

> Pendant une année entière, SubX a effectué de nombreuses prévisions à trois à quatre semaines en partant de conditions météorologiques hebdomadaires de 1999 à 2015, et a produit une base de données de plus de 20 téraoctets d'informations. Pour chaque exécution du programme, nous avons comparé les prévisions avec le temps qu'il a vraiment fait trois et quatre semaines plus tard. Cela nous a permis de tester les effets de conditions climatiques variées.

Nous utilisons à présent les accords et imprécisions que nous avons identifiés pour améliorer les performances des modèles, notamment la justesse avec laquelle ils représentent la stratosphère, l'OMJ et l'ONA, et prévoir les impacts de ces phénomènes sur la météo dans différentes régions. Par exemple, deux des groupes de la NOAA qui fournissent des données à SubX ont affiné leurs équations décrivant les nuages, les orages et les pluies pour mieux représenter l'OMJ. Puis ils ont appliqué leurs modèles sur des données archivées et ont constaté un net progrès des prévisions à trois à quatre semaines.

UN TEST EN MARS DERNIER

Comme exercice pour cet article, j'ai utilisé SubX pour prévoir le temps aux États-Unis et dans le monde entre le 21 et le 27 mars de cette année, soit entre 23 et 29 jours dans le futur pour moi (voir l'encadré page 70). Le programme a prédit des températures au-dessus des normales saisonnières dans l'est des États-Unis et plus fraîches dans l'ouest. Selon le

Nous utilisons les conditions météo de 1999 à 2015 pour affiner nos modèles

modèle, l'hiver se prolongerait à l'ouest tandis que le printemps éclorait sur la côte est. Simultanément, le sud-ouest du pays continuerait d'être pluvieux, après un mois de février particulièrement humide. Plusieurs de ces prédictions se sont avérées. D'autres non.

Le temps pluvieux s'est bien maintenu dans le sud-est. Cette prévision aurait été une information précieuse pour anticiper les

inondations dans cette région. En effet, le fleuve Mississippi à la Nouvelle-Orléans était déjà proche de la crue le 27 février, son niveau s'est abaissé légèrement après avoir atteint un pic le 8 mars, puis n'a cessé de s'élever fin mars-début avril, pour atteindre de nouveau un stade critique le 12 avril. SubX a su anticiper ce scénario en partie parce qu'il avait prédit des températures océaniques chaudes dans le golfe du Mexique, une condition clé pour qu'il pleuve dans le sud-est du pays. SubX a su également annoncer des conditions plus froides que la normale le long de la côte ouest, ainsi que des conditions plus sèches dans le nord de la Californie et sur la côte de la Colombie-Britannique.

Dans le reste du monde, SubX a situé correctement les systèmes de basses et hautes pressions, ce qui lui a permis d'entrevoir les conditions plus sèches que la normale qui ont régné au-dessus de l'Europe et celles plus chaudes sur l'Asie. En Australie, les prévisions de température se sont aussi vérifiées, sans doute grâce à la capacité du modèle à dessiner les contours des régions nuageuses et ensoleillées accompagnant l'OMJ.

En revanche, SubX a surestimé l'étendue géographique des zones où il a fait plus chaud que d'habitude, à la fois dans le nord-est des États-Unis et dans la vallée de la rivière Ohio. Par ailleurs, le modèle a mal anticipé certains détails des systèmes de hautes et basses pressions, ce qui a nui aux prévisions. Il a aussi échoué à prévoir les conditions plus humides que la moyenne en Oregon, même si les fortes pluies se sont concentrées sur deux jours seulement, les 24 et 25 mars. Pour sa défense, nous avons relancé indépendamment les sept modèles qui composent SubX et la plupart d'entre eux ont été incapables de prédire ces pluies brutales à une échelle plus courte; la tempête qui a produit les précipitations a posé un problème même pour une prévision à sept jours. Le chaos peut survenir de manière inattendue dans l'atmosphère.

Nous avons encore du chemin à parcourir avant que les projections subsaisonnnières soient aussi abouties que les prévisions sur sept jours, et elles pourraient ne jamais le devenir. Mais un grand nombre de scientifiques de l'atmosphère travaillent dur pour y parvenir. Chaque semaine, je publie des prévisions globales à quatre semaines fournies par chacun des sept modèles et par SubX. Puis, à son tour, le Centre de prévision climatique de la NOAA livre une prévision à trois ou quatre semaines pour les États-Unis en utilisant les indications de SubX. Dans une dizaine d'années, lorsque vous consulterez la météo sur votre téléphone, vous verrez peut-être dans un coin une icône représentant un soleil ou un nuage avec l'indication «prévision à 28 jours». ■

BIBLIOGRAPHIE

K. Pegion et al., **The subseasonal experiment (SubX) : A multimodel subseasonal prediction experiment**, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, vol. 100(10), pp. 2043-2060, 2019.

