

# Bilan des actions entreprises par l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz en Colombie



Version Mars 2011

# Bilan des actions de coopération académique entre l'ENIM et le secteur de l'enseignement supérieur de Colombie

Sous l'impulsion de son directeur, Pierre PADILLA, l'ENIM a engagé depuis plus de dix ans un ensemble important d'actions de coopérations avec le secteur de l'enseignement supérieur de Colombie. Ce document présente ainsi de façon synthétique les différents volets de ces nombreuses coopérations démontrant ainsi le dynamisme de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz vis-à-vis de la Colombie.

## Conventions de coopération académiques dans le cadre de la formation initiale de l'ENIM

L'ENIM délivre le diplôme d'ingénieur à des étudiants ayant réalisé un parcours de :

- 5 ans après Baccalauréat (recrutement sur concours commun)
- 3 ans après un diplôme Bac+2 (IUT, BTS, CPGE)
- 2 ans après un diplôme Bac+4 (niveau M1)

Afin de développer l'internationalisation de la formation, l'ENIM a mis en place plusieurs conventions de coopération académique bilatérales avec des établissements d'enseignement supérieur qui permettent d'accueillir en France des étudiants Colombiens mais également aux étudiants Français d'étudier une partie de leur scolarité au sein des établissements de formation Colombiens.

La première convention de coopération académique a été signée en 1998 avec l'ECI (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, de Bogota). Actuellement, l'ENIM compte une convention de coopération active avec 14 établissements d'enseignement supérieur colombien :

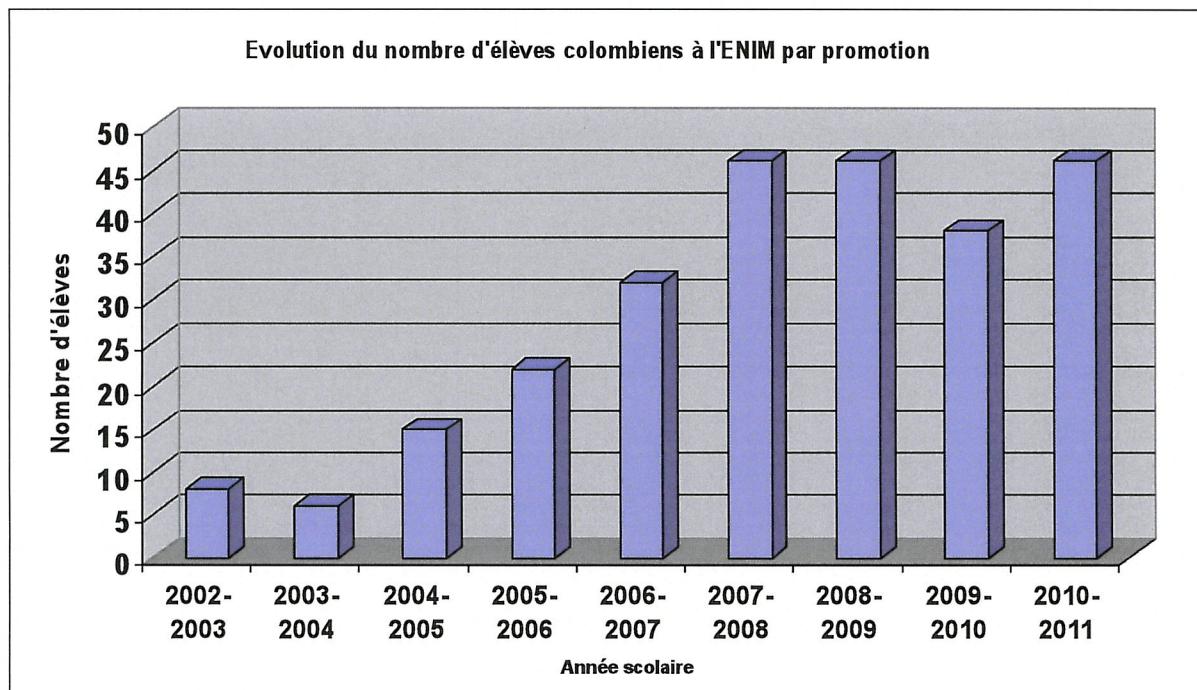
- ECI (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito), Bogota
- EAFIT (Escuela de Administración y Finanzas y Tecnologías), Medellín
- UdeA (Universidad de Antioquia), Medellín
- EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia), Medellín
- UPB (Universidad Pontificia Bolivariana), Medellín
- UIS (Universidad Industrial de Santander), Bucaramanga
- UNC (Universidad Nacional de Colombia), site de Bogota
- UTB (Universidad Tecnológica de Bolívar), Cartagena
- UTP (Universidad Tecnológica de Pereira), Pereira
- UniNorte (Universidad del Norte), Barranquilla
- UV (Universidad del Valle), Cali
- Universidad de los Andes, Bogota
- USB (Universidad de San Buenaventura), Medellín
- FUSM (Fundación Universitaria San Martín)

