

EN HOMMAGE À PHILIPPE FLAJOLET

Philippe Flajolet, le fondateur de la combinatoire analytique

Brigitte Chauvin, Bruno Salvy, Michèle Soria, Brigitte Vallée

Philippe Flajolet est décédé subitement le 22 mars 2011, des suites d'un cancer foudroyant. Il avait soixante deux ans et débordait de projets scientifiques. C'était un scientifique d'exception, mathématicien et informaticien tout à la fois.

Philippe Flajolet travaillait en analyse d'algorithmes. Il a complètement renouvelé ce domaine scientifique. Il y a introduit des méthodes mathématiques originales et les a appliquées à un grand nombre de problèmes informatiques jusqu'alors inaccessibles à l'analyse : algorithmes de flux de données, protocoles de communication, accès aux bases de données, fouille de données, algorithmique du texte, calcul formel, génération aléatoire...

Les résultats de Philippe ont donné lieu à plus de deux cents articles, en revues ou en conférences. Mais sa contribution essentielle, que nous appelons maintenant la « bible », est le livre *Analytic Combinatorics*, de plus de 800 pages, écrit avec Robert Sedgewick, et publié par Cambridge University Press en 2009. Deux ans après sa parution, c'est déjà, un peu partout dans le monde, une référence incontournable.

Cet ouvrage est l'aboutissement de sa vie de chercheur. Il y décrit ce nouveau domaine des mathématiques, la combinatoire analytique, qu'il a fondé. C'est sur cette théorie mathématique moderne que repose l'étude quantitative des principales structures combinatoires (mots, arbres, cartes, graphes...) et l'étude probabiliste des algorithmes opérant sur ces structures. Cette méthodologie a beaucoup influencé d'autres domaines scientifiques, comme la physique statistique, la bio-informatique et la théorie de l'information.

Donald Knuth avait posé les premières pierres de l'édifice à la fin des années 60 dans une série de livres désormais classiques. Il donnait ainsi à l'analyse d'algorithmes des bases mathématiques solides, fondées sur l'analyse classique. Avec Philippe Flajolet, ce domaine a fait un véritable bond en avant. L'idée novatrice de Philippe repose sur l'utilisation conjointe de deux types de méthodes : la méthode symbolique et la méthode analytique. La méthode symbolique vise à automatiser les principes de combinatoire énumérative, et à les transcrire en termes de séries génératrices formelles. En traitant alors les séries génératrices comme des fonctions de variable complexe, la méthode analytique aboutit à la caractérisation précise de lois limites. Tout récemment encore, Philippe cherchait à étendre et généraliser cette approche, en y intégrant des nouveaux outils, à la jonction entre théorie de l'information, probabilités et théorie des systèmes dynamiques.

Dès la fin des années 80, Philippe Flajolet a par ailleurs joué un rôle très important dans la définition et la fondation de l'interface entre mathématiques et informatique. Il est devenu, au cours des ans, une des principales références de cette interface au niveau national. Il a également su fonder autour de lui des « écoles ». En France, il a créé, vers la fin des années 90, le groupe ALEA, qui rassemble combinatoriciens, probabilistes et physiciens, autour de la problématique de l'aléa discret. Ce groupe compte en son sein un grand nombre de jeunes chercheurs, qui gardent tous un souvenir très fort de la chaleur avec laquelle Philippe les a accueillis. C'est aujourd'hui une véritable communauté scientifique, unie par un tissu serré d'échanges et de collaborations. Chaque année, pendant une semaine, elle se retrouve lors des emblématiques « Journées ALEA », dans une atmosphère bien particulière, faite d'écoute et d'amitié, très liée à la personnalité même de Philippe. Philippe a également fédéré la communauté internationale de son domaine. Le groupe AofA [Analysis of Algorithms] organise des rencontres qui « tournent » un peu partout dans le monde. S'y réunissent chaque année depuis 1993 les scientifiques du monde entier qui travaillent en analyse d'algorithmes avec des méthodes souvent très diverses (combinatoires, probabilistes ou asymptotiques).

Mais, pour nous tous qui avons eu le privilège de le côtoyer, c'est sans doute surtout le scientifique lui-même qui restera un exemple : sa démarche scientifique était un mélange unique et subtil de curiosité, d'imagination, de culture « de l'honnête homme », de sens de l'esthétique, de rigueur intellectuelle et d'un sens profond de la collaboration et de l'amitié. Il aimait partager sa passion, et avec beaucoup d'intuition, humaine et scientifique, il proposait le « bon » problème à la « bonne » personne. Il a ainsi collaboré avec plus d'une centaine de co-auteurs, mêlant générosité et exigence scientifique. Enfin, Philippe était un homme pétri de chaleur humaine et d'amour de la vie : nous garderons le souvenir fort de son humour, de son rire, de son goût pour l'andouillette et le chocolat.

