Yuri Ivanovich Manin

1937-2023

à Xenia, avec affection

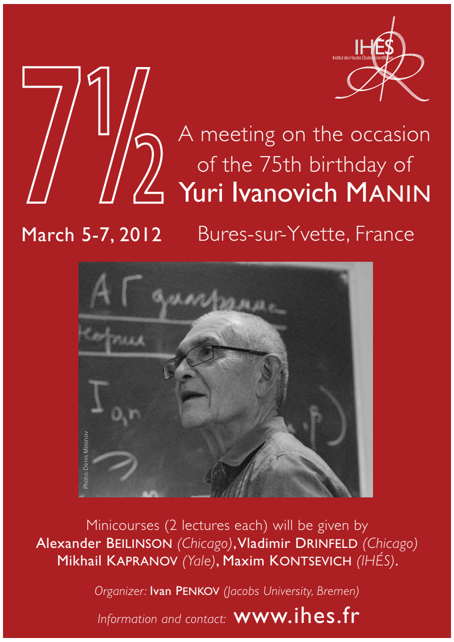
Né le 16 février 1937 à Simferopol (Crimée), Yuri Manin (Юрий Иванович Манин) est décédé le 7 janvier 2023 à Bonn (Allemagne). Après des études secondaires dans sa ville natale, il entre à l'Université de Moscou en 1953 et passe sa thèse en 1960 à l'Institut Steklov sous la direction de Chafarievitch. Il tirera de sa rencontre avec Grothendieck, lors d'un bref séjour en France en 1967, le premier article paru sur les motifs. Longtemps interdit de voyage à l'étranger ensuite pour raisons politiques, il est tout de même venu en France en 1989 pour une visite dont il reste un enregistrement vidéo [1] d'une discussion avec Bernard Julia, Jean-Michel Kantor et Jean-Pierre Serre. Après la chute du mur, il passe une année au MIT en 1991, puis devient en 1992 un des directeurs du *Max-Planck Institut für Mathematik* à Bonn. En 2005 il devient émérite, mais est resté toujours actif jusqu'à ses derniers moments.

Dès 1966 Manin se fait connaître de la communauté internationale par sa preuve de la conjecture de Mordell-Weil pour les corps de fonctions. Son nom deviendra d'ailleurs vite commun : connexion de Gauss-Manin, obstruction de Brouwer-Manin, construction d'Atiyah-Drinfeld-Hitchin-Manin pour les instantons sur la sphère S^4.

Ses intérêts débordent largement les mathématiques : philosophie, linguistique, littérature, psychologie, esthétique, ... Il écrit des poèmes. Polyglotte, il a par exemple traduit en russe la poésie de François Villon. Il aimait citer le mot italien *varietà* de la Renaissance comme le pilier central de sa vie intellectuelle.

Auteur de 13 monographies, de plusieurs centaines d'articles, directeur de plus de cinquante thèses, il balaye les sujets mathématiques les plus divers (géométrie algébrique, formes modulaires, physique mathématique, « science fiction » comme il aimait dire). On ne peut mieux le décrire en quelques lignes que ne l'a fait Roy Abrams en conclusion du texte accompagnant ses entretiens passionnants avec David Eisenbud filmés pour la *Simons Foundation* [2] : « *With his formidable erudition and a self-deprecating wit – he calls some of his more outlandish notions "science fiction" – Yuri has explored the interplay of ostensibly dissimilar areas of mathematics and shown time and again that the boundaries that divide them from one another, and from the culture at large, are porous.* »

Après sa brève mais très féconde visite en 1967, Manin a visité l'IHÉS plusieurs fois dans sa carrière, notamment en 1989, 2000, 2008, et 2012 à l'occasion de la conférence « 7 1/2 » célébrant son 75^e anniversaire, avec des mini-cours de certains de ses meilleurs étudiants, dont voici le poster :



Les témoignages que nous avons rassemblés attestent de la profondeur de sa vision et aussi de sa personnalité si attachante.

J.-P. Bourguignon (IHÉS), M. Demazure

1. https://e.pcloud.link/publink/show?code=XZ6vFhZPSubSQd8x5JhGlq8hLYJA7dbMwjy
2. https://www.simonsfoundation.org/2012/01/27/yuri-manin/

Phillip Griffiths, IAS, Princeton

Yuri Manin was truly a Renaissance person. As much as anyone I have known, both from within the mathematics community and from outside it, his interests ranged far and wide. These were not just casual interests; they involved substantive engagement, be it in physics, psychology, philosophy, or the other areas Yuri touched on. And in mathematics his interests and contributions ranged across our field in the manner of Hermann Weyl.

