HAL
open science

Avant propos

Nadir Sari, Guy Wallet

To cite this version:

Nadir Sari, Guy Wallet. Avant propos. Revue Africaine de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées, 2015, Volume 20 - 2015 - Special issue - Colloquium in Honor of Éric Benoît, pp.1-4. 10.46298/arima.1996 . hal-01320675

HAL Id: hal-01320675

https://inria.hal.science/hal-01320675v1

Submitted on 24 May 2016

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.

Avant-propos

1 Le colloque *Des dynamiques singulièrement perturbées aux dynamiques des populations*

La compréhension de l'évolution des systèmes complexes, comme par exemple les écosystèmes marins ou les mécanismes de transmission des épidémies, est un problème scientifique d'une grande actualité. L'étude en est généralement très difficile du fait des interactions multiples qui les caractérisent et qui donnent une dynamique globale souvent contre-intuitive. Ces interactions sont d'autant plus complexes qu'elles prennent en compte les évolutions biologiques, économiques et humaines qui demandent maintenant à être traitées dans une perspective de développement durable.

Par sa capacité à mettre en évidence les déterminants principaux de la dynamique gouvernant ces phénomènes, l'outil de la modélisation mathématique s'avère être un instrument précieux. Il peut permettre de mieux comprendre l'effet d'une modification naturelle ou liée à l'activité humaine et de déterminer les contrôles pertinents. En particulier, la mise en évidence de différents ordres de grandeurs peut permettre d'étudier le système à des échelles temporelles ou spatiales dans lesquelles il se simplifie notablement. Ces dernières méthodes relèvent du domaine des perturbations singulières qui, par ailleurs, constitue un champ théorique important de l'analyse mathématique. L'objet des perturbations singulières est l'étude des solutions d'une équation différentielle en présence d'un petit paramètre numérique qui, lorsqu'il est nul, transforme radicalement la nature de l'équation. Ce domaine mathématique est très actif et a donné lieu au développement de méthodes et d'outils riches et variés comme la géométrie asymptotique nonstandard, les variétés invariantes et les éclatements, les développements asymptotiques, les développements combinés et les séries divergentes.

Afin de faire le point sur un certain nombre d'avancées dans l'étude de ces questions, un colloque a été organisé par Emmanuelle Augeraud, Nadir Sari et Guy Wallet à l'université de La Rochelle du 16 au 18 décembre 2013. Intitulée *Des dynamiques singulièrement perturbées aux dynamiques de populations*, cette rencontre a été aussi l'occasion de saluer le rôle important de notre collègue Éric Benoît dans le développement de ces champs scientifiques au moment où il s'apprêtait à prendre sa retraite. Ce colloque a regroupé une trentaine de spécialistes des thèmes sélectionnés en rapport avec l'activité scientifique d'Eric Benoît et il a donné lieu à 24 communications. Après sélection et évaluation des propositions de contributions, les actes de cette rencontre présentent 10 articles reprenant ou prolongeant certaines des interventions au colloque.

2 Notre collègue Éric Benoît

Professeur à l'université de La Rochelle depuis septembre 1993, Éric Benoît avait été auparavant en poste à l'Ecole des Mines de Paris sur le site de Sophia-Antipolis et à l'université de Nice. Cependant, sa carrière universitaire a réellement été initiée lors d'une longue période de septembre 1975 à septembre 1983 pendant laquelle il était en poste au Centre Universitaire de Tlemcen en Algérie. On peut estimer que ce séjour algérien a eu une influence déterminante sur le plan scientifique pour Éric Benoît par les rencontres qu'il y a faites et par son engagement corrélatif comme acteur de premier plan dans le champ nouveau de l'approche par l'analyse nonstandard des perturbations singulières d'équations différentielles. L'intérêt de ce nouveau champ scientifique avait été pressenti par le mathématicien alsacien Georges Reeb qui, depuis Strasbourg, encourageait de jeunes chercheurs à s'engager dans ces questions. De fait, Éric Benoît fait partie du groupe des quatre fondateurs - É. Benoît, J.L. Callot, F. Diener et M. Diener, tous en poste en Algérie - qui a découvert et étudié le phénomène des "solutions canard" de certaines équations différentielles singulièrement perturbées dont en particulier l'équation de van der Pol. Alors que ce premier travail concernait des équations différentielles dans le plan, Éric Benoît a poursuivi par l'étude des systèmes lents-rapides et de leurs "canards" en dimension 3, ce qui a constitué le thème de sa remarquable Thèse d'Etat soutenue à Nice en 1984 juste après son retour d'Algérie.

