Curriculum vitae

Marc Chaperon

Mai 2009

1 Informations biographiques

Né le 24 décembre 1949 à Alger. Marié, deux enfants.

Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure (1969–73), agrégé de mathématiques, D.E.A. de mathématiques de la décision (Université de Paris 9–Dauphine)

Docteur ès-sciences mathématiques (Université Paris 7, 1980). Jury : René Thom (président), Alain Chenciner (directeur), Michel Demazure (deuxième thèse), Michael R. Herman (rapporteur), Ivan Kupka (rapporteur), Robert Moussu, Robert Roussarie.

De 1974 à 1988, chercheur (C.N.R.S. à partir de 1976, CR1 à partir de 1981) au Centre de mathématiques de l'Ecole Polytechnique.

« Visiteur pour l'année académique » à l'I.H.E.S. en 1976–78 et en 1987–88.

De 1985 à 1998, maître de conférences d'exercice partiel (en termes d'aujourd'hui, « professeur chargé de cours d'exercice incomplet ») à l'École Polytechnique.

Depuis 1988, professeur à Paris 7.

2 Recherches jusqu'à 2005

J'ai commencé à m'adonner aux mathématiques à vingt-quatre ans, en découvrant l'œuvre de René Thom sur les singularités. Mon projet était (et demeure) d'illustrer ce point de vue là où il n'avait pas montré toute sa fécondité : systèmes dynamiques, équations aux dérivées partielles... Mon travail est donc relativement peu spécialisé et assez « primitif ».

2.1 Singularités en géométrie de contact

J'ai classifié ([5, 36] et [2], section 8.4) les équations aux dérivées partielles du premier ordre au voisinage de leurs variétés intégrales singulières normalement hyperboliques, à transformation de contact locale de l'espace des jets d'ordre un près. Ce résultat répond à une question de Thom. Traduit en termes de variétés caractéristiques d'opérateurs pseudodifférentiels, il permet [36] la classification « microlocale » de certains opérateurs de type principal.

Dans sa thèse (1994), mon élève Manouchehr Manouchehri est revenu [115] à ce problème, poursuivant en particulier la classification plus fine des équations différentielles implicites entreprise par un élève d'Arnold, Alexei Davydov. L'idée nouvelle est de ramener le problème à la classification des champs de Liouville à transformation symplectique près. J'ai vu plus tard [18] que celle-ci pouvait être obtenue beaucoup plus simplement en remarquant que deux formes symplectiques (ou deux formes-volume) ω_0 et ω_1 coïncidant en un point a et ayant en commun un champ de Liouville X (champ de vecteurs tel que $\mathcal{L}_X\omega_j = \omega_j$) sont localement conjuguées par un difféomorphisme fixant a et préservant X. La première moitié de [50] introduit à ces questions.

2.2 Germes d'actions de groupes abéliens

Pour donner une idée des résultats obtenus [6, 2, 12], je me borne ici au cas des germes d'actions holomorphes de $\mathbf{C}$: soit $\mathbf{d}$ l'algèbre de Lie des germes nuls en $0 \in \mathbf{C}^n$ de champs de vecteurs holomorphes ; deux éléments X et Y de $\mathbf{d}$ sont dits C^k–conjugués, $k \in \mathbf{N}$, lorsqu'il existe un germe de C^k–difféomorphisme de $\mathbf{C}^n$ (pour sa structure d'espace réel) fixant 0 et « envoyant les courbes intégrales *complexes* de X sur celles de Y (en préservant le paramétrage) ».

A chaque $X \in \mathbf{d}$, on associe sa *partie linéaire* $X^1 = dX(0) \in \mathbf{gl}(n, \mathbf{C})$; on dit que X est *hyperbolique* lorsque les valeurs propres de X^1 sont simples et deux à deux $\mathbf{R}$–indépendantes.

J'ai démontré [12] le théorème suivant, dont une forme nettement plus faible avait été conjecturée par Camacho, Kuiper et Palis [84] : *tout élément hyperbolique de* $\mathbf{d}$ *est* C^0*–conjugué au germe en* 0 *de sa partie linéaire.*

La preuve utilise le résultat suivant, dont je suis également l'auteur [12] : *pour tout élément hyperbolique* X *de* $\mathbf{d}$ *et tout entier* $k > 0$*, il existe un élément polynomial* N *de* $\mathbf{d}$ *vérifiant* $N^1 = 0$*, commutant à* X^1*, et tel que* X *soit* C^k*–conjugué à la « forme normale »* $X^1 + N$.

Ces théorèmes avaient été établis dans le champ réel (où ils sont beaucoup moins difficiles) par Grobman-Hartman et par Sternberg[1]. Le second montre que, du point de vue de la géométrie différentielle, les « petits dénominateurs » cessent d'être visibles dès qu'il y a hyperbolicité— alors qu'ils sont visibles du point de vue holomorphe comme on le sait depuis Siegel, un des deux grands ancêtres du sujet avec Poincaré.

Le passage du second énoncé au premier utilise de façon essentielle un « dévissage » géométrique de l'espace des orbites d'une action linéaire de $\mathbf{R}^r$ ([2], section 5), pour montrer que la forme normale polynomiale X^1+N admet une linéarisation topologique explicite. Grâce à une étude du flot formel d'une forme normale (montrant en particulier que le domaine de convergence de celui-ci est assez grand), on voit que la conjugaison topologique cherchée s'obtient par composition de plusieurs homéomorphismes locaux dont chacun (ainsi que son inverse) est la somme d'une série convergente en des variables qui sont hölderiennes pour tout exposant de Hölder, mais pas lipschitziennes en général.

La fin de [12] (sections (1.2) et (6.2)) étend ces deux théorèmes aux *familles* de champs holomorphes, fournissant des déploiements versels pour la conjugaison C^k, $k \in \mathbf{N}$. Mes résultats sont plus éloquents sous cette forme, sans analogue pour la conjugaison holomorphe ni même formelle.

Une simplification très notable (par rapport à [93], par exemple) est un « lemme de préparation » ([11] et [2], section 4.4.2), dans lequel ne figure aucune hypothèse d'hyperbolicité ; il consiste à mettre le germe d'action étudié sous forme normale le long de ses « variétés fortement invariantes ». Celles-ci généralisent les variétés stable et instable d'un germe de champ de vecteurs réel (assez curieusement, c'est aussi moi qui les ai introduites [51]) : par exemple les variétés fortement invariantes d'un $X \in \mathbf{d}$ sont les variétés instables des divers λX, $\lambda \in \mathbf{C}$, vus comme champs réels. L'article [11] montre que l'on peut mettre un germe de champ de vecteurs holomorphe (ou d'action holomorphe de $\mathbf{C}^m$) sous forme normale jusqu'à l'ordre que l'on veut le long de ses variétés fortement invariantes *par un changement de coordonnées holomorphe*. Cela permet, dans [12], de travailler avec des flots holomorphes au lieu d'actions de $\mathbf{R}^2$.

Ma thèse [1] contient toute une moisson de résultats dont beaucoup sont restés inédits, comme

[1]L'hyperbolicité, dans le cas réel, est la non-intersection du spectre de $X^1 \in \mathbf{gl}(n, \mathbf{R})$ avec l'axe imaginaire.

le suivant : *deux germes faiblement hyperboliques d'actions C^∞ de $\mathbf{Z}^k \times \mathbf{R}^m$ sont C^∞–conjugués si et seulement s'ils sont formellement conjugués*[2].

L'ouvrage [2], fruit d'un long travail de conceptualisation (cinq ans !), innove sur un assez grand nombre de points : un traitement naturel des formes normales à l'aide de représentations linéaires, une recherche systématique de la géométrie cachée derrière l'analyse, la détermination explicite du centralisateur d'un germe de difféomorphisme ou d'action hyperbolique (*voir* aussi [37]), une version « géométrie de contact » du théorème de linéarisation des actions[3], une démonstration du fait que l'hypothèse d'hyperbolicité faible est minimale pour celui-ci, une définition des dérivées successives d'une application entre variétés munies de connexions, permettant de scinder les fibrés de jets (une de ces choses « bien connues » mais introuvables), une application de cette notion pour répondre (appendice 4) à une question de Golubitsky et Guillemin (« comment boucher le trou de la diagonale dans les espaces de multijets ? »)[4], etc.

Vingt-deux ans après, cet ouvrage est toujours cité, tant dans des cours (comme celui publié par C.M. Marle sur les systèmes dynamiques, ou celui de J.-C.-Sikorav à l'ENS Lyon sur le calcul différentiel) que dans des articles de recherche (par exemple ceux de Nguyen Tien Zung [116] ou de Stolovitch [121, 122, 124] ; le lemme 3.1 de [123] est un petit cadeau issu de la même source).

Plus récemment, dans [19], j'ai exploité au niveau global les concepts introduits dans [12], premier pas significatif vers un théorème « de Kupka-Smale » complexe (bien que j'aie attendu près de dix ans avant de l'écrire, ayant d'abord proposé le sujet à Fabienne Coudray) : j'ai montré que, génériquement, un champ de vecteurs holomorphe sur $\mathbf{C}^n$ n'a que des zéros hyperboliques, dont les variétés fortement invariantes se coupent transversalement.

Le sujet est maintenant à la mode ; par exemple, [12] est utilisé par Fornæss et Sibony dans deux articles récent [97, 98], ainsi que par Loray et Rebelo dans [113] ; quant à [19], il est évidemment cité par mes successeurs comme Firsova dans [96], Golenishcheva-Kutuzova dans [99], Golenishcheva-Kutuzova et Kleptsyn dans [100].

