

Le début des math-numériques pour les EDP: 1969-1979, La part du Lion(s)

Olivier Pironneau

1966-68: X

1968-1969: **IRIA**, INSTN,

1969-71: PhD à UC Berkeley

1971-1972: Post doc DAMPT, Cambridge UK

1973-1979: **IRIA**

1978-1985: Prof U Paris XIII + INRIA



1969: état des lieux

PRACTICAL CONTROL THEORY FOR DISTRIBUTED SYSTEMS

P.K.C.Wang

Department of System Science
University of California
Los Angeles, California
U.S.A.

$$u_t(t,x) = u_{xx}(t,x) + f(t,x) \quad (3)$$

defined for $t > 0$ and $x \in \Omega \equiv (0,1)$, where the subscripts denote partial derivatives and f is the control. The initial and boundary conditions are given by

$$u(0,x) = u_0(x), \quad u(t,0) = u(t,1) = 0, \quad x \in \Omega, t > 0, \quad (4)$$

where $u_0(\cdot) \in L_2(\Omega)$. Assuming that $f(t,\cdot) \in L_2(\Omega)$, the solutions to (3) and (4) can be written in the modal form:

$$u(t,x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(t) \phi_n(x), \quad \phi_n(x) = \sqrt{2} \sin n\pi x, \quad (5)$$

where $a(t) \equiv (a_1(t), a_2(t), \dots)^T$ satisfies the following ordinary differential equation defined on ℓ_2 :

$$\frac{da(t)}{dt} = \Lambda a(t) + b(t), \quad a(0) = a_0 \in \ell_2, \quad (6)$$

where

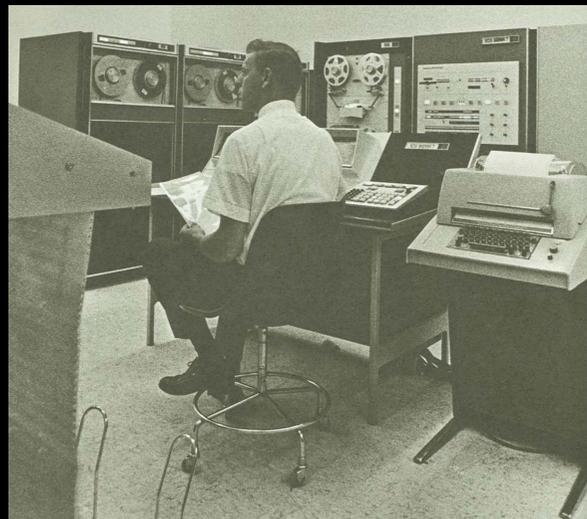
$$u_0(x) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n(0) \phi_n(x), \quad a_0 \equiv (a_1(0), a_2(0), \dots)^T \quad (7)$$

$$f(t,x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n(t) \phi_n(x), \quad b(t) \equiv (b_1(t), b_2(t), \dots)^T$$

Le niveau rustique en math
des numériciens du contrôle



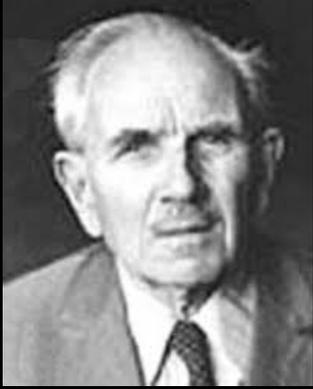
Le QG des forces américaines à Paris vers 1965 transformé en centre de recherche IRIA en 1967 en support de Bull-CII avec pour les math-numériques **Marcel-Paul Schützenberger, Jacques-Louis Lions, Pierre Faure, Pallu de la Barrière...**



