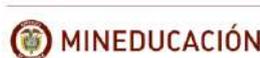


20 ans de coopération scientifique entre la France et la Colombie 1998 – 2017



L'Année France-Colombie est placée sous le signe du dialogue et de l'amitié entre nos deux pays. C'est une belle occasion de promouvoir la paix, la diversité de nos territoires et la vitalité de nos relations. Les nombreuses manifestations qui sont organisées tout au long de l'année 2017 ont pour objectif de croiser nos regards sur le monde et sur nos réalités respectives. La culture, l'éducation et la recherche demeurent plus que jamais des enjeux d'avenir et constituent des priorités de notre coopération bilatérale. Pour répondre aux grands défis planétaires mais également aux problématiques locales, tout aussi complexes, auxquelles se trouvent confrontés nos deux pays, il nous faut sans cesse adapter et améliorer nos actions, assurer la circulation des savoirs et stimuler la créativité des individus et des organisations.

C'est dans cet esprit que nous avons mis en route, il y a 20 ans, le programme ECOS Nord, devenu aujourd'hui le principal outil de coopération scientifique franco-colombien. ECOS Nord est un dispositif cofinancé et durable qui s'inscrit dans une continuité générationnelle suscitée par la nature même des mobilités des équipes de chercheurs, toujours composées de seniors et de doctorants. Il a permis l'exécution de 153 projets de recherche conjoints et la réalisation de 113 thèses de doctorat qui ont contribué au renforcement de nos laboratoires respectifs et à la construction de réseaux scientifiques internationaux. Presque tous les champs disciplinaires ont été explorés, des sciences humaines et sociales aux mathématiques, en passant par l'ingénierie, l'environnement, l'urbanisme, la santé, l'énergie ou les sciences de la terre et de l'univers.

Le document qui vous est livré ici vous permettra d'apprécier l'ampleur, la diversité et l'évolution d'une coopération marquée par son dynamisme et sa haute qualité scientifique, deux caractéristiques essentielles qui lui ont permis de s'adapter aux grandes mutations récentes du monde l'enseignement supérieur et de la recherche, tout en conservant sa pertinence et sa spécificité eu égard aux enjeux de notre coopération bilatérale. La distribution géographique des différents projets souligne aussi l'importance qui a été accordée en France et en Colombie aux stratégies de développement régional destinées à favoriser les cohésions territoriales. Les témoignages des chercheurs des deux pays illustrent la fécondité des travaux réalisés et des relations humaines tissées au fil du temps qui pérennisent et renforcent les liens institutionnels.

Toute célébration suppose à la fois commémoration et prospective. Fêter les 20 ans d'ECOS Nord, ce n'est pas seulement porter un regard attentif et reconnaissant sur le chemin parcouru, c'est aussi réaffirmer notre engagement pour le présent et l'avenir, dans une conjoncture favorable, celle

de l'Année France-Colombie, qui nous invite à dialoguer et réinventer ensemble de nouvelles manières de créer et d'agir.

La publicación que usted tiene en sus manos se hace en un momento histórico excepcional para nuestros países: el Año Colombia - Francia, el cual permitirá acentuar nuestros vínculos históricos, culturales, sociales y económicos; abrir nuevos ámbitos de cooperación; visibilizar las fortalezas de cada nación y favorecer el intercambio permanente de talentos y experticias en múltiples campos.

Para Colombia será la oportunidad de compartir con Francia y el mundo las lecciones aprendidas en la búsqueda de la paz y mostrarse ante la comunidad global como un nuevo país, que ha asumido, acompañado por la comunidad internacional, profundos retos y transformaciones.

El programa Ecos-Nord es un ejemplo concreto de la visión que acompaña este proyecto binacional. De la mano de Francia, y con un importante esfuerzo financiero de Colciencias, del Ministerio de Educación Nacional y del Icetex, este programa ha permitido realizar, a la fecha, 11 convocatorias científicas, movilizar a más de 400 investigadores y desarrollar cerca de 120 proyectos de investigación. Así, Ecos-Nord se ha constituido en una de nuestras alianzas estratégicas para el mejoramiento de la inserción de la comunidad científica colombiana en la sociedad del conocimiento global.

Colombia se ha fijado el reto de ser la nación más educada de América Latina y el tercer país más innovador de la región. Impulsar la transferencia de conocimiento, tecnología e innovación, desde y hacia nuestro país, hace parte de nuestra visión y es una tarea prioritaria en la que la cooperación científica con Francia y, en concreto, el programa Ecos Nord, pueden jugar un rol esencial.

Creemos firmemente en que la ciencia esta llamada a hacer grandes aportes para enfrentar con innovación los retos de Colombia en esta nueva etapa histórica. La ciencia en tiempos de paz será decisiva para avanzar en la construcción de una verdadera nación científica al servicio de las necesidades económicas, sociales y ambientales de nuestro país.

Los invito a descubrir, a través de las páginas de este fascículo, la diversidad de proyectos, problemáticas, regiones, disciplinas y personas que han hecho posible 20 años de historia del programa científico más importante de la cooperación franco-colombiana. Felicito a ECOS-NORD, a las instituciones francesas y colombianas involucradas y a los investigadores participantes por esta gran contribución a la construcción científica colombo - francesa.

L'année 2017 marque le vingtième anniversaire du programme franco-colombien ECOS NORD. Durant toutes ces années, pas moins de 400 projets ont été déposés : 153 d'entre eux ont été financés pour une durée de trois ans ou demeurent encore en cours de financement. Ces projets ont été soumis par leurs responsables aux organismes coordonnateurs du programme, à la fois en France et en Colombie. La sélection de ces projets a obéi à des critères d'excellence et d'innovation scientifiques. Elle est le fruit d'une expertise préalable dans les deux pays, puis d'une évaluation par les coordonnateurs des disciplines concernées et, enfin, d'un arbitrage à l'occasion d'une réunion bilatérale annuelle durant laquelle sont choisis conjointement les projets retenus. Outre la qualité scientifique du projet, le sérieux de la formation doctorale, la capacité d'innovation et le souci d'une coopération à parts égales entre la France et la Colombie, sont primordiaux dans le processus de sélection.

Le financement qu'offre le programme ECOS NORD Colombie se caractérise par la mobilité de chercheurs en France et en Colombie. En effet, depuis le début du programme en 1997, ECOS NORD Colombie a contribué à l'organisation de plus de 600 missions de chercheurs colombiens en France et de plus de 500 autres missions de chercheurs français en Colombie : leur durée maximum est de deux semaines pour les chercheurs confirmés et deux mois pour les doctorants. Pour chaque projet, le programme ECOS NORD Colombie est en mesure de financer jusqu'à douze missions ou stages sur trois ans. Du point de vue de la formation doctorale, le programme ECOS NORD Colombie a contribué à la réalisation de 113 thèses, dont 65 en Colombie¹.

La diversité et la répartition géographique des établissements concernés par les projets soumis aux appels d'offre successifs soulignent l'ampleur de l'intérêt suscité par le programme depuis sa création. En France, pas moins de 27 universités et 48 autres organismes de recherche, ou Grandes Écoles, ont bénéficié d'un soutien du programme ECOS NORD Colombie. En Colombie, les établissements impliqués dans ce programme se sont élevés à 26, dont la moitié localisés à Bogotá.

¹ Données *a minima* au 31 décembre 2016. Ce chiffre n'inclut pas les thèses qui étaient alors en cours lors de la clôture du projet.

Le programme ECOS NORD Colombie a pour vocation d'aider à concrétiser des collaborations naissantes ou encore trop informelles. Aussi, ce programme constitue-t-il un outil institutionnel et scientifique apte à développer des recherches conjointes entre la France et la Colombie : il permet d'amorcer et d'accompagner des collaborations à fort impact pour les laboratoires ainsi que pour la coopération scientifique entre les deux pays. Une enquête réalisée auprès d'anciens porteurs de projets démontre que le programme ECOS NORD Colombie a offert non seulement un effet de levier sur des collaborations préexistantes, mais a permis la création de nouvelles collaborations qui perdurent pour la plupart. Ajoutons à cela que les fruits en ont été très nombreux, sur un plan quantitatif et qualitatif. Il convient de mentionner les innombrables produits de cette recherche scientifique conjointe : des publications, ouvrages et organisations de séminaires mais, également, des conventions entre établissements, des prolongements vers d'autres types de coopérations (ANR, PREFALC, implications d'établissements d'autres pays), des créations d'écoles de recherche, des séminaires qui ont perduré dans le temps et des créations d'emplois pour les doctorants inscrits dans les équipes de recherche. L'enquête a fait ressortir sans équivoque le grand intérêt des chercheurs français à collaborer avec des équipes colombiennes et, plus largement, latino-américaines, en raison de leur compétence dans les domaines de recherche concernés. Voilà pourquoi, depuis quelques années, le programme favorise la réalisation de projets non plus seulement bilatéraux entre la France et la Colombie mais tripartites, impliquant d'autres pays du programme ECOS NORD (Mexique, Venezuela), ECOS SUD (Argentine, Chili, Uruguay) ou le COFECUB (Brésil).

Sans entrer dans le détail des bilans qui seront explicités dans ce fascicule par les différents coordonnateurs de chaque champ scientifique, il est possible d'affirmer que le programme ECOS NORD Colombie a toujours voulu encourager et accompagner les évolutions de la recherche de pointe, et ce, de façon relativement équilibrée dans toutes les disciplines traitées par le programme. Les projets sont regroupés selon sept champs disciplinaires généraux, représentant chacun de vastes thématiques : sciences biologiques, de l'agronomie, de l'environnement et de l'alimentation ; sciences humaines et sociales ; automatique et informatique ; mathématiques ; sciences physiques et chimiques ; sciences de la vie et de la santé ; sciences de la terre et de l'univers. Certains projets ont été évalués dans deux champs disciplinaires simultanément : dans le domaine de l'informatique et de la santé, par exemple, ou dans celui des sciences physiques et chimiques et des sciences de la vie et de la santé. Ce caractère pluridisciplinaire des projets traduit un enjeu crucial que l'on retrouve dans tous les domaines de recherche. Célébrer l'anniversaire des 20 ans du programme ECOS NORD Colombie doit permettre de faire connaître plus largement ce programme auprès des laboratoires et institutions de nos deux pays, afin d'accroître la diversité thématique et le nombre des projets proposés.

Une vision globale de ces vingt années de coopération permet d'apprécier l'ampleur et l'évolution des recherches soutenues par la France et la Colombie, via le programme ECOS NORD Colombie. Un *focus* présenté par chaque coordinateur de champ disciplinaire soulignera tant la richesse et la qualité des projets que les impacts scientifiques et humains résultant du programme. Les exemples de projets et les témoignages présentés pour chaque discipline ne sont nullement exhaustifs, mais permettent d'illustrer la grande qualité et la diversité des projets soutenus par le programme. Cela contribuera, nous l'espérons, à mettre en lumière le souci constant du programme ECOS NORD Colombie d'apporter une contribution scientifique, de haut niveau international, aux enjeux sociétaux, environnementaux et économiques de notre planète. Le programme ECOS NORD Colombie est aussi un soutien majeur à la création et à la consolidation d'un réseau conséquent de chercheurs français et colombiens. La formation par la recherche constituant l'une des finalités du programme ECOS NORD Colombie, le programme a encouragé et permis le séjour des doctorants dans le laboratoire partenaire ainsi que l'élaboration et la soutenance de thèses en co-tutelles. Les jeunes docteurs issus du programme ont ensuite été un vecteur crucial pour alimenter, faire vivre et évoluer la communauté scientifique franco-colombienne.

Avant de conclure cette introduction, je tiens à remercier toutes les personnes et institutions sans qui le programme de coopération ECOS NORD Colombie n'aurait pu ni voir le jour ni, surtout, se consolider durant ces vingt années d'existence. En effet, ce programme est aujourd'hui une référence et occupe un rôle principal dans le dispositif de coopération scientifique et universitaire franco-colombien. Nos remerciements s'adressent à COLCIENCIAS, à l'ICETEX, au Ministère de l'Éducation colombien et à l'Ambassade de Colombie en France, les partenaires colombiens avec qui nous collaborons. Nous remercions tout autant nos ministères de tutelle en France : le Ministère des Affaires Étrangères et du Développement International et le Ministère de l'Éducation Nationale, l'Enseignement Supérieur et la Recherche, ainsi que l'Ambassade de France en Colombie qui ont toujours soutenu ce programme avec ferveur aussi bien dans son financement que dans son suivi et sa réalisation.

Le programme ECOS NORD Colombie est aussi une aventure humaine, et je souhaite remercier très sincèrement celles et ceux qui ont permis la création et le développement de ce programme tout en lui conférant une place primordiale dans le paysage de la coopération scientifique franco-colombienne. Ces vingt dernières années ont été très fructueuses grâce aux collègues qui en assurent le secrétariat, l'administration et l'évaluation. En premier lieu, je souhaite remercier sincèrement mes prédécesseurs à la présidence, Messieurs les Professeurs Pierre Jaisson, Jeanne-Marie Parly, Pierre Chartier et, tout particulièrement, Bernard Lavallé : il m'avait proposé d'assurer la coordination pour les sciences physiques et chimiques et il a présidé ce comité durant de

nombreuses années avec talent et rigueur, contribuant au succès de ce programme. Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent également à Agnès de Ganay, qui a soutenu avec ferveur ce programme durant de nombreuses années au Ministère des Affaires Etrangères, ainsi qu'à François Siry, longtemps responsable administratif du programme : tous deux se sont à présent envolés vers de nouvelles aventures. J'exprime également mes remerciements et mes amitiés à mes collègues actuels du Comité scientifique (les Professeurs Marie-Caroline Jullien, Gilles Aumont, Olivier Bellier, Eric Bonnetier, Eduardo Souza de Cursi, Georges Lomné et Luis Villanueva) et à ceux qui l'ont quitté (les Professeurs Modesta Suarez et Jean-Louis Guéant). Je les remercie très sincèrement pour leur travail conséquent et rigoureux, qui permet une évaluation de grande qualité. Les discussions et échanges scientifiques qui naissent à l'occasion de ces évaluations sont toujours enrichissants, sans concession, pertinents, dans le respect des spécificités de chaque domaine, et nous permettent d'envisager le champ des possibles de la recherche à plus long terme pour la coopération franco-colombienne. Enfin, tous mes remerciements vont à mes collaboratrices au quotidien, Anne Muller, responsable administrative et Delphine Lahousse, gestionnaire du programme.

