

La coopération franco-vénézuélienne dans le domaine de la catalyse*

Rigas Arvanitis et Hebe Vessuri

La coopération scientifique internationale obéit à des modalités très diverses. Ce sont les États qui définissent des politiques d'accords institutionnels bilatéraux ou multilatéraux entre les pays, mais c'est la pratique scientifique elle-même qui crée des liens entre les institutions scientifiques et les laboratoires grâce aux relations individuelles qu'entretiennent entre eux les chercheurs à des fins spécifiques. La collaboration scientifique est devenue la norme de la pratique scientifique moderne (Hicks et Katz, 1996). Mais tout en étant nécessaire, la collaboration scientifique internationale impose des règles du jeu que ne connaît pas la recherche réalisée en solitaire ou hors du cadre de la collaboration institutionnelle. On a beaucoup glosé sur les raisons de l'accroissement de la collaboration au niveau international, que l'étude des articles scientifiques écrits en collaboration a permis de constater de façon empirique (National Science Board, 2000 ; OST, 1999). On a souligné que la collaboration scientifique répond à une stratégie géopolitique et que l'augmentation de l'intégration économique impose en retour un niveau plus élevé d'intégration scientifique (Schott, 1993 ; Arvanitis *et al.*, 1995). Plus que d'autres, les chercheurs de certains pays en développement ont recours à la collaboration internationale pour donner plus de visibilité à leurs travaux et trouver des opportunités de développement professionnel et scientifique. Cependant, tous les chercheurs savent aujourd'hui utiliser et promouvoir activement des projets de

collaboration. Une grande partie des projets institutionnels ont été mis à l'épreuve dans le cadre des politiques dites de coopération internationale, un terme qui recouvre les relations entre les pays développés et les pays en voie de développement. Certains pays tels que la France, l'Angleterre, la Suède et le Danemark, ont mis particulièrement l'accent sur la collaboration avec les pays en voie de développement (Gaillard, 1999).

Nous nous proposons d'étudier un projet particulier de coopération, entre la France et le Venezuela, en recourant à l'analyse micro et non à l'analyse bibliométrique que l'on a coutume d'utiliser à cette fin (Lewison, Fawcett-Jones et Kessler, 1993). Nous considérons que lorsqu'on passe d'une analyse macroscopique au niveau des pays à une analyse microscopique plus fine des universités et des laboratoires engagés dans un échange spécifique, l'on réussit à mieux appré-

Rigas Arvanitis est chercheur à l'Institut de recherche pour le développement (IRD, ex-Orstom), 32 av. H.-Varagnat, 93143 Bondy Cedex, France.
Email : rigas@mail.option-service.fr
Hebe Vessuri est chercheur « senior » au Département d'études scientifiques de l'Institut vénézuélien de recherche scientifique, Carretera Panamericana, Km. 11, Caracas, Venezuela.
Email : hvessuri@reacciun.ve
Ces deux auteurs s'intéressent aux problèmes de l'apprentissage scientifique et technologique dans les pays en développement.

hender les mouvements de la production scientifique et la position relative occupée par un pays dans un domaine scientifique particulier. Nous pensons aussi qu'on ne peut observer le fonctionnement de la collaboration scientifique du point de vue des variables culturelles et des influences que dans le cadre d'une analyse qualitative permettant l'examen des facteurs déterminants de la communication dans la science, questions sur lesquelles les indicateurs quantitatifs paraissent être muets (Edge, 1979).

Le projet PCP : un exemple original

Nous allons étudier dans cet article un programme de collaboration entre scientifiques universitaires français et vénézuéliens, appelé Programme de coopération « post-gradués » (PCP). Ce programme concerne des chercheurs, des laboratoires et des programmes d'enseignement de troisième cycle sur la base d'accords bilatéraux entre les deux pays. La collaboration consiste en « séjours alternés » d'étudiants, généralement doctorants, inscrits dans une université de leur pays et qui passent une partie du temps de leurs études dans l'université associée de l'autre pays, où ils se consacrent à des travaux en liaison avec leur thèse de doctorat (Ambassade de France/CONICIT, 1999). Ces échanges comportent aussi de courts séjours dans le pays associé de chercheurs appartenant aux laboratoires inclus dans le programme. Il s'agit d'un mécanisme original mis à l'essai pour la première fois en Colombie et au Venezuela avant d'être étendu au Mexique. Du point de vue institutionnel, sa particularité, comme nous le verrons plus loin, est de tenter d'associer des industriels aux programmes de collaboration. Les principes du PCP sont les suivants : a) la mise en place de réseaux de laboratoires d'excellence dans les deux pays partenaires ; b) une programmation pluriannuelle (quatre ans), qui a pour but de permettre aux doctorants de faire leur thèse à temps partiel ; c) le financement de la recherche par des industriels associés, et de la mobilité par les institutions des deux pays à part égale, d) la définition conjointe des objectifs par les industries et les laboratoires participants.

Dès les débuts du PCP, dans les années soixante-dix et quatre-vingt, diverses approches se sont combinées, dont certaines pouvaient entraîner des difficultés. Au niveau de la coopération universitaire, il ne semble pas y avoir de gros problèmes, puisqu'il s'agit d'un échange plus ou moins équivalent de connaissances, de techniques et de titres entre « égaux » ou du moins entre maîtres et élèves. Mais il en va autrement quand interviennent les organismes de l'État, comme, dans ce cas, le CNRS et le ministère des Affaires étrangères (MAE) français et les grandes entreprises. Dans ce contexte institutionnel qui dépasse le milieu universitaire *stricto sensu*, la situation est compliquée car il faut prendre en compte la coopération scientifique et

les « questions pratiques et politiques ». C'est pourtant justement l'appui apporté par les industriels sous la forme du financement de la recherche et de la valorisation des résultats qui représente l'aspect le plus novateur de ce programme.

L'association triangulaire entre chercheurs, gouvernement et industries peut être vue comme une façon de promouvoir l'articulation de la recherche avec le secteur productif. Au cours des premières années de fonctionnement du programme, il n'a pas été si facile de faire admettre cette approche, courante chez les ingénieurs, mais peu fréquente chez les scientifiques se consacrant à la recherche fondamentale. Une impression ressentie par certains chercheurs français interrogés était que le gouvernement et les entreprises françaises espéraient que les chercheurs français serviraient de tête de pont à l'industrie française, ce qui incommodait des chercheurs appartenant au milieu universitaire d'après Mai-68. Au Venezuela, les chercheurs qui leur étaient associés dans la collaboration scientifique partageaient cet avis. La collaboration fut même mise en péril quand, après la nationalisation du pétrole, l'entreprise publique de technologie INTEVEP commença à revendiquer plus vigoureusement son indépendance, en matière de propriété intellectuelle entre autres, et l'IFP quitta le pays et rompit les relations. Les chercheurs de l'IFP ne pouvaient plus travailler avec l'INTEVEP et les universités qui avaient contribué à la formation d'une génération de chercheurs au Venezuela ne pouvaient pas poursuivre leur collaboration. Les professeurs français demandèrent au CNRS de continuer la relation en marge de l'industrie puisqu'il y avait des gens bien formés, d'anciens étudiants avec lesquels ils avaient tissé des liens qu'ils ne voulaient pas rompre. De leur côté, certains universitaires vénézuéliens mirent à profit la tradition d'échanges et cherchèrent à optimiser les opportunités qu'offraient les instruments de coopération technique française quand, au début des années quatre-vingt, ils n'eurent plus la possibilité de se voir attribuer des bourses par le gouvernement vénézuélien, en raison de la crise économique traversée par ce pays.

Il ne fut pas facile de convaincre les industries d'appuyer un programme universitaire, mais peu à peu celui-ci se diversifia, et on note alors un intérêt plus vif des petites et moyennes entreprises. En 1998, les termes du programme ont été renégociés, et la participation du secteur produc-



tif comme composante de base est maintenant exigée pour qu'une proposition soit approuvée par les agents financiers responsables (CONICIT et MAE), afin que les connaissances générées puissent avoir une application sociale. De grands groupes industriels ont également apporté leur participation, et le soutien de groupes pétroliers tels que Elf, Total et INTEVEP a facilité une diversification de la présence d'autres grandes entreprises, comme la Lyonnaise des Eaux, EDF, Peugeot, Danone, Akzo-Nobel, la Générale Sucrière et Thomson-CSF. Les PCP contribueraient ainsi à mettre en contact des entreprises et des vecteurs d'entreprises françaises avec le marché vénézuélien. Il est probable que les effets sont diffus et ne font pas l'objet d'autant de publicité que les institutions associées le désireraient. Il n'en reste pas moins que le montant du financement apporté par les industries se rapproche de celui qu'accordent les universités, ce qui a toujours été un des objectifs du mode de fonctionnement des PCP. La part financière du CONICIT a été assez considérable au cours des dernières années en raison du grand nombre d'experts vénézuéliens partis en déplacement pour les besoins de certains programmes.