Le premier ordinateur, CII-10070 (SDS-CDC sigma 7) arrive... en 1969

Grenoble est très en avance sur Paris

EDP: des math applicables



Jean Leray



Laurent Schwartz



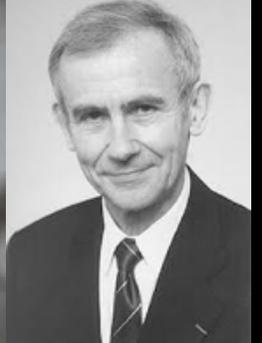
Jacques-Louis Lions, Bernard Malgrange



+ besoins technologiques => math - numériques

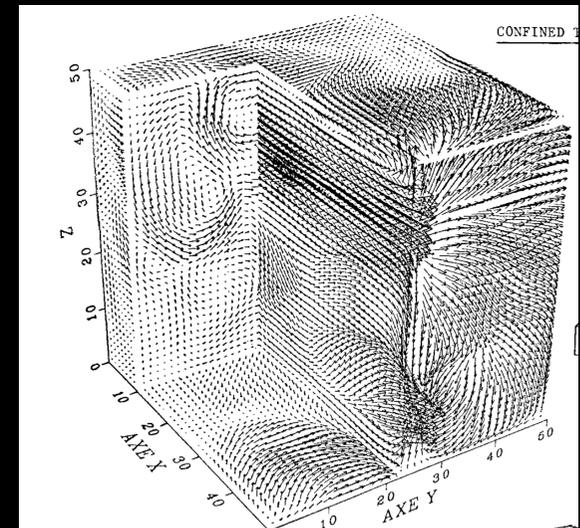
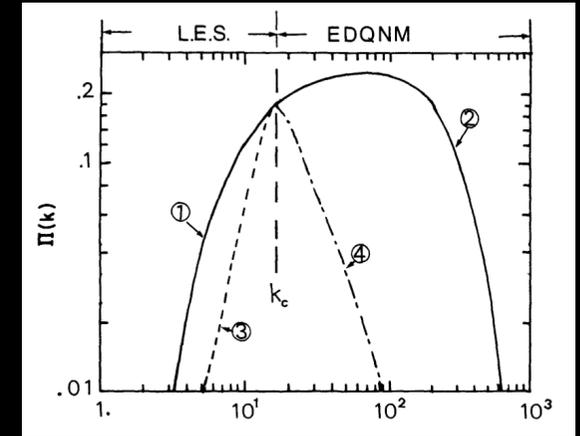
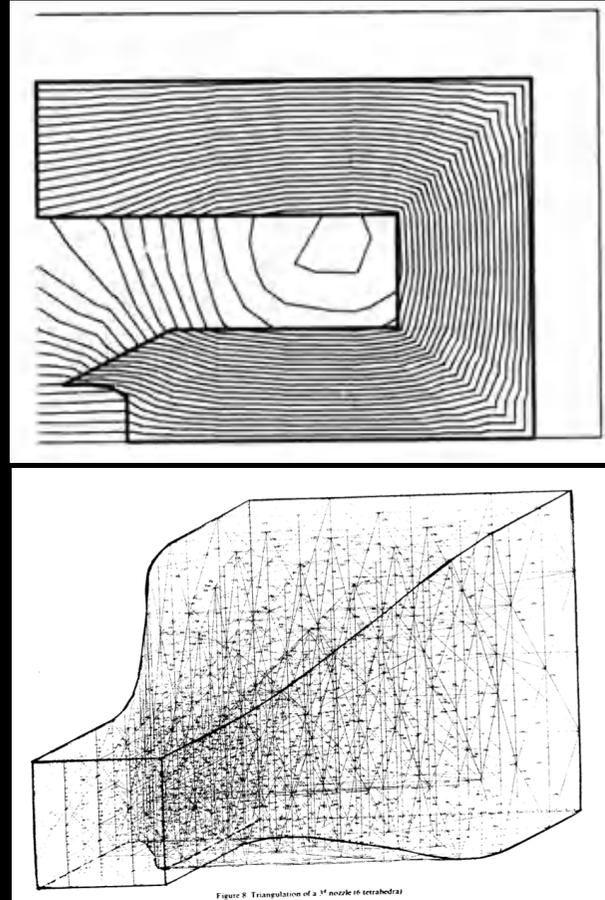
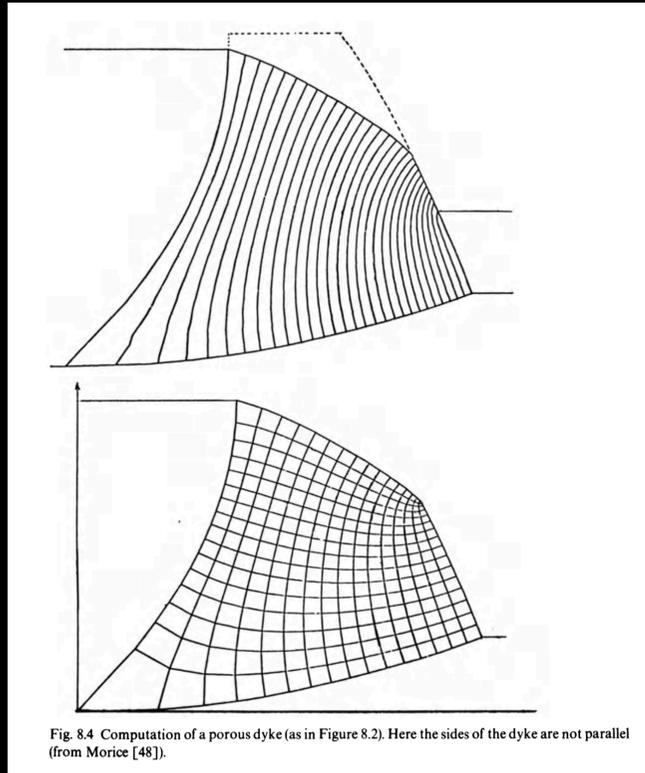


