Cédric VILLANI

Né le 5 octobre 1973 à Brive-la-Gaillarde (Corrèze)
Nationalité française
Adresse Internet : http://www.umpa.ens-lyon.fr/~cvillani

Adresse :
11 rue Pierre et Marie Curie, 75230 Paris Cedex 05, FRANCE
Tél. : +33 1 44 27 64 18, fax : +33 1 46 34 04 56.
cvillani@umpa.ens-lyon.fr

Situation professionnelle :
- Depuis septembre 2000, professeur de mathématiques à l'ENS de Lyon (UMPA, CNRS UMR5669).
- Membre junior de l'IUF depuis janvier 2007.
- Depuis juillet 2009, directeur de l'Institut Henri Poincaré (UPMC et CNRS, UMS 839) où il fait de la recherche et de l'administration.

Prix et distinctions :
- Conférence du cycle "Un texte, un mathématicien", Bibliothèque Nationale de France (2010)
- Prix Fermat (2009)
- Prix Henri Poincaré de l'Association Internationale de Physique Mathématique (2009)
- Prix de la Société Mathématique Européenne (2008)
- Prix Jacques Herbrand de l'Académie des Sciences (2007)
- Conférencier invité, Congrès International des Mathématiciens (Madrid, 2006)
- Harold Grad Lecturer, Congrès de Dynamique des Gaz Raréfiés (Bari, 2004)
- Conférencier plénier, Congrès International de Physique Mathématique (Lisbonne, 2003)
- Prix Peccot-Vimont et Cours Peccot du Collège de France (2003)
- Prix Louis Armand de l'Académie des Sciences (2001)

Autres responsabilités scientifiques et administratives :
- Direction de 3 thèses de doctorat.
- Editeur de plusieurs revues mathématiques : Inventiones Mathematicae, Journal of Functional Analysis, Journal of Mathematical Physics, Journal of Statistical Physics. Ancien éditeur au SIAM Journal of Mathematical Analysis (2005–2007), Annales Institut H. Poincaré – Probab. Stat. (2006–2008).
- Expert pour plusieurs agences de recherche en France et à l'étranger : ACI (2003, 2004), ANR (2005), NSERC canadienne, INdAM italien, FWF autrichienne, et évaluation de projets soumis à l'Institut Newton à Cambridge, au PIMS à Vancouver, etc.
- Un grand nombre de conférences dans des congrès internationaux et séminaires de prestige.

Publications :
3 livres et une cinquantaine d'articles dans les meilleures revues internationales de mathématiques.

Activités de recherche :
L'activité de recherche de Cédric Villani est à cheval entre l'analyse, les probabilités, la physique statistique et plus récemment la géométrie différentielle. Il a particulièrement étudié la théorie cinétique de l'équation de Boltzmann, et le transport optimal : deux sujets extrêmement riches.

1. Théorie cinétique. Les recherches de Villani ont pour point de départ les équations mathématiques de la théorie cinétique. Cette théorie décrit un système de particules en interaction, en écrivant une équation aux dérivées partielles (non locale) sur la probabilité de densité de présence d'une « particule typique». Un exemple de cette situation est donné par l'étude d'un gaz (l'atmosphère) ou un fluide (eau) dans lesquels des milliards de molécules bougent dans toutes les directions. Au moment où Villani démarre sa thèse (1994-1998) sous la direction de Pierre-Louis Lions, son directeur vient alors de recevoir la Médaille Fields et poursuit durant plusieurs années une production phénoménale d'articles novateurs concernant les équations cinétiques. Un problème ouvert intéressant, physiquement et mathématiquement difficile, est alors d'étendre cette théorie aux interactions

à longue portée (particules chargées électriquement par exemple), car la théorie de DiPerna et Lions est originellement écrite pour des interactions à courte portée. Lions vient alors de proposer plusieurs pistes intéressantes et une conjecture sur l'apparition de compacité dans le cas d'interactions à longue portée. Cette idée générale initiale va conduire Villani à une série de travaux, en collaboration avec R. Alexandre, qui s'étendront de 1996 à 2004 et qui répondent en grande partie au problème.

