



© B. Eymann

## Biographie d'Yves Meyer

Yves Meyer, professeur émérite à l'École Normale Supérieure Paris-Saclay en France, apporte la preuve que, contrairement à ce que F. Scott Fitzgerald a dit au sujet des vies américaines, une vie dans les mathématiques peut en fait avoir un deuxième acte, et peut-être même plusieurs autres. Après avoir apporté des contributions importantes dans le domaine de la théorie des nombres au début de sa carrière, l'énergie et la curiosité sans bornes de Meyer l'ont amené à travailler sur des méthodes visant à décomposer des objets mathématiques complexes en composants ondulatoires simples, un sujet appelé l'analyse harmonique. Cela l'a ensuite conduit à contribuer à élaborer une théorie sur l'analyse des signaux complexes, avec des conséquences importantes dans les technologies informatiques et de l'information. Puis il est passé à autre chose pour résoudre des problèmes fondamentaux dans le domaine des mathématiques de l'écoulement de fluide.

Cette tendance à traverser les frontières l'a accompagné dès le début de sa vie. Né le 19 juillet 1939 avec la nationalité française, il a grandi à Tunis sur la côte nord-africaine. « Le Tunis de mon enfance était un creuset où les gens de toute la Méditerranée avaient trouvé un sanctuaire », avait-il déclaré dans un entretien en 2011. « Enfant, j'étais obsédé par le désir d'enjamber les frontières entre ces groupes ethniques distincts. »

Meyer est entré à l'élitiste École Normale Supérieure de la rue d'Ulm à Paris en 1957, sortant de l'examen d'entrée en première place. « Si vous incorporez l'ENS-Ulm, vous savez que vous abandonnez vos aspirations d'argent et de pouvoir », dira-t-il plus tard. « C'est un choix de vie. Votre vie sera consacrée à l'acquisition et à la transmission de savoir. »

Après avoir obtenu son diplôme, Meyer a effectué son service militaire en tant que professeur dans une école militaire. Mais en dépit de son profond dévouement envers l'éducation et ses élèves, il n'était pas adapté à ce rôle. « Un bon professeur a besoin d'être beaucoup plus méthodique et organisé que ce que je l'étais », admet-il. De plus, il était mal à l'aise d'être celui qui a « toujours raison ». « Faire de la recherche », disait Meyer « c'est être ignorant la plupart du temps et faire souvent des erreurs. » Néanmoins, il sent que son expérience d'enseignant dans un lycée a façonné sa vie : « J'ai compris que j'étais plus heureux en partageant qu'en possédant. »

Il a rejoint l'université de Strasbourg en tant qu'assistant professeur, et en 1966 il y a obtenu un doctorat (officiellement sous la responsabilité de Jean-Pierre Kahane, mais Meyer témoigne que, comme d'autres en France à cette époque, il était principalement supervisé



par... lui-même. Il devint professeur de mathématiques, d'abord à l'université Paris-Sud (telle qu'elle est appelée aujourd'hui), puis à l'école Polytechnique et à l'université Paris-Dauphine. Il a ensuite déménagé à l'ENS Cachan (renommé récemment l'ENS Paris-Saclay) en 1995, où il a travaillé au centre de mathématiques et de leurs applications (CMLA) jusqu'à son départ formel à la retraite en 2008. Cependant, il est toujours membre associé du centre de recherche.

### Recherche de structure

Le travail d'Yves Meyer s'est intéressé, dans les termes les plus généraux, à la compréhension des fonctions mathématiques aux formes complexes et changeantes : un caractère qui peut être décrit par ce qu'on appelle des équations aux dérivées partielles. L'écoulement de fluide, par exemple, est décrit par un ensemble d'équations de ce type appelées les équations de Navier-Stokes, et au cours des années 1990, Meyer a aidé à élucider des solutions particulières pour celles-ci : un thème qui figure parmi l'un des plus grands défis en mathématiques.

L'intérêt de Meyer pour ce qui pourrait être appelé les structures et régularités d'objets mathématiques complexes l'a conduit dans les années 1960 à une théorie des « ensembles de modèles » : un moyen de décrire les tableaux d'objets pour lesquels la parfaite régularité et la symétrie des réseaux cristallins manquaient. Ce travail, qui est né de la théorie des nombres, a engendré la théorie sous-jacente des matériaux appelés quasi-cristaux, d'abord identifiés dans les alliages de métaux en 1982 mais préfigurés par les régimes de pavage quasi-périodiques identifiés par le physicien mathématicien Roger Penrose en 1974. La découverte de quasi-cristaux par Dan Shechtman, scientifique dans le domaine des matériaux, a valu à celui-ci le prix Nobel de chimie 2011. Meyer a conservé son intérêt pour les quasi-cristaux, et avec Basarab Matei en 2010, il a contribué à élucider leur structure mathématique.

Dans les années 1970, Meyer a apporté des contributions profondes au domaine de l'analyse harmonique qui vise à décomposer les fonctions et les signaux complexes en composants constitués d'ondes simples. En collaboration avec Ronald Coifman et Alan McIntosh, il a résolu un problème de longue date dans ce domaine en 1982 en démontrant un théorème sur une construction appelée l'opérateur intégral de Cauchy. Cet intérêt pour la décomposition harmonique a conduit Meyer vers la théorie des ondelettes, qui permet à des signaux complexes d'être « atomisés » dans une sorte de particule mathématique appelée une ondelette.