=>



R. Lattès(SEMA), R. Dautray M. Dassault => R. Glowinski, A. Bensoussan, P.A. Raviart, Ph. Ciarlet

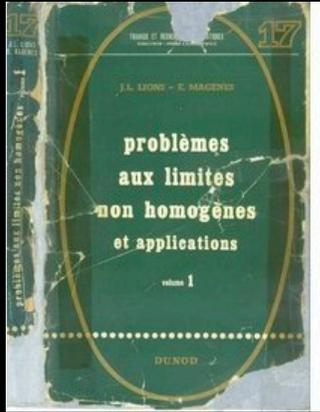
Applications numériques



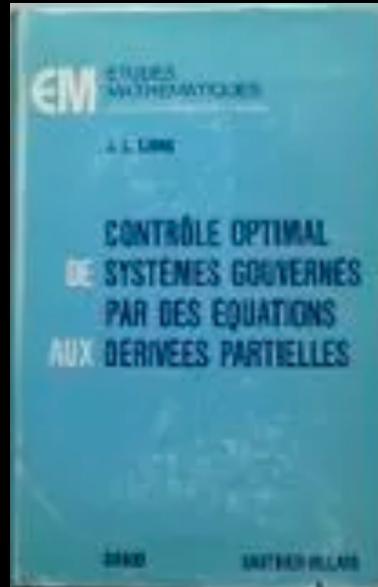
- IV solide (Ph. Morice)
- Electrostatique (A. Marrocco)
- Spectre de turbulence (JP Cholet)
- Aéronautique (J. Periaux et al)
- Ecoulement 3D périodique (JP Benque et al, 1979)

Rétrospectivement les conditions de travail pour ces privilégiés étaient déplorables

