

NOTICE

*sur les*

TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES

*de*

CLAUDE FROESCHLE

*Maître-Assistant*

*à la*

*Faculté des Sciences de NICE  
Département de Mathématiques*

*mai 1974*

OCA - NI - 011097



Cote : W245  
(usuel exclu du prêt)

## CURRICULUM VITAE

FRÔESCHLE CLAUDE, Georges, André  
Né le 4 mai 1939 à DAKAR (Sénégal)

Marié, 1 enfant

Nationalité : Française

Adresse : K3 Chemin St Joseph, 06- NICE

Téléphone : 89-39-22

Baccalauréat, 1ère partie, série M'	1956
Baccalauréat, Mathématiques	1957
Mathématiques Supérieures	1957-1958
Mathématiques Spéciales	1958-1959
Licence es Sciences Mathématiques	
M.G.P. mention Assez Bien	1959
Mécanique Générale mention Assez Bien	1961
Mathématiques I mention Bien	1961
Mécanique Analytique	1961
Thermodynamique - Mécanique Physique	
mention Assez Bien	1961
Mathématiques II mention Bien	1962
Mentions supplémentaires	
Mécanique Céleste - Théories Physiques	
mention Assez Bien	1962
Astronomie II mention Assez Bien	1967
Agrégation de Sciences Mathématiques	1966
Doctorat d'Etat es Sciences Mathématiques	
mention Très Honorable	février 1971

Tous ces examens et concours ont été présentés à la Faculté des Sciences de Besançon

Assistant à la Faculté des Sciences de Besançon	octobre 1963
Elu représentant suppléant au Conseil de Faculté	octobre 1967
Inscription sur la liste d'aptitude aux fonctions de Maître-Assistant	juin 1968
Maître-Assistant à la Faculté des Sciences de Nice	octobre 1968
Elu représentant de l'Observatoire de Nice au C.N.F.A.	novembre 1970



Elu Membre du Conseil d'Etablissement de l'Observatoire de Nice	décembre 1970
Inscription sur la liste d'aptitude à l'Enseignement Supérieur	juin 1971
Inscription sur la liste d'aptitude aux fonctions d'Astronome-Adjoint	juin 1971
Inscription sur la liste d'aptitude aux fonctions de Maître de Conférence	novembre 1971
Membre du Comité Consultatif des Universités	mai 1973
Membre de l'Union Astronomique Internationale Commission n° 7 "Mécanique Céleste".	septembre 1973





C'est pendant l'année 1962 que j'ai eu mes premiers contacts avec l'Astronomie grâce aux cours professés par Messieurs J. DELHAYE et F. NAHON dans le cadre de l'A.E.A. de Mécanique Céleste.

Très intéressé par ce domaine scientifique et désirant continuer à y travailler, je suis entré comme assistant dans le laboratoire de Mécanique Théorique de la Faculté des Sciences de Besançon. Mes activités de recherche n'ont pas été aussi développées que je l'aurais souhaité durant mes premières années. En effet, l'essentiel de mon temps a été consacré à l'enseignement et à la préparation de l'agrégation que j'ai obtenue en 1966.

Dans le domaine de l'enseignement, j'ai pendant quatre années assuré les séances d'exercices et de problèmes des certificats de Mécanique Générale et de Mécanique Analytique ainsi qu'un cours complémentaire sur la théorie des chocs qui a été publié au Centre de Documentation Universitaire /1/. Durant mon séjour à Besançon, j'ai également assuré les travaux dirigés des certificats de MPC, PC1 et MP2.

Pendant l'année scolaire 1965-1966, j'ai été chargé des cours de deuxième année de MPC dans le cadre de la promotion supérieure du travail. Ce contact avec des étudiants insérés dans la vie active a été extrêmement enrichissant tant du point de vue humain que pédagogique.

Pour en terminer avec mes charges d'enseignement durant la période bisontine de mon existence, j'ai assuré en 1967-1968 la préparation des épreuves orales du C.A.P.E.S. ainsi qu'un cours complémentaire sur le problème restreint des trois corps.