Les chercheurs français interrogés déclarent que l'initiative de la création d'un PCP de catalyse est partie du Venezuela ; ils n'auraient fait qu'accepter la collaboration mais ne l'auraient pas suscitée. Nous nous posons plusieurs questions : en a-t-il vraiment été ainsi ? Pourquoi tant de Vénézuéliens ont-ils choisi la France pour y faire des études en catalyse ? Pourquoi les boursiers vénézuéliens vont-ils plutôt en France qu'en Espagne, alors qu'il existe une catalyse espagnole ? Est-ce à cause de l'importance de la catalyse française ? Ou parce que la France a une technologie et des appareils qu'elle souhaite vendre et offre de ce fait de meilleures opportunités de collaboration ? Le PCP contribue-t-il à faire de la publicité à la science française ? Pourquoi présente-t-il les caractéristiques qui sont les siennes ? Est-ce parce qu'un programme défini et organisé de cette façon répond au modèle étatique rationaliste français ? Pourquoi s'affirme-t-il avec tant de force dans le champ de la catalyse ? À cause de la qualité de la catalyse française ? ou de la catalyse vénézuélienne ? ou de la convergence des intérêts des chimistes des deux pays engagés dans ce projet ?

La catalyse

Le caractère pluridisciplinaire de la catalyse, à la croisée de nombreuses disciplines telles que la chimie de coordination, la science des surfaces, le génie chimique, la chimie du solide, la chimie organique, l'électrochimie, la géochimie, etc., reflète son importance centrale dans la chimie contemporaine, mais elle a aussi son revers car elle conduit à la dispersion des chercheurs dans les laboratoires et à la diffusion de leurs travaux dans des revues et des congrès variés, car aucune manifestation ne réunit l'ensemble de la communauté et aucune revue ne fait la synthèse des différents apports.

La catalyse est un processus chimique basé sur l'emploi d'une substance – le catalyseur – qui a pour caractéristique d'augmenter la vitesse de réaction sans apparaître dans les produits finaux. Telle en est la définition canonique, mais la notion a évolué dans le temps, principalement en ce qui concerne le contenu et la position du catalyseur (Ceruti, 1999). Si le catalyseur n'est plus perçu actuellement comme substance mais comme matériau, cela ne correspondrait pas seulement à la nouvelle position dominante de la science des matériaux, mais aussi à la formation et à la pratique de laboratoire. Le chimiste en chimie organique travaille avec des substances, alors que le physicien-chimiste serait au contraire plus à son aise avec un matériau. L'évolution de la définition du catalyseur serait ainsi liée à un changement des pratiques de travail, et surtout des pratiques industrielles.

Il est probable qu'en ce moment même, nous soyons en train d'assister à une profonde redéfinition de la discipline, y compris dans les domaines les plus « traditionnels » de la catalyse hétérogène des métaux dans la pétrochimie et le raffinage. Les chimistes dont l'activité s'est située dans la période suivant l'invention des catalyseurs de polymérisation de Ziegler-Natta ne perçoivent pas ce changement en profondeur. Les chercheurs qui, au contraire, entretiennent des relations étroites avec l'industrie sont soumis à une pression de plus en plus grande pour trouver des réponses « scientifiques » à des problèmes économiques. C'est le cas, par exemple, de la stabilité des catalyseurs, car la régénération des catalyseurs coûte sept milliards de dollars par an (J. Barbier, communication personnelle).

Les rapports entre la communauté scientifique universitaire et l'industrie est la question

centrale que nous nous posons dans ce travail. La catalyse universitaire est marquée par la pression exercée pour diminuer les coûts de la démarche empirique dans l'industrie¹. L'universitaire doit travailler en liaison étroite avec la problématique industrielle : « The preparation of catalysts having good industrial performance can show insurmountable difficulties even for catalytic researchers, if not skilled in manufacturing practice. This mainly because even small changes in manufacturing procedure may have large effects on catalytic properties » (Ceruti, 1999). Nous sommes donc en présence d'un domaine scientifique tributaire de l'industrie, mais aussi en position de force, car il peut contribuer à la rentabilité économique des processus industriels. Les questions intéressantes posées à la recherche proviennent souvent de l'industrie ou s'inscrivent dans une démarche ayant des prolongements immédiats dans l'industrie. Cette étroite relation définit en même temps les limites de ce qui peut être fait dans un laboratoire universitaire, ainsi que ce qui est possible². L'obtention au niveau du laboratoire d'un catalyseur pour une réaction, son optimisation et son adaptation à la fabrication de produits à plus grande échelle se traduisent généralement, de façon presque immédiate, par l'obtention de brevets négociables, même dans le cas de procédés qui pour des raisons circonstancielles ou conjoncturelles, seraient peu rentables au moment de leur apparition.

L'importance de la catalyse aujourd'hui est si grande que la rentabilité et l'existence de toutes les industries chimiques de base et/ou pharmaceutiques dépendent pour une large part d'une application exacte des procédés de catalyse dans le plus grand nombre possible des phases de production. Ce dernier point est devenu récemment le facteur essentiel (et il le sera plus encore dans l'avenir), étant donné les normes internationales de plus en plus restrictives imposées par la société en ce qui concerne les niveaux de pollution d'origine industrielle considérés comme acceptables. Par conséquent, s'il est vrai que le milieu universitaire a vu dans la catalyse un moyen d'étudier la possibilité d'accéder par la cinétique à un plus grand nombre de processus réalisables par la thermodynamique et/ou d'explorer des voies menant à l'obtention de nouveaux produits, aujourd'hui que ces processus sont bien établis, leur pérennité et leur compétitivité se situent sur d'autres plans où la sélectivité

pourcentage de réduction des sous-produits inutiles et polluants, joue un rôle de plus en plus déterminant.

La catalyse française

La catalyse française a maintenu au fil du temps une certaine spécificité. La France est le seul pays qui a adopté depuis le début une vision cohérente de la catalyse. Aux États-Unis, celle-ci n'existe pas sous une forme différenciée : elle est divisée entre plusieurs disciplines. En France, en revanche, il y a toujours eu une grande interaction entre les groupes appartenant à une même institution, qui ont pu ainsi attaquer les problèmes simultanément, sous tous les angles. Cette situation est l'œuvre de Paul Sabatier, qui, depuis la fin du XIX^e siècle jusqu'à ce qu'il prenne sa retraite en 1929, a établi à Toulouse un programme de recherche et d'enseignement de la chimie organique bien supérieur à ce qu'on faisait à Paris ; de plus, en fondant des instituts techniques dans cette université, il a créé en province un contrepoids au traditionnel centralisme parisien au sein de la communauté scientifique française (Nye, 1986). Les travaux sur l'hydrogénation sous l'action catalytique de certains métaux, qu'il a entrepris dès le début du siècle avec Senderens, ont été rapidement adaptés en vue de leur application industrielle. D'autre part, le chercheur nord-américain d'origine russe Vladimir Ipatieff eut comme disciples dans son laboratoire de la Northwestern University deux chercheurs français, qui allaient être les fondateurs de la catalyse française moderne : J.E. Germain et M. Prettre. C'est eux qui fondèrent l'identité de l'école moderne française. Au milieu du siècle, la catalyse française était concentrée principalement dans deux écoles : celles de Lyon et de Poitiers.

1. *L'école de Lyon*. M. Prettre fonda l'Institut de recherche sur la catalyse (IRC) à Lyon, dans les années cinquante. Physicien chimiste, il avait décidé de se consacrer à la catalyse. La catalyse caractéristique de l'IRC était plutôt liée à la physique et à la chimie du catalyseur, à la caractérisation des surfaces, et répondait à une approche plus basique, plus fondamentale. Pendant de nombreuses années, l'IRC fut l'unique institution française possédant tous les instruments spécialisés en catalyse, y compris pour la caractérisation des catalyseurs de l'IFP, etc. D'après

C. Gravelle, il y eut une compétition croissante, et plutôt saine, entre l'IFP et l'IRC. B. Imelik succéda à Prettre et, en 1978, le directeur du CNRS décida de proposer la direction à Raymond Maurel.