Ces différents accords de coopération ont permis à l'ENIM d'accueillir 259 étudiants depuis 2000. Parmi eux, 175 ont d'ores et déjà obtenu le diplôme de l'ENIM grâce à des conventions spécifiques de double diplôme signées parmi les 14 partenaires cités.

Par ailleurs, il est à noter l'excellence des élèves colombiens accueillis à l'ENIM puisqu'ils sont sélectionnés parmi les meilleurs étudiants de leur université d'origine. Cette excellence se manifeste notamment par l'obtention régulière de bourses Eiffel, bourses accordées par le Ministère des Affaires Etrangères pour favoriser l'accueil d'étudiant étranger de niveau excellent.

L'ENIM a, quant à elle, développé un programme d'accompagnement financier permettant d'assister les étudiants colombiens, notamment au niveau du logement et de la subsistance quotidienne.

Ce graphique présente l'évolution du nombre d'étudiants colombiens au sein de l'ENIM au cours des années scolaires depuis 2002/2003 :



Toujours dans le cadre de la formation initiale, l'ENIM a accueilli 36 étudiants issus des milieux les plus défavorisés (12 en 2008 et 24 en 2010) issus du SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) pour une durée d'un an et leur a ainsi délivré le titre de Bachelor de l'ENIM (niveau Bac+3).

Enfin, l'ensemble de ces partenariats académiques a permis à l'ENIM de dynamiser sa mobilité sortante puisque des étudiants français de l'ENIM ont eu l'occasion d'effectuer une année entière au sein d'une université partenaire et ainsi obtenir le diplôme de cette dernière, toujours dans le cadre des programmes de double diplôme signés. Par ailleurs, et par réciprocités, ces étudiants se sont vus accompagnés financièrement par nos partenaires colombiens durant toute l'année de leur mobilité. A ce jour, l'ENIM a envoyé 41 étudiants depuis 2004/2005, en particulier à l'ECI de Bogota et à l'EAFIT de Medellin et au SENA.

#### **Partenariats académiques dans le cadre du mastère spécialisé en Logistique et Gestion de Projets**

L'ENIM propose un mastère spécialisé en Logistique et Gestion de Projets. Pour accéder à cette formation, les élèves doivent posséder le titre d'ingénieur. C'est donc une formation d'un an portant le niveau final à Bac+6. Cette formation a ainsi pu séduire 22 étudiants colombiens depuis 2001.

Concernant cette formation, intéressant beaucoup la Colombie qui dispose de nombreuses formations en logistique en pregrado, l'ENIM a été sollicitée par l'ECI (Escuela Colombiana de Ingeniería) de Bogota pour l'assister dans la création d'un mastère analogue mais dispensé depuis la Colombie. Ainsi, c'est en tant qu'expert que l'ENIM intervient depuis 2009 pour la mise en place des programmes de formations qui seront en partie partagés avec la France, soit par visioconférence, soit par déplacement des spécialistes internationaux en logistique.