On a personal note, I think that for most of us there are a very few works in mathematics that shaped our understanding of and work in our subject. For me, Yuri's papers on Mordell's conjecture over function fields were absolutely seminal. Periods of integrals of algebraic functions are generally transcendental. Among their many beautiful properties none is more fundamental than that they satisfy algebraic differential equations. The general modern formulation of this, christened by Grothendieck as the Gauss-Manin connection, appeared in Yuri's papers. And although I had studied them, there is nothing quite like having had the experience of Yuri explaining them to me in person as he did in Mumbai in 1968. Our community was immeasurably enriched by the research, the work and the overall mathematical presence in all its aspects of Yuri Manin.

Jean-Michel Kantor, Paris

J'ai fait la connaissance de Yuri Manin l'hiver 1976, alors que je me glissais en débutant dans les séminaires mathématiques de l'université de Moscou MGU, ceux d'Arnold, de Gelfand, de Manin. Les étudiants comme les professeurs ne semblaient pas attirés par un jeune étranger (on était en pleine période brejnévienne), seul Yuri Manin m'a demandé des nouvelles des mathématiciens de Paris qu'il n'avait pas visités depuis une dizaine d'années.

Une longue conversation naquit entre nous, qui se prolongea au fil des années, facilitée par internet. Je fus vite fasciné par son goût pour toutes les cultures : dans sa jeunesse il a traduit Villon en russe, il a étudié en profondeur la psychologie, la psycho-linguistique, la psychanalyse – Freud comme Jung... – En témoigne le passionnant recueil [6]. Son amour pour toute la culture et son attachement à son unité vont de pair avec un regard critique : Manin reste à distance des phénomènes, des structures organisées, il s'intéresse en profondeur à la philosophie, à la politique, à la psychanalyse, sans adhérer, et garde ainsi le pouvoir d'une critique créative. Ce choix s'exprime aussi par un humour communicatif, que l'on retrouve dans certains de ses articles comme celui sur la théorie des motifs (cf. [5]) avec un exergue emprunté à Raymond Queneau.

L'idée des métaphores parcourt la pensée de Manin depuis longtemps (cf. [4] et [6]), et a sans doute inspiré son rôle moteur à partir des années quatre-vingt dans le rapprochement entre mathématiciens et physiciens. Ce rapprochement spectaculaire fut au cœur de la discussion avec Jean-Pierre Serre et Bernard Julia (cf. note 1) que j'ai organisée en 1989 lors du retour de Manin à Paris après vingt ans d'absence.

C'est sous forme métaphorique que Manin évoquait la relation entre mathématiques et physique dans son Séminaire de l'automne 1977. Manin explique (selon les notes de Vladimir Drinfeld [3]) que l'étude de la physique pour un mathématicien est comparable à celle de l'éthique humaine pour un Martien. Heureusement, dit-il, il y a des sources pour aider le Martien : les fables d'Ésope (mais elles pourraient perdre le Martien avec ses renards et ses loups) et l'éthique de Spinoza. Pour l'étude de la physique, le mathématicien dispose des leçons de Feynmann (elles correspondent aux fables d'Ésope) et des volumes de Landau-Lifschitz (l'analogue de Spinoza). C'est une autre forme de métaphore, mathématique celle-là, que Manin voit dans la preuve d'existence de Dieu par Anselme, devenue preuve d'existence des infinis dans la théorie des ensembles, où interviennent les mathématiciens membres d'une secte mystique, les Adorateurs du Nom, à l'origine de l'école de Moscou [4]. Manin, installé au *Max Planck Institut* à Bonn depuis 1993, lit notre livre et un jour je reçois des poèmes que cette histoire lui a inspirés (cf. [6] en russe). Les vers sont associés au spectacle des barges circulant sur le Rhin, chacune avec un nom propre, qu'il observe depuis son appartement. En voici un extrait :

Des barges sur le Rhin *(élégie) - Extrait*
IMMACULATA se câline timidement
vers la rive gauche ; elle tente de celer
son visage du voile d'une faible fumée.
Dieu ne peut être connu, mais il peut être nommé.
Le Nom de Dieu est Dieu lui-même,

3. https://www.mathnet.ru/php/conference.phtml?option_lang=rus&eventID=1&confid=2229
4. Graham, Loren, Kantor, Jean-Michel, *Au Nom de l'infini : une histoire vraie de mysticisme religieux et de création mathématique*, Belin, 2010.

Ils le croyaient les Adorateurs du Nom.
Starets Ilarion, Pavel Florensky.
Et l'infini ne peut être perçu et connu,
mais il peut être nommé (les Alephs de Cantor).
Qui peut connaître les chalands ?
Qui les nomme ?
Ils – ou Elles – sont tout autant
au-delà de la compréhension des mortels.

