

Automates cellulaires et réseaux d'automates : le rôle central de l'irrégularité Préface

Nazim Fatès, Sylvain Sené

▶ **To cite this version:**

Nazim Fatès, Sylvain Sené (Dir.). Automates cellulaires et réseaux d'automates : le rôle central de l'irrégularité Préface. Nazim Fatès and Sylvain Sené. Lavoisier, 34 (4), pp.110, 2015, Technique et Science informatique. hal-01253295

HAL Id: hal-01253295
https://inria.hal.science/hal-01253295

Submitted on 9 Apr 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Automates cellulaires et réseaux d'automates : le rôle central de l'irrégularité
Préface

Nazim Fatès[1] and Sylvain Sené[2,3]

[1]Inria Nancy Grand Est, LORIA, Villers-lès-Nancy, France
[2]Université d'Aix-Marseille, CNRS, LIF, Marseille, France
[3]Institut rhône-alpin des systèmes complexes, IXXI, Lyon, France

La majorité des auteurs qui ont contribué à ce numéro spécial de *Technique et science informatiques* sont d'une génération qui a vu les performances des objets informatiques littéralement « exploser ». Si l'on avait dit à ceux qui ont connu les programmes stockés sur cassettes – lesquels permettaient littéralement d'« entendre » les programmes – que les capacités des ordinateurs actuels seraient démultipliées par centaines, par milliers ou par millions, on serait passé pour un fabulateur. Et pourtant... Les problèmes initiaux de l'informatique résistent encore. Les questions initialement posées par Turing et von Neumann restent d'actualité : il existe des problèmes simples dont on ne sait encore que peu de choses, même quand les systèmes évoluent avec des dynamiques discrètes et locales.

Les articles de ce numéro spécial peuvent être vus comme un retour à l'initial, aux fondamentaux. Si les questions qui se posent sont on ne peut plus simples à formuler, les réponses, souvent partielles, montrent quant à elles que nous n'en sommes qu'à l'aube du développement d'une nouvelle discipline, qu'on qualifie souvent par le terme équivoque de *systèmes complexes*. Nous avons choisi de mettre l'accent sur deux des modèles phares des systèmes complexes : les automates cellulaires et les réseaux d'automates.

Dans la mesure où ces modèles peuvent être utilisés pour étudier des phénomènes de la nature ou pour inventer une façon de calculer inspirée de la nature, nous avons souhaité mettre à l'honneur le rôle créateur de l'irrégularité. Le grand défi scientifique de notre temps est en effet de sortir de la métaphore du monde comme une grande horloge : nous devons désormais composer avec l'irrégularité dans nos modèles du monde et cet « avec » doit être perçu comme une chance plutôt que comme un obstacle à vaincre.

L'article de Lucas Gerin illustre de manière éloquente ces nouveaux problèmes scientifiques. Partant d'une grille infinie où un seul site est contaminé, le système évolue selon une règle locale particulièrement simple : un

site devient contaminé si l'un des sites voisins est contaminé. Si tous les sites étaient mis à jour à chaque pas de temps l'évolution serait triviale ; en revanche, le problème devient autrement plus épineux à partir du moment où le choix du site à mettre à jour est aléatoire. Après avoir étudié le cas fini, L. Gerin montre que, pour une grille infinie, la simulation du phénomène laisse penser que la forme limite de la zone contaminée est un cercle. Néanmoins, l'analyse mathématique montre autre chose : le forme limite est « presque circulaire » mais pas tout à fait, et il reste à ce jour à en déterminer une expression analytique.

La classe de modèles étudiés par Kévin Perrot et Éric Rémila nous plonge au cœur d'un univers discret où des tas de sables unidimensionnels s'effondrent jusqu'à aboutir à une configuration stable. Les auteurs montrent que ce n'est pas l'ordre des mises à jour qui influence la forme à laquelle on aboutit mais la dynamique locale choisie. Les auteurs recourent à la simulation numérique afin de caractériser la présence ou non de régularité dans la taille et la forme des avalanches produites. Les auteurs proposent des conjectures issues des résultats de simulation, montrant une fois de plus la nécessité de combiner l'approche numérique et l'approche analytique.

