

كيف يمكن لنظام التموضع العالمي GPS أن يساعد

في دراسة ذوبان الجليد¹

بقلم: جوليان جازو Julien Gazeaux²

ترجمة الطالبتين: أشواق بن حمادي

ريحانة جوجو



جهاز استقبال لنظام التموضع العالمي يُستعمل في البحث العلمي

منذ أزيد من عشر سنوات بقليل، نصّب العلماء في مختلف أنحاء سطح الأرض أجهزة بالغة الدقة لاستقبال نظام التموضع العالمي (GPS). وبذلك يراقب العلماء حركة سطح الأرض في نقاط مختلفة (انظر المقالة القصيرة من نفس السلسلة التي عنوانها "التحديد موقع، يجب أن يعرف نظام التموضع

¹ العنوان الأصلي للمقالة: COMMENT LE GPS PEUT AIDER À ÉTUDIER LA FONTE DES GLACES

موقعها الإلكتروني: <http://www.breves-de-maths.fr/comment-le-gps-peut-aider-a-etudier-la-fonte-des-glaces/>

² باحث في المركز القومي للبحث العلمي (CNRS)، صفحته المهنية:

<http://recherche.ign.fr/labos/lareg/page.php?menu=CV&prenom=Julien&nom=Gazeaux&fbclid=IwAR1ccLEXL0109sX6WCG6VBGChdQydgP8f1esgmHLa8lOyAeTL0ipCP6n5k4>

جامعة نيوكاسل (University of Newcastle)، انظر الموقع: <https://www.ncl.ac.uk/>

حررت المقالة بالاعتماد على أعمال فريق الجيوماتكس في جامعة نيوكاسل، انظر الموقع:

https://www.ncl.ac.uk/engineering/research/civil/geomatics/?fbclid=IwAR0LhQGS414CKzPIabuZ1GudYF4p8RDYxW8_ynEl4sRFs-VDoWZjFMogZpI

العالمي الوقت بالتحديد!⁽³⁾. هناك تطبيق معروف لهذا النظام يتمثل في دراسة الصفائح التكتونية. ولكن بياناته تسمح أيضا بتحليل أحداث مختلفة مثل الهزات الأرضية أو ثوران البراكين. فضلا عن ذلك تُستخدم تلك البيانات يوميا في علوم الأرض لتقدير شكل الأرض المتغير.

والاستعمال الذي يغفل عنه الناس عموما هو ذلك الذي يستغل البيانات التي يوقرها نظام التموضع العالمي GPS لتقدير سرعة ذوبان الجليد في القارة القطبية الجنوبية.

دعنا نقدّم تشبيها بسيطا يتطلب بعض الخيال يسمح بفهم ما يجري : هب أننا نسكب على وسادة مسحوق السكر. سنتشكل فجوة في الوسادة، عند مركز كومة السكر المسكوب. وبطريقة تكاد تكون غير مرئية، ستزداد حافة الفجوة ارتفاعا بمقدار ضئيل. نقوم الآن بإزالة السكر شيئا فشيئا : ستستعيد الوسادة شكلها الأصلي تدريجيا.

في هذا التشبيه، تمثل الوسادة سطح الأرض. أجل! فعلى نطاق واسع، يمكن أن يتشوه شكل سطح الأرض تحت تأثير ما يوضع فوقه. أما السكر فيمثل طبقة الجليد التي تغطي القارة (على شكل ثلج متساقط أو ماءٍ عندما يتعلق الأمر بسحبه). وبوضع أجهزة استقبال نظام التموضع العالمي حول طبقات الجليد في القارة، يلاحظ العلماء تغيرات سنوية في مستوى ارتفاعات أجهزة نظام التموضع العالمي الناجمة تارة عن الثلج المتساقط، وتارة أخرى عن الجليد الذي يذوب متدفقا نحو المحيط. وانطلاقا من تلك التغيرات فإنه بإمكان العلماء تقدير سرعة ذوبان جليد القارة القطبية الجنوبية، وبالتالي تقدير كمية الماء التي تصب في المحيط، والزيادة في ارتفاع مستوى المحيطات.

نشير إلى أن تلك التغيرات تحدث على مقاييس زمنية جدّ طويلة، خلال الفترات الجليدية. وقد اكتمل العصر الجليدي الأخير قبل عشرة آلاف سنة، ودام حوالي مئة ألف سنة. ولا تزال الأرض حتى الآن تحافظ على أثر الغطاء الجليدي الهائل الذي كَسَا السطح آنذاك.