2.3 Variétés invariantes

En 1993, une conversation avec Alexander Shoshitasihvili m'a suggéré une question bien simple : puisqu'une (semi-)conjugaison $h : X \to Y$ entre $f : X \to X$ et $g : Y \to Y$ est une application dont le graphe est invariant par $f \times g : (x, y) \mapsto \big(f(x), g(y)\big)$, ne peut-on pas obtenir les résultats de conjugaison comme corollaires de théorèmes d'existence (et éventuellement d'unicité) de variétés invariantes ? Pendant un conseil de la SMF particulièrement aride, j'ai vu [15] que la réponse est positive dans le cas particulier des germes de contractions :

Théorème *Soient L un endomorphisme continu de l'espace tangent en a à une variété banachique M, et $I \subset T_aM$ un sous-espace facteur direct stable par L. On suppose que $A := L|_I$ a un rayon spectral $\rho(A) < 1$, que L induit un automorphisme B de $T_aM \,/\, I$, et l'on note k le plus grand entier naturel vérifiant $\rho(A)^k \rho(B^{-1}) \geq 1$ si l'on a $\rho(B^{-1}) \geq 1$, et $k = 0$ sinon. Alors, pour tout germe $h : M, a \to M, a$ de classe C^r avec $r > k$ tel que $T_a h = L$ et tout germe W en a de sous-variété de M formellement h–invariant*[5] *à l'ordre k tel que $T_aW = I$, il existe un unique germe h–invariant V en a de sous-variété C^{k+1} ayant un contact d'ordre* $\max\{1, k\}$ *avec W en a ; de plus, V est C^r comme h* (ici, C^r peut aussi signifier C^∞, analytique réel ou holomorphe).

[2] J'ai renoncé par lassitude à l'inclure dans [2] et ne l'ai publié [12] (pour la conjugaison C^k) que dans le cas des germes d'actions holomorphes de $\mathbf{C}$. Dans [75], tous ces résultats inédits seront « mis dans un même sac ».

[3] Tout le chapitre 4 est consacré à la géométrie symplectique et de contact, sur laquelle les références n'étaient pas légion ; la partie qui concerne les formes normales n'est d'ailleurs pas tellement connue même aujourd'hui.

[4] Ma réponse, si multi=bi : « en l'éclatant ». Le cas général n'est toujours pas traité.

[5] C'est-à-dire que $h(W)$ a un contact d'ordre k avec W en a.

Ce résultat de finitude, qui généralise le théorème de la variété stable (cas où $k = 0$), entraîne en effet le théorème de Sternberg pour les contractions [119] tout en ayant une démonstration encore plus simple : elle consiste à appliquer le théorème des fonctions implicites, suivant une idée d'Irwin (Perron ?), dans un espace de suites convenables ; cela fournit un k optimal. Le théorème permet par exemple de distinguer dans un paquet de variétés pseudo-stables celles qui sont régulières et de montrer leur unicité pour un jet d'ordre k donné, mais il s'applique aussi à des situations *a priori* bien plus confuses.

Avec certains de mes élèves, puis seul, j'ai alors entrepris de mettre dans un cadre unique les résultats classiques sur les variétés invariantes d'une part et, d'autre part, le lemme de préparation, le théorème de Sternberg [120] et toutes sortes de résultats voisins, en particulier ceux de [2] et ceux dont Jean-Paul Dufour me créditait un peu trop généreusement et qui jouent un rôle fondamental dans sa classification locale de structures de Poisson [92]. Bien entendu, les énoncés obtenus sur les variétés invariantes sont nouveaux et parfois un peu plus délicats à prouver que les théorèmes de conjugaison qu'ils impliquent (mais, indépendamment de leur intérêt propre, ils ont bien d'autres conséquences).

Mon élève Fabienne Coudray a déduit sans douleur de [15] le lemme de préparation [11] et d'autres énoncés de ce type. Dans un article en commun [17], nous expliquons en outre que la partie « existence » de [15] résulte du théorème de la variété stable, appliqué après un « éclatement » assez bête et brutal (je ne sais pas si la possibilité de relever un germe de difféomorphisme ou de champ de vecteurs était bien connue pour ces éclatements-là). L'idée nous permet de déduire le théorème de Sternberg général en différentiabilité finie de [15] et du théorème de la variété pseudo-stable ; il est à noter que le résultat sur les variétés invariantes auquel nous ramenons le théorème de Sternberg est nouveau et, sans le « truc » de l'éclatement (qui a quelques inconvénients au niveau de la différentiabilité requise), plutôt difficile à prouver : voir la seconde partie de [20].

La première partie de [20] reprend et affine les résultats de [15, 17], traitant en particulier d'applications non inversibles de différentiabilité non entière, ce qui lui vaut par exemple d'être cité dans [91].

Mon élève Brahim Abbaci a prouvé dans l'esprit de [15] et généralisé [77, 78] le théorème de Hartman sur la linéarisation C^1 des contractions, répondant à une question posée par Jürgen Moser à Oberwolfach en 1993. Un autre chapitre de sa thèse, consacré à un théorème d'extension, version « variétés invariantes » du principal résultat analytique de [2], a déjà fait l'objet d'une Note [79] ; il permet de résoudre certaines « équations (co)homologiques » intervenant dans la classification locale des structures de Poisson [92] ; Abbaci a en outre traité certains cas exclus de [92]. L'ensemble devrait encore fournir la matière d'au moins deux publications.

2.4 Géométrie symplectique globale

Mon intérêt pour le « dernier théorème géométrique de Poincaré » (démontré par Birkhoff) date d'un exposé que j'ai fait au séminaire Thom en 1977. Dans l'appendice 9 de [81], Arnold exposait sa stratégie pour le généraliser. J'y ai réfléchi jusqu'à conclure que le mieux serait de démontrer l'énoncé suivant, dont une forme moins précise avait en fait été conjecturée par Arnold [80] :

Soit $p\,dq$ la forme de Liouville de $T^*\mathbf{T}^n$ [où q et p sont les projections de $T^*\mathbf{T}^n = \mathbf{T}^n \times \mathbf{R}^{n*}$ sur ses deux facteurs], *et soit $(j_t)_{0\leq t\leq 1}$ une famille lisse de plongements de $\mathbf{T}^n$ dans son cotangent. Si $j_0(\mathbf{T}^n)$ est la section nulle et que $j_t^*(p\,dq)$ est exacte pour tout t, alors chaque $j_t(\mathbf{T}^n)$ coupe la section nulle en au moins $n+1$ points, et au moins 2^n si l'intersection est transversale*[6].

[6]Pour t petit, $j_t(\mathbf{T}^n)$ est la différentielle d'une fonction et l'énoncé résulte de la théorie de Morse-Lyusternik-Schnirelmann sur $\mathbf{T}^n$, dont il constitue une généralisation.

En y pensant, j'ai prouvé en 1982 une version symplectique [7, 8] du lemme de Thom sur le prolongement des isotopies. Peu après, Conley et Zehnder ont démontré la conjecture de l'appendice 9 d'Arnold par une méthode variationnelle très simple ; j'ai immédiatement vu comment l'adapter pour établir [7], grâce au lemme de prolongement des isotopies, l'énoncé plus général ci-dessus (baptisé « théorème de Chaperon-Conley-Zehnder » par Arnold, Eliashberg et Gromov).

J'en ai alors trouvé une autre preuve variationnelle, supprimant tout recours à l'analyse fonctionnelle [9, 10, 41]. C'est mon travail le plus populaire[7]. Un des buts était de généraliser le théorème aux variétés compactes quelconques, pour lesquelles l'approche initiale conduisait à une situation vraiment compliquée. Programme réalisé un an plus tard par Laudenbach et Sikorav [108] (peu avant, Hofer avait triomphé de cette « situation vraiment compliquée »). Leur démonstration a conduit Sikorav à un théorème [118] sur les immersions lagrangiennes définies par des fonctions-phases « quadratiques à l'infini » (*voir* 2.5 ci-après) qui contient tous les résultats précédents.

2.5 Géométrie de contact et équations de Hamilton-Jacobi

J'ai étendu [16] à la géométrie de contact le résultat de Sikorav[8]. Voici un cas particulier de ce théorème[9] qui implique le premier énoncé de 2.4 si $M = \mathbf{T}^n$:

Théorème *Soient M une variété compacte, $dy - p\,dq$ la forme de contact de J^1M, et $(j_t)_{0\leq t\leq 1}$ une famille lisse de plongements de M dans J^1M. Si $j_0(M)$ est la section nulle $\{y=0, p=0\}$ et que $j_t^*(dy - p\,dq) = 0$ pour tout t, alors chaque $j_t(M)$ a une* famille génératrice quadratique non dégénérée à l'infini, *c'est-à-dire une fonction lisse $S : M \times \mathbf{R}^k \to \mathbf{R}$* (que l'on peut faire dépendre régulièrement de t) *possédant les propriétés suivantes :*

(i) $0 \in (\mathbf{R}^k)^*$ est une valeur régulière de $\partial_v S$, donc $\Sigma_S := (\partial_v S)^{-1}(0)$ est une sous-variété et, si l'on pose $S_v(Q) := S(Q, v)$, l'application $i_S : \Sigma_S \to J^1M$ définie par $i_S(Q, v) := j^1 S_v(Q)$ est un plongement ;

(ii) on a $i_S(\Sigma_S) = j_t(M)$, qui est donc l'ensemble des $(Q, Y, P) \in J^1M$ vérifiant

$$\begin{cases} 0 = \partial_v S(Q; v) \\ Y = S(Q; v) \\ P = \partial_Q S(Q; v) \ ; \end{cases}$$

(iii) il existe une forme quadratique non dégénérée K sur $\mathbf{R}^k$ telle que $S(Q, v) = K(v)$ hors d'un compact.