Dans le travail de Tarek Melliti et de ses coauteurs, les auteurs présentent un article de synthèse de travaux récents qui nous invite à redécouvrir l'une des caractéristiques, mise en avant dès les années 1940 par la cybernétique, indispensables à tout système d'interactions pour admettre de la complexité comportementale : la rétroaction. En s'attachant à l'analyse combinatoire des propriétés dynamiques des cycles d'automates booléens ainsi qu'aux intersections tangentielles de deux de ces derniers, les auteurs montrent toute la richesse qui peut émerger de ces objets tout en soulignant à quel point la manière synchrone ou asynchrone dont la mise à jour des automates est réalisée est importante.

Les deux derniers articles de ce numéro nous placent en proximité plus immédiate avec la physique et avec la biologie.

Pierre-Yves Louis, dans un remarquable effort de synthèse, nous invite à découvrir les outils d'analyse qui permettent de modéliser et d'étudier les automates cellulaires probabilistes. La question posée est de savoir dans quelle mesure une dynamique irrégulière au niveau local peut ou non engendrer une dynamique globale « hautement irrégulière ». En adoptant le point de vue de la physique statistique, nous pouvons donner un sens à cette irrégularité macroscopique, mais aussi à l'émergence de phénomènes collectifs complexes tels que l'existence de transitions de phase et la perte d'ergodicité pour de systèmes infinis. Toutefois, le constat est ici analogue aux articles précédents : la gamme des modèles qu'il est possible d'étudier complètement de manière analytique est extrêmement restreinte, ce qui oblige, la plupart du temps à devoir se contenter de résultats analytiques partiels ou de simulations numériques de grande échelle.

Enfin, dans le dernier article de ce numéro, Loïc Paulevé et ses co-auteurs posent la question de l'accessibilité et de la caractérisation des points fixes d'un réseau d'automates. Leur travail consiste à proposer un outillage formel qui permet de déterminer les chemins qui mènent d'un état à un autre. La représentation de ces relations à l'aide des graphes de causalité locale permet de faciliter la vérification des relations d'accessibilité, et par là, de permettre l'application de ces méthodes à des réseaux réels, et donc hautement irréguliers, contenant plusieurs milliers de nœuds.

Nous adressons nos plus sincères remerciements au comité éditorial qui a permis la sélection des articles et leur perfectionnement :

— Julio Aracena (Université de Concepción, Chili),
— Jacques Demongeot (Université de Grenoble),
— Enrico Formenti (Université de Nice – Sophia Antipolis),
— Lucas Gerin (Université de Paris-Ouest et École polytechnique),
— Eric Goles (Université Adolfo Ibáñez, Chili),
— Luidnel Maignan (Université Paris-Est Créteil),
— Jean Mairesse (Centre national de la recherche scientifique),
— Irène Marcovici (Université de Lorraine),
— Mathilde Noual (Université libre de Berlin),
— Damien Regnault (Université d'Évry – Val d'Essonne),
— Élisabeth Remy (Centre national de la recherche scientifique),
— Adrien Richard (Centre national de la recherche scientifique),
— Nicolas Schabanel (Centre national de la recherche scientifique) et
— Anne Siegel (Centre national de la recherche scientifique).

Nous remercions également chaleureusement Jean-Louis Giavitto pour son impulsion et son soutien dans la réalisation de ce numéro. Enfin, nous exprimons notre gratitude à l'ensemble des auteurs pour avoir écrit ces articles de synthèse en français à l'heure où l'utilisation de la langue de Molière comme véhicule des idées scientifiques est en grave déclin.

Nazim Fatès
Sylvain Sené