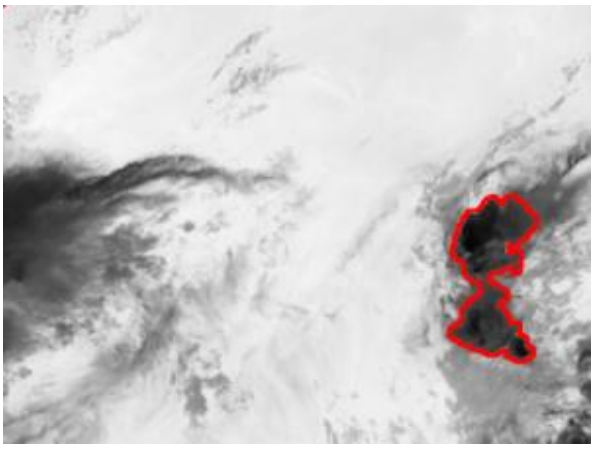
# أين يذهب السحاب؟[1]

بقلم: **إتيان ميمين**[2] Etienne Mémin

ترجمة: **بعزيز سيهام**

**شعبان هجيرة**

لمتابعة **مسار سحابة عن طريق التصوير المتعاقب**، قد تبدو معرفة محيط حيّزها كافية. أليس كذلك؟ نعم، لكن الأمر ليس بهذه البساطة!



صورة التقطها القمر الصناعي "ميتيوسات الجيل الثاني" (MSG) عبر قناة الأشعة تحت الحمراء. نظام سحاب حامل (convective).

تكمن الصعوبة الأولى في طبيعة الصورة نفسها، وهي كائن ثنائي الأبعاد، أو بعبارة أخرى فالصورة شكل مستوٍ. لكن السحابة، في واقع الأمر، ذات **حجم ثلاثي الأبعاد**. وعليه لا تظهر لنا الصورة سوى مشهد جزئي (ثنائي الأبعاد) لحركة السحابة. على سبيل المثال، سنرى أن السحابة تتحرك أفقيا، ولا

---

[1] العنوان الأصلي للمقالة: OÙ VONT LES NUAGES ?

موقعها: http://www.breves-de-maths.fr/ou-vont-les-nuages/

[2] انظر صفحته: http://www.irisa.fr/prive/memin/

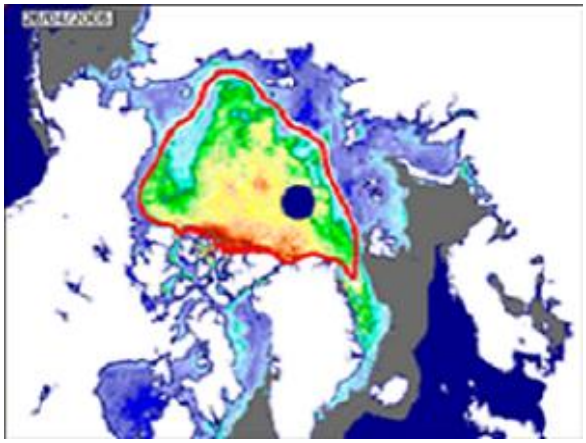
مدير البحوث في المعهد القومي الفرنسي للأبحاث في الإعلام الآلي INRIA، موقعه: https://www.inria.fr؛

وهو مسؤول فريق "فلومينوس" FLUMINANCE، موقعه:

http://www.irisa.fr/fluminance/indexFluminance.html

فريق "فلومينوس" ينتسب لمركز "رين–بريتاني أتلنتيك" Rennes – Bretagne Atlantique التابع للمعهد القومي الفرنسي للأبحاث في الإعلام الآلي، موقعه: https://www.inria.fr/centre/rennes

نستطيع مشاهدة حركاتها العمودية (رغم وجود الحركة في هذا الاتجاه). وهكذا ندرك أن الصور التي تنتجها الأقمار الصناعية تفتقر الى النتوءات والتضاريس، ومع ذلك فهي بالغة الدقة: إنها تحتوي على الكثير من التفاصيل الدقيقة التي لا تستطيع أفضل نماذج الأحوال الجوية تزويدنا بها! ومن ثمّ نلاحظ أننا أمام صورة غير متناسقة مع النموذج الجوي.



