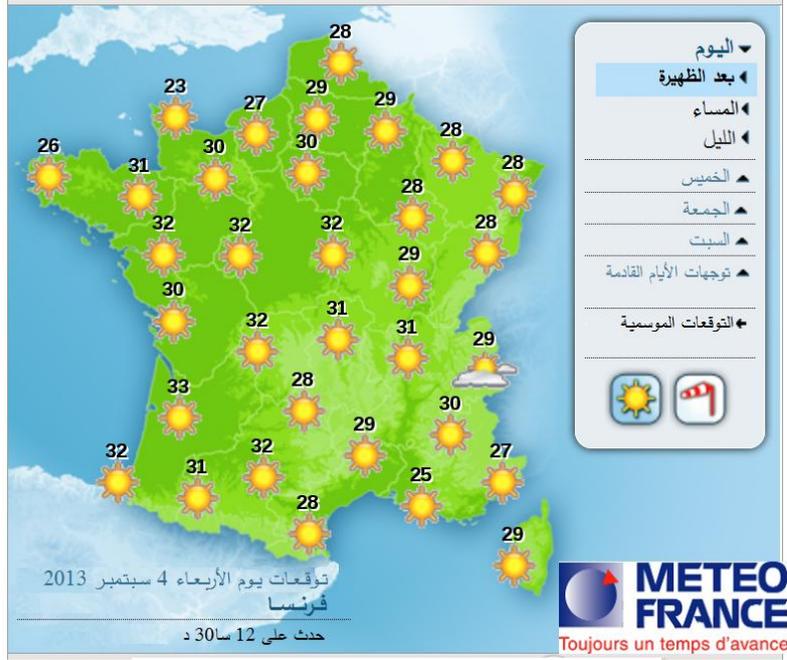


## توقع أفضل للطقس<sup>1</sup>

بقلم: مايكل زامو Michael Zamo<sup>2</sup>

ترجمة الطالبتين: أشواق بن حمادي

ريحانة جوجو



لا يمكننا الاستغناء عن توقعات أحوال الطقس

تشكّل التوقعات الجوية جزءاً من مشاغلنا اليومية، بل صارت عنصراً أساسياً في أسلوب حياتنا. يتم استخلاص هذه التوقعات انطلاقاً من عمليات محاكاة عددية لسلوك الغلاف الجوي. غير أن نتائج تلك النماذج العددية<sup>3</sup> تشوبها آثار أخطاء ذات مصادر متعددة: الافتقار إلى معرفة بعض الظواهر الفيزيائية، شكوك حول حالة الغلاف الجوي، التقريبات التي تعتمد عليها الخوارزميات المستعملة، إلخ.

<sup>1</sup> العنوان الأصلي للمقالة: MIEUX PRÉVOIR LE TEMPS

موقعها الإلكتروني: <http://www.breves-de-maths.fr/mieux-prevoir-le-temps/>

<sup>2</sup> مهندس في الإحصاء التطبيقي بمؤسسة أرساد الطقس الفرنسية Météo-France، انظر الموقع:

