

**ORIENTATIONS STRATEGIQUES**  
**DES ECOLES DES MINES**

**DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS**

**DU GROUPE DE TRAVAIL PRESIDE PAR FRANCIS MER**

17 mars 2001

# **ORIENTATIONS STRATEGIQUES DES ECOLES DES MINES**

## **DIAGNOSTIC ET RECOMMANDATIONS**

### **DU GROUPE DE TRAVAIL PRESIDE PAR FRANCIS MER**

#### **Avant propos**

La France compte environ 240 écoles d'ingénieurs réparties sur le territoire, qui ont délivré en 2000 de l'ordre de 26000 diplômés. Plus de la moitié de ces écoles dépendent du ministère de l'Education Nationale, 60 sont des écoles privées, et 50 relèvent d'autres ministères. Parmi celles-ci se trouvent les Ecoles des Mines qui sont rattachées au Secrétariat d'Etat à l'Industrie, au sein du Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie (MINEFI).

Le flux actuel de diplômés des Ecoles des Mines correspond sensiblement au double de ce qu'il était en 1985, date à laquelle l'Etat a engagé une politique volontariste d'accroissement du nombre d'ingénieurs formés en France. C'est dans ce contexte que le ministère en charge de l'industrie a lancé un programme de croissance, formalisé en 1990 par un « plan de développement décennal » comportant les créations des Ecoles des Mines de Nantes et d'Albi-Carmaux, ainsi qu'une augmentation des effectifs d'ingénieurs issus des quatre Ecoles des Mines existant à l'époque (Paris, Saint-Etienne, Alès et Douai).

Ce plan est arrivé à son terme en 2000, et le Secrétaire d'Etat à l'industrie M. Christian Pierret a souhaité que, dans son prolongement, une nouvelle réflexion soit menée pour proposer des orientations stratégiques à donner à cet « appareil de formation » composé aujourd'hui de six écoles. Cette mission a été confiée à M. Francis Mer, Président Directeur Général d'Usinor entouré d'un groupe de travail (Annexe 18). Ce groupe appelé commission OSEM (Orientation Stratégique des Ecoles des Mines) a dans un premier temps examiné les stratégies mises en place par chacun des directeurs d'école, et par le Conseil Général des Mines qui assure la tutelle de ces établissements. Il a ensuite consulté des personnalités (dirigeants de l'industrie, scientifiques, responsables d'établissements d'enseignement supérieur étrangers, ...) afin de recueillir leurs avis sur les voies qui devraient être privilégiées pour conforter les apports de ce réseau d'écoles à l'économie nationale.

De cette réflexion ressortent des recommandations concrètes qui sont de nature à améliorer l'efficacité du réseau des Ecoles des Mines dans la conduite de grands projets en commun, et conforter son identité pour lui permettre d'assurer toujours mieux sa mission au service du développement de l'industrie par la formation, la recherche et le transfert de technologie.

Le présent rapport se compose d'une note de synthèse indiquant les recommandations formulées par le groupe de travail, ainsi que leur justification. Elle est complétée par des annexes qui sont soit des documents de référence pour le Groupe des Ecoles des Mines, soit des notes d'approfondissement de certains points qui n'ont pas été détaillés dans la note principale que le groupe a souhaité aussi concise que possible.