Anne Muller

Responsable administrative du programme ECOS NORD

HISTORIQUE DU PROGRAMME FRANCO-COLOMBIEN

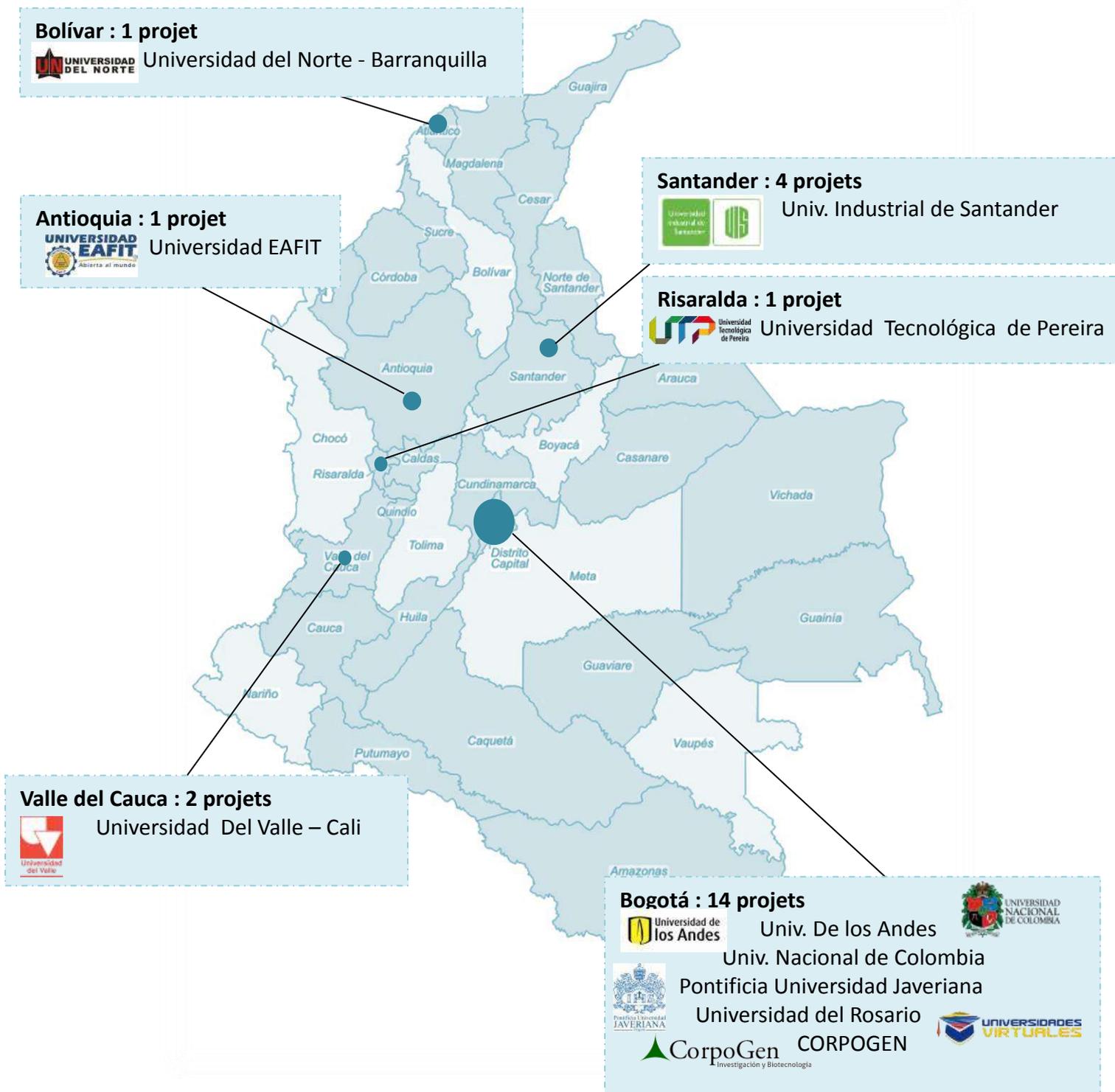
ECOS Nord / COLCIENCIAS / ICETEX / MEN

1998-2016

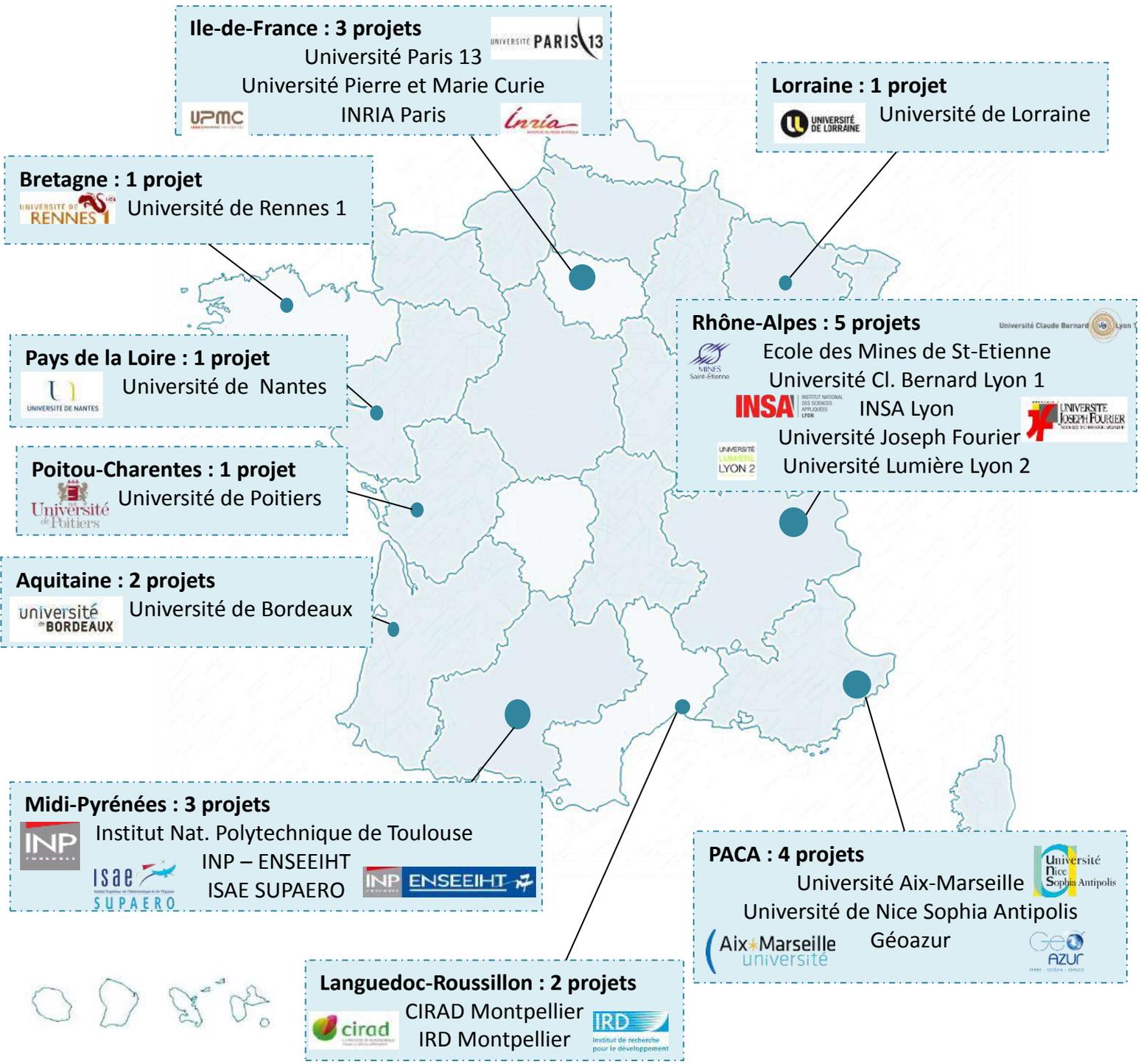
Au cours des appels d'offres menés à bien entre 1998 et 2016, le programme ECOS NORD Colombie a reçu un total de 408 projets candidats parmi lesquels 153 ont été sélectionnés et financés, soit un taux de sélection global d'un projet sur trois. Le tableau ci-dessous décrit l'historique année par année.

NUMÉRO DE L'APPEL À PROJETS	ANNÉE DE L'APPEL À PROJETS	NOMBRE DE PROJETS			FIN DU SOUTIEN LE 31 DÉCEMBRE DE L'ANNÉE :
		REÇUS et RECEVABLES	RETENUS	TERMINÉS OU EN COURS EN 2017	
1 ^{er}	1998	62	11	4 terminés	2000
				7 terminés	2001
2 ^{ème}	1999	31	12	8 terminés	2001
				4 terminés	2002
3 ^{ème}	2001	29	7	2 terminés	2003
				5 terminés	2004
4 ^{ème}	2002	25	13	10 terminés	2004
				3 terminés	2005
5 ^{ème}	2004	34	17	8 terminés	2006
				9 terminés	2007
6 ^{ème}	2006	30	12	6 terminés	2008
				6 terminés	2009
7 ^{ème}	2007	29	8	8 terminés	2010
8 ^{ème}	2008	26	10	10 terminés	2011
9 ^{ème}	2009	16	8	7 terminés	2012
10 ^{ème}	2010	21	8	8 terminés	2013
11 ^{ème}	2011	25	9	9 terminés	2014
12 ^{ème}	2012	21	8	8 terminés	2015
13 ^{ème}	2013	14	7	7 terminés	2016
14 ^{ème}	2014	16	8	8 en cours	2017
15 ^{ème}	2015	17	8	8 en cours	2018
16 ^{ème}	2016	12	7	7 en cours	2019
TOTAL 2016		408	153	23 en cours	

Cartographie des projets ECOS NORD en Colombie en cours en 2017 (23 projets)

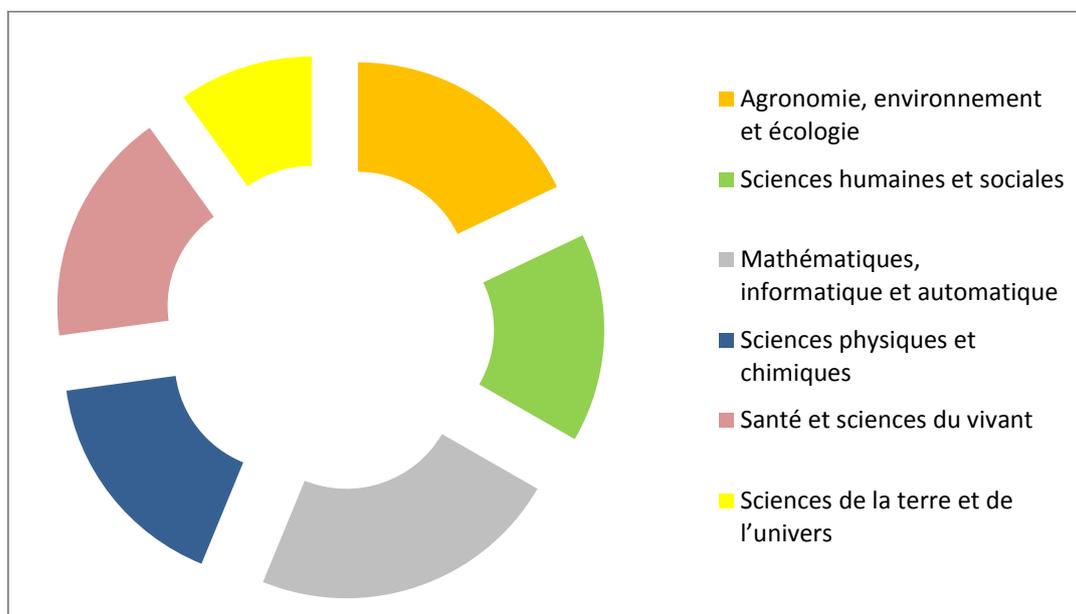


Cartographie des projets ECOS NORD en France en cours en 2017 (23 projets)



Comme le montrent le graphique et le tableau ci-dessous, les projets sont répartis de manière équilibrée en six champs disciplinaires qui englobent la plupart des champs de recherche scientifique.

Répartition de la totalité des projets financés par champ disciplinaire entre 1998 et 2016

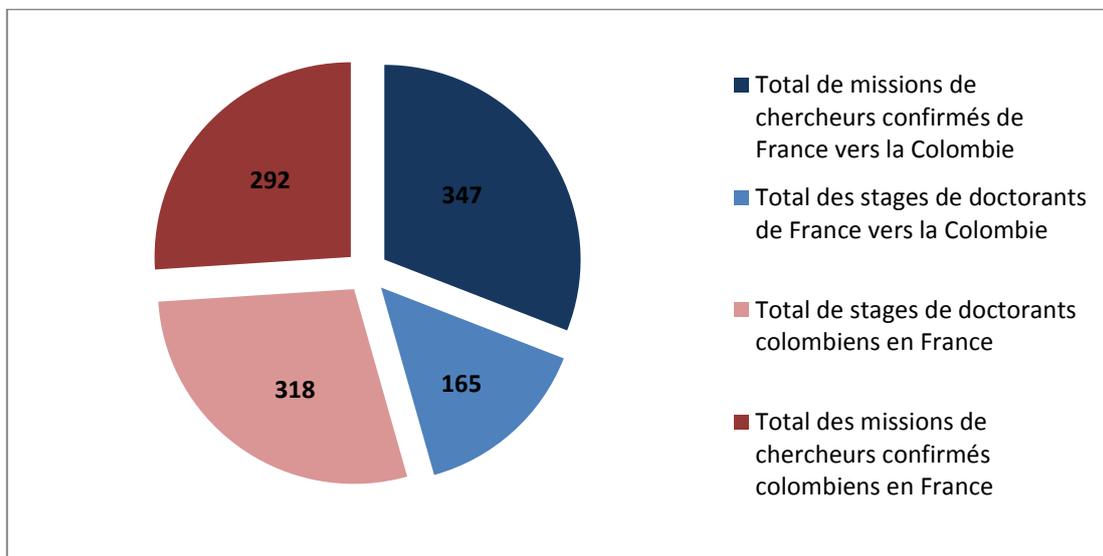


Répartition par champ scientifique des projets sélectionnés lors de chaque appel d'offres