L'application de ce résultat développée dans [16] répond à une question que posait René Thom au début des années 70 et provient de la remarque suivante [14] : grâce à (iii), chaque fonction

[7]La méthode a bien plu à Jürgen Moser, qui avait cherché quelque chose d'analogue, à Mikhael Gromov, Eduard Zehnder (voir leurs conférences au congrès international des mathématiciens de 1986, ainsi que [94]) et à Vladimir Arnold (dont les élèves comme Givental, Chekanov et plus récemment Ferrand ont développé ce point de vue). Très simple, elle a été enseignée un peu partout (entre autres à Penn State par Augustin Banyaga, à Paris par Alain Chenciner, au MIT par Victor Guillemin, à Orsay par François Laudenbach, à Berkeley par Alan Weinstein) et sert de fondement à la monographie [114] de Dusa McDuff et Dietmar Salamon. L'idée a aussi influencé Patrice Le Calvez [109].

[8]Extension attribuée depuis 1986 par V.I. Arnold à Chekanov, mais celui-ci était indisponible et ni Arnold, ni Sikorav ne se souvenaient exactement de ce qu'il avait fait. Comme j'avais besoin du résultat, j'ai fini par le démontrer et l'exposer en 1994 au séminaire Arnold. Quand Chekanov est revenu parmi nous, il a écrit [86] sa preuve, assez différente de la mienne car je construis des familles génératrices *pour les transformations de contact.*

[9]On désigne par J^1M l'espace des jets d'ordre 1 de fonctions réelles sur M, ensemble des (q, y, p) avec $q \in M$, $p \in (T_qM)^*$ et $y \in \mathbf{R}$ ou, si l'on préfère, des $j^1_q f = (q, f(q), Df(q))$, $q \in M$, $f : (M, q) \to \mathbf{R}$.

$v \mapsto S(Q, v)$ a une valeur critique « topologiquement visible », son « minimax », et la fonction

$$u_S : Q \mapsto \min \max_v S(Q, v)$$

est lipschitzienne (ce point est dû à Sikorav). Par conséquent, si $j_t(M)$ est la section au temps t de la solution géométrique (réunion des caractéristiques issues de la donnée initiale) d'un problème de Cauchy pour une équation d'évolution de type Hamilton-Jacobi

$$\frac{\partial u}{\partial t} + H\left(t, q, u, \frac{\partial u}{\partial q}\right) = 0$$

et que l'on note S_t la fonction S qui correspond à j_t, alors $(t, Q) \mapsto u_{S_t}(Q)$ est une solution faible lipschitzienne de l'équation, « plus jolie que les autres » (lorsque le hamiltonien est convexe par rapport à p, c'est la solution entropique ou « solution de viscosité ») et dont le jet d'ordre 1 est une section (définie presque partout) de la solution géométrique de départ ; on l'appelle maintenant « solution de Chaperon-Sikorav » ou « solution de Chaperon-Sikorav-Viterbo ».

Mon élève David Théret a prouvé (suivant Viterbo, qui avait pris mon relais pour diriger ses travaux) la « presque unicité » de ces familles génératrices [126], impliquant que « la fonction u_S ne dépend pas de S ». Il est donc intéressant d'en chercher une caractérisation géométrique directe, ce que j'ai proposé à Gianmarco Capitanio [85].

Mon élève Tatiana Joukovskaïa a montré dans sa thèse [103] que ces solutions minimax admettent génériquement, à difféomorphisme local de M près, des modèles semi-algébriques dont elle a fait une classification complète en petite dimension.

Claude Viterbo [132] s'est aussi intéressé à ces solutions, remarquant qu'on pouvait par continuité étendre leur théorie à des équations et données initiales très peu différentiables.

2.6 Autres travaux en géométrie symplectique ou de contact

En 1987, avec Biancamaria D'Onofrio, j'ai prouvé [41, 40] par la méthode de [9, 10] un résultat fameux (1986) de Viterbo (conjecture de Weinstein dans $\mathbf{R}^{2n}$) : *sur toute hypersurface compacte de $\mathbf{R}^{2n}$, de type contact pour la structure symplectique standard, il y a au moins une caractéristique fermée.* La démonstration souffrait d'un ou deux calculs assez obscurs, et je n'ai trouvé qu'en 1990 l'argument pourtant naturel ([3], théorème 2.2.2 (iv)) qui permet de les éviter, d'où la preuve la plus simple du théorème ([3], 3.1.4 et 3.4.2)—obtenue indépendamment sept ou huit ans plus tard par McDuff et Salamon, elle figure à la fin de la deuxième édition de [114].

Dans le même ordre d'idées, j'ai remarqué fin 1987 [70] que le résultat de Viterbo dans $\mathbf{R}^{2n}$ entraîne la conjecture de Weinstein dans T^*L si L se plonge comme sous-variété lagrangienne de $\mathbf{R}^{2n}$: il suffit, à l'aide du flot de Liouville standard $(q, p) \mapsto (q, e^t p)$, « d'aspirer » l'hypersurface considérée dans un tube autour de la section nulle qui se plonge symplectiquement dans $\mathbf{R}^{2n}$.

En 1995, avec Biancamaria D'Onofrio, j'ai prouvé à l'aide de phases génératrices le principal résultat de [90] : *sur toute hypersurface compacte strictement convexe et symétrique de $\mathbf{R}^{2n}$, il y a au moins une caractéristique fermée* elliptique. La nouvelle preuve, qui s'étend à la généralisation de ce résultat par Marie-Claude Arnaud, figurera dans [76].

L'article [43] porte sur un théorème d'Eliashberg et Gromov [24] : *si deux sous-variétés propres M et N de $\mathbf{R}^n$ ont une intersection compacte, transverse et non vide, alors, quelles que soient les isotopies hamiltoniennes à support compact $(g_t)_{0 \le t \le 1}$ et $(h_t)_{0 \le t \le 1}$ de $T^*\mathbf{R}^n$, les images par g_1 et h_1 respectivement des conormaux νM et νN ont un nombre de points d'intersection strictement supérieur à la « cuplength » $c\ell(M \cap N)$, et au moins égal à la somme des nombres de Betti de $M \cap N$ si $g_1(\nu M)$ et $h_1(\nu N)$ sont transverses.*

Ce sont *grosso modo* les minorants habituels du nombre de points critiques d'une fonction réelle sur $M \cap N$, comptés dans le premier cas sans leur multiplicité et dans le second avec. L'intérêt de l'article est dans la preuve, à la fois très simple et assez nouvelle.

2.7 Probabilités « presque invariantes » par un système dynamique

Les deux textes [71, 13] partent de l'idée de E. Christopher Zeeman de définir une nouvelle notion de stabilité structurelle pour les champs de vecteurs : à chaque champ de vecteurs $\mathbf{v}$ sur une variété riemannienne compacte, connexe, sans bord et orientée, il associait pour tout $\varepsilon > 0$ l'état stationnaire de « son » équation de Fokker-Planck avec ε–diffusion, c'est-à-dire l'unique forme $a^{\varepsilon}(\mathbf{v})$ de degré maximal et d'intégrale 1 solution stationnaire de l'équation ; c'est une forme-volume, donc une probabilité lisse. Avec Santiago López de Medrano, j'ai montré que a^{ε} est une fibration lisse et triviale sur l'ensemble des probabilités lisses strictement positives, dépendant de manière lisse de ε. Cela permet, suivant l'idée de Zeeman, de relever aux systèmes dynamiques la théorie des singularités de fonctions différentiables. Nous avons aussi mis au point une théorie analogue pour les difféomorphismes. En rédigeant la Note [13], j'y ai ajouté un résultat nouveau du type « décomposition de Hodge » pour les difféomorphismes. La collaboration avec Zeeman ayant tourné court pour des raisons liées à mon organisation du colloque Thom en 1988, la « version longue » n'est pas parue dans *Nonlinearity* comme prévu.

3 Autres activités de 1988 à 2005

3.1 Encadrement doctoral

L'année indiquée est celle de la soutenance.

1994 Tatiana Joukovskaïa [103], dont la thèse a donné lieu à deux publications [104, 105], maintenant informaticienne dans la région parisienne

1994 Manouchehr Manouchehri, dont la thèse a été publiée [115] dans *Ergodic Theory and Dynamical Systems*, retourné enseigner en Iran et tombé depuis gravement malade

1995 Amal Zouine [133], aujourd'hui maître-assistante au Maroc (?)

1996 David Théret [125] (co-direction avec Claude Viterbo), maître de conférences à Montpellier, a publié au moins trois bons articles [126, 127, 128], les deux premiers sur sa thèse

1997 Fabienne Coudray [89], qui a publié une partie de sa thèse [17] dans *Ergodic Theory and Dynamical Systems*, maintenant directeur des études de mathématiques dans une école d'ingénieurs de la région parisienne

1998 Philippe Petit [117], dont la thèse a donné lieu à au moins deux publications, aujourd'hui informaticien dans une banque

2001 Brahim Abbaci [77], dont la thèse n'est pas encore entièrement publiée [78, 79], aujourd'hui « maître de conférences » (professeur de deuxième classe) à l'université d'Alger, où il a soutenu son habilitation en 2009

2002 Victor Tourtchine [131] (co-tutelle avec Alexei Tchernavskii, de Moscou), chercheur confirmé qui enseigne à l'université catholique de Louvain et à l'université indépendante de Moscou et a publié six articles depuis sa thèse ; pour être honnête, c'est un élève de Vassiliev venu à Paris travailler avec Cartier ! ma contribution a été de m'occuper de la paperasserie, de suivre son travail et de lui conseiller d'aller voir Kontsévitch quand il menaçait d'abandonner.

