



In memoriam Roger Mohr

Karl Tombre, Long Quan, Radu Horaud,
Patrick Gros, Cordelia Schmid, Peter Sturm

Roger Mohr nous a quittés subitement le 15 juin 2017. Il était l'un des promoteurs et des piliers de la vision par ordinateur en France, mais aussi un enseignant passionné.



Diplômé de l'ENS Cachan en 1969, assistant agrégé de mathématiques à l'IUT d'informatique de Nancy jusqu'en 1973, maître de conférences en informatique à l'université de Nancy jusqu'en 1984 puis professeur à l'INPL- École des Mines, il quitte Nancy pour Grenoble en 1988 et devient professeur à Grenoble INP – Ensimag, dans les laboratoires LIFIA, puis GRAVIR et LJK et au sein du centre Inria de Grenoble, où il a fondé et été responsable jusqu'en 1999 de l'équipe-projet MOVI. De 1999 à 2002, il a dirigé le laboratoire de recherche français de Xerox Research Europe à Meylan, avant de prendre la direction de l'Ensimag de 2003 à 2008.

Les débuts à Nancy : langages et formes

Ancien élève de l'ENS Cachan, titulaire d'une agrégation de mathématiques, Roger obtint son premier poste d'assistant à l'IUT de Nancy. C'était le début de la science informatique en France ; parmi les quelques personnalités qui l'ont fait émerger et s'établir, il y avait Claude Pair, qui après une agrégation de mathématiques

passée à l'ENS en 1956, avait commencé sa carrière comme professeur de mathématiques en classes préparatoires à Metz, puis à Nancy, avant de devenir attaché de recherche CNRS en 1963 puis maître de conférences en mathématiques appliquées à la faculté des sciences de Nancy (1965-1967), époque à laquelle il passe une thèse d'État sur la notion de pile. Avec Jean Legras, professeur de mécanique rationnelle et d'analyse numérique à la même faculté des sciences, Claude Pair établit la discipline informatique à Nancy, devient en 1969 professeur d'informatique à l'université de Nancy, et fonde en 1976 le laboratoire CRIN (devenu ultérieurement le LORIA) en insistant dès le début sur la nécessité de regrouper les forces de recherche en informatique dans le même laboratoire, qu'elles soient en école d'ingénieur, en IUT ou à la faculté. C'est grâce à ces efforts que derrière Grenoble, qui avait une longueur d'avance suite à l'action de Jean Kuntzmann, Nancy a pris place très tôt dans le paysage de l'informatique universitaire, aux côtés de Paris, Toulouse et Nantes-Rennes [Créhange & Haton 2014].

C'est donc dans cet environnement pionnier en informatique que Roger arrive comme jeune assistant. La personnalité de Claude Pair, spécialiste de la théorie des langages, marquait les orientations de nombre de premiers travaux. Si Roger a tout de suite été mis sur la piste du monde de l'image, cela restait dans cette orientation générale « langages ». Il racontait lui-même en 1993, à l'occasion des 20 ans du CRIN : « Claude Pair m'avait demandé d'étudier les langages de description de formes. L'étude des grammaires et des langages était alors active, suite aux premiers succès enregistrés par leur utilisation, notamment en compilation. Mon travail resta théorique (décidabilité de la reconnaissance, capacité descriptive des langages) et fut sanctionné par une thèse. Aucun programme, quelques algorithmes, des démonstrations, des exemples... L'impulsion nécessaire pour approfondir cette étude fut apportée par Jean-Paul Haton, fraîchement arrivé au laboratoire, qui avait pressenti l'intérêt des méthodes d'analyse syntaxique non canoniques pour la reconnaissance du langage parlé. » [Créhange & Haton 2014].

Même si ses intérêts scientifiques se sont de plus en plus focalisés sur la vision et l'image, Roger est resté passionné par tous les aspects liés à la théorie des langages et à l'algorithmique. À la session 1974 de l'École d'été de l'AFCET, il présentait avec plusieurs collègues nancéiens un cours sur quelques aspects de la théorie de la programmation, cours qui a donné lieu en 1978 à la publication d'un livre sous le nom collectif C. Livery [Livery 1978], prônant une approche de l'enseignement des bases de l'informatique que des générations d'étudiants nancéiens ont reçue comme fondement méthodologique [Pair et al. 1988]. Des années plus tard, dans le cadre d'une longue coopération avec Tom Henderson de l'université d'Utah, il a revisité les algorithmes de consistance d'arc et de chemin dans des graphes en proposant l'algorithme de relaxation discrète AC4 [Mohr & Henderson 1986], qui est devenu une référence.

