Curicculum vitæ

Vincent Colin

Né à Poitiers, le 13 décembre 1971
Nationalité : française
Situation familiale : marié, deux enfants

Adresse professionnelle : Université de Nantes
Laboratoire de mathématiques Jean Leray
UMR 6629 du CNRS
2, rue de la Houssinière
BP 92208, 44322 Nantes cedex 3
tél : 02 51 12 59 15
e-mail : vincent.colin@univ-nantes.fr

1. Emplois successifs

- Élève de l'ÉNS-Cachan, 1991–1995.
- Allocataire Moniteur Normalien à l'ÉNS Lyon, 1995-1996.
- Scientifique du contingent comme enseignant à l'école militaire de Paris, 1996-1997.
- Allocataire Moniteur Normalien à l'ÉNS Lyon, 1997-premier semestre 1999.
- Agrégé préparateur à l'ÉNS Lyon, second semestre 1999.
- Maître de conférences à l'université de Nantes, 1999-2008 (HDR 2002). Titulaire PEDR 2001-2005 et 2005-2009.
- Délégation CNRS au laboratoire de Mathématiques Jean Leray (Nantes), 2003-2004.
- Membre de l'Institut Universitaire de France, 2006–
- Professeur à l'université de Nantes, 2008–

2. Études supérieures

- ÉNS de Cachan, 1991–1995.
- Agrégation de mathématiques, 1994.
- Thèse de l'ÉNS-Lyon, effectuée sous la direction d'Emmanuel Giroux et soutenue le 12 octobre 1998.
- Habilitation à diriger des recherches de l'Universtié de Nantes, soutenue le 6 décembre 2002.

Distinctions

- Titulaire PEDR depuis 2001.
- Médaille de Bronze du CNRS (2004).
- Membre junior de l'IUF depuis février 2007.

3. Enseignement et encadrement

- Enseignement 2008/2009 :

- Cours de L2 (Analyse 2) 36h CM
- Préparation à l'agrégation 10h TD

- Enseignements 2007/2008 :

- Cours de M2 (Livres ouverts en géométrie de contact) et encadrement d'une UEB
- Préparation à l'agrégation

- Enseignements 2006/2007 :

- Préparation à l'agrégation
- TD de M1 (Géométrie Différentielle)
- TD de L3 (Topologie)

- Enseignements 2005/2006 :

- Cours de DEA (Topologie de basse dimension) : 25 h CM
- Préparation à l'agrégation : 15 h TD
- Encadrement de 2 stages de TER : *Géométrie hyberbolique sur les surfaces* et *Introduction à la théorie de Morse*.
- TD de Master 1 en Géométrie différentielle : 48 h TD
- TD de L3 (Topologie) : 32 h TD
- TD de L2 (Topologie et intégration) : 32 h TD
- TD de L2 (Algèbre linéaire pour la physique) : 32 hTD

- Tuteur pédagogique des doctorants Nader Yeganefar (directeur Gilles Carron) et d'Antoine Touzé (directeur Vincent Franjou).

- Encadrement de stages de TER (maîtrise) sur les thèmes : *Le lemme de Morse et applications aux surfaces (99-00 et 05-06), Le lemme de Sard et applications (00-01), Le théorème de Jordan (01-02), Degré d'une application (02-03), Géométrie hyperbolique sur les surfaces (05-06).*

- Encadrement d'une UEB de M2 *Autour du degré*, 2007-2008.

- Co-encadrement avec F. Laudenbach de Skander Zannad en stage de DÉA (2002) sur un article de Y. Eliashberg, Contact 3-manifolds twenty years since Jean Martinet's work, Ann. Inst. Fourier (Grenoble) 42 (1992), 165–192.

- Encadrement d'Anne Vaugon en stage de M2 autour des livres ouverts en géométrie de contact (2007).

Autres activités pédagogiques et de vulgarisation :

- Exposé au séminaire des Élèves de l'ÉNS Lyon (1997) : *Décomposition cellulaire des variétés.*

- Exposé pendant la semaine "Sciences en fête 1997" : *Tiroirs et chaussettes.*

- Écriture d'un article pour le Journal des Élèves de l'ÉNS : *Du plan et des nœuds* (1999).

- Organisation et tenue d'un stand sur les fractals pour les journées "Sciences en fête" 2006.

- Exposé aux journées de rentrée du CNRS 2007. "Autour de la conjecture de Poincaré", La Rochelle, novembre 2007.

- Animation d'un débat au festival international du film scientifique de Paris autour du film "La malédiction de la conjecture de Poincaré"
- Exposé de Colloquium de l'institut des nanosciences de Paris "Autour de la conjecture de Poincaré", Paris, novembre 2008.

4. Responsabilités scientifiques et administratives

- Représentant des élèves de l'ÉNS Cachan au conseil du département de mathématiques (91-95).
- Président de jury pour le baccalauréat (série S et épreuves de français, séries ES et L), juillet 2000 et 2006.
- Collaborateur des Mathematical Reviews depuis Juin 2000.
- Vice-président de la commission de spécialistes 25/26 de Nantes (2001-2003), puis membre (2004-2008).
- Co-responsable des crédits de l'Équipe de Topologie et Géométrie algébrique de Nantes.
- Membre de la commission des services de Nantes 2002-2003.
- Membre élu au CNU 2003–2007.
- Membre de jury de thèses françaises et italiennes (Scuola normale superiore).
- Membre du réseau européen ITGP (Interactions of topology, geometry and Physics).
- Membre extérieur de la commission de spécialistes de l'université de Bretagne-Sud (depuis 2004).
- Membre du Conseil de laboratoire de Nantes (2005–2008).
- Membre du conseil scientifique de l'université de Nantes (2005–2007).
- Membre (suppléant) du conseil scientifique de la faculté des sciences et techniques de Nantes (2005–2008).
- Membre de la commission de validation des acquis (2006–)
- Membre de la commission des thèses (2008–).
- Rapporteur pour la NSF et OTKA (Hongrie).
- Responsable de la Formation Doctorale et du M2 Recherche (2008–), ainsi que du Master (2010–)
- Membre de l'ecole doctorale STIM (2008–). Membre du bureau, responsable des bourses.
- Membre du collège doctoral nantais (2009–)
- Membre extérieur de l'école doctorale MATISSE (Rennes, 2008–).
- Membre du comité de selection de l'université d'Angers pour un poste PR (2009)
- Membre du comité de rédaction de la Gazette de la SMF (2009-)
- Président d'un comité de sélection de l'université de Nantes pour un poste MCF (2010)
- Membre du jury du prix "Jeune chercheur" de la région Bretagne 2010.
- Membre du bureau de l'UMR Jean Leray et du conseil de laboratoire (2010)
- Membre du comité d'expert de la PES (2010)

5. Animation scientifique

- Accueil à Nantes de Yuri Chekanov (2 mois, 2002), Ko Honda (1 mois, 2003), Sebastiao Firmo (1 mois, 2004), Ko Honda (1 mois, 2005) et Petya Pushkar (3 mois, 2007).

