

التيارات البحرية : قصة قارورة في البحر¹

بقلم :

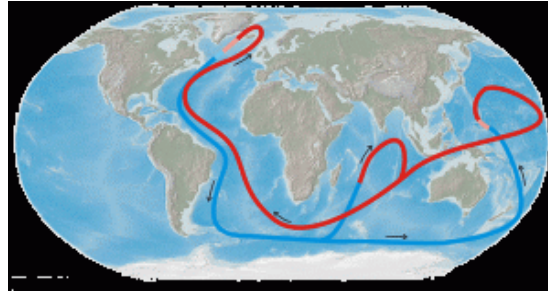
² Sebastian Minjeaud سيباستيان مينجو

³ Maëlle Nodet مايل نودي

⁴ Antoine Rousseau أنطوان روسو

ترجمة الطالبتين : إيمان بلقاضي

جهاد بهيج



التياران البحريان الرئيسيان : تيار "الخليج الدافئ" وتيار "كوروشيو" Kuroshio.

¹ العنوان الأصلي للمقالة : COURANTS MARINS : L'HISTOIRE D'UNE BOUTEILLE À LA MER

موقعها الإلكتروني : <http://www.breves-de-maths.fr/courants-marins-lhistoire-dune-bouteille-a-la-mer/>

² انظر صفحته المهنية : <https://math.unice.fr/~minjeaud/>

باحث في مخبر ديودوني في المركز القومي الفرنسي للبحث العلمي CNRS - جامعة نيس صوفيا أونتيبوليس Univ. Nice Sophia

Antipolis، انظر الموقع : <https://math.unice.fr/laboratoire/pr%C3%A9sentation-du-laboratoire.html>

وفريق كاستور Castor، المعهد القومي الفرنسي للبحث في العلوم العددية، جامعة صوفيا أونتيبوليس Inria Sophia Antipolis، انظر

الموقعين : <https://team.inria.fr/castor/fr/> <https://www.inria.fr/centre/sophia/>

³ انظر صفحتها : <https://team.inria.fr/airsea/en/maelle/>

جامعة جوزيف فوريي Université Joseph Fourier، انظر الموقع : <https://www.univ-grenoble-alpes.fr/>

فريق مواز، المعهد القومي الفرنسي للبحث في العلوم العددية Inria EPI-Moise، انظر الموقع :

<https://www.inria.fr/equipes/moise>

مخبر جان كونتسمان Jean Kuntzmann، غرونوبل Grenoble، انظر الموقع : <http://www-ljk.imag.fr/>

⁴ انظر صفحته المهنية : <https://team.inria.fr/lemon/antoine/>

فريق مواز Moise، المعهد القومي الفرنسي للبحث في العلوم العددية Inria، انظر الموقعين :

<https://www.inria.fr/equipes/moise> <https://www.inria.fr/centre/grenoble> .

توجد تحت سطح محيطاتنا شبكة عملاقة من التيارات البحرية، كأنها أبسطة متحركة بحرية، تعمل على نقل أضخم الكتل المائية على الإطلاق. هذه التيارات العملاقة، من بينها التيار الشهير، المسمى تيار الخليج الدافئ¹ الذي يلعب دورا جوهريا في حركية المحيطات؛ ومن الطبيعي أيضا أن يكون له دور مماثل في التوازن الديناميكي الحراري لكوكبنا. وبالرغم من كون الخرائط الخاصة بهذه التيارات بالغة التعقيد، فإن هناك عمليات فيزيائية بسيطة جدا تسمح بتوضيح خطوطها العريضة.

يرجع تحريك هذه التيارات إلى ظاهرة الحمل الحراري²، التي تحدث بسبب اختلاف كثافة الكتلة الحجمية بين طبقات المياه المختلفة. نوضح ذلك من خلال تجربة قابلة للتنفيذ من قبل الجميع، وذلك باستخدام قارورات بلاستيكية، ومصاصات، وعصائر غذائية (انظر التجربة في مقطع الفيديو بعنوان "القارورات وعلم المحيطات" ³Bouteilles et Océanographie).