# SOMMAIRE

<b>Un groupe d'écoles d'ingénieurs de haut niveau, orientées vers le développement des entreprises .....</b>	<b>2</b>
<b>Un diagnostic : les Ecoles des Mines doivent relever ensemble un défi majeur .....</b>	<b>3</b>
<b>I ) Recommandations relatives à la Formation .....</b>	<b>4</b>
R1 ) Diversifier le recrutement des écoles.....	4
R2 ) Former des ingénieurs ayant l'esprit d'entreprise .....	4
R3 ) Former des spécialistes pour les entreprises.....	5
R4 ) Former des docteurs chercheurs pour les entreprises .....	5
R5 ) Faire partie des leaders de la formation continue des cadres, adaptée aux besoins des entreprises. ....	5
R6 ) Utiliser les Technologies de l'Information et de la Communication pour développer les offres de formation.....	6
<b>II ) Recommandations relatives à la Recherche.....</b>	<b>6</b>
<b>Axer toujours plus la Recherche sur une Recherche Technologique de haut niveau et sur le transfert des avancées technologiques à l'Industrie. ....</b>	<b>6</b>
R7 ) La Recherche dans le Groupe des Ecoles des Mines doit être surtout Technologique, axée sur les besoins prévisibles de l'industrie et de la société .....	6
R8 ) Le domaine des sciences sociales et humaines.....	6
R9 ) La Recherche partenariale .....	7
R10 ) La Valorisation .....	7
<b>III ) Recommandations relatives à l'ouverture vers le régional et l'international .....</b>	<b>7</b>
R11 ) Renforcer l'insertion régionale des écoles.....	7
R12 ) Elargir l'ouverture internationale du Réseau des écoles.....	8
<b>IV ) Recommandations relatives à la mise en œuvre de ces orientations .....</b>	<b>8</b>
R13 ) Un programme pour le renforcement de l'identité des Ecoles des Mines .....	9
R14 ) De grands projets communs .....	9
R15 ) Doter une structure fédérative en réseau de moyens efficaces .....	10
1. Un Groupement, un nom et une mission.....	10
2. Un Conseil, en partenariat entre écoles et entreprises.....	10
3. Un président et un directoire .....	11
4. Des moyens d'orientation.....	11
<b>Conclusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Table des annexes .....</b>	<b>13</b>

## Orientations Stratégiques des Ecoles des Mines

### UN GROUPE D'ECOLES D'INGENIEURS DE HAUT NIVEAU, ORIENTEES VERS LE DEVELOPPEMENT DES ENTREPRISES

Le Groupe de Ecoles des Mines se compose des six Ecoles des Mines du MINEFI : Paris, Saint-Etienne, Albi-Carmaux, Alès, Douai et Nantes. Si l'on y adjoint l'Ecole des Mines de Nancy, partenaire habituel du concours commun, cet ensemble représente<sup>1</sup> :

- 5 000 étudiants inscrits dans divers domaines des sciences et technologies, à partir de différents modes de recrutement<sup>2</sup>,
- un flux annuel de : 1000 ingénieurs généralistes  
200 docteurs, dont la majorité se destine aux entreprises  
500 diplômés de formation spécialisée, continue et par apprentissage
- 1000 enseignants chercheurs et 1500 intervenants du monde de l'entreprise, environ 600 doctorants et 200 chercheurs à temps plein
- 2000 publications par an
- une activité contractuelle de R&D de 40 MEuros en 2000 en relation avec de très nombreuses entreprises
- 200 partenaires à travers le monde parmi les établissements d'enseignement supérieur
- un budget global de plus de 160 Meuros.

Le groupe de travail constitué pour réfléchir sur les orientations stratégiques des Ecoles des Mines a identifié quatre axes communs<sup>3</sup> à toutes les écoles des mines qui fondent leur spécificité d'«**entrepreneuriat technologique**» :