Une incroyable production littéraire + un nouveau langage



Debut 1968

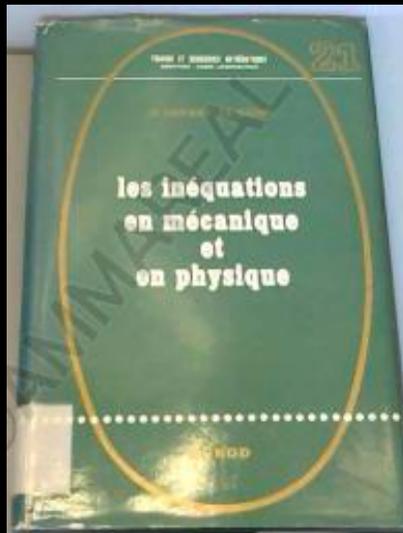


Debut 1969

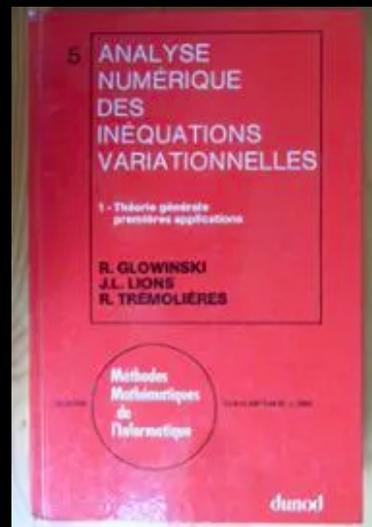


Fin 1969

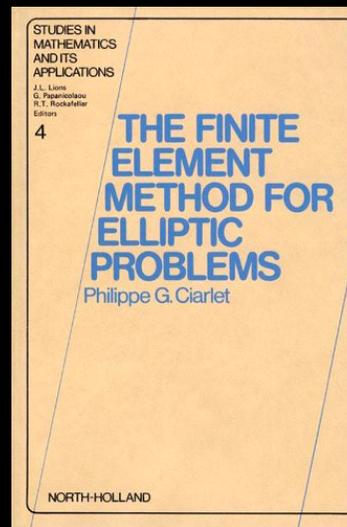
$$H_0^1(\Omega) \subset L^2(\Omega) \subset H^{-1}(\Omega)$$



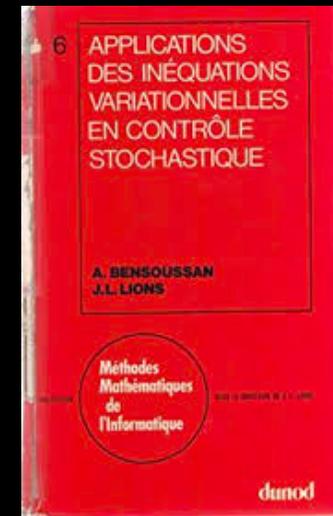
1972



1976



1978



1978

A la conquête du monde

Math+ordinateur = innovations technologiques

- Création de chaires de math-appli dans toutes les facs + X
- Création de laboratoire de simulation:
CEA, EdF, Michelin, SNCF, Renault, Peugeot, ONERA, Dassault
- Création de logiciels: Modulf(IRIA), Aster(EdF), Castem (CEA)
- Agence de financement: DRET
- Coopérations internationales: Novossibirsk, NYU, Pavie, Stuttgart

Mais, ce qui n'a pas d'EDP fut délaissé:

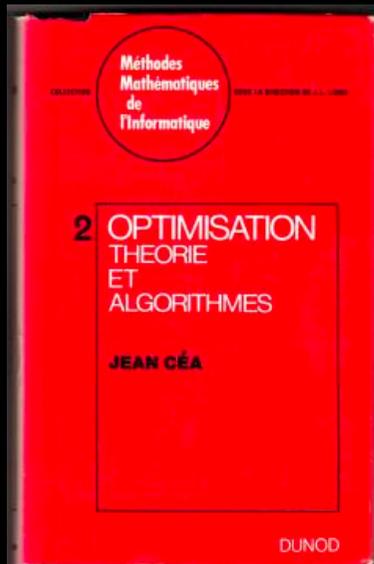
Théorie du signal, recherche opérationnelle, théorie de l'approximation, optimisation

Ce qui n'était pas variationnel ne fut pas étudié: Différences-finies

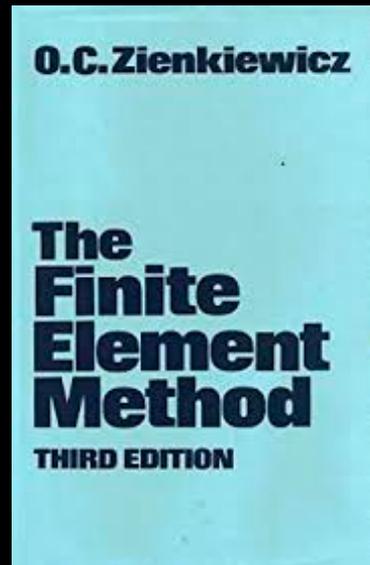
Et le CNRS? On ne peut rien faire sans ordinateur, le CNRS peine avec ses moyens moins importants rapportés aux nombres de chercheurs... même au Labo d'analyse numérique de Paris VI. Le CNRS contribue à la partie théorique.

