

إلى أي مدى يمكن (عدم) التيقن من توقعات الفيوض¹؟

بقلم: صوفي ريتشي Sophie Ricci²

ترجمة الطالبتين : إيمان بلقاضي

جهاد بهيج

التنبؤ بالفيوض يكمن في توقع المستوى الذي سيبلغه الماء في النهر، وذلك من خلال تقدير كمية الأمطار التي تتجمع في حوضه. هناك عدة عوامل تؤثر على كمية الماء المجمعة، منها : طبيعة التربة (مدى نفاذيتها، نسبة رطوبتها)؛ ومستوى الماء الحالي في النهر، وميل مجراه (طبيعته وشكله). يمكن أن تدرج كل هذه العوامل في نماذج رياضية تسمح بالتنبؤ بالفيوضات.

تنتج المصلحة المركزية لخدمة أرصاد الطقس المائي ودعم التنبؤ بالفيوضات (SCHAPI) في فرنسا، وكذا المصالح المختصة في التنبؤ بالفيوض البالغ عددها 21 مصلحة، خريطةً تأهب مرتين في اليوم متاحةً على الإنترنت³. تغطي هذه الخريطة أكثر من 20000 كم من مجاري المياه، وهي توفر تنبؤات حول التطورات التي ستحدث خلال الساعات القليلة المقبلة بخصوص مخاطر الفيوض. ولذلك تستعمل هذه المصالح نماذج رقمية :

- نموذج جوي يسمح بتوقع هطول الأمطار بدلالة الزمن (نرمز له $P(t)$ في الشكل المرفق)؛

¹ العنوان الأصلي للمقالة : PRÉVOIR LES CRUES, AVEC QUELLE (IN)CERTITUDE ?

موقعها الإلكتروني :

<http://www.breves-de-maths.fr/prevoir-les-crues-avec-quelle-incertitude>

² انظر الموقع : <https://cerfacs.fr>

بالاعتماد على أعمالها بالتعاون مع برونو جانيت Bruno Janet، وإيتيان لو باب Etienne Le Pape، ونيكول قوتال Nicole Goutal.

حررت المقالة بالاعتماد على الأعمال المنجزة في:

• المركز الأوروبي للبحث والتكوين المتقدم في الحساب العلمي (CERFACS)، انظر الموقع:

<https://cerfacs.fr>

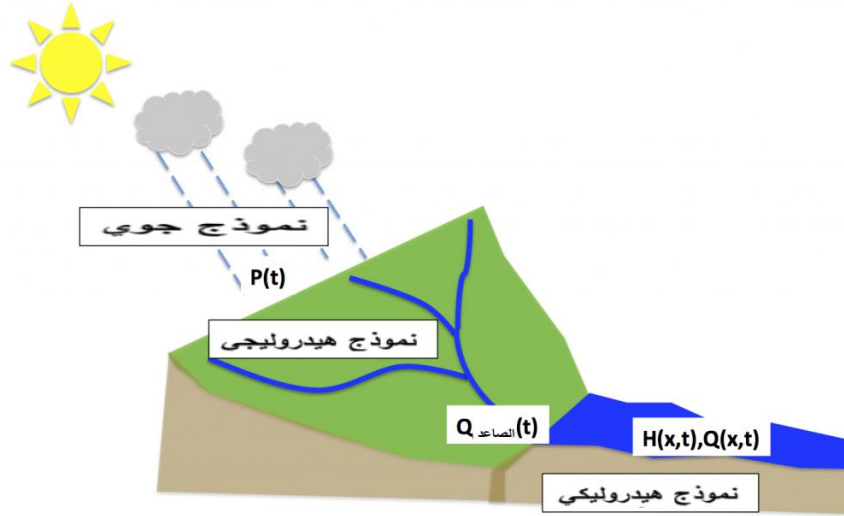
• المصلحة المركزية لخدمة أرصاد الطقس المائي ودعم التنبؤ بالفيوضات - فرنسا SCHAPI، انظر الموقع:

<http://www.reseau.eaufrance.fr/acteur/schapi>

• المخبر القومي للهيدروليك والبيئة الفرنسي LNHE.