Les quatre coopérants inventeurs de "canards", se sont profondément impliqués dans le vie scientifique algérienne. Dans le bouillonnement intellectuel qui a accompagné ces recherches se sont nouées de solides relations transméditerranéennes à la fois professionnelles et amicales dont témoigne en particulier le colloque des Andalouses (dans les environs d'Oran) organisé en 1984 par Rachid Bebbouchi et Francine et Marc Diener et dont les actes ont fait l'objet d'une publication CNRS-OPU. Ce colloque dont le titre est *Analyse Non Standard et représentation du réel* a réuni nombre des acteurs de la coopération mathématique Algéro-Française autour de l'analyse nonstandard et des équations différentielles. Après un net ralentissement dû aux événements en Algérie dans les années 90, cette coopération a repris avec force et Éric Benoît en a été un acteur constant, en tant que co-responsable de projet (comme le partenariat Hubert Curien Tassili de 2005 à 2008), en tant qu'intervenant dans de nombreuses écoles (Alger, Alger-Oran-Mostaganem, Tlemcen, Bou Saada, Sidi Bel Abbes) ou encore en accueillant des jeunes chercheurs ou étudiants algériens pour des stages de recherche en France. Ce long rappel permet de mettre en évidence le terreau algérien qui, conjointement à l'impulsion des idées de Reeb, a permis l'émergence du phénomène "canard". Il est notable qu'en dépit d'une polémique initiale stérile sur la valeur de ces travaux, le concept de "canard" est maintenant reconnu comme un fait scientifique important dans le champ des systèmes dynamiques, particulièrement les "canards" en dimension 3 qui jouent un rôle clé dans l'explication d'oscillations complexes observées dans l'équation de Van der Pol forcée, comme l'avait fait Éric Benoît dans sa thèse, et de nombreux modèles utilisés dans les sciences biologiques comme, par exemple, l'équation de FitzHugh-Nagumo. Les "canards" sont toujours l'objet de nombreux travaux avec une grande variété de méthodes, ainsi qu'en témoigne le colloque de La Rochelle et de nombreuses autres manifestations dans le monde.

Cette belle réussite montre la pertinence des intuitions de Reeb et récompense le goût de l'aventure de quatre jeunes mathématiciens, dont Éric Benoît, qui ont préféré les chemins de traverse aux autoroutes bien balisées d'une science plus académique.

Une autre contribution remarquable, quoique moins connue, d'Éric Benoît est son travail sur les processus de diffusion dont il faut dire un mot. Une équation différentielle stochastique (ou processus de diffusion) est un objet mathématique assez abstrait à base de processus de Wiener. Dans un petit livre *Radically Elementary Probability Theory*, E. Nelson, auteur du dialecte nonstandard utilisé par les élèves de Reeb, propose une version "radicalement élémentaire"du processus de Wiener. C'est à partir de cette version que E. Benoît a proposé une construction des processus de diffusion. Assez peu porté sur l'auto-promotion, Éric Benoît n'a publié que des versions très brèves de son travail. Mais heureusement pour les personnes intéressées par les approches « à la Nelson » des processus stochastiques, une version complète circule sous le manteau.

Le titre du colloque met en valeur un deuxième champ scientifique dans lequel Éric Benoît a eu une activité importante, à savoir celui de la modélisation en dynamique des populations. Comme on le sait, ce champ scientifique fait un large appel aux équations différentielles et/ou aux processus stochastiques. La compétence d'Éric Benoît dans ces domaines ne pouvait être que fructueuse. Ses talents pédagogiques et sa volonté de dégager les idées simples de toute enveloppe technique lui ont permis de dialoguer avec nombreux scientifiques non nécessairement mathématiciens et de mener des collaborations fructueuses et variées. Sans être exhaustif citons ses contributions à la "réduction de modèle" (il s'agit de réduire le nombre d'équations de modèles qui en comportent trop pour être directement analysables) que ce soit en "agrégeant des variables", avec P. Auger ou en découplant les équations en jouant sur les échelles de temps avec J.-L. Gouzé. Il a élaboré avec ce dernier un algorithme de réduction des modèles basé sur les ordres de grandeur des paramètres et inconnues de manière à décomposer l'espace d'états en différentes boîtes et à écrire le système différentiel initial comme un champ lent-rapide dans chacune des boîtes. Plus près encore des applications, il a travaillé à l'élaboration d'un modèle utilisant les chaînes de Markov dans des réseaux de compartiments dans un travail avec des écologues et biologistes (C. Bacher, N. Niquil et D. Leguerrier). Enfin, avec M.-J. Rochet (IFREMER, Nantes), il a élaboré un modèle de dynamique pour les populations de poissons océaniques. Ce modèle conduit à une équation d'évolution, avec un opérateur contenant des dérivations et des convolutions pour lequel des résultats théoriques et des simulations ont été obtenus. Cette approche a été récemment adaptée à la dynamique du zooplancton dans le cadre de la thèse de Jonathan Rault. Il semble bien que ce modèle puisse encore être la source de nouveaux problèmes intéressants.

Ajoutons pour terminer que, pour tous ceux qui eurent la chance de travailler avec Éric ce fut toujours un rare plaisir intellectuel. Sa capacité à trouver de bonnes notations et des bons changements de variables pour mener à leur terme des calculs a priori désespérés a montré à beaucoup comment esthétique et rigueur s'allient pour faire de belles mathématiques.

3 Remerciements

Les éditeurs tiennent à remercier plus particulièrement :

- Claude Lobry et Tewfik Sari pour, entre autres, leur aide appréciable lors de la rédaction de cet avant-propos ;
- les membres du conseil scientifique, à savoir Jean-Pierre Françoise, Augustin Fruchard, Jean-Luc Gouzé, Claude Lobry et Guy Wallet, qui ont assuré avec sérieux et professionnalisme leur mission de garantie scientifique, que ce soit pendant la préparation du colloque ou après, pendant toute la longue période nécessaire à l'élaboration de ces actes ;
- les auteurs des contributions présentées dans ce volume grâce auxquelles ce numéro spécial est un témoignage d'une recherche vivante et multiforme ;
- tous les participants au colloque qui ont fait de ces journées une belle rencontre scientifique et un moment festif dédié à notre collègue Éric Benoît.

Nadir Sari et Guy Wallet
Editeurs du numéro spécial de la revue ARIMA dédié à ces actes