



2007 International Conference in Honor of Claude Lobry

Claude Lobry : un mathématicien militant

Gauthier Sallet

équipe projet INRIA MASAIE
LMAM UMR CNRS 7122 Université Paul Verlaine de Metz



RÉSUMÉ. On montre ici que Claude Lobry, ne peut s'empêcher de faire à la fois des mathématiques et de développer des actions pour promouvoir une certaine façon de faire des mathématiques.

ABSTRACT. We show in this communication, that Claude Lobry has always been contributing to mathematics and simultaneously promoting actions to develop a certain idea of acting in mathematics

MOTS-CLÉS : Théorie du contrôle, analyse non standard, mathématique et biologie, Mathématique en Afrique

KEYWORDS : Control theory, non standard analysis, biomathematics, mathematics in Africa



1. Préliminaires

Les amis de Claude Lobry ont organisé, du 10 au 14 septembre 2007 à l'université Gaston Berger de Saint Louis, une conférence en son honneur. Les apports de Claude Lobry ont été non seulement multiformes et pluridisciplinaires, mais il a été souvent un précurseur non-conformiste dans nombre d'activités.

Le choix de Saint Louis du Sénégal pour accueillir cette conférence n'est pas fortuit. Claude a, on le verra plus loin, soutenu de façon non symbolique les activités de recherche en Afrique. Claude Lobry a encadré de nombreux étudiants Africains qui sont aujourd'hui enseignants-chercheurs en Afrique ou ailleurs. Son livre [11], «La recherche mathématique en Afrique : une nécessité pour le développement? », est un vibrant plaidoyer pour le développement des mathématiques en Afrique. Il est l'accoucheur, comme on le verra plus loin, du projet SARIMA (Soutien aux Activités de Recherche en Informatique et Mathématiques en Afrique). Grâce à ce projet, en l'espace de dix ans l'Afrique subsaharienne apparaît comme une zone d'émergence de recherche en mathématiques. Toutes ces raisons expliquent l'insistance qu'ont manifesté les mathématiciens Africains pour recevoir en Afrique la conférence en l'honneur de Claude. Les Africains sont reconnaissants ...

2. Introduction

Pourquoi ce titre ? N'est ce pas un oxymoron ? Un mathématicien peut-il être militant ? Voici une citation qui, je pense répond, à cette interrogation :

«Claude Lobry est un mathématicien actif et réputé, dont les travaux s'étendent des parties les plus formalisées de l'analyse mathématique à la modélisation des systèmes biologiques ...

C'est aussi un militant, un militant du droit des peuples à avoir une recherche mathématique, digne de ce nom. »

J.P. Kahane, membre de l'académie des sciences [11].

En effet Claude Lobry a toujours été, et est encore un militant. C'est aussi un mathématicien réputé et connu internationalement. Les lignes qui vont suivre vont essayer de développer ces affirmations, montrer qu'il ne s'agit pas d'un compliment de circonstance mais bien d'un fait objectif.

3. La théorie du Contrôle de 1967 à 1985

3.1. La science

Dans les années 1960-1970 la théorie du contrôle était surtout abordée d'un point de vue d'analyse fonctionnelle. Par exemple le livre d'Hestenes [2] : «Calculus of variations and optimal control theory » en est un bon exemple.

L'idée nouvelle est formuler les problèmes de théorie du contrôle comme des questions de géométrie différentielle. La problématique devient ainsi :

Une famille de champ de vecteurs, si on se limite aux temps positifs, engendre un pseudo semi-groupe de difféomorphismes qui opère sur une variété différentiable. Le groupe engendré par ses orbites feuillette la variété. L'étude de cette géométrie, au sens où l'entendait Klein, est un des objets de la théorie du contrôle. Le papier précurseur est celui de Robert Hermann [4] paru en 1963 dans *Nonlinear differential equations and nonlinear mechanics* (LaSalle-Lefschetz eds)

On the accessibility problem in control theory

De 1967 à 1970 Claude Lobry milite pour défendre cette thèse. Le premier papier à reprendre et développer l'idée de R. Hermann est celui de Claude [5] dans

SIAM J. Control 8 (4) 1970

Ce papier est encore cité de nos jours et pourtant il est écrit en Français.

Cela a été le début de ce que l'on a appelé la théorie géométrique du contrôle dont les grands ancêtres sont Lobry, Jurđjevic, Sussmann, Hermes, Krener, Sontag, Brockett. Cela a donné lieu à une intense activité de recherche, bien visible dans le colloque OTAN organisé par Mayne et Brockett en 1973 [13].