يمكن نمذجة التجربة بالاستعانة بصيغ رياضية، وهي نمذجة توضحها عمليات المحاكاة التي يقوم بها الحاسوب. باستخدام معادلات نافير-ستوكس Navier-Stokes⁴ التي تصف سلوك الموائع، أعدنا عدديا تجربة القارورات. ولهذا "نعبّر عن" المعادلات الرياضية بخوارزمية يتم حلها عن طريق الحاسوب. النتيجة المحصل عليها يظهرها مقطع الفيديو بعنوان "محاكاة" Simulation⁵.

بطبيعة الحال، فإن الظواهر في محيطات العالم أكثر تعقيدا من تجربة القارورتين المقدمة أعلاه. نلاحظ أن مياه البحر في المحيطين المتجمد الشمالي والشمالي الأطلسي باردة وبالغة الملوحة. ويرجع ذلك إلى شدة الرياح التي تولّد برودة شديدة وارتفاعا في ملوحة المياه (بسبب تبخر جزيئات الماء)؛ كما يرجع أيضا تحوّل جزء من مياه البحر إلى جليد في المناطق القطبية، فتُلقى أملاح تلك المياه في المياه المحيطة بها. ولذلك فإن مياه البحر في هذه المنطقة كثيفة جدا مقارنة بمياه المناطق الاستوائية التي تكون أكثر سخونة وأقل ملوحة. هذا الوضع يشبه ما نشاهده في قارورتنا حيث يؤدي الأمر بمياه المحيطين -المتجمد الشمالي والشمالي الأطلسي- إلى الغوص باتجاه الأعماق البحرية، فيشكل بذلك مضخة حقيقية تحرك المياه على نطاق واسع.

¹ انظر الموقع : <http://la.climatologie.free.fr/ocean/ocean1.htm>

² انظر الموقع : http://esamultimedia.esa.int/HSO/Convection_Sec_FR.pdf

³ انظر الرابط : <https://youtu.be/Aj4j1rTrPNg>

⁴ انظر الموقع : <http://images.math.cnrs.fr/Autour-des-equations-de-Navier-Stokes>

⁵ رابط الفيديو : <https://youtu.be/fvxVjbwUAI0>

تَعْبُر هذه المياه العميقة المسافة من شمال المحيط الأطلسي إلى جنوبه متجهة نحو المحيطين الهندي والهادي حيث ترتفع درجة حرارتها وتطفو على السطح تدريجيا. ثم تعود المياه من الجنوب نحو شمال المحيط الأطلسي على شكل تيار سطحي (الذي تتأثر حركته بالرياح وبدوران الأرض، إلخ). يشكل هذا العبور الواسع النطاق بساطا متحركا على مستوى المعمورة. تسمى هذه الظاهرة الدورية الحرارية المُلْحِيَّة.

للاستزادة :

- مقال مكمل للمؤلفين في موقع Interstices :

<https://interstices.info/comprendre-la-circulation-oceanique/>

- مقطع فيديو بعنوان "Perpetual Ocean" مقدم من قبل وكالة ناسا الفضائية :

https://www.maxisciences.com/courant-marin/ocean-perpetuel-la-circulation-des-courants-oceaniques-devoilee-par-la-nasa_art23196.html

مصدر الصور ومقطعي الفيديو :

- الصورة : موقع Reflexions لتعميم العلوم في جامعة لييج (بلجيكا):

http://www.reflexions.uliege.be/cms/c_23593/les-courants-profonds-cherfs-d-orchestre-des-abysses

- فيديو "Bouteilles et Océanographie" لبيير-أوليفي غومان Pierre-Olivier Gaumin المقدم من قبل

المعهد القومي الفرنسي للبحث في العلوم العددية (Inria)

<https://www.youtube.com/watch?v=Aj4j1rTrPNg>

- إعادة تجربة القارورات على الحاسوب (محاكاة عددية) لسيباستيان مينجو Sebastian Minjeaud :

<https://www.youtube.com/watch?v=fvxVjbwUAI0>

<https://math.unice.fr/~minjeaud/>