ذوبان الجليد يغيّر قليلا من ارتفاع الأرض بالقرب من الأنهار الجليدية

³ المقالة مترجمة إلى العربية بعنوان : لتحديد موقع، يجب أن يعرف نظام التموضع العالمي الوقت بالتحديد!، وعنوانها الأصلي: POUR DONNER UNE POSITION, MON GPS DOIT SAVOIR L'HEURE QU'IL EST !

وهي ضمن مذكرة أخرى لهذه السنة بعنوان: 20 مقالة حول الفضاء، مترجمة من موقع "رياضيات كوكب الأرض"

توضح الصورة المتحركة⁴ دورة جليدية. لقد شهد العصر الجليدي تشكُّل طبقة جليدية ضخمة تحفر سطح الأرض في بعض الأماكن وتميل إلى رفع حافة الموقع (لاحظ بالتحديد الأسهم السوداء فوق سطح الأرض). وأثناء الذوبان، يسترجع السطح شكله تدريجياً، ويتم إمداد المحيط بالجليد الذائب. لكن، حتى بعد الذوبان الكلي للجليد، لا تسترجع الأرض شكلها الأصلي بسرعة، بل تستمر في الانبساط شيئاً فشيئاً. وستواصل العملية حتى يستوي السطح أو حتى ندخل في العصر الجليدي الموالي الذي يعيد الكرة من جديد.

أثناء هذا النوع من الدراسات، تتدخل الرياضيات في مراحل عديدة. فدراسة سرعة واتجاه حركة القارات تتطلب أدوات التحليل والحساب التفاضلي. ومن جهة أخرى، تسمح أدوات الاحتمالات بتقييم أخطاء التقدير. أما الدورات الجليدية فيمكن دراستها انطلاقاً من دورات ميلانكوفيتش⁵ Milankovitch التي تتيح الربط بين مناخ الأرض ومختلف تغيّرات موضع الأرض بالنسبة للشمس (الانحراف المداري، الميل المحوري، المدارية) وهذا يقتضي، بوجه خاصة، معرفة جيدة لعلم المتلثات.

للاستزادة:

• على صفحة ويب كريستوف فيني Christophe Vigny، موضوع "تكتونية الصفائح، ارتداد بعد

العصر الجليدي" La tectonique des plaques, rebond post-glaciaire

<http://www.geologie.ens.fr/~vigny/>

<http://www.geologie.ens.fr/~vigny/tecto-f.html>

<http://www.geologie.ens.fr/~vigny/math-rebond.html>

• فيديو على صفحة المركز القومي للدراسات الفضائية (CNES) حول شكل الأرض.

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7547-mission-goce-la-terre-devoile-ses-formes.php>

• خمس مقالات من نفس السلسلة:

1. لتحديد موقع، يجب أن يعرف نظام التموضع العالمي الوقت بالتحديد!

POUR DONNER UNE POSITION, MON GPS DOIT SAVOIR L'HEURE QU'IL EST!

<http://www.breves-de-maths.fr/mon-gps-doit-savoir-heure/>

"المقالة موجودة ضمن مذكرة أخرى لهذه السنة بعنوان: 20 مقالة حول الفضاء، مترجمة من موقع

"رياضيات كوكب الأرض"

2. لماذا نصحح السلاسل المناخية؟

POURQUOI CORRIGER LES SÉRIES CLIMATIQUES ?

<http://www.breves-de-maths.fr/pourquoi-corriger-les-series-climatiques/>

"المقالة موجودة ضمن هذه المذكرة"

⁴ صورة متحركة بعنوان: إن ذوبان الجليد يغيّر قليلاً من ارتفاع الأرض بالقرب من الأنهار الجليدية. انظر الرابط:

<https://bit.ly/2yDIPra>

⁵ انظر الموقع: <https://www.les-crises.fr/climat-14-milankovitch/>

3. الحظ والعصور الجليدية.

HASARD ET GLACIATIONS

<http://www.breves-de-maths.fr/hasard-et-glaciations/>

"المقالة موجودة ضمن هذه المذكرة"

4. احتباس حراري أو نهاية عصر جليدي

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE OU FIN D'UNE PÉRIODE GLACIAIRE?

<http://www.breves-de-maths.fr/echauffement-climatique-ou-fin-dune-periode-glaciaire/>

"المقالة موجودة ضمن هذه المذكرة"

5. دورات ميلانكوفيتش Milankovitch

LES CYCLES DE MILANKOVITCH

<http://www.breves-de-maths.fr/les-cycles-de-milankovitch/>

"المقالة موجودة ضمن هذه المذكرة"

مصدر الصور:

• الصورة المتحركة: ج. جازو J. Gazeaux

- UNAVCO
<http://pbo.unavco.org/>