Pour conclure ce souvenir ému, une pensée qu'il prononça à plusieurs reprises, reflet d'une vie réussie : *« Le destin m'a trop bien traité, j'ai eu le meilleur professeur, le meilleur des métiers et la meilleure des femmes »*. Ou encore ce vers de T.S. Eliot qu'il citait volontiers (*Four quartets, II*) *« For us, there is only the trying. The rest is not our business. »*

Arkady Vaintrob, University of Oregon

I met Yuri I. Manin quite by chance. Yakov G. Sinai, with whom I was working on a problem from ergodic number theory, sent me to Manin to ask what else could be done in the area. Manin gave some advice and, in passing, mentioned that one could start working not with problems but with the study of interesting topics and only then look at what could be done there. I really liked this approach and, after some time, I asked to become Manin's student. Subconsciously, I sensed that he was a divine messenger sent to reveal mathematical miracles and mysteries to mere mortals.

Manin's scope of mathematical interests was immense; he had worked on number theory, algebraic geometry, integrable systems, mathematical logic, homological algebra, differential equations, theory of super-manifolds, quantum groups, coding theory, gauge theory, string theory, quantum computers, and more. When choosing his next area of study, Yu.I. was guided solely by his own internal logic. He was an extraordinarily independent person who completely ignored fashion and the spirit of competition. Manin's circle of scholarly interests was not limited to mathematics and physics; he was equally enthusiastic about linguistics, psychology, literary criticism, and poetry.

Many outsiders may have seen decadence and snobbery in Manin's manners and breadth of interests, but his close friends and students knew that he was a true Renaissance man, a knight of science driven solely by the thirst for knowledge and truth. It is no wonder that Manin was the inspiration for mathematician Vecherovsky, the character of the Strugatsky brothers' novel *One billion years before the end of the world.* Vecherovsky was so fanatically devoted to science that he decided to continue the research of several other scientists who were forced to abandon their work due to the universe's colossal resistance threatening their well-being.

One of Manin's lifelong passions was poetry. Half-jokingly, he said that five generations of the Manin family had inherited a "passion for versifying" starting with his grandfather. Indeed, his poetic sensibility emerged earlier than his mathematical talent. He recalled how, at six years of age, he was tasked with learning the Soviet anthem in kindergarten and was appalled by its poor rhymes. Seven decades later, Yu.I. was the only mathematician whose poetry was included in the fundamental anthology *Russian Poetry 1950-2000*.

I would like to conclude by sharing a poem in memory of Yu.I. Manin's passing on Christmas Day this year, written by my wife, Yulia Nemirovskaya :

Amidst the fir trees and winter mulled wine,
The Lord sighed that he was not with Him.
He spoke: "Long have I waited for him,
For feeling, for pondering.
I'll bestow him a part of heaven,
An uncharted region of the mind..."
And as a Christmas gift, he took him -
Leaving us only these twinkles behind.

David Eisenbud, Berkeley

I first met Yuri when we were both visiting to lecture in Madrid at the Universidad Complutense – I think it was in the Spring of 1991. My high-school-age son Daniel was with me and Xenia was along with Yuri. It had just become possible for Russians to travel to the West, and I believe that it was Yuri and Xenia's very first such trip.

We all had the week-end free and decided to go together to the ancient town of Toledo, an easy train ride and a place of great historical significance. Daniel spoke Spanish the best of us and could translate if needed. I remember approaching the walled city on foot, the path leading up the wall from the outside; Yuri remarked that we might have been in the Middle Ages.

Once inside the town we went first to admire the El Greco Museum and then wandered the ancient city. Yuri knew far more than I did, of both history and art. He never showed off his knowledge, but he was a wonderful teacher.

We bought some local ham, cheese and bread for a picnic; but where to eat it? We happily sat in the shade against a wall on a quiet street. I remember a Spanish couple passing by; they looked down at us and one said to the other, with considerable annoyance: "Roma!" (Gypsies!). We were, indeed, mathematical wanderers.

Later in the day, we sat at leisure in a café, enjoying the warm sun and the view. Yuri mused that he had never expected that being a mathematician would lead to traveling in this way...

Years later, I visited Yuri and Xenia in Bonn, where he was a Director of the *Max Planck institut*. I was impressed by the cool elegance of their apartment, which perfectly matched my sense of the couple. I remember Yuri's expounding on the character of the "trickster" across literature and culture. Yuri's calm persona seemed to me opposite to the trickster's – perhaps one source of his interest.

Yes, we also talked about mathematics. I was then working on some aspect of the Bernstein-Gel′fand-Gel′fand correspondence, and remarked on the close relation of that idea to Beilinson's famous resolution of the diagonal on projective space. Yuri knew both sides of the story and suggested the key to the connection: *"Both Beilinson and Gel′fand"*, he said, *"were in a lecture that I gave..."*

Still later, when I was working at the Simons Foundation, I initiated a series of long-form video interviews with eminent scientists called *"Science Lives"*. Each subject was asked to name a "listener" – someone sympathetic who would understand enough of the subject's mathematics so that some of the talk could be technical, as well as personal, typically a former student or long-time colleague. Yuri was an obvious candidate for the series and agreed to take part. When I asked him whom he would like to have in as listener, I was surprised and pleased that he chose me (see footnote 2)!

