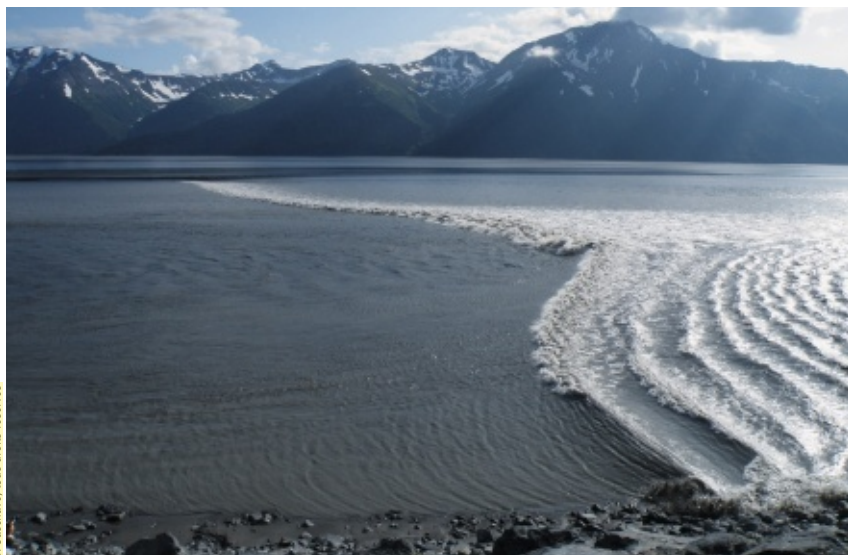




**5. UN MASCARET DANS LA BAIE DE TURNAGAIN, EN ALASKA.** Derrière le front du mascaret, engendré par la marée, on voit de nombreuses vaguelettes secondaires, les « éteules ». La compréhension de ce phénomène, comme de beaucoup d'autres dans le domaine de la physique des vagues, est encore imparfaite.

#### L'AUTEUR



David LANNES, directeur de recherche au CNRS, travaille au Département mathématiques et applications de l'École normale supérieure, à Paris.

#### ✓ BIBLIOGRAPHIE

B. Alvarez-Samaniego et D. Lannes, *Large time existence for 3D water-waves and asymptotics*, *Inventiones Mathematicae*, vol. 171(3), pp. 485-541, 2008.

A. D. D. Craik, *The origins of water wave theory*, *Annual Review of Fluid Mechanics*, vol. 36, pp. 1-28, 2004.

O. Darrigol, *The spirited horse, the engineer, and the mathematician : Water waves in nineteenth-century hydrodynamics*, *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 58, pp. 21-95, 2003.

la description mathématique des vagues : dispersion, non-linéarité, rôle de la pression, distinction eau profonde/peu profonde, etc. Quels sont les enjeux des recherches mathématiques poursuivies aujourd'hui sur ce domaine ?

L'une des principales objections aux différents modèles mathématiques présentés ici est que l'on est en droit de remettre en doute leurs hypothèses, par exemple la nature principalement hydrostatique de la pression. Le développement de nouveaux outils mathématiques a permis depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle d'étudier les équations des vagues complètes, c'est-à-dire sans faire d'hypothèses simplificatrices sur la pression ou l'amplitude des vagues par exemple.

La première étape est de montrer que, sur un certain intervalle de temps au moins, les équations ont bien des solutions ! On doit pour cela trouver un cadre fonctionnel (un ensemble de fonctions vérifiant certaines propriétés) adapté. Par exemple, on peut imposer que la paramétrisation de la surface soit une fonction deux fois dérivable en temps et en espace. Le choix du cadre fonctionnel est beaucoup plus délicat pour le potentiel des vitesses : ce dernier est en effet défini dans un domaine fluide qui bouge au cours du temps, et qui est de plus la principale inconnue du problème. Il faut donc se ramener à un espace fonctionnel « fixe ». Les mathématiciens disposent pour ce faire de plusieurs techniques.

Une fois le cadre fonctionnel choisi, on peut l'utiliser pour construire une suite de solutions approchées que l'on veut faire converger vers une solution exacte des équations. La difficulté est alors de gérer tous les phénomènes pouvant faire sortir la solution du cadre fonctionnel choisi. Par exemple, si l'on prend un cadre fonctionnel défini par les fonctions deux fois dérivables, les opérations de dérivation font « sortir » du cadre fonctionnel : la dérivée d'une telle fonction n'est pas forcément deux fois dérivable. Pour montrer que l'on reste dans un même cadre fonctionnel, il faut donc prouver que tous les mécanismes qui, à l'instar de la dérivation, font sortir de ce cadre ont des effets qui se neutralisent mutuellement.