2. *L'école de Poitiers.* J.E. Germain fit ses débuts à l'École de chimie de Lyon. Il partit ensuite à l'Université de Northwestern et travailla à l'Institut Ipatieff sous la direction de Herman Pines. De retour en France, Germain introduisit une seconde école de catalyse à l'École normale supérieure de Paris. Il eut pour disciple Maurel, qui le suivit quand il partit pour Lille. Il fut ensuite nommé à Poitiers. Depuis Lille, il plaça ses élèves à Strasbourg, Caen et Poitiers. Germain était parti de la chimie organique. Il s'intéressa particulièrement aux mécanismes de réaction, aux molécules, à la cinétique. La catalyse de Poitiers nous a été décrite par certains de ses représentants comme une « catalyse des pauvres », qui requerrait beaucoup moins d'argent que la recherche de caractérisation des solides et qui, pour cette raison peut-être, a pu paraître un modèle intéressant pour les pays en développement. Mais elle a ensuite bénéficié de financements importants. Beaucoup de chercheurs et d'entreprises allaient à Poitiers pour caractériser des solides. L'industrie s'associait plus volontiers à l'école de Germain qu'à celle de Prettre parce qu'elle travaillait avec des molécules réelles dans des réacteurs réels.

3. *L'école de Louvain.* Une troisième école tira parti *sui generis* des deux orientations précédentes : c'est celle de l'Université catholique de Louvain. Dans les années trente, une unité de cinétique chimique fut fondée par J.C. Jungers. Cette spécialisation fut d'un grand intérêt pour l'IFP, ainsi que la physique et la chimie de combustion que A. Van Tiggelen dirigea dans les années soixante. Ces deux orientations firent de Louvain un lieu extrêmement important pour l'IFP. On en vint même à dire, en manière de plaisanterie, qu'on ne pouvait faire carrière dans l'IFP si l'on n'avait pas fait sa thèse de doctorat à Louvain. Le développement de la catalyse dans l'industrie manqua de suivi. Dans toutes les grandes

industries on pratiquait la catalyse, mais les spécialistes étaient dispersés, ils ne formaient pas de groupes spécifiques.

Aujourd'hui, la carte de la catalyse en France est plus floue qu'au milieu du siècle. Tout le monde fait tout. La catalyse chimique, ou chimie fine, est en développement. La catalyse du pétrole a atteint un palier, en particulier du point de vue scientifique. Aujourd'hui, il semble qu'une grande partie de l'activité industrielle en catalyse soit liée au génie chimique. Environ 50 % des frais des laboratoires universitaires sont payés par l'industrie. C'est pourquoi une grande part de la recherche académique répond à des besoins de l'industrie. Les spécialisations sont définies en fonction des contrats avec les industriels. Si, il y a vingt-cinq ou trente ans, on ignorait la catalyse chimique (que font les spécialistes de chimie organique) et on pratiquait seulement la catalyse du pétrole, aujourd'hui, l'industrie sait quelles questions poser aux chercheurs. Ceux-ci peuvent donc travailler davantage en liaison avec les industries. Les laboratoires connaissent bien les problèmes de l'industrie, et les industriels eux-mêmes s'occupent aussi de catalyse chimique et font aux chercheurs des propositions de recherche intéressantes.

Une enquête récente sur les laboratoires et les chercheurs travaillant en catalyse dans les secteurs public et privé en France a révélé que plus de cinquante laboratoires ont au moins une équipe qui travaille dans ce domaine, et que celui-ci occupe environ huit cent cinquante chercheurs (Breyse, 1998). Au onzième Congrès international de catalyse en 1996, on estime que 15% des communications étaient françaises, la France arrivant troisième après les États-Unis et le Japon, et le Royaume-Uni la suivant de près à la quatrième place. Pourtant, la Division de catalyse de la Société française de chimie comptait 264 membres en 1993, 320 en 1994, 280 en 1995, 294 en 1996 et 324 en 1997, chiffres comparables à ceux du Venezuela. Dans son dernier discours en tant que président de la Division de catalyse de la Société française de chimie en 1997, Jacques Védrine a fait des observations qui aident à expliquer ces chiffres. Selon lui, les Français n'aiment pas adhérer à une association, une société ou un syndicat car cela leur donne l'impression d'être enrôlés, ils se sentent limités dans leur action individuelle, pour ne pas dire individualiste. Védrine souligne dans son discours d'adieu que l'union fait la force et qu'il faut qu'une commu-

TABLEAU 1. Production en catalyse enregistrée en base Pascal 1996-1998¹²

Pays	Documents	Pourcentages
USA	4 103	21,2 %
Japon	2 779	14,3 %
France	2 184	11,3 %
Allemagne	1 318	6,8 %
Russie	946	4,9 %
Royaume-Uni	917	4,7 %
Inde	652	3,4 %
Canada	558	2,9 %
Hollande	539	2,8 %
Suisse	240	1,2 %
Argentine	180	0,9 %
Brésil	169	0,9 %
Australie	162	0,8 %
Israël	116	0,6 %
Mexique	108	0,6 %
Norvège	91	0,5 %
Venezuela	63	0,3 %
Chili	40	0,2 %
Nouvelle-Zélande	21	0,1 %
Colombie	15	0,1 %
Algérie	15	0,1 %
Total des documents	19 376	100,0 %

Source : Base Pascal. Tableau élaboré par les auteurs

nauté soit puissante pour s'imposer. Il fait remarquer qu'il y a dix fois moins d'adhérents à la Société française de chimie qu'à la Société hollandaise de chimie ! Quand le président de la SFC, dit-il, veut débattre avec les Allemands, les Britanniques, les Hollandais, de l'avenir des revues scientifiques nationales et proposer de les transformer en revues européennes ou qu'il suggère de former une Société de chimie européenne unie (pour tenter de rivaliser avec la American Chemical Society), d'autres pays européens lui font remarquer, non sans raison, la relativement faible représentativité de la SFC (Vedrine, 1998).

Le tableau 1 présente un panorama général de la répartition de l'activité scientifique en catalyse dans le monde. Les États-Unis dominent avec presque un cinquième des articles et documents. Le Japon, qui n'est pas un pays pétrolier et ne possède pas une industrie chimique aussi puissante que celle d'autres pays, fournit pourtant un nombre assez élevé d'articles. L'activité de certains pays est dominée par une grande entreprise (le laboratoire de recherche de Shell pour la Hol-

lande, par exemple [Scholten, 1994]). En général, la recherche en catalyse est en étroite relation avec les entreprises : en France, ce lien est limité (du moins dans le domaine de la catalyse hétérogène) à quelques très grandes entreprises comme Elf, Total, Renault, etc.

En général, les chercheurs français travaillant en relation avec ceux des pays voisins représentent une minorité, mais il semble qu'il en va autrement dans le domaine de la catalyse, probablement en raison de ses liens avec l'industrie pétrolière. La collaboration internationale avec certains pays a été très étroite. Dans certains cas, les Français ont su exporter leur modèle institutionnel, qui est né autour de l'IFP (dans le cas par exemple de l'Iran). Il faut dire que ce système a été efficace et qu'il a permis à la France d'avoir une industrie pétrolière sans posséder de gisements pétroliers sur son territoire. Autour de l'IFP ont émergé un grand nombre d'entreprises qui forment un véritable système d'innovation (Furtado, 1994). De là l'importance de pays comme la Chine, la Russie, le Mexique, l'Argentine, le Bré-

sil et le Venezuela dans la collaboration internationale de la catalyse française. Cela explique pourquoi l'on trouve les noms des principaux représentants en France de cette discipline dans les rapports de missions et d'évaluation des programmes internationaux avec ces pays.

Les antécédents de la catalyse au Venezuela et les relations avec la France

Au Venezuela, on a commencé à travailler sur la catalyse en 1964, après la signature d'un accord de coopération entre l'Université centrale (UCV) et l'Université de Munich pour le développement des activités de formation en ressources humaines et de recherche à l'École de chimie de la Faculté des sciences. La recherche en était à ses débuts à la Faculté. L'on pensait que la catalyse serait déterminante pour l'industrie chimique, surtout pour l'industrie du raffinage qui, dans un pays pétrolier comme le Venezuela, était la principale industrie (même si, à cette date, elle était encore aux mains de concessionnaires étrangers). Ce programme de coopération, dont l'initiative revenait à la Faculté des sciences par l'intermédiaire d'un jeune assistant vénézuélien qui étudiait à l'Institut de physique-chimie de G.M. Schwab à Munich, fut à l'origine de la venue dans le pays du professeur Heinrich Nöller et de son collaborateur, l'Espagnol Paulino Andréu, qui en ce temps faisait ses études post-doctorales en Allemagne. Andréu s'établit dans le pays et participa à la plupart des développements ultérieurs de la catalyse vénézuélienne.

L'École de chimie-UCV eut pour politique d'inviter assez fréquemment de célèbres professeurs de différents pays à donner des séminaires et des conférences, afin de familiariser les étudiants avec ces personnalités et leurs programmes. Un premier plan de formation des ressources humaines fut élaboré (1968-1973), qui consistait à envoyer des boursiers à l'étranger avec un financement public et en collaboration avec l'ambassade de France, bien qu'on ait cherché à éviter de dépendre d'une unique « culture » scientifique : ainsi, on envoya des boursiers non seulement à l'Institut français du pétrole (recherche industrielle) et à l'Institut de recherche sur la catalyse de Lyon (recherche fondamentale) en France, mais aussi à l'Ipatieff Catalytic Laboratory aux États-Unis, à l'Instituto

Roca Solano à Madrid, à l'Université de Munich, en Tchécoslovaquie, etc.