## **Partenariats institutionnels**

Afin de fédérer les partenariats académiques développés avec la Colombie, l'ENIM s'est rapprochée d'organisations institutionnelles colombiennes telles que l'ACOFI (Association Colombienne des Formations d'Ingénieurs). Son président est ainsi très promoteur des actions de coopérations menées par l'ENIM, tant sur le plan académique que sur les missions annexes (Contrat SENA, Réseau Carthagène d'Ingénierie, Institut Franco Colombien d'Ingénierie de la Formation, *etc.*)

## **Promotion des formations françaises**

L'ENIM a toujours mis un point d'honneur au maintien de la promotion des formations françaises à l'étranger. Aussi, l'ENIM a-t-elle participé au salon EduFrance qui s'est tenu en Colombie de 2002 à 2005 à l'Alliance Française. C'est entre autre par cette représentation que nous avons pu entretenir un haut niveau de recrutement vis-à-vis de nos partenaires mais également pour d'autres étudiants intéressés notamment par les formations Bac+6 comme le mastère spécialisé en Logistique et Gestion de Projets.



Enfin, il est important de noter que l'ENIM a souhaité associer ses partenaires français au dynamisme du réseau de partenariats mis en place avec la Colombie. Ainsi, l'ensemble des écoles constituant le groupe des ENI (ENIB de Brest, ENISE, de St Etienne, ENIT de Tarbes et ENIVL de Blois) ont rejoint l'ENIM dans cette aventure. A ce jour, une bonne partie des conventions de coopération se sont étendues à l'ensemble des ENI et les flux d'étudiants commencent à s'intensifier avec un fort objectif de développement pour les années à venir.

## Coopération ENIM-SENA 2002-2011

### Objectifs de la coopération

Lors de son élection en août 2002, le président Alvaro Uribe a fait de la formation professionnelle une de ses priorités car elle constitue une réelle alternative à d'autres systèmes parallèles qui captent les jeunes sans qualification pour les entraîner en marge de la société. Aussi, il fallait relever le défi de former efficacement un nombre très importants de jeunes. C'est ce défi qui a été proposé à Dario Montoya lors de sa nomination à la tête du SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), organisme national regroupant l'ensemble de la formation professionnelle à travers toute la Colombie. Afin de pouvoir rapidement augmenter le nombre d'étudiants formés tout en maintenant un bon niveau de qualité, il a donc fallu contribuer à augmenter la performance générale de ces centres de formation. Aussi, Dario Montoya s'est tourné vers l'ENIM pour mener un projet pilote sur l'ensemble des centres du secteur métal mécanique (11 centres). En effet, l'ENIM a développé une approche originale s'attachant à considérer les systèmes de formation à l'instar des systèmes de production. De nombreuses méthodes deviennent ainsi transposables afin de contribuer à l'amélioration des dits systèmes. C'est cette démarche originale qui a été déployée au sein des centres du SENA qui a permis, depuis 2002, de satisfaire aux objectifs de Dario Montoya.

Bien que la démarche originale de l'ENIM nécessite un volet d'expertise, il existait une volonté forte d'opérer un transfert de technologies et de compétences afin que rapidement, le SENA puisse être autonome sur la conduite de ces actions d'améliorations.

### Expertises du SENA

L'ENIM a envoyé en Colombie 16 étudiants de 5<sup>ème</sup> année afin de réaliser une première phase d'audit des différents centres du SENA sélectionnés. Cette opération s'est déroulée durant la période des projets de fin d'études, de Février à Juin 2004. Cette première phase s'est suivie de l'envoi de 4 élèves de 4<sup>ème</sup> année, de septembre 2004 à Janvier 2005, afin de synthétiser ces informations et préparer les plans d'actions de modernisation des différents centres. Pour cette première phase de diagnostic, les différents experts ont déployé les mêmes outils dans les différents centres. Ces outils de diagnostic sont directement issus des guides d'audit des organisations industrielles du CETIM.

Ces différents étudiants ont été soutenus dans leurs démarches par plusieurs enseignants experts dans le domaine de l'ingénierie de formation. Ces enseignants ont réalisé plus de 10 missions en Colombie sur l'ensemble du projet.