1. **Compétences scientifiques et technologiques**, qui ancrent les formations dans la culture « d'ingénieur », couvrant une palette diversifiée unique en Europe.
2. **Recherche, innovation et transfert technologique vers les entreprises**, par le biais de contrats avec l'industrie et les services, à la base d'une véritable « culture entrepreneuriale » des enseignants chercheurs (réalisme économique, valeur d'usage, obligations contractuelles) et un savoir-faire de gestion de projet (négociation, organisation, optimisation de l'emploi des ressources). **Armines, créée en 1967 auprès de l'Ecole des Mines de Paris, est la première association française de recherche sous contrat** (plus de 500 salariés, 1.700 contrats, 35 MEuros d'activité en 2000) et contribue de manière essentielle à la vie des Ecoles des Mines. La **grande majorité des docteurs** déjà en contact étroit avec l'entreprise durant leur formation **s'intègre facilement dans l'industrie** dès leur sortie.
3. **Pédagogies innovantes** focalisées vers la **formation d'ingénieurs** à l'aise dans le **management de systèmes technologiques complexes** (quelle que soit la technologie concernée). La formation par projets en est un dénominateur commun, mais, chaque école a développé son approche originale<sup>4</sup> : l'acte d'entreprendre, le carré d'atouts, le projet personnel, l'initiative d'entreprise, etc... , ouverte sur **l'intégration internationale** grâce à un large réseau de partenaires étrangers.
4. **Une culture de réseau** :
  - **en région**, aussi bien **d'insertion économique** (distribution géographique favorable à l'aménagement du territoire et proximité des PME/PMI, incubateurs et technopoles) que de **compétence dans la préservation de l'environnement**, qui entretient un lien privilégié avec les DRIRE.

<sup>1</sup> Cf. Annexe 1 : Quelques données chiffrées des Ecoles des Mines

<sup>2</sup> Concours A Grandes Ecoles pour les ENSM Paris, Saint Etienne et Nancy, concours commun bac+1 pour les quatre ENSTIM, et accueil à équivalent bac+3, bac+4 ou en doctorats d'étudiants en provenance d'autres Universités françaises et étrangères.

<sup>3</sup> Cf. Annexe 2 : Le « diamant » caractéristique des Ecoles des Mines

<sup>4</sup> Cf. Annexe 3 : Description de quelques-unes des pédagogies innovantes

- à **l'international**, grâce à un ensemble de **partenaires étrangers** sur lequel elles peuvent s'appuyer pour développer des programmes de recherche et des formations internationales.

Les écoles des mines ont aussi développé des cursus spécialisés (**Mastères** de la Conférence des Grandes Ecoles et «**Masters of Science** »)<sup>5</sup>, ainsi que des filières de **Nouvelles Formations d'Ingénieurs (NFI)**, fondées sur l'alternance et l'apprentissage. Ces filières sont accessibles en **formation initiale ou continue**.

Au sein du système français de formation d'ingénieurs, original en soi, les écoles des mines apportent aux étudiants une culture particulière de haut niveau, **conjuguant les sciences et techniques, l'interdisciplinarité, le management, et l'ouverture internationale**. En s'adaptant continûment à la demande des entreprises, elles ont démontré une remarquable **capacité de réaction et d'anticipation**, grâce à leur autonomie scientifique et pédagogique. Restant à taille humaine, elles parviennent à développer chez leurs étudiants un fort sentiment d'appartenance.

L'intense **activité de transfert technologique** vers les entreprises, qui **caractérise les écoles des mines, justifie leur rattachement au Ministère en charge de l'Industrie**. Certaines de ces écoles sont par ailleurs responsables de **la formation des hauts fonctionnaires** dont l'Etat a besoin pour réguler l'activité industrielle et des services associés, aussi bien d'un point de vue **économique** qu'**environnemental**. Elles constituent le vivier de recrutement de l'encadrement des DRIRE.

Cependant, le mouvement actuel de **mondialisation** transforme le marché de l'emploi des cadres et ne cesse de modifier les profils d'ingénieurs requis par les entreprises ; **la concurrence internationale** entre établissements d'enseignement supérieur s'accélère de façon redoutable pour l'ensemble des écoles d'ingénieurs en France, et le groupe de travail a fortement ressenti l'urgente nécessité d'un **renforcement en profondeur de l'ensemble des écoles des Mines**.