³ انظر الموقع : <https://www.vigicrues.gouv.fr>

- نموذج هيدرولوجي يحسب معدل التدفق (نرمز له $Q(t)$ في الشكل المرفق) نحو الداخل انطلاقا من الجريان السطحي ونزوح مياه الأمطار؛
- نموذج هيدرولوجي يصف حركية تدفق المياه في النهر، وعلى وجه الخصوص ارتفاع المياه بدلالة الزمن (نرمز له $H(t)$ في الشكل المرفق).



نستعمل نماذج رياضية من أجل التنبؤ بمخاطر الفيضانات

إن نقص الإلمام بالبيانات وتبسيط المعادلات الفيزيائية يحدّ من أداء النماذج الرقمية. في حالة النموذج الهيدرولوجي، فإن الأسباب الرئيسية للارتياب مردها الوصف التقريبي للاحتكاك في أعماق النهر، بالإضافة إلى شكل مجراه. هذه الارتياحات يمكن أن تجعل النموذج يخطئ فينتوق زيادة حادة في التدفق وفيضا على ضفاف النهر، أو على عكس ذلك، إلى التقليل من إمكانية حدوث فيوض عاتية. يمكن تحسين التنبؤ لبضع ساعات تحسينا معتبرا إذا تم تقليص الارتياح في النموذج من خلال جعله يقارب بشكل منتظم آخر التدفقات أو/والارتفاعات المُقاسة. نتكلم في هذه الحالة عن استيعاب البيانات¹. وهي تقنية رياضية تعمل على تقليص الفارق بين التنبؤات -التقريبية- للنموذج والملاحظات الميدانية -غير المكتملة- للتدفق في النهر. تستخدم هذه الطريقة تقنيات التصغير² والحساب المصفوفي³.

¹ انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/Data_assimilation

² انظر الموقع : https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_optimization

³ انظر الموقع : [https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_\(mathematics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Matrix_(mathematics))

إذا كنا نرغب في التنبؤ بالفيوض بارتفاعات محدود ومكتم، فمن الضروري اتباع المسار الذي رسمته الأرصاد الجوية للتنبؤ بأحوال الطقس. إن التحديات التي تواجه المجتمع الهيدرولوجي والهيدروليكي هي: تحسين النماذج الرقمية، وتطوير تقنيات الأرصاد الميداني وفي الفضاء، وتنفيذ خوارزميات استيعاب البيانات لدمج هذه المعلومات المختلفة. يتم كل هذا عن طريق الحد من مدة الحسابات، فذلك ما يمكننا من مراعاة القيود العملية، ومن ثم الوصول إلى تنبؤات دقيقة تُقدم في الوقت الأنسب.



- **أحمر:** خطر فيض كبير. تهديد مباشر وشامل لأمن الأشخاص والممتلكات.
- **برتقالي:** خطر فيض بإمكانه توليد ارتفاعات معتبرة تهدد بشكل كبير الحياة الجماعية وأمن الممتلكات والأشخاص.
- **أصفر:** خطر فيض أو ارتفاع سريع للمياه لا يحدث خسائر معتبرة، لكنه يتطلب يقظة خاصة في حالة نشاطات موسمية و/أو مكشوفة.
- **أخضر:** لا يتطلب يقظة خاصة.

نشرية المصلحة المركزية لخدمة أرصاد الطقس المائي ودعم التنبؤ بالفيضانات (SCHAPI) في فرنسا

للاستزادة:

- مقال في مجلة لوفيجارو Le Figaro بعنوان :

Les crues de mieux en mieux surveillées

<http://www.lefigaro.fr/environnement/2011/01/31/01029-20110131ARTFIG00727-les-crues-de-mieux-en-mieux-surveillees.php>

- دروس في الموقعين

<https://www.ecmwf.int/>

<http://thual.perso.enseiht.fr/xsee/index.htm>

- موقع e-learning CERFACS :

exemple d'assimilation de données EnKF sur un modèle d'ondes de crues

<http://elearning.cerfacs.fr/environmental/assimilation/OndesCrues/index.php>

مصدر الصور:

- صوفي ريتشي Sophie Ricci، المركز الأوروبي للبحث والتكوين المتقدم في الحساب العلمي CERFACS.

- موقع : <http://www.vigicrues.gouv.fr>