L'ensemble des diagnostics effectués ont alors permis de proposer et opérationnaliser 11 plans de modernisation concernant chacun des centres de formation impliqués dans l'action. La mise en œuvre de ces plans de modernisation a notamment conféré aux centres l'agilité structurelles qui leur faisait défaut jusqu'à lors. Parmi d'autres améliorations, des espaces de travail collaboratif ont été créés comme en témoigne cet exemple :

## PASADO



## PRESENT Y FUTURO



Le SENA proposant des formations professionnalisantes, il a pour vocation de transformer les élèves en travailleurs opérationnels. Aussi, il est fondamental que le SENA soit à l'écoute du tissu industriel environnant afin de garantir un emploi à ses élèves en satisfaisant au mieux les besoins des entreprises. Il s'agit de passer d'une logique de l'offre à une logique de la demande. Pour se faire, l'ENIM a aidé le SENA dans l'identification des centres de compétences nécessaires pour alimenter les bassins industriels locaux. En mai 2007, ce sont donc 6 experts de l'ENIM qui se sont rendus en Colombie dans chacun des 11 centres impliqués dans le projet. Il a été ainsi mis en évidence l'intérêt de développer 11 plateformes de très haute technologie (une par centre) afin de dynamiser l'activité autour du SENA (tant industrielle que d'éducation et de recherche). Les thèmes retenus sont :

- Les matériaux / soudage,
- Le PLM (Product Lifecycle Management),
- La maintenance,
- L'Usinage Grande Vitesse,
- La logistique,
- La plasturgie.

### Transfert de Technologies et de compétences

Pour atteindre rapidement les objectifs fixés, le SENA souhaitait disposer d'un potentiel suffisant de cadres et instructeurs possédant des compétences étendues en ingénierie de formation et qui seraient porteurs d'une culture affirmée de management moderne des processus de formation. Une première formation de 38 personnes issues des différents centres de formation, fut dispensée dans les locaux de l'ENIM en Janvier 2004. Ce même type de formation fut dispensé en Novembre 2004 à Metz et en Avril 2005 à Medellin, pour au total une cinquantaine d'instructeurs du SENA.

D'autres formations furent dispensées dans le cadre des formations technologiques visant à la création des plateformes technologiques. 12 instructeurs du SENA sont venus se former durant 2 mois à l'ENIM afin d'acquérir les compétences nécessaires à la mise en place de ce type de plateformes.

Pour accompagner ces 12 instructeurs, l'ENIM a accueilli, de juin à décembre 2007, 12 étudiants du SENA. Ces étudiants ont reçu une formation de niveau Bachelor en Ingénierie de Formation. La mission applicative de ces étudiants s'est orientée sur la création des plateformes de Hautes Technologies. Aujourd'hui ces étudiants sont diplômés et devenus instructeurs dans leurs différents centres respectifs du SENA.



En Mai 2007, 11 membres du SENA et de plusieurs universités partenaires de l'ENIM, sont venus à l'ENIM pour recevoir une formation en « gestion stratégique de la technologie, de l'innovation et du savoir ». Cette formation, destinée à des personnes occupant de hautes fonctions de management, visait à leur donner la capacité à gérer leurs centres de formation.

En 2009, le transfert de compétences s'est poursuivi à travers la venue de 12 instructeurs du SENA à l'ENIM pour recevoir une formation en PLM (Product Lifecycle Management). Cette formation a conféré à ces personnes, disposant déjà d'un haut niveau d'études, un diplôme d'ingénierie spécialisée en PLM. Ils ont ainsi été sensibilisés à la philosophie PLM et à la maîtrise des outils PLM de Dassault Systèmes dans l'optique de déployer ces nouvelles formations dans les différents centres de formation du SENA et appliquer la philosophie de gestion PLM pour la conduite et le développement des centres de formation. Une vraie dynamique est alors apparue dans les centres de formation du SENA autour du PLM et elle s'est concrétisée par la création d'une épreuve de compétition automobile (Formula SENA) impliquant la réalisation de 12 véhicules de course en appliquant les méthodes et outils du PLM. Ce challenge a ainsi donné lieu à une course s'étant déroulée au deuxième semestre 2010. Fort de ces succès, le SENA a envoyé un nouveau groupe de 12 instructeurs en formation PLM au cours des mois d'octobre et novembre 2010 afin qu'ils puissent également obtenir un diplôme d'ingénierie spécialisée en PLM.