*Adaptation libre d'un texte anglais écrit conjointement
par Bruno Salvy, Robert Sedgewick, Michèle Soria,
Wojciech Szpankowski, et Brigitte Vallée*

Philippe Flajolet est né à Lyon le 1^{er} décembre 1948. Il a obtenu le diplôme de l'École Polytechnique en 1970 et a été tout de suite recruté comme chercheur à l'INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique). Il y a passé la totalité de sa carrière. Attiré par les langues et la logique, il a d'abord travaillé, avec Maurice Nivat, sur des problèmes liés aux langages formels et à la calculabilité. Il a ainsi obtenu le doctorat de l'université Paris 7 en 1973. Puis, avec Jean Vuillemin, il a suivi les traces de Don Knuth, et s'est tourné vers le domaine alors émergent de l'analyse d'algorithmes. Il a alors obtenu, à l'université d'Orsay en 1979, une thèse d'état en Sciences, à la fois en mathématiques et en informatique. Par la suite, à l'INRIA, il a créé et dirigé le groupe de recherche « Algo » qui attire depuis ses débuts des visiteurs du monde entier.

Il a reçu de nombreux prix, dont le grand prix de la science de l'UAP (1986), le prix informatique de l'Académie des Sciences (1994) et la médaille d'argent du CNRS (2004). Il a été élu membre correspondant de l'Académie des Sciences en 1994, membre de l'Académie Européenne en 1995 et finalement membre (junior) de l'Académie des Sciences en 2003.

Philippe Flajolet chez ALGO

Alin Bostan, Nicolas Broutin, Frédéric Chyzak,
Virginie Collette, Philippe Dumas, Bruno Salvy

Le café coule. Ils sont bien bruyants chez ALGO¹ ! La discussion est pour le moins animée : Mais quelles sont donc les vallées isolées du nord de l'Italie avec une minorité germanophone ? D'ailleurs, il y a vraiment une minorité allemande quelque part en Italie ? Pas possible. Ça s'excite. Qui parie ? Il faut être un peu précis quand même, on ne parie pas à la légère : « est-ce qu'il y a plus de 1% de la population qui est germanophone dans certaines contrées d'Italie ? » La question est vite réglée : Wikipedia est tout puissant ; ça fera une tablette de chocolat... au lait ! Au centre de cette agitation, Philippe, accoudé au radiateur, chemise mal boutonnée et l'air réjoui.

Tous ceux qui l'ont côtoyé le diront : il savait générer une ambiance incroyable comme peu d'autres, que ce soit autour d'un café ou dans un séminaire. Toujours un petit mot gentil et motivant pour les jeunes et les visiteurs qu'il accueillait dans son bureau pendant de longues heures pour en savoir plus sur leurs travaux. C'est ainsi qu'il avait réussi à insuffler son énergie aux groupes qui l'entouraient, à l'équipe ALGO d'abord, mais aussi au groupe ALÉA et à la communauté internationale d'analyse d'algorithmes : une culture immense, un intérêt authentique pour les autres et une curiosité de tous les instants.

La curiosité, en tout, autant pour un col triple (au sens de la méthode du col), que pour l'andouillette arrosée d'un Brouilly ou la prononciation du roumain. Toujours l'envie de comprendre les phénomènes, la réflexion personnelle avant d'ouvrir les classiques empilés dans les coins de son bureau, aussi bien sur des questions élémentaires que sur des problèmes sophistiqués. Et toujours la volonté de chercher une vision illuminante, une explication convaincante, non pas nécessairement une preuve au sens mathématique mais un argument qui emporte l'adhésion. Souvent dans le dialogue, dans un mélange d'échanges au tableau et d'aller-retours sur machine pour tester les idées. La recherche par soi-même mais avant tout la culture : un problème ne peut être isolé de son contexte ; il a de multiples facettes, déjà explorées par nos devanciers ; il fait sens par ses implications pratiques. Pour Philippe Flajolet la vie était un jeu, un jeu sérieux qui demandait une implication totale, des dimanches entiers passés à peaufiner un article ou, ces dernières années, le grand œuvre, son *Analytic Combinatorics*², qui résume son apport à l'informatique théorique. Ah ! tout de même un point noir, l'administration, qui provoquait son ire et ses vitupérations par les contraintes de plus en plus lourdes qu'elle impose. Nous, les membres du « Projet ALGORITHMES », pour tous ALGO, nous avons hérité de cela, de cette joie de vivre, de cette boulimie de découverte.

On se souvient des fins de journées : il est tard, la nuit tombe. Alors que tout le monde est déjà rentré, la Mercedes est toujours là. Elle restera là encore un bon moment. Philippe, lui, travaille sans relâche et corrige une énième version du grand

¹ L'équipe de recherche ALGO, puis ALGORITHMES, a été dirigée par Philippe Flajolet pendant plus de 20 ans. Elle a été l'origine de nombreuses autres équipes à l'Inria.

² Co-écrit avec Robert Sedgewick et paru en 2009.

