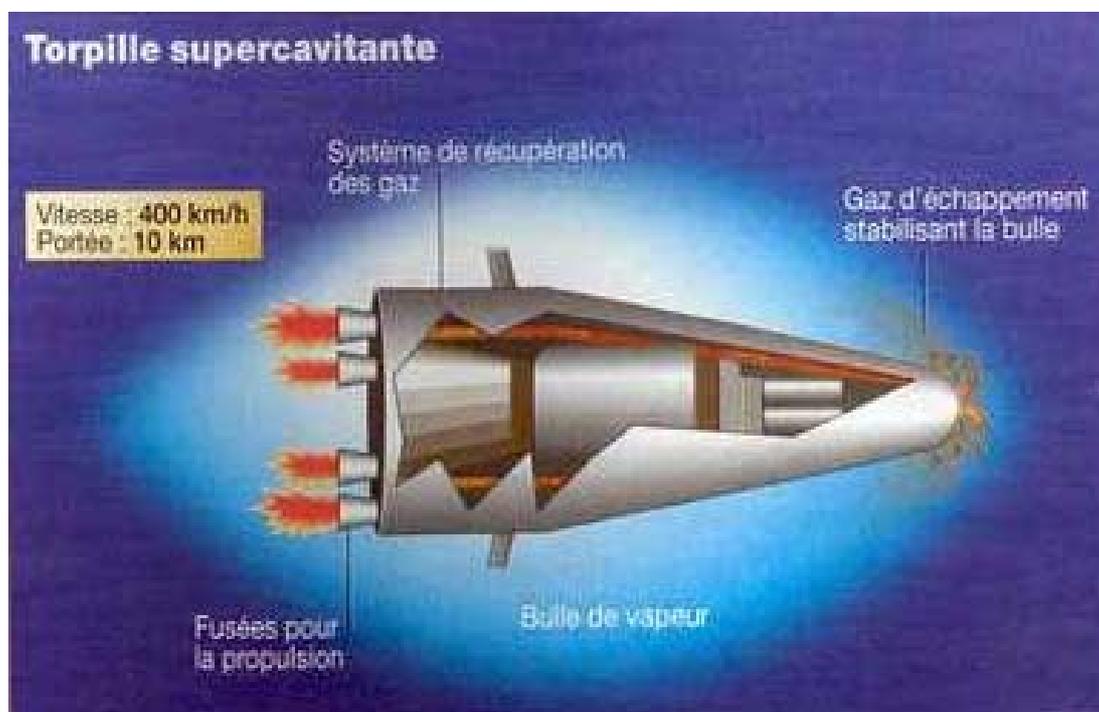
mais, comme l'eau est mille fois plus dense que l'air, une résistance mille fois supérieure est enregistrée. De plus, la puissance nécessaire pour combattre cette force résistante est une fonction non-linéaire de la vitesse de l'objet. Dès lors, tout accroissement de sa vitesse de déplacement doit se faire à l'aide d'une dépense d'énergie de propulsion qui peut rapidement devenir démesurée.

Il faut savoir que le principe de cavitation qui nous intéresse aujourd'hui était déjà connu par NEWTON et diffusé en 1687 dans son *Principia Mathematica*. Il s'agit de la formation d'une multitude de cavités (bulles) remplies de gaz (vapeur d'eau) qui apparaissent dans un liquide lorsque celui-ci est soumis à une pression inférieure à sa tension de vapeur. Souvenez-vous qu'en altitude, l'eau bout (se vaporise) avant d'atteindre les 100° C car la pression y est moindre.

Dans le cas d'un objet en mouvement dans l'eau, une baisse de pression apparaît à la suite d'une vitesse élevée de l'eau s'écoulant le long de la surface du corps immergé ; c'est un phénomène analogue qui crée la portance d'une aile d'avion lorsque l'air s'écoule le long de celle-ci. Avec de la vitesse, la pression peut diminuer suffisamment pour que l'eau change d'état, passant de l'état liquide à l'état gazeux sous forme d'une multitude de bulles comme lors d'une ébullition.