Année de l'appel d'offres	Nombre de projets sélectionnés	Agronomie Environnement Ecologie (A)	Sciences Humaines et sociales (H)	Mathématique Informatique Automatique (M)	Sciences Physiques chimiques (P)	Santé et sciences du vivant (S)	Sciences de la terre et de l'univers (U)
1998	11	2	1	2	3	3	0
1999	12	3	1	3	1	4	0
2001	7	2	0	2	1	2	1
2002	13	2	2	2	1	5	1
2004	17	5	3	5	2	3	2
2006	12	3	2	3	4	3	0
2007	8	2	1	2	0	3	1
2008	10	2	1	2	2	3	0
2009	8	3	1	3	2	2	0
2010	8	1	2	1	0	2	2
2011	9	1	1	3	2	2	3
2012	8	1	2	1	2	2	1
2013	7	0	2	1	1	3	0
2014	8	1	1	4	1	0	1
2015	8	2	2	1	1	0	2
2016	7	0	1	1	2	1	2

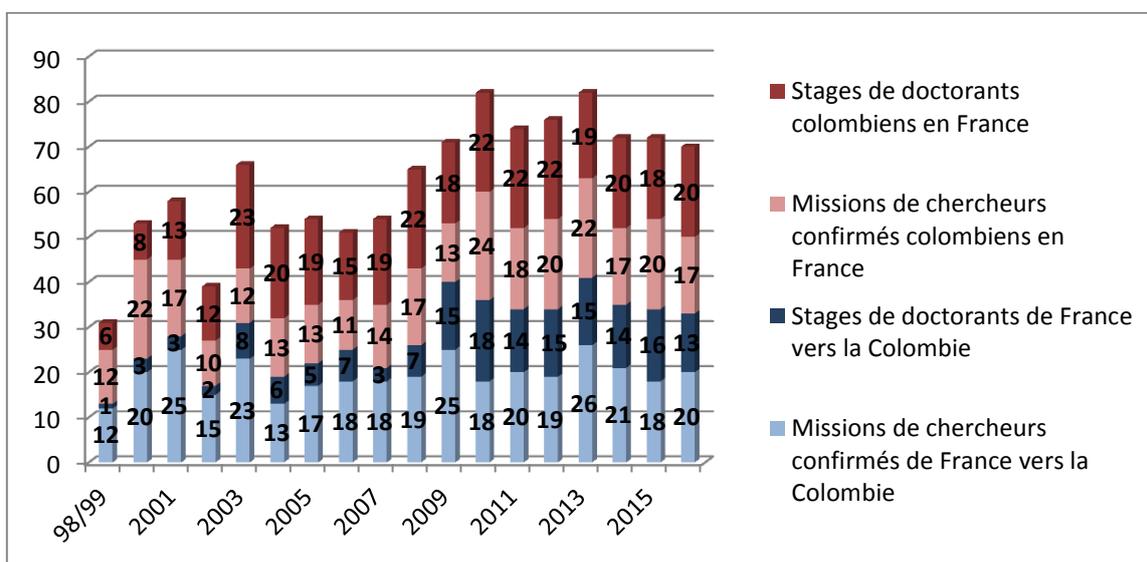
Le nombre de missions, tous chercheurs confondus, dans le cadre du programme ECOS NORD Colombie s'élève à un total de 1 122 qui se répartissent selon le graphique ci-après.

Répartition du nombre total de missions juniors et seniors dans le cadre du programme ECOS NORD Colombie entre 1998 et 2016.



Depuis le début du programme ECOS NORD Colombie, le nombre de missions est en augmentation, on constate néanmoins une répartition équilibrée des mouvements entre la France et la Colombie, ce qui montre la stabilité du programme et l'intérêt du programme pour les deux parties.

Répartition par année du type de missions effectuées dans le cadre du programme ECOS NORD Colombie (1998-2016)



Répartition par établissement de recherche en Colombie des projets ECOS NORD
Colombie (depuis le début du programme)

 Établissement	98	99	00	02	04	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	TOT
Bogotá : 100 (65%)																	
Universidad de los Andes Bogotá	2	3	2	3	4	5	2	2	2	3	1	2	2	3	1		37
Universidad Nacional de Colombia – Bogotá	2	1	1	4	4		2	2	2	2	4	4	3	1	1	2	35
Pontificia Universidad Javeriana Bogotá	1	1	2					2	1	2		1		1	1	1	13
Universidad del Rosario, Bogotá								1					1		1	1	4
Instituto Nacional de Cancerología - Bogotá		1					1										2
Corpoica – Tibaitata Las Palmas	1				1												2
Universidad Antonio Nariño de Bogotá						1											1
Universidad Sergio Arboleda, Bogotá											1						1
FIDIC – Immunología Bogotá					1												1
ICANH, Bogotá				1													1
INGEOMINAS, Bogotá					1												1
CORPOGEN														1			1
Universidad del Bosque, Bogotá						1											1
Antioquia : 26 (17%)																	
Universidad de Antioquia Medellín	1	5	1	4	2	2	2	1	2		2		1				23
Universidad EAFIT											1				1		2
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín								1									1
Valle del Cauca : 10 (8%)																	
Universidad del Valle, Cali	2		1		1	1		1							1	1	8
Universidad Javeriana Cali						1											1
Universidad Autónoma del Occidente						1											1
Santander : 9 (6%)																	
Universidad Industrial de Santander Bucaramanga	2				2							1		1	2	1	9
Caldas : 2 (1%)																	
UNC Manizales					1		1										2
Atlántico : 2 (1%)																	
Universidad del Norte Barranquilla		1														1	2
Bolívar : 1 (0.5%)																	
ENAP Almirante Padilla Cartagena				1													1
Risaralda : 1 (0.5%)																	
Universidad Tecnológica de Pereira														1			1
Cauca : 1 (0.5%)																	
Universidad del Cauca (Popayán)										1							1
Quindío : 1 (0.5%)																	
Universidad del Quindío (Armenia)									1								1
TOTAL	11	12	7	13	17	12	8	10	8	8	9	8	7	8	8	7	153

Répartition par établissement de recherche en France des projets ECOS NORD ²
Colombie (depuis le début du programme)

 Etablissement	Ville	98	99	00	02	04	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	TOT
<i>Ile-de-France : 42 projets</i>																		
Univ. Paris-Sud (XI)	Orsay			1		2	1	1			1			1				7
Univ. Pierre et Marie Curie (VI)	Paris	1	1			1						1					1	5
Univ. Paris Diderot (VII)	Paris	1								1			1					3
EHESS	Paris					1			1					1				3
IRD Paris	Paris				1	1			1									3
Univ. Paris Nanterre (X)	Paris		1	1														2
Univ. Paris XIII	Villetaneuse											1					1	2
CNRS (UPR-UMR non rattachée à une univ.)	Paris				1	1												2
ESPCI	Paris					1						1						2
INSERM (unités non rattachées à une univ.)	Paris								1					1				2
Univ. Versailles-Saint-Quentin	Paris-IDF	1																1
Univ. Paris Descartes (V)	Paris	1																1
Univ. Paris Dauphine	Paris					1												1
Lab. Central des Ponts et Chaussées	Paris										1							1
Chimie ParisTech	Paris	1																1
Telecom Paris	Paris						1											1
Inst.d'astrophysique de Paris	Paris												1					1
Institut Pasteur	Paris						1											1
INRIA Paris	Paris																1	1
Univ. Paris-Sorbonne (I)	Paris				1													1
Ecole Polytechnique	Paris								1									1
<i>Rhône-Alpes : 25 projets</i>																		
Univ. Claude Bernard (I)	Villeurbanne				1		1			1	1			1	1			6
INSA de Lyon	Villeurbanne				1	1		1			1			1	1			6
Univ. Joseph Fourier	Grenoble		1						1		1	1					1	5
Univ. Jean Monnet	St-Etienne					1				1								2
Univ. Lumière (II)	Lyon																1	1
Ecole des Mines de Saint-Etienne	St-Etienne														1			1
Centre int. de recherche sur le cancer	Lyon								1									1
Ecole Centrale de Lyon	Lyon			1														1
Ecole Normale Supérieure	Lyon												1					1
Institut National Polytechnique INPG	Grenoble						1											1

² Les projets ayant été arrêtés avant leur terme ont été comptabilisés dans ces statistiques

 Etablissement	Ville	98	99	00	02	04	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	TOT
<i>Midi-Pyrénées : 17 projets</i>																		
INSA-LAAS	Toulouse	1		1			1			1								4
Institut National Polytechnique INPT	Toulouse		1							1						1		3
Univ. Toulouse II Jean Jaurès	Toulouse		1					1	1									3
Univ. Paul Sabatier (III)	Toulouse											1	1	1				3
Univ. de Pau et pays de l'Adour	Pau										1							1
IRD de Toulouse	Toulouse					1												1
Inst. Supérieur de l'Aéronautique et de l'espace	Toulouse																1	1
ENSEEIH	Toulouse															1		1
<i>PACA : 13 projets</i>																		
Univ. Nice Sophia-Antipolis	Nice					1				1		1	1	1	2			7
Univ. d'Aix-Marseille	Marseille					1									1			2
IRD – Géoazur	Villefranche-sur-Mer					1										1		2
Univ. de Nîmes	Nîmes											1						1
IRD de Marseille	Marseille			1														1
<i>Languedoc-Roussillon : 11 projets</i>																		
Univ. Montpellier II	Montpellier			1				1				1						3
IRD de Montpellier	Montpellier										1	1			1			3
Univ. de Perpignan	Perpignan				1		1											2
INRA Montpellier	Montpellier							1										1
CIRAD	Montpellier															1		1
Institut de biologie environnementale et de biotechnologie	Bagnols sur Cèze										1							1
<i>Alsace : 8 projets</i>																		
Univ. Louis Pasteur	Strasbourg	1	1	1	1			1		1								6
Univ. de Mulhouse	Mulhouse	1																1
Ecole nationale sup. de Chimie	Mulhouse				1													1
<i>Pays de la Loire : 6 projets</i>																		
Univ. de Nantes	Nantes		1														1	2
Univ. François Rabelais	Tours		1					1										2
Ecole des Mines de Nantes	Nantes						1			1								2
<i>Aquitaine : 5 projets</i>																		
Univ. de Bordeaux	Bordeaux	1	1			1										2		5
<i>Bretagne : 5 projets</i>																		
Univ. de Rennes I	Rennes						1										1	2
Ecole nat. Sup. de télécommunications	Brest	1				1												2
INRA de Rennes	Rennes				1													1
<i>Nord-Pas-de-Calais : 4 projets</i>																		
ENSAIT	Roubaix						1											1
Univ. des sciences et technologies	Lille								1									1
Univ. de Valenciennes et du Hainaut	Valenciennes												1					1
Ecole Normale Supérieure	Roubaix				1													1
<i>Centre : 4 projets</i>																		
Univ. du Maine	Le Mans		1		1		1											3

 Etablissement	Ville	98	99	00	02	04	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	TOT
Univ. d'Orléans	Orléans												1					1
<i>Poitou-Charentes : 3 projets</i>																		
Univ. de Poitiers	Poitiers		1					1							1			3
<i>Lorraine : 3 projets</i>																		
Univ. de Lorraine	Nancy												1				1	2
INP de Lorraine - ENSAI	Nancy						1											1
<i>Auvergne : 2 projets</i>																		
Univ. Blaise Pascal	Clermont-Fd	1			1													2
<i>Guadeloupe : 2 projets</i>																		
Univ. des Antilles et de la Guyane	Guadeloupe					1			1									2
<i>Champagne-Ardenne : 1 projet</i>																		
Univ. de Reims	Reims								1									1
<i>Bourgogne : 1 projet</i>																		
Univ. de Bourgogne	Dijon		1															1
<i>Franche-Comté : 1 projet</i>																		
Univ. de Franche-Comté	Besançon				1													1
TOTAL		11	12	7	13	17	12	8	10	8	8	9	8	7	8	8	7	153

Sciences biologiques, de l'agronomie, de l'environnement, de l'alimentation et la biotechnologie

<i>Nb de projets financés</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture international</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture national</i>	<i>Nb. de communications à des congrès</i>	<i>Nb. de thèses soutenues</i>	<i>Nb. de Masters / Maestrías</i>
19	58	26	62	14	21

De 1998 à 2016 (19 projets), en moyenne, un projet annuel de coopération franco-colombien a été sélectionné par an dans le domaine des sciences biologiques, de l'agronomie, de l'environnement, de l'alimentation et la biotechnologie. Environ 60 publications ont été co-publiées par les porteurs de projet dans des « peer review journals » à la suite des 16 projets achevés entre 1998 et 2013.

Ces projets concernent une large diversité de thématiques, relevant principalement de la production et des sciences végétales (deux tiers des projets). En effet, si l'on tient compte des projets touchant à plusieurs thématiques, on peut considérer que l'agronomie (presque exclusivement dans le secteur des plantes), et les biotechnologies vertes constituent respectivement 50 % et 17 % des projets. La production animale, thématique culturellement importante en Amérique latine, et présente dans les orientations des institutions locales (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CARPOICA) et internationales (International Center for Tropical Agriculture CIAT-CGIAR) est représentée par une collaboration très particulière sur la nutrition porcine. La Colombie, par la richesse et la diversité de ses écosystèmes tant caribéens, marins comme terrestre, andins qu'équatoriaux offre de réelles possibilités de champ d'étude partagé pour la biodiversité, l'écologie fondamentale, le développement des ressources biologiques, l'écologie fondamentale (essentiellement terrestre car un seul projet touche au milieu marin), la foresterie, autant de domaines qui ont concerné un tiers des projets sélectionnés depuis 1998.

Des universités, le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) représentent les partenaires français principaux impliqués dans les projets ECOS NORD Colombie : 30, 27 et 24 % respectivement. Les principaux partenaires colombiens sont l'Universidad Nacional de Colombia, l'Universidad de los Andes (Bogotá) et l'Universidad de Antioquia Medellín qui se partagent 75 % des projets.

L'analyse des 16 projets achevés montre tout l'intérêt du programme ECOS NORD Colombie en matière de coopération, eu égard aux ressources financières modestes dont bénéficie le programme. Ainsi, 8 collaborations nouvelles ont été impulsées se traduisant par des co-publications après soutien par le programme ECOS NORD Colombie. En outre, il convient de signaler quelques coopérations qui se sont établies sur le long terme avec une production scientifique partagée, régulière et parfois encore active, que le programme ECOS NORD Colombie a indéniablement contribué à renforcer :

- INRA et Universidad Nacional de Colombia sur les relations nutrition/santé de l'intestin des monogastriques ;
- Université de Perpignan, Université de Montpellier, CNRS, IRD et Universidad de los Andes Bogotá sur la pathologie infectieuse de plantes cultivées (publications prestigieuses) ;
- Université Paris-Sud, CNRS et Universidad de Antioquia Medellín, pharmacologie et substances naturelles ;
- INRA-CIRAD-CNRS Montpellier et Universidad de los Andes Bogotá, biologie végétale ;
- IRD et Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Dynamique fonctionnelle des sols amazoniens.