Tout en assurant ces diverses charges, j'ai entrepris sous la direction de Monsieur F. NAHON un travail sur la stabilité des orbites périodiques sous l'action d'un champ de forces conservatif à deux degrés de liberté. J'ai donné une démonstration rigoureuse de résultats dus à KORTEWEG concernant l'indice de stabilité d'une orbite périodique à l'aide de la théorie des exposants caractéristiques /2/.

Après mon succès à l'agrégation en 1966, j'ai complété ma formation astronomique en passant le certificat d'Astronomie II professé par Monsieur M. BONNEAU et en participant à une école d'été du C.I.M.E. sur les questions modernes de la Mécanique Céleste qui s'est tenue à Bressanone en mai 1967. C'est à cette époque que j'ai décidé d'acquérir les connaissances en informatique nécessaires pour travailler dans le domaine des expériences numériques. J'avais été, en effet, vivement intéressé par les travaux que Monsieur M. HENON avait présenté au Colloque de Besançon sur "les nouvelles méthodes de la Mécanique Céleste" en 1966. J'ai donc suivi les cours du certificat d'Analyse Numérique, 1966-1967, et un stage de programmation à l'Université de Clermont-Ferrand en septembre 1967. Durant cette période, également, j'ai appris la langue anglaise en suivant des cours du soir, m'étant rendu compte de son importance pour les communications scientifiques (la première partie de mes études secondaires s'étant déroulée dans un cours complémentaire où seule la langue allemande était enseignée).



En octobre 1967, j'ai commencé à travailler sous la direction de Monsieur M. HENON tout en continuant à participer aux activités du département de Mécanique Théorique. J'y ai donné en particulier une série de séminaires portant sur les travaux d'ARNOLD et MOSER, représentant la base théorique la plus avancée dans mon domaine de recherche. De plus en plus passionné par mon travail avec Monsieur M. HENON et afin de travailler en plus étroite collaboration avec lui, j'ai décidé de venir à l'Observatoire de Nice. Malheureusement, déjà à cette époque, il était très difficile d'obtenir un emploi dans l'Astronomie. J'ai donc demandé un poste d'Assistant aux mathématiciens de Nice. Ceux-ci, après avoir entendu un exposé sur mes travaux /2, 3, 4/ acceptèrent de me nommer Maître-Assistant à partir du 1er octobre 1968 bien que mes activités de recherche soient très éloignées des leurs. Ils me confièrent un service d'enseignement beaucoup moins lourd que ceux qui étaient les miens à la Faculté des Sciences de Besançon (Problèmes et Exercices en MP1). Cela m'a permis de progresser beaucoup plus rapidement dans mon travail de recherche.

Celui-ci consiste à étudier le comportement des systèmes dynamiques à  $n$  degrés de liberté,  $n$  étant égal à 2 ou 3, par l'utilisation de la méthode de la "surface de section".

C'est une des méthodes d'étude les plus fructueuses dans le cas  $n = 2$ , si l'on en juge d'après les résultats. Elle a été inventée par POINCARÉ dans un but théorique mais s'est révélée extrêmement utile dans le cas des applications numériques.

Cette méthode consiste essentiellement en l'étude non pas d'une trajectoire complète dans l'espace des phases, mais seulement de ses intersections successives avec une certaine "surface de section". On retrouve dans l'analyse de l'ensemble des points ainsi obtenu les propriétés les plus intéressantes de la trajectoire (périodicité, stabilité, ergodicité, etc., ...).

Considérons un système conservatif à  $n$  degrés de liberté. L'espace des phases correspondant a  $2n$  dimensions. Cependant, une trajectoire donnée restera sur une variété à  $2n - 1$  dimensions pour une valeur donnée de l'intégrale de l'énergie.

Dans cette variété, on définit une "surface de section", comme étant une sous-variété à  $2n - 2$  dimensions et on considère les intersections successives de la trajectoire avec cette "surface de section". Il est en outre souvent utile de définir une application  $T$  de la "surface de section" sur elle-même qui applique un point d'intersection sur le suivant.