L'année 2010 a également vu une importante campagne d'investissements de la part du SENA afin de moderniser le parc des machines outils de ses ateliers dédiés à la formation. Ainsi, c'est plus de 450 machines outils qui ont été achetées et c'est à l'ENIM qu'a été confiée l'expertise liée à la réception et à la mise en œuvre de toutes ces machines au sein des centres. Ainsi, 17 élèves ingénieurs de l'ENIM de 5<sup>ème</sup> année effectuent actuellement (février-juin 2011) leur Projet de Fin d'Etudes en Colombie au sein des centres du SENA impliqués et

s'assurent du démarrage correct des installations, de la pérennisation de leur fonctionnement mais également de la création d'une dynamique d'enseignement autour des machines.

### **Création de l'Institut International d'Ingénierie de Formation**

Enfin, pour stabiliser ce transfert de technologies et de compétences en Ingénierie de formation vers la Colombie, l'ENIM, le SENA et l'Université d'Antioquia ont créé un institut international d'ingénierie de formation. Cet institut de formation se situe à Medellin au sein de l'UdeA et fut initialement prévu pour dispenser les formations précédentes à plus de 250 personnels du SENA. Cet institut permettra également de dispenser ces formations à l'ensemble des partenaires du réseau de Carthagène d'Ingénierie mais plus encore, déployer les méthodes et outils développés sur l'ensemble des 257 sites que compte le SENA. Dans le cadre de cette action, 8 auditeurs du SENA sont venus durant 1 mois à l'ENIM, en Juin 2006, se faire former aux concepts de l'Ingénierie de Formation.

### **Promotion du produit des entreprises françaises**

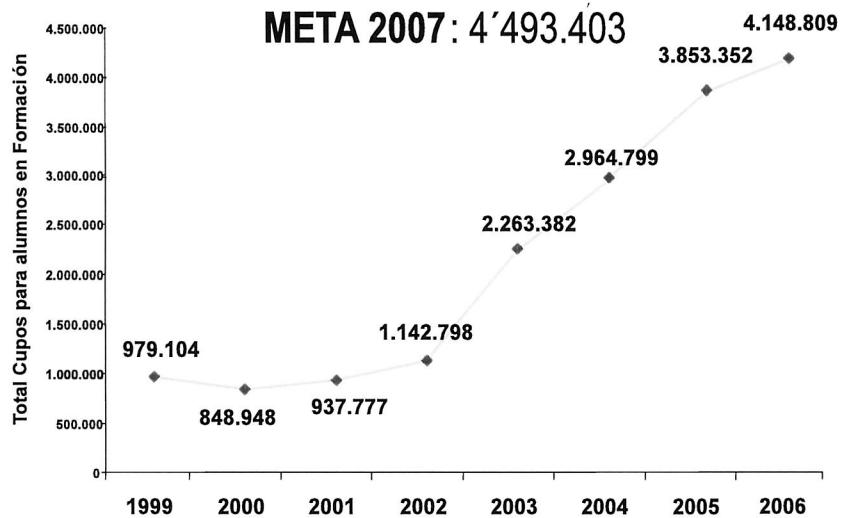
Ces différentes formations ont été l'occasion pour nous de faire la promotion du produit des entreprises françaises. A chacune des venues des différentes délégations, nous avons mis un point d'honneur à leur faire découvrir le tissu industriel français à travers différentes visites. Mais ces échanges furent surtout l'occasion de présenter la pertinence des technologies françaises pour contribuer à l'amélioration des centres du SENA. Ainsi, le SENA a-t-il investi dans de nombreux contrats avec des entreprises comme l'institut de Soudure, Edu4, Pierron éducation, un éditeur de logiciel de création de laboratoire de formation et plus récemment un gros contrat avec Dassault Systèmes pour l'implantation des outils du PLM.

### **Résultats**

Comme en témoigne le directeur du SENA, Dario Montoya, la collaboration ENIM-SENA a permis, par toutes les actions entreprises :

- Une meilleure flexibilité du système,
- De rompre avec le système de formation traditionnel pour le rendre analogue aux systèmes de production,
- De faire évoluer le concept d'heure de formation pour rendre l'apprentissage flexible, mobile et au rythme de l'étudiant,
- De rompre avec les structures d'apprentissage traditionnel pour permettre de résoudre des problèmes et l'atteinte de perspectives,
- De changer le rôle de l'instructeur (vecteur principal de la connaissance) pour faciliter son autonomie, son travail en équipe et son apprentissage de l'environnement de l'étudiant,
- Intégrer de nouvelles sources de connaissances.