Geometric Methods in Control Theory

En 1972, Claude soutient sa thèse d'état à Grenoble et est nommé professeur à Bordeaux. J'aimerais souligner deux résultats que Claude a l'habitude de minimiser. Le premier [6] s'intitule

Controllability of Nonlinear systems on compact manifolds

SIAM J. Control 12 (1974)

le second est publié avec **P. Brunovsky** [1] et à pour titre :

Contrôlabilité Bang-bang, contrôlabilité différentiable et perturbations des systèmes non linéaires

Ann. di Matematica ed Pura Applicata (1975)

Ces deux papiers contiennent en germe ce qui sera développé plus tard par Jurđjevic et Kupka sous le nom d'extension des systèmes. Il en reste un lemme connu sous le nom de Brunovsky-Lobry lemma.

De 1975 à 1985, Claude s'est beaucoup intéressé aux processus de diffusion liés à la contrôlabilité. Cela s'est traduit par des articles et des incursions en probabilité. L'article avec **A. Krener** [3] fait encore référence de nos jours.

3.2. L'action

Pendant toute cette période, à l'initiative de Claude, la théorie a été popularisée lors des journées de théorie du contrôle (Bordeaux 1973, Journées de Contrôle de Gourette 1974, Journées de Contrôle de Seez 1975, Journées de Contrôle de Metz 1976). Le volet enseignement n'est pas oublié : Claude organise avec grand succès un cours de DEA à Bordeaux en 1975 avec **Michel Fliess**.

Pendant ce temps l'automatique française ignorait dans sa grande majorité les développements conceptuels des «control systems » (variable d'état, méthodes algébriques, ...). Le concept de «control engineer » n'a pas de traduction française.

Un réel besoin existait : Claude propose aux représentants de l'automatique au CNRS de croiser mathématiques et automatique. C'était encore un peu trop tôt, il faudra attendre un peu.

En 1978 Claude organise à Bordeaux le congrès «Analyse des Systèmes [12] » où sont intervenus : **A. Bacciotti, B. Bonnard, V. Jurdjevic, G. Sallet, R.W. Brockett, C.I. Byrnes, A.M. Perdon, C. Conte, P.E. Crouch, A. Ferfera, M. Fliess, E. Fornasini, M. Hazewinkel, H. Hermes, R.M. Hirschorn, B. Jakubczyk, A.J. Krener, I. Kupka, I.D. Landau, M. Espana, E. Losasiewicz, S.K. Mitter, E.D. Sontag, H.J. Sussmann, R. Tarres, J.C. Willems**

Entre temps Claude a rencontré **Ioan Landau**, un automaticien du LAG de Grenoble. Leur talents conjugués vont convaincre le CNRS, cette fois-ci de créer une RCP (recherche coopérative sur programme), la RCP 567 dont le titre résume bien la philosophie

Outils et modèles mathématiques pour l'automatique, l'analyse de systèmes et le traitement du signal

La philosophie sous-jacente de la RCP est que l'Automatique est une sciences mathématique. Cependant il s'agit de mathématiques effectives qui dépendent de la nature des calculs comme des algorithmes.

Ses animateurs sont : **J. Aguilar-Martin, A. Benveniste, P. Chenin, J. Delladora, J. Descusse, J.M. Dion, M. Fliess, A. Fossard, G. Guegen, N. Gastinel, G. Jacob, I. Kupka, I.D. Landau, C. Lobry, M. Métivier, J.P. Quadrat, G. Ruget, G. Sallet, G. Salut**, le responsable en est **I. Landau**.

La RCP a duré de 1978 à 1986. Elle a reçu la médaille d'argent du CNRS en 1982. Six volumes de cours et travaux ont été édités par le CNRS. La RCP s'est prolongée en GDR (groupement de recherche) Automatique.

Pour conclure sur cette période voici ce qu'en disait le rapport de conjecture du CNRS :

«...il est indiscutable que l'apport le plus important de ces dernières années est la théorie non linéaire. Commencée aux environ de 1970 par C. Lobry, enrichie par M. Fliess, R. Brockett, H. Sussmann, E. Sontag et beaucoup d'autres, elle est arrivée actuellement à un état de maturité relatif ... ».

4. De 1975 à 1995

4.1. Nouvelles orientations.

A partir de 1975 Claude a commencé à regarder ailleurs. Il va s'intéresser aux thèmes suivants :

- Cinétique chimique et Chaos
- Automates cellulaires

– Biologie : Les paradigmes du contrôle ont toute leur pertinence en écologie (l'approche entrée-sortie, l'identification, la théorie de l'observation ...)