La théorie des ondelettes a commencé avec le travail, entre autres, des lauréats du prix Nobel de physique Eugene Wigner et Dennis Gabor, du géophysicien Jean Morlet et du physicien théorique Alex Grossmann,

ainsi que du mathématicien Jan-Olov Strömberg. Lors d'une conversation autour de la photocopieuse à l'école Polytechnique en 1984, Grossmann et Morlet ont remis à Meyer un document sur le sujet, et ce dernier a été littéralement captivé. « J'ai pris le premier train pour Marseille où j'ai rencontré Ingrid Daubechies, Alex Grossmann et Jean Morlet », dit-il. « C'était comme un conte de fée. J'ai senti que j'avais enfin trouvé mon domicile. »

### Décomposer la complexité

À partir du début des années 1980, dans ce qu'il a appelé « sa deuxième vie scientifique », Meyer, avec Daubechies et Coifman, a rassemblé des travaux antérieurs sur les ondelettes pour constituer un tableau unifié. En particulier, Meyer a montré comment relier les ondelettes de Grossmann et de Morlet au travail du mathématicien argentin Alberto Calderón, qui avait fourni la base pour certaines des contributions les plus significatives à l'analyse harmonique de Meyer. En 1986, Meyer et Pierre Gilles Lemarié-Rieusset ont démontré que les ondelettes pouvaient former des ensembles d'objets mathématiques mutuellement indépendants appelés bases orthogonales.

Coifman, Daubechies et Stéphane Mallat continuèrent à développer des applications pour de nombreux problèmes dans le traitement du signal et des images. Dorénavant, la théorie des ondelettes est omniprésente dans beaucoup de ses technologies. L'analyse d'ondelettes d'images et de sons leur permet de décomposer en fragments mathématiques qui capturent les irrégularités du motif à l'aide de fonctions mathématiques lisses « se comportant bien ». Cette décomposition est importante pour la compression d'image en informatique, utilisée par exemple au format JPEG 2000. Les ondelettes sont également utiles pour caractériser des objets aux formes très complexes, telles que ce qu'on appelle les « multifractales » et Meyer dit qu'elles ont suscité son intérêt pour les équations de Navier-Stokes au milieu des années 1990.

Durant les vingt dernières années, la passion de Meyer pour la structure des modes d'oscillation a amené à contribuer au succès de la mission du télescope spatial Herschel, et il travaille sur des algorithmes pour détecter des ondes gravitationnelles cosmiques. La contribution de Meyer au traitement d'images est également vaste. En 2001, il a proposé une théorie mathématique afin de décomposer toute image en une « bande dessinée » et une « texture ». Cet algorithme « bande dessinée plus texture » est dorénavant utilisé couramment dans les enquêtes criminelles pour extraire les empreintes digitales d'un milieu complexe.

De cette façon, les travaux de Meyer ont une pertinence s'étendant de domaines théoriques des mathématiques tels que l'analyse harmonique à l'élaboration d'outils pratiques en informatique et sciences de l'information. Par



conséquent, il est l'incarnation parfaite du fait que travailler en mathématiques pures permet souvent de générer des applications utiles et importantes dans le monde réel.

### Un nomade intellectuel

Meyer est membre de l'Académie française des sciences et membre honoraire de l'Académie américaine des sciences. Il a précédemment reçu les prix Salem (1970) et Gauss (2010), le dernier décerné conjointement par l'Union mathématique internationale et la Société mathématique allemande pour les avancées en mathématiques qui ont eu un impact en dehors du domaine mathématique. La diversité de son travail, qui est illustrée dans la grande variété des applications, reflète sa conviction que la vitalité intellectuelle est maintenue en vie en faisant constamment face à de nouveaux défis. On lui a attribué les propos que « lorsque l'on devient trop expert dans un domaine, alors on doit l'abandonner ». Il est cependant soucieux de ne pas passer ici pour une personne arrogante. « Je ne suis pas plus intelligent que mes collègues les plus stables », dit-il ; simplement, « J'ai toujours été un nomade », sur le plan intellectuel et sur le plan institutionnel.

Certains estiment que Meyer n'a pas encore reçu la reconnaissance que ses réalisations majeures justifient pourtant, peut-être parce qu'il a fait preuve d'un si

grand désintéressement en faisant la promotion de la carrière des autres et en se consacrant à l'enseignement des mathématiques ainsi qu'à la recherche. « Les progrès dans les mathématiques sont une entreprise éminemment collective », a-t-il dit. « Nous avons besoin de tout le monde. »

Il a inspiré toute une génération de mathématiciens qui ont continué à faire des contributions importantes par eux-mêmes. Son collaborateur sur la théorie des ondelettes Stéphane Mallat l'appelle un « visionnaire » dont le travail ne peut être étiqueté ni comme mathématiques pures ou appliquées, ni comme science informatique mais simplement comme « incroyable ». Ses étudiants et collègues parlent de son insatiable curiosité, de son énergie, de sa générosité et de son ouverture dans d'autres domaines. « Pour pratiquer quelque chose d'aussi difficile que la recherche en mathématiques, il est nécessaire de puiser au plus profond de soi-même », témoigne Meyer. « Vous devez croire que vous possédez un trésor caché dans les profondeurs de votre esprit, un trésor qui doit être dévoilé. »