L'objectif initialement défini, permettant de former plus d'élèves en maintenant un haut niveau de qualité, a ainsi été atteint comme en témoigne le graphe ci-dessous :



Enfin une vidéo réalisée par le SENA, présentant l'ensemble de la coopération de façon synthétique, est disponible sur : <http://www.sena.edu.co/downloads/senaEnim/index.html>

## Création du Réseau Carthagène

Le Réseau Carthagène d'Ingénierie est un ensemble tripartite international d'établissements académiques, institutionnels et industriels dans les domaines de l'ingénierie mécanique, de la productique et de l'ingénierie industrielle. Il a été créé à la suite d'une assemblée générale à Carthagène (Colombie) le 19 septembre 2006. Sa principale vocation est d'établir une collaboration multilatérale entre ses différents membres afin :

- d'améliorer la formation des ingénieurs dans ces domaines de compétence ;
- de moderniser l'appareil productif des pays membres.

Les membres fondateurs du RCI sont issus des partenaires nationaux et internationaux de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz et de l'université Paul Verlaine de Metz.

### Constat de départ

Les organisations et les systèmes productifs du XXI<sup>e</sup> siècle seront de plus en plus confrontés à un contexte de compétition internationale, influencés par :

- des changements géoéconomiques induits par l'influence géopolitique de la modernisation ;
- la prédominance croissante des flux d'informations sur la main d'œuvre et les matières premières.

Parallèlement à ces changements, on assiste à une forte émergence de nouvelles technologies (micro-électronique, nanotechnologie, biotechnologie, multimédia,...) qui ont un impact transversal sur les secteurs productifs. De plus, elles rendent possibles l'apparition de nouveaux secteurs productifs à valeur technologique très élevée.

L'internationalisation de la recherche et du développement technologique induit aussi des changements organisationnels dans le fonctionnement même des acteurs économiques. Ceux-ci devront travailler à un rythme plus rapide, pour développer de nouveaux avantages compétitifs basés sur l'économie de la connaissance.

Cette situation présente un risque pour la formation des futurs ingénieurs, et celle-ci devra répondre à différents besoins :

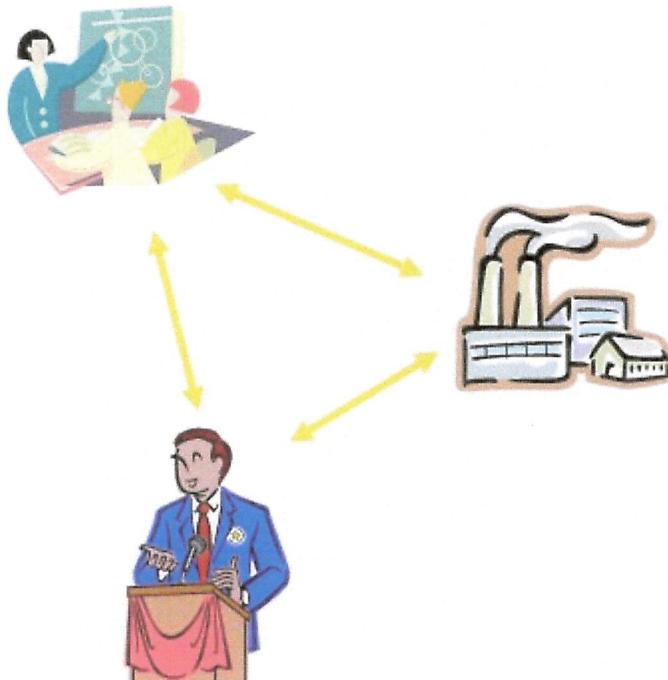
- nouvelles opportunités de collaboration ;
- travailler solidairement pour affronter ces risques ;
- élaborer des réseaux sociaux pour bénéficier d'expériences mutuelles.

### Constitution du réseau

La création du Réseau Carthagène d'Ingénierie a été proposée par l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Metz et de l'université Paul Verlaine de Metz, en s'appuyant sur un réseau de partenaires déjà établi. Toutefois, le RCI vise à transformer des échanges bilatéraux entre l'ENIM et ses partenaires, en échanges multilatéraux.