œuvre. Il s'agit de terminer ce chapitre aujourd'hui... avant de le reprendre encore une fois. On ne se souvient pas de la fois où il n'est pas parti le dernier. Cette fois-ci, malheureusement, la Mercedes ne reviendra pas. Cette fois-ci, c'est lui qui est parti le premier.

My friend

Luc Devroye

The image that is etched in my mind is that of Philippe Flajolet happily purring while listening to a great exposition by one of his students or colleagues. At the first opportunity, he would shout something funny in the direction of the speaker to show his appreciation. He was the community's cheerleader.

The inside of his car has never been cleaned, his hair camouflaged a biological experiment, his shirts were always untucked, and yet, wherever he went, he was inevitably surrounded by friends and followers, admired for his brilliance and wit, and revered for his guidance and generosity. The knowledge that they will never meet anyone else like Philippe Flajolet again has saddened many of his fellow researchers.

I first met Philippe in 1985 at ICALP in Greece – he was working in the area of the average-case analysis of algorithms, relying mostly on analytic methods, while I was gingerly exploring that subject via probabilistic methods. He kick-started the Analysis of Algorithms (“AofA”) meetings in Dagstuhl with Kemp and Proding in 1993, which grew into the main international forum for the analysis of algorithms via analytic, combinatorial and probabilistic methods, and founded the ALEA workshops aimed at the French researchers. Quoting R.J. Lipton, “He was a larger-than-life theorist, the kind of person who makes an institution and becomes one himself.”

I was thrilled by his invitation to one of the first AofA meetings and buoyed by his encouragement. I was drawn in, hooked, past the point of no return. During the question period of all talks that he attended, Philippe would make incredible connections between analytic combinatorics, probability theory, statistical physics, and theorems of old masters like Ramanujan. It certainly convinced me on quite a few occasions to look deeper into certain topics.

One of the main results in probability theory in the nineties was the limit process theory for suitably scaled size-conditioned Galton-Watson trees, which are known to include large classes of uniform random trees such as Cayley trees and Catalan trees. The “continuum random tree” – or CRT for short – has an asymptotic shape that can be described by Brownian excursions. It was developed by Aldous, and refined by many others in the decade that followed, with extensions and new contributions continuing today. There were indications, pre-Aldous, that such a universal limit shape would be lurking somewhere when one reads Kolchin's 1986 book “Random Mappings”. In a technical tour de force, using analytic methods only, Philippe Flajolet and Andrew Odlyzko were able to get the asymptotic distribution of the height of these random trees in 1990 (“Singularity analysis of generating functions”,

SIAM Journal on Algebraic and Discrete Methods), and show that it coincided with the law of the maximum of a Brownian excursion. Just as in many other papers, Philippe had planted a seed, generated interest, and lifted the veil.

He has planted many other seeds in the field. His 1983 FOCS paper with Nigel Martin on probabilistic counting is the forerunner of the field of streaming algorithms. To introduce the principle in one of his classes, a student reported that Philippe told this in class : “A space traveler arrives at a new planet and wants to know how many days there are in a year. But he does not want to ask. Then he asks people their birth dates and estimates the result by examining the collisions.”

And then there is the formidable body of papers by him that hide under the umbrella of “Boltzmann machines”, the original paper at ICALP 2002 being co-authored with Philippe Duchon, Guy Louchard, and Gilles Schaeffer : “Random sampling from Boltzmann principles”. Of course, the name “Boltzmann machine” was invented by him – he liked to invent new names. My favorite is the “camembert”, a word he used to describe the shape of the contour integral in the complex plane – round with a slice neatly cut out by the maître d'himself.

In future years, people may wonder – was Philippe a mathematician or was he a computer scientist? Granting agencies like to categorize people, and bureaucracies have pull-down menus with clickable options – choose one, or else. Those who know him realize that he was both. What a sweet post-mortem revenge to all those bureaucrats he loved to hate. Thirty years of work went into “Analytic Combinatorics” (2009), a book coauthored with Bob Sedgewick. One can't work for thirty years with Sedgewick and not be a computer scientist, and so, despite the title and underneath the mathematical veneer, the book is a candy store filled with clever algorithms and interesting computer science applications. The perfectionist trait in his character shows in the impeccable typesetting and delicate rhythm of the presentation. The figures, just like those Philippe would show in every conference presentation, are marvels of information design.

Yes, he was a master of mathematical illustration. He liked to show that craft off in his passionate talks, which grew more intense with every tick of the clock, to end up in overtime. On one occasion, I saw the last button of his shirt pop off just before the final slide. [He started wearing Indian-style shirts above his belt in the last decade of his life to avoid such events.]

One of his other passions was listening. His seminar series in Versailles was legendary. It was an honor to be invited. And Philippe listened, purred, teased, shouted, applauded, and acted up – anything short of throwing a paper airplane at the speaker with a heart drawn on its wings. He was the glue that kept the community together.

But above all, he was a dear friend. He had many friends. Very many.