La production scientifique directe ou indirecte est significative : 58 articles dans des revues internationales (« peer review journals »), 26 articles dans des revues nationales, 62 communications à des congrès. Il faut également souligner une coopération très fructueuse en microbiologie et pathologie infectieuse de plantes cultivées qui a donné lieu à des publications prestigieuses (*PNAS*). Le programme a permis la formation de 14 doctorants autant des parties colombienne que française, et 21 master (ou équivalents). Certaines de ces formations doctorales étaient des co-tutelles.

Il est possible de citer quelques domaines assez illustratifs des potentialités qui ont été offertes par le programme ECOS NORD Colombie. Il s'agit par exemple de la thématique de la pathologie infectieuse chez les plantes cultivées. Plusieurs projets ont permis de couvrir des aspects très variés : l'épidémiologie des maladies, l'écologie des vecteurs des agents pathogènes, les méthodes de lutte à la génomique parfois fondamentale des interactions bactérie pathogène-plante. D'autres thématiques relevant de l'écologie et de l'environnement peuvent donner lieu à des recherches tant finalisées que très fondamentales. Il s'agit de la bio-géochimie des sols amazoniens, de l'étude des changements climatiques sur les écosystèmes marins, ou l'écologie fondamentale et la biologie évolutive d'espèces d'insectes en forêt amazonienne.

En conclusion, les domaines de l'agronomie, de l'environnement, de la biodiversité et des

biotechnologies, domaines très stratégiques pour la France et ses partenaires en Amérique latine, autorisent des collaborations franco-colombiennes très fructueuses qui peuvent être soutenues par le programme ECOS NORD Colombie. Le succès parfois exemplaire de certains projets soutenus depuis 1998 en est un exemple patent. L'Année France-Colombie pourrait contribuer à multiplier les collaborations dans de nouvelles thématiques. Par ailleurs, il y aurait un grand intérêt à inciter - au-delà des institutions métropolitaines -, les organismes en régions Outre-Mer, CIRAD, IRD, INRA, à développer des collaborations avec les équipes colombiennes en agronomie et environnement, en n'excluant pas le CIAT. En effet, ces équipes françaises en Outre-Mer abordent des milieux insulaires tropicaux offrant de larges similitudes agro-écologiques (y compris milieux tropicaux d'altitude) ou technico-économiques, similaires à celles rencontrées en Colombie.

Témoignage de Bruno FIGADERE « Isolement et synthèse de substances antimalariques et antioxydantes à partir de plantes colombiennes de la famille des Piperaceae » (2005 – 2007). Laboratoires impliqués : Laboratoire de Pharmacognosie, Université Paris – Sud (France) et Institut de Chimie – Université d'Antioquia (Colombie). Responsable en Colombie : Jairo SÁEZ VEGA.

« Le programme ECOS NORD Colombie est une excellente initiative profitable aux doctorants du programme comme aux collègues de Colombie et de France, qui ont pu nouer des liens scientifiques. Suite à ce projet, je continue à collaborer sans cadre formel avec nos homologues colombiens et nous avons des publications communes régulièrement. Ce projet a permis de poursuivre un axe de recherche à l'interface entre nos thématiques prioritaires de nos propres laboratoires, dans un contexte international (chercheurs espagnols, allemands, français, colombiens et cubains). »

Témoignage de Bernard DUCOMMUN « Développement d'outils pour mesurer l'impact de l'acidification des océans sur les organismes marins » (2013 – 2015). Laboratoires impliqués : Equipe IP3D, Institut des Technologies Avancées en Sciences du Vivant (France) et Laboratoire de Biophysique, Université de los Andes (Colombie). Responsable en Colombie : Manu FORERO.

« Cette coopération a permis le transfert d'une technologie émergente : la microscopie à feuille de lumière. Notre équipe a aidé à la mise en place, au développement, ainsi qu'à la prise en main par nos homologues colombiens de ce système *home-made* et modulable. Les développements ont porté essentiellement sur l'analyse des images de sclérites acquises avec le microscope. Des paramètres de quantification du calcium ont été extraits de façon robuste et reproductible. Il a été

possible de quantifier les régions où la calcéine a été incorporée, d'accéder aux détails morphologiques et de déterminer le volume des sclérites. Nous restons en contact avec nos collègues sur des points spécifiques concernant cet appareil et sur la méthodologie de préparation des échantillons. »

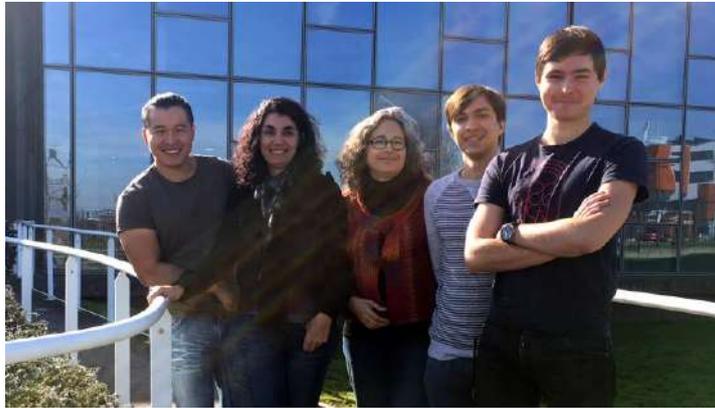


Fig. 1 : Pr. Corinne Lorenzo, membre de l'équipe française (2^{ème} à gauche) lors d'une de ses missions à Bogotá.

Sciences humaines et sociales

<i>Nb de projets financés</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture international</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture national</i>	<i>Nb. de communications à des congrès</i>	<i>Nb. de thèses soutenues</i>	<i>Nb. de Masters / Maestrías</i>
22	16	4	37	27	26

De 1998 à 2016, 22 projets de sciences humaines et sociales ont été financés par le programme ECOS NORD Colombie, soit 15% du total des projets retenus toutes disciplines confondues. Cinq d'entre eux sont actuellement en cours, dont deux pour la première année.

Les partenaires français concernés durant cette période ont été en grande majorité des établissements universitaires (68%), ou des établissements publics à caractère scientifique : EHESS (14%) ; CNRS (4,5%) IRD (4,5%), ENS de Lyon (4,5%) et INSA (4,5%). Leur répartition géographique s'établit ainsi : neuf d'entre eux sont situés dans la capitale (41%) ; deux universités de Province à forte tradition latino-américaniste apparaissent ensuite à égalité : Toulouse II (3 projets réalisés) et Bordeaux II (2 projets réalisés, et 1 en cours). Les autres partenaires sont les suivants : Nice-Sophia Antipolis (2 projets en cours) ; deux universités de Grenoble à présent fusionnées (Grenoble II, Pierre-Mendès-France et Grenoble I, Joseph Fourier : 1 projet réalisé chacune) ; deux établissements lyonnais (ENS -1 projet réalisé- et INSA - 1 projet en cours -) et l'université de Nîmes (1 projet réalisé). Dans la capitale, l'EHESS a capitalisé 2 projets réalisés et 1 en cours ; Paris-Diderot (2 projets réalisés) ; Paris X Nanterre (2 projets réalisés) ; l'IRD (1 projet réalisé) et le CNRS (1 projet réalisé et 1 autre également, en association avec Nanterre).

A l'exception remarquable de l'ICANH (Instituto Colombiano de Antropología e Historia), les partenaires colombiens ont été exclusivement universitaires (95,5%). Leur moindre dispersion géographique fait apparaître une seconde différence notable avec la France : sur 22 projets, 17 ont concerné des universités à Bogotá (77,3%) et 2 l'Universidad de Antioquia à Medellín (9%). Le reste du pays est peu représenté : 2 projets dans le sud (1 à l'Universidad del Cauca à Popayán et 1 à l'Universidad del Valle à Cali) et 1 seul dans la région caraïbe (Universidad del Norte à Barranquilla). Dans la capitale, deux universités se détachent nettement : l'Universidad Nacional avec 5 projets réalisés et 2 en cours ; l'Universidad de los Andes avec 4 projets réalisés et 2 en cours. L'Universidad del Rosario vient ensuite avec 1 projet réalisé et 1 en cours.

Les champs disciplinaires concernés ont été les suivants (certains projets concernent deux d'entre eux) : sociologie et psychologie sociale (7) ; géographie et urbanisme (4) ; philosophie (3) ; anthropologie et ethnologie (3) ; droit (2) ; sciences politiques et sociologie politique (2) ; linguistique (2) ; sciences de l'éducation (1) ; archéologie (1).

Au-delà de cette répartition, trois grandes tendances se dégagent :

- 9 projets réalisés (41%) ont porté sur les dynamiques sociales (lien social, redéfinition des identités, discriminations raciales, violence et contextes migratoires).
- 1 projet réalisé et 3 en cours (18%) sur le métabolisme urbain et le marché du travail.
- 1 projet réalisé et 2 en cours (14%) sur la construction de l'État (constitutionnalisme ; citoyennetés plurielles et réforme de la Justice).

FOCUS sur le projet de Laura QUINTANA PORRAS « *Comprendre la subjectivation politique aujourd'hui : expériences et conceptualisations – Colombie / France* » (2013 - 2015). Laboratoires impliqués : CSPRP, Université Paris-Diderot Paris-7 (France) et Faculté de sciences sociales, Université de los Andes (Colombie). Responsable en France : Etienne TASSIN.



Fig. 5 : Colloque international « Mouvements sociaux et subjectivations politiques », 5-7 mars 2014

Ce programme a été particulièrement fructueux, donnant lieu en trois ans (2013-2015) à :

- 12 missions financées par le programme et 5 missions financées par les partenaires (Université des Andes et Université Paris Diderot).
- 2 colloques internationaux :
 - o « Mouvements sociaux et subjectivations politiques » (5-7 mars 2014 à l'Université des Andes et à l'Université Nationale, siège de Bogotá)
 - o « Que faire avec la violence ? Entre processus de paix et état d'urgence » (23-24 mars 2016, Université Paris-Diderot).
- 3 soutenances de thèses (2 à Paris-Diderot et une à l'UNAL), 2 publications collectives et de très nombreuses conférences et publications individuelles.

En conclusion, le programme a permis de répondre à des projets conjoints qui n'ont jamais négligé les problématiques et attentes de la partie colombienne. Le bilan du programme livre ainsi le

paysage des dynamiques scientifiques à l'œuvre entre nos deux pays, à l'heure de mutations très profondes sur le plan social et politique dans l'un comme dans l'autre. Des disparités d'ordre institutionnel, géographique et disciplinaire apparaissent. Nous espérons que la célébration des vingt ans du programme ECOS NORD Colombie permettra de le faire connaître aux grandes universités et centres de recherche français et colombiens absents de ce palmarès et élargir les domaines de recherche entre autres vers l'histoire ou les sciences de la communication.

Témoignage de Luis Carlos ARBOLEDA « Formation et développement de la culture scientifique en Colombie: les mathématiques et la physique 1880-1940 » (1998-2000). Laboratoires impliqués : UMR REHSEIS, Université Paris 7 (France) et Groupe d'Histoire et d'Education Mathématique, Université du Valle (Colombie). Responsable en France : Michel PATY



Fig. 2 : Michel Paty



Fig. 3 : Carlos Arboleda

« De 1998 à 2000, le premier projet ECOS NORD Colombie concerna l'histoire des sciences. Il a permis de poser les bases d'un programme de recherche qui peut s'enorgueillir aujourd'hui d'avoir rendu possible l'étude du processus de formation d'une culture scientifique en Colombie, tout particulièrement en mathématiques et en physique. Cette coopération s'est appuyée sur les compétences et le talent de trois chercheurs de l'équipe REHSEIS de l'Université Paris VII (UMR 7219, CNRS) et ceux de trois chercheurs du Groupe d'Histoire des Mathématiques de l'Universidad del Valle à Cali. Tout cela fut rendu possible grâce à l'étroite relation scientifique qui me liait déjà au Pr. Michel Paty. Les fruits de ce programme furent nombreux : cours, séminaires, stages de recherche, communications dans des congrès nationaux et internationaux, livres et publications conjointes. Sur le plan académique, il faut mettre en valeur parmi les plus grands succès du programme l'impulsion qui fut donnée aux études de Master et de Doctorat dans le domaine de l'histoire et de l'enseignement des Mathématiques en Colombie. Deux thèses de doctorat virent ainsi le jour : l'une

sur les manuels d'enseignement de l'analyse en Colombie (XIX^{ème}-XX^{ème} siècles) ; l'autre sur plusieurs aspects du structuralisme mathématique de Bourbaki. Ajoutons-y, et ce ne fut pas le moindre bénéfice de ce programme, le transfert d'information scientifique et méthodologique pour l'analyse des sources primaires et secondaires : il a permis, depuis, la consolidation de l'actuel programme d'identification, de préservation et de mise en valeur du patrimoine mathématique colombien, toutes choses auxquelles sont attachées l'Académie des Sciences de Colombie ainsi que plusieurs universités du pays ».