– L'analyse non-standard

En 1975 Une équipe de chimistes de Bordeaux s'est spécialisée dans les réactions chimiques oscillantes (BZZ). Claude organise un groupe de travail avec : **J.P. Mazat, M. Mieussens, C. Reder, O. Arino, P. Séguier**. Ce sont des problèmes de réactions chimiques en phases non homogènes qui amènent Claude et **Christine Reder** à considérer les automates cellulaires pour modéliser autrement les milieux excitables. En particulier, ce qui les intéresse, c'est la possibilité pour ces automates d'engendrer des structurations spatiales.

En 1982 il émigre à Nice.

Dans ce cadre Claude a des interactions avec **M. Cosnard et R. Lozi**. Il apporte son concours à la thèse d'état de R. Lozi.

4.2. L'analyse non standard : ANS

Georges Reeb a été un des catalyseurs de la thèse de Claude. Dans les années 1973, Reeb faisait partout la publicité de la théorie du contrôle, peut-être parce que en 1963, il était conférencier à la fameuse conférence LaSalle-Lefschetz [4] ... (où Bob Hermann a publié son papier fondateur évoqué ci-dessus.)

Début 1970 Reeb découvre le livre de Robinson puis l'article de Nelson [14]. Reeb voit dans l'A.N.S. une révolution (pacifique, aimait-il préciser) et s'en fait le propagandiste. L'école de Reeb, que Claude rejoindra à la fin des années 1970, a, entre autres résultats, mis en évidence des phénomènes nouveaux dans la théorie des équations différentielles. L'encyclopédie Arnold cite et traite abondamment des méthodes de l'ANS. Claude essaiera de populariser l'ANS en automatique.

En 1986, Claude introduit en France la problématique des bifurcations dynamiques et le phénomène de retard à la bifurcation.

$$\begin{cases} \dot{x} &= f(x, \mu) \\ \dot{\mu} &= \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

De 1987 à 1991, un séminaire (Paris-Nice) réunit **F. Diener, G. Wallet, F. Pham, C. Lobry**. De nombreux résultats sont obtenus par ces auteurs. On a là un exemple concret où l'ANS a donné des résultats qui précèdent d'une dizaine d'années leur redécouverte par d'autres techniques. En relation avec l'ANS, Claude travaille, avec d'autres, sur les systèmes microcompartimentaux, les grands systèmes et travaille sur des théorèmes d'existence en théorie du contrôle.

4.3. De 1980 à 1995 : le temps de l'action

Depuis un certain temps Claude s'intéresse aux interactions entre l'Automatique les Systèmes Dynamiques et la Biologie. En 1983 à la demande du directeur du secteur sciences physique du CNRS, Claude rédige un rapport sur l'interface entre ce secteur et les sciences de la vie. En 1983 à l'initiative de Claude et de **Pierre Bernhard** naît l'idée de faire une interface pour les modélisateurs en biologie et en écologie. **Alain Pavé, JL Gouzé, F. Rechenmann** et d'autres participent à l'aventure.

Cela devient le club EDORA :

Equations Différentielles Ordinaires et Récurrentes Appliquées.

D'après A. Pavé [15]

«EDORA fut un prodigieux moteur intellectuel et ce qui se passe en France pour la biologie et l'écologie mathématique et informatique doit beaucoup à EDORA. ».

4.4. Interaction biologie et mathématiques : le GDR 1107

Pour promouvoir les idées précédentes Claude travaille à la constitution d'un GDR de 1991 à 1994. En 1994 ce GDR est créé.

Dynamique des Ecosystèmes et Contrôle des Ressources Renouvelables

Claude dirige ce GDR et y participent : **E. Walter, M. Langlais, B. Ainseba, A. Sciandra, R. Arditi, O. Arino, M. Artzouni, J.P. Gouteux, M. Jarry, P. Magal, P. Auger, J.C. Poggiale, G. Sallet, A. Iggidr, J.L. Gouzé, D. Pelletier, M.J. Rochet, D. Pontier, J.P. Vila, A. Rapaport, E. Benoit, N. Sari, T. Sari, R. Bravo de la Parra, H. Hbid, M. Khaladi.**

De nombreuses écoles sont organisées et des échanges fructueux ont lieu. Le GDR est réévalué favorablement en 1998 et reconduit sous la direction d'**Arditi**. Malheureusement la disparition du programme environnement du CNRS le prive de financement. Il continue sous le nom de réseau COREV. Le réseau COREV a été le précurseur de toute une activité de recherche, actuellement très active, entre les disciplines de Sciences du vivant et les mathématiques appliquées.