- Organisation d'une semaine de géométrie de contact à l'université de Nantes, avec la venue de E. Giroux et K. Honda, mai 2001.

- Organisateur d'un groupe de travail : *Constructions de feuilletages et de structures de contact*, commun à l'université de Nantes et l'université de Bretagne-Sud, 2001-2003.

- Responsable d'une équipe ATIP (CNRS) pour la période 2002-2003 sur le thème : *Théorie des champs symplectique et homologie de contact*. (Autres membres : M. Damian, univ. Strasbourg ; E. Ferrand, univ. Grenoble ; D. Hermann, univ Paris 6 ; L. Lazzarini, univ. Paris 7.) Lors de ce programme, nous avons organisé une rencontre mensuelle à l'institut Chevaleret, avec, à chaque session, deux exposés autour des travaux de Eliashberg, Hofer et Givental.Ces rencontres ont eu une audience dépassant largement le groupe des membres de l'ATIP. Nous avons pu également inviter Frédéric Bourgeois (Bruxelles), Tobias Ekholm (Uppsala) et Petya Pushkar (Moscou) dans certaines de nos universités. Nous avons également organisé une école d'été à Berder, sur le thème *Courbes Holomorphes et Topologie de contact* (16-20 juin 2003). Les exposants, Frédéric Bourgeois, Emmanuel Giroux, Lenny Ng et Francisco Presas, ont donné chacun un mini-cours de trois séances. Des notes ont été rendues accessibles en ligne.

- Organisateur d'un groupe de travail : "Homologie de Heegard-Floer (d'apres Oszvath-Szabo)", 2004– .

- Coorganisateur (avec E. Giroux et C. Viterbo) du colloque international "De la topologie à la géométrie symplectique", Nantes, 8–10 juin 2005. Quatre-vingt participants ont pu écouter treize orateurs sur des thèmes de topologie, systèmes dynamiques et géométrie symplectique.

- Membre de l'équipe ANR Symplexe.

- Coordinateur de l'ANR blanche "Floer Power", 2008-2011.

- Responsable français (membre du comité de pilotage) du réseau de recherche européen CAST (Contact And Symplectic Geometry) (2009-2014). Ce réseau "European research training network" regroupe une soixantaine de membres de 12 pays.

- Organisateur de l'École d'Hiver de la Llagonne, janvier 2009, sur le thème : Géométrie de contact et homologie de Heegaard-Floer. Cette école a consisté en 8 mini-cours de 3 heures et a attiré 25 participants dont de nombreux jeunes.

- Coorganisateur de l'École d'été de l'Institut Mathématiques de Jussieu, 29 juin – 3 juillet 2009.

- Coorganisateur du Colloque "Contact and Symplectic Topology", IHP, janvier 2010.

- Accueil de Daniel Mathews (Stanford) et Sheila Sandon (IST Lisbonne) pour des post-docs (resp. 1 an et 2 ans) à Nantes.

- Organisateur d'une rencontre de l'ANR symplexe, Nantes, avril 2010

- Coorganisateur du Semestre "Géométrie de contact et symplectique", Nantes, printemps 2011 (comprend l'organisation d'un colloque et d'une école d'été)

- Membre du conseil scientifique du colloque GESTA 2011 "New trends in symplectic and Contact Geometry", Santander, juin 2011.

- Coordinateur du projet régional GEANPYL, qui rassemble les trois laboratoires d'Angers, Nantes et Le Mans. Ce projet, d'un montant de 420 Keuros sur trois ans est destiné à favoriser le rayonnement des laboratoires ligériens par le biais d'invitations et d'organisation de colloques. Son objet est également d'encourager le rapprochement avec les équipes rennaises.

6. Exposés de séminaires

- Séminaire de l'Ens-Lyon, novembre 1994.
  Construction de feuilletages (d'après Thurston)
- Colloque de géométrie, Montpellier, novembre 1995.
  Structures de contact en dimension 3
- Colloque de géométrie, Grenoble, septembre 1996.
  Chirurgies d'indice 1 *dans les variétés de contact tendues*
- Séminaire de topologie, Orsay, novembre 1996.
  Somme connexe de variétés de contact tendues
- Séminaire de géométrie symplectique, École Polytechnique, décembre 1996.
  Recollements de variétés de contact tendues
- Séminaire de l'Ens-Lyon, octobre 1997.
  Algèbres différentielles de noeuds legendriens (d'après Chekanov)
- Séminaire de géométrie symplectique, École Polytechnique, janvier 1998.
  Stabilité topologique des structures de contact en dimension 3
- Soutenance de thèse à l'Ens Lyon, octobre 1998.
  Sur la stabilité, l'existence et l'unicité des structures de contact en dimension 3
- Séminaire de l'université de Montpellier, octobre 1998.
  Construction de structures de contact tendues
- Séminaire de topologie de l'institut Joseph Fourier, décembre 1998.
  Stabilité topologique des structures de contact
- Séminaire de topologie, université de Nantes, février 1999.
  Sur l'existence et l'unicité des structures de contact tendues
- Séminaire de géométrie des groupes et topologie de petite dimension, Université Paul Sabatier, Toulouse, mars 99.
  Sur l'existence et l'unicité des structures de contact tendues
- Séminaire de mathématiques, université de Bretagne-sud, mars 99.
  Sur l'existence et l'unicité des structures de contact tendues
- Séminaire de topologie, université d'Aix-Marseille I, mai 99.
  Topologie de contact en dimension trois
- Séminaire de géométrie, université de Nantes, novembre 99.
  Sur la torsion des structures de contact tendues
- Séminaire de topologie symplectique, École Polytechnique, décembre 99.
  Structures de contact tendues sur les variétés toroïdales
- Séminaire de géométrie de contact, American Institute of Mathematics (Palo Alto, Californie), octobre 2000.
  Infinitely many tight structures on toroidal manifolds
- Séminaire de Géométrie, Université de Fluminense (Rio de Janeiro), juillet 2002.
  On the geometry of tight contact structures
- Groupe de travail de topologie symplectique, École polytechnique, septembre 2002.
  Finitude homotopique et isotopique des structures de contact tendues
- Séminaire de Géométrie symplectique et applications, université de Strasbourg, octobre 2002.