## UN DIAGNOSTIC :

### LES ECOLES DES MINES DOIVENT RELEVER ENSEMBLE UN DEFI MAJEUR

La compétition internationale entre écoles et universités impose plus que jamais de disposer d'une image forte et lisible, tant auprès des étudiants que des entreprises. **L'appellation « Mines »** a longtemps bénéficié d'une forte notoriété en France, mais n'a plus de rapport avec leur activité. Elle est **source de confusion à l'étranger**. Le concept d'«ingénieur généraliste» ne permet pas une identification suffisante de son profil, et le titre d'**ingénieur** tend à être traduit par «**engineer** » dont la signification est assez différente, et ne convient pas davantage hors de l'Europe pour désigner le profil des diplômés de ces écoles.

A moyen terme, une image prêtant à confusion peut peser sur la qualité du recrutement. Certes **le recrutement** à partir des Classes Préparatoires s'opère parmi les 5% d'étudiants ayant le potentiel le plus élevé, mais il serait imprudent d'ignorer la **désaffection croissante envers les études scientifiques longues**. Comme les élèves et les enseignants des classes préparatoires n'ont qu'une vision imparfaite des cursus qu'elles offrent et de leurs débouchés, les écoles deviennent **vulnérables dans leur voie d'admission principale**. La motivation des étudiants, devenus relativement critiques du progrès technologique en soi, évolue en fonction d'une recherche de projet personnel moins soumis aux aléas des concours et plus ouvert à une maturation progressive.

**Chaque école prise individuellement ne dispose, pour des raisons de taille, que d'une capacité stratégique limitée** (à l'exception possible de l'Ecole des Mines de Paris qui fait partie des toutes premières institutions européennes de formation supérieure). De ce fait, chacune est **peu visible** dans le monde de l'enseignement supérieur européen et se trouve freinée, faute de disposer de la masse critique nécessaire, dans ses ambitions et sa politique d'alliance.

---

<sup>5</sup> Cf. Annexe 4 : dossier de présentation des Masters du GEM

Certains grands établissements internationaux concurrents, tels Cambridge en Angleterre, Stanford et le MIT aux Etats Unis, constituent de fait, en commun, « **la ligue mondiale** » (world league) **des leaders de l'enseignement supérieur**, parmi lesquels n'ont de chance de figurer que des ensembles de taille analogue (le seuil est couramment fixé à 5000 étudiants), capables de mettre en œuvre un dispositif de formation sophistiqué et d'exceller dans la recherche et le transfert de technologie. Les Ecoles des Mines ne peuvent évidemment participer à ces « clubs » que si elles agissent groupées et sont reconnues comme un ensemble disposant d'une stratégie et de moyens intégrés.

De plus, l'émergence de possibilités **d'accès à distance, sur internet, aux meilleurs enseignements** suscite actuellement l'apparition de concurrents mondiaux redoutables, tout en offrant des **opportunités exceptionnelles d'ouverture des formations initiales et de formation professionnelle continue**.

Il y a là des menaces mais aussi des opportunités dont le Groupement des Ecoles des Mines doit se saisir en constituant une **capacité stratégique capable de faire face à la compétition internationale**. C'est l'objet des recommandations qui suivent :

## I ) RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA FORMATION

La raison d'être des écoles des mines doit être de servir l'économie nationale et notamment l'industrie et les services, au travers de la formation qu'elles dispensent et de la recherche technologique qu'elles promeuvent. Ainsi, elles doivent particulièrement contribuer au rayonnement économique de la France dans le monde.

### R1 ) Diversifier le recrutement des écoles

C'est une tradition dans les écoles d'ingénieurs françaises (ainsi que dans les grandes Universités technologiques étrangères) de recruter les élèves à partir d'une sévère sélection. Cette tradition doit être maintenue, mais en l'adaptant sur deux points :

1) Le processus de recrutement devrait comporter deux étapes.

Une première **sélection**, basée sur un écrit ou l'examen de dossiers, permettrait de ne retenir que des candidats dont les **acquis de base** (mathématiques, physiques...) sont de niveau suffisamment élevé en fonction des catégories de concours d'entrée.