P. Bauer et al., **The quiet revolution of numerical weather prediction**, *Nature*, vol. 525, pp. 47-55, 2015.

F. Vitart et al., **Subseasonal Predictions**, ECMWF, 2014.

Constantin Rafinesque

ou les tribulations d'un naturaliste peu ordinaire

Des personnages atypiques, l'histoire ne retient souvent que les lubies. Mais l'excentricité de Constantin Rafinesque, négociant et naturaliste, ne saurait éclipser le rôle majeur qu'il a tenu dans l'histoire des sciences naturelles.

Quand il s'éteignit en septembre 1840, le zoologiste et botaniste d'origine française Constantin Samuel Rafinesque souffrait auprès de ses collègues naturalistes d'une réputation, en partie fondée, d'excentrique notoire. De fait, la figure de ce chercheur commence seulement à être appréhendée à sa juste valeur, celle d'un acteur crucial du développement des sciences naturelles américaines, au XIX^e siècle. Ainsi se dessine graduellement le portrait d'un personnage complexe et attachant, bien loin de l'image de « savant fou » doublé d'un polygraphe échevelé, ébauchée jusque-là.

UNE VOCATION SCIENTIFIQUE PRÉCOCE

Bien qu'issu d'une famille protestante d'ascendance cévenole, Constantin Rafinesque se fit d'abord connaître par des recherches menées en Sicile, avant de s'établir définitivement aux États-Unis. Il naquit en 1783 à Galata, dans la banlieue d'Istanbul, de l'union de François Georges Rafinesque, négociant et armateur marseillais, grand voyageur devant l'Éternel, et de Madeleine Schmaltz, une jeune femme d'origine allemande. La famille revint peu après se fixer à Marseille, ville d'origine du père de Constantin. Mais, en 1792, les soubresauts de la Révolution incitèrent Madeleine Rafinesque à quitter la France pour la ville italienne de Livourne; son mari, alors en >

Dans le carnet que Constantin Rafinesque rédigea pendant son voyage de Philadelphie au Kentucky, en 1818, le naturaliste décrivit onze « espèces » de rats sauvages (ci-contre, quatre d'entre elles). Par la suite, seule une (non montrée) a été reconnue comme telle. Les autres se sont révélées des espèces inventées par le naturaliste Jean-Jacques Audubon pour duper Rafinesque.



L'ESSENTIEL

> Passionné de botanique et de faune marine dès sa jeunesse, Constantin Rafinesque n'eut de cesse d'explorer la nature, que ce soit en Sicile, où il fut négociant, ou aux États-Unis, où il s'installa en 1815.

> Devenu explorateur, puis professeur de sciences naturelles à l'université du Kentucky, il suscita l'hostilité de nombreux collègues, surpris par ses tenues décalées,

son franc-parler et ses méthodes d'enseignement atypiques, et échaudés par son manque d'esprit critique.

> Il fut même la victime de plusieurs mystifications scientifiques.

> Néanmoins, il fut l'un des premiers évolutionnistes et décrivit de nombreuses espèces encore valides aujourd'hui.

L'AUTEUR



BENOÎT GRISON
enseignant-chercheur de
l'UFR Sciences et Techniques,
à l'université d'Orléans



> voyage, décéda un an plus tard aux États-Unis des suites d'une fièvre jaune. L'essentiel de l'adolescence et de la formation (surtout autodidacte) de Constantin Rafinesque se déroula en Italie, sa mère s'étant remariée à un homme d'affaires exerçant dans la péninsule. Déjà passionné de botanique et de faune marine, le naturaliste en herbe s'exerça également à l'apprentissage du métier de négociant dans le sud de la France.