Finitude homotopique et isotopique des structures de contact tendues

- Séminaire de Géométrie, Georgia university (É-U), janvier 2003.
  Constructions of Reeb vector fields and applications to toppology
- Séminaire de Géométrie, Université de Bordeaux, mai 2003.
  Finitude homotopique et isotopique des structures de contact tendues
- Geometry and Topology seminar, USC (Los Angeles), février 2004.
  Controlled constructions of Reeb vector fields and applications
- Séminaire de géométrie symplectique, École polytechnique, mai 2004.
  Construction de champ de Reeb sous contrôle et applications
- Séminaire de l'École normale supérieure de Lyon, juin 2004.
  Constructions de champs de Reeb sous contrôle et applications
- Séminaire de Géométrie et Topologie, Nantes, octobre 2004.
  Dynamique des champs de Reeb et topologie de dimension trois
- Séminaire de topologie et dynamique, Orsay, avril 2005.
  Dynamique des champs de Reeb et topologie de dimension trois
- Séminaire de Géométrie différentielle, Bruxelles, janvier 2006.
  Champs de Reeb et livres ouverts : le cas périodique
- Séminaire de Géométrie symplectique, École polytechnique, février 2006.
  Champs de Reeb et livres ouverts : le cas périodique
- Séminaire de Topologie et Géométrie, Nantes, Février 2006.
  Champs de Reeb et livres ouverts : le cas prériodique
- Séminaire Singularités, IMJ, Paris, Novembre 2006.
  Champs de Reeb et livres ouverts
- Colloquium de l'université de Nice, Nice, Avril 2007.
  Topologie et dynamique des variétés de contact.
- École Encre du CNRS, La Rochelle, Novembre 2007.
  Autour de la conjecture de Poincaré.
- Université de Rennes, février 2008.
  Champs de Reeb et livres ouverts.
- Université d'Orsay, juin 2008.
  Livres ouverts et dynamique des champs de Reeb
- Université de Nantes, septembre 2008.
  Homologies de contact
- Institut des nanosciences de Paris, novembre 2008.
  Autour de la conjecture de Poincaré
- Colloquium de l'IRMAR, Université de Rennes, septembre 2009
  Homologies de contact
- Séminaire de mathématiques de l'ENS Ulm, décembre 2009.
  Géométrie de contact
- Colloquium de l'université Lyon 1, mars 2010.
  Questions dynamiques et topologiques en géométrie de contact

7. Interventions lors de congrès et séjours à l'extérieur

• Février-juin 1996 : Semestre de topologie en petite dimension à l'IHP.

• Conference on symplectic topology, Warwick, juillet 1998. Exposé : *Construction of tight contact manifolds.*

• Conference on symplectic geometry, Lisbonne, juillet 1999. Exposé : *Torsion of tight contact structures.*

• Troisième cycle romand de mathématiques sur les distributions non intégrables, Les Diablerets (Suisse), mars 2000. Exposé : *Collages et découpages en géométrie de contact.*

• Séjour de 3 mois (sept.-déc. 2000), sur invitation du professeur Y. Eliashberg, à l'université de Stanford et à l'American Institute of Mathematics.

• Conference on symplectic and contact geometry, Stanford, décembre 2000. Exposé : *Infinitely many tight structures on toroidal manifolds.*

• Georgia international topology conference, Georgia university, mai 2001. Exposé : *Tight contact structures on toroidal manifolds.*

• Court séjour à l'IHÉS (3 jours), juin 2001.

• Congrès AMS-SMF, ÉNS Lyon, juillet 2001. Exposé : *Sur la classification des structures de contact tendues.*

• Invitation de 9 jours à l'Institute for Advanced Study (Princeton), Mars 2002.

• Invitation à l'université de Fluminense et à l'IMPA (Rio de Janeiro), et conférence pleinière aux Rencontres brésiliennes de topologie, juillet 2002 : *On the coarse classification of tight contact structures.*

• Invitation à l'université de Georgia (Athens, USA), janvier 2003. Exposé au colloquim *On the coarse classification of tight contact structures.*

• Invitation de deux semaines à l'université de Fluminense (Rio de Janeiro), février 2003. Mini-cours : *Contact structures and foliations in dimension* 3.

• Workshop in Contact Topology, UQAM (Montréal), avril 2003. Exposé : *Controlled constructions of Reeb vector fields and applications.*

• Workshop on Holomorphic curves and contact topology, AIM (Palo Alto) aout 2003. Séjour invité.

• EMS Weekend in Mathematic, Lisbonne. Exposé : *Controlled constructions of Reeb vector fields and applications.*

• University of Southern California, Los Angeles, février 2004, séjour invité (1 mois).

• Colloque : Structures de contact, structures de Poisson et Singularités, Montpellier, juin 2004. Exposé : *Finitude homotopique et isotopique des structures de contact tendues.*

• Workshop on Floer homology and low dimensional manifolds, Pise, juin 2004. Exposé : *Controlled constructions of Reeb vector fields and applications.*

• Journées de Géométrie symplectique, Bruxelles, septembre 2004. Exposé : *Controlled constructions of Reeb vector fields and applications.*

• Workshop on knots, foliations and contact structures, Budapest, novembre 2005. Exposé : *Reeb vector fields and open book decompostions: the periodic case*

• Séjour d'un mois à l'Université Libre de Bruxelles sur un poste de chercheur FNRS, janvier 2006.

• Gokova Geometry and topology conference, Turquie, juin 2006. Exposé : *Reeb vector fields and open book decompositions: the periodic case*

• Invité au Program in low-dimensional topology, Park City (USA), juin 2006.

• Exposé au séminaire Bourbaki, Paris, novembre 2006.
Livres ouverts en géométrie de contact

• Mini-cours intitulé "Topologie et dynamique dans les variétés de contact", Université Paris 13, février 2007.

• Séjour invité à l'université de Stanford pour la conférence New perspectives and challenges in Symplectic field theory, Stanford, juillet 2007

• Workshop "Differential Geometrie im Grossen", Oberwolfach,juillet 2007. Exposé : *Reeb vector fields and open book decompositions*

• Worshop on Symplectic Geometry, Contact Geometry and Intercations, Bruxelles, février 2008. Exposé : *Reeb vector fields and open book decompositions*

• Séjour invité à l'Imperial College (Londres), mars 2008. Exposé : *Reeb vector fields and open book decompositions*

• Exposé au colloquim de l'USC (Los Angeles), avril 2008. *Open book decompositions in contact geometry and application to Reeb vector fields.*

• Mini-cours de 3 heures à l'École d'hiver de la Llagonne, janvier 2009. *l'invariant de contact en homologie de Heegaard-Floer.*

• Séjour invité à l'université de Munich, janvier 2009. Exposé : *Pairs of contact structures*

• Séjour invité à l'ETH Zurich, mars 2009. Exposé : *Sutures and contact homology*

• Séjour invité pour le workshop "Low-dimensional topology", Banff (Canada), Mars 2008. Exposé : *Contact homologies for sutured manifolds*

• Séminaire de l'université de Madrid, mai 2009. Exposé : *Contact homologies for sutured manifods*

• Séjour au MSRI Berkeley, novembre 2009.