Maxim Kontsevitch, IHÉS

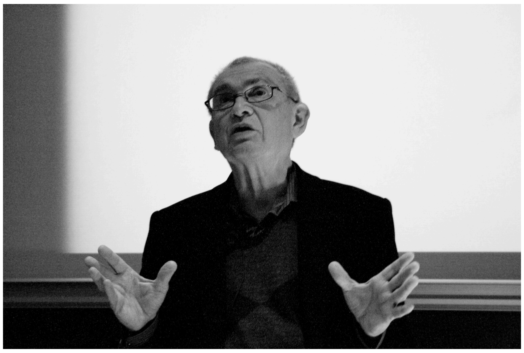
In the beginning of January, just few days after the sad news about Yu.I. Manin's death spread among his friends and students, a small memorial event was held in Bonn (it was totally ephemeral, there is no record left). I was asked to do a review of Manin's mathematical work – my goodness! Even the mere listing of topics makes one dizzy.

His legendary seminars were held 2 to 3 times a week for about two decades in Moscow, and then continued in Bonn and other places in the West after the perestroika. It was a fantastic school of *Mathematica Universalis*, an immersion in a whirlpool of ideas and topics, both for his students and for those who simply attended his seminars (such as, in my time, Alexander Goncharov or myself). In my opinion, this was one of the most important seminars (along with the Gelfand seminar) – not only in Moscow – of the second half of the last century, but in the entire history of mathematics. Many new topics and ideas were born there. I recommend that the reader turns to [3] recording just the period 1984-1986.

The seminars were held in different formats, often given by his students (Alexander Beilinson and Mikhail Kapranov in my time, in the 1980s), or by Manin himself when he gave a mini-course, or sometimes a talk on someone else's work (for example, Donaldson's theorem for Hermitian Yang-Mills, or even once on a very unserious topic: Conway's recursion $0 \to 10 \to 1110 \to 3110 \to 132110 \to \ldots$).

At any given moment Manin seemed to move completely from a previous subject to a new one. When I was present, there were not even a whiff of initial interest from another era in, say, rationality questions, p-divisible groups or modular forms. An apocryphal story from the 70s : after the summer break, a student came to Manin explaining his new results in number theory, and got in response: *"Didn't you know that it's been 3 months since I switched to logic?"*.

About preparing lectures, he was writing a very precise "battle plan" of the talk on a piece of paper in the landscape format, with the predefined places where on the blackboard to put definitions, examples. etc.



© Jean-François Dars 2012

When writing, he was always looking for the ideal phrase. I have witnessed it firsthand during my collaboration with Manin in the early 90s at the *Max Planck Institut in Mathematik*, in the infancy of what we baptised Gromov-Witten invariants. Some find his perfectionism a bit annoying, as for instance my own teacher Israel Gelfand, who once told me that Manin's mathematical texts reminded him of an omelet that was too perfectly cooked.

Around New Year's Eve time, Manin had a personal tradition of writing "the formula of the past year" on a piece of paper. For him mathematics was an infinite journey in which new horizons were always opening up. He worked essentially every day, and until the very end.

Manin was a mathematician-philosopher, like e.g. Henri Poincaré or Alexander Grothendieck, and a magnificent wordsmith. He was very prone to introspection, wrote extensively about the "purpose" of mathematics and its dialogue with physics, and made numerous forays into psychology, linguistics, comparative literature, etc. (I suggest consulting the wonderful collection [6] in the language of your choice English/French/Russian, – preferably the latest edition).

Several times, different currents of ideas and themes in Manin's universe suddenly started talking to each other. Perhaps the best example is when the Langlands programme began to interact with the ideas of integrability in mathematical physics, and after that with quantum groups and braid symmetry (in the works of Vladimir Drinfeld and of Ivan Cherednik). Rationality issues from Manin's youth were resurrected later in the idea of height counting functions developed together with Yuri Tschinkel and Victor Batyrev, making resonances with the nascent minimal model programme (and the central role of the sign of the canonical class, also ubiquitous in differential geometry), and then having beautifully behaving analogs in quantum cohomology.

I remember back in Bonn around 1992-1993 when we collaborated on the translation of Edward Witten's paper on topological σ-model to a rigorous formalism. Manin told me then he hadn't felt such a pleasure in doing math in a long time. The subject of quantum cohomology and mirror symmetry opened a completely new and unexpected face of algebraic geometry, and both Manin and I have been enchanted by mirror symmetry for years.