Dans le cas des systèmes intégrables, il existe  $n-1$  intégrales isolantes à côté de l'intégrale de l'énergie. Il s'ensuit que l'ensemble des points d'intersection avec la "surface de section" sera une variété dont la dimension est au plus  $n-1$ . Mais les systèmes intégrables constituent seulement un cas particulier des systèmes dynamiques. Cependant, les travaux d'ARNOLD (1963) et de MOSER (1962) ont montré que moyennant certaines conditions, les résultats précédents sont



encore vrais pour des systèmes proches des systèmes intégrables /3/.

Dans le cas  $n = 2$ , la "surface de section" a deux dimensions et est aisément représentée. De nombreuses études numériques indiquent que l'ensemble des points correspondant à une trajectoire donnée sont soit sur une variété à une dimension (courbe invariante), soit dans une région à deux dimensions. Ces deux éventualités sont les plus courantes, cependant des structures intermédiaires compliquées ont été trouvées.

J'ai commencé par étudier /4, 5/ une transformation plane conservant les aires

$$T \begin{cases} x_1 = F(x, y) \\ y_1 = G(x, y) \end{cases}$$

Le théorème de MOSER démontre moyennant la dérivabilité des fonctions  $F$  et  $G$  à un ordre élevé, l'existence de courbes invariantes autour d'un point invariant elliptique. J'ai donc recherché expérimentalement si ces conditions de dérivabilité sont nécessaires et combien de fois les fonctions  $F$  et  $G$  doivent être dérivables pour qu'il existe des courbes invariantes. Les résultats numériques semblent indiquer déjà que ces courbes existent si  $F$  et  $G$  sont continues.

J'ai continué l'étude de telles transformations /6/. Une des méthodes les plus simples et les plus rapides pour décider pour quelles conditions initiales des courbes invariantes existent, consiste à calculer la divergence de deux orbites avec des conditions initiales presque identiques. Les expériences numériques montrent que si les points de départ  $P_0$  et  $P'_0$  sont dans une région de courbes invariantes, la séparation  $P_k, P'_k$  croît d'une manière approximativement linéaire avec  $k$ ; dans le cas où  $P_0, P'_0$  et  $P_k, P'_k$  sont dans une région ergodique, la séparation  $P_k, P'_k$  croît alors à peu près exponentiellement avec  $k$ . Ceci est en rapport étroit avec le comportement des "C-systèmes", classe de systèmes dynamiques aux propriétés essentiellement stochastiques. Cependant, cette méthode de détermination des zones de stochastité des applications planes conservant les aires présente certains inconvénients :

- 1) le résultat dépend du choix des positions relatives de  $P_0$  et  $P'_0$ .  
Il s'ensuit que la méthode est empirique et qualitative;
- 2) un phénomène de "saturation" apparaît quand  $P_k, P'_k$  est de l'ordre de la dimension du système.

Afin d'améliorer la méthode, j'ai donc utilisé la variation de  $\lambda_k$  en fonction de  $k$  comme estimateur de stochastité,  $\lambda_k$  étant la valeur propre de l'application linéaire à  $T^k$ . En ce qui concerne la zone ergodique une comparaison avec les "C-systèmes" a révélé un comportement identique.

J'ai ensuite entrepris l'étude des systèmes à trois degrés de liberté. Dans ce cas très peu étudié jusqu'à présent, la "surface de section" a quatre dimensions. A quoi peut-on s'attendre en ce cas pour les dimensions des ensembles de points? Si le système se comporte comme



un système intégrable les points d'intersections seront sur une variété à deux dimensions par suite de l'existence de deux intégrales isolantes à côté de l'intégrale de l'énergie. D'autre part, par analogie avec le cas à deux degrés de liberté, on peut s'attendre à trouver des cas "ergodiques" où l'ensemble des points d'intersection rempliront une région à quatre dimensions; seule subsiste alors l'intégrale de l'énergie. Finalement, dans le cas intermédiaire où seulement une intégrale isolante subsiste avec l'intégrale de l'énergie, les points seront sur une variété à trois dimensions.

En résumé, un ensemble de points sera donc sur une variété à 2, 3 ou 4 dimensions correspondant au fait que 2, 1 ou zéro intégrales isolantes existent à côté de l'intégrale de l'énergie.

Afin d'étudier ce problème, j'ai essayé de mettre au point et de tester le plus grand nombre possible de méthodes, certaines graphiques, d'autres analytiques.