On pourrait leur ajouter Gianmarco Capitanio, qui a soutenu en 2004 sous la direction de V.I. Arnold la thèse qu'il avait commencée avec moi, continuant [85] d'étudier les solutions « minimax » introduites dans [14, 16]. C'est cette partie de la thèse qui a valu à Capitanio le prix Arconati Visconti 2005 de la Chancellerie des Universités de Paris.

J'ai aussi « aiguillé » vers d'autres directeurs de recherche certains de mes étudiants en DEA : Emmanuel Ferrand, polytechnicien sur qui [16] et mon cours de DEA en 1994 à l'ENS ont exercé une forte influence, a travaillé avec V.I. Arnold sur la géométrie de contact ; il est maître de conférences à Paris 6. Jean-François Barraud, normalien de Cachan que j'avais envoyé à Sikorav, a fait une thèse sur les courbes « gromomorphes » ; il est maître de conférences à Lille. François Béguin, autre normalien de Cachan à qui j'avais conseillé d'aller à Dijon comme AMN, y a fait une thèse sur les systèmes dynamiques avec Bonatti ; il est maître de conférences à Orsay.

Je me suis aussi occupé, parce qu'ils m'avaient été confiés par leur institution d'origine, de Ricardo Uribe-Vargas (Mexicain qui a fait sa thèse avec Arnold et vient d'être recruté comme professeur à Dijon) et Adriana Ortiz-Rodríguez (élève mexicaine de V.I. Arnold, docteur en 2002).

3.2 Séminaire Arnold

J'ai toujours eu de très grandes affinités avec l'école d'Arnold, même si je n'en ai connu les membres qu'après la chute du mur.

En 1993 ou 1994, Arnold ayant été recruté comme professeur à Dauphine, j'ai eu l'idée du « séminaire Arnold à Paris », que ma situation d'enseignant du magistère à l'ENS Ulm m'a permis d'y mettre en place. Mon cours de DEA en 1994 à l'ENS avait pour but avoué de préparer de bons étudiants à travailler avec Arnold. Il est un peu regrettable que celui-ci ait effarouché les normaliens par les provocations dont il est coutumier et que les autorités de l'École n'aient pas plus insisté pour que ses élèves bénéficient de la présence de ce très grand mathématicien.

En tous cas, cette présence a certainement influencé mon attitude face à l'encadrement doctoral, car je trouvais stupide de travailler avec moi quand on pouvait avoir pareil maître (j'ai fini par en convaincre Emmanuel Ferrand).

3.3 Livre

De janvier 2002 à juillet 2003, j'ai écrit le livre [4], suivant une proposition de Michel Zisman. S'il couvre évidemment le programme de la licence, de la maîtrise et de l'agrégation en calcul infinitésimal, il contient aussi beaucoup de choses que l'on n'enseigne jamais et qui pourtant sont à la fois importantes et à la portée d'un bon étudiant de troisième ou quatrième année :

- L'introduction des fonctions analytiques en dimension quelconque (chapitres 4 et 5) permet d'exposer les fondements de la géométrie différentielle aussi dans le cadre analytique.
- Le chapitre 7 sur les équations différentielles se termine par une présentation de la « méthode du chemin », outil essentiel de la géométrie différentielle et de la théorie des singularités.
- Le chapitre 8 contient des résultats substantiels sur la théorie géométrique des systèmes dynamiques, utilisant parfois les éléments de théorie spectrale qui terminent le chapitre 5.
- Profitant de ce que l'on regroupait en un seul volume calcul différentiel et calcul intégral, j'ai introduit la version la plus facile du théorème de Sard et expliqué comment en déduire des résultats de généricité (sans aller jusqu'à parler explicitement de transversalité).

Il y a énormément d'exercices, dont aucun n'est routinier et beaucoup sont originaux.

Jean-Claude Sikorav a utilisé ce livre à sa parution pour son cours à l'ENS Lyon et Jacques Féjoz pour la préparation à l'agrégation à Paris 6. Il fait également partie des références données par

Frédéric Paulin dans son cours de topologie, analyse et calcul différentiel à l'ENS Ulm.

Une deuxième édition corrigée et augmentée (en particulier d'un chapitre de probabilités), est parue en 2008.

3.4 Activités diverses

Coopération internationale De 1987 à 1992, j'ai été responsable avec Xavier Gómez-Mont d'un accord de coopération entre le CNRS et son homologue mexicain le Conacyt. Je m'occupe encore souvent, on l'a vu, de jeunes Mexicains venus faire leur thèse en France.
De 1989 à 1997, j'ai été « nœud » d'un réseau Erasmus sur la géométrie différentielle et la physique mathématique incluant quelques unes des meilleures universités européennes.

Colloques et congrès Comme j'avais organisé avec succès le Colloque Thom de 1988, on m'a demandé de participer en 1991–92 à la préparation du premier congrès européen.

J'ai été un organisateur peu actif de l'école d'été sur la géométrie symplectique qui a eu lieu à Paris en juillet 2001.

J'ai fait partie du comité d'organisation du colloque en l'honneur d'Alain Chenciner qui s'est tenu à l'IHP en octobre 2003.

Société mathématique de France Dans la perspective du premier congrès européen, Jean-Pierre Bourguignon m'a incité à présenter ma candidature au conseil de la SMF, où j'ai siégé de 1991 à 1994.

Comités de rédaction Cela m'a aussi valu d'être, en 1992–93, rédacteur en chef de la *Gazette des mathématiciens*. J'y suis resté jusqu'en 1997 comme (co-)responsable des rubriques « mathématiques » et « livres ». À la demande de Michèle Audin, j'ai aussi été membre du comité de rédaction de *Panoramas et Synthèses* à sa création en 1992 (et jusqu'en 1995).

GTD D'octobre 1999 à février 2000, j'ai appartenu au « groupe technique disciplinaire » chargé d'écrire les programmes du secondaire. J'en ai démissionné par impuissance face aux « pédagogues » et à la volonté de Claude Allègre de détruire les mathématiques françaises.

Jurys de concours De 1998 à 2002, j'ai appartenu au jury de l'agrégation de mathématiques.

De 1996 à 2007, j'ai été examinateur en mathématiques du concours « deuxième voie » (étranger) de Polytechnique. Il était difficile mais très intéressant de se trouver ainsi dans la situation des premiers examinateurs du concours, à l'époque où il n'y avait pas de classes préparatoires et où certains candidats n'avaient pas pu étudier tout le programme.

Université

De 1991 à 1993, j'ai été président de la commission de spécialistes en mathématiques à Paris 7.

De 1992 à 1995, j'ai été membre de la commission fédérale des thèses des Universités parisiennes.

De 1990 à 1994, j'ai été responsable (avec Max Karoubi) des carrières des ITA dans l'URA 212.

En 1990–91, j'ai participé en première ligne à l'élaboration de programmes de licence et de maîtrise qui essayaient de rompre avec le cloisonnement des connaissances induit pas le système des unités de valeur. Je regrette de n'avoir pas assez mis en œuvre moi-même ces programmes en raison du « mi-temps » effectué de 1991 à 1994 comme enseignant du magistère de la rue d'Ulm.

Pendant quelque temps, j'ai été le correspondant dudit magistère à Paris 7.

De 2003 à 2006 président de la commission pédagogique du second cycle de Paris 7.

De 1997 à 1999 et de 2005 à 2009, membre du conseil de laboratoire de l'Institut de Mathématiques de Jussieu, où je me suis de nouveau occupé des carrières des ITA.

Rapport d'activité 2006–2008

Marc Chaperon

Mai 2009

Sans susciter beaucoup de reconnaissance (dans les deux sens du terme), j'avais consacré énormément de temps et d'énergie en 2003–2005 à mettre au point les programmes de mathématiques de la licence de mon université dans le cadre de la réforme « LMD » ; comme j'étais également responsable pédagogique de la troisième et de la quatrième année entre 2002 et 2006, mes travaux de recherche—en particulier la poursuite de la percée accomplie dans [21]—en ont été d'autant plus retardés que j'avais pris peu auparavant la décision d'écrire le livre [4], tâche qui n'était pas de pure routine, je l'ai dit.

À partir de 2006, j'ai pu reprendre mon activité de mathématicien de manière moins sporadique, avec d'assez bons résultats puisque quatre articles assez longs [27, 29, 32, 26] viennent d'être acceptés pour publication dans de bonnes revues (en plus de [25]) et que 2008 a vu la solution de deux problèmes sur lesquels je travaillais depuis longtemps [31, 30].

1 Enseignement

En 2006–2008, cours de calcul différentiel et équations différentielles en L3, et cours de L2 pour littéraires intitulé « S'ouvrir aux mathématiques ? ».

En 2005–2007, encadrement avec Khashayar Pakdaman (Institut Jacques Monod et Paris 7) de mémoires sur les mathématiques appliquées à la biologie dans le cadre du magistère de biologie de l'École Normale Supérieure.

En 2008–2009,
- cours de L2 MASS (séries numériques et séries de fonctions, réduction des endomorphismes, systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients constants)
- cours d'algèbre en M1 de maths-info (groupes, anneaux, corps, théorie de Galois)
- cours spécialisé de M2 intitulé « Catastrophes ».

