



مدينة الملك عبدالعزيز  
للعلوم والتقنية KACST

سلسلة مقالات رياضيات كوكب الأرض

# نماذج عشوائية لمحاكاة الزمن

تأليف: دنيس آلارد Denis Allard ومارك بوروت Marc Bourotte

ترجمة: د. زينة خزنة

مراجعة: د. أبوبكر سعدالله

تنسيق: خالد العتيبي

## مقال قصير حرره

دنيس آلارد Denis Allard ومارك بوروت Marc Bourotte (من المعهد القومي للأبحاث الزراعية INRA في فرنسا) اعتماداً على أعمالهما وأعمال كل من: بيير إيليوث Pierre Ailliot (من جامعة بريتانى الغربية Univ. Bretagne Occidentale في فرنسا)، وسيدريك فليشي Cédric Flécher (من فريق MetNext)، وفاليري مونبتي Valérie Monbet (من جامعة رين الأولى Univ. Rennes 1، فرنسا)، وفيليب نافو Philippe Naveau (من مخبر علوم المناخ والبيئة CNRS/LSCE، فرنسا).

## للاستزادة

- صفحة ورشة العمل الدولية حول المولدات العشوائية لبيانات الطقس:  
<http://pagesperso.univ-brest.fr/~ailliot/Programme.html>
- المقالة القصيرة ذات صلة "محاكاة الأمطار القصوى في منطقة السيفين Cévennes" في فرنسا، لصاحبها جولي كارو Julie Carreau:  
<http://www.breves-de-maths.fr/simulation-de-pluies-extremes-dans-les-vennes>

حُرر محتوى هذا المقال وفق الترخيص رقم CC BY-NC-ND 3.0 FR. المُصرَّح من قبل مؤسسة كرايبتف كومونز Creative Commons. حقوق النشر محفوظة.

نُشر أصل المقال في عام: ٢٠١٣ - نُشرت ترجمة المقال في عام: ٢٠١٥

الحياة والمجتمع

الفضاء والطاقة

٠٣

الغلاف الجوي والطقس

الهندسة والاقتصاد

## مستقبل المولدات العشوائية

تتقدم الأبحاث الحالية في مجال المولدات العشوائية على صعيدين: فمن جهة، نبحث عن كيفية تطبيق المحاكاة العشوائية على مستوى مناطق أوسع. وذلك من خلال الربط المكاني لنتائج المحاكاة المولدة عن عدة محطات أرصاد جوية، ومن خلال الاستقراء بمساعدة الأدوات الجيو إحصائية<sup>(١)</sup> للمناطق التي لا توجد فيها محطات قياس. ومن جهة أخرى، فإن المولدات الحالية سيئة الأداء في محاكاة الأحداث القصوى كموجات الحرارة أو البرد، أو الرياح الاستثنائية، أو فترات الجفاف الطويلة. من الممكن تحسين أداء المولدات في مثل هذه الحالات بالاعتماد على نظرية الاحتمالات للقيم القصوى<sup>(٢)</sup>. وهكذا، نحصل على أدوات تسمح بإعادة توليد عدد أكبر من الحالات المختلفة. وهي أفضل من غيرها في موضوع تقييم تداعيات سيناريوهات مناخية مستقبلية متعددة الأشكال.

(١) انظر [https://en.wikipedia.org/wiki/Drainage\\_basin](https://en.wikipedia.org/wiki/Drainage_basin)

(٢) انظر <http://www.breves-de-maths.fr/simulation-de-pluies-extremes-dans-les-cevennes>

(٣) انظر <https://en.wikipedia.org/wiki/Geostatistics>

(٤) انظر [https://en.wikipedia.org/wiki/Extreme\\_value\\_theory](https://en.wikipedia.org/wiki/Extreme_value_theory)