Une fois la solution construite, on s'intéresse à la description de ses propriétés. Par exemple, comment se comporte-t-elle en eau profonde, en eau peu profonde ? Pour cela, on remarque que la solution construite dépend de plusieurs paramètres (la profondeur par exemple), et on essaye de décrire la dépendance de la solution en ces paramètres : c'est « l'analyse asymptotique » de la solution.

### Maintes questions restent à explorer

Cette analyse rigoureuse permet de retrouver les modèles décrits plus haut et, surtout, de bien déterminer leur domaine de validité. Elle permet aussi de trouver de nouveaux modèles décrivant plus précisément certains phénomènes plus compliqués que les ondes solitaires de Russell. Pour citer quelques problématiques actuelles : quel est le rôle de la dispersion sur l'amplitude maximale d'un tsunami ? Sur les éteules (vaguelettes secondaires) des mascarets ? Par quels mécanismes les courants naissent-ils en milieu côtier ? Comment prévoir avec précision les zones de déferlement des vagues ? Quelles sont les zones menacées en cas de vagues de grande amplitude (tempête) ?

Dictées par des préoccupations environnementales évidentes, ces questions soulèvent des difficultés mathématiques considérables. Pour plusieurs de ces phénomènes, nous sommes encore comme Russell devant ses « ondes solitaires », capables d'observations assez précises, mais impuissants à fournir une théorie susceptible de les expliquer et, surtout, de les prévoir correctement. ■

# La librairie **SCIENCE**

*Le savoir scientifique au fil des pages...*



## **Maux d'artistes** ■ Sebastian Dieguez

Existe-t-il des liens cachés entre une œuvre d'art – une peinture, une sculpture, une composition musicale ou une œuvre littéraire – et une maladie de l'esprit que présentait son auteur ? Examinant divers chefs-d'œuvre avec un regard de neuropsychologue, Sebastian Dieguez analyse plus d'une vingtaine d'œuvres de Dostoïevski, Monet, De Chirico, Proust, Van Gogh, etc.

176 pages • 25 euros • ISBN 978-2-8424-5101-1



## **La physique buissonnière** ■ Jean-Michel Courty, Édouard Kierlik

Une plante plus rapide qu'une mouche, un tuyau qui parle, une cape qui rend invisible, etc. La nature est pleine de surprises pour qui veut bien s'aventurer hors des sentiers battus. Passionnés de physique, les auteurs vous invitent à une promenade sur des chemins de traverse pour comprendre cette physique du quotidien.

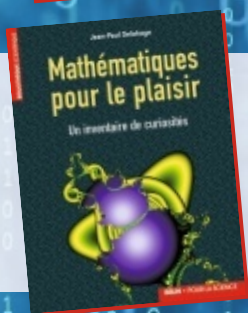
160 pages • 22 euros • ISBN 978-2-8424-5105-9



## **La couleur dans tous ses éclats** ■ Bernard Valeur

Comment percevons-nous les couleurs ? Pourquoi la matière émet-elle des lumières colorées ? Qu'est-ce que le jaune de Naples, le bleu outremer ou le vert Milori ? La couleur n'a pas fini de nous étonner. Voilà l'occasion de parcourir ses mystères en cinquante sujets, chacun traité en une double page illustrée pour mieux dévoiler les beautés de la couleur.

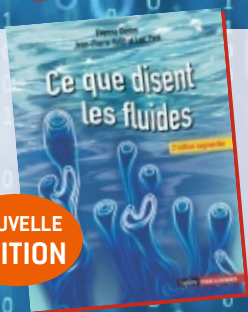
128 pages • 22,50 euros • ISBN 978-2-7011-5876-1



## **Mathématiques pour le plaisir** ■ Jean-Paul Delahaye

Les mathématiques ne se réduisent pas – heureusement – à ce qu'on nous en apprend à l'école. Partout présentes, elles sont une source de joie et d'épanouissement pour celui qui sait y consacrer un peu d'attention et d'esprit ludique. Dans cet ouvrage, découvrez pourquoi les mathématiques sont faciles et comment s'y adonner est un plaisir.

208 pages • 25 euros • ISBN 978-2-8424-5104-2



## **Ce que disent les fluides** ■ Étienne Guyon, Jean-Pierre Hulin, Luc Petit

Ce livre invite le lecteur à découvrir la physique des fluides à travers tourbillons, houle, turbulences, avalanches, mascarets, écoulements sanguins, etc.

Cette deuxième édition incontournable pour tous les passionnés de science a été étoffée de plusieurs sujets inédits.

176 pages • 25 euros • 978-2-7011-5725-2

Des livres à découvrir en librairie et sur  
[www.pourlascience.fr/librairie](http://www.pourlascience.fr/librairie)