2 Recherche

2.1 Travaux publiés ou acceptés entre 2006 et 2008

A. Articles purement mathématiques contenant des résultats nouveaux

A.1. Variétés invariantes

[21, 22] Depuis 1993 [15], un de mes buts, assez largement atteint ici, était d'étendre le champ d'application de la méthode de Perron-Irwin [102]. Le point de départ de [21][1] est la volonté d'établir un théorème de variété invariante plutôt difficile dont le théorème 3.4.1 de [21] est un cas particulier. Il affirme en substance que, sous des hypothèses très générales, si un difféomorphisme $h : E \to E$ de classe C^∞ a une variété invariante W_0 et une variété $W \supset W_0$ formellement invariante le long de W_0 (c'est-à-dire que $h(W)$ a un contact infini avec W en

[1] Je me suis aperçu après coup que des résultats qui ne sont pas énoncés dans [21] y sont prouvés, d'où [22].

tout point de W_0), alors h a le long de W_0 un (unique) germe V de variété *invariant* ayant un contact infini avec W en tout point de W_0. J'avais donné une esquisse de démonstration (difficile) de ce résultat dans la seconde partie de [20].
Désireux de l'établir par éclatement à la manière de [17], je suis tombé sur quelque chose que je ne cherchais pas, c'est-à-dire sur une théorie plutôt simple incluant des résultats d'hyperbolicité normale, théorie dont la partie lipschitzienne vaut même dans le cadre des espaces métriques complets (ce qui est indiscutablement nouveau). Ces résultats font l'objet des deux premières sections de [21] : la première traite de l'aspect lipschitzien et la seconde de la différentiabilité. La troisième section en donne des applications diverses, dont le théorème 3.4.1 déjà mentionné.

[25] simplifie encore la partie lipschitzienne de [21, 22] en étendant la théorie aux correspondances (relations binaires). Le principal intérêt réside néanmoins dans les résultats de « shadowing » et de feuilletages invariants qui manquaient à [21, 22]. Dans l'appendice, démonstration « à la Irwin » d'un théorème impliquant immédiatement le théorème de Grobman-Hartman et celui d'Anosov sur la stabilité structurelle des automorphismes hyperboliques du tore $\mathbf{T}^k$. Le tout dans le cadre général des espaces métriques complets.

[31] termine la théorie en prouvant un énoncé que je cherchais depuis cinq ans et qui entraîne les résultats classiques sous leur forme générale (hyperbolicité normale relative). L'idée de base de [25], qui était de considérer des correspondances dont le graphe est défini par une « application génératrice » mélangeant les variables à la source et au but comme les fonctions génératrices de la géométrie symplectique, est développée par l'étude de l'application génératrice des itérées de la correspondance. Cette approche plus combinatoire fait passer la méthode de Perron-Irwin (et l'analyse en général) un peu au second plan. La partie lipschitzienne (présentée ici) vaut dans le cadre des espaces de longueur de Gromov.

Les résultats obtenus dans [21, 22, 25, 31] diffèrent essentiellement des théorèmes classiques de Fenichel, Hirsch, Pugh et Shub car *ce ne sont pas des théorèmes perturbatifs* : ils se placent dans une sorte de bloc isolant où des arguments topologiques à la Conley impliquent le plus souvent (bien que cela n'apparaisse pas dans la preuve) l'existence d'un ensemble invariant, les autres hypothèses permettant d'affirmer que celui-ci est un graphe régulier (au moins lipschitzien).

A.2. Bifurcations

[28] Énonce un « lemme de naissance » permettant de garantir l'apparition de (très) diverses variétés invariantes compactes aux points stationnaires (partiellement) elliptiques des familles génériques de systèmes dynamiques. Ce résultat joue un rôle essentiel dans l'article à paraître [73]. Sa démonstration, bien simple [73], constitue un net progrès même dans le cas particulier de la bifurcation « de Hopf » pour les applications.

[30] termine le travail commencé dans [106, 44] en montrant que les analogues de dimension plus grande des cercles de Hopf (pour des familles génériques à plus d'un paramètre) peuvent être toutes les variétés compactes dites « moment-angle », dont la topologie est très variée ; grâce à [28], la démonstration est élémentaire. L'ensemble de la théorie paraîtra dans [73].

A.3. Singularités

[27], produit d'une longue réflexion commune sur des objets de base de l'algèbre et de l'algèbre topologique, contient des résultats parfois très classiques mais abordés sous un angle géométrique qui permet d'aller plus loin. En particulier, nous y donnons ce que nous croyons être « le » bon point de vue sur la manière dont les valeurs propres et les sous-espaces invariants d'un opérateur (ou les racines et les facteurs d'un polynôme) varient quand on le perturbe.

[29] précise puis, pour la première fois dans la littérature, démontre complètement un énoncé de Thom [129] affirmant en substance que presque toute sous-variété compacte M de codimension k de $\mathbf{R}^n$ rencontre tout k–plan affine en un nombre fini de points, uniformément borné pour chaque M. Nous établissons aussi une version riemannienne de ce résultat pour $k = 1$, les droites affines étant alors remplacées par les géodésiques. Pour finir, nous en présentons une généralisation assez radicale en introduisant la notion de « texture ».
L'ensemble paraîtra accompagné d'une lettre à Haefliger montrant que Thom prenait le problème à cœur dès 1959, neuf ans avant la publication d'une preuve incomplète dans [129].

[32] Article assez ambitieux, qui vise à donner sur les singularités de systèmes dynamiques un point de vue du type « stratification naturelle des espaces fonctionnels » (rejoignant l'esprit des singularités d'applications, en particulier celui de [27]) et d'aller jusqu'à des résultats très récents [28, 30, 73].

A.4. Théorème de Cauchy-Kowalevski

[26] En pensant à [74], j'ai trouvé une preuve simple, à base de fonctions implicites, du théorème de Cauchy-Kowalevski, permettant de mieux comprendre pourquoi il est vrai (même en dimension infinie, ce qui est nouveau). J'avais envisagé d'y inclure aussi une vision un peu originale du théorème de Cartan-Kähler, mais je la publierai séparément.

B. Article de synthèse

[59] Texte soigné qui contient des mathématiques et même des démonstrations (parfois originales), accessibles à un lecteur ayant bien compris le calcul différentiel.

C. Autres articles

[62] Une page sur René Thom écrite à la demande d'Étienne Ghys.

[60] Incitation à une relecture de *Stabilité structurelle et morphogénèse.*

[64] Texte très soigné du point de vue littéraire. Il raconte ma rencontre avec René Thom, la mode des catastrophes et le retour de flamme subséquent.

D. Livre

[4] est réédité dans une version corrigée et augmentée d'un chapitre de probabilités.

2.2 Article en cours d'achèvement[2]

[73] Contient la démonstration du lemme de naissance annoncé dans [28] et plusieurs conséquences importantes : dans les familles génériques à n paramètres, nous montrons que *toutes* les intersections de quadriques de $\mathbf{C}^n$ appelées « variétés moment-angle », dont la topologie est extrêmement variée [82], peuvent [30] apparaître comme variétés invariantes normalement hyperboliques attractives. Nous détaillons la naissance de *sphères* invariantes attractives généralisant directement les cercles de la bifurcation de Hopf. Nous donnons aussi des exemples « appliqués » où des bifurcations intéressantes se produisent à l'intérieur de ces sphères.

[2] Retardé par la rédaction plus urgente de [32, 4].

2.3 Ouvrage de plus grande ampleur en cours de rédaction

Il s'agit de [74], auquel je travaille épisodiquement depuis vingt ans. J'ai promis à l'éditeur de l'achever enfin d'ici septembre 2009. Une grande partie de mon travail de recherche et de mes cours de troisième cycle depuis 1988 est liée à ce projet.

2.4 Autres projets de livres

[75] Je compte achever en 2009–2010 cette monographie sur « ma » théorie des variétés invariantes maintenant qu'elle est terminée [31].

[76] Je prépare depuis (trop) longtemps un volume de *Panoramas et synthèses* intitulé *Phases génératrices*, à la fois produit d'efforts répartis sur près de vingt ans [9, 10, 40, 41, 3, 14, 16, 43] et synthèse assez large du sujet, faisant la part belle à la géométrie symplectique et de contact, bien sûr, mais aussi aux singularités, aux équations aux dérivées partielles et aux « tores » invariants à la Aubry-Mather-Fathi. J'en ai écrit la moitié environ.

En fait, au vu de l'évolution récente de mon travail [31], il ne serait pas absurde que les deux projets fusionnent. C'est à cette présentation unifiée que j'ai travaillé pour les cours que je vais donner en Chine dans les quinze jours qui viennent sur l'invitation de Cheng Chong-Qing.

2.5 Programme de recherche

La point de départ de [106, 44, 107, 30, 73] était l'intuition que d'autres variétés invariantes que des tores naissent dans les couplages génériques d'oscillateurs. En ayant fait une certitude, je voudrais sortir de l'hyperbolicité normale, ce qui implique une réflexion sur KAM.

2.6 Encadrement doctoral

2006 Philipp Lohrmann [111] (co-direction avec Laurent Stolovitch), actuellement post-doc à l'Université de Zürich. Il a bien compris la théorie de Stolovitch (que je lui avais fait étudier pour son DEA) et obtenu des résultats assez profonds, qui ont fait l'objet de plusieurs publications.

2006 Mathilde Colin de Verdière, née Kammerer [107], ancienne élève de l'École Normale Supérieure, désormais professeur de mathématiques supérieures au lycée Pasteur (Neuilly).

J'ai accepté en 2008 de diriger les travaux de Pierre Olive (ancien élève de l'ENS Cachan) sur les systèmes différentiels contraints (lents-rapides).

2.7 Autres activités liées à la recherche

Séminaire Organisateur avec Maylis Irigoyen, Laurent Lazzarini, Jean-Pierre Marco et Charles-Michel Marle du séminaire de géométrie hamiltonienne de l'Institut de Mathématique de Jussieu.

Colloques Organisateur (avec Håkan Eliasson, Raphaël Krikorian et Jean-Paul Thouvenot) de la journée de dynamique de l'Institut de Mathématiques de Jussieu le 24 novembre 2006.