Un cas particulier du problème restreint non plan /6, 7/ a été pris comme un exemple de problème dynamique à trois degrés de liberté en raison de son grand intérêt astronomique (satellites artificiels, étoiles doubles). Beaucoup d'autres problèmes à trois degrés de liberté, en particulier le mouvement d'une étoile dans une galaxie ne présentant aucune symétrie, et le problème restreint elliptique, peuvent être étudiés avec les mêmes méthodes.

Quatre méthodes numériques dont deux graphiques sont décrites et utilisées :

- 1) découpage en tranches,
- 2) vues stéréoscopiques,
- 3) approximation locale des points de l'espace de la "surface de section" par une surface quadratique,
- 4) divergence de deux orbites dont les conditions initiales sont très proches l'une de l'autre.

Pour les orbites proches d'un des corps, deux intégrales isolantes existent. Celles-ci semblent disparaître en même temps quand la distance augmente, toutes choses restant égales par ailleurs.

L'étude d'un tel système dynamique est très coûteuse du point de vue du temps de calcul. Aussi afin d'étudier plus en détail la disparition quasi-simultanée des deux intégrales isolantes, une application quadri-dimensionnelle de  $R^4$  dans  $R^4$  a été prise comme modèle /9/. On montre que la disparition d'une intégrale isolante entraîne en général la disparition de l'autre (l'intégrale de l'énergie subsistant seule). Ce résultat simplifie l'étude des systèmes dynamiques à trois degrés de liberté car il justifie l'étude détaillée des variétés invariantes à deux dimensions plongées dans un sous-espace à trois dimensions.

J'ai donc poursuivi l'étude de la transformation précédente /10/, celle-ci étant particulièrement adaptée à l'utilisation d'un ordinateur. Cinq méthodes différentes ont été utilisées, permettant aussi bien une étude globale de la stochasticité qu'une étude détaillée des variétés invariantes à deux dimensions quand elles existent.



Trois de ces méthodes sont d'ordre non graphique :

- 1) étude de la divergence de deux orbites initialement proches,
- 2) étude de la variation de la plus grande valeur propre  $\lambda_k$  de l'application linéaire tangente à  $T^k$ .
- 3) approximation locale des points de l'espace de la "surface de section" par une surface quadratique.

Ces méthodes sont de bons indicateurs de stochasticité, en particulier la deuxième qui est particulièrement sensible et révèle des types très différents de comportement ergodique. Les variétés invariantes à deux dimensions sont étudiées à l'aide de deux méthodes graphiques : découpage en tranches et vues en perspective. J'ai trouvé une très grande diversité de formes pour ces variétés invariantes à deux dimensions ainsi que l'existence de telles variétés même pour des systèmes qui ne sont pas proches des systèmes intégrables.

L'ensemble des travaux exposés ci-dessus a constitué l'essentiel de ma thèse d'Etat que j'ai soutenue le 27 février 1971.



Pendant ces trois dernières années j'ai non seulement assuré les travaux dirigés de mathématiques en MP2 mais également été chargé d'un cours semestriel d'analyse numérique (C3 MAF) à la Faculté des Sciences de St Charles, Marseille, ainsi que les cours et travaux dirigés de mathématiques et de probabilités de PC2 à la Faculté des Sciences de Nice.

Cependant malgré ces charges d'enseignement très lourdes nous avons, Monsieur Jean-Paul SCHEIDECKER et moi-même, poursuivi l'étude des systèmes dynamiques à trois degrés de liberté. Nous avons réussi à mettre au point une méthode numérique /11/ permettant d'étudier les variations de la deuxième valeur propre /10/. Cette méthode, facilement généralisable pour des systèmes à plus de trois degrés de liberté, montre clairement le caractère de C-système des orbites dans les zones non intégrables. Nous avons utilisé cette nouvelle méthode comme indicateur de stochasticité afin de poursuivre l'étude de la transformation des références /9/ et /10/. Non seulement les résultats antérieurs sont confirmés mais nous avons pu généraliser ces résultats aux systèmes à quatre degrés de liberté et préciser les dimensions des sous espaces dilatants et contractants dans la zone ergodique /12/. Enfin toujours en utilisant cette nouvelle méthode, le problème de la disparition des intégrales isolantes /9/ a été réexaminé pour des systèmes à trois et à quatre degrés de liberté. Nous avons montré que le problème classique de la "ruine du joueur" rendait compte du phénomène de diffusion qui précède la disparition de ces intégrales. Un temps caractéristique de diffusion ayant été défini, sa variation en fonction des paramètres a été étudiée /13/.