Manin used to say that the ultimate question of mathematics is: "what is a space"?. In the talk opening the *Arbeitstagung* in 1984 (delivered by Sir Michael Atiyah), he made a very inspiring proposal/prediction well ahead of his time. His "manifold 2000" has three types of dimensions, it should be a super scheme over $\operatorname{Spec}\mathbb{Z}$ with the Calabi-Yau metric on the set of complex points.

My guess is that eventually he found the realms of algebraic geometry and number theory too narrow, and started to explore the new extremely fertile worlds offered by theoretical physics, with supersymmetry, with a built-in infinite-dimensionality, with amazing new algebraic structures (compared with traditional pure mathematics), etc.

His later writings deal with some new categorical directions, that (to my knowledge) are not yet understood/digested by our community, except for a few close collaborators.

Yuri Manin is for me an eternal hero, one of few truly universal mathematicians, not only a discoverer of new results, theories and concepts, but also a knight of mathematics who helped to preserve the honour of our science.

Athanase Papadopoulos, CNRS Strasbourg

La première fois où j'ai parlé avec Yuri Manin, c'était en juillet 1994. J'étais invité pour quelques mois à l'Institut Max Planck de Bonn, et Manin était déjà là-bas comme un des directeurs de l'Institut. Je venais de terminer la lecture des *Mémoires* d'Andrei Tarkovski des années 1970-1986, publié par les *Cahiers du Cinéma*. Dans les premières pages, Tarkovski parle de Manin. Ce jour-là, à l'heure du thé, j'ai rencontré Manin, et je lui ai dit que Tarkovski parlait de lui dans son livre. Il m'a demandé « *Quel Tarkovski ?* » C'est vrai qu'il y a le père, Arseni Tarkovski, le poète, et le fils, Andrei. Je lui ai dit : « *Andrei, le cinéaste.* » J'avais le livre dans mon bureau et je le lui ai montré. Il était visiblement touché. il a photocopié quelques pages du livre et il m'a demandé de lui en acheter une copie quand j'irais de nouveau en France. Dans ce passage, Tarkovski relate un débat qui a eu lieu, après la première projection de son film *Andrei Roublev*, à l'université de Moscou, après laquelle Manin était intervenu. Parlant de ce débat, Tarkovski écrit : « *Quel niveau ! Nul et débile. Mais il y a eu une intervention, celle d'un professeur de mathématiques, lauréat du prix Lénine, un certain Manin (il ne doit pas avoir plus de trente ans) qui est remarquable. Je partage son point de vue. évidemment, on ne peut pas dire ces choses-là de soi-même. Mais c'est exactement ce que je pensais quand j'ai fait* Andrei Roublev. *Et pour ces paroles, je dis merci à Manin.* » Tarkovski rapporte ensuite une partie de ce que Manin a dit.

Plusieurs années plus tard, nous avons reparlé de cet épisode. C'était pendant le covid, et on correspondait par mail. Yuri m'écrit, le 20 mars 2020 : « *[...] I am trying to be quiet and keep my feelings.*

My ultimate joke about all of it : after all, we have read Gogol, Kafka, etc. [...] Let us watch Tarkovski. » Le titre du mail était d'ailleurs « Tarkovski » . Il m'a rappelé alors son intervention à l'université, au moment de la projection d'*Andrei Roublev*. Je reproduis ici une partie du mail : « *It was the first ever public screening of* Rublev *; it was at the Moscow University Club (a former Orthodox Church, now again). I was then a young math professor at the university, and I was invited to attend it. After the screening, several persons from the public (I do not know who, probably, a party committee required it from them) delivered very critical speeches. I was very angry, ran to the podium and defended Tarkovski and his creativity.* »

La nouvelle de la disparition de Manin fut pour moi, comme pour tous ceux qui l'avaient connu, un choc. Il était certainement l'un des plus grands mathématiciens de notre temps, mais aussi un humaniste, philosophe, écrivain, poète et artiste. Il était surtout tout cela ensemble, c'est-à-dire un homme de la Renaissance vivant aux xx^e^ et xxi^e^ siècle.

Caterina Consani, John Hopkins University

It was Spring 1995, and with some friends, we drove from Hyde Park to Evanston: at Northwestern University, Yuri Manin gave his course in the afternoon. A few years earlier, Manin published an original article (cf. [1]) proposing a theory I hoped to connect with the results of my Ph.D. thesis. In Arakelov geometry, an arithmetic surface is completed by enlarging the group of divisors with formal linear combinations of the "closed fibers at infinity." In that paper, Manin mathematically justified the idea that the dual graph of any such fiber is describable by an infinite tangle of bounded geodesics in a hyperbolic handlebody endowed with a Schottky uniformization. Following the viewpoint that a "fiber at infinity" is "maximally degenerate," I constructed a complex of real differential forms endowed with an operator acting as the logarithm of the (local) monodromy at infinity. The outcome was the proof of a question – hinted by Manin in his article – that the Archimedean factor of the zeta function of an arithmetic surface is the (inverse of the) characteristic polynomial of an Archimedean Frobenius acting on a space of monodromy invariants.