• Conference on knots, contact geometry and floer homology, Tokyo, mai 2010. Exposé : $HF = ECH$ *via open book decompositions*

• Worshop on Topology and contact geometry, Istambul, juin 2010. Mini-Cours : *Reeb vector fields and open book decompositions*

• Séjour invité à l'université de Cambrige, novembre 2010. Exposé : $HF = ECH$ *via open book decompositions*

8. Analyse des travaux

Thématiques : Géométrie de contact en dimension trois, topologie de basse dimension, feuilletages, théorie des nœuds, dynamique des champs de Reeb, homologie de contact, géométrie symplectique.

Mon travail de recherche concerne l'étude des variétés de contact en dimension 3, et les liens entre géométrie de contact, théorie des feuilletages, topologie de basse dimension et dynamique. Plus récemment, j'ai été amené à m'intéresser à la dimension supérieure. Sur une variété V de dimension 3, une structure de contact ξ est un champ de plans qui, défini localement comme le noyau d'une 1-forme non singulière α, vérifie en tout point : $\alpha \wedge d\alpha \neq 0$. Cette condition signifie géométriquement que le champ ξ satisfait une propriété de non intégrabilité maximale : il ne possède par exemple aucune surface intégrale. En ce sens, la notion de structure de contact est opposée à celle de feuilletage (ξ définit un feuilletage si et seulement si $\alpha \wedge d\alpha \equiv 0$). En dimension 3 les structures de contact sont, avec les feuilletages, les seuls champs de plans localement homogènes.

Un thème de la topologie de contact est l'étude de l'existence ainsi que la classification à difféomorphisme ou à isotopie près des structures de contact : on dit que deux structures de contact ξ_0 et ξ_1 définies sur une variété V sont *difféomorphes* (resp. *isotopes*) s'il existe un difféomorphisme ϕ_1 de V (resp. un difféomorphisme ϕ_1 de V isotope à l'identité) tel que $\phi_{1*}\xi_0 = \xi_1$.

8.1. **Stabilité topologique des structures de contact.** Un théorème classique de Gray affirme que toutes les structures de contact situées dans un petit C^1-voisinage d'une structure de contact ξ sont isotopes à ξ. Ceci résulte de manière naturelle, *via* un lemme de Moser, du fait que la condition de contact est ouverte en topologie C^1. On dit que les structures de contact sont stables en topologie C^1. Un résultat inattendu de ma recherche est la preuve de la stabilité topologique des structures de contact en dimension 3.

Théorème 8.1. ([3]) *Si (V, ξ) est une variété de contact close de dimension 3, toute structure de contact C^0-proche de ξ lui est isotope.*

Ce résultat est le premier de ce genre en géométrie de contact. On ignore en particulier si un énoncé similaire est vrai en dimension (impaire) supérieure à 3, et s'il existe une version symplectique de ce théorème (pour les dimensions paires).

8.2. **Construction de structures tendues.** La première propriété permettant de distinguer des classes de conjugaison de structures de contact a été découverte par D. Bennequin avant d'être exploitée de manière systématique par Y. Eliashberg : une variété de contact (V, ξ) est dite *tendue* si aucun disque plongé dans V n'est tangent à ξ en tous les points de son bord. Les structures qui ne sont pas tendues sont dites *vrillées.* On dit de plus que (V, ξ) est *universellement tendue* si le rappel de ξ dans le revêtement universel de V est tendu.

Le résultat de la classification des structures vrillées à isotopie près se révèle remarquablement simple. En effet, Y. Eliashberg a démontré que, sur une variété fermée de dimension 3, deux structures de contact vrillées de même signe et homotopes comme champs de plans sont isotopes. En revanche, le monde des structures de contact tendues est riche de propriétés de rigidité géométrique. Par exemple, la classe d'Euler d'une structure tendue ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs dans $H^2(V, Z)$.

L'étude des structures de contact tendues se révèle d'autant plus intéressante que celles-ci se trouvent à l'intersection de nombreuses branches de la géométrie : feuilletages, théorie des nœuds, topologie de dimension 3 et 4, géométrie symplectique...

Une question majeure de la géométrie de contact de dimension 3 est : toute variété orientable de dimension 3 porte-t-elle une structure de contact tendue ?

Pour construire des variétés de contact tendues, ma stratégie est de déterminer le comportement des structures tendues vis-à-vis de certaines opérations de chirurgie. Je montre ainsi le résultat suivant :

Théorème 8.2. ([1]) *Toute variété obtenue par chirurgie d'indice un sur une variété de contact tendue (par exemple la somme connexe de deux variétés de contact tendues) est naturellement une variété de contact tendue.*

La preuve de ce théorème repose sur une étude des isotopies de sphères dans les variétés de contact tendues qui conduit aussi au résultat suivant :

Théorème 8.3. ([1]) *Dans une variété de contact tendue :*
– deux sphères isotopes ont des complémentaires (contact-) isomorphes,
– deux sphères isotopes sur lesquelles la structure trace le même feuilletage (singulier) sont isotopes par la restriction d'une isotopie de contact.

Je montre ensuite un résultat analogue au théorème 2 pour les chirurgies toriques :

Théorème 8.4. ([2]) *Si on recolle deux variétés de contact tendues le long de deux tores incompressibles (π_1-injectés), la variété résultante est tendue pourvu que les structures de départ soient universellement tendues et que ξ trace sur les tores un feuilletage linéaire (par exemple un feuilletage en cercles).*

J'obtiens de plus que, sans l'hypothèse : “le feuilletage tracé par ξ est linéaire”, la nouvelle variété peut être vrillée (j'exhibe au passage un exemple de structure tendue qui n'est pas universellement tendue).

En dimension 3, les découpages le long de sphères et de tores incompressibles jouent un rôle central pour la compréhension de la topologie, comme l'ont notamment montré Milnor, Kneser, Jaco, Shalen et Johannson.

Dans leur version contact, ces méthodes de chirurgies me permettent de construire des structures de contact tendues sur de nouvelles variétés. Dans [2], je munis presque toutes les variétés graphées ainsi que certaines sphères d'homologie de structures de contact universellement tendues. Plus généralement, j'obtiens le résultat suivant :

Théorème 8.5. ([6], voir aussi [2] pour des résultats partiels) *Toute variété fermée orientable et irréductible qui contient un tore incompressible porte une structure de contact universellement tendue.*

Je complète ainsi un théorème d'existence obtenu récemment par Y. Eliashberg et W. Thurston.

Dans [2], j'ai également étendu ces résultats de chirurgie, avec toutefois quelques hypothèses techniques supplémentaires, au cas de chirurgies effectuées le long de surfaces à bords. Ces chirurgies ont été utilisées par Honda, Kazez et Matič pour donner une preuve directe du théorème 8.5.

La symétrie feuilletage–structure de contact qui ressort des travaux d'Eliashberg et Thurston amène tout naturellement à essayer de caractériser les feuilletages qui sont limites de structures tendues. Je montre ainsi le théorème suivant[1] :

[1] Ce résultat a été annoncé par Eliashberg et Thurston, mais leur preuve comporte une erreur que je rectifie.