Claude, A. Sciandra et J-L Gouzé créent le projet INRIA COMORE.

Commande et Modélisation des Ressources Exploitées

Il s'agit d'un projet commun entre l'INRIA Sophia le C.N.R.S. à travers le laboratoire d'écologie marine de Villefranche. Dirigé par J-L Gouzé cette équipe projet INRIA est toujours très active.

4.5. Le livre : Et pourtant ils ne remplissent pas \mathbb{N} !

En 1989 Claude écrit un livre où il raconte les aventures de l'ANS en France. On y trouve la description zoologique (éthologique) du comportement d'un certain nombre de mathématiciens français.

L'analyse non standard et les réactions qu'elle a pu provoquer, les activités de modélisation, ont conduit Claude à réfléchir sur la nature de l'activité du mathématicien. Cela donne lieu à des publications dans de vraies revues de philosophie associées à des publications dans de bonnes revues de mathématiques (annale de l'Institut Fourier).

5. De 1995 à nos jours

5.1. Le CIMPA

«Il y a un peu plus de trois ans je suis entré dans un ordre mendiant. C'est du moins mon impression depuis que j'ai accepté la direction du CIMPA ... ». C'est par quelques mots que Claude introduit son activité au CIMPA. (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées).

Quand Claude prend la direction de l'association le CIMPA est en perdition. Le ministère de la recherche, suite à des dysfonctionnements, est prêt à arrêter son soutien. Cela signifie la disparition du CIMPA. Le ministère donne à Claude un sursis d'un an.

Cinq ans après la situation est rétablie. Un début de financement récurrent commence. La situation scientifique et la réputation du CIMPA sont excellentes

Aujourd'hui la situation est toujours fragile. Mais les bases mises en place par Claude sont encore là : en 2001 un rapport est fait par une commission internationale mandatée par le ministère et l'UNESCO (**P.L. Lions, J.Palis, M.Virasoro, J. Persens, M. Osborne, H. Hogbe-Nlend**). On y lit :

«L'impact mondial est remarquable, voire miraculeux. La qualité scientifique est excellente, les réseaux (GIRAGA Groupe Interafricain de Recherche en Géométrie et Applications), CARI (Colloque Africain sur La Recherche en Informatique, ...) constituent une avancée importante qu'il faut confirmer voire amplifier. En ce qui concerne la formations doctorales quelques tentatives intéressantes ayant produit des résultats notables ont eu lieu. »

Ce rapport a été fait en 2001 : ainsi c'est bien l'action de Claude qui est évaluée.

5.2. L'Afrique

En prenant la direction du CIMPA, Claude réalise que les mathématiciens Africains sont en grande difficulté.

En outre il constate que les mathématiques appliquées y sont peu développées. Claude initie une série d'actions pour répondre à cette situation :

- Les GIRAGA de 1996 et 1997 sont soutenus.
- Une école de théorie du contrôle de deux semaines est organisée au Bénin en 1997.
- A la suite de cette école un DEA international en mathématiques appliquées est créé à Porto-Novo en 1998. Cinq étudiants sont sélectionnés sur l'Afrique. Ils sont tous, maintenant, enseignants dans une université en Afrique (c'est la formation doctorale à laquelle la commission faisait allusion).
- Le réseau EDP-Contrôle (Saint-Louis, Nouakchott, Ouagadougou) est fondé en 1999 et soutenu par l'ICTP et le CIMPA.
- en septembre 2000 : deux écoles mathématiques et Agronomie, Mathématiques et Malaria, de deux semaines chacune, sont organisées à Yaoundé.
- Une école CIMPA à Niamey en 2002 : effectivité et algorithmes en algèbre et géométrie ne à Yaoundé

De son passage à la direction du CIMPA Claude tire la conviction que

développer la recherche mathématique en Afrique est une nécessité vitale.