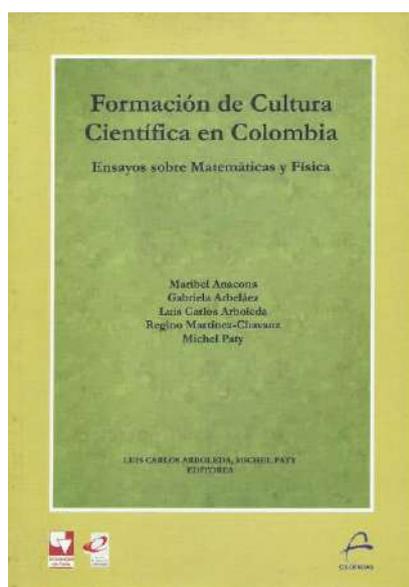


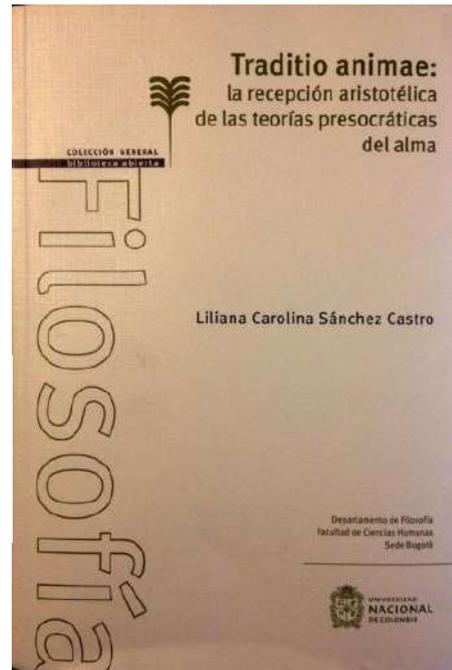
Fig. 4 : Ouvrage collectif réalisé dans le cadre du projet

Témoignage de Pierre-Marie MOREL « Dialectique et tradition : deux stratégies d'appropriation philosophique dans l'Antiquité » (2013-2015). Laboratoires impliqués : Gramata-Sphere, ENS de Lyon puis Paris-1, Sorbonne (France) et Département de Philosophie, UNAL (Colombie). Responsable en Colombie : Alfonso CORREA MOTA.

« Le projet a permis de développer la coopération entre les deux groupes de recherche en philosophie ancienne, de rendre possible les échanges de chercheurs et en particulier de financer les séjours en France de deux étudiantes de doctorat colombiennes. Ce séjour a été décisif dans l'achèvement d'une des thèses de doctorat (celle de Carolina Sánchez, sur : « *Traditio animae*. La recepción aristotélica de las teorías presocráticas del alma (*Traditio animae*. La réception aristotélicienne des théories présocratiques de l'âme) ».) et a permis d'avancer considérablement la recherche dans le cas de la deuxième thèse (qui n'est pas encore terminée). Grâce à son titre de

docteur, Carolina Sánchez a réussi à trouver un poste dans une université à Bogotá » (Extrait du rapport final du programme).

Fig. 6 : Couverture de la thèse Traditio animae : la recepción aristotélica de las teorías presocráticas del alma, éd. : Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.



Automatique et informatique

Nb de projets financés	Nb. de publications à comité de lecture international	Nb. de publications à comité de lecture national	Nb. de communications à des congrès	Nb. de thèses soutenues	Nb. de Masters / Maestrías
17	27	10	31	11	28

Durant ces vingt années de coopération, le programme ECOS NORD Colombie a soutenu 17 projets dans le domaine Automatique/Informatique, ce qui représente presque 12 % de l'ensemble des projets retenus. Ce secteur est toujours actif, avec 3 projets en cours et des contributions franco-colombiennes répondent régulièrement à chaque appel à projets.

Les projets soutenus touchent souvent à plusieurs domaines, de manière que tout classement reste un peu arbitraire. Ils peuvent néanmoins être regroupés autour de quelques thèmes : image (6), architectures (4), commande (3), robotique (1), surveillance et diagnostic (1), dynamique des réseaux (1), conception assistée par ordinateur (1). On constate ainsi une forte activité dans les domaines de l'image (notamment médicale), des architectures et de la commande. L'origine géographique des projets est diverse dans les deux pays. Les partenaires français se retrouvent dans les villes possédant des pôles de recherche et formation reconnus dans le domaine, avec un certain équilibre sur le territoire français : Toulouse (5), Grenoble (3), Lyon (3), Brest (2), Nantes (1), Nice/Sophia Antipolis (1), Paris/Palaiseau (1) et Orléans (1). Du côté colombien, la forte concentration à Bogotá (12 projets) s'explique par l'activisme de l'Universidad de los Andes, responsable de 10 des 17 projets. A Bucaramanga, l'Universidad Industrial de Santander est un partenaire actif, avec 3 projets. Les autres projets viennent de l'Universidad Javeriana (1 projet à Cali, 1 projet à Bogotá), de la Pontificia Universidad (Bogotá, 1 projet), de l'Universidad de Antioquia (Medellín, 1 projet).

Les projets déjà terminés ont produit des résultats significatifs, que ce soit en termes de mobilité, de formation ou de publication. 46 missions de la France vers la Colombie et 53 missions en sens inverse ont permis aux chercheurs d'établir un dialogue fructueux qui a abouti à 11 soutenances de doctorat (3 en France, 8 en Colombie), 28 masters (10 en France, 18 en Colombie). Ces collaborations ont produit 27 articles dans des revues internationales, 10 dans des revues nationales, 31 communications lors de congrès internationaux, 1 chapitre de livre et un logiciel.

Les impacts du programme ECOS NORD Colombie peuvent être illustrés par l'exemple du projet « Génération de modèles vasculaires patient-spécifiques à partir d'images médicales 3D ». Ce projet a abouti non seulement à des résultats académiques, mais a aussi permis le développement d'une suite logicielle pour le traitement et la visualisation d'images médicales. La suite CreaTools (https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/fr/creatools_accueil) est *Open-Source* et multiplateforme (Windows, Linux, MacOS). Le projet se proposait de créer un outil pour l'analyse des images vasculaires afin de déterminer les risques d'accident cérébro-vasculaire (AVC), associé à la formation de thrombus en présence de sténose de l'artère carotide interne.

Dans une première étape, des modèles de structures vasculaires ont été développés, puis des algorithmes de traitement et analyse des images en vue d'identification et classification (pathologies, lésions, par exemple). Les résultats de cette première phase ont été utilisés pour la construction d'un logiciel de recherche et un logiciel d'analyse clinique. Les participants ont aussi proposé des indicateurs de risque.

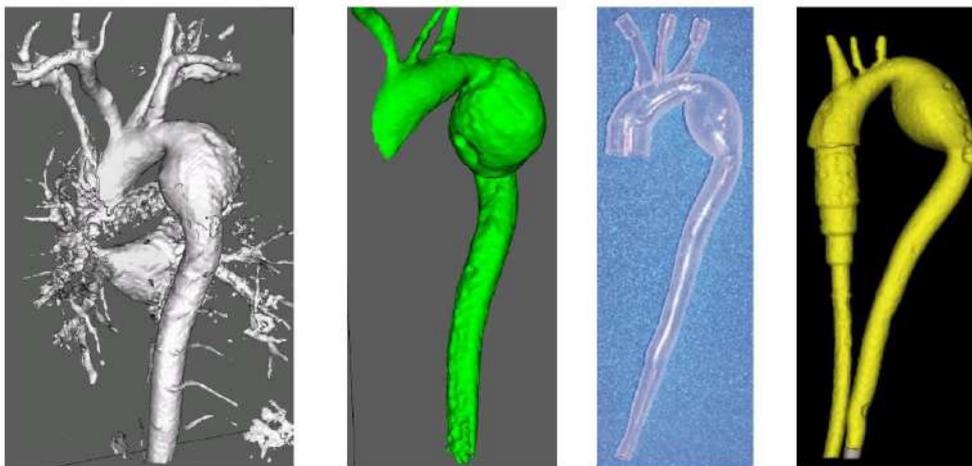


Fig. 7 : Extrait du rapport final du projet

Cet exemple souligne les apports du programme ECOS NORD Colombie au développement de la recherche, ainsi que la qualité et l'impact des résultats, que ce soit en termes académiques ou en termes sociétaux. L'impact en termes de formation, d'apport à la société et à la création de connaissances est significatif. Le nombre de projets ECOS NORD Colombie dans le domaine automatique/informatique peut croître par l'élargissement des acteurs, notamment du côté colombien.

Témoignage de Maciej Orkisz « *Génération de modèles vasculaires patient-spécifiques à partir d'images médicales 3D* » (2007 – 2009), (domaines de l'informatique et de la santé. Laboratoires impliqués : *CREATIS, Université Claude Bernard Lyon I (France) et Groupe IMAGINE et Groupe d'Ingénierie biomédicale, Universidad de Los Andes (Colombie)*. Responsable en Colombie : *Marcela Grade HERNÁNDEZ HOYOS*.



Fig.8: De gauche à droite : Leslie Evelyn Solórzano Vargas, Maciej Orkisz, Alfredo Morales Pinzón, Duván Alberto Gómez Betancur, Marcela Hernández Hoyos.

« Le bilan du projet ECOS NORD Colombie est très positif. La collaboration se poursuit effectivement depuis plus de 15 ans, aussi bien via de nouveaux projets ECOS NORD Colombie ou co-encadrements de thèses, que via un programme d'accueil d'étudiants en projet de fin d'études, etc. Jusqu'à présent, 6 Colombiens ont soutenu leur thèse à CREATIS, 15 ont réalisé leur projet de recherche M2 ou DEA, 5 ont bénéficié d'un co-encadrement de leur projet de recherche de *maestria*, 21 ont réalisé leur projet de fin d'études et 3 leur post-doc.

Trois Colombiens ont bénéficié de contrats d'ingénieur, dont un est devenu IE CNRS à CREATIS. Leonardo Florez Valencia (Pontificia Universidad Javeriana), Carolina Vallecilla Erazo et Ricardo Corredor Jerez (Universidad de Los Andes) ont également contribué au projet européen *Thrombus* piloté par CREATIS. La production scientifique commune comprend deux logiciels, 33 articles de journal, 77 communications à des conférences, 11 conférences invitées et 4 chapitres de livres (cf. https://www.creatis.insa-lyon.fr/site7/fr/collaboration_colombie pour une synthèse de la collaboration). A deux reprises, nous avons associé des partenaires polonais via le PHC Polonium (Université Technique de Varsovie et Université Technique de Lodz). Le projet actuel associe également, d'une manière informelle, des partenaires suédois d'Uppsala. »

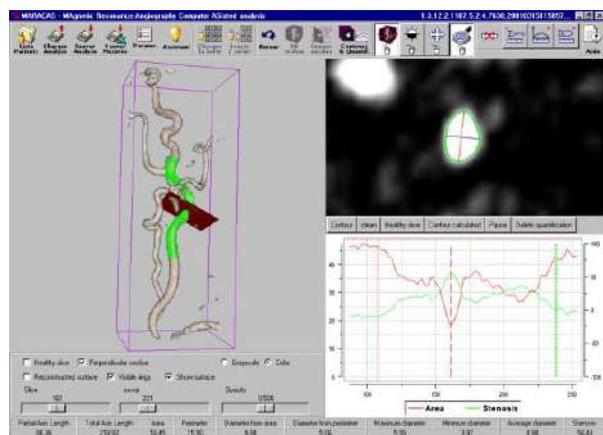


Fig.9: Maracas, destiné à la quantification de sténoses artérielles dans des images 3D d'angiographie par résonance magnétique.

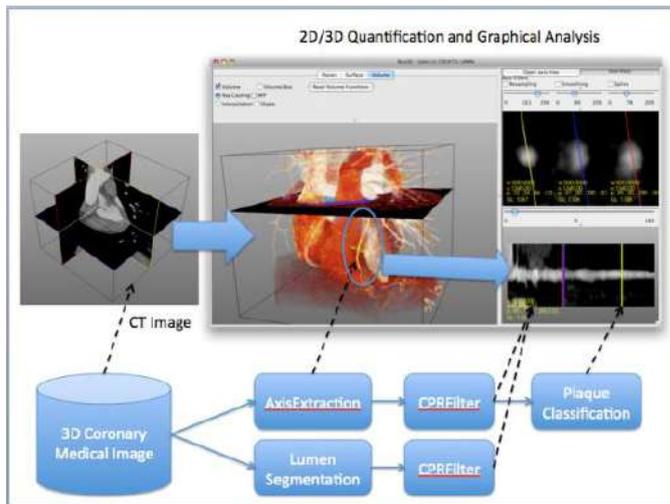


Fig.10: creaCoro, développé sur la base de la plate-forme commune CreaTools et destiné à l'analyse d'anomalies dans les artères coronaires, à partir d'images 3D de scanner.

Témoignage de Rachid Harba « Thermographie médicale pour la détection du pied diabétique » (2013 – 2015), (domaines de l'informatique et la santé). Laboratoires impliqués : PRISME, Université d'Orléans (France) et Laboratoire d'Analyse de signaux et traitement des images, Pontificia Universidad Javeriana (Colombie). Responsable en Colombie : Martha ZEQUERA DIAZ.

« Nous avons développé au laboratoire PRISME de l'Université d'Orléans et en collaboration active avec l'Université Javeriana de Bogotá un projet pour prévenir les infections sévères du pied diabétique à partir d'images thermiques de la voûte plantaire. Grace au projet ECOS NORD Colombie, nous avons pu bénéficier de 5 mobilités entre la France et la Colombie et 5 dans l'autre sens. Ce travail a donné lieu à 4 publications et 1 soutenance de thèse. Au terme du projet, nous avons continué à collaborer jusqu'à ce jour dans un cadre informel. Cette coopération initiée dans le cadre du programme ECOS NORD Colombie a permis l'obtention d'un financement de la Région Centre pour une thèse qui a débuté en octobre 2016, intitulée « Analyse d'images thermiques de la voûte plantaire : application au diagnostic du pied diabétique », traitant d'un nouveau protocole des images thermiques de la voûte plantaire. Le logiciel qui sera développé en langage C au cours de l'étude (détection d'hyperthermie et analyse thermique régionale) sera porté sous Android et iOS. Nous avons déposé une fiche préliminaire d'invention sur cette application pour smartphone auprès de l'Université d'Orléans et avons sollicité la SATT Grand Centre pour déposer un projet de maturation. Cette nouvelle technologie nomade et communicante est très prometteuse pour analyser la température de la voûte plantaire du pied et ainsi réduire l'incidence de l'ulcère du pied diabétique. Elle intéresse fortement une PME française de haute technologie (BodyCap). Ce projet s'inscrit dans un cadre plus large avec d'autres partenaires étrangers. Nous avons mis en place un réseau de recherche international qui associe l'Université d'Orléans, BodyCap, une PME espagnole

Podoactiva, l'Université Staffordshire en Angleterre, l'Université PUCP de Lima, l'Universidad Javeriana de Bogotá, et enfin l'Université d'Agadir. Nous avons proposé un projet européen dont je suis le porteur dans le cadre du H2020-MSCA-Rise 2016 intitulé STANDUP (*Smartphone thermal analysis for diabetic foot ulcer prevention and treatment*) ».



Fig. 11 : De gauche à droite, L. Vilcahuaman qui a soutenu une thèse durant notre projet, M. Zequera, et R. Harba lors d'une mission en Colombie.