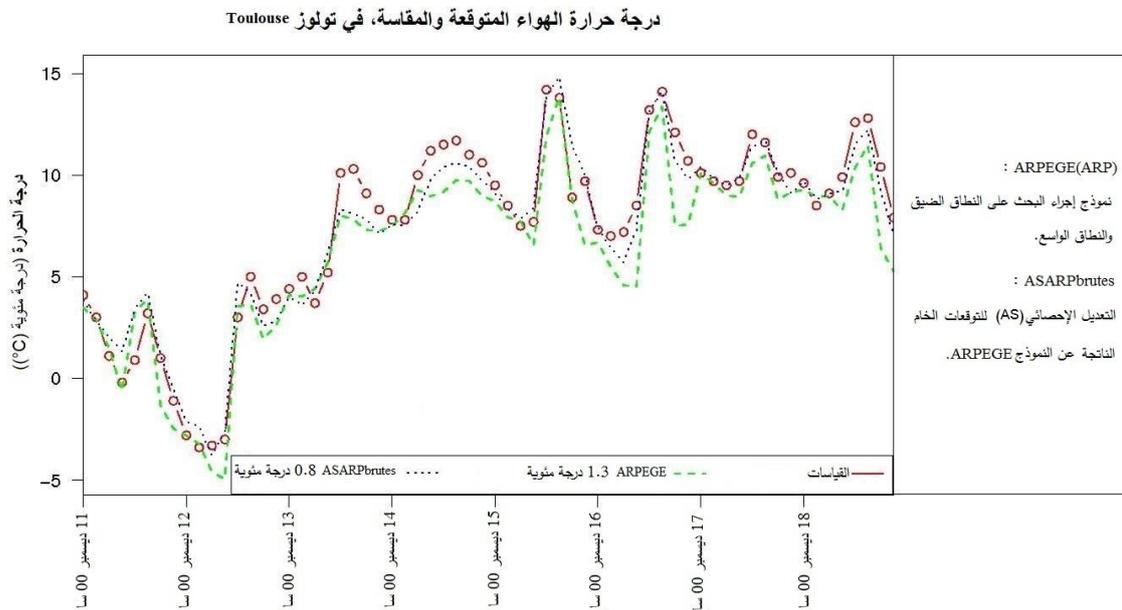
<http://www.enm-toulouse.fr/>

حررت المقالة اعتماداً على أعمال إدارة الإنتاج لمؤسسة أرساد الطقس الفرنسية Météo-France

<sup>3</sup> انظر الموقع: <http://www.cnrn.meteo.fr/spip.php?rubrique68&lang=fr>

ثمة تعقيد كبير في المعلومات التي تقدمها تلك المحاكاة العددية : هناك عادة نحو 10 ملايين قيمة متوقعة لدرجة الحرارة، والضغط الجوي، والرياح، وغيرها من المعلومات في مختلف أنحاء كوكبنا قبل تحديد التنبؤ. هذا التعقيد يجعل من الصعب أحيانا تحديد المصدر الدقيق للأخطاء المرتكبة. وتتمثل إحدى الطرق الشائعة لتحسين التوقعات الجوية في إيجاد صلة إحصائية بين حالة الطقس المتوقعة وتلك التي تم رصدها فعلياً.

توصف حالة الطقس، عموماً، بعدة مقادير (درجة حرارة الهواء، سرعة الرياح، الموسم خلال السنة، إلخ). وستسعى بعض الطرق الإحصائية إلى ربط تلك المقادير بالطقس الحقيقي المرصود في الماضي، وذلك بتبني طريقة منهجية. فعلى سبيل المثال، من المعروف أنه خلال فترات الرياح الحارة والجافة في جنوب فرنسا (المسماة "رياح أوتان" autan)، تميل درجة الحرارة المتوقعة بواسطة بعض النماذج إلى الانخفاض عن درجة الحرارة المقاسة في الميدان. يجب أيضاً معرفة ما مقدار هذا الانخفاض! تسمح تلك الطرق الإحصائية المشار إليها أعلاه بقياس هذا المقدار. ومن بين هذه الطرق العديدة، هناك المسماة بطرق التنقيب في البيانات (data mining). وتحمل الطرق الأكثر حداثة أسماءً موحية -مثل الشبكات العصبونية<sup>4</sup> - أو شجرية -مثل الغابات العشوائية<sup>5</sup> (random forest) - أو حتى أسماء ذات دلالة غامضة -مثل الآلات ذات الأشعة الداعمة<sup>6</sup> (support vector machine).