Excited about this result, I wanted to reach him after one class to discuss this topic, knowing that Manin supported young mathematicians' work. A few years later, at the *Max-Planck Institut* in Bonn, I had this opportunity when, at his seminar, I presented the connections we found, with Matilde Marcolli, in the context of dynamical systems and by implementing techniques of non-commutative geometry [5].

Yuri Manin was an attentive and respectful listener, not used to overwhelming people with the big wave of his mathematical knowledge. Once, he asked, as if he had never considered this topic before: *"What do you think of* $\mathbb{F}_1$*?"* This is the "field with one element" that Jacques Tits envisioned many years before while developing his theory of spherical buildings (cf. note 4). Manin noticed the need for this fundamental structure in Arakelov geometry and imported the ideas of Tits on $\mathbb{F}_1$ into arithmetic geometry combined with André Weil's suggestive analogies on the structures of global fields of different characteristics. He proposed the existence of a common core under $\operatorname{Spec}\mathbb{Z}$.

Together with Alain Connes [6], we pursued this intuition which led us to the development of a geometric theory where the initial object $\mathbb{Z}$ of the category of rings is replaced by the (categorical) sphere spectrum $\mathbb{S}$, which plays the role of the coefficients of an absolute geometry of topos type.

In common with Alexander Grothendieck, Yuri Manin had a tremendous mathematical vision. He perceived the presence of number theoretic entities in quantum physics and successfully motivated why logic speaks to quantum mechanics and noncommutative geometry connects to mathematical physics. With him, we lost a charismatic mathematician and a refined discoverer of hidden symmetries in sciences. I dedicate this poem [7] to his memory:

О милых спутниках, которое наш свет
Своим сопутствием для хас животворили,
Не гobори с тоской: их нет;
Но с благодарностию: были.

Василий Андреївич Жуковский

Matilde Marcolli, CalTech

Je me tiens au milieu de ce qui reste de sa vie : des cartons remplis de feuilles manuscrites laissées dans son bureau à l'institut, des livres à choisir dans sa bibliothèque personnelle, des fichiers inachevés

5. C. Consani, M. Marcolli, *Noncommutative geometry, dynamics, and* ∞*-adic Arakelov geometry*, Selecta Math. (N.S.) **10** (2) (2004), 167-251.

6. A. Connes, C. Consani, *Riemann-Roch for* $\overline{\operatorname{Spec}\mathbb{Z}}$. ArXiv:2205.01391.

7. Voilà une traduction proposée par Maxim Kontsevitch : *De chers compagnons, qui par leur présence à nos côtés\Nous ont apporté la vivacité\Ne dites pas avec tristesse : ils sont partis ;\Mais avec reconnaissance : ils étaient.\Vasilii Andreïevich Joukovski.*

dans l'ordinateur éteint. Qu'a-t-il laissé derrière lui, au-delà de ce grand vide ? Comment lire ce long testament, de plus de trois cents articles, d'une douzaine de livres, de plus de soixante élèves ? On dit que j'ai été la personne avec qui il a le plus collaboré. Cela, c'est vrai, mais je n'ai été qu'une apparition tardive à l'horizon de sa vie, et je ne suis pas bonne interprète de tout ce qui s'est passé avant mon temps. Néanmoins, je dois tenter de donner un sens à cette perte immense : je n'arrête pas de parcourir les anciens articles, essayant d'imaginer ce qu'était cet esprit si familier, à l'époque où je ne le connaissais pas encore.

La seule façon dont je peux décrire les mathématiques de Yuri est comme l'œuvre d'un poète. J'ai été témoin de la touche légère et élégante avec laquelle il composait ses œuvres, de ses métaphores mathématiques audacieuses qui révélaient des liens surprenants, de son intuition, de la palette de couleurs des émotions sous-jacentes. Comment aurais-je pu ne pas aimer tout cela intensément ? Il m'a appris à regarder les mathématiques comme un voyage d'exploration intérieure, comme une expression lyrique de notre créativité. Il m'a fait voir les mathématiques comme un langage des sentiments, comme une substance subtile de l'alchimie, la puissance de sa pensée mathématique étant toujours consacrée à la poursuite de la beauté plutôt qu'à celle du pouvoir.

Il a été mon ami le plus cher, il a été pour moi la lyre d'Orphée.