Le réseau se centre sur les domaines de l'ingénierie mécanique, la productique et l'ingénierie industrielle. Il est constitué d'un ensemble d'unités de base formant une composante locale ou nationale tripartite :

- académique : écoles, facultés ou institutions liées à l'enseignement de l'ingénierie
- institutionnel : autorités locales, régionales ou nationales ;
- industriel : entreprises, chambres de commerce ou groupements industriels.



Les établissements académiques seront chargés de rapprocher les différents acteurs économiques afin de contribuer à la création de nouvelles activités nécessaires au développement économique local. De plus, les liens académiques entre les différentes institutions de formation permettront de faire face aux risques évoqués plus haut.

### **Philosophie et fonctionnement**

Le Réseau Carthagène d'Ingénierie est directement impliqué dans l'enseignement et l'apprentissage de l'ingénierie. Il a ainsi pour but de compléter et d'améliorer l'offre de formation dans ce domaine, afin de contribuer à la modernisation de l'appareil productif des pays où il intervient. L'interactivité entre les membres du réseau (enseignement, recherche, technique) permettra d'obtenir des résultats significatifs pour ces objectifs.

Sur le plan pratique, le RCI facilitera les échanges entre ses membres, au niveau :

- cours et programmes d'enseignement ;
- programmes informatiques et documentation techniques ;
- stages en entreprise.

Chaque membre du réseau apportera à la communauté, un ensemble de documents et d'expertises relatifs à ses domaines de compétences. Il mettra aussi à disposition des ressources humaines et matérielles dans le cadre de doctorats, de masters ou de spécialisations. Les travaux seront centrés autour de différents groupes de travail thématiques.

### **Membres du réseau**

Le Réseau Carthagène d'Ingénierie regroupe des institutions académiques, institutionnelles et industrielles du monde entier : Albanie, Allemagne, Argentine, Autriche, Belgique, Bénin, Brésil, Canada, Chine, Colombie, El Salvador, Espagne, États-Unis, France, Ghana,

Guatemala, Mexique, Pays-Bas, Pologne, République Dominicaine, Roumanie, Sénégal, Togo.

Comité de direction

Fonction	Personne
Président RCI	MORETTI, Jean-Claude
Relations industrielles	FOUGER, Xavier
Coordination des activités académiques	RODRIGEZ GARCIA, Alberto
Relations entreprises-universités	LODYGOWSKI, Tomasz
Développement de l'ingénierie de formation et de la réingénierie de la formation supérieure	PADILLA, Pierre
Développement et coordination de la recherche	CORMIER, Gilles
Innovation	
Développement économique entreprises-universités	
Développement de la formation technologique et de l'ingénierie par apprentissage	MONTOYA MEJIA, Dario
Relations extérieures et expansion du réseau	TIEM, Sonnou
Coordination des activités de communication du groupe	MARTÍNEZ BARRIOS, Patricia
Pôle de compétitivité des entreprises et partenaires sociaux économiques	MORETTI, Jean-Claude
Relations avec les pays d'Asie et institut d'ingénierie de formation pour l'Asie	LI, Hao
Développement des sciences humaines dans le domaine de l'ingénierie	LIOGER, Richard
Centre international d'ingénierie de formation sur les technologies des machines outils CNC et des systèmes intégrés CIM	CHEN, Jihong
Secrétaire RCI	REZG, Latifa

**Dynamique de fonctionnement**

Depuis sa création, le RCI a organisé plusieurs évènements majeurs :

- ICONEED (International conference on Education Engineering), 14-16 octobre 2007, Carthagène des Indes, Colombie
- Premier meeting international du Réseau Carthagène sur la rectification, 14-15 novembre 2007, Metz, France
- Assemblée générale du RCI, 20-23 novembre 2007, Forbach, France
- 2nd International Conference on Education Engineering (ICONEED), 1-3 décembre 2008, Carthagène des Indes, Colombie
- Troisième Assemblée Generale du Réseau Carthagène d'Ingénierie-RCI, 2-4 septembre 2009, Carthagène des Indes, Colombie
- Quatrième assemblée du RCI, 21-24 septembre 2010, Metz, France