Un tournant majeur dans le parcours de Rafinesque fut son séjour de deux ans en Amérique, où il partit travailler en 1802 avec son frère pour une firme d'horticulture de Philadelphie. Le jeune homme rencontra le président Thomas Jefferson, féru de sciences, qu'il sut impressionner, et herborisa bientôt à travers le New Jersey, le Delaware, et aux alentours de la baie de Chesapeake. Ses rencontres avec des tribus indiennes éveillèrent chez lui une passion – qui ne se démentira jamais – pour l'histoire précolombienne. Bien qu'accueilli chaleureusement par les naturalistes du cru, Rafinesque s'étonnait de leur ignorance de l'« école française » des sciences naturelles, celle du naturaliste Jean-Baptiste de Lamarck, du botaniste Antoine-Laurent de Jussieu et du zoologiste Bernard-Germain de Lacépède. Ayant exprimé à Jefferson l'intérêt qu'il portait à l'exploration de l'Ouest sauvage qu'allaient conduire les explorateurs américains Meriwether Lewis et William Clark, le président finit par lui proposer par courrier le poste de botaniste de l'expédition... mais la lettre ne parvint jamais à son destinataire, celui-ci étant déjà reparti pour l'Europe au début de 1805, afin de rejoindre un poste lucratif qui l'attendait en Sicile.

DE LA SICILE AUX ÉTATS-UNIS

Le séjour sicilien de Rafinesque dura dix ans et lui permit de s'affirmer comme un scientifique reconnu. Le grand pionnier italien de la biologie, Lazzaro Spallanzani, avait souligné tout l'intérêt qu'il y aurait à approfondir l'histoire naturelle de la Sicile. Tout comme le malacologiste Giuseppe Poli et Jeanne Villepreux-Power – qui expérimenta sur cet étrange céphalopode qu'est l'argonaute –, Rafinesque fut de ceux qui accomplirent ce vœu. Il travailla pendant quelques années auprès du banquier Abraham Gibbs, alors consul des États-Unis à Palerme, avant de se mettre à son compte comme négociant, exportant aussi bien des plantes médicinales... que son propre cognac.

Ses intérêts allant de l'archéologie antique aux « invertébrés » marins de l'île (en passant par son volcanisme), il entama une



Constantin Rafinesque, probablement peint par William Birch en 1810.

correspondance suivie avec divers maîtres des sciences naturelles de l'époque, tels le botaniste Augustin Pyrame de Candolle et le naturaliste Georges Cuvier. Ce dernier, avec lequel Rafinesque collaborait à propos de l'ichtyologie de la Méditerranée, ne se priva pas de lui reprocher de multiplier à outrance les genres nouveaux de poissons ! Ce goût compulsif pour la description de taxons inédits, parfois contestables, ne le quittera jamais tout au long de sa carrière de chercheur. Il y avait cependant des circonstances atténuantes à ces excès taxinomiques : ainsi cette *Balena gastritis*, qu'il décrivit en 1815 sur la base d'un spécimen échoué sur la plage de Carini, n'était-elle sans doute qu'un rorqual commun juvénile, mais il faut souligner qu'à l'époque, la cétologie en était encore à ses balbutiements.

Durant cette décennie sicilienne, notre naturaliste se mit en ménage avec une charmante jeune femme, Joséphine Vaccaro. Hélas, l'enfant cadet du couple, baptisé Charles-Linné en l'honneur du père de la systématique, mourut à l'âge de un an à peine. Après avoir créé plusieurs journaux scientifiques et publié son *Analyse de la nature*, un précis d'histoire naturelle aussi synthétique que brillant, Constantin Rafinesque quitta définitivement la Sicile. Sa brouille avec sa compagne était certainement pour quelque chose dans cette décision, mais sa quête de titres de gloire scientifiques encore davantage. Il avait caressé l'idée de rejoindre Paris, où ses collègues du Muséum auraient pu lui faire prendre un nouveau départ, mais la survenue des Cent-Jours le dissuada d'opter pour cette possibilité. Par ailleurs, le projet d'exploration de l'Australie qu'il avait soumis à Joseph Banks, l'éminent naturaliste président de la Royal Society, n'ayant pas convaincu ce dernier, sa décision

TEL EST PRIS...

Audubon a fait d'autres dupes éminentes : l'ornithologue américain Matthew Halley vient ainsi de démontrer qu'un rapace décrit par lui dans ses *Oiseaux d'Amérique*, *Falco washingtonii*, que l'on croyait éteint depuis, était en réalité une invention pure et simple du peintre naturaliste !

Et Audubon lui-même, un temps mystifié par son ami le taxidermiste John Graham Bell, faillit décrire une nouvelle espèce d'oiseau sur la base d'un faux spécimen composite. La conviction, partagée par les pionniers de l'histoire naturelle de l'époque, que l'Amérique était le lieu de tous les possibles naturalistes, les a parfois conduits à des errements divers.