Nous avons collaboré pendant vingt-trois ans, jusqu'à la fin de sa vie, et je suis douloureusement consciente que je ne connaîtrai plus jamais rien de semblable dans le reste de la mienne. Mais au jeu de la vie, la phase finale requiert une stratégie très difficile et tragique. L'envie, le besoin, de maintenir le même niveau de créativité mathématique devient une lutte jusqu'au dernier sang. Oui, il faut parler de sang, d'une course contre le temps, d'une partie d'échecs avec la mort, pour ralentir le passage des années, des mois qui restent. Les mathématiques, c'est aussi cela.

Je n'avais jamais compris comme au cours de ces deux ou trois dernières années à quel point Yuri avait besoin des mathématiques dans sa vie, presque comme si c'était une nécessité physiologique. J'ai vécu cette accélération finale : les derniers vers du poète, le dernier sang, les dernières pensées mathématiques. Je l'ai vue de l'intérieur, jusqu'à la fin. Des mois plus tard, je me tiens au milieu de ce qui reste de sa vie, cherchant toujours un moyen de lui dire adieu.

Bruno Vallette, univ. Sorbonne Paris Nord

Toutes celles et tous ceux qui ont connu Yuri Ivanovich Manin ont ressenti un immense vide à l'annonce de sa disparition. Une partie du monde et de son humanité nous avait quittée. Mais rapidement, un autre sentiment plus positif, s'est imposé, celui d'avoir eu le privilège de croiser la vie d'un tel géant et d'une si belle personne. On ne peut pas résumer Yuri Ivanovich Manin qui fut à la fois mathématicien, physicien, logicien, linguiste, philosophe, poète, etc. bref un humaniste universaliste. Il faudra beaucoup de témoignages pour apprécier tous les aspects de sa vie.

Ces dernières années, j'ai eu la chance de pouvoir discuter de nombreuses fois avec Yuri Ivanovich et même d'avoir été son collaborateur. À cette occasion, il m'avait raconté sa vision de la rédaction des livres en mathématique, et il en a beaucoup écrit ! Pour lui, tout commençait avec l'émergence d'un monstre tapis dans un coin : un nouveau domaine à comprendre. Lui, modeste chevalier, s'attelait donc à le combattre, c'est-à-dire à le circonscrire, à le digérer. Ce long travail exigeait de prendre des notes. À la fin du combat, soit le monstre l'avait emporté et Yuri Ivanovich s'avouait épuisé devant l'immensité de la tâche, soit le monstre était vaincu et Yuri Ivanovich pensait avoir bien cerné toutes les idées en jeu. Dans tous les cas, restaient ses fameuses notes et il se trouve qu'elles pourraient sûrement être utiles à d'autres, disait-il. Il décidait donc de les publier, sait-on jamais.

Nous, francophones, avons la chance que son livre de réflexions « *Les mathématiques comme métaphore* » vient non-seulement d'être traduit et publié en français, mais surtout que cette nouvelle version ait été enrichie notamment de ses poèmes. Une partie de son univers y est toujours vivant et je conseille vivement à quiconque de s'y plonger, certainement une source de joie. À chaque fois que je pense à Yuri Ivanovich, j'ai en fait en tête le couple qu'il forme avec Xenia Glebovna, à qui vont toutes mes pensées et mon affection aujourd'hui.

Alain Connes, Collège de France

C'est le privilège de quelques mathématiciens de réussir à laisser un héritage durable grâce à leurs travaux révolutionnaires, garantissant que leurs idées continuent d'inspirer et d'influencer de nombreuses générations bien après leur disparition. Cette capacité remarquable est incarnée par les esprits brillants d'Évariste Galois, Bernhard Riemann, Jacques Tits, Alexandre Grothendieck et, plus récemment, Yuri Manin. Il est étonnant que ce soit la partie inachevée de leurs travaux qui soit la plus féconde, la lettre énigmatique de Galois écrite la veille de son duel, l'Hypothèse de Riemann, le « corps à un élément » de Tits et les motifs de Grothendieck par exemple. Leurs contributions au domaine des mathématiques ont laissé un impact considérable et durable, qui va bien au-delà de leurs travaux publiés et continue d'alimenter notre imagination.

C'est Yuri Manin qui a le premier reconnu (cf. [2]) la nécessité de « coefficients absolus » en géométrie d'Arakelov, indépendamment des premières idées avancées par Robert Steinberg [8] et Tits [9] dans le contexte des groupes de Chevalley. L'objectif est de décrire un cadre géométrique pour les corps de nombres, analogue à celui qu'André Weil a utilisé dans sa preuve de l'hypothèse de Riemann pour les corps de fonctions. Plus précisément, on cherche un remplacement pour la surface $C \times_{\mathbb{F}_q} C$, où C est une courbe sur un corps fini $\mathbb{F}_q$, et dont le corps de fonctions est le corps global donné. Manin a postulé l'existence du point absolu $\operatorname{Spec}\mathbb{F}_1$, ce qui permettrait d'appliquer la stratégie de Weil à l'étude de la fonction zêta de Riemann. Pour le schéma algébrique $\operatorname{Spec}\mathbb{Z}$, on pourrait alors utiliser le spectre du produit tensoriel $\mathbb{Z} \otimes_{\mathbb{F}_1} \mathbb{Z}$ comme substitut pour la surface $C \times_{\mathbb{F}_q} C$.