À la fin des années soixante, il y avait déjà un petit groupe de catalyse à l'Université centrale, quand elle fut secouée par le mouvement de « rénovation universitaire » qui conduisit à sa fermeture temporaire. En cette période, une délégation française invitée par le gouvernement arriva au Venezuela : elle visita plusieurs institutions et éveilla l'intérêt de certaines personnes qui décidèrent de faire leur doctorat en France. Parallèlement, une initiative indépendante de la précédente débouchait sur la signature d'un accord pour la création d'un Institut universitaire de technologie dans la Région métropolitaine (IUT-RC), sur le modèle des IUT français, qui pouvait compter sur un important soutien du gouvernement français pour l'achat des équipements et la formation du personnel³. Le programme d'échanges incluait la venue au Venezuela de nombreux jeunes coopérants⁴ français, qui poursuivraient l'expérience commencée quelques années auparavant à la Faculté des sciences-UCV. Dès le début, l'IUT-RC fit de la catalyse l'un des axes du plan de formation des professeurs, orienté vers le développement de techniciens supérieurs pour l'industrie pétrolière, en vue de l'imminente nationalisation de l'industrie pétrolière et pétrochimique.

En février 1977, il y eut une autre visite de spécialistes français de la catalyse, au cours de laquelle plusieurs avant-projets de recherche conjointe furent élaborés. À l'occasion du Cinquième Symposium ibéro-américain de Catalyse qui se tint à Lisbonne en 1977, le groupe de participants vénézuéliens venus de l'UCV, de l'Université de Carabobo (UC) et de l'Institut vénézuélien de recherche scientifique (IVIC) tint une réunion informelle avec Raymond Maurel, alors directeur du Laboratoire de catalyse de l'Université de Poitiers, au sujet d'une possible coopération scientifique et technologique dans le domaine de la catalyse et de la chimie des hydrocarbures. À la suite de quoi des chercheurs français de haut niveau et des représentants de l'industrie pétrochimique française vinrent au Venezuela pour participer à une réunion de travail coordonnée par le CONICIT, où étaient également présents des groupes universitaires, des membres de INTEVEP et des représentants des industries privées vénézuéliennes. En 1978, des chercheurs vénézuéliens furent invités en France pour visiter des laboratoires de recherche en catalyse. À la

suite de cette visite, des programmes de recherche conjointe furent élaborés, qui étaient semble-t-il une reformulation des propositions qui avaient été discutées lors de la réunion de 1977, et un plan d'échange de missions chargées de discuter et d'évaluer l'avancée des recherches fut aussi proposé.

En 1983, le Premier Colloque franco-vénézuélien de catalyse eut lieu à Caracas, à l'initiative des professeurs de l'UCV et avec le soutien des services scientifiques et techniques de l'ambassade de France dans cette ville. Un rapport de l'ambassade de France observe que, parmi les enseignants et les chercheurs en catalyse, il y avait de « nombreux francophones et francophiles ». Tout en reconnaissant que l'influence des États-Unis et du Royaume-Uni était en général prédominante, l'on déclarait que dans le domaine de la catalyse, plus de la moitié des chercheurs vénézuéliens avaient été formés en France. L'importance que revêtaient pour les Vénézuéliens les relations avec la France était soulignée par la programmation d'une rencontre franco-vénézuélienne dans le cadre de la célébration du 25^e anniversaire de la Faculté des sciences de l'UCV. De nombreuses discussions contribuèrent à renforcer les programmes bilatéraux en cours et à nouer de nouveaux contacts. De nouveaux projets furent lancés, notamment en catalyse homogène, un domaine où les relations étaient encore récentes.

Les Français proposèrent la tenue d'une réunion symétrique deux ans plus tard, en 1985, en France, à laquelle étaient invités les mêmes universitaires et industriels, spécialistes en catalyse hétérogène et homogène. On fit en 1985 une évaluation du programme de doctorat de l'École de chimie de l'UCV, qui proposait pour la maîtrise et le doctorat différentes options, y compris la catalyse hétérogène. M. Goldwasser et F. Parra firent une première proposition de ce qui allait être le premier Programme de coopération « post-gradués » (PCP) entre le CEFI-International, organisme de promotion des accords de coopération en ingénierie avec la France, et le CONICIT. Cette année-là, quatorze vénézuéliens, sélectionnés sur un total de vingt candidats, participèrent au Colloque de catalyse de Rueil-Malmaison, avec la collaboration du gouvernement français, de Elf et Total, Procatalyse et l'IFP, ainsi que du CONICIT. En 1986, un rapport français observait que les relations scientifiques existantes étaient solides, et Guisnet, responsable de la catalyse à Poitiers,

vint en mission dans le but de jumeler les maîtrises de l'UCV et de l'Université de Poitiers. L'accord de coopération fut alors signé et le premier PCP fut mis en marche.

Les programmes, structures de coopération en catalyse

Dans les années soixante-dix, quand la collaboration en catalyse avec le Venezuela démarra, les figures les plus importantes de la catalyse française prirent part à l'organisation des échanges. R. Maurel était l'homme le plus puissant de la chimie française, puisqu'il était directeur du Département de chimie du CNRS, où il avait commencé à construire des programmes internationaux. Son lien avec la catalyse de Poitiers datait de longtemps auparavant, quand il dirigeait le laboratoire de catalyse de cette université. Dans un entretien, il a rappelé que la collaboration de l'Université de Poitiers avec le Venezuela avait commencé autour de 1969-1970, à l'initiative du Vénézuélien Federico Rivero Palacios, fondateur du premier institut universitaire de technologie du Venezuela. C'est du laboratoire de catalyse dirigé par Maurel que sont sortis les diplômés de chimie qui partirent au Venezuela travailler dans le nouvel IUT de Caracas. Les chercheurs vénézuéliens se trouvèrent ainsi très rapidement en liaison avec les laboratoires français et profitèrent des facilités que leur offrait la position privilégiée de la catalyse dans la chimie française.

Le PCP est un programme orienté vers la formation des chercheurs. Mais c'est bien plus qu'un simple programme d'attribution de bourses. C'est un échange permanent de partenaires de recherche qu'on vise, sur la base d'intérêts partagés à un niveau plus approfondi et de façon plus structurée que dans les programmes de formation d'autres pays européens. Le processus de collaboration a été mis en place par le biais d'accords spécifiques qui tendaient à une meilleure planification et à une vision stratégique de la recherche conjointe entre les pays coopérants. Dans le cas du pétrole, on a recherché l'appui de l'INTEVEP et de l'IFP, qui étaient pour les secteurs publics les centres de la recherche et du développement pour l'industrie pétrolière des deux pays. Le modèle français paraissait intéressant parce que les compagnies pétrolières françaises, Elf et Total, étaient aussi des entreprises publiques, qui ont servi de modèle à plusieurs pays en développement quand ils décidèrent de

donner au développement une impulsion venue de l'État⁵. Pour les Français, les avantages du PCP résidaient dans leur propre expérience de la collaboration internationale, dans l'arrivée en France d'un plus grand nombre d'étudiants ayant accès aux laboratoires d'un pays pourvu d'une industrie pétrolière et dans la possibilité d'augmenter le nombre de publications conjointes. Les Vénézuéliens cherchaient à jeter des ponts pour envoyer des étudiants à l'étranger et sortir de leur isolement, et avaient en vue le prestige de la collaboration internationale qui renforcerait leur crédibilité et validerait leur travail. La particularité du PCP comme outil de collaboration reposait sur l'effort de son promoteur, M. Guibert, qui insistait sur la nécessité de mettre en place des collaborations internationales intéressant directement les industries. Il pensait que c'était une façon de promouvoir l'ingénierie française et une certaine vision de l'industrie française. De ce point de vue, il peut sembler paradoxal que le programme de recherche du PCP-catalyse se soit limité à des recherches qui, bien qu'elles intéressent l'industrie, ne font pas partie des technologies que les industries pétrolières peuvent commercialiser ou utiliser directement.

Le premier accord PCP entre CONICIT et CEFI prévoyait la mise en place d'une maîtrise de chimie (option physique-chimie) à l'École de chimie, Faculté des sciences de l'UCV (coordonnée par M^{me} Goldwasser), et d'un DEA⁶ en chimie appliquée à l'Université de Poitiers (coordonné par M. Guisnet). Cet accord avait pour but de permettre aux étudiants titulaires d'une licence de l'UCV de s'inscrire par correspondance en DEA, et donnait en même temps la possibilité à dix diplômés vénézuéliens au maximum de faire des stages à l'étranger ; c'était une façon de développer les relations entre les principaux groupes de catalyse hétérogène du Venezuela (École de chimie et Faculté d'ingénierie chimique-UCV, IUT-RC) et différentes équipes françaises (LACCO-Poitiers, LURE-Orsay, URA 402-Lille et IRC-Lyon), au moindre coût pour le pays d'origine et pour le plus grand bénéfice de la formation des étudiants. Le programme avait pour thème de recherche la promotion des zéolites et des matériaux en relation.