Dans une seconde étape, des entretiens permettraient à l'école et aux candidats de **se choisir mutuellement**. Ces entretiens devraient surtout détecter les potentiels ; ils porteraient sur des matières scientifiques et technologiques mais aussi sur des sujets d'intérêt général.

2) Les viviers de recrutement devraient être diversifiés et permettre l'entrée à divers niveaux du cursus (depuis un pré-recrutement éventuel au niveau du Bac, jusqu'à Bac + 3) ; par exemple, le recrutement d'élèves étrangers se ferait au niveau du passage en «graduate» (cf. infra). Ceci complique l'enseignement, mais offre des avantages évidents de diversité culturelle.

### R2 ) Former des ingénieurs ayant l'esprit d'entreprise

L'option prise par les écoles des mines de former grâce à une pédagogie innovante des « **entrepreneurs technologiques**<sup>6</sup> » doit être stimulée. Ce choix structure leurs axes stratégiques pour former à la maîtrise des systèmes industriels<sup>7</sup> complexes des ingénieurs dont le profil associé<sup>8</sup> :

- **compétences technologiques**, celles qui fondent le métier d'ingénieur dans la maîtrise des processus industriels comme celles qui sont les plus porteuses d'avenir (concernant désormais autant les systèmes d'information et l'apport des biotechnologies que l'énergie et les matériaux) ;
- art des **relations humaines** au sein de l'entreprise ;
- **créativité** (sens de l'innovation, détection des besoins, adaptabilité, réactivité) et **prise de risque** ;

<sup>6</sup> Entrepreneur technologique : Cadre de haut potentiel capable de produire des richesses économiques, sociales ou culturelles en valorisant la technologie au service de la société.

<sup>7</sup> « Industriel » au sens moderne du terme, c'est-à-dire incluant non seulement l'industrie manufacturière, mais aussi les services (notamment financiers, de distribution, de transport, etc.)

<sup>8</sup> Cf. Annexe 5 : Le « diamant » du profil des ingénieurs et les compétences requises

- et **culture de réseaux**, (travail en **équipes**, notamment **internationales**, partage des tâches, adaptation à d'autres cultures et modes de raisonnement).

Ceci implique qu'au delà des technologies « dures » soit aussi donnée une certaine culture managériale, en enseignant des connaissances de base, telles que les langues, la macro-économie, la communication et bien entendu le management. Mais celui-ci, qui peut être qualifié de **management technologique**, doit être enseigné de manière appropriée. Ses composantes restent celles du management en général (marketing, communication, contrôle de gestion, ressources humaines...), mais le contenu en est différent, adapté à la gestion de projets technologiques et à l'entrepreneuriat.

Dans ce cadre doit figurer **un enseignement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)** en tant que technologies structurantes des entreprises, ce qui déborde largement celui de leur pratique technique.

Il est important d'accentuer la **personnalisation** du parcours de chaque élève, qui doit apprendre à construire son projet professionnel. Il est donc nécessaire de mettre en place une diversité de propositions, offrant un large éventail de modules de formation.

### **R3 ) Former des spécialistes pour les entreprises**

En complément de formations « généralistes », les écoles ont développé des filières qui permettent de valoriser les compétences de haut niveau de leurs laboratoires. Il s'agit de cursus de 12 à 18 mois, dans des domaines très ciblés, qui apportent aux apprenants une expertise scientifique ou technologique. C'est la démarche correspondant notamment aux « **mastères** » de la Conférence des Grandes Ecoles, existant depuis déjà quelques années, ainsi qu'aux « **Masters of Sciences** » créés récemment sur l'initiative du groupe des écoles des mines sous le label GEM, destinés à des étudiants étrangers. Les écoles devront **développer leurs offres** de ce type afin d'être identifiées par les entreprises comme par les établissements d'enseignement étrangers, en tant qu'experts dans leurs domaines d'excellence.