صورة التقطها قمر صناعي، تبيّن كثافة الجليد في القطب الشمالي.

ولذلك، فحتى نستفيد من هذه الصور، علينا إنشاء **نماذج جديدة أكثر انسجاما**. تلك هي الصعوبة الثانية للمسألة. يتم إنشاء هذه النماذج الجديدة للحركة بإضافة حدود عشوائية إنطلاقا من رسومات بيانية[3] لشدة الضوء الساقط على الصور. إن اختيار ما يسمى بالحدود العشوائية لا يتم بمحض الصدفة! بل تمثل هذه الحدود الخطأ بين النموذج والصور.

تستخدم هذه التقنية طريقة مونتي–كارلو[4] Monte-Carlo، وقد جُربت للقيام بمتابعة آنية لظاهرتين مختلفتين: أنظمة سحب انطلاقا من صور الأقمار الصناعية عبر قناة الأشعة تحت الحمراء، وكذا تطور كثافة الجليد في القطب الشمالي.

نلاحظ أنه في الحالة كثافة الجليد، فإن البيانات لا تتوفر خلال الصيف بسبب وجود طبقة من المياه المترسبة على الجليد، مما يحول دون إمكانية استخدام 25% من البيانات. يمكن مشاهدة شريطين متحركين[5] يوضحان نتائج هذا النموذج. تستخدم هذه النماذج التجريبية لفهم مجريات الماضي وللحصول

[3] انظر: https://fr.wikipedia.org/wiki/Histogramme_( imagerie_numérique)

[4] انظر: https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Monte-Carlo

[5] الشريط الأول حول كثافة الجليد في القطب الشمالي. طول الشريط 1,29 دقيقة. رابطه:
https://www.youtube.com/watch?time_continue=20&v=t8HVEd0qrvU
الشريط الثاني حول: الحمل الحراري لأنظمة السحب. طول الشريط 0,20 دقيقة. رابطه:

على تنبؤات قصيرة المدى. نلاحظ أن هذه التنبؤات ضرورية لتطبيقات المراقبة والملاحة الجوية. أما تحليل البيانات السابقة الذكر فيسمح للجيوفيزيائيين باستخلاص معلومات مهمة لنشاطهم.

وهكذا فإن رصد المزيد من بيانات الأقمار الصناعية الدقيقة يفتح **مجالا واسعا للأبحاث في حقل الرياضيات التطبيقية**. يعتمد هذا المجال على مفارقة: نحن نرى أكثر فأكثر ظواهر يصعب علينا فهْم كل تعقيداتها. وفي نفس الوقت نعتقد (خطأً) في أغلب الأحيان أن ما نشاهده يمكن دوما تفسيره على الفور عن طريق الآلة والنماذج العددية. وهذا ما يقودنا غالبا إلى الاعتقاد (خطأً مرة أخرى) بأن الإجابات على أسئلتنا لا تكمن سوى في تحسين المشاهدة بالعين لهذه الظواهر. هذا ليس صحيحا! دعنا نقول إن الأمور ليست بهذه البساطة! لا تزال هناك أشياء لا بد من فهم تفاصيلها.

**للاستزادة:**

- مقالة قصيرة من نفس السلسلة:

  Ecoulements des fleuves et rivières : un déluge d'images
  http://www.breves-de-maths.fr/ecoulements-des-fleuves-et-rivieres-un-deluge-images/

- C. Avenel, E. Mémin, P. Pérez. Stochastic level set dynamics to track closed curves through image data, Journal of Mathematical Imaging and Vision, 2013. https://hal.inria.fr/hal-00854420

**مصدر الصور**: CERSAT IFREMER /Météo France.

https://www.youtube.com/watch?v=NHdrA18xQso