J'ai travaillé également avec Monsieur Uriel FRISCH à l'étude numérique du produit aléatoire de deux transformations planes conservant les aires. Ce problème, en apparence académique, est susceptible d'applications physiques variées : la réflexion sur un empilement aléatoire de lames à faces parallèles, le mouvement d'un satellite à basse altitude, etc., ... Nous avons cherché à savoir comment la situation classique (courbes invariantes, îles, zone ergodique) des systèmes dynamiques à deux degrés de liberté était modifiée par l'introduction d'un élément stochastique dans la transformation associée par la méthode des surfaces de section. Nous avons pour cela utilisé une transformation particulière, la transformation de Taylor, en tirant au sort un paramètre disponible entre deux valeurs assez proches. Il en est résulté une diffusion hors des zones stables lesquelles se dissolvent progressivement. Dans ce cas également un temps caractéristique de diffusion a pu être défini /14/.

Enfin nous avons, Uriel FRISCH, Pierre-Louis SULEM, Jean-Paul SCHEIDECKER et moi-même, étudié le problème de la résonance stochastique dans un milieu aléatoire à une dimension. Nous avons montré analytiquement et numériquement qu'avec une probabilité non nulle, l'amplitude de la vibration à l'intérieur de la barre peut dépasser toute valeur donnée à l'avance, c'est-à-dire que la barre peut casser. Cette "résonance stochastique" est très différente de la résonance habituelle, car elle ne fait pas intervenir la fréquence d'excitation. L'amplitude maximale est



atteinte en un point lui-même aléatoire, mais avec une probabilité plus grande au voisinage de l'extrémité excitée.

Nous chercherons par la suite à établir des formules approchées ou empiriques permettant de chiffrer ces probabilités en fonction des paramètres du milieu. Cette étude /15/ qui comporte des applications à l'élasticité des roches est d'ailleurs liée à l'étude précédente /14/.

Ayant été invité par Monsieur le Professeur W. FRICKE à faire un séjour de six mois à l' "Astronomisches Rechen Institut" de Heidelberg, nous y avons commencé, Monsieur H. SCHOLL et moi-même, une étude de la distribution des astéroïdes et notamment des trous que l'on observe au voisinage de certaines résonances avec Jupiter. Les premiers résultats /17/ montrent que les orbites proches de la commensurabilité 3/1 avec une excentricité supérieure à 0.08 vérifient l'hypothèse dite des collisions, c'est-à-dire la possibilité pour de tels astéroïdes d'entrer en collision avec d'autres astéroïdes existant en grand nombre hors du domaine de résonance.

Quittant le domaine des systèmes avec un petit nombre de degrés de liberté, l'étude d'un système autogravitant à une dimension a été poursuivie. Un programme d'intégrations exactes a été mis au point et les premiers résultats obtenus montrent que pour des systèmes à plus de sept degrés de liberté la plupart des orbites (95%) sont ergodiques. Ce travail ainsi que ceux cités en référence /11, 12, 13, 16/ ont été faits en collaboration avec Monsieur Jean-Paul SCHEIDECKER, Directeur du Centre de Calcul de l'Observatoire de Nice, qui prépare depuis 1971 une thèse d'Etat avec moi.