Théorème 8.6. ([6]) *Tout feuilletage sans composante de Reeb et différent du feuilletage en sphères de $S^2 \times S^1$, est limite C^0 de structures de contact tendues.*

En dimension 3, les chirurgies de Dehn sur les nœuds sont également des opérations très fécondes. Dans le cadre de la géométrie de contact, on peut définir une opération de chirurgie de Dehn naturelle, dite *admissible*, le long d'un nœud transverse à une structure de contact. Si la variété de départ est fortement symplectiquement remplissable, la nouvelle variété est symplectiquement remplissable. Je montre cependant le résultat suivant :

Théorème 8.7. ([7]) *Il existe une variété de contact universellement tendue (V, ξ) et un entrelacs $\Gamma \subset V$ transverse à ξ tels que les variétés obtenues à partir de (V, ξ) par certaines chirurgies de Dehn admissibles le long de Γ soient vrillées.*

Cet exemple produit une variété de contact universellement tendue (ouverte) qui n'est pas symplectiquement fortement semi-remplissable.

8.3. **Torsion des structures de contact tendues.** Une autre partie de mon travail de recherche porte sur l'étude d'un invariant, la torsion, introduit par E. Giroux pour différencier des classes de conjugaison de structures de contact tendues.

Définition 8.8. (E. Giroux) Si (V, ξ) est une variété de contact, on associe à chaque classe d'isotopie C de plongements du produit $T^2 \times I$ dans V un entier (éventuellement $+\infty$), noté $Tor(V, \xi, C)$, appelé la *torsion* de ξ dans la classe C et défini de la manière suivante : pour $n \geq 1$, on note ξ_n la structure de contact définie sur $T^2 \times I = T^2 \times [0, 2\pi] = \{(x, y, t)\}$ par l'équation $\cos ntdx + \sin ntdy = 0$ et $Tor(V, \xi, C)$ le supremum de l'ensemble des entiers positifs n pour lesquels il existe un plongement de contact de $(T^2 \times I, \xi_n)$ dans la classe C de (V, ξ). S'il n'existe pas de tel plongement, on pose $Tor(V, \xi, C) = 0$.

En bien des points, la torsion se présente comme la version contact du "width" de Gromov et des capacités en géométrie symplectique.

Définition 8.9. Si $\phi, \psi : T^2 \to V$ sont deux plongements incompressibles du tore (injectifs sur $\pi_1(T^2)$), on dit que ϕ a une *intersection persistante* avec ψ si pour tout plongement ϕ' isotope à ϕ, l'intersection $\phi'(T^2) \cap \psi(T^2)$ est non vide.

Définition 8.10. Un plongement du tore $\phi : T^2 \to V$ est dit *normal* s'il existe un plongement $\psi : T^2 \to V$ tel que ϕ ait une intersection persistante avec ψ.

Ces définitions s'étendent de manière naturelle au cas des plongements de $T^2 \times [0, 1]$.

Théorème 8.11. ([5]) *Si (V, ξ) est une variété de contact universellement tendue irréductible et C est une classe d'isotopie normale, alors : $Tor(V, \xi, C) < \infty$.*

Je montre alors le résultat suivant :

Théorème 8.12. ([5], [8]) *Toute variété orientable, irréductible, close qui contient un tore incompressible porte une infinité de structures de contact tendues deux à deux homotopes comme champs de plans mais deux à deux non isomorphes.*

Je démontre de plus, comme conséquence de cette étude, le résultat de rigidité suivant, qui fait écho à certaines propriétés de rigidité en géométrie symplectique :

Théorème 8.13. ([5]) *: Si (V, ξ) est une variété de contact fermée, irréductible et universellement tendue, seulement un nombre fini de classes d'isotopie de sous-variétés de V difféomorphes à $T^2 \times I$ contiennent une sous-variété de contact conjuguée à $(T^2 \times I, \xi_1)$.*

Définition 8.14. Un tore T plongé dans une variété de contact (V, ξ) est dit *pré-lagrangien* s'il existe une 1-forme α de noyau ξ telle que $d\alpha|_\xi = 0$.

Le fait pour un tore d'être pré-lagrangien est non générique et rare. De même que E. Giroux a démontré que les tores lagrangiens dans le fibré cotangent de T^2 muni de sa forme symplectique naturelle (différentielle de la forme de Liouville) sont tous isotopes à la section nulle, j'obtiens de fortes restrictions quant à la présence de tores pré-lagrangiens dans une classe d'isotopie donnée.

Théorème 8.15. ([5]) *Soit (V, ξ) une variété de contact irréductible et universellement tendue et $\phi : (T^2 \times I, \xi_1) \to (V, \xi)$ un plongement de contact. Si $\psi : T^2 \to V$ est un plongement incompressible qui possède une intersection persistante avec ϕ, alors aucun tore de V isotope à ψ n'est pré-lagrangien.*

8.4. **Le théorème de classification.** Récemment, j'ai obtenu, en collaboration avec E. Giroux et K. Honda le théorème de classification suivant, qui incorpore en partie les résultats énoncés précédemment :

Théorème 8.16. [5, 8, 9, 16, 19] *a) Sur une variété close de dimension 3, les structures de contact tendues habitent un nombre fini de classes d'homotopie de champs de plans.*

b) Une variété de dimension trois close, orientable et irréductible porte une infinité de structures de contact tendues non isomorphes si et seulement si elle est toroïdale.

Comme corollaire de la partie a) et du théorème 8.6, on retrouve un résultat obtenu indépendemment par D. Gabai :

Corollaire 8.17. [16, 19] *Sur variété close de dimension 3, les feuilletages sans composante de Reeb habitent un nombre fini de classes d'homotopie de champs de plans.*

Ce résultat porte également des fruits dans l'étude des nœuds legendriens :

Corollaire 8.18. [16, 19] *Pour tout $n \in \mathbb{Z}$, une classe d'isotopie de nœuds lisse contient un nombre fini de nœuds legendriens d'invariants de Thurston-Bennequin n (à isotopie legendrienne près).*

8.5. **Dynamique des champs de Reeb.** Je poursuis actuellement une recherche sur les liens entre dynamique des champs de Reeb et topologie des variétés de dimension 3. Un *champ de Reeb* pour une structure de contact ξ est un champ de vecteurs transversal à ξ et dont le flot préserve ξ. Sur ce sujet, la question centrale est due à Weinstein. Elle est valable en toute dimension impaire.

Conjecture (Weinstein) : Sur une variété close, tout champ de Reeb possède une orbite périodique.

Cette conjecture a été récemment démontrée par Taubes pour les variétés de dimension trois. Dans ce qui suit, on se concentre sur cette dimension. En collaboration avec Ko Honda, j'ai obtenu des résultats qui affinent grandement le théorème de Taubes, et qui permettent de faire un lien avec la topologie de la variété ambiante.

D'après Hofer, si V est réductible ou si ξ est vrillée, tout champ de Reeb pour ξ possède une orbite périodique contractible. Si V est la sphère S^3, tout champ de Reeb R possède une orbite non nouée qui borde un disque plongé d'intérieur transversal à R.