Pour revenir au cœur de son focus scientifique à cette époque-là, la reconnaissance de formes, Roger a souhaité explorer aussi loin que possible le potentiel des langages de description de formes et de l'analyse syntaxique, dans la suite logique de sa thèse de 3^e cycle [Mohr 1975]. Il lance un ambitieux projet d'analyse syntaxique de dessins, baptisé MIRABELLE (Lorraine oblige) [Mohr 1990]. C'est l'objet de sa propre thèse d'État en 1979 [Mohr 1979] et des premières thèses qu'il encadre, dont celle de Gérard Masini [Masini & Mohr 1983]. L'analyse de formes 2D présentait un certain nombre de défis passionnants et Roger a « mis en piste » ou accompagné plusieurs chercheurs qui ont ultérieurement développé leur propre dynamique dans ce domaine, notamment Adnan Amin sur la reconnaissance de l'écriture manuscrite et Karl Tombre sur la reconnaissance de graphiques. Mais son intérêt évoluait vers le 3D et il a lancé le programme TRIDENT, avec le soutien de l'ADI. Il s'agissait de définir une approche de modélisation hiérarchique de formes 3D, permettant l'analyse par des méthodes structurelles, et s'appuyant entre autres sur des algorithmes de propagation de contraintes (d'où son regain d'intérêt à l'époque pour la relaxation discrète).

Mais manipuler des informations 3D nécessite de les acquérir, et Roger a de ce fait opéré une transition assez rapide vers les grandes questions de l'époque en vision par ordinateur : si détecter des plans et des quadriques dans des données 3D avec la transformée de Hough relevait encore dans une large mesure de l'évolution de travaux antérieurs en reconnaissance de formes [Belaïd & Mohr, 1984], les travaux sur la stéréovision par appariement de région qu'il a initiés avec la thèse de Brigitte Wrobel-Dautcourt [Wrobel-Dautcourt 1988] ouvraient le champ des nombreuses questions que pose la perception du 3D à partir de données issues de caméras. Le rêve d'avoir un modèle syntaxique capable d'analyser des scènes 3D un peu complexes (une sorte de « MIRABELLE-3D ») s'estompait peut-être, mais des champs d'investigation passionnants s'ouvraient, notamment le travail avec Long Quan sur l'extraction d'invariants perspectifs à partir de la vision monoculaire [Quan et Mohr 1989] pour apparier avec des modèles 3D, dont la suite allait se développer à Grenoble quand Roger a décidé d'y poursuivre sa carrière.

Roger est néanmoins resté curieux de beaucoup de champs connexes et n'hésitait pas à lancer des sujets de master ou de thèse sur différentes questions d'analyse d'images, qui se sont avérées des briques utiles dans le grand « puzzle » de la vision et qui ont par exemple donné une direction initiale aux travaux scientifiques de Marie-Odile Berger, à qui Roger avait proposé de regarder la notion de contours actifs [Berger & Mohr 1990].

À Grenoble : géométrie projective, reconstruction et indexation

À partir de 1988, Roger a donc poursuivi sa carrière à Grenoble, comme Professeur à Grenoble INP. Il y a rapidement fondé l'équipe MOVI, qui était d'abord

localisée Avenue Félix Viallet dans le centre de Grenoble, avec seulement deux bureaux pour l'équipe ! En 1996, l'équipe a déménagé dans le tout nouveau bâtiment du centre de recherche Inria Grenoble à Montbonnot Saint-Martin, où sont toujours actuellement localisées les trois équipes-projet Perception, Thoth et Morpheo qui sont issues, directement ou indirectement, de MOVI.

