

أمواج ليس لها مثل¹

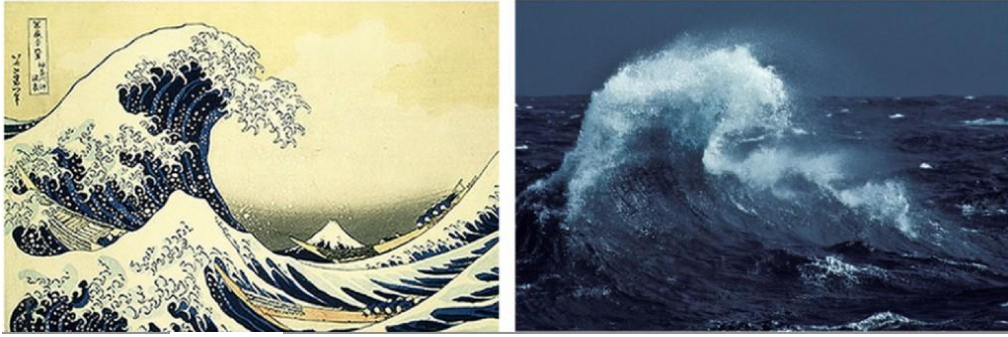
بقلم :

جون م. دودلي John M. Dudley²

فريدريك دياس Frédéric Dias³

ترجمة الطالبتين : إيمان بلقاضي

جهاد بهيج



رؤيتان للموجة الكبيرة : طبيعية (على اليمين) ؛ لوحة هوكوساي Hokusai (على اليسار).

لوحة الموجة الكبيرة في كاناغاوا⁴ Kanagawa هي واحدة من الصور الأكثر شهرة للفن الياباني. تُظهر هذه المطبوعة الفنية التي أبدعتها أنامل الرسام هوكوساي موجة عملاقة على وشك تحطيم السفن الهشة التي تواجهها. لم تقتصر شهرتها على المجال الفني، بل جاوزته إلى الرياضيات، حتى اختيرت كغلاف لمجلة متخصصة⁵.

¹ العنوان الأصلي للمقالة : DES VAGUES HORS DU COMMUN

موقعها الإلكتروني :

<http://www.breves-de-maths.fr/des-vagues-hors-du-commun/>

² انظر صفحته : <https://sites.google.com/site/dudleyphotonics/>

أستاذ في جامعة فرانش كومنتيه (Université de Franche-Comté)، انظر الموقع :

<http://www.univ-fcomte.fr/>

³ انظر صفحته : <https://maths.ucd.ie/~dias/>

أستاذ في كلية دبلن الجامعية (University College, Dublin)، انظر الموقع :

<http://www.ucd.ie/>

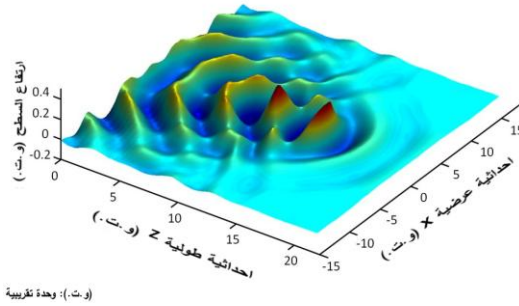
⁴ انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/The_Great_Wave_off_Kanagawa

⁵ انظر موقع المجلة (مجلة المعادلات التفاضلية الزائدية) : <https://www.worldscientific.com/worldscinet/jhde>

توضح موجة هوكوساي تشكيل **الموجة المارقة**⁶، وهي ظاهرة معقدة يعتبر فهمها في حد ذاته تحديًا علميًا كبيرًا. هذه الأمواج العملاقة (بالإنجليزية "أمواج غريبة" freak waves أو "أمواج مارقة" rogue waves) التي يبدو أنها تنشأ من العدم، هي (تعريفًا) تلك الأمواج التي يتعدى ارتفاعها على الأقل ضعف ارتفاع الأمواج المحيطة بها. من كسارة الجليد الفرنسية الأسطرلاب⁷ Astrolabe، تمكنت المصورة فيرونيك سارانو Véronique Sarano من التقاط إحدى هذه الأمواج وهي قيد التشكل (هنا بارتفاع يقدر بـ 6 م) على سطح المحيط الجنوبي. ومن اللافت للنظر التشابه الكبير مع ما نشاهده في لوحة هوكوساي.