Organisateur (avec Alain Albouy, Michèle Audin, Jacques Féjoz, Jean-Pierre Marco, Charles-Michel Marle et Eva Miranda) du colloque en hommage à Paulette Libermann qui aura lieu à l'IHP en décembre 2009.

Membre des comités scientifiques du colloque en mémoire de René Thom qui devrait se tenir un jour (?) à l'IHÉS et du colloque pour les 60 ans de Sabir Gusein Zade.

GDR Je fais partie du GDR Singularités, même si je préférais l'idée d'un GDR Thom.

Activité de *referee* Mis récemment à contribution par les *Annales de l'Institut Fourier*, *Nonlinearity*, *Ergodic Theory and Dynamical Systems*, les *Commentarii Mathematici Helvetici*, les *Communications on Pure and Applied Mathematics*, les *Annals of Mathematics* et les *Publications mathématiques de l'I.H.É.S.*

Voyages et conférences internationales

- Varsovie (Pologne), juin 2006, colloque « Caustics '06 » à l'Institut Banach (conférencier invité).
- Oberwolfach (Allemagne), juillet 2007, rencontre sur les systèmes dynamiques organisée par H. Eliasson, H. Hofer et J.-C. Yoccoz (invité).
- Luminy, mai 2007, rencontre internationale sur « Rigidity in dynamics and geometry » (conférencier invité).
- Moscou (Russie), août 2007, colloque pour les 70 ans de V.I. Arnol'd (conférence de 45 minutes).
- Monterrey (Mexique), octobre 2007, congrès annuel de la société mathématique mexicaine (conférence d'une heure).
- México (Mexique), octobre 2007, congrès en l'honneur de Santiago López de Medrano (conférence plénière d'une heure et demie).
- Brasilia et Rio de Janeiro (Brésil), février-mars 2008, cours d'histoire et de philosophie des mathématiques sur les rapports entre algèbre et géométrie, puis exposé à Rio sur "My life with Bourbaki" ! le cours a été diffusé dans tout le pays par la télévision universitaire et rédigé.
- New York, novembre 2008, conférence à NYU sur la théorie des catastrophes (en particulier dans ses rapports avec l'art) dans le cadre des fêtes du cinquantenaire de l'IHÉS.
- Nanjing (Chine), mai 2009, invitation à effectuer un séjour de 15 jours et à donner une série de conférences sur les fonctions génératrices.
- Oberwolfach (Allemagne), juillet 2009, rencontre sur les systèmes dynamiques organisée par H. Eliasson, H. Hofer et J.-C. Yoccoz (invité).
- Rio de Janeiro (Brésil), août-septembre 2009, participation à un colloque de philosophie et d'histoire des sciences organisé à l'Université fédérale de Rio (conférencier invité), puis séjour comme invité à l'IMPA, où je dois donner des conférences sur mon travail mathématique.
- Samarcande (Ouzbekistan), octobre 2009, participation à un colloque de singularités et systèmes dynamiques organisé par l'ICTP de Trieste (conférencier invité : cours et conférence).

3 Administration et pédagogie

Responsable pédagogique de la licence (troisième année) et de la première année de master en mathématiques à Paris 7 jusqu'à septembre 2006 : mise en place de la première année de *master*, détermination des modalités d'obtention de la licence pour les redoublants en ayant validé une partie sous l'ancien régime, présentation du L3 et du M1 sur le site web de notre UFR, présentation des mathématiques à Paris 7 lors des journées « portes ouvertes » et des salons, pré-orientation des futurs bacheliers, après-midi hebdomadaire de permanence pour les étudiants en L3 et en M1. Je devais (et dois parfois encore) répondre à d'innombrables messages de jeunes gens souhaitant étudier les mathématiques *ou l'informatique* dans mon université.

Autres responsabilités collectives

Membre du conseil scientifique de mon UFR de 2001 à 2008, du bureau du conseil de mon UFR et, depuis 2005, du conseil de laboratoire de l'Institut de mathématiques de Jussieu.

Publications de Marc Chaperon
suivies des autres références citées dans la notice

Livres

[1] Propriétés génériques des germes d'actions différentiables de groupes de Lie commutatifs élémentaires. *Thèse d'Etat*, Université de Paris 7, 1980, 285 pages

[2] Géométrie différentielle et singularités de systèmes dynamiques. *Astérisque* **138–139** (1986), 434 pages

[3] Familles génératrices. *Cours à l'école d'été de Samos* (1990). Publication Erasmus de l'université de Thessaloniki (1993), 66 pages [épuisé, consultable à l'adresse http://www.math.jussieu.fr/∼chaperon/]

[4] Calcul différentiel et calcul intégral, Dunod, Paris 2003. Deuxième édition corrigée et augmentée, 2008, 438 pages plus une trentaine en ligne.

Principaux articles

[5] Singularités en géométrie de contact. *Astérisque* **59–60** (1978), 95–118. [Dijon, 1978] (Notation signifiant que cet article fait partie des actes d'un colloque tenu à Dijon en 1978.)

[6] Linéarisation des germes hyperboliques d'actions différentiables de $\mathbf{R}^k \times \mathbf{Z}^m$: le domaine de Poincaré. *C. R. Acad. Sc. Paris* **289**, *série A* (1979), 325–328

[7] Quelques questions de géométrie symplectique [d'après, entre autres, Poincaré, Arnold, Conley et Zehnder]. *Séminaire Bourbaki*, Astérisque **105–106** (1983), 231–249

[8] (avec Eduard Zehnder) Quelques résultats globaux en géométrie symplectique. *P. Dazord et N. Desolneux-Moulis, Géométrie symplectique et de contact : autour du théorème de Poincaré-Birkhoff.* Travaux en cours, Hermann, Paris (1984), 71–121. [Lyon, 1983]

[9] Une idée du type « géodésiques brisées » pour les systèmes hamiltoniens. *C. R. Acad. Sc. Paris* **298** (1984) *série A*, 293–296

[10] An elementary proof of the Conley-Zehnder theorem in symplectic geometry. *Braaksma, Broer et Takens, Dynamical systems and bifurcations.* Springer Lecture Notes in Mathematics **1125** (1985), 1–8. [Groningen, 1984]

[11] Invariant manifolds and a preparation lemma for local holomorphic flows and actions. *Springer Lecture Notes in mathematics* **1345** (1988), 95–110. [Mexico, 1986]

[12] C^k–conjugacy of holomorphic flows near a singularity. *Publ. Math. I.H.E.S.* **64** (1987), 143–183

[13] (avec S. López de Medrano, C.H. Watts et E.C. Zeeman) Almost invariant smooth probability measures for diffeomorphisms and flows on a compact Riemannian manifold, and the associated notion of structural stability. *C. R. Acad. Sc. Paris* **307**, *Série 1* (1988), 95–100

[14] Lois de conservation et géométrie symplectique. *C. R. Acad. Sc. Paris* **312**, *Série 1* (1991), 345–348

[15] Variétés stables et formes normales, *C. R. Acad. Sc. Paris* **317**, *Série 1* (1993), 87–92

[16] On generating families. *H. Hofer, C.H. Taubes, A. Weinstein and E. Zehnder, The Floer Memorial Volume.* Progress in Mathematics **133** (1995), Birkhäuser, 283–296

[17] (avec Fabienne Coudray) Invariant manifolds, conjugacies and blow-up. *Ergodic Theory and Dynamical Systems* **17** (1997), 783–791

[18] A remark on Liouville vector fields and a theorem of Manouchehri. *Ergodic Theory and Dynamical Systems* **19** (1999), 895–899

[19] Generic complex flows. *François Norguet et Salomon Ofman (ed.), Géométrie complexe II.* Travaux en cours, Hermann, Paris (2004), 71–79.

[20] Invariant manifolds revisited. *Proceedings of the Steklov Institute* **236** (2002), 415–433

[21] Stable manifolds and the Perron-Irwin method, *Ergodic Theory and Dynamical Systems* **24** (2004), 1359–1394 et A. Fathi, J.-C. Yoccoz (ed.), *Dynamical Systems : Michael Herman Memorial Volume*, Cambridge University Press, 89-124 (2006)

[22] A remark on Stable manifolds and the Perron-Irwin method. A. Fathi, J.-C. Yoccoz (ed.), *Dynamical Systems : Michael Herman Memorial Volume*, Cambridge University Press, 595-596 (2006)

[23] (avec Santiago López de Medrano et José Lino Samaniego Mendoza) On sub-harmonic bifurcations, *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. I,* **340** (2005), 827–832

[24] (avec Santiago López de Medrano) On the Hopf bifurcation for flows, *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. I,* **340** (2005), 833–838

[25] The Lipschitzian core of some invariant manifold theorems. *Ergodic Theory and Dynamical Systems* **28** (2008), 1419–1441

[26] On the Cauchy-Kowalevski theorem, 11 pages. À paraître dans *L'Enseignement Mathématique*

[27] (avec Santiago López de Medrano) Regularities and singularities appearing in the study of polynomials and linear operators. *Astérisque* **323** (2009), 123–160

[28] Birth control in generalized Hopf bifurcations, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I 345 (2007), 453–458

[29] (avec Daniel Meyer) On a theorem of René Thom in géométrie finie, 28 pages. À paraître dans *L'Enseignement Mathématique*

[30] (avec Santiago López de Medrano) Birth of attracting compact invariant submanifolds diffeomorphic to moment-angle manifolds in generic families of dynamics, C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. I **346** (2008), 1099–1102

[31] Invariant manifold theory via generating maps. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I* **346** (2008), 1175–1180