Oui mais que faire ? Tout d'abord il écrit un petit livre : *La recherche mathématique en Afrique* [11] , qui est un plaidoyer pour l'action. Le côté militant intervient. De 2000 à 2004, Claude et **Bernard Philippe** arrivent à convaincre le ministère des affaires étrangères de financer un projet sur 4 ans : soutenir des activités de recherche en mathématiques et en informatique en Afrique ! Dire que ce fut difficile est une litote. C'est le projet SARIMA (Soutien aux Activités de Recherche en Informatique et Mathématiques en Afrique). Il est financé à hauteur de 1 560 000 euros. Aucun projet de développement des mathématiques n'avait jamais été autant financé. SARIMA se termine, son évaluation est en cours. Elle est excellente, que ce soit en nombre de thèses ou en publications parues (dans des revues internationales avec facteur d'impact significatif)

5.3. Encore un projet INRIA !

De 2000 à 2004 Claude aborde un autre défi. Il réussit à créer un projet commun INRIA-INRA à Montpellier. Le projet MERE. En association étroite avec le laboratoire de LANI (Laboratoire d'Analyse Numérique et d'Informatique) de l'université Gaston Berger de Saint-Louis et l'université de Tlemcen.

Modélisation Et Ressources en Eau

Les publications s'accroissent. C'est de l'écologie microbienne et de la biotechnologie. On y trouve bien sûr des mathématiques non triviales, mais Claude prétend qu'il fait maintenant de la biophysique et non des mathématiques. C'est vrai qu'il publie dans de bonnes revues de bio-physique. Mais pour tout dire il s'intéresse aussi, dans le cadre des bioréacteurs, aux problèmes optimaux en temps minimum (ses anciennes amours des années 1980). Il continue à produire et publier des résultats mathématiques. Il reste toujours avec **T. Sari** un bon spécialiste des équations différentielles à second membre discontinu ...

Par ailleurs il continue ses travaux sur l'épistémologie. Il publie toujours dans des revues de philosophie.

6. Conclusion

Je pense que ce survol des activités de Claude, montre bien que toujours sa recherche en mathématique a été soutenue et prolongée par une action militante : pour le développement de théories mathématiques, pour une ouverture des mathématiques vers la société, pour un développement et soutien des mathématiques pour le tiers monde (clés d'un autre développement).

J.P. Kahane l'a dit bien mieux que moi. Je lui laisse le soin de conclure :

«La recherche scientifique et l'enseignement qui lui est lié, sont des valeurs humaines dont l'humanité a vocation à s'emparer.

Merci à Claude Lobry de nous ouvrir des voies où l'action peut-être la sœur du rêve. »

J.P. Kahane

7. Bibliographie

- [1] P. BRUNOVSKY AND C. LOBRY, *Contrôlabilité bang-bang, contrôlabilité différentiable et perturbation des systèmes non linéaires*, Ann. di Mathematica Pura ed Applicata, IV (1975), pp. 93–119.
- [2] M. HESTENES, *Calculus of variations and optimal control theory*, John Wiley & Sons Ltd., 1966.
- [3] A. KRENER AND C. LOBRY, *On the complexity of stochastic differential applications*, Stochastics, 4 (1981).
- [4] J. P. LASALLE AND S. LEFSCHETZ, eds., *International Symposium on Nonlinear Differential Equations and Nonlinear Mechanics.*, Academic Press, 1963.
- [5] C. LOBRY, *Contrôlabilité des systèmes non linéaires*, SIAM J. Control Optimization, 8 (1970), pp. 573–605.
- [6] ———, *Controllability of nonlinear systems*, SIAM J. Control Optimization, 12 (1974), pp. 1–5.
- [7] ———, *Les nouveaux Tartuffes.*, in *Analyse non standard et Représentation du réel.*, M. Diener and C. Lobry, eds., Editions du C.N.R.S., 1985.
- [8] ———, *Et pourtant ils ne remplissent pas \mathbb{N}* , Aleas, 1989.
- [9] ———, *Sur le sens des textes mathématiques : un exemple, la théorie des systèmes*, Ann. Inst. Fourier, 42 (1992), pp. 327–351.
- [10] ———, *A propos des boucles de rétroactions et de la stabilité des systèmes*, Nature, Sciences et Sociétés, 1993.
- [11] ———, *La recherche mathématique en Afrique : une nécessité pour le développement ?*, L'Harmattan, 2003.
- [12] C. LOBRY, ed., *Analyse des systèmes.*, vol. 75–76, Astérisque, S.M.F., 1980.
- [13] D. MAYNES AND R. E. BROCKETT, eds., *Geometric methods in System theory*, NATO, 1973.
- [14] E. NELSON, *Internal Set Theory*, Bull. Amer. Math. Soc., 83 (1977), pp. 1165–1198.
- [15] A. PAVÉ, *Modélisation en biologie et écologie*, Aleas, 1994.