إذا كان وجود مثل هذه الأمواج المارقة معلوما فإن آلية توليدها لا تزال غير مفهومة. ويبدو أنها ناجمة عن تأثير **طوبوغرافيا قاع البحر** وكذلك عن التفاعل بين عدة مجموعات من الأمواج ذات اتجاهات ومراحل مختلفة، أو حتى عن تكتلها. هناك مسألة مهمة تتمثل في تحديد ما إذا كان تشكيل مثل هذه الموجة يرجع إلى **الحدود اللاخطية**⁸ ضمن المعادلات التي تصفها، أم أن الآليات **الخطية**⁹ وحدها تكفي لهذا الوصف.

في سنة 2009، قدم جوليان كارترايت Julyan Cartwright وهيزامي ناكامورا Hisami Nakamura شرحا مبنيًا على التأثيرات اللاخطية. ومع ذلك، استطاع الباحثون في الآونة الأخيرة إثبات أن الآلية الخطية البحثية تسمح بإعادة إنتاج **التركيز الموجّه** الذي يميّز الموجة الكبرى. قدمنا في الشكل الموالي نتائج متميزة تبرزها النمذجة العددية لهذه العملية. نرى في هذا الشكل أن الطاقة تركزت في وسط الرسم لإنتاج موجة أكثر ارتفاعا مما يحيط بها، مثل تلك التي شاهدناها في الصورة واللوحة المبيّنتين في الشكل أعلاه. وهكذا فإن فهم الأمواج المارقة يتقدم، لكنه يظل موضوعا خصبا للعديد من الأسئلة المفتوحة.



تظهر النتائج العددية التركيز الموجّه لمنطقة أمواج دورية نحو موجة عاتية

⁶ انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/Rogue_wave

⁷ انظر الموقع : <http://www.institut-polaire.fr/language/fr/>

⁸ انظر الموقع : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Non-lin%C3%A9arit%C3%A9>

⁹ انظر الموقع : <https://en.wikipedia.org/wiki/Linearity>

للاستزادة :

- Julyan H.E. Cartwright and Hisami Nakamura, What kind of a wave is Hokusai's Great wave off Kanagawa?, Notes Rec. R. Soc., 63, 2009.
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsnr.2007.0039>
- J. M. Dudley, V. Sarano, and F. Dias On Hokusai's great wave off Kanagawa: localization, linearity and a rogue wave in sub-Antarctic waters, Notes Rec. R. Soc., 67, 2013
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsnr.2012.0066>

- محاضرة "الأمواج القاتلة" "Vagues tueuses"، تقديم س. بنزوني-غافاج S. Benzoni-Gavage، انظر الموقع :

http://www.bm-lyon.fr/spip.php?page=video&id_video=594

- Susan Casey, The Wave: In Pursuit of the Rogues, Freaks, and Giants of the Ocean, 2010.
<https://www.nytimes.com/2010/09/19/books/review/Morris-t.html?pagewanted=all&r=0>
- C. Fino, K. Hammani, B. Kibler, J. M. Dudley, G. Millot, Du soliton hydrodynamique à la vague scélérate : reproduire optiquement les ondes non-linéaires pour mieux les comprendre et les maîtriser.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00469896/>

- مدونة صوتية حول الأمواج بواسطة الرياضيات، موقع France Inter، انظر الموقع :
<https://www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-carre/la-tete-au-carre-07-fevrier-2013>

مصدر الصور :

- متحف المتروبوليتان للفنون Met. Museum of Art بنيويورك (المجال العام).
- فيرونيك سارانو V. Sarano.
- فريديريك دياس Frédéric Dias، جون م. دودلي John M. Dudley.