D'autre part, dans le cadre de la réunion de Rueil-Malmaison d'avril 1985, on proposa la création d'un PICS⁷ sur les sujets suivants : traitement des bruts lourds et des résidus, et catalyse homogène et chimie fine. La responsabilité initiale de la préparation de cette proposition fut

confiée à Orlando Leal, porte-parole de la Société vénézuélienne de catalyse, et à Pierre Gravelle, président de la Division de catalyse de la Société française de chimie. Dans un message de janvier 1986 adressé à Leal, Gravelle proposait comme thème de collaboration la conversion des bruts lourds, y compris le traitement des résidus du pétrole, arguant du fait qu'il y avait en France une collaboration entre les compagnies françaises (Elf France, CFR et IFP) et le CNRS, avec des recherches conjointes dans ce domaine. Il supposait qu'un accord similaire existait entre INTEVEP et les universités. Les compagnies françaises étaient arrivées à un accord avec INTEVEP et ne voyaient donc aucun inconvénient à la collaboration des chimistes universitaires français avec les laboratoires vénézuéliens sur ces sujets. Il demandait à Leal de consulter INTEVEP et de lui faire connaître l'opinion de cette institution au sujet de ce thème de collaboration.

Gravelle envoya aussi un message à la Direction générale des relations culturelles, scientifiques et techniques du MAE, chargée d'appuyer les relations scientifiques bilatérales de la France, et à la Direction des relations internationales du CNRS, au sujet de la création d'un programme international de coopération scientifique franco-vénézuélien concernant la conversion des bruts lourds et des résidus. Au nombre des motivations, il indiquait que la définition et la mise au point de futures améliorations (pour faire face à une sévérité accrue de la législation anti-pollution) étaient en France l'un des principaux axes du programme de recherche dans lequel étaient engagés les deux grands groupes pétroliers français et l'Institut français du pétrole, réunis pour ce faire dans l'association ASVAHL (Association pour la valorisation des huiles lourdes). Par le biais d'une convention entre le CNRS et les sociétés de ASVAHL, des projets de recherche étaient menés depuis 1984 sur les traitements thermiques et catalytiques de valorisation des bruts lourds et des résidus du raffinage. En dépit du ralentissement qu'imposaient les bas prix du pétrole, la valorisation des bruts lourds restait un objectif prioritaire pour le Venezuela : les réserves récupérables de pétrole extra lourd de la Faja del Orinoco représentaient 44 % des réserves mondiales de ce type de brut. Depuis plusieurs années, l'INTEVEP et les laboratoires universitaires de catalyse menaient en commun des recherches sur la conversion des bruts lourds et leur demétallisation.

C'est ainsi qu'après quinze ans de collaboration fructueuse entre les équipes française et vénézuélienne, et un an après le début du premier PCP-catalyse, le premier PICS (Programme international de coopération scientifique) fut signé en 1988 : c'était le premier programme international inscrit dans le cadre CONICIT-CNRS, et il avait comme partenaires l'IPSOI (Institut du pétrole et de synthèse organique industrielle), l'IRC (Institut de recherches en catalyse de Lyon) et le Laboratoire de chimie de coordination pour la France, et l'IVIC, l'UCV et INTEVEP⁸ pour le Venezuela. La recherche dans le cadre de ce programme était orientée vers la valorisation du méthane en phase homogène ou moyennant l'usage de catalyseurs supportés. Une thématique commune aux deux programmes, dans cette première phase de la coopération bilatérale, fut l'étude du processus HDS, car il était nécessaire à ce moment de progresser dans la connaissance de ce domaine, étant donné les types de brut qui étaient traités dans les deux pays.

Après diverses discussions au cours des années 1990-1991, les travaux des équipes du PICS et du PCP s'orientèrent de plus en plus vers « la synthèse organique au moyen de la catalyse »⁹. On cherchait ainsi à faire fusionner les thématiques des deux programmes, mais, bien évidemment, la majorité des travaux se rapportaient soit à la catalyse homogène, soit à la catalyse hétérogène et non aux deux types de catalyse en même temps. D'autre part, les formations doctorales françaises (nécessaires pour le PCP) ne concernaient qu'une seule de ces disciplines et s'appuyaient ou bien sur les laboratoires de catalyse hétérogène, ou bien sur ceux de catalyse homogène. En 1991, après une évaluation favorable des quatre ans du PICS, Basset considéra qu'il convenait d'y mettre fin et d'en renouveler la thématique, tout en préservant les liens étroitement tissés durant plus de vingt ans, pour les raisons suivantes :

1. Les priorités scientifiques des deux pays avaient évolué dans ce laps de temps. En particulier, la chimie environnementale et la chimie fine sélective étaient devenues prioritaires dans les deux pays ;
2. Un renouvellement des thèmes était devenu nécessaire, afin d'éviter une « sclérose thématique » ;
3. Il y avait une nécessité évidente de changer les responsables après la réalisation d'un programme donné ;

4. La volonté d'associer le PICS et le PCP (qui représentaient en quelque sorte la recherche et la formation) conduirait inévitablement à la désignation d'un responsable de l'ensemble ;

5. La volonté du CNRS était de ne pas renouveler systématiquement les programmes PICS sur un sujet donné, afin de laisser place à d'autres disciplines et à d'autres sujets.

En 1992, le CONICIT multipliait son budget par quatre, et le pays prévoyait d'énormes investissements dans les dix à quinze années suivantes, principalement dans les domaines de la pétrochimie et du gaz naturel, avec un besoin estimé à cinq mille chimistes de profession au cours des cinq années suivantes¹⁰. La situation de l'industrie pétrolière était particulièrement intéressante : la commercialisation directe des pétroles lourds et des résidus était déjà une réalité grâce au procédé Orimulsion® (Vessuri et Canino, 1996). Mais, indépendamment du fait que cette voie permettait une première valorisation des bruts lourds, leur raffinage et leur conversion profonde allaient devenir une nécessité. La conversion des résidus en hydrocarbures paraissait être la technique permettant leur meilleure valorisation, par transformation en fractions d'essence et de gazole. Parmi les procédés disponibles chez les compagnies pétrolières mondiales, le procédé HDH de INTEVEP était l'un des plus faciles à appliquer et des plus originaux en matière de conception et d'utilisation du catalyseur. Ce n'était pas le fruit du hasard, puisqu'il s'agissait d'une priorité d'intérêt vital pour l'industrie pétrolière vénézuélienne. Et les recherches, menées avec efficacité, avaient abouti en peu de temps, si l'on tient compte de la jeunesse de la recherche pétrolière vénézuélienne. On avait fait les essais pilotes et le procédé HDH avait été testé dans une unité de 20 T/d de capacité. L'étude d'ingénierie d'une unité commerciale était en voie d'aboutissement.

La section de catalyse appliquée d'INTEVEP était devenue une équipe de taille respectable (environ 50 personnes) et aspirait à se transformer en département, ce qui, dans la structure administrative très hiérarchisée d'INTEVEP, devait lui donner une plus grande liberté dans ses orientations scientifiques. Mais, à ce moment, le fait que l'industrie vénézuélienne souffrait d'une crise financière sévère fut mis en avant et il y eut un débat national sur l'opportunité d'ouvrir le capital des futures raffineries à la participation

étrangère. Dans ce contexte, les projets de construction d'une unité de démonstration du procédé HDH furent suspendus, de même que la construction d'une installation de conversion profonde des résidus sur le site du complexe pétrochimique de Jose.

Cette situation fut aussi examinée par le partenaire français, et l'on chercha à définir un programme de recherche conjointe ayant un potentiel d'application à long terme et excluant les développements industriels à court et moyen terme, autant pour ne pas blesser la sensibilité locale que pour éviter la coexistence, dans les laboratoires français, de sujets de recherche impliquant des groupes pétroliers concurrents. INTEVEP représentait l'un des employeurs naturels des étudiants diplômés vénézuéliens après qu'ils aient reçu une formation en catalyse, car la majeure partie des moyens de recherche dans ce domaine y était concentrée. En tant que telle, elle participait aux commissions d'attribution des bourses PCP. Les français désiraient une intégration beaucoup plus effective d'INTEVEP comme associé, principalement en ce qui concernait les sujets de thèses, les orientations et, éventuellement, le financement. Juste à ce moment, rompant avec le travail réalisé jusque-là, l'industrie pétrolière vénézuélienne décida de se retirer du programme et se déclara autosuffisante pour mettre en œuvre les programmes de recherche, de développement et la formation des ressources humaines dont elle pourrait avoir besoin. Cette décision fut revue par la suite et INTEVEP est restée associée.