D'autre part, j'ai l'intention également de poursuivre mon travail sur le problème restreint non plan, en particulier d'appliquer la méthode de la variation des valeurs propres de l'application linéaire tangente associée à une orbite en tant qu'indicateur de stochasticité. Le problème restreint elliptique, peu étudié jusqu'à présent, me semble être également un sujet de recherche intéressant dans le cadre d'une collaboration envisagée avec l'équipe de "Dynamique Spatiale" de Monsieur François BARLIER. Il s'agit de l'étude du mouvement comparé de deux satellites artificiels dont les conditions initiales sont très proches l'une de l'autre. J'ai, en effet, rencontré un problème semblable tant du point de vue théorique que du point de vue des expériences numériques /7, 8, 10/. Une autre direction de recherche liée aux propriétés globales des systèmes dynamiques à trois degrés de liberté consisterait à généraliser les travaux de Messieurs G. CONTOPOULOS et A. ALLONGEN sur les orbites d'étoiles dans la Galaxie en se plaçant dans le cas d'un modèle de potentiel galactiques ne présentant aucune symétrie.

Comme on l'a vu au cours des pages précédentes, j'ai été amené ces dernières années à prendre une orientation de plus en plus



astronomique. Afin d'élargir mes connaissances dans ce domaine et dans un souci d'ouverture vers le monde extérieur j'ai fait un séjour de trois mois à Cambridge, à l'Institut d'Astronomie Théorique, de septembre à novembre 1969, pendant lequel j'ai travaillé avec Monsieur S. AARSETH sur les questions de régularisation. Il s'agit de faire disparaître ces singularités des équations différentielles de la mécanique par une transformation d'espace et de temps.

Dans le domaine de la Mécanique Céleste, j'ai suivi les cours de l'Ecole d'Eté qui s'est tenue à Austin, Texas, en juin 1970 et j'y ai donné une conférence. J'ai été très heureux également de pouvoir participer aux travaux du séminaire du Bureau des Longitudes (La Coume, juillet 1969).

Depuis 1970 j'ai assisté aux cours des écoles suivantes :

septembre 1970	Evolution Stellaire et Etoiles Variables (Oufri).
septembre 1971	Physique des Plasmas (Toulouse).
juillet 1972	Cours et Conférences sur l'Analyse Globale (Centre International de Physique Théorique de Trieste).

J'ai été invité à donner des conférences aux colloques de Cambridge (1970, I.A.U. n°10), d'Oberwolfach (1972), de Varsovie (I.A.U. n°62), ainsi qu'au colloque international du C.N.R.S. de Toulouse.

En décembre 1972, le Professeur BRISKORN m'a demandé de donner des séminaires à l'Institut de Mathématiques de Göttingen.

J'ai également donné en janvier 1974 deux séminaires à Heidelberg et à l'Observatoire de Strasbourg. Enfin, en mars 1974, j'ai été invité à donner une série de séminaires à l'Observatoire de Genève.

J'ai été amené également à m'intégrer de plus en plus à la vie de l'Observatoire de Nice aussi bien sur le plan scientifique que sur le plan administratif. Cela n'est pas sans poser quelques problèmes étant donné les fonctions que j'exerce au sein du département de mathématiques à la Faculté des Sciences. Sur le plan scientifique, j'ai participé aux séminaires de l'Observatoire ainsi qu'à la direction des étudiants de D.E.A. et de 3e Cycle de l'équipe de Dynamique Stellaire. Enfin, en ce qui concerne la vie propre de l'Observatoire j'ai été choisi en novembre 1970 pour le représenter au C.N.F.A. et ai été élu Membre du Conseil d'Etablissement en décembre 1970, et ai été membre de la commission permanente de ce Conseil de mars 1972 à mai 1973.

Par ailleurs, je suis membre du Comité Consultatif des Universités et de l'Union Astronomique Internationale depuis septembre 1973.