Yuri Manin a toujours prôné la fécondité des interactions inattendues entre différentes approches d'un problème mathématique. La recherche du point absolu $\operatorname{Spec}\mathbb{F}_1$ et des coefficients absolus a été une source constante d'inspiration dans notre travail commun avec Katia Consani au cours des quinze dernières années et engendré les interactions surprenantes avec la théorie des topos, celle des semi-anneaux de caractéristique 1 et celle des spectres en topologie algébrique où la version combinatoire $\mathbb{S}$ du spectre en sphères donne un candidat idéal comme coefficient absolu. Il ne saurait en être question en plus de détails ici mais citons simplement ce court extrait de l'article (cf. [1]) : « *The central question we address can be provocatively put as follows : if numbers are similar to polynomials in one variable over a finite field, what is the analogue of polynomials in several variables ? Or, in more geometric terms, does there exist a category in which one can define "absolute Descartes powers"* $\operatorname{Spec}\mathbb{Z} \times \cdots \times \operatorname{Spec}\mathbb{Z}$ *?* » dont nous avons très récemment admiré la préscience en réalisant (cf. note 6) l'anneau des entiers $\mathbb{Z}$ comme anneau de polynômes à coefficients dans $\mathbb{S}[\pm 1]$.

Le point clé est que l'addition [10] de polynômes $P(X) = \sum_{j \geqslant 0} \alpha_j \ X^j, \quad \alpha_j \in \{-1, 0, 1\}$ avec des coefficients dans $\mathbb{S}[\pm 1]$ est identique à l'addition de vecteurs de Witt pour le corps fini $\mathbb{F}_3$. L'addition $P+Q$ de deux polynômes de degré $\leqslant n$ donne un polynôme de degré $\leqslant n+1$ et la seule règle non évidente à préciser est la somme des deux polynômes constants : $1 + 1 := X - 1$. Au niveau conceptuel, l'important est que l'image de la section de Teichmüller pour $\mathbb{F}_3$ est contenue dans $\mathbb{Z}$, tandis que les vecteurs de Witt avec un nombre fini de composantes non nulles forment un sous-anneau de l'anneau de Witt, et que ce sous-anneau est $\mathbb{Z}$!

Les « puissances absolues de Descartes » suggérées par Yuri Manin nécessiteront la compréhension des produits tensoriels de $\mathbb{Z}$ sur $\mathbb{S}[\pm 1]$, ce qui constituera le prochain test du point de vue visionnaire de Manin.

Références

[1] Y. I. Manin. « Three-dimensional hyperbolic geometry as ∞adic Arakelov geometry ». *Inventiones mathematicae* **104**, nº 1 (1991), p. 223-243.

[2] Y. Manin. « Lectures on zeta functions and motives (according to Deninger and Kurokawa) ». In : 228. Columbia University Number Theory Seminar (New York, 1992). 1995, p. 4, 121-163.

[3] Y. I. Manin. « K-theory, Arithmetic and Geometry ». *Lect. Notes Math.*, nº 1289, Springer Verlag (1987).

[4] Y. I. Manin. « Mathematics as metaphor ». In : *Proceedings of the International Congress of Mathematicians. Kyoto*. 1990.

[5] Y. I. Manin. « Forgotten motives : the varieties of scientific experience ». In : *Alexandre Grothendieck : a mathematical portrait*. Int. Press, Somerville, MA, 2014, p. 299-307.

[6] Y. I. Manin. *Les mathématiques comme métaphore*. Paris, Les Belles lettres (2021), éditions en russe (complète) et en anglais. La réédition en russe contiendra une autobiographie de la jeunesse de Y. Manin.

8. R. Steinberg, *A geometric approach to the representations of the full linear group over a Galois field*, Trans. Amer. Math. Soc. **71** (2) (1951), pp. 274–282.

9. J. Tits, *Sur les analogues algébriques des groupes semi-simples complexes*. Colloque d'algèbre supérieure, Bruxelles 19-22 décembre 1956, Centre Belge de Recherches Mathématiques établissements Ceuterick, Louvain ; Librairie Gauthier-Villars, Paris (1957), 261-289.

10. une fois que l'addition est définie, le produit suit de manière unique en utilisant $X^j \times X^k = X^{j+k}$.