Les conséquences en sont dommageables parce que ces bulles sont instables et implosent. Outre l'apparition d'une signature acoustique reconnaissable, ceci favorise l'érosion et la corrosion des surfaces métalliques (aubage de turbines et hélices notamment) et diminue l'efficacité opérationnelle suite à l'apparition de remous. C'est pourquoi ce phénomène physique a toujours été considéré par les ingénieurs comme une nuisance, voire même un danger.

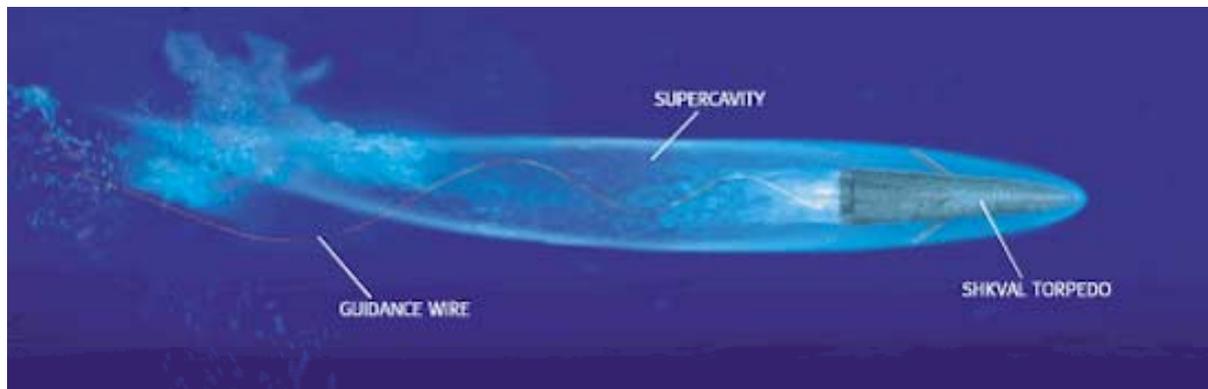
La nouveauté consiste à développer un aspect positif de ce phénomène physique en formant une bulle de vapeur unique entourant complètement le corps qui se déplace dans l'eau. C'est ce que l'on appelle la supercavitation ; le projectile n'est plus enveloppé par l'eau, mais il est entouré par de la vapeur d'eau. Il se meut donc dans une bulle qu'il recrée au fur et à mesure de son déplacement. Dans ces conditions, presque tous les effets de la friction s'annulent parce qu'il n'y a plus de contact entre la surface du projectile et l'eau : c'est comme si une bulle de vapeur se déplaçait dans l'eau ! Avec cette technique, les torpilles peuvent se mouvoir facilement à plus de 100 m/s (350 km/h). Par comparaison, les torpilles traditionnelles sont limitées à 20 m/s.



Les problèmes techniques résident donc dans la création et le maintien de cette bulle de vapeur unique durant tout le déplacement de l'objet dans l'eau. Ce problème est en bonne partie résolu lorsque l'on impose au projectile une vitesse initiale supérieure à 50 m/s et que celui-ci est doté d'une tête de forme spécialement étudiée qui provoque la cavitation – la tête reste ainsi le seul endroit où il y aura encore une résistance au déplacement –. Enfin, la torpille doit être propulsée par une fusée et une partie des gaz de propulsion sont réinjectés juste derrière la tête, ce qui contribue à la formation et la stabilisation de la bulle.

De très nombreux problèmes subsistent, en particulier la stabilisation du projectile à l'intérieur de la bulle, la capacité de diriger l'ensemble (vu que tout contact entre le projectile et l'eau est supprimé), etc...

Il reste encore beaucoup de travail ; ce n'est d'ailleurs qu'au début des années '90 que les russes ont été capables de produire une torpille opérationnelle. Celle-ci mesure 9 mètres de long et pèse 3 tonnes. Appelée VA-111 *Shkval*, on dit qu'elle peut atteindre 500 km/h. Bien qu'encore au stade expérimental, ce *Shkval* peut frapper un autre sous-marin ou un navire de surface avant qu'il ait le temps de réagir. Il peut également être utilisé pour intercepter les torpilles ennemies.