Fig. 12 : hyperthermie de la voute plantaire détectée chez un patient diabétique avec notre technologie qui révèle des zones susceptibles de développer un ulcère (zone rouge).

Mathématiques

<i>Nb de projets financés</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture international</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture national</i>	<i>Nb. de communications à des congrès</i>	<i>Nb. de thèses soutenues</i>	<i>Nb. de Masters / Maestrías</i>
9	14	6	15	9	5

Pendant la période 1998-2016, 9 projets ont été soutenus dans le domaine des mathématiques, ayant donné lieu à des résultats significatifs. Trois d'entre eux sont encore en cours de réalisation. Les projets sélectionnés émanent, pour la France, d'équipes de recherche réparties sur l'ensemble du territoire, et pour la Colombie essentiellement d'équipes travaillant à Bogotá, mais aussi à Bucaramanga, Medellin et Pereira. Les thèmes abordés concernent à la fois des aspects théoriques et appliqués :

- Méthodes géométriques autour de la théorie des champs,
- Problèmes algorithmiques algébriques et combinatoires issus de la théorie des graphes,
- Théorie des modèles et applications,
- Équations aux q-différences et groupes quantiques,
- Outils géométriques et haptiques pour la reconstruction d'objets, la médecine et l'animation,
- Théorie des modèles, théorie descriptive des ensembles et applications,
- Modèles probabilistes pour la dynamique de la régulation de protéines.

Les 6 projets déjà réalisés ont donné lieu à 14 publications dans des revues internationales, 6 publications dans des revues à comité de lecture national, 15 communications orales. En termes de formation, 9 thèses ont été soutenues en France, 6 en Colombie, ainsi que 5 masters. Les équipes soutenues ont pu aussi organiser plusieurs conférences internationales et écoles d'été, dont deux écoles CIMPA.

A titre d'illustration de l'impact du programme ECOS NORD Colombie, nous avons sélectionné 3 thèmes, dont les résultats et les développements sont particulièrement remarquables.

Méthodes géométriques autour de la théorie des champs :

Cette thématique a fait l'objet de deux projets, en 1998 et 2003, entre une équipe du Laboratoire de Mathématiques de l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand et du Departamento de Matemáticas de l'Universidad los Andes de Bogotá. D'une manière générale, les recherches effectuées concernent des techniques de renormalisation permettant de donner un sens aux intégrales de chemin utilisées en physique théorique. Ces intégrales de chemin sont exprimées formellement sur des espaces fonctionnels de dimension infinie et représentent des grandeurs permettant de décrire les systèmes physiques en mécanique quantique.

Les recherches menées au cours des projets ECOS NORD Colombie se sont en particulier focalisées sur les notions de régularisation de déterminants ou de traces, d'anomalies de traces pondérées et d'anomalies de phase de Chern Simons.

En termes de production scientifique directe, 3 articles ont été publiés dans des revues de rang A. Plusieurs étudiants ont été associés à cette action, notamment Alexander Cardona, qui a soutenu sa thèse à Clermont Ferrand (Géométrie de complexes elliptiques, dualité et anomalies) et qui est devenu depuis associate professor à Universidad de los Andes.

Un des points saillants de ces projets est qu'ils ont permis la création en 1999 d'une école d'été internationale intitulée 'Geometric and topological methods for quantum field theory' (<http://villadeleyvaschool.uniandes.edu.co>) qui est devenue bi-annuelle et dont les actes sont publiés (World Scientific et AMS). Cette école a lieu à Villa de Leyva et est surtout destinée à des doctorants en mathématiques et en physique théorique. Elle a pour objectif de présenter les développements les plus récents de la recherche à l'interface entre géométrie, topologie et théorie quantique des champs.

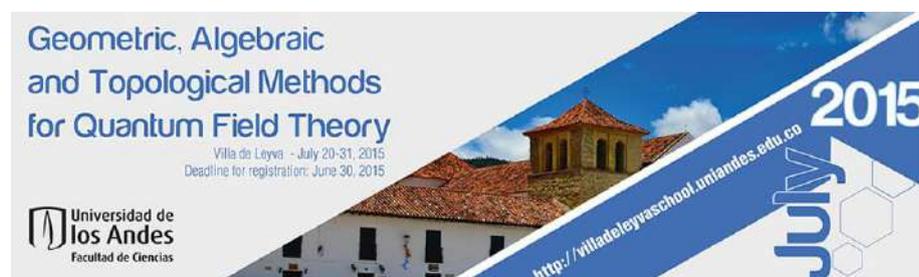


Fig.13: Affiche « Geometric algebraic and topological methods for quantum field theory » Juillet 2015, Universidad de Los Andes.

Théorie des modèles et applications :

Ce sujet concerne 2 projets ECOS NORD Colombie en 2010 et 2014 (ce dernier est en cours de réalisation). Le thème général est la logique mathématique, à la croisée de plusieurs domaines : théorie des modèles, logique continue, théorie descriptive des ensembles, et leurs interactions avec d'autres domaines comme la géométrie algébrique ou l'analyse fonctionnelle.

Cette collaboration met en action deux équipes au meilleur niveau international, impliquant des chercheurs de qualité considérés comme fondateurs de la logique continue moderne. Elle est particulièrement importante pour l'équipe colombienne (de l'Universidad de los Andes) réputée pour son dynamisme et la qualité de ses travaux. Elle est aussi très importante pour la partie française (de l'Université de Lyon), principale équipe française en théorie des modèles, car la logique continue est très peu représentée en Europe.

Un des articles issus de cette collaboration a été publié par la très prestigieuse revue Transactions of the American Mathematical Society¹.

Géométrie appliquée aux usages d'interfaces haptiques :

Ce projet traite de l'utilisation d'outils et de concepts géométriques combinée à l'usage d'interfaces haptiques pour des applications à la reconstruction d'objets, à l'imagerie médicale et à la production d'images d'animation. D'un point de vue mathématique, il s'agit de questions de représentations et d'approximation de courbes et surfaces tridimensionnelles.

La première de ces applications concerne la reconstruction d'objets mécaniques ou de formes architecturales, à partir de nuages de points, par des techniques permettant de produire rapidement et économiquement (en termes de coût algorithmique) des formes lisses et régulières. La deuxième application s'intéresse à l'extraction d'information selon des tranches mobiles curvilignes, modifiables interactivement par une interface haptique, en imagerie médicale. La troisième direction de recherche concerne la production de films d'animation par une technique appelée stop motion, dans laquelle les objets animés sont modifiés plan par plan.

1 A. Berenstein, I. Ben Yaacov and J. Melleray, Polish Topometric Groups Transactions of the American Mathematical Society 365 (2013), 3877-3897.

Le projet visait à créer un système de contrôle pour l'animation stop motion qui permette de simuler des mouvements de caméra réalistes. Le système utilise une interface haptique pour simuler de manière réaliste des mouvements 3D de caméra. L'objectif est de proposer un système de faible coût à destination d'un large public d'utilisateurs.

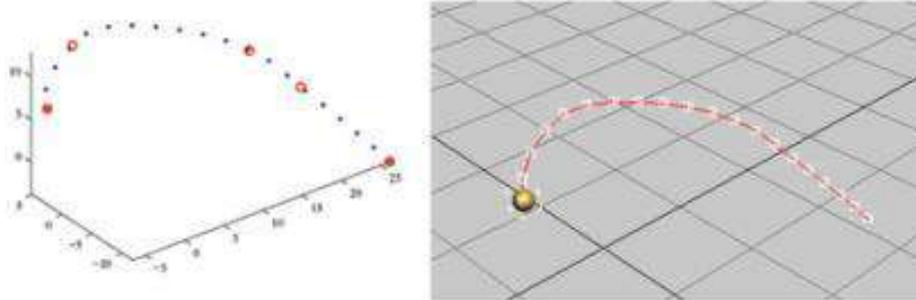


Fig.14 : Projet RomaGéo : paramétrisation à partir de frames de référence et mouvement de caméra résultant.

Ce projet a engendré 4 publications dans des revues phares de géométrie algorithmique et 11 communications dans des conférences internationales. Deux mémoires de master et trois thèses ont été soutenus. Le projet a pris fin en 2015 : deux autres projets de thèse et un master ont démarré depuis. Les résultats concernant l'imagerie médicale et l'animation de caméras sont très prometteurs de développements applicatifs importants, vers lesquels les équipes partenaires poursuivent leur collaboration.

Ces quelques exemples soulignent la qualité et l'intérêt de la recherche soutenue par le programme ECOS NORD Colombie dans le domaine des mathématiques, tant du point de vue de la qualité des publications, de l'éventuel impact applicatif, de la formation, que de la dissémination par l'organisation de conférences et d'écoles internationales. Du point de vue thématique, le nombre de projets déposés au programme ECOS NORD Colombie ne reflète pas encore la diversité des sujets de recherche actifs de la communauté mathématique. Le nombre de projets soutenus est cependant en augmentation ces dernières années. Nous espérons que les rencontres mathématiques franco/colombiennes, prévues à l'occasion de l'Année France-Colombie, renforceront les contacts entre les laboratoires français et colombiens : la coopération scientifique en mathématiques a un grand potentiel de développement sur de nombreux sujets, notamment sur le traitement des

données, l'optimisation, ou le calcul scientifique et le programme ECOS NORD Colombie est un levier important pour initier de nouvelles collaborations sur ces thèmes.

Témoignage de Nicolas DURRANDE « Modèles probabilistes spatio-temporels basés sur des équations aux dérivées partielles. » (2015 – 2017). Laboratoires impliqués : Institut FAYOL, Ecole des Mines de Saint-Etienne (France) et Département d'Ingénierie électrique, Université Technologique de Pereira (Colombie). Projet porté en France par Rodolphe LE RICHE. Responsable en Colombie : Mauricio ALVAREZ.

« Le projet ECOS NORD Colombie a été pour nous une porte d'entrée pour tisser des liens plus durables entre l'École des Mines de St-Etienne et l'Université Technologique de Pereira. Parmi les retombées directes du projet (qui est dans sa 3^{ème} année) nous pouvons citer la mise en place d'un accord-cadre entre les deux établissements pour permettre les échanges d'étudiants, doctorants et enseignants chercheurs (le premier étudiant de l'UTP a été reçu en 2016), le recrutement en thèse à l'École des Mines de Saint-Étienne d'un étudiant partenaire du projet, le recrutement à l'École des Mines de Saint-Étienne d'un enseignant chercheur colombien partenaire du projet (CDD 2 mois), et l'organisation à Pereira d'un cours sur les méthodes d'optimisation basées sur des modèles statistiques (projet « hélicoptère de papier »). »

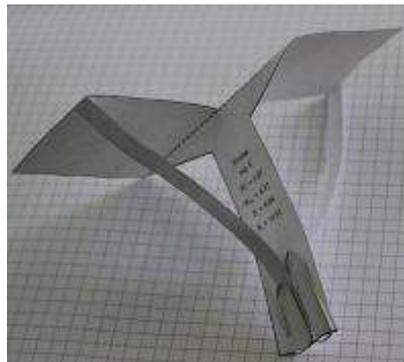


Fig.15 : Le projet « hélicoptère de papier »

Sciences physiques et chimiques

<i>Nb de projets financés</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture international</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture national</i>	<i>Nb. de communications à des congrès</i>	<i>Nb. de thèses soutenues</i>	<i>Nb. de Masters / Maestrías</i>
37	66	11	88	38	13

Les sciences physiques et chimiques totalisent 37 projets depuis la mise en place du programme ECOS NORD Colombie en 1998, incluant 200 missions, 115 dans le sens Colombie-France et 85 dans l'autre. Ces projets ont contribué à la soutenance de 29 thèses de doctorat en Colombie et 9 en France, ainsi que la soutenance de 5 masters et 8 maestrías.

Les partenaires du programme ECOS NORD Colombie en France sont des laboratoires associés à des universités, des écoles d'ingénieurs, ou des instituts. En France, on dénombre 26 laboratoires impliqués : 7 laboratoires en région Ile de France, 7 laboratoires dans le nord-est, 2 laboratoires dans le nord, 3 laboratoires dans l'ouest, 4 laboratoires dans le sud-est, 3 laboratoires dans la région Midi-Pyrénées et un laboratoire à l'Université des Antilles. En Colombie, le partenariat est réparti sur Bogotá (20 sur 37 projets), Medellin (13), Bucaramanga (3) et Cali (1). Les principaux partenaires du programme ECOS NORD Colombie à Bogotá en nombre de projets sont l'Universidad Nacional de Colombia (9) ; Universidad de los Andes (6) ; Universidad Bolivariana (3) ; Universidad Antonio Narino (1) ; Universidad Javeriana (1). A Medellin on compte l'Universidad de Antioquia (12) et l'Universidad Nacional de Colombia (1), à Bucaramanga l'Universidad Industrial de Santander (3), et à Cali l'Universidad del Valle (1).

On dénombre 15 projets en chimie, 19 en physique et 3 en physico-chimie, ce qui montre un équilibre entre les champs disciplinaires. Les projets retenus couvrent un spectre très large de domaines d'intérêt, tant d'un point de vue théorique (mécanique statistique des plasmas et électrolytes ; physique du neutrino et ses implications en physique des particules, astrophysique et cosmologie ; formation de dimères hétéro-nucléaires alcalins par photo-association), expérimental (comportement magnétique de matériaux nanostructurés ; préparation, caractérisation structurale et physico-chimie d'oxydes poreux ; valorisation du glycérol et du bioéthanol en hydrogène), incluant des enjeux applicatifs civils (élimination de polluants par photocatalyse, composites fibres végétales-ciment, utilisation de la lévitation acoustique pour la séparation et le tri de cellules).

La variété des sujets abordés et le nombre d'universités et autres organismes scientifiques/techniques impliqués illustrent la richesse et l'impact positif du programme ECOS NORD Colombie tant sur le plan de la formation des étudiants et de la recherche, mais aussi au niveau sociétal. Le projet résumé ci-dessous, retenu en 2016, illustre l'importance de soutenir des équipes complémentaires ayant pour objectif des développements technologiques pour la société civile, dans ce cas les réseaux de télécommunications. Le projet est porté par ISAE-SUPAERO à Toulouse et l'Universidad Nacional de Colombia et porte sur la « conception d'un système optoélectronique de génération de signaux de communication pour des applications satellites assurant la couverture réseau des régions isolées de Colombie ».