### **R4 ) Former des docteurs chercheurs pour les entreprises**

Le programme de doctorats orientés vers l'entreprise doit encore être renforcé, en s'appuyant sur la **charte** spécifique qui définit les exigences particulières des écoles (sélection des candidats et participation à différentes missions) et leurs apports pour que **tout docteur issu d'une école des mines** soit également un « **créateur technologique** » (sujets de thèse orientés vers les entreprises, formation consacrée à l'entrepreneuriat, et moyens appropriés). Des compléments de formation et un soutien financier<sup>9</sup> à ceux qui se lancent dans la création d'une entreprise doivent aussi être mis en place systématiquement.

Ce triple objectif de formation ouvre la possibilité aux écoles des mines de **faire partie des Universités internationales du meilleur niveau** : les premières années correspondent à une « undergraduate school », le diplôme d'ingénieur, les « masters of sciences » et les mastères spécialisés sont du niveau d'une « graduate school », et les doctorats, caractéristiques de toute Université correspondent au PhD. L'importance relative (de l'ordre de 40% du total des élèves) de la partie « graduate school » des écoles des mines est comparable à celle des institutions de tout premier rang international.

### **R5 ) Faire partie des leaders de la formation continue des cadres, adaptée aux besoins des entreprises**

Dans le contexte économique mondial en constante évolution, la compétition devient telle qu'il n'est plus envisageable pour un cadre de se passer de formation continue au cours de sa vie professionnelle. Cette formation est actuellement surtout assurée par des institutions privées, mais les écoles des mines peuvent y jouer un rôle à condition de se placer dans des **créneaux de formation** qui tirent profit à la fois de leur **expérience pédagogique** et de la **connaissance d'entreprises** qu'elles ont acquise grâce à la recherche partenariale. Un effort vigoureux **de formations diplômantes ou qualifiantes**, fortement appuyé sur les laboratoires et ciblé vers les entreprises, devrait être fait dans ces domaines. Il s'agit aussi pour ces écoles de contribuer encore davantage au développement social, par la formation en alternance, la validation des acquis professionnels et la qualification continue. A l'inverse, il importe que cette

---

<sup>9</sup> Cf. Annexe 6 : Exemples d'initiatives favorisant l'entrepreneuriat

activité s'intègre complètement dans la stratégie globale des écoles en contribuant, par l'expérience acquise, à la qualité des formations initiales.

## **R6 ) Utiliser les Technologies de l'Information et de la Communication pour développer les offres de formation**

Le recours aux Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) devient incontournable pour les écoles. Elles devront apprendre à faire de la **formation en ligne**<sup>10</sup>, ce qui introduira **un mode d'enseignement et de tutorat des élèves tout à fait différent** des pratiques classiques, d'autant plus qu'il ne s'agit plus de transférer des connaissances, mais de faire acquérir des compétences.

Le réseau des écoles des mines, y compris l'Ecole des Mines de Nancy, et élargi à des partenariats nationaux notamment avec le **Groupe des Ecoles de Télécommunications (GET)**, devrait tirer parti de sa diversité de compétences et des opportunités ouvertes par les TIC pour devenir leader dans la formation en ligne au management de projets technologiques, **en formation initiale comme en formation continue** pour les cadres des entreprises qui en ont un besoin vital. Ceci exige de très lourds investissements matériels et pédagogiques qui ne sont possibles qu'au niveau d'un groupement des écoles, et implique aussi que des **groupes industriels et commerciaux internationaux** ressentant les mêmes besoins interviennent comme partenaires et **contribuent à financer** les formations requises.