La France, avec l'*Action Concertée Cavitation*, s'intéresse également au phénomène. Elle a acquis quelques *Shkval* pour évaluation et teste actuellement des prototypes de projectiles anti-mines. En effet, les Russes, à la recherche de devises, ont ouvertement mis en vente le *Shkval* aux Salons Internationaux d'Armes d'Abu-Dabi et d'Athènes.

De leur côté, les Allemands, en coopération avec l'US Navy, tentent de développer un système de guidage des torpilles de ce type. Les premiers prototypes devraient être prochainement testés aux Etats-Unis.

Depuis quelques années, les chercheurs concentrent aussi leurs efforts sur le développement d'une deuxième classe d'armes basée sur la supercavitation : les obus supercavitants.

C'est dans ce domaine notamment que les Américains ont développé leur propre programme de supercavitation. En 1997, les chercheurs de l'*US Naval Undersea Warfare Center* (NUWC) ont réussi à concevoir un projectile supersonique. Celui-ci, non motorisé et tiré par un canon sous-marin, a franchi le mur du son ! Pour l'instant, par manque de motorisation autonome, ce projectile ralentit rapidement mais cela permet déjà d'imaginer la vitesse incroyable que la supercavitation permet d'atteindre.

Ce genre de projectiles est déjà utilisés pour neutraliser à moindre coût les mines sous-marines et ce, depuis les airs. Le *Rapid Airborne Mine Clearance System* (RAMICS : anagramme de l'auteur !) utilise une Gatling 20mm. Tiré à 350 m d'altitude, le projectile pénètre dans l'eau et conserve encore durant 12 mètres ses capacités destructives. Ce système pourrait également être monté sur un navire de surface et utilisé pour anéantir toute torpille se dirigeant dans son sillage.

La prochaine étape sera la conception d'un canon tirant des projectiles entièrement sous-marins et qui serait logé dans une tourelle fixée sur la coque, sous la ligne de flottaison. Ces tourelles ressembleraient à celles des bombardiers de la seconde guerre mondiale. Ce système se voudrait être l'équivalent sous-marin du *Phalanx* – un canon à tir rapide contrôlé par radar et qui protège les navires de surface contre l'attaque de missiles aériens.



Ajoutons enfin que quand le sous-marin russe *Koursk*, orgueil de flotte russe, a sombré en août dernier dans la mer de Barents, des commentaires semble-t-il assez fondés, se sont fait jour pour expliquer que la mystérieuse explosion était liée au test d'une version améliorée de leur nouvelle torpille à haute vitesse...

Quoi qu'il en soit, la supercavitation pourrait ainsi changer complètement la nature de la guerre sous-marine, transformant le jeu traditionnel du chat et de la souris, avec des sous-marins se faufilant aussi silencieusement que possible les uns derrière les autres, en un combat de type aérien, rapide et acrobatique.

La maîtrise de cette technique pourrait ainsi signifier pour la guerre navale un bond comparable, d'une certaine manière, à celui vécu par la guerre aérienne lors du passage de l'aviation à hélice à l'aviation à réaction d'autant qu'il n'y a pas, à l'heure actuelle, de contre mesures connues.

Ces événements devraient attirer notre attention sur le fait que si la Russie rencontre des problèmes économiques énormes, elle conserve un potentiel intellectuel et technique de très haut niveau. Pour ce qui est du domaine qui nous intéresse ici, si la guerre froide n'est plus qu'un lointain souvenir, il ne faudrait pas sous-estimer sa volonté de conserver une puissance militaire non-négligible.

Lt (R) Paul SCIMAR

Il existe très peu d'articles de vulgarisation sur ce sujet. Cependant, pour ceux qui souhaiteraient en savoir davantage sur cette nouvelle technologie, nous leur recommandons la lecture de l'article « Warp Drive Underwater » de Steven ASHLEY, publié dans la revue *Scientific American* de mai 2001, pp. 62-71 et qui a servi de base à la réalisation du nôtre.

Sources : [www.sciam.com/2001/0501issue/0501ashley/](http://www.sciam.com/2001/0501issue/0501ashley/)  
[www.newscientist.com/features/features\\_224813.html](http://www.newscientist.com/features/features_224813.html)  
[www.nuclear-powered-submarine.com/torpille.htm](http://www.nuclear-powered-submarine.com/torpille.htm)