Ce projet prend en compte le processus actuel de paix en Colombie, qui cherche à mettre fin à une période de guerre de plus de cinquante ans entre l'État et le groupe guérillero FARC-EP. Après avoir signé l'accord final de Paix, l'État devra reconnaître les besoins des Colombiens, notamment de ceux qui ont été affectés par le conflit et/ou qui habitent dans des lieux où la présence de l'État est réduite ou inexistante.

Les actions de l'État visant à s'occuper de la population pourront tourner autour de la décentralisation des institutions ce qui lui permettra de rejoindre tout le territoire et de développer les secteurs productifs. Ces actions pourront être menées grâce au déploiement de plateformes technologiques et à un investissement important dans des réseaux de télécommunications et transport.

Les réseaux de télécommunications en Colombie intègrent différents moyens de transmission tels la fibre optique et le câble coaxial ; cependant, leur couverture est limitée à cause de facteurs géographiques et d'accès, c'est le cas du Chocó et de l'Amazonie. Une solution possible au problème de la couverture de ces zones isolées, pour assurer le développement social et économique post-conflit, est l'utilisation de télécommunications par satellites. Depuis l'ouverture du marché du spatial, des industriels du *Newspace* tels que SpaceX, OneWeb (joint-venture Virgin Airbus) prévoient le déploiement d'un nouveau réseau international satellitaire (600 satellites) destiné à la réduction de la fracture numérique. Ces systèmes emploient des oscillateurs dans les systèmes de transmission et de récupération de l'information entre deux points éloignés. Ces oscillateurs peuvent intégrer la technologie optique (*OptoElectronic Oscillator* : OEO) afin d'accroître la bande passante tout en gagnant en compacité et poids notamment en intégrant des lasers à cavité verticale (VCSEL). Ces premières études réalisées conjointement entre l'ISAE-SUPAERO et l'UNAL ont donné lieu à une première thèse. La poursuite de ces travaux entre l'ISAE et l'UNAL est assurée via un projet ECOS

NORD Colombie, renforçant ainsi le partenariat et permettant d'étendre le projet à des fonctions optoélectroniques pour les télécommunications.

Les vingt ans de ce programme montrent une forte interaction entre les partenaires français et colombiens pour le développement de projets de recherche allant du fondamental aux applications, ayant un impact important dans plusieurs domaines à l'interface avec les sciences de l'univers, les sciences des matériaux, les énergies, l'environnement et la santé.

Témoignage d'Emmanuel TRIZAC « Transitions de phase dans les systèmes bidimensionnels inhomogènes » (2005 – 2007). Laboratoires impliqués : Laboratoire de Physique théorique, Université Paris Sud (France) et Département de Physique, Universidad de los Andes (Colombie). Responsable en Colombie : Gabriel TÉLLEZ ACOSTA.

« Sans le soutien du programme ECOS NORD Colombie, tout un pan de notre activité n'aurait très vraisemblablement pas pu voir le jour (compréhension de la mécanique statistique des systèmes colombiens). L'effet levier a été appréciable. A l'issue du projet soutenu par le programme ECOS NORD Colombie, nous avons continué à collaborer de façon informelle, puis dans le cadre de plusieurs thèses en co-tutelle, au rythme d'environ une en continu depuis 10 ans. A cette fin, le soutien des ambassades, de la région Ile de France, du CNRS, de l'Université Paris Sud et des laboratoires a été mobilisé. La collaboration initialement franco-colombienne, s'est élargie pour inclure dans un second temps des collègues de l'Université de Vienne et de l'Académie des Sciences de Slovaquie. »

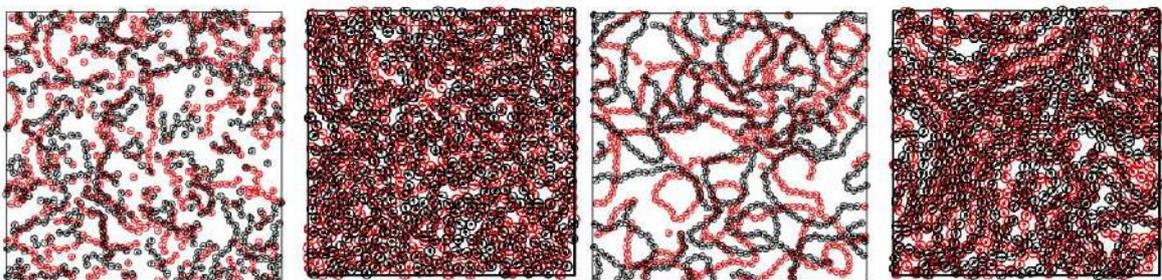


Fig. 16 : Clichés issus de l'une des thèses que les Pr. Gabriel Téllez Acosta (à Bogotá) et Emmanuel Trizac (à Paris) ont encadrées au cours de leur projet ECOS NORD Colombie.

Témoignage de Joël BARRAULT « *Utilisation de catalyseurs à base d'argiles modifiées pour l'élimination de composés phénoliques contenus dans les effluents de l'industrie du café* » (1999 - 2001). Laboratoires impliqués : LACCO, ESIP Poitiers (France) et UNAL (Colombie). Responsable en Colombie : Sonia MORENO.

« Le bilan est très positif puisqu'il a permis des échanges de chercheurs doctorants et permanents pour l'étude de sujets prioritaires dans le domaine des matériaux catalytiques pour l'énergie voire la chimie des grands intermédiaires, donnant lieu à des publications et brevets conjoints. Les travaux effectués ont permis de progresser aussi bien dans la synthèse de nanotubes ou nanofibres de carbone à partir du réformage sec du méthane, que de molécules oxygénées comme l'éthanol dans l'obtention du gaz de synthèse, dans la préparation de nouveaux catalyseurs à base d'oxydes mixtes « massifs » ou dispersés, que dans la mise en œuvre de réactions en couplant plasma et catalyse, nouveau concept pour l'activation du méthane et du gaz carbonique dans des conditions moins sévères. Ce projet faisait suite à diverses actions avec la Colombie, notamment avec un laboratoire de Bucaramanga, puis à un PICS-CNRS associant le Venezuela, la Bolivie, la Colombie et la France. Il est difficile de maintenir ces collaborations sans soutien financier, alors que la volonté de collaboration est réelle et fructueuse. »

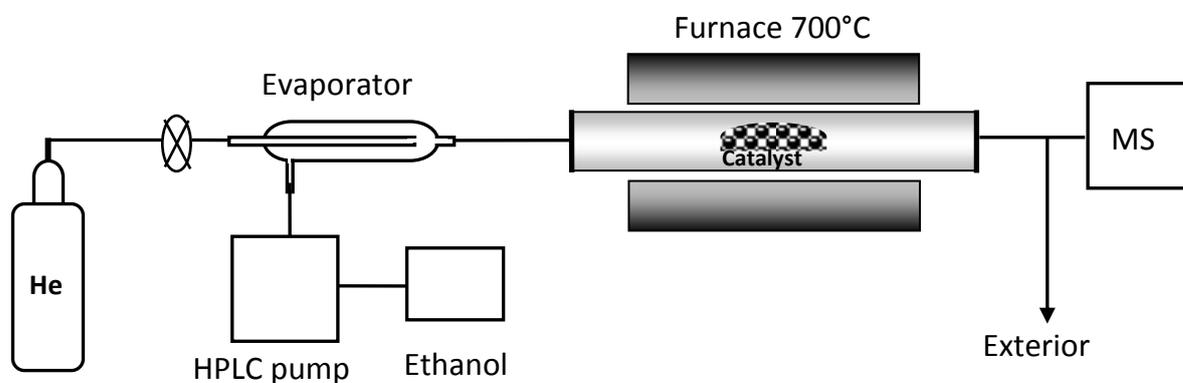


Fig. 17 : Diagramme schématique d'un appareil expérimental pour la décomposition de l'éthanol.

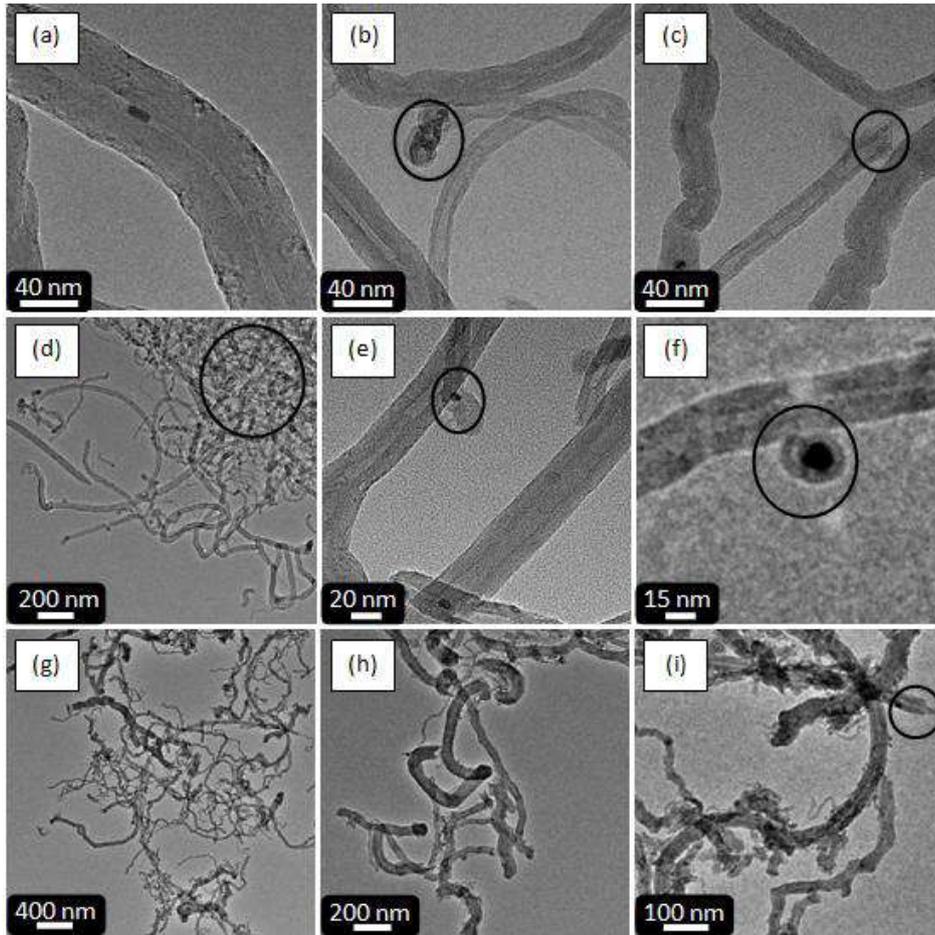


Fig. 18 : Images TEM du matériau carboné après réaction effectuée à (a, b, c 100 °C – 700 °C, (d, e, f) 700 °C – 700 °C et (g, h, i) 100 °C – 500 °C.

Sciences de la vie et de la santé

<i>Nb de projets financés</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture international</i>	<i>Nb. de publications à comité de lecture national</i>	<i>Nb. de communications à des congrès</i>	<i>Nb. de thèses soutenues</i>	<i>Nb. de Masters / Maestrías</i>
33	25	6	44	27	23

Les sciences de la vie et de la santé totalisent 33 projets depuis la mise en place du programme ECOS NORD Colombie en 1998, incluant 147 missions réalisées au cours de 17 dernières années, 91 dans le sens Colombie-France et 56 dans l'autre. Ces projets ont contribué à la soutenance de 17 thèses de doctorat en Colombie et 10 en France, ainsi que de 8 masters et 15 maestrías.

Les principaux partenaires du programme ECOS NORD Colombie en France sont des établissements publics à caractère scientifique et technique ou assimilés (instituts, agences nationales) incluant 9 équipes CNRS ; 6 équipes INSERM ; 2 équipes IRD (Institut de Recherche pour le Développement de Marseille et Toulouse) ; 3 équipes CEA ; 1 équipe Institut Pasteur et 1 équipe CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) à Lyon. La plupart des laboratoires se situent majoritairement hors Ile de France, dans 11 villes différentes. A cela s'ajoutent 8 équipes associées universitaires situées hors Ile de France, 2 équipes INSA (Institut national des sciences appliquées de Lyon) et 1 équipe Telecom Paris. En Colombie, le partenariat est largement concentré sur Bogotá (23 sur 33 projets) puis dans une moindre mesure à Medellin (6), Cali (2) Manizales (1) et Armenia (1).

Les principaux partenaires du programme ECOS NORD Colombie à Bogotá en nombre de projets sont l'Universidad Nacional de Colombia (8) ; l'Universidad Javeriana (5) ; l'Universidad de los Andes (3) ; puis les Institutos : Nacional de Salud (1) ; de Inmunología (2) ; de Cancerología (2) ; l'Universidad del Rosario (1) et l'Universidad del Bosque (1). A Medellin on compte l'Universidad de Antioquia (6), à Cali l'Universidad del Valle (2) à Armenia l'Universidad del Quindío (1) et enfin à Manizales l'Universidad Nacional de Colombia (1).

Les champs disciplinaires principaux ont été l'infectiologie (bactériologie, virologie, parasitologie, immunologie), avec 21 projets, le secteur des technologies biomédicales (imagerie,

biochimie/physique) avec 8 projets, le domaine des neurosciences avec 2 projets et enfin les domaines du métabolisme, de la nutrition, de la toxicologie et de l'endocrinologie avec 2 projets.

Les 21 projets d'infectiologie et immunologie concernent la parasitologie (8), la virologie (5), l'immunologie (4) et la bactériologie (3). Parmi les 8 projets de technologie biomédicale, la grande majorité (6) porte sur l'imagerie.

Des domaines importants d'un point de vue de l'intérêt général, comme l'infectiologie et l'imagerie médicale apparaissent bien représentés. En revanche, des domaines de pointe de la recherche biomédicale mondiale, tels que la cancérologie (3 projets), les neurosciences (seuls 2 projets lors du premier appel en 1998) ainsi que les maladies cardio-, neuro- vasculaires et psychiatriques (aucun projet) pourraient être plus développés à l'avenir. La variété des sujets abordés et le nombre d'universités et autres organismes scientifiques/techniques impliqués illustrent la richesse et l'impact positif du programme ECOS NORD Colombie sur le plan de la formation des étudiants et de la recherche dans le domaine des sciences de la vie et de la santé.