À partir des rapports de mission successifs, témoins du monitorat permanent des deux programmes, on peut saisir la dynamique de l'évolution des groupes participants. Une évaluation faite en mars 1993 nuance les aspects positifs en faisant les remarques suivantes : la stabilité de l'ensemble de l'équipe se traduisait par une absence d'embauche sur des postes stables pour les jeunes chercheurs. Cela faisait prévoir deux conséquences négatives : le vieillissement de la structure, avec un risque de réduction de la productivité et l'impossibilité d'assurer la continuité du potentiel de recherche. On recommandait aux responsables du programme de mieux exploiter les mécanismes offerts par le CONICIT, comme le Programa del Investigador Novel (PIN) ; en même temps, on remarquait que la réorientation de la chimie environnementale conseillait de réexami-

ner les stratégies de coopération, afin de préserver les acquis et de trouver la meilleure adéquation entre programmes et structures (CNRS/Communauté européenne, par exemple). Le poids budgétaire du PCP-catalyse devait avoir comme contrepartie une grande exigence au niveau des résultats et plus encore au niveau d'une valorisation conjointe avec le PICS. Les accords en cours de négociation apparaissaient comme un témoignage de la volonté d'aboutir.

En 1994, dans une évaluation du réseau PICS-PCP qui, depuis 1992, s'était officiellement concentré sur la chimie fine, Gravelle soutenait que l'expérience du réseau rendait manifeste l'intérêt d'associer un PCP et un PICS du CNRS pour une meilleure visibilité du programme par rapport au CNRS, aux crédits de stimulation pour les équipes françaises, etc. Il ne recommandait pas pourtant de fusionner, comme cela s'était produit en 1992, les deux structures de collaboration, car on prévoyait que le nouveau PICS devait réunir non seulement des équipes de catalyse, mais aussi des spécialistes en chimie des minéraux et en chimie théorique et que, par conséquent, le caractère spécifique du PCP (formation dans le domaine de la catalyse) pourrait être obscurci. Le rapport proposait en revanche que le nouveau PCP-catalyse soit mené en bonne entente avec le nouveau PICS. Les groupes INTEVEP et Total ont soutenu ces travaux tant au niveau financier qu'à celui de la coopération. Du côté français, Elf, BP Chemicals et Hoechst ont parrainé les recherches. Le projet « Agenda du pétrole » de CONICIT a aussi contribué à renforcer le programme du côté vénézuélien.

Lors des dernières réunions du programme, les chercheurs vénézuéliens avaient déjà montré leur intérêt pour une augmentation des liens d'articulation et d'intégration avec d'autres groupes latino-américains avec lesquels la France a des accords bilatéraux similaires. Le congrès de catalyse organisé avec la France qui s'est tenu à Caracas en octobre 2000 va dans ce sens : en effet, il laisse prévoir une meilleure coordination, avec de nouveaux participants, de nouveaux sujets et de nouveaux travaux, entre les groupes de recherche nationaux (il y a déjà dix institutions vénézuéliennes qui ont des groupes actifs de recherche en catalyse) comme entre les groupes de la région Amérique du Sud qui ont aussi une politique d'échanges pour la formation et la recherche avec la France (Argentine, Brésil et Colombie), auxquels s'ajouteront peut-être le Chili et l'Uruguay.

Discussion

La collaboration en catalyse entre le Venezuela et la France est exceptionnelle de différents points de vue. Nous sommes en présence d'un programme de collaboration qui s'est poursuivi dans le cadre de plusieurs formules institutionnelles de coopération : d'abord collaboration informelle, puis incluant une formation conjointe comme le PCP, ou seulement des échanges au niveau de la recherche comme le PICS. Elle s'est faite sur une longue durée et a fait appel à un grand nombre de spécialistes de ce champ cognitif. On peut en examiner les effets sous les différents aspects suivants : les objectifs et les thématiques, la coordination, l'intérêt des étudiants, les usages possibles des résultats et l'influence de la collaboration en termes plus généraux.

Comment définit-on les objectifs et les thèmes du programme ?

Comme nous l'avons vu, les partenaires de la collaboration sont entrés en contact il y a de nombreuses années, et un noyau central dans les deux pays a continué à contrôler dans une large mesure la collaboration. Cela semble être dû à une combinaison de facteurs : le centre de formation le plus développé au Venezuela a été celui de l'École de chimie de la Faculté des sciences de l'UCV, et il est toujours celui qui produit le plus grand nombre de diplômés. Du côté français, l'Université de Poitiers et les centres de recherche de Lyon ont été le centre des relations avec le Venezuela sur la base de leurs programmes de formation au niveau maîtrise et doctorat. Les professeurs et leurs anciens étudiants ont établi des relations de travail et de confiance qu'ils ont reproduites au fil du temps. Mais le manque d'ouverture du groupe central a eu un effet de limitation, car il a exclu de possibles extensions du programme vers d'autres centres de recherche, en particulier en France. Les participants français qui ne font pas partie du noyau central ont plus d'une fois regretté que leurs collègues (français) n'accordent pas plus de liberté à de nouvelles opportunités. Du côté vénézuélien, bien qu'on ait aussi entendu cette plainte, les groupes alternatifs sont moins nombreux et, de ce fait, la capacité de diversifier l'univers du programme semble avoir été quelque peu limitée dans le passé, mais les conditions existent pour que la situation évolue sans difficulté majeure.

Comme on peut l'attendre d'un programme qui a quatorze ans, les thèmes de la collaboration ont évolué. Cependant, les développements de la discipline dans le domaine international suggèrent que des changements plus profonds devraient intervenir à court terme.

Thématique des accords PCP et PICS dans le domaine de la catalyse.

- 1987 : premier PCP-catalyse. Étude des systèmes (procédés) qu'utilisaient les catalyseurs en phase hétérogène générés à partir des zéolites modifiées.
- 1988 : premier PICS-catalyse sur la valorisation du méthane en phase homogène ou moyennant l'usage de catalyseurs supportés. (Un thème commun aux deux programmes, au cours de cette première étape de la coopération bilatérale, a été l'étude du procédé HDS : elle répondait à la nécessité de progresser dans la connaissance de ce domaine, en raison des types de bruts qui étaient traités dans les deux pays).
- 1992 : accord de coopération (PCP+PICS) pour travailler en chimie fine (catalyse de procédés relevant de l'obtention sélective de produits se situant dans cette catégorie de la production mondiale).
- 1995 : on a considéré qu'il convenait de reprendre en partie les choses au début, et une nouvelle orientation a été approuvée pour les deux programmes.
- 1996 : PICS : traitement des bruts lourds et extra-lourds.
- 1997 : PCP : procédés de catalyse en relation avec la pétrochimie et le raffinage du pétrole.

L'intérêt des étudiants

Les chercheurs français reconnaissent aujourd'hui qu'en général, ils acceptaient auparavant les étudiants étrangers sans se demander ce que ceux-ci désiraient faire. Mais les relations ont évolué, et les candidats sont maintenant pris davantage en fonction de leurs domaines d'intérêt. Un contact préliminaire informel est pris avec le candidat et ses tuteurs dans leur pays d'origine et, le programme étant élaboré selon une thématique vaste mais suffisamment spécifique, il permet d'optimiser les intérêts et les bénéfices de tous les partenaires. L'intérêt de programmes tels que le PCP et le PICS réside en grande partie dans

Tableau 2. Échanges dans le cadre du PCP-catalyse

Année	Doctorat Étudiants (t-mois)	Post-doctorat Professeurs (t-mois)	Recherche (a)	Totaux personnes (t)
1988	3 (7)	1 (6)	**	4 (13)
1989	1 (12)	4 (33)	**	5 (45)
1990	3 (13)	3 (9)	**	6 (22)
1991	7 (43)	**	**	7 (43)
1992	8 (42)	1 (7)	**	9 (53)
1993 (b)	4 (24) 1 (12)	4 (8)	5 (2) 4 (2)	18 (52)
1994 (b)	2 (15) 1 (6)	1 (0,5)	2 (1,5) 3 (1,5)	9 (25)
1995 (b)	4 (18) 1 (12)	2 (13)	** 5 (2)	12 (45)
1996 (b) (1 ^{er} semestre)	3 (13) 1 (3)	1 (4)	1 (0,5)	6 (20,5)

a) La première colonne se réfère aux échanges avec des Vénézuéliens venus en France, alors que la seconde se réfère aux français partis au Venezuela. Un astérisque veut dire qu'il n'y a pas de mouvement.

b) Au cours des années 1988 à 1992, le financement du séjour des chercheurs vénézuéliens en France et vice-versa a été subventionné par eux-mêmes par le biais d'un autre type de programme (par exemple, CDCH-UCV, SI-CONICIT, etc.)