[32] Singularities in dynamics : a catastrophic viewpoint, 36 pages. À paraître dans les *Proceedings of the Steklov Institute* **267** (2009)

Autres articles contenant des contributions originales

[33] Une remarque sur les équations de Pfaff analytiques. *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. A,* **281** (1975), 641

[34] Sur certains difféomorphismes normalement hyperboliques I. *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. A,* **281** (1975), 695–698

[35] Sur certains difféomorphismes normalement hyperboliques II. *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. A,* **281** (1975), 731–733

[36] Modèles microlocaux pour certains opérateurs pseudodifférentiels fuchsiens, *Séminaire Goulaouic-Schwartz 1977–78*, exposé XI

[37] Quelques outils de la théorie des actions différentiables. *Astérisque* **107–108** (1983), 269–275. [Schnepfenried, 1982]

[38] Questions de géométrie symplectique. *J. P. Dufour, Géométrie symplectique et mécanique.* Travaux en cours, Hermann, Paris (1985), 30–45. [Balaruc, 1984]

[39] An old-fashioned method in the calculus of variations. *P. H. Rabinowitz, A. Ambrosetti, I. Ekeland and E.J. Zehnder, Periodic solutions of Hamiltonian systems and related topics*, Reidel Publishing Company (1987), 93–98. [Il Ciocco, Italie, 1986]

[40] (avec Biancamaria D'Onofrio) Sur un théorème de Claude Viterbo. *C. R. Acad. Sc. Paris* **306,** *Série 1* (1988), 597–600 (amélioré dans [41] et surtout [3])

[41] Recent results in symplectic geometry. *Proceedings of the semester on ergodic theory and dynamical systems.* Publication du Centre Banach, 1989. [Varsovie, 1986]

[42] (avec Santiago López de Medrano) Areas, volúmenes y periodos de órbitas, *Aportaciones matemáticas, Serie Comunicaciones* **16** (1995), 79–95

[43] On a theorem of Eliashberg and Gromov. *C.R. Acad. Sci. Paris t.* **333**, *Série I* (2001), 657–661.

[44] (avec Mathilde Kammerer-Colin de Verdière et Santiago López de Medrano) More compact invariant manifolds appearing in the non-linear coupling of oscillators, *C. R. Acad. Sci., Paris, Sér. I,* **342** (2006), 301–305

Articles introductifs ou de synthèse

[45] Differential geometry and dynamics : two examples. *S. Pnevmatikos, Singularities and dynamical systems.* North Holland mathematics studies **103** (1985). [Heraklion, Crète, 1983]

[46] Autour du théorème de Poincaré-Birkhoff. *P. Dazord et N. Desolneux-Moulis, Aspects dynamiques et topologiques des groupes infinis de transformations de la mécanique.* Travaux en cours, Hermann, Paris (1987), 1–10. [Lyon, 1986]

[47] Generating phase functions and hamiltonian systems. *G. F. Dell'Antonio, B. D'Onofrio, Recent advances in hamiltonian systems.* World Scientific Publishing Company (1987), 147–153. [L'Aquila, Italie, 1986]

[48] Variations on Morse theory. *Z. Coelho and E. Shiels (eds.), Workshop on dynamical systems*, Pitman Research Notes in Mathematics, Volume 221, Longman, 1990, 101–103. [Trieste, 1988]

[49] A symplectic closing lemma and related questions. *Z. Coelho and E. Shiels (eds.), Workshop on dynamical systems*, Pitman Research Notes in Mathematics, Volume 221, Longman, 1990, 104–105. [Trieste, 1988]

[50] Singularities in contact geometry, *Geometry and topology of caustics—Caustics '02*, Banach Center Publications, Volume 62, Warsaw, 2004, 39–55. [Varsovie, 2002]

Annonces

[51] Linéarisation C^∞ des germes d'actions C^∞ de $\mathbf{R}^k \times \mathbf{Z}^m$. *C. R. Acad. Sc. Paris* **290**, *série A* (1980), 13–15 (annonçait [1, 2])

[52] On the local classification of holomorphic vector fields. *J. Palis, Geometric Dynamics.* Springer Lecture Notes in Mathematics **1007** (1983). [Rio, 1981] (annonçait [12])

[53] Some results on stable manifolds. *C. R. Acad. Sci. Paris, t.* **333**, *Série I* (2001), 119–124 (annonçait [21]).

Vulgarisation, philosophie et histoire des sciences

Remarque Sauf [60, 62, 63, 64], ces articles contiennent des mathématiques non triviales et des démonstrations.

[54] Introduction à la théorie des catastrophes. *Journées X–U.P.S.* Vol. 2, publication du centre de mathématiques de l'École Polytechnique (1978–79), 98–118. [Assez bon texte d'une conférence donnée à l'École Polytechnique en 1978 pour l'union des professeurs de spéciales, publié depuis par *Ellipses.*]

[55] Introduction à la théorie géométrique des équations différentielles. *Journées X–U.P.S.* Vol. 3, publication du centre de mathématiques de l'École Polytechnique (1980–82), 92–112. [Assez mauvais texte d'une conférence donnée à l'École Polytechnique en 1979 pour l'union des professeurs de spéciales, publié depuis par *Ellipses.*]

[56] Un témoignage. *Michèle Porte, Passion des Formes, à René Thom.* E.N.S. Editions Fontenay-Saint Cloud (1994), 419–438

[57] Fonctions « admissibles » en géométrie différentielle, *Gazette des mathématiciens* **65** (juillet 1995), 71–88

[58] Transversalité : une histoire rêvée. *D. Flament, La Transversalité dans la Géométrie Moderne.* Fondation Maison des Sciences de l'Homme (1997), 1–6. [Maison des Sciences de l'Homme, 1996]

[59] Qu'est-ce que la stabilité structurelle ? S. Franceschelli, T. Roque, M. Paty (éd.), Chaos, systèmes dynamiques : éléments pour une épistémologie. Hermann, Paris (2007), 79–109

[60] Stabilité structurelle et morphogénèse : quelques remarques. *L. Boi (éd.), Symétries, brisures de symétrie et complexité en mathématiques, physique et biologie.* Editions Peter Lang, Berne, collection Philosophia Naturalis et Geometricalis, volume 5 (2006), 217–222

[61] Jets, transversalité, singularités : petite introduction aux grandes idées de René Thom. *J. Kouneiher, D. Flament, P. Nabonnand, J.-J. Szczeciniarz (éd.), Géométrie au vingtième siècle, Histoire et horizons.* Hermann, Paris (2005), 246-256

[62] René Thom. Images des mathématiques 2006, Éditions du CNRS, p. 40

[63] Une hirondelle en hiver. *Pour la Science* **338** (décembre 2005), 150–151

[64] Catastrophes : un témoignage. 6 pages (novembre 2006), à paraître (en français et ?) en anglais chez Peter Lang dans les actes du colloque « Catastrophes et semiosis : l'héritage sémiotique de René Thom », édité par Per Aage Brandt (Aarhus) et Wolfgang Wildgen (Brême)

Articles nécrologiques

[65] Michel Herman, souvenirs d'une amitié. *Gazette des mathématiciens* **88** (avril 2001), 73–74

[66] René Thom. *Gazette des mathématiciens* **95** (janvier 2003), 6–7

Contributions diverses à la Gazette des mathématiciens

[67] Analyse des ouvrages *Symplectic Invariants and Hamiltonian Dynamics* de Helmut Hofer et Eduard Zehnder (Birkhäuser Advanced Texts, 1994) et *Introduction to Symplectic Topology* de Dusa McDuff et Dietmar Salamon (Oxford Mathematical Monographs, 1995). *Gazette des mathématiciens* **70** (1996), 85–87.

[68] Le colloque « Travaux de Thom et théorie des singularités », Nantes, 8–11 juin 2004. *Gazette des mathématiciens* **103** (janvier 2005), 58–60

[69] René Thom (1923–2002). *Gazette des mathématiciens*, supplément au numéro **103** (janvier 2005), 144 pages.

Rédactions non publiées

[70] A trivial remark on the Weinstein conjecture. *Preprint, UNAM, México*, une page, 1/12/87

[71] (avec S. López de Medrano) "Almost invariant" smooth probability measures for diffeomorphisms and a discrete version of Zeeman's stability theory. *Prépublication*, Ecole Polytechnique, janvier 1988

[72] Sur la régularité des fonctions implicites (rédaction provisoire, décembre 1997). *Prépublication* de l'institut de mathématiques de Jussieu, 1998, 13 pages.