Témoignage de Giovanni GARAVITO « *Evaluation de l'Alsinol, nouvelle molécule de synthèse découverte par drug-design* » (2005 – 2007). Laboratoires impliqués : *Equipe Biocid, IRD / Université Paul Sabatier, Toulouse III (France) et Groupe FaMeTra, UNAL (Colombie)*. Responsable en France : *Eric DEHARO*.

« Le projet ECOS NORD Colombie nous a donné l'opportunité d'interagir avec des chercheurs français bien plus loin de ce qui avait été initialement prévu dans les objectifs du projet. En effet, cette interaction a ouvert de nouvelles opportunités pour notre unité de recherche. En ce qui concerne les chercheurs juniors colombiens, les stages dans les unités de recherche en France ont permis de faire progresser notre étude grâce à l'accès à des techniques et équipements que nous n'avons pas en Colombie. En ce qui concerne les chercheurs juniors français, l'accueil de ces chercheurs dans notre laboratoire a été l'occasion d'échanger des expériences, d'optimiser nos conditions de travail et de faire avancer notre projet de recherche. Cet échange leur a aussi permis d'interagir avec les étudiants colombiens et d'ouvrir la voie à une collaboration pérenne, tout en leur faisant découvrir une réalité du Sud. Les résultats de cette interaction sont deux publications scientifiques et un nouveau projet de thèse sur la biologie de *Babesia*. Au-delà de ces résultats cette interaction nous a donné l'opportunité d'organiser en 2015 une « école internationale » sur le thème : « *Etnofarmacología: del conocimiento tradicional al científico y del científico a la sociedad* » (22 juin-3 juillet 2015) en réponse à l'appel "Escuela Internacional-2015" de l'Universidad Nacional de

Colombia. Cette école a été co-organisée avec des chercheurs du projet ECOS NORD Colombie et a permis la participation de 5 chercheurs de France. Cette école a également bénéficié de l'appui de l'IFEA. Nous avons également organisé un symposium les 3 et 4 novembre 2016 "*Simposio sobre investigacion en enfermedades tropicales y biodiversidad - Oportunidades y perspectivas en la región de la Orinoquia Colombiana*" à Villavicencio-Meta-Colombie; avec un chercheur français et l'appui de l'IFEA. En outre, cela nous a permis de présenter et de valider des propositions dans le cadre de l'Année France-Colombie. Le Colloque "*Les Maladies Infectieuses: Enjeux du XXI siècle*" aura lieu les 27 et 28 Avril prochains à l'*Universidad Nacional de Colombia* à Bogotá, la deuxième partie étant prévue les 25 et 26 Octobre 2017 à l'Université de Nantes.

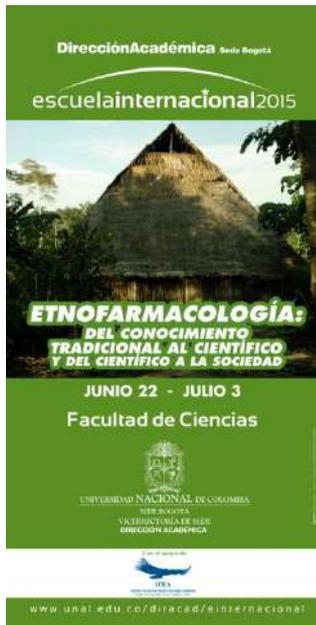


Fig. 20 : Flyer de l'Ecole internationale 2015



Fig.21 : Prof. Giovanny Garavito, Eric Deharo et Ignacio Aldana à l'Université de Navarre

Ainsi, les résultats du programme ECOS NORD Colombie dépassent largement les attentes initiales en ouvrant de nouvelles perspectives de collaboration à travers la création de nouveaux réseaux de recherche. Nous remercions les chercheurs seniors français le Dr. Eric DEHARO et Pr. Alexis VALENTIN pour leur support et l'accompagnement tout au long de l'exécution du programme. Nous tenons à remercier également le programme ECOS NORD Colombie pour l'opportunité de faire partie de cette initiative très positive. »

Témoignage d'Isabelle MAGNIN « Analyse interactive et stockage distribué d'images médicales 3D» (2003 – 2005). Laboratoires impliqués : CREATIS, INSA de Lyon (France) et Universidad de los Andes (Colombie). Responsable en Colombie : José T. HERNÁNDEZ.

« Le programme ECOS NORD Colombie a été très positif pour cette collaboration qui existe depuis 15 ans. Le programme a permis de la faire perdurer, avec des échanges d'enseignants chercheurs et de doctorants colombiens et français. La collaboration est très active avec des publications communes. Cette collaboration a permis une contribution à une plateforme logicielle partagée, des développements en modélisation et analyse en imagerie vasculaire principalement. Ce projet a des interactions fortes avec la Chine à travers le LIA Metislab CNRS-INSERM. »



Fig.22 : Isabelle Magnin et Maciej Orkisz



Fig.23 : Isabelle Magnin, Eduardo Dávila et Maciej Orkisz

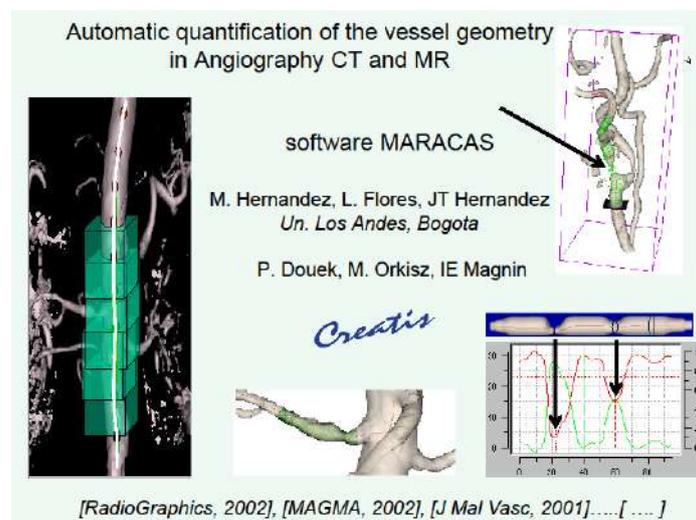


Fig.24 : Exemple scientifique du début de la collaboration entre les deux équipes

Sciences de la terre et de l'univers

Nb de projets financés	Nb. de publications à comité de lecture international	Nb. de publications à comité de lecture national	Nb. de communications à des congrès	Nb. de thèses soutenues	Nb. de Master / Maestrías
14	7	-	17	14	14

Depuis 2002, 14 projets (dont 3 en cours) émanant des domaines des sciences de la terre et de l'univers ont été soutenus par le programme ECOS NORD Colombie, ce qui correspond à une moyenne d'un projet par an. Les projets retenus abordent différents domaines des géosciences, de l'océanographie, de l'environnement, du génie civil et de la mécanique des sols. Ils traitent de la dynamique des continents et des océans ainsi que de la pollution et du climat, sur des échelles temporelles allant des temps de la terre (million d'années), à l'échelle humaine et actuelle : problèmes environnementaux, pollution, biodiversité, et enfin crises géologiques tels que les risques gravitaires, sismiques et volcaniques.

Le programme ECOS NORD Colombie a permis plus de 54 missions depuis 2002, à peu près également réparties entre la France et la Colombie, approximativement une moyenne de presque 4 missions par projet. Ainsi, au travers de ces projets, le programme a contribué à soutenir plus de 14 thèses de doctorat, un petit tiers étant des thèses colombiennes, ce qui fait une moyenne d'une thèse par action, nous pouvons compter la même moyenne en ce qui concerne les rapports de stage de master/maestrías renseignés.

Ces projets concernent différents domaines d'activité qui peuvent être synthétiquement regroupés selon trois thématiques de recherche principales : 1- la géodynamique : tectonique, compréhension de la subduction (approches géologiques et géophysique marine), 2- l'étude des crises géologiques (risques sismique, volcanique, débit des fleuves ...) et la géodynamique externe, 3- l'environnement : la pollution, la biodiversité et le changement climatique...

1- Géodynamique interne et tectonique

Un des thèmes « phare » et historique, a été celui de géosciences marines (campagne de géologie et géophysique en mer) et terrestres (tectonique) étudiant les effets de la subduction active sous une bordure continentale de type cordillère, la marge active sud-américaine. Le cas de la subduction andine est

emblématique et bien adaptée pour comprendre la genèse de la croûte continentale, ainsi que les couplages et les transferts (déformation/érosion) associés à l'orogénèse d'une cordillère lors du fonctionnement d'une subduction continentale ; certains de ces projets traitant légitimement également de l'aléa sismique associé – cf. ci-dessous.

2- Aléas et risques naturels et anthropiques : processus et événement gravitaires, risques sismiques et volcaniques, changement climatique et hydrogéologie :

Plusieurs projets, retenus par le programme ECOS NORD Colombie, avaient pour objet l'étude des risques gravitaires (glissement de terrains, coulées de boue, processus granulaires), sismiques et volcaniques, et de leurs interactions, en couplant observation de terrain et modélisation (études numériques et expérimentales).

Deux projets portent sur l'hydrogéologie et plus particulièrement sur l'évaluation, la quantification et la modélisation des débits des fleuves et la hauteur d'eau dans les bassins colombiens de l'Amazone et de l'Orénoque, particulièrement « monstrueux » et emblématiques. Cette thématique peut donc s'avérer cruciale pour l'avenir en période de changement climatique reconnu. Une thématique également impactée par le changement climatique concerne le projet sur la géodynamique de baie tropicale, en prenant pour exemple le modèle d'évolution de *La Bahia de Cartagena de Indias*.

3- Environnement : pollution, climat, écologie et biodiversité du passé à l'actuel :

En ce qui concerne la géodynamique externe, deux projets intéressants portaient sur les « liaisons dangereuses » homme/milieu. L'un d'eux portait sur l'évaluation, par des approches théorique et expérimentale, de la sécurité et la stabilité des constructions et des ouvrages soumis à l'action du changement climatique. L'autre projet avait vocation à estimer la dynamique des flux et des polluants en système d'assainissement. Il porte donc sur un verrou important en termes de risque lié à l'activité humaine en domaine urbain, comme c'est le cas de Bogotá.

Parmi les projets dans ces thématiques environnementales à fort impact sociétal, je citerais le projet portant sur l'origine de la biodiversité des éponges et compréhension de leurs fonctions métaboliques par des approches Omiques. Ce projet n'est pas terminé mais l'approche proposée étant très innovante, les résultats de ce projet ne pourront être que prometteurs.

En conclusion, une réelle interaction dans les recherches en sciences de la terre et de l'univers s'est mise en place au travers de ces projets entre les différents laboratoires soutenus par le programme ECOS NORD Colombie. La spécificité et l'originalité de ces projets résident dans la diversité des approches de l'instrumentation, à l'observation et à la modélisation. Les recherches abordées en sciences de la terre,

vont du continent au littoral, sur l'écologie terrestre avec un regard particulier sur le fonctionnement des écosystèmes sans oublier l'évolution des (paléo) environnements, à court et long terme. Les principaux thèmes de recherche s'articulent autour de la géodynamique interne (tectonique des plaques) et externe (enveloppe de surface, eau, interaction atmosphère-lithosphère), ainsi que les géosciences de l'environnement, à l'échelle de l'homme (milliers d'années) jusqu'à celle de la terre (million d'années); l'étude de l'impact du climat, de l'environnement, les processus géodynamiques, ainsi que les risques naturels (variations climatiques, risques fluviaux, instabilités (gravitaires) de terrain, risques sismiques...). La tendance récente serait l'étude des sciences de l'environnement de la terre à la mer, en particulier l'étude des changements climatiques et des risques naturels et anthropiques.

Témoignage de Matthias BERNET « Intercalibration des laboratoires de trace de fission à l'Université EAFIT, Medellin, Colombie et de l'ISTerre, Université Joseph Fourier, Grenoble-Alpes, France» (2012 – 2016). Laboratoires impliqués : Equipe tectonique Relief Bassin, Université Joseph Fourier, Grenoble-Alpes (France) et Géologie environnementale et ingénierie sismique, Universidad EAFIT (Colombie). Responsable en Colombie : Gloria Elena TORO VILLEGAS.

« Depuis 2012, je maintiens une collaboration ECOS NORD Colombie entre l'Institut des Sciences de la Terre (ISTerre), Université Grenoble Alpes et le département de Géologie à l'Universidad EAFIT de Medellín en Colombie. C'est une excellente expérience, pas seulement pour les étudiant(e)s français(e)s et colombien(ne)s, mais aussi pour les chercheurs impliqués. Pour les étudiants, ces missions (souvent un premier séjour à l'étranger) leur ont permis de découvrir une autre culture, de découvrir la qualité internationale des laboratoires respectifs et de faire l'expérience d'une participation active à une collaboration scientifique internationale, qui a fortement augmenté leur ambition et leur confiance. Une étudiante colombienne qui a participé dans l'échange ECOS NORD Colombie fait aujourd'hui sa thèse aux Etats-Unis, et une autre poursuit un Master en Colombie. Les séjours des seniors leur ont permis d'élargir leur réseau de collaborations. Nos actions dans le programme ECOS NORD Colombie ont aussi aidé le département de géologie d'EAFIT à obtenir un programme de doctorat en géologie. Le programme ECOS NORD Colombie permet ainsi d'établir une base solide pour des collaborations à long terme ».



Fig. 25 : Photos prises durant l'une des missions de l'équipe française en Colombie.

Témoignage de Frédérique SEYLER « Modélisation distribuée et en temps quasi-réel des hauteurs d'eau dans les bassins colombiens de l'Amazonie et de l'Orénoque » (2012 – 2014). Laboratoires impliqués : Espace DEV, IRD de Montpellier (France) et Groupe de Recherche en Ecologie et pollution, UNAL (Colombie). Responsable en Colombie : Juan Gabriel LEÓN.

« J'ai participé à deux projets ECOS NORD Colombie, avec Juan Gabriel León, qui a été mon étudiant en thèse de doctorat à l'Université Paul Sabatier (Toulouse). Le bilan de la coopération est extrêmement positif, puisqu'il nous a permis de maintenir des liens avec Juan Gabriel León, maintenant professeur à l'Université Nationale de Colombie (sede Palmira). Notre collaboration continue dans le cadre d'un réseau SWOT (satellite franco-US devant être lancé en 2020) Amérique du Sud. Cette coopération a permis de poursuivre les actions engagées en hydrologie spatiale par des actions liées à la validation/calibration du futur satellite SWOT. »



Fig. 26 : Frédérique Seyler et Juan Gabriel León durant une mission en Amazonie.