التعديل الإحصائي لمنحنى درجة الحرارة في تولوز Toulouse بين 11 ديسمبر و 18 ديسمبر 2012

<sup>4</sup> انظر الموقع: [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network)

<sup>5</sup> انظر الموقع: [https://en.wikipedia.org/wiki/Random\\_forest](https://en.wikipedia.org/wiki/Random_forest)

<sup>6</sup> انظر الموقع: [https://en.wikipedia.org/wiki/Support-vector\\_machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Support-vector_machine)

على سبيل المثال، يظهر الرسم أعلاه درجة الحرارة المقاسة كل ثلاث ساعات في تولوز Toulouse، وذلك بين 11 ديسمبر و18 ديسمبر 2012 (منحنى ونقاط حمراء). وقد تمّ تمثيل التوقع الناتج من النموذج العددي "أربيج" ARPEGE (أي "إجراء البحث على النطاق الضيق والنطاق الواسع") لمؤسسة أرساد الطقس الفرنسية Météo-France بخطوط متقطعة خضراء. يحاكي ذلك المنحنى تطوّر درجة الحرارة المقاسة جيّدًا، ويمكن من الناحية الحسابية التوصل إلى أن درجة الحرارة المتوقعة تتعد عن درجة الحرارة المقاسة بمعدل 1.3 درجة مئوية.

وبتطبيق عملية إحصائية أساسية، تُدعى الانحدار الخطي المتعدد<sup>7</sup>، والتي تستعمل بوجه خاص درجة الحرارة المتوقعة عن طريق "أربيج"، نحصل على توقع آخر (الخط المنقط بالأزرق) أقرب للقيمة المقاسة ميدانيًا: الخطأ المرتكب لا يفوق 0.8 درجة مئوية في المتوسط. ولكن الممارسة العملية تبين أنه قد يحدث أن يكون هذا التوقع الجديد، الذي يسمى **التعديل الإحصائي**، أقل جودة من توقع النموذج العددي. تلك هي الحالة هنا التي وقعت يوم 11 ديسمبر: يكون المنحنى الأخضر أقرب إلى المنحنى الأحمر منه إلى المنحنى الأزرق. ومع ذلك، وعلى المدى الطويل، يمكن الجزم بأنّ الطريقة الإحصائية تحسن التوقع الأولي بدرجة كبيرة. وبما يتم تقديمه للجمهور هو السلسلة المصححة.

على سبيل المثال، فقد تمّ تحسين كلّ من توقعات درجات الحرارة أو الرياح أو تركيز الأوزون من الناحية الإحصائية، ويتم استخدام هذه المعلومات يوميًا. ذلك أنها تسمح مثلًا بتقديم **أفضل التوقعات** في مجال استهلاك الطاقة الكهربائية، أو توليد الكهرباء من طاقة الرياح. كما تسمح بالاعتماد على معلومات أكثر مصداقية عندما يتعلق الأمر باتخاذ قرارات حول الصحة العامة في موضوع الخطر الصحي المرتبط بتلوّث طبقة الأوزون أو الفترات شديدة الحرارة.

## للاستزادة

- "Vents et nuages ", Dossier Pour la science, numéro 78, janvier-mars 2013.
- صفحة ويب عن التقيب في البيانات لفيليب بيسي Philippe Besse، من المعهد الوطني للعلوم التطبيقية (INSA).

<http://www.math.univ-toulouse.fr/~besse/enseignement.html>

- S. Tufféry (2012), "Data Mining et Statistique décisionnelle : l'intelligence des données", Éditions Technip.
- P. Besse, H. Milhem, O. Mestre, A. Dufour, V. H. Peuch (2007), " Comparaison de techniques de 'Data Mining ' , pour l'adaptation statistique des prévisions d'ozone du modèle de chimie-transport MOCAGE", Pollution atmosphérique A, vol. 49, n° 195, pp. 285-292.
- "Correction des prévisions de l'ozone par adaptation statistique", plate-forme de modélisation régionale Iris, AIR pays de la Loire, (2008).

<sup>7</sup> انظر الموقع: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Régression\\_linéaire\\_multiple](http://fr.wikipedia.org/wiki/Régression_linéaire_multiple)

<http://www.airpl.org/content/download/4055/34505/version/15/file/Rapport%2520IRIS%25202008.pdf> (غير متاح)

مقالة من نفس السلسلة:

لماذا نصح السلاسل المناخية؟

Pourquoi corriger les séries climatiques?

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

"المقالة موجودة ضمن هذه المذكرة"

مصدر الصور: Météo-France

<http://france.meteofrance.com/>