

## Vie de la communauté

### LE ZÈBRE

par Grégory Nuel

VIE DE LA COMMUNAUTÉ



**Bernard PRUM**  
(1946-2015)

Bernard Prum avait coutume de dire : *“Pour écrire une thèse sur les zèbres, il faut en voir !”*. Je crois que cette phrase à elle seule, résume assez bien son engagement en tant que mathématicien. Comme nous tous, Bernard chérissait la construction intellectuelle, la rigueur, le formalisme, l’abstraction, mais contrairement à beaucoup, il n’opposait jamais ces notions à l’intuition, l’exemple, l’illustration, l’application.

**On définit un zèbre comme un animal bi-colore à  $n$  pattes. Sans perte de généralité, on suppose que les pattes d’un zèbre sont ordonnées par longueurs croissantes et sont toutes de longueurs strictement positives.**

Je me souviens d’une discussion que nous avons eue où je déplorai d’avoir découvert très tardivement la beauté et l’intérêt de certaines notions de mathématiques classiques qui m’avaient pourtant été présentées par d’éminents professeurs pendant ma formation universitaire. Il avait alors évoqué une image, celle

## Vie de la communauté

---

d’un alpiniste qui veut ouvrir une voie vers un sommet. Il essaye une faille, abandonne, en reprend une autre, pose un piton, recule, installe une échelle et finit enfin, péniblement, laborieusement, par atteindre le sommet.

Arrivé à son but, il contemple la voie qu’il vient d’ouvrir, longue, chaotique, pleine d’hésitations, en un mot inefficace. “*On peut grimper jusqu’ici de manière bien plus élégante*” se dit-il. Il commence alors à supprimer ici ce piton inutile, là cette échelle disgracieuse, découvre avec stupeur une prise infime au milieu d’une paroi lisse qui lui permet de raccourcir encore le parcours et il finit par créer une voie aussi élégante et subtile qu’exigeante et contre-intuitive. Et c’est évidemment cette voie là qu’il va désormais s’efforcer d’inculquer à ses élèves forcément imbéciles puisqu’ils ne parviennent pas à faire ce que lui accomplit désormais avec une aisance déconcertante.

**Un zèbre ayant deux pattes dont les extrémités sont confondues est dit dégénéré. Un zèbre dont les extrémités des pattes appartiennent à un plan est dit stable. Un zèbre dont toutes les restrictions à  $n - 1$  pattes sont stables est dit hyperstable.**

Eh bien Bernard Prum n’était pas de ces enseignants-là. Il n’hésitait jamais à montrer le cheminement intellectuel à partir du cas particulier, à pousser ses étudiants à faire leurs propres erreurs, leurs propres découvertes et surtout à leur montrer des zèbres. Dans le contexte de l’enseignement des probabilités et statistiques, cela passait évidemment par la simulation, par l’expérimentation numérique. Simuler des données selon un modèle, changer les paramètres et observer les conséquences, étudier de manière empirique les propriétés d’estimateurs ; c’est cette démarche que Bernard Prum a toujours cherché à inculquer à ses élèves. Et quand on constate aujourd’hui la profusion d’outils permettant justement de mélanger l’écriture mathématique et le calcul numérique (langages *markup/markdown*, *Sweave/Knitr*, *R presentation*), parfois même de manière interactive (*IPython Notebook*, *Shiny* pour *R*), on comprend à quel point cette vision se popularise (à raison !) aussi bien pour l’enseignement que pour la recherche (*Open Science*, *Open Data*, *Open Code*).

**Théorème : tout zèbre non dégénéré à  $n = 4$  pattes est hyperstable.**

**Conjecture : pour tout  $n \geq 5$ , les zèbres hyperstables forment un ensemble d’intérieur vide dans l’ensemble des zèbres.**

Une autre caractéristique de l’approche de Bernard Prum était le refus systématique, comme il disait, de “couper les *epsilons en quatre*”. En effet, qui d’entre nous ne se souvient pas d’un cours d’analyse un peu poussiéreux durant lequel le professeur très sérieux annonce à ses étudiants désespérés qu’il va maintenant montrer que le terme  $A$  de son expression plus petit que “ $\varepsilon/7$ ”. Si cette approche ta-

tillonne peut prêter à sourire, elle s’accompagne trop souvent d’un enseignement aussi rigide qu’inefficace où la recherche compulsive de la rigueur s’impose partout au détriment de l’intuition et de la didactique.