Une structure de contact est *hypertendue* si elle possède un champ de Reeb sans orbite périodique contractible.

Conjecture : Si V porte une structure de contact hypertendue, alors V est revêtue par $\mathbb{R}^3$.

Cette conjecture est impliquée par la conjecture de géométrisation des variétés de dimension trois de Thurston et par les travaux de Hofer : si V porte une structure de contact hypertendue, elle est irréductible et n'est pas revêtue par S^3 d'après Hofer. Si on en croit Thurston/Perelman, son revêtement universel est $\mathbb{R}^3$. Je montre, en collaboration avec K. Honda, que :

Théorème 8.19. [11] *Toute variété irréductible, orientable et toroïdale V porte une structure de contact hypertendue.*

Dans certains cas (lorsque V est bordée par des tores), on montre que le champ de Reeb obtenu est transversal à un feuilletage tendu.

On peut combiner cette construction et le résultat de Hofer dans le cas des chirurgies de Dehn.

Théorème 8.20. [11] *Soit V une variété de dimension trois qui fibre en surfaces à bord sur le cercle. Si $n \in \mathbb{N}$ et si $\epsilon > 0$ est assez petit, aucune variété obtenue par obturation de Dehn de pente positive et inférieure à ϵ le long de chaque composante de ∂V n'a un revêtement de degré inférieur à n isomorphe à S^3.*

Ces constructions de champs de Reeb sous contrôle permettent également de calculer l'homologie de contact d'un grand nombre de variétés et de montrer que cette homologie détecte l'invariant de torsion. Dans un travail en commun avec F. Bourgeois, je montre que :

Théorème 8.21. [12] *Toute variété irréductible, orientable, close et toroïdale porte une infinité de structures de contact hypertendues distinguées par l'homologie de contact.*

Un conséquence automatique de ce théorème est une preuve de la conjecture de Weinstein pour presque tous les exemples connus de structures de contact tendues de torsion non nulle : tout champ de Reeb pour un de ces exemples possède une orbite périodidique.

Toutes ces méthodes peuvent être raffinées dans le cadre des *livres ouverts*, dont le rôle en géométrie de contact a été découvert et développé par Emmanuel Giroux. Succintement, un livre ouvert pour une variété V de dimension trois est la donnée d'une surface à bord, compacte et orientable S, d'un difféomorphisme h de S qui vaut l'identité au bord et d'un homéomorphisme

$$V \simeq S \times [0,1] / \sim_h .$$

La relation d'équivalence $\sim_h$ est donnée par $(x, 0) \sim_h (h(x), 1)$ et $(y, t) \sim_h (y, t')$ pour tout $y \in \partial S$ et $t, t' \in [0, 1]$.

Autrement dit, un livre ouvert est la donnée d'un entrelacs fibré K, dont le complémentaire fibre sur le cercle en surfaces $int(S)$, et avec une structure produit particulière près de K. Une structure de contact est *portée* par un livre ouvert (S, h) si elle possède un champ de Reeb positivement transversal aux pages et tangent (positivement) à la reliure K. Emmanuel Giroux a montré que l'étude des structures de contact est équivalente à celle des livres ouverts, modulo une certaine opération de stabilisation. En particulier, les structures de contact sont codées par (S, h).

L'idée est d'aborder l'incidence de la classification des difféomorphismes par Thurston sur les propriétés des structures de contact. On rappelle que, selon Thurston, tout difféomorphisme h de S est isotope à un difféomorphisme ψ, qui est soit périodique, soit pseudo-Anosov, soit réductible.

En collaboration avec Ko Honda, j'obtiens les résultats suivants :

Théorème 8.22. [18] *Toute structure de contact portée par un livre ouvert dont la monodromie est (isotope à un difféomorphisme) périodique vérifie la conjecture de Weinstein.*

En fait, le cas pseudo-Ansov est le cas général. On montre ainsi dans [13] que :

Théorème 8.23. *Toute structure de contact est portée par un livre ouvert dont la monodromie est pseudo-Anosov et la reliure connexe.*

La preuve de ce résultat est purement topologique et fait appel de manière cruciale au fait, prouvé par Mazur et Minsky, que le complexe des courbes sur une surface hyperbolique est un espace métrique hyperbolique au sens de Gromov.

Dans le cas pseudo-Anosov, la classification de Thurston pour les surfaces à bord cache un invariant : l'isotopie entre h et son représentant peudo-Anosov ψ n'est pas l'identité au bord de S. Pour chaque composante de ∂S, on récupère ainsi un nombre réel qui décrit le "nombre de rotation de l'isotopie". Pour plus de simplicité, on suppose que ∂S est connexe, et on note c le nombre de rotation associé. Ce nombre est en fait un nombre rationnel $c = \frac{k}{n}$, où n désigne le nombre de singularités tracées par le feuilletage stable de ψ le long de ∂S.

On explique maintenant un peu plus avant les outils développés, principalement par Eliashberg, Hofer et Givental, pour attaquer, en particulier, la conjecture de Weinstein. Si α est une forme de contact sur V, associée au champ de Reeb R, la symplectisation de (V, α) est la variété de dimension quatre $W = \mathbb{R} \times V$ munie de la forme symplectique $d(e^t \alpha)$ (t est la coordonnée sur $\mathbb{R}$). On munit classiquement, suivant une idée de M. Gromov, la variété W d'une structure presque complexe J, qui laisse invariant le plan de contact ξ et envoie $\frac{\partial}{\partial t}$ sur R. Les travaux de Hofer ont montré les liens entre orbites périodiques de R et courbes (pseudo-) holomorphes sur W. On peut même dans certains cas définir une homologie *de contact*, que l'on peut voir comme une homologie de Morse-Floer pour la fonctionnelle d'action $\mathcal{A}$, qui a un lacet $\gamma \subset V$ associe $\mathcal{A}(\gamma) = \int_\gamma \alpha \in \mathbb{R}$. Les points critiques de cette fonctionnelle sont les orbites périodiques du champ de Reeb, et les "lignes de gradient" sont des cylindres holomorphes dont les bouts convergent asymptotiquement d'une orbite à l'autre. Cette théorie, dite "des champs symplectique" a été développée conjointement par Eliashberg, Hofer et Givental. Sous de bonnes hypothèses, l'homologie ainsi calculée ne dépend pas de la forme de contact choisie. Si elle est non nulle pour une certaine structure ξ, alors ξ vérifie la conjecture de Weinstein.

