

# Le sillage des bateaux trahit leur vitesse

L'angle formé par le V derrière les navires est-il constant ? De nouvelles simulations répondent

DAVID LAROUSSERIE

C'est à peine croyable : un modeste canard ou un imposant voilier créent derrière eux le même sillage en forme de V. L'angle est d'un peu moins de 39 degrés, quelle que soit la vitesse des objets flottants. C'est en tout cas ce qu'avait démontré en 1887 Lord Kelvin, savant britannique réputé pour ses travaux fondamentaux en thermodynamique aussi bien que pour ses inventions autour du télégraphe. Et depuis, ce constat n'avait été remis en cause que dans des situations particulières, par exemple en eaux peu profondes, dont on sait qu'elles accélèrent les vagues.

Patatras ! En mai 2013, deux physiciens de l'université Paris-Sud (Orsay), Marc Rabaud et Frédéric Moisy, utilisent des photos satellite tirées de Google Earth et observent que ce constat du renommé savant n'est en fait pas valable. A grande vitesse, le V du sillage se ferme, de façon

inversement proportionnelle à la célérité. Doubler la vitesse divise l'angle par deux.

« Cela a jeté un pavé dans la mare. Mais comme ces auteurs avaient fait une hypothèse forte pour expliquer le phénomène et qu'il y avait des débats, nous avons voulu aller plus loin », se souvient Elie Raphaël, du CNRS au laboratoire Gulliver de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles ParisTech. Avec ses deux étudiants en thèse, il publiera prochainement dans *Journal of Fluid Mechanics* ses conclusions, qui ont le bon goût de réconcilier Kelvin et ses contradicteurs.

La nouvelle équipe démontre en effet qu'il existe en fait deux sillages. L'un, identifié par Kelvin, conserve un angle constant quelle que soit la vitesse du bateau. L'autre, mis en évidence en mai, voit son angle diminuer. Le premier délimite en fait la zone au-delà de laquelle l'eau n'est pas perturbée par le déplacement du bateau qui agite la surface de l'eau. Le second, d'angle plus petit, correspond au lieu où les vagues ont l'amplitude

maximale. C'est ce qui explique qu'il soit bien visible sur les photos alors que le sillage de Kelvin est, lui, imperceptible pour les navires filant trop vite. Le changement de régime, dépendant de la longueur de l'embarcation, a lieu pour des vitesses de l'ordre de 36 km/h pour un objet de 10 mètres de long.

## Tour de force mathématique

« Elie Raphaël et son équipe ont réalisé un tour de force mathématique. Nous sommes admiratifs », témoigne Frédéric Moisy. D'autant que les nouveaux calculs n'incluent pas une hypothèse controversée. Selon les auteurs de l'article de mai 2013, un bateau n'émet pas de vagues dont la longueur d'onde (c'est-à-dire la distance entre deux crêtes) est beaucoup plus grande que la taille du bateau. Ou, ce qui revient au même, la vitesse des ondes émises est limitée par un paramètre lié à la dimension de l'embarcation.

Mais le défaut de ces nouvelles simulations est que « l'interprétation physique

du phénomène n'est pas simple », selon Elie Raphaël lui-même. « Notre hypothèse, dont nous pensons qu'elle n'est pas remise en cause par les calculs récents, permet selon nous de comprendre le refermement du sillage », estime cependant Frédéric Moisy. Il se passerait pour le bateau ce qui se passe pour un avion au-delà du mur du son. Ce dernier va plus vite que les ondes qu'il émet. Celles-ci se propagent moins loin et le cône de sillage se rétrécit. Dans l'eau, la vitesse des ondes étant limitée, l'angle du V se réduirait. Le célèbre nombre de Mach pour les avions serait remplacé par le nombre de Froude et la vitesse du son dans l'air par une vitesse dépendant de la racine carrée de la taille du bateau.

Même si un léger désaccord persiste sur l'origine et l'interprétation du phénomène, le résultat est que, désormais, il est possible, grâce à de simples clichés, de distinguer un canard d'un hors-bord... Ou, plus sérieusement et plus utilement, de déduire de la forme d'un sillage la vitesse de l'engin qui lui a donné naissance. ■