Source : CONICIT, Caracas.

le fait que la formation de la future génération de chercheurs dans un domaine donné s'effectue dans un cadre organisé. On trouvera dans le tableau 2 le nombre total d'échanges dans le programme destiné à la formation (PCP). Il faut préciser que le programme n'inclut nullement le nombre total de spécialistes de la catalyse qui ont été formés en France, car beaucoup d'entre eux l'ont été au cours de l'étape de contacts, préliminaire à la signature du premier accord. Nous pouvons donc affirmer que le programme de recherche conjointe a représenté un véritable pôle de formation, dont les conséquences restent encore à démontrer.

Application des résultats

Plusieurs de nos interlocuteurs ont noté que seul un petit nombre des travaux réalisés dans le cadre du réseau de recherche en catalyse dans le domaine de la chimie fine ont reçu un soutien direct de l'industrie. Les rares exceptions concernent la participation d'INTEVEP au financement des bourses de thèse et quelques travaux soutenus par l'IFP en France. Cette situation s'explique, du côté français, par le fait qu'il est difficile d'obte-

nir le soutien de l'industrie dans le domaine de la chimie fine, en raison du problème délicat de la propriété industrielle ; du côté vénézuélien, c'est le manque d'intérêt des industriels vénézuéliens pour ce type de chimie qui en est responsable. En effet, contrairement aux espérances exprimées quand le PCP a été renouvelé en 1992 dans le climat suscité par la signature du premier accord BID-CONICIT sur les nouvelles technologies, la chimie fine ne s'est pas développée au Venezuela et n'est pas susceptible de se développer dans un proche avenir, car les producteurs actuels contrôlent les marchés des produits finis. Certains thèmes figurant dans le PCP et qui se situent à la limite de la chimie fine, tels que l'hydrogénation de cycles aromatiques de molécules nitrogénées et l'activation des alcanes, se rapprochent, bien que très en amont, de certains processus de la chimie du pétrole et ont bénéficié indirectement du soutien apporté par les sociétés pétrolières à ces domaines.

Cependant, l'intérêt de l'industrie pour un programme dans un domaine comme la catalyse réside dans un aspect plus difficile à mesurer : la capacité qui en découle d'étudier et de développer un savoir technologique très spécifique. Les

exemples de développement technologique dans l'industrie pétrolière brésilienne démontrent qu'un pays en développement peut arriver à la pointe de la technologie en travaillant en coordination avec des partenaires étrangers, comme le démontrent l'exploration à grande profondeur (Furtado, 1998) ou la création de l'entreprise de catalyseurs de Rio de Janeiro (Antunes *et al.*, 2000). La recherche en catalyse permet à l'industrie d'être informée de l'évolution de la science, des derniers progrès scientifiques. La présence de doctorants aide à conserver un niveau de compétence dans le domaine. Il s'est créé de cette façon un pool de compétences relativement bon marché. Il revient à l'industrie de l'utiliser de façon efficace.

La coordination partagée du programme

La collaboration que nous avons présentée dans ses diverses modalités a toujours dépendu d'administrateurs scientifiques expérimentés. En France comme au Venezuela, leur rôle a consisté principalement à protéger le programme contre les aléas des politiques nationales et à en faire un espace dans lequel l'objectif fondamental était le bon fonctionnement de la coopération internationale. Ces administrateurs ont essayé, à différents moments, de résoudre les difficultés dans le cadre du Programme lui-même et d'éviter qu'elles soient portées dans l'arène nationale, où ils auraient eu moins de pouvoir et de latitude de contrôle. Il semble qu'ils aient bénéficié dans leur fonction d'un degré considérable d'autonomie, ce qui n'est pas surprenant puisque tant que domine l'impression qu'un programme est consacré à la science fondamentale, les gouvernements qui entrent dans l'association bilatérale laissent généralement les scientifiques proposer des projets de recherche qui contribueront à former des élites, à renforcer leur propre image de dirigeants assumant une responsabilité scientifique et politique, à augmenter leur prestige et à renforcer les alliances. Ce n'est que lorsque le programme se rapproche des domaines stratégiques de recherche que les coordonnateurs sont entravés par les politiques nationales et voient leur autorité affaiblie quand il s'agit de prendre des décisions fondamentales. Dans le cas de la catalyse, cette limitation a été évidente à certains moments où les intérêts des industries pétrolières nationales se sont opposés à ceux des participants au PCP-catalyse.

Conclusion

Le programme de collaboration que nous venons de présenter possède une assez longue histoire et s'est effectué dans des domaines stratégiques, du point de vue économique mais aussi géostratégique, si l'on considère la caractère essentiel des ressources pétrolières. Au cours des dernières années, la volonté politique de développer la coopération a été réaffirmée. La forme qu'elle prendra dépend d'une combinaison complexe de facteurs et est vue différemment selon la place des acteurs concernés.

Pour les autorités françaises, cette coopération devrait être un terrain d'étude privilégié pour élaborer une nécessaire rénovation de la politique de collaboration avec les pays en voie de développement. À l'ordre du jour figurent des questions sur la façon dont s'effectue la collaboration, sur son lien avec les intérêts commerciaux, sur la meilleure façon d'institutionnaliser des évaluations valables des programmes. Nous avons démontré que les scientifiques jouissent d'une relative autonomie et que ce sont eux qui dirigent les programmes internationaux. Ils agissent au nom de leur pays, dans le respect de la qualité scientifique de leurs pairs. Dans certains cas, il semble qu'une certaine forme de relation « professeur-élève » ait perduré, dans d'autres, l'échange se fait avec les « homologues de l'autre pays » : cela dépend de l'histoire institutionnelle des deux partenaires. Nous pensons qu'aujourd'hui, les différentes modalités de coopération auraient besoin d'une évaluation en profondeur¹¹.

Pour les autorités vénézuéliennes, cet exemple sert aussi de programme de référence puisque des liens se sont noués, selon diverses modalités, simultanément ou consécutivement à des actions PCP. Des liens associatifs spéciaux se sont constitués avec les institutions ou les chercheurs locaux qui ont étudié dans le pays associé, et l'interaction au sein du PCP a facilité et stimulé la participation de chercheurs vénézuéliens à des programmes internationaux de recherche et de promotion, comme par exemple les programmes de l'Union européenne, avec l'intervention de pays tiers. Cet exemple montre une fois de plus que le réseau auquel les chercheurs peuvent recourir a probablement plus d'importance que les résultats de la recherche eux-mêmes. Réseau auquel les entreprises publiques et privées pour-

raient aussi s'adresser afin d'utiliser efficacement un pool de compétences de très haut niveau.

Enfin, en ce qui concerne les chercheurs, il faudrait tenir compte des conséquences de la dénationalisation du travail scientifique et, par conséquent, de la vie interne d'organisations telles que les universités, les centres publics de recherche, les laboratoires de I&D ; ainsi que des profondes mutations qui ont affecté au cours des dernières décennies la nature elle-même du travail scientifique et qui font qu'être un scientifique n'a plus le même sens aujourd'hui qu'hier. Les collaborations internationales ne sont pas seulement la voie ouverte au prestige qu'apporte la reconnaissance au niveau international. Il nous semble en effet que la validité des travaux des chercheurs vénézuéliens, le fait qu'ils ont pu utiliser la ressource stratégique que constituaient les programmes PCP et PICS, conjointement avec leurs collègues français, montrent que l'efficacité des programmes se révèle quand ils permettent d'articuler des travaux réalisés au niveau national, au sein des institutions scientifiques et politiques

nationales, avec des travaux au niveau international. Nous sommes ainsi à même de confirmer un résultat qu'avaient obtenu d'autres chercheurs ayant effectué une étude des données bibliométriques, à savoir que l'articulation des ressources nationales et étrangères est une nécessité (Eisemon & Davis, 1989 ; Russell, 1998). Un programme de collaboration qui aurait seulement prévu l'envoi à l'étranger des chercheurs vénézuéliens aurait probablement été un échec et n'aurait pas eu la même résonance pour les collègues étrangers, les hommes politiques et les industriels. C'est donc parce qu'il contribue à la formation d'une communauté scientifique nationale que ce travail a eu des résultats si probants. L'émergence et le renforcement d'une communauté scientifique, a-t-on affirmé, améliore sous de nombreux aspects l'aptitude à collaborer, tant du monde industrialisé que des pays en voie de développement (Gaillard, Krishna et Waast, 1994). Le programme que nous venons d'étudier en est un excellent exemple.