On démontre les théorèmes suivant :

Théorème 8.24. [18] *Soit ξ une structure portée par (S, h). On suppose que h est isotope à un difféomorphisme pseudo-Anosov par une isotopie de nombre de rotation $c = \frac{k}{n}$. Si $k \geq 2$, il existe un champ de Reeb pour ξ, "porté" par (S, h) et associé à une forme α, dont aucune orbite périodique n'est la limite asymptotique positive d'un plan d'énergie finie dans la symplectisation de (V, α). En particulier, la structure de contact ξ possède une homologie de contact cylindrique.*

Associé à des résultats de Hofer, on obtient le corollaire topologique suivant :

Corollaire 8.25. [18] *Si $|k| \geq 2$, alors la variété V est irréductible et revêtue par $\mathbb{R}^3$. De plus, si $k \geq 2$, la structure ξ est universellement tendue.*

Ce corollaire démontre un fait topologique déjà connu par des travaux de Gabai.

L'absence de plan pseudo-holomorphe dans la symplectisation permet de définir et d'étudier l'homologie de contact cylindrique de (V, ξ).

Théorème 8.26. [18] *Si $k \geq 3$, alors l'homologie de contact cylindrique de ξ est de dimension infinie, et le rang du sous-espace engendré par les orbites d'actions inférieures à L croît exponentiellement avec L.*

Corollaire 8.27. [18] *Si $k \geq 3$ toute forme de contact pour ξ possède une infinité d'orbites simples. Toute forme non-dégénérée possède un nombre d'orbites qui croît exponentiellement avec leur action.*

Ces théorèmes viennent compléter le résultat suivant, dû a Honda, Kazez et Matic : Si $k \leq 0$, la structure ξ est vrillée, et vérifie la conjecture de Weinstein d'après Hofer.

Une difficulté vient compliquer la preuve de ces théorèmes. Il n'est en général pas possible d'obtenir un difféomorphisme pseudo-Anosov comme application de premier retour d'un champ de Reeb. Une telle application est en effet de *flux nul*, tandis qu'on démontre dans [15] le théorème suivant :

Théorème 8.28. [15] *Il existe un homéomorphisme pseudo-Anosov d'une surface S, agissant trivialement sur le premier groupe d'homologie de S, et dont le flux, mesuré pour la forme d'aire produit des mesures stable et instable, est non nul.*

Ces résultats mettent en relief l'importance des propriétés de croissance de l'homologie de contact. On conjecture que sur une variété hyperbolique, l'homologie de contact de toute structure de contact tendue croît exponentiellement. Les structures de contact tendues sur les fibrés de Seifert devraient généralement conduire à des croissances polynômiales, comme c'est le cas pour le tore de dimension trois. En particulier, en corollaire de l'étude ci-dessus, celles-ci ne devraient pas admettre de décomposition en livre ouvert de monodromie pseudo-Anosov avec $|k| \geq 3$ (on peut déjà montrer ce fait pour de nombreuses variétés, par exemple T^3).

Une suite à ce travail sera de calculer l'homologie de contact en dimension supérieure. Pour cela, j'ai en projet de relier l'homologie de contact d'une structure de contact avec l'homologie de Floer de la monodromie d'un livre ouvert porteur. Une question importante est celle de l'existence d'une propriété de type "pseudo-Anosov" en dimension supérieure à deux.

Dans un travail en cours, commun avec P. Ghiggini, K. Honda et M. Hutchings [21], je démontre l'existence d'une homologie de contact pour des variétés de contact à *bords suturés*. On obtient également des théorèmes de recollement : si (V, ξ) est obtenue par recollement suturé de (V', ξ') le long d'une surface S, l'homologie de contact de (V', ξ') s'injecte dans celle de (V, ξ). Cette étude vaut également pour l'homologie de contact plongée, développée par M. Hutchings, et dont Taubes a démontré qu'elle est un invariant topologique. On utilise ces résultats pour montrer que, comme l'homologie de Heegaard-Floer (à laquelle elle est conjecturalement isomorphe), l'homologie de contact plongée détecte les nœuds fibrés et les variétés qui fibrent sur le cercle.

8.6. **Paires de structures de contact.** On l'a déjà évoqué auparavant, d'après un résultat d'Eliashberg et Thurston, tout feuilletage de codimension 1 et distinct du feuilletage en sphères de $S^2 \times S^1$ sur une variété de dimension trois est limite d'une suite de structures de contact positives et d'une suite de structures de contact négatives.

Une *paire de structures de contact* (ξ_+, ξ_-) sur V^3 est la donnée d'une structure de contact positive ξ_+ et d'une structure de contact négative ξ_-, qui sont toutes deux transversales à un même champ de droites. Le cas où ξ_+ est transversal à ξ_- a été étudié indépendemment par Y. Eliashberg-W. Thurston et Y. Mitsumatsu. Il existe une paire de champs de plans transverses et continus, qui se rencontrent le long de $\xi_+ \cap \xi_-$, et qui sont invariants par le flot de tout champ de vecteurs qui dirige $\xi_+ \cap \xi_-$. En particulier, dès que ces champs de plans sont C^1, ils s'intégrent de façon unique en des feuilletages.

En collaboration avec S. Firmo [17], je montre dans que dans le cas d'une paire générique, l'un des deux champs de plans invariant, noté η, persiste. Là encore, dès qu'il est C^1, on récupère un feuilletage de V.

On démontre alors les résultats suivants :

Théorème 8.29. [17] *Si les deux structures ξ_+ et ξ_- sont tendues, et si η est globalement intégrable en un feuilletage $\mathcal{F}$, alors $\mathcal{F}$ ne possède pas de composante de Reeb dont l'âme est homologue à zéro.*

Il semble que cette notion de paire de structures de contact tendues soit une généralisation possible de la notion de feuilletage sans composante de Reeb. Comme dans le cas des feuilletages, il y a un résultat de stabilité *à la Reeb* :

Théorème 8.30. [17] *Soit V une variété de dimension trois de bord $\partial V \simeq S^2$, portant une paire de structures de contact tendues qui sont conjuguées près de ∂V à la paire standard $\xi_\pm = \ker(dz \pm r^2 d\theta)$ de $\mathbb{R}^3$ (muni de ses coordonnées cylindriques (r, θ, z)) près de la sphère unité. Alors $V \simeq B^3$.*

On peut faire par exemple dans ce cadre les conjectures suivantes :

Conjectures :

- Si V porte une paire de structures de contact tendues, alors son revêtement universel est $\mathbb{R}^3$.

- Si V porte deux structures (universellement ?) tendues de signes différents dans la même classe d'homotopie, alors le revêtement universel de V est $\mathbb{R}^3$.

Par ailleurs cette notion de paire de structures de contact pourrait permettre de donner une preuve "contact" de la conjecture de Smale (démontrée par Hatcher) : le groupe des difféomorphismes positifs de S^3 se rétracte sur $SO(4)$. La faisabilité d'un tel programme est étayée par la preuve de $\Gamma_4 = 0$ donnée par Eliashberg avec des arguments de géométrie de contact.