Deuxième vague de succès

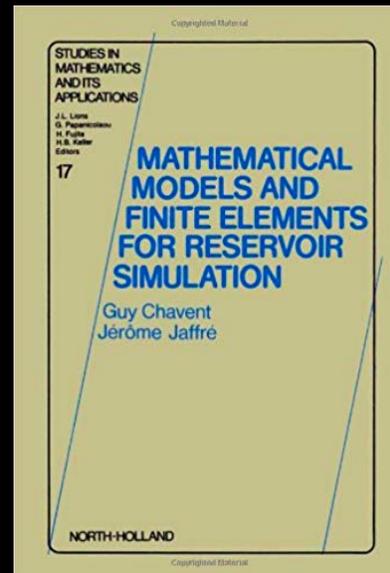
- Jérôme Jaffré - Guy Chavent, extraction du pétrole (>1971)
Jean-Claude Nédélec, problème extérieur (>1973)
Michel Bercovier, matériaux incompressible, pneu (>1974)
Denise Chenais - Jean Cea, etc, optimisation de forme (>1974)
François Murat - Luc Tartar, Compacité par compensation (1978)
Claude Bardos, G. Papanicolaou, propagations des ondes (1978)
V. Girault, M. Fortin, P.A. Raviart, FEM fluides, FEM mixte (>1977)
A. Jameson - D. Caughey: **Méthode des volumes finis** (1977)



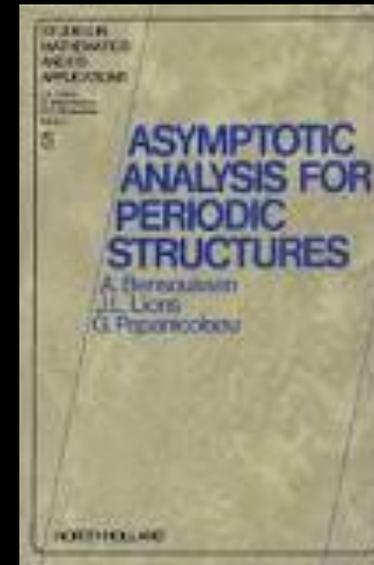
1971



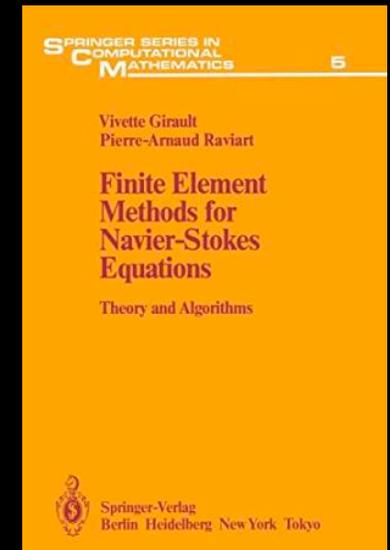
1977



>1971



1978



1981

1979: état des lieux

- La même EDP qu'en 1969:

$$\partial_t u - \Delta u = f, \text{ in } \Omega, u|_{\partial\Omega} = u_\Gamma, u(0) = u_0$$

peut s'étudier dans un domaine quelconque, avec des données irrégulières (ex: Dirac); la méthode des éléments finis + DF en temps, converge avec un taux connu.

- Certaines EDP **nonlinéaires** sont bien comprises (NS)
- **Dans les limites des ordinateurs**, de nombreuses applications industriels
- **Ce qu'on ne sait pas faire**: le multi-échelle, le stochastique,

Fin de cette décennie, merci pour l'invitation