Notes

* Pour réaliser cette étude, nous nous sommes appuyés sur la vaste base de rapports d'évaluation du Programme que nous avons obtenus à l'Ambassade de France à Caracas et auprès des coordonnateurs nationaux du Programme, et sur les documents que nous a fournis M. Roques, coordonnateur général des PCP à Pau ; visites aux principaux centres concernés et entretiens avec les participants en France et au Venezuela.

1. Ceruti cite la remarque d'un chercheur industriel : « Procedures for catalyst manufacturing are usually developed in an empirical way, through time-consuming and costly work, though some attempts of a scientific approach begin to appear in the literature ».

2. Nous ne voulons pas reproduire ici le débat théorique sur l'utilité de la science, dont nous avons traité ailleurs : Arvanitis, 1996 ; Arvanitis & Dutrenit, 1997 ; Vessuri, 1990, 1995.

3. Pour donner une idée de la présence de la coopération française en ce temps, on peut indiquer que l'IUT-RC envoya à lui seul en France, entre 1971 et 1981, 304 boursiers sur un total de 430 (les autres étant répartis entre le Venezuela, les États-Unis, l'Angleterre et le Canada), c'est-à-dire 71 %.

4. Les coopérants (volontaires du service national, VSN) étaient de jeunes universitaires qui accomplissaient leur service militaire en faisant des stages comme enseignants ou assistants

de laboratoire à l'étranger, dans le cadre de la Coopération française.

5. L'histoire d'Elf et d'Elf Aquitaine, en particulier depuis la perte de l'Algérie, est très instructive à cet égard. La France avait décidé alors de devenir un pays pétrolier. Avec la privatisation d'Elf, le modèle national s'est perdu. L'achat récent d'Elf par Total-Fina a éliminé les dernières velléités de l'État français de développer un modèle national d'industrie pétrolière.

6. Le Diplôme d'études approfondies (DEA) est un diplôme obligatoire en France pour s'inscrire en doctorat.

7. Le PICS est un programme CNRS de coopération pour la recherche, où la collaboration est

complémentaire et se fait à égalité. Le PICS est accordé pour trois ans, et chaque pays assure son financement. Le programme conjoint couvre les frais de la coopération : voyages, viatiques, communication, etc.

8. Cette institution se retira en invoquant des problèmes liés à la nécessité supposée d'une confidentialité absolue au sujet des résultats intéressants cette industrie.

9. Les deux grands thèmes de recherche étaient liés à la chimie du pétrole et aux intérêts stratégiques vénézuéliens et français : 1) activation du lien C-H du méthane et des alcanes par catalyse hétérogène et homogène ; et 2) activation du lien C-N des hydrocarbures nitrogénés en vue du traitement des bruts lourds.

10. Malheureusement, le financement de la science au Venezuela n'a pas maintenu un taux de croissance constant tout au long de la décennie et est resté de l'ordre de 0,30 % à 0,50 % du PIB depuis 1980.

11. Dans le cas de la catalyse entre la France et le Venezuela en particulier, l'évaluation prend toute son importance puisqu'on pense remplacer la formule du PCP par celle de programmes de coopération plus traditionnels quant à leur financement (ECOS-NORD) où disparaîtraient l'aspect d'évaluation continue comme la volonté de démontrer le lien entre le travail scientifique et les intérêts de la production et de l'économie.

12. Années de production du CD-ROM Pascal. Il s'agit de la réponse

à l'interrogation CATALY* sur les CD-ROM, faite pour les mots-clés, les titres et les résumés des documents. On ne peut pas considérer cette interrogation comme exhaustive car Pascal est une base de données pluridisciplinaire. Son avantage est qu'elle enregistre les documents avec une codification de zones pour les mots-clés de manière systématique. La base était plutôt tournée vers les productions en français jusqu'au début des années quatre-vingt-dix, infléchissement qui a été corrigé alors pour mieux refléter les productions en anglais. Elle enregistre pour cette période 431 422 articles scientifiques et 34 684 résumés, communications, articles de revues ou actes de congrès.

Références

AMBASSADE DE FRANCE/CONICIT-VENEZUELA. 1999. *Programme de Coopération « Post-gradués » PCP. France-Venezuela 1999*. CONICIT.

ANTUNES, A.M.S. ; GADEA DE SOUZA, C.M. ; CHAMAS, C.I. ; SOUSA-AGUIAR, E.F. 2000. « The Brazilian FCC catalyst plant : an example of a successful joint venture between Brazil and Holland, bringing about technological innovation », *Journal of Technology Transfer*, March.

ARVANITIS, R. 1996. *La relación incierta. Investigación aplicada y desarrollo en Venezuela*, Caracas, Fondo editorial FINTEC, 373 p.

-, ; GAILLARD, J. ; CHATELIN, Y. ; MEYER, J.B. ; SCHLEMMER, B. *et al.* 1995. « El impacto de los fondos europeos de apoyo en la cooperación científica con países

en desarrollo », *Interciencia* 20, 2, p. 76-82.

ARVANITIS, R. ; DUTRENIT, G. 1997. « La investigación tecnológica básica : ciencia pública o ciencia privada ? », *Revista Mexicana de Sociología*, numéro spécial dirigé par Rosalba Casas, 59, 3, p. 83-108.

BREYSSE, M. 1998. « Message du nouveau président », *Lettre d'information*, Division catalyse, Société française de chimie, Paris, avril.

CERUTI, L. 1999. « Historical and philosophical remarks on Ziegler-Natta catalysts. A discourse on industrial catalysis », *Hyle - An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, 5, 1, p. 3-41. Accessed through the web.

EDGE, D.O. 1979. « Quantitative measures of communication in

science : A critical review », *History of Science*, 17, p. 102-34.

EISEMON, T.O. ; DAVIS, C.H. 1989. « Publication strategies of scientists in four peripheral Asian scientific communities : Some issues in the measurement and interpretation of non mainstream science », dans Altbach, P. ; Davis, C. ; Eiseimon, T. ; Gopinathan, S. ; Hsieh, H. ; Lee, S. ; Pang, E. ; Singh, J. (dir. publ.). *Scientific Development and Higher Education in Newly Industrialized Countries*, New York et Londres, Praeger Publishers.

FURTADO, A. 1994. *Le Système d'innovation français dans l'industrie pétrolière*, rapport de recherche, Paris, CIRED, École des hautes études en sciences sociales.

- . 1998. « Technological competition in deep water : the success of a company in a country in the periphery », *Science, Technology & Society*, 3, 1, p. 75-109.
- GAILLARD, J. 1999. *La Coopération scientifique et technique avec les pays du Sud. Peut-on partager la science ?* Paris, Karthala.
- . ; KRISHNA, V.V. ; WAAST, R. 1994 (dir. publ.). *Scientific Communities in the Developing World*, New Delhi/Thousand Oaks/London, Sage.
- HICKS, D. ; KATZ, S.J. 1996. « Where is science going ? », *Science, Technology and Human Values*, 21, 4, p. 307-406.
- LEWISON, G. ; FAWCETT-JONES, A. ; KESSLER, C. 1993. « Latin-American scientific output 1986-1991 and international co-authorship patterns », *Scientometrics*, 27, 3, p. 317-336.
- NATIONAL SCIENCE BOARD. 2000. *Science and Engineering Indicators 2000*, NSB-00-01, NSF, Arlington, VA.
- NYE, M.J. 1986. *Science in the Provinces : Scientific Communities and Provincial Leadership in France. 1860-1930*, Berkeley, University of California Press.
- OST. 1999. *Science et Technologie. Indicateurs 2000*, rapport de l'Observatoire des sciences et des techniques, Paris, Economica, 463 p.
- RUSSELL, J.M. 1988. *Collaboration and Research Performance in Science : A Study of Scientists at the National University of Mexico (UNAM)*, Londres, Ph.D. City University.
- SCHOLTEN, J.J.F. 1994 (dir. publ.). *A Short Story of the Dutch School of Catalysis*, The Hague, Royal Netherlands Chemical Society, p. 137-159.
- SCHOTT, T. 1993. « World science : globalization of institutions and participation », *Science, Technology and Human Values*, 18, p. 196-208.
- VEDRINE, J. 1998. « Message du président sortant », *Lettre d'information*, Division catalyse, Société française de chimie, Paris, avril.
- VESSURI, H. 1990. « "O inventamos, o erramos", The power of science in Latin America », *World Development*, 18, 11, p. 1543-1553.
- VESSURI, H. 1995. *La Academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, Caracas, Fondo editorial FINTEC, 378 p.
- . ; CANINO. 1996. *Sociocultural Dimension of Technological Learning. Science, Technology & Society*, New Delhi, 1, 2, juillet-Décembre, p. 333-350.

REVUE INTERNATIONALE
DES SCIENCES
SOCIALES

Juin 2001

168

**La science
et sa culture**



UNESCO / érès