Ce questionnement sur les paires de structures de contact m'a amené à introduire une notion de structure de contact portée par une surface branchée. On sait depuis les travaux de Gabai, Oertel et Floyd, que les surfaces branchées sont un outil très puissant pour étudier les laminations. Dans le manuscrit [22], je montre comment ces notions interagissent : si une surface branchée "porte" une structure de contact tendue positive et une structure de contact tendue négative, alors elle est incompressible.

Ce sujet a été développé par Skander Zannad dans une thèse dirigée en cotutelle avec François Laudenbach.

8.7. **Isotopies positives de sous-variétés legendriennes.** Dans une variété de contact (V^{2n+1}, ξ), une isotopie positive est une isotopie dont le générateur infinitésimal est positivement transversal à la structure de contact. Comme l'ont montré Eliashberg et Polterovich, l'absence de lacet positif non contractible basé en l'identité dans le groupe des contactomorphismes est intimement lié à l'existence d'un ordre partiel pour ce même groupe. On parle alors de variété de contact ordonnable. Dans un long article, Eliashberg, Kim et Polterovich montrent, par des méthodes issues de l'homologie de Floer, que certaines variétés sont ordonnables, comme par exemple le fibré unitaire tangent à $\mathbb{R}^n$. La notion d'isotopie positive s'étend au cas des sous-variétés legendriennes. Avec Emmanuel Ferrand et Petya Pushkar, j'obtiens :

Théorème 8.31. [20] *Si N est une variété dont le revêtement universel est $\mathbb{R}^n$, alors il n'y a pas de chemin positif entre deux fibres distinctes du fibré unitaire tangent à N, munit de sa forme de contact canonique (forme de Liouville pdq).*

Ce théorème implique immédiatement que (ST^*N, pdq) est ordonnable.

En dimension trois, on peut améliorer ce résultat. Une application significative, dans l'esprit des conjectures d'Arnold, est le théorème suivant :

Théorème 8.32. [20] *Soit U le voisinage ξ-homogène d'une surface ξ-convexe S, incluse dans une variété de contact de dimension trois (V, ξ). Soit Γ_U la courbe de découpage de S et L_0 une courbe legendrienne tracée sur S dont l'intersection avec Γ_U est minimale (et vaut $2k$). Si $(L_t)_{t\in[0,1]}$ est une isotopie positive de L_0 et si L_1 est transversale à S, alors $card(L_1 \cap S) \geq 2k$.*

Publications

- [1] Chirurgies d'indice 1 et isotopies de sphères dans les variétés de contact tendues, C. R. Acad. Sci. Paris, t. 324, série 1 (1997), p. 659-663. (Il s'agit d'un théorème non publié par ailleurs.)

- [2] Sur la stabilité, l'existence et l'unicité des structures de contact en dimension 3, Thèse de l'Éns Lyon (Octobre 1998), p. 1-83.
- [3] Recollement de variétés de contact tendues, Bull. Soc. math. France, 127 (1999), p. 101-127. Voir aussi le rectificatif, Bull. Soc. math. France, 127 (1999), p. 623-623.
- [4] Stabilité topologique des structures de contact en dimension 3, Duke Math. Jour., Vol. 99, No. 2 (1999), p. 329-351.
- [5] Sur la torsion des structures de contact tendues, Ann. Scient. Éc. Norm. Sup., 4^e série, t. 34 (2001), p. 267-286.
- [6] Chirurgies de Dehn admissibles dans les variétés de contact tendues, Ann. Inst. Fourier, 51, 5 (2001), p. 1419-1435.
- [7] Une infinité de structures de contact tendues sur les variétés toroïdales, Comm. Math. Helv. 76 (2001), p. 353-372.
- [8] Structures de contact tendues sur les variétés toroïdales et approximation de feuilletages sans composante de Reeb, Topology 41 (2002), p. 1017-1029.
- [9] (avec E. Giroux et K. Honda) On the coarse classification of tight contact structure, Proceedings of Symposia in Pure Mathematics, **71** (2003), p. 109-120.
- [10] Sur la géométrie des structures de contact en dimension trois : stabilité, flexibilité et finitude, Habilitation à diriger des recherches, Université de Nantes, 2002.
- [11] (avec K. Honda) Constructions contrôlées de champs de Reeb et applications, Geom. and Topol. **9** (2005), p. 2193-2226.
- [12] (avec F. Bourgeois) Homologie de contact des variétés toroïdales, Geom. Topol. **9** (2005), p. 299-313.
- [13] (avec K. Honda) Stabilizing the monodromy of an open book decomposition, Geom. Dedicata, 132 (2008), 95–103.
- [14] Livres ouverts en géométrie de contact, Astérisque, Séminaire Bourbaki 59^e année, 2006–2007, **969**, 91-118.
- [15] (avec K. Honda et F. Laudenbach) On the flux of pseudo-Anosov homeomorphisms, Algebraic and Geometric Topology **8** (2008), 2147-2160.
- [16] (avec E. Giroux et K. Honda) Finitude homotopique et isotopique des structures de contact tendues, Publ. Scient. IHES, **109**, 245-293.

Travaux en cours

- [17] (avec S. Firmo) Paires de structures de contact sur les variétés de dimension trois, arXiv 0801.1026, soumis.
- [18] (avec K. Honda) Reeb vector fields and open book decompositions, arXiv:0809.5088, soumis
- [19] (avec E. Giroux et K. Honda) Notes on the isotopy finiteness, math.GT 0305210.
- [20] (avec Emmanuel Ferrand et Petya Pushkar) Positive isotopies of Legendrian submanifolds, en préparation.
- [21] (avec P. Ghiggini, K. Honda et M. Hutchings), Sutures and contact homology, en préparation.
- [22] Quelques remarques sur les surfaces branchées en géométrie de contact, manuscrit.

9. Direction de thèse

J'ai codirigé de 2002 à 2006 la thèse de Skander Zannad, avec François Laudenbach, sur le thème : Structures de contact en dimension trois et en dimensions supérieures. Skander y étudie une notion de structure de contact *portée* par une surface branchée. Il démontre que toute structure de contact est portée par une surface branchée, et donne des exemples de surfaces branchées qui portent une structure de contact ξ_+ positive et une structure ξ_- négative. Cette notion de structure portée permet de transcrire les propriétés de la structure de contact en termes classiques : si la structure est tendue, la surface branchée est incompressible. Le résultat principal de Skander est la découverte d'une condition suffisante, issue de la géométrie de contact, qui assure qu'une surface branchée porte une lamination. Si une surface branchée porte une *lamination essentielle*, alors elle ne contient pas de *courbe vrillée*. Réciproquement, Skander montre que si une surface branchée ne porte pas de courbe vrillée homotope à zéro, alors son revêtement universel porte une lamination. Ce résultat est maintenant publié :

Skander Zannad, A sufficient condition for a branched surface to fully carry a lamination, Algebraic and Geometric Topology **7** (2007) 1599–1632.

Je dirige la thèse d'Anne Vaugon depuis septembre 2008 sur le thème : Propriétés de croissance de l'homologie de contact.