Roger a initié des discussions entre son équipe et des mathématiciens de l'Institut Fourier, permettant d'avancer la recherche sur les invariants projectifs et leur utilisation pour la localisation et la reconnaissance d'objets [Mohr & Morin 1991], [Gros & Quan 1992] et débouchant *in fine* sur les travaux en indexation visuelle de l'équipe (voir plus bas). Si ces premiers travaux sur les invariants projectifs concernaient encore surtout la reconnaissance d'objets par vision monoculaire, Roger en a vu rapidement, inspiré par [Tripp 1987], des applications en reconstruction 3D et ce, même quand la caméra n'était pas étalonnée. Ainsi, il était l'un des premiers à montrer que « *It can be done without calibration* » [Mohr & Arbogast 1990] ! Dans ce travail, des invariants projectifs 2D étaient utilisés pour résoudre différentes tâches de vision 3D, principalement en mode monoculaire, dont surtout l'estimation du point de vue de la caméra. La scène était supposée contenir des ensembles de points coplanaires, hypothèse qui fut ensuite rapidement levée lors du passage à plusieurs images, dans les travaux de Roger et son équipe ainsi que ceux de nombreux autres chercheurs de par le monde.

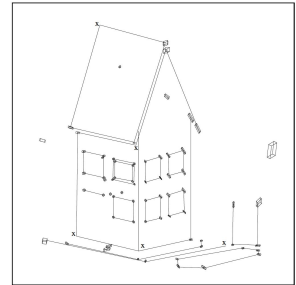
En effet, Roger a eu constamment le souci de nouer des collaborations avec de nombreux chercheurs français, européens et du monde entier et nous ne pouvons pas faire ici une liste exhaustive. Citons les collaborations avec Olivier Faugeras de l'Inria Sophia Antipolis, Hans-Helmut Nagel de l'université de Karlsruhe, Mike Brady et Andrew Zisserman de l'université d'Oxford, Jan-Olof Eklund du KTH, Gunnar Sparr de l'université de Lund, Richard Hartley de General Electric (État de New York, USA) puis de l'université de Melbourne, ou encore Luc Van Gool de l'université de Louvain. Roger a lié des amitiés avec la plupart de ces chercheurs.

C'était le début de l'âge d'or de la vision 3D : durant la majeure partie des années 1990, les recherches fondamentales et algorithmiques sur la reconstruction 3D non étalonnée et l'auto-étalonnage dominaient l'activité de la communauté de vision par ordinateur et l'équipe de Roger était parmi les principaux acteurs de ce domaine, avec les travaux de Long Quan, Radu Horaud, Bill Triggs, Peter Sturm, Boubakeur Boufama, Jérôme Blanc entre autres. Roger n'était nullement satisfait par le seul travail sur les questions théoriques



soulevées et a aussi donné beaucoup d'importance à des préoccupations plus terre-à-terre et notamment, sur la précision de tout le processus de reconstruction 3D, à travers les thèses de Pascal Brand et Gustavo Olague, et sur la validation expérimentale. Quant à ce dernier aspect, des images de la fameuse petite « maison MOVI » ont servi pendant plusieurs années à valider les algorithmes de l'équipe et d'autres chercheurs. Elles ont permis la première reconstruction non calibrée « réelle », passant d'une reconstruction projective à une reconstruction euclidienne ; ces travaux sont résumés dans [Boufama et al. 1993] et [Mohr et al. 1992]. La célébration de la première reconstruction projective de cette maison a eu lieu dans le jardin de la maison, parfaitement réelle et également euclidienne, de Roger.

Motivé entre autres par les questions de précision, Roger était l'un des premiers et rares « visionneux » à aller regarder du côté des photogrammètres et de leur savoir-faire et rigueur en gestion des incertitudes. Fidèle à son habitude, il a réussi à lancer des collaborations et échanges avec des scientifiques de cette communauté, dont Horst Beyer, Wolfgang Förstner (qu'il aimait appeler le « roi des covariances ») ou encore Clive Fraser à Melbourne, où Roger a passé une année sabbatique en 1998/99.



vue d'ensemble

Les travaux en géométrie 3D, et leur application en robotique qui était leur débouché principal au début des années 1990, nécessitaient d'utiliser plusieurs images et d'établir des liens entre ces images : c'est le problème de l'appariement des images, auquel Roger s'est intéressé en corollaire de ses travaux en géométrie. Au sein de l'équipe MOVI, Radu Horaud avait travaillé, en particulier avec son doctorant Thomas Skordas [Horaud et al. 1990], à l'extraction de primitives de type contours, segments et groupements de segments (jonctions) dans les images, et ce sont sur ces primitives qu'on a été initiés les premiers travaux en appariement avec la thèse de Patrick Gros [Gros 1993]. Celle-ci introduisait les concepts de base : invariants et quasi-invariants, contrainte géométrique qui seront repris dans la suite, mais en restait aux primitives de type segment. La thèse de Cordelia Schmid [Schmid 1996] apporta plusieurs changements importants : l'utilisation de détecteurs de points qui n'étaient plus basés sur la détection de contours, et de descripteurs basés directement sur les niveaux de gris des images, qui utilisaient des formules calculés par Luc Florack. Ces invariants différentiels calculés sur les points d'intérêt ouvraient des possibilités bien plus puissantes, tant pour l'appariement que pour l'indexation d'images, la reconnaissance d'objets ou d'images ou le suivi de points. Roger poussa l'étude, avec la thèse de Sylvaine Picard, d'une autre classe de descripteurs, dits non paramétriques, basés en particulier sur une structuration du voisinage des points d'intérêt qui préfigure la méthode proposée par David Lowe pour les descripteurs SIFT