## **II ) RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA RECHERCHE**

### **Axer toujours plus la Recherche sur une Recherche Technologique de haut niveau et sur le transfert des avancées technologiques à l'Industrie.**

Le niveau d'une institution d'enseignement supérieur se mesure à celui des étudiants qu'elle a formés mais aussi à sa capacité à créer des connaissances (Recherche) et à en assurer l'application (Transfert de Technologie). La recherche est le support indispensable à la formation des doctorants, aux formations spécialisées, à la formation continue tournée vers la haute technologie, ainsi qu'aux travaux à haute valeur ajoutée effectués pour les entreprises. De plus l'excellence des laboratoires est la seule garantie d'un recrutement d'enseignants chercheurs de haut niveau.

**Le groupe de travail insiste sur quatre points :**

### **R7 ) La Recherche dans le Groupe des Ecoles des Mines doit être surtout Technologique, axée sur les besoins prévisibles de l'industrie et de la société**

Identifier ces besoins demande un effort permanent de réflexion stratégique, et une contribution à des recherches fondamentales, pour lesquelles les Ecoles s'adosseront utilement à des laboratoires de grande notoriété. La reconnaissance de performance des laboratoires des Ecoles doit être assurée par un succès permanent auprès des entreprises sur le « marché de la recherche », ou par le partenariat avec le CNRS, ou encore par une bonne participation aux programmes technologiques organisés par l'Union Européenne. Les axes actuels sont : **Génie Industriel, Matériaux, Génie des procédés, Energie, Environnement, Economie - Management de l'innovation** et, plus récemment une forte poussée vers les **Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**<sup>11</sup>. Une extension vers les technologies biologiques mérite d'être examinée avec attention.

### **R8 ) Le domaine des sciences sociales et humaines**

Il mérite aussi une **recherche particulière**, qu'il s'agisse de sociologie et de l'économie de la Recherche et de l'Innovation, de la gestion des risques, de la prise en compte des conséquences environnementales et sociales de l'activité économique ou de l'adaptation des processus industriels à différentes cultures. Certaines écoles, qui contribuent à former des hauts fonctionnaires, devraient aussi

---

<sup>10</sup> Cf. Annexe 7: La formation en ligne

<sup>11</sup> Cf. Annexe 8 : Note sur les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication dans les Ecoles des Mines

aborder les thèmes difficiles de la recherche économique et sociale concernant **l'exercice par la Puissance Publique des fonctions de régulation**<sup>12</sup>, en lien avec le nouvel Institut créé dans ce but par le MINEFI.

## **R9 ) La Recherche partenariale**

La recherche sous contrat avec les entreprises **constitue un modèle exemplaire** de Recherche Développement utile à l'industrie. L'association **Armines**<sup>13</sup> est un outil particulièrement efficace, grâce à son statut privé, pour transférer sans délai de nouvelles technologies aux entreprises. Il faut encourager aussi la mise en place **d'entités spécialisées** dans ce transfert, du type « Media-Lab » du MIT<sup>14</sup>, employant à titre transitoire des post-docs pour mettre au point avec le soutien des laboratoires des écoles **le développement de nouvelles technologies, sous contrat** direct avec les entreprises qui les industrialiseront.

Les laboratoires des Ecoles doivent rester particulièrement **attentifs à l'évolution du marché** et **renforcer leur action vers les PME/PMI**, en prestation d'assistance technique (dans les domaines non couverts par le secteur marchand) comme en recherche technologique, notamment dans les créneaux porteurs de haute technologie.

## **R10 ) La Valorisation**

En parallèle avec la recherche partenariale toutes les grandes universités technologiques se sont dotées d'un office de valorisation de la recherche (partenariale ou non), grâce à la prise de brevets, à la cession de licences et à la création d'entreprises. Les écoles des mines se sont dotées d'un outil, **TRANSVALOR**, filiale d'Armines, qui réussit très bien dans quelques créneaux. Après avoir ainsi rodé son savoir-faire, il faudrait que cette structure modifie sa politique de brevets, multiplie les opérations d'incubation et de lancement de start-ups ; il faudrait, évidemment qu'elle soit dotée des moyens dont bénéficient ses homologues étrangers.