M. R. Halley, Audubon's bird of Washington: unravelling the fraud that launched the birds of America, *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, vol. 140(2), pp. 110-141, 2020.

fut prise: il traverserait à nouveau l'Atlantique pour rejoindre les États-Unis.

Las, le 2 novembre 1815, en arrivant à New York, à proximité de Long Island, le navire transportant Rafinesque et ses collections sombra corps et biens! Si le scientifique était sain et sauf, il avait définitivement perdu ses collections considérables (cinquante caisses d'herbiers, plus d'un demi-million de coquillages, etc.), ses livres et manuscrits, thésaurisés pendant plus d'une décennie d'activité intense. Cet événement traumatique laissa des traces, et même si notre naturaliste opéra sa «résilience», il contribua sans doute à renforcer certains traits «extravagants» de sa personnalité.

L'AVENTURE AMÉRICAINE

À son arrivée à New York, il se vit opportunément offrir un travail de précepteur par le fondateur du jardin botanique de la ville, qui le connaissait de réputation. Il se remit peu à peu à herboriser et commença à fréquenter assidûment les cercles scientifiques de l'État. Au cours de l'année 1818, il se lança dans un périple de quelque 4 000 kilomètres à travers l'Ouest américain, ce qui lui permit, entre autres, de cartographier le fleuve Ohio. À cette occasion, il fit la connaissance de deux éminents confrères: l'ornithologue Jean-Jacques Audubon et le peintre zoologiste Charles-Alexandre Lesueur, lequel lui fit découvrir l'existence de la communauté utopique de New Harmony, dans l'Indiana, dont les idées sociales avancées avaient tout pour le séduire.

Sa carrière prit même un tour nouveau quand la toute jeune université de Lexington, dans le Kentucky, lui proposa un poste de professeur d'histoire naturelle et de langues – en effet, Rafinesque maîtrisait parfaitement une dizaine de langues différentes, modernes et anciennes. Il partit donc se fixer là-bas, en 1819. Son passage à Lexington laissa des souvenirs en demi-teinte sur le campus. Si quelques étudiants l'appréciaient grandement, il suscitait surtout l'hostilité de certains collègues. Sa volonté très rousseauiste d'associer l'enseignement de la botanique à des promenades dans la nature, véritables «travaux pratiques», était jugée absurde par ceux-ci. Durant les sept années de son séjour à l'université du Kentucky, son franc-parler, son verbe haut et ses excentricités vestimentaires ne firent pas vraiment l'unanimité: sans doute faut-il faire ici la part d'un certain «décalage culturel», Rafinesque étant profondément italien par son éducation et ses manières.

Néanmoins, son passage à Lexington fut très fructueux sur le plan scientifique: durant cette période, il s'intéressa à la minéralogie et à la paléontologie de la région, ainsi qu'à l'archéologie amérindienne. Quand, en 1826, il quitta définitivement la ville pour Philadelphie,

ce fut avec quarante caisses pleines à craquer de collections... Ce départ fut dû en partie à l'idylle amorcée avec l'épouse du président de son université, idylle qui eut l'heur de déplaire à ce dernier. Il faut dire que Constantin, personnage au physique avantageux, appréciait grandement d'enseigner la *scientia amabilis* – c'est ainsi que Linné qualifiait la botanique – aux jeunes femmes de Lexington et il s'exerçait à dessiner de charmants portraits de celles-ci... quand il ne leur dédiait pas quelques poèmes de son cru.

ENTRE CRÉDULITÉ ET AUDACE SCIENTIFIQUE

Si l'on a pu reprocher (à juste titre) à Rafinesque son manque de sens critique, il faut cependant replacer cette attitude récurrente dans le contexte de la science américaine du début du XIX^e siècle: en histoire naturelle, tout, ou presque, paraissait alors possible aux États-Unis. Tant d'espèces animales et végétales restaient encore à décrire >



Article publié avec l'aimable autorisation de la revue *Espèces*, après parution dans son n° 27, pp. 38-45, septembre 2018, <https://especies.org>.

En 1818, durant un vaste périple dans l'Ouest américain, Rafinesque rencontra Audubon



Jean-Jacques Audubon (ici sur une gravure d'après une peinture de John Syme) faillit ruiner la réputation de Rafinesque en le ridiculisant auprès de leurs pairs.