## LISTE DES PUBLICATIONS

1. Cours de Mécanique Analytique, par F. NAHON et C. FROESCHLE, C.D.U., 1964.
2. Etude de la stabilité des orbites périodiques sous l'action d'un champ de force conservatif à deux degrés de liberté. Annales Scientifiques de l'Université de Besançon - Mécanique et Physique Théorique, 3e série, fasc. 7, 1968.
3. Etude des systèmes hamiltoniens perturbés. Annales Scientifiques de l'Université de Besançon - Mécanique et Physique Théorique, 3e série, fasc. 8, 1968.
4. Etude numérique de transformations ponctuelles conservant les aires. C. R. Acad. Sci. Paris, t.266, p. 747-749 (1er avril 1968).
5. Etude numérique de transformations ponctuelles planes conservant les aires. C. R. Acad. Sci. Paris, t.266, p. 846-848 (17 avril 1968).
6. Numerical Study of Dynamical Systems with three Degrees of Freedom. I Graphical Displays of four dimensional Sections. Astron. and Astrophys. 4, 115-128, 1970.
7. Numerical Study of Dynamical Systems with three Degrees of Freedom. II Numerical Displays of four dimensional Sections. Astron. and Astrophys. 5, 177-183, 1970.
8. A numerical Study of the Stochasticity of dynamical Systems with two Degrees of Freedom. Astron. and Astrophys. 9, 15, 1970.
9. On the number of isolating integrals in systems with three degrees of freedom. Proceedings of the I.A.U. Colloquium n°10, Cambridge (July 1970). Astron. and Space Science, vol. 14, n°1, 1971.
10. Numerical Study of a four dimensional Mapping. Astron. and Astrophys. 16, 172-189, 1972.
11. Numerical Study of the Stochasticity of dynamical Systems with more than two Degrees of Freedom by C. FROESCHLE et J.-P. SCHEIDECKER. Journal of Computational Physics, vol. 11 n°3, march 1973.



12. Numerical Study of a four dimensional Mapping II.  
by C. FROESCHLE et J.-P. SCHEIDECKER.  
Astron. and Astrophys. 22, 431-436, 1973.
13. On the Disappearance of Isolating Integrals in Systems  
with more than two Degrees of Freedom.  
by C. FROESCHLE et J.-P. SCHEIDECKER.  
Astron. and Space Science, vol. 25, 373-386, 1973.
14. Etude numérique du produit aléatoire de deux transfor-  
mations planes conservant les aires.  
Pré-publication dans Turbulence 11°3.
15. Stochastic Resonance in one Dimensional Random Media.  
by U. FRISCH, C. FROESCHLE, J.-P. SCHEIDECKER,  
P.-L. SULEM.  
Physical Review A, vol. 8, n° 3, 1973.
16. Quelques résultats numériques sur l'existence, la  
dimension et la disparition des variétés invariantes  
d'une transformation à quatre et six dimensions  
conservant la mesure.  
C. FROESCHLE, J.-P. SCHEIDECKER.  
Colloque International du C.N.R.S., Toulouse,  
septembre 1973.
17. Asteroïdal Motion at the 3/1 Commensurability.  
by H. SCHOLL and C. FROESCHLE.  
(to be submitted to Astron. and Astrophys.).

*a été accepté*



## PARTICIPATION AUX CONGRES

- . Colloque de Besançon sur "Les Nouvelles Méthodes de la Mécanique Céleste", Besançon, 1966.
- . Colloque sur "Le Problème des N Corps", Paris, 1967.
- . Colloque U.A.I. n°10 sur "The Gravitational N-Body Problem", Cambridge, août 1970.
- . Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale, Brighton, août 1970.
- . Colloque sur les "Mathematical Methods in Celestial Mechanics", Oberwolfach, 1972.
- . Colloque U.A.I. n°62 "The Stability of the Solar System and Small Stellar Systems", Varsovie, septembre 1973.
- . Colloque International du C.N.R.S. "Transformations ponctuelles et leurs applications", Toulouse, septembre 1973.

## JURYS DE THESE

- 3e Cycle de Monsieur Daniel BENEST, 22 février 1972  
 Contribution à l'étude numérique du problème restreint des trois corps.  
 Jury : Fr. RODDIER, Président; M. HENON, Rapporteur;  
 J. KOVALEVSKY, C. FROESCHLE, Examineurs.
- 3e Cycle de Mademoiselle Françoise RANNOU, 7 novembre 1972  
 Etude numérique de transformations planes discrètes.  
 Jury : Fr. RODDIER, Président; M. HENON, Rapporteur;  
 J. KOVALEVSKY, C. FROESCHLE, Examineurs.
- 3e Cycle de Monsieur Pierre-Louis Mardochee SULEM, 11 mai 1973.  
 Réflexion totale et résonance stochastique en milieu aléatoire unidimensionnel.  
 Jury : U. FRISCH, Président; B. PICINBONO, J. COSTE,  
 C. FROESCHLE, Examineurs.