En préparation

[73] (avec Santiago López de Medrano) Generalized Hopf bifurcations, à paraître

[74] Nonlinear geometric calculus. Cambridge University Press, à paraître

[75] Invariant manifolds and (semi-)conjugacies, sera soumis à Springer pour la collection *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften.*

[76] Phases génératrices (150 pages environ). Prévu comme volume de *Panoramas et Synthèses.*

Publications d'autres mathématiciens

[77] B. Abbaci. Variétés invariantes et applications. *Thèse,* Université Paris 7, 2001

[78] B. Abbaci. On a theorem of Philip Hartman. *C. R. Acad. Sc. Paris* Sér. I **339** (2004) 781–786

[79] B. Abbaci. Extension of invariant manifolds and applications. *C. R. Acad. Sc. Paris* Sér. I **341** (2005) 755–759

[80] V. I. Arnold. Sur une propriété topologique des applications globalement canoniques de la mécanique classique. C. R. Acad. Sc. Paris **261** (1965), Groupe 1, 3719–3722

[81] V. I. Arnold. Méthodes mathématiques de la mécanique classique. Mir, Moscou (1976)

[82] F. Bosio, L. Meersseman, *Real quadrics in* $\mathbf{C}^n$*, complex manifolds and convex polytopes.* Acta Math. 197 n° 1, 53–127 (2006)

[83] M. Brunella. Inexistence of invariant measures for generic rational differential equations in the complex domain. *Bol. Soc. Mat. Mexicana (3)* **12** (2006), no. 1, 43–49

[84] C. Camacho, N. Kuiper, J. Palis. The topology of holomorphic flows with singularity. *Publ. Math. I.H.E.S.* **48** (1978), 5–38

[85] G. Capitanio. Caractérisation géométrique des solutions de minimax pour l'équation de Hamilton-Jacobi. *Enseign. Math. (2)* **49** (2003), n° 1-2, 3–34

[86] Yu.V. Chekanov. Critical points of quasi-functions and generating families of Legendrian manifolds. *Funct. Anal. and its Appl.* **30** :2 (1996), 118–128

[87] A. Chenciner. Bifurcations de points fixes elliptiques,
I. Courbes invariantes. *Publ. Math. I.H.E.S.* **61** (1985), 67–127.
II. Orbites périodiques et ensembles de Cantor invariants. *Invent. Math.* **80** (1985), 81–106.
III. Orbites périodiques de « petites » périodes et élimination résonnante des couples de courbes invariantes. *Publ. Math. I.H.E.S.* **66** (1988), 5–91

[88] C. Conley, E. Zehnder. The Birkhoff-Lewis fixed point theorem and a conjecture of V. I. Arnol'd. *Invent. math.* **73** (1983), 33–49

[89] F. Coudray. Théorèmes de variétés invariantes et applications. *Thèse,* Université Paris 7, décembre 1997

[90] G. Dell'Antonio, B. D'Onofrio, I. Ekeland. Periodic solutions of elliptic type for strongly nonlinear Hamiltonian systems. *H. Hofer, C.H. Taubes, A. Weinstein and E. Zehnder, The Floer Memorial Volume.* Progress in Mathematics **133** (1995), Birkhäuser, 327–333

[91] B. Deroin, V. Kleptsyn, A. Navas. Sur la dynamique unidimensionnelle en régularité intermédiaire. *Acta Math.*, **199** (2007), 199–262

[92] J.-P. Dufour, Hyperbolic Actions of $\mathbf{R}^p$ on Poisson Manifolds. *Symplectic Geometry, Groupoids, and Integrable Systems*, Séminaire Sud-Rhodanien de Géométrie a Berkeley (1989). M.S.R.I. Springer Verlag, 137–150

[93] F. Dumortier, R. Roussarie. Smooth linearization of germs of $\mathbf{R}^2$–actions and holomorphic vector fields. *Ann. Inst. Fourier, Grenoble,* **30** (1980), 31–64

[94] Y. Eliashberg, M. Gromov. Lagrangian Intersection Theory : Finite-Dimensional Approach. *A.M.S. Transl. Series 2,* **186** (1998), 27–118

[95] N. Fenichel. Persistence and Smoothness of Invariant Manifolds for Flows. *Ind. Univ. Math. J.* **21** (1971), 193–225

[96] T. Firsova. Topology of Analytic Foliations in $\mathbf{C}^2$. The Kupka–Smale Property. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics* **254** (2006), 152–168

[97] J.E. Fornæss, N. Sibony. Riemann surface laminations with singularities. *J. Geom. Anal.* **18** (2008), no. 2, 400–442

[98] J.E. Fornæss, N. Sibony. Harmonic currents of finite energy and laminations. *Geom. Funct. Anal.* **15** (2005), no. 5, 962–1003

[99] T. I. Golenishcheva-Kutuzova. A Generic Analytic Foliation in $\mathbf{C}^2$ Has Infinitely Many Cylindrical Leaves. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics* **254** (2006), 180—183

[100] T. I. Golenishcheva-Kutuzova, V. Kleptsyn. Minimality and ergodicity of a generic analytic foliation of $\mathbf{C}^2$. *Ergod. Th. & Dynam. Sys.* **28** (2008), 1533–1544

[101] M. W. Hirsch, C. C. Pugh., M. Shub. Invariant manifolds. *Springer Lecture Notes in Mathematics* **583** (1977)

[102] M. C. Irwin. A new proof of the pseudo-stable manifold theorem. *J. London Math. Soc.* **21** (1980), 557–566

[103] T. Joukovskaïa. Singularités de minimax et solutions faibles d'équations aux dérivées partielles. *Thèse*, université Paris 7, janvier 1994

[104] Zhukovskaya, T. Metamorphoses of the Chaperon-Sikorav weak solutions of Hamilton-Jacobi equations. Topology, 3. J. Math. Sci. 82 (1996), no. 5, 3737–3746.

[105] Zhukovskaya, T. A. Singularities of a minimax function. (Russian) Uspekhi Mat. Nauk 51 (1996), no. 2(308), 159–160 ; translation in Russian Math. Surveys 51 (1996), no. 2, 359–360

[106] M. Kammerer-Colin de Verdière. Stable products of spheres in the non-linear coupling of oscillators or quasi-periodic motions. *C. R. Acad. Sc. Paris* **339** (2004), Groupe 1, 625–629

[107] M. Kammerer-Colin de Verdière. Bifurcations de variétés invariantes. Thèse, Université de Bourgogne, 8 décembre 2006

[108] F. Laudenbach, J.-C. Sikorav. Persistance d'intersection avec la section nulle... *Invent. math.* **82** (1985), 349–357

[109] P. Le Calvez. Décomposition des difféomorphismes du tore en applications déviant la verticale. Mémoires de la SMF numéro 79, nouvelle série, 1999

[110] R. de la Llave, C. E. Wayne. On Irwin's proof of the pseudostable manifold theorem. *Mathematische Zeitschrift* **219** (1995), 301-321

[111] P. Lohrmann. Normalisation analytique et phénomène de Stokes pour les structure de Poisson à 1–jet nul. Thèse, Université de Toulouse III, 5 juillet 2006

[112] S. López de Medrano, *The space of Siegel leaves of a holomorphic vector field.* Dynamical Systems, Lecture Notes in Mathematics **1345** (1988), 233–245, Springer-Verlag

[113] F. Loray, J. C. Rebelo. Minimal, rigid foliations by curves on $\mathbb{CP}^n$. *J. Eur. Math. Soc. (JEMS)* **5** (2003), no. 2, 147–201

[114] D. McDuff, D. Salamon. Introduction to Symplectic Topology. *Oxford Mathematical Monographs*, 1995, 425 pages

[115] M. Manouchehri. Formes normales d'équations différentielles implicites et de champs de Liouville, *Ergodic Theory and Dynamical Systems* **16** (1996), 779–789

[116] Nguyen Tien Zung. Another Note on Focus-Focus Singularities. *Letters in Mathematical Physics* **60**, 2002, 87–99

[117] P. Petit. Commande optimale des systèmes implicites. *Thèse,* Université Paris 7, décembre 1998

[118] J.-C. Sikorav. Problèmes d'intersections et de points fixes en géométrie hamiltonienne. *Comment. Math. Helv.* **62** (1987), 62–73

[119] S. Sternberg. Local contractions and a theorem of Poincaré. *Amer. J. of Math.* **79** (1957), 809–824

[120] S. Sternberg. On the structure of local homeomorphisms of euclidean n–space II. *Amer. J. of Math.* **80** (1958), 623–631

[121] L. Stolovitch. Singular complete integrability. *Publications Mathématiques de L'IHÉS* **91** (2000), 133–210

[122] L. Stolovitch. Sur les structures de Poisson singulières. *Ergod. Th. & Dynam. Sys.* **24** (2004), 1833–1863

[123] L. Stolovitch. Normalisation holomorphe d'algèbres de type Cartan de champs de vecteurs holomorphes singuliers. *Annals of Mathematics* **161** (2005), 589–612

[124] L. Stolovitch. Family of intersecting totally real manifolds of $(\mathbf{C}^n, 0)$ and CR–singularities. http ://arxiv.org/abs/math.CV/0506052

[125] D. Théret, *Utilisation des fonctions génératrices en géométrie symplectique globale*, thèse, Université Paris 7, 1996

[126] D. Théret. A complete proof of Viterbo's uniqueness theorem on generating functions. *Topology and its applications* **96** (1999), 249–266

[127] D. Théret. Rotation numbers of Hamiltonian isotopies in complex projective spaces. *Duke Math. J.* **94** (1998), 13–27

[128] D. Théret. A Lagrangian camel. *Comment. Math. Helv.* **74** (1999), 591–614

[129] Thom, R. : *Sur les variétés d'ordre fini.* Spencer, D. C., Iyanaga, S. (Eds.) : Global Analysis, papers in honour of K. Kodaira. University of Tokyo Press, Princeton University Press, 1969, 397–401

[130] R. Thom. Sur les équations différentielles multiformes et leurs intégrales singulières. *Bol. Soc. Bras. Mat.* **3** (1972)

[131] V. Tourtchine. Sur les questions combinatoires de la théorie spectrale des nœuds. Thèse, Université Paris 7 et Université Lomonossov de Moscou, 2002

[132] C. Viterbo. Generating functions, Symplectic Geometry and Applications. *Proceedings of the ICM Zürich 1994.* Birkhäuser

[133] A. Zouine. Singularités de fonctions sur le tore $\mathbf{T}^6$ invariantes sous l'action du groupe de l'icosaèdre. Application : où sont les surfaces atomiques dans un quasi-cristal ? *Thèse,* Université Paris 7, mars 1995 (ce travail, qui intéressait d'éminents spécialistes des quasi-cristaux, aurait été publié si Amal Zouine avait donné signe de vie après son retour au Maroc).