Voilà pourquoi, dans son excellent livre “*la démarche statistique*”<sup>1</sup> — dont je conseille la lecture à tout statisticien, ne serait-ce que pour son chapitre sur “*les trois tests*” — il commence par expliquer d’une manière parfaitement argumentée pourquoi il s’affranchira dans tout son livre du sacro-saint “*soit  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$  un espace probabilisé*”. C’est en suivant cette philosophie que je propose à mes étudiants de noter par une probabilité ponctuelle la densité d’une variable continue, ou bien que je préfère éviter l’introduction de notations complexes en énonçant un théorème en prose.

**Projet *HyperZebre* : hyperstabilité des zèbres à  $n$  pattes et application à la préservation de la biodiversité naturelle en Afrique de l’Est.**

Mais la caractéristique la plus forte et la plus exceptionnelle de Bernard Prum était certainement son intérêt sincère pour les applications et en particulier les applications biomédicales. Il avait une véritable passion pour la biologie - dont il dévorait avec émerveillement les ouvrages de référence - et un immense respect pour les biologistes, épidémiologistes et autres médecins avec qui il collaborait. Lui qui parlait de nombreuses langues (de l’espagnol au russe, du nahuatl à l’arabe) était également capable de discuter de son sujet de recherche avec un généticien ou un immunologiste et donc, forcément, de comprendre avec aisance les besoins statistiques (ou autres) de ces derniers. Combien de collaborations mutuellement fructueuses ont-elles ainsi pu démarrer grâce à cette relation de confiance, loin de l’image (trop répandue) du mathématicien dans sa tour d’ivoire, drapé dans sa supériorité et toisant le reste du monde !

C’est en suivant les pas de Bernard Prum que je me suis efforcé ces dernière années d’observer au plus près l’acquisition des données que je souhaitais étudier : assister à une consultation de génétique du Cancer à l’Institut Curie, visiter le village Béninois où se déroule une étude sur le paludisme, parler avec les spécialistes de micro-algues toxiques de l’institut Louis Malardé de Tahiti. Ces démarches, souvent perçues comme *étranges* pour un mathématicien, m’ont non seulement incroyablement enrichies sur le plan humain mais aussi sur le plan scientifique. Elles ont permis dans chacun de ces cas de construire (et financer !) des projets de recherche originaux et productifs, aussi bien sur le plan des applications que de la méthodologie.

<sup>1</sup>B. Prum (2010), éditions Cépadues

## Vie de la communauté

---

Pour conclure, je dirais que Bernard Prum n’était pas seulement un grand scientifique et un grand mathématicien, il était aussi et surtout un grand mathématicien *appliqué*. Et si nous ne croiserons désormais plus son visage jovial et sa bienveillance dans nos séminaires et conférences, sa philosophie et sa vision résolument moderne des mathématiques et de leur place dans le monde restent bien vivantes en nous et pour longtemps.

### INVITÉS

#### CMAP, Ecole Polytechnique

Communiqué par Aline Lefebvre-Lepot (CNRS - CMAP/Ecole Polytechnique)

#### **Piotr G. Grinevich,**

Landau Institute for Theoretical Physics (Russian Academy of Science).

Octobre 2015.

*Spécialités* : Physique mathématique.

*Contacts* : pgg@landau.ac.ru

et Roman Novikov, novikov@cmap.polytechnique.fr

#### **Jimmy Olsson,**

Department of mathematics, KTH Royal Institute of Technology, Sweden.

Octobre 2015

*Spécialité* : mathematical statistics and applied probability (particle filter, Hidden Markov Models, financial econometrics).

*Contacts* : jimmyol@maths.kth.se

et Eric Moulines, eric.moulines@polytechnique.edu

#### **Jeffrey Rauch,**

Ann Harbor, Université du Michigan.

Février 2015.

*Spécialités* : Equations aux dérivées partielles.

*Contacts* : rauch@umich.edu

et Grégoire Allaire, allaire@cmap.polytechnique.fr