qui connurent un succès mondial avant d'être détrônés par les descripteurs calculés par apprentissage profond.

C'est avec la thèse de Bart Lamiroy que le focus passa de l'appariement de deux images, c'est-à-dire de la comparaison d'une image avec une unique autre image, à l'indexation et à



la reconnaissance d'images, qui impliquait la comparaison d'image avec un ensemble d'autres images. Au départ, il s'agissait simplement d'essayer de paralléliser l'appariement d'une image avec plusieurs autres. Un des principaux résultats de la thèse fut de montrer que ce problème qui paraissait simple était en fait d'une grande complexité combinatoire, malgré la dimension encore réduite des descripteurs utilisés à ce moment là [Lamiroy et Gros, 1997]. Cette malédiction de la dimension qui venait d'être révélée allait être la source de très nombreux travaux par la suite pour essayer de la contourner, d'autant plus que la dimension des descripteurs employés ne faisaient que grandir avec les années : travail sur la représentation des descripteurs, leur stockage, leur indexation, leur comparaison. Mais ce travail se poursuivit sans Roger qui fut happé à cette période par ses charges de direction, d'abord à Xerox puis à l'Ensimag.

Finalement, ces travaux commencés comme un simple à côté technique des travaux de géométrie, se révélèrent bien plus féconds que prévu, et vaudront à Roger de recevoir avec Cordelia Schmid le prix Longuet-Higgins en 2006, prix récompensant l'article de la conférence CVPR, qui s'est tenue 10 ans auparavant, qui a eu le plus d'impact scientifique et qui a résisté à l'épreuve du temps.

Roger Mohr enseignant et mentor



Roger fut un enseignant passionné, qui garda toujours la capacité à s'enthousiasmer pour ce que proposaient ou faisaient ses élèves : « C'est super ! » était certainement une des ses expressions favorites. La direction de l'Ensimag fut le point d'orgue de sa carrière d'enseignant. Il organisa les spécialités de l'école en filières, développa la formation en alternance, créa la spécialité en images, vision et robotique et lança l'enseignement en anglais pour développer l'ouverture à l'international des masters de l'école. Il travailla aussi beaucoup sur les relations entre l'école et les entreprises.

Tous ceux qui ont côtoyé Roger, qu'ils soient enseignants, chercheurs, doctorants ou étudiants, ont été saisis par sa modestie et son humilité. Il ne cherchait pas la

gloire pour lui-même et, de son propre aveu, il était l'homme le plus heureux du monde quand les chercheurs de son équipe obtenaient des résultats scientifiques de grande qualité et se faisaient remarquer lors de conférences internationales. En sont la preuve, les belles carrières universitaires et industrielles de la majorité de ses doctorants. Vers la fin de sa carrière il s'est confessé à l'un d'entre nous : « ma plus grande contribution scientifique a été le fait d'avoir pu lancer la carrière de plusieurs jeunes chercheurs, ce qui a compté plus pour moi que mes propres résultats. »

Pour nous tous, Roger fut bien plus qu'un collaborateur précieux, il fut un grand ami et un exemple à suivre.

Bibliographie (sélection)

[Belaïd & Mohr 1984] – Yolande Belaïd et Roger Mohr. « Planes and Quadrics Detection Using Hough Transform », Proceedings of 7th International Conference on Pattern Recognition, Montréal (Canada), pp. 1101–1103, 1984.

[Berger & Mohr 1990] – Marie-Odile Berger et Roger Mohr. « Towards Autonomy in Active Contour Models », Proceedings of 10th International Conference on Pattern Recognition, Atlantic City, NJ (USA), pp. 847–851, June 1990.