يعتمد المحصول الزراعي على المناخ بشكل كبير

## متطلبات دراسة التقلبات المناخية

تعتبر التقلبات المناخية الطبيعية، أو تلك الناتجة عن تغير المناخ الذي يتسبب فيه انبعاث الغازات المولدة للاحتباس الحراري، عاملاً حاسماً مؤثراً في عدد كبير من نشاطات الإنسان، وكذا في عديد الأنظمة التي يدرسها علم البيئة. وبالتالي فإنه من الضروري، عند دراسة التأثيرات ذات الصلة بالمناخ، امتلاك سلسلة كافية من بيانات الطقس لمجموعة من المتغيرات المناخية (درجات الحرارة، معدلات تساقط الأمطار، سرعة الرياح... إلخ). في أغلب الأحيان، تُغطي البيانات المناخية المُقاسة من قبل محطات الأرصاد الجوية بضع عشرات السنين، وهي فترات قصيرة نسبياً لا تكفي لتقييم استجابة النظام المدروس لتقلبات المناخ بشكل دقيق... لاسيما في حالة الظروف المناخية القصوى التي تحتاج إلى مدة أطول لإدراك نتائجها.

## المولدات العشوائية ونمذجة تغيرات المناخ

المولدات العشوائية لمعطيات الطقس نماذج رياضية تستخدم نظرية الاحتمالات. تسمح ترجمتها إلى برنامج معلوماتي بتوليد سلاسل اصطناعية من المعطيات غير محددة الطول، وهو ما يُعرف بالمحاكاة العشوائية. يمكن أن يتم توليد هذه السلاسل كل ساعة أو كل يوم. تتم معايرة ومجانسة النموذج الرياضي بتقدير العوامل المؤثرة انطلاقاً من سلاسل بيانات مقاسة، وذلك لتوليد معطيات إحصائية مشابهة لها. وبصفة خاصة، ينبغي أن يكون توليد كل من القيم المتوسطة، ومستويات التباين، والارتباطات بين المتغيرات، والديمومة من يوم لآخر، توليداً جيداً. تم اعتماد المولدات العشوائية بوصفها أداة رخيصة الثمن يمكن من خلالها توليد متغيرات إدخال تُستخدم في نماذج تقدير التأثيرات. في علم المياه مثلاً، تُستعمل تلك المولدات لنمذجة معدلات تساقط الأمطار لمحاكاة تأثيرات الأمطار شديدة الغزارة على أحواض تجمع المياه<sup>(١)</sup> (راجع المقالة القصيرة "محاكاة الأمطار القصوى في منطقة السيفين Cévennes"<sup>(٢)</sup>) في فرنسا). كما يسمح استخدامهما في إدارة البيئة أو توليد الطاقة المتجددة بنمذجة عدة متغيرات خاصة بالطقس في آن واحد، شريطة أن تكون المعطيات مرتبطة بمحطة أرصاد جوية واحدة. كما تستعمل النماذج الزراعية سلاسل البيانات المناخية التي تنتجها هذه المولدات العشوائية وذلك بهدف دراسة تأثير سيناريوهات مختلفة للتغيرات المناخية على المحصول الزراعي.

المولدات العشوائية لمعطيات الطقس نماذج رياضية تستخدم نظرية الاحتمالات. تسمح ترجمتها إلى برنامج معلوماتي بتوليد سلاسل اصطناعية من المعطيات غير محددة الطول، وهو ما يُعرف بالمحاكاة العشوائية. يمكن أن يتم توليد هذه السلاسل كل ساعة أو كل يوم. تتم معايرة ومجانسة النموذج الرياضي بتقدير العوامل المؤثرة انطلاقاً من سلاسل بيانات مقاسة، وذلك لتوليد معطيات إحصائية مشابهة لها. وبصفة خاصة، ينبغي أن يكون توليد كل من القيم المتوسطة، ومستويات التباين، والارتباطات بين المتغيرات، والديمومة من يوم لآخر، توليداً جيداً. تم اعتماد المولدات العشوائية بوصفها أداة رخيصة الثمن يمكن من خلالها توليد متغيرات