Une autre idée forte que va suivre Villani (et qui se différencie fortement de l'approche « solution faible » initiée par Lions dans ses travaux précédents) est celle de prouver des formes quantifiées du second principe de la thermodynamique. L'équation de Boltzmann avait rendu célèbre son auteur, physicien et mathématicien autrichien de la fin du XIXème siècle, entre autres par le fait de lui avoir permis de « prouver » mathématiquement la croissance de l'entropie. Autrement dit la théorie de Boltzmann permettait de faire entrer le second principe de la thermodynamique dans le champ de l'analyse mathématique.

La première découverte de Villani dans ce domaine (en partie en collaboration avec G. Toscani) est la possibilité surprenante et très élégante d'utiliser le semi-groupe d'Ornstein-Uhlenbeck pour relier la fonctionnelle de production d'entropie de l'équation de Boltzmann à celle de Landau.

La deuxième découverte de Villani, en collaboration avec L. Desvillettes, est le fait que, dans le cas spatialement inhomogène, les dérivées en temps successives de cette production d'entropie permettent de saisir et quantifier la façon dont l'opérateur de transport se combine aux mécanismes collisionnels pour empêcher l' "arrêt" sur un équilibre local mais non global.

Villani poursuivra ensuite les intuitions développées dans ces travaux pour les simplifier et les unifier en un tout théorique cohérent avec d'autres travaux qui se développent au même moment autour de la notion d' « hypocoercivité ».

2. Théorie du transport optimal et Géométrie. Cédric Villani s'est aussi attaché à établir un pont entre la théorie du transport optimal et la géométrie. Dans la lignée de l'axe précédent, il va quantifier la production d'entropie et le retour à l'équilibre, l'étude des structures métriques abstraites (sur l'espace des probabilités) dans lesquelles interpréter des équations dissipatives. Le premier travail de Villani dans ce domaine est l'article avec F. Otto qui utilise le point de vue de celui-ci pour étudier les inégalités de type Sobolev et la convergence vers l'équilibre de certaines équations de diffusion. Cet article contient en germe deux idées importantes qui vont devenir des axes de recherche de Villani : (1) l'utilisation du transport optimal et d'équations dissipatives « flot gradient » pour étudier des inégalités fonctionnelles de type Sobolev ; (2) la connexion avec des objets proprement géométriques sur des variétés riemanniennes ; la courbure de Ricci fait ainsi son apparition. Le premier axe sera développé en collaboration avec D. Cordero-Erausquin et B. Nazaret. Le deuxième, avec J. Lott. Villani a depuis poursuivi cet axe de recherche avec l'étude de la régularité du transport optimal.

3. Amortissement Landau. Enfin, Villani, en collaboration avec C. Mouhot, a étudié le phénomène de « relaxation non collisionnelle » connu en physique sous le nom célèbre d'amortissement Landau, du nom du physicien qui l'a découvert en 1946. Ce dernier prédit la stabilité de la configuration homogène dans un plasma sans collision, à une échelle de temps relativement courte. Cette échelle de temps doit être comparée avec la stabilité collisionnelle autour de la distribution maxwellienne sur des temps bien plus longs. Cette séparation d'échelles de temps est importante théoriquement et en pratique ; dans les modèles de mécanique classique en astrophysique par exemple, cette relaxation non collisionnelle est la seule explication qualitative des temps de relaxation étonnamment courts pour les galaxies.

L'effet d'amortissement Landau a été abondamment étudié depuis sa découverte. Cependant les études théoriques ne couvraient jusqu'ici que le niveau linéaire (rigoureusement) et en partie le niveau quasi-linéaire (non rigoureusement). Mais ces derniers régimes ne sont valides que sur des temps relativement courts. Dans un travail en collaboration avec Mouhot, Villani a établi l'effet d'amortissement Landau au niveau non-linéaire, et en temps infini, pour toute interaction moins singulière que les interactions coulombienne (électrostatisme) et newtonienne (gravitation). Dans ces deux cas, ils ont prouvé l'amortissement sur des temps finis mais exponentiellement grands à l'inverse de la taille de la perturbation.

Cédric Villani est donc un chercheur très original qui a obtenu des résultats difficiles et parfois surprenants, établissant de nouveaux ponts entre l'analyse et la géométrie.