[Boufama et al. 1993] — Boubakeur Boufama, Roger Mohr et Françoise Veillon. « Euclidean constraints for uncalibrated reconstruction », IEEE International Conference on Computer Vision, pp 466–470, 1993.

[Créhange & Haton 2014] – Marion Créhange et Marie-Christine Haton. « L'informatique universitaire à Nancy : un demi-siècle de développement », 1024 – Bulletin de la société informatique de France, numéro 3, mai 2014.

[Gros 1993] Patrick Gros. « Outils géométriques pour la modélisation et la reconnaissance d'objets polyédriques ». Thèse de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 1993.

[Gros & Quan 1992] – Patrick Gros et Long Quan. « Projective Invariants for Vision », Rapport Technique 90 IMAG - 15 LIFIA, 1992.

[Horaud et al. 1990] – Radu Horaud, Françoise Veillon et Thomas Skordas. « Finding geometric and relational structures in an image ». Proceedings of The First European Conference on Computer Vision, 1990.

[Lamiroy et Gros, 1997] Bart Lamiroy et Patrick Gros. « Object Indexing is a Complex Matter ». 10th Scandinavian Conference on Image Analysis, 1997.

[Livercy 1978] – C. Livercy (nom collectif de JP Finance, M Grandbastien, P Lescanne, P Marchand, R Mohr, A Quéré et JL Rémy). « Théorie des programmes – schémas, preuves, sémantique ». Dunod Informatique, 1978.

[Masini & Mohr 1983] – Gérald Masini et Roger Mohr. « MIRABELLE : A System for Structural Analysis of Drawings », Pattern Recognition, Vol. 16, No. 4, pp. 363–372, 1983.

[Mohr 1975] – Roger Mohr. « Généralisation de la notion de langage à contexte libre – application à l'analyse syntaxique de figures », *Revue française d'Automatique, d'Informatique et de Recherche Opérationnelle*, Vol. 2, pp. 55–88, 1975.

[Mohr 1979] – Roger Mohr. « Descriptions structurées et analyse de formes complexes », Thèse de doctorat d'État de l'Université de Nancy 1, 1979.

[Mohr & Henderson 1986] – Roger Mohr et Thomas C. Henderson. « Arc and Path Consistency Revisited », *Artificial Intelligence*, Vol. 28, No. 2, pp. 225–233, March 1986.

[Mohr 1990] – Roger Mohr. « A General Purpose Line Drawing Analysis System », in H. Bunke and A. Sanfeliu, editors, « Syntactic and Structural Pattern Recognition : Theory and Applications », World Scientific, 1990.

[Mohr & Arbogast 1990] – Roger Mohr et Emmanuel Arbogast. « It can be done without camera calibration », Rapport Technique 805-I-IMAG 106 LIFIA, LIFIA—IMAG. Grenoble, France, 1990. Publié également dans *Pattern Recognition Letters*, Vol. 12, No. 1, pp. 39–43, 1991.

[Mohr et al. 1992] – Roger Mohr, Long Quan, Françoise Veillon et Boubakeur Boufama. « Relative 3D reconstruction using multiple uncalibrated images », *International Journal of Robotics Research*, Vol. 14, No. 6, 1995.

[Mohr & Morin 1991] – Roger Mohr et Luce Morin. « Relative positioning from geometric invariants », *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1991.

[Pair et al. 1988] – Claude Pair, Roger Mohr et René Schott. « Construire les algorithmes », Dunod, 1988.

[Quan et Mohr 1989] – Long Quand et Roger Mohr. « Determining Perspective Structures Using Hierarchical Hough Transform », *Pattern Recognition Letters*, Vol. 9, No. 4, pp. 279–286, 1989.

[Schmid 1996] Cordelia Schmid. « Appariement d'images par invariants locaux de niveaux de gris. Application à l'indexation d'une base d'objets ». Thèse de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, 1996.

[Tripp 1987] Colin Tripp. « Where Is the Camera ? The Use of a Theorem in Projective Geometry to Find from a Photograph the Location of the Camera », *The Mathematical Gazette*, Vol. 71, No. 455, pp. 8–14, 1987.

[Wrobel-Dautcourt 1988] – Brigitte Wrobel-Dautcourt. « Perception de la distance par mise en correspondance de régions dans des images stéréoscopiques », thèse de doctorat de l'INPL, 1988.