## **III ) RECOMMANDATIONS RELATIVES A L'OUVERTURE VERS LE REGIONAL ET L'INTERNATIONAL**

### **R11 ) Renforcer l'insertion régionale des écoles**

Grâce **au maillage du territoire** réalisé par leur réseau, les écoles des mines doivent être **toujours plus motrices dans des actions de développement industriel régional** (création de nouvelles entreprises et d'emplois grâce à la mise en place d'incubateurs et à leur participation à des technopôles, suscitant des relations de proximité porteuses de développements nouveaux). Elles constituent un puissant réseau national d'expertise scientifique et technologique à proximité immédiate des **DRIRE** et assurent des interventions de conseil et de formation auprès de PME /PMI, en technologie comme en organisation (Cf. notamment l'introduction des TIC dans l'entreprise). Ces actions doivent être menées **en partenariat** avec les autres acteurs du développement économique régional, et **notamment les Universités et les autres Ecoles d'Enseignement Supérieur de la même Région**.

En réponse à une demande fortement croissante d'ingénieurs du type de ceux que forment les écoles des mines, celles-ci doivent augmenter leurs effectifs, mais sans perdre le caractère de « collège à l'anglaise » et donc la qualité pédagogique de chacune d'elles. On peut envisager que **ce réseau soit complété en créant ou intégrant** dans le réseau **de nouveaux établissements**, comme cela s'est fait dans les dix dernières années. Les projets récemment initiés à Marseille et Gardanne y contribueront.

---

<sup>12</sup> Cf. Annexe 9 : Recherche sur les fonctions de régulation économique

<sup>13</sup> Cf. Annexe 10 : Armines

<sup>14</sup> Cf. Annexe 11 : Le Media-Lab du MIT

## R12 ) Elargir l'ouverture internationale du Réseau des écoles

L'ambition des écoles des mines doit être de rester dans le peloton de tête mondial des établissements d'enseignement supérieur. Compte tenu de la mondialisation de l'économie, de la science et de la technologie, ceci exige de faire partie d'un réseau d'Universités technologiques du plus haut niveau (telles que Cambridge, Zurich, Louvain en Europe, Georgia Tech, Virginia Tech, MIT aux Etats Unis).

Cette intégration dans la « ligue mondiale » des leaders de l'enseignement supérieur implique une forte interaction en **Recherche** (laboratoires mixtes, joint ventures, échanges de chercheurs, relations partenariales avec des entreprises européennes ou américaines...) et en **formation** (échanges d'étudiants, doubles diplômes, doctorats en co-tutelle).

Elle comporte plusieurs volets :

1. L'enjeu pour le Groupe des Ecoles des Mines est de créer **un pôle de formation de cadres internationaux**, pour les entreprises françaises en voie de mondialisation, comme pour les entreprises étrangères s'implantant en Europe. De ce point de vue, les stages en entreprise à l'étranger constituent un moyen très efficace à la fois pour apprendre ce qu'est l'entreprise et pour ressentir ce qu'apporte une autre culture dans l'approche d'un problème industriel. Il est indispensable pour les écoles françaises d'**avoir accès à un réseau d'entreprises à l'étranger**.
2. Il est aussi nécessaire que **les diplômes** délivrés en France soient **internationalement reconnus**, et même, si possible, que des partenariats étroits avec des écoles et des universités étrangères de notoriété comparable permettent de délivrer des **doubles diplômes** confirmant le caractère international de ces ingénieurs. Dans cet esprit, les écoles des mines doivent instituer des diplômes de type international qui établissent des passerelles claires entre l'enseignement qu'elles délivrent et celui des autres grandes Universités technologiques, notamment anglo-saxonnes, sans lesquelles elles ne seront pas à même de relever le défi de la mondialisation. (Cf. la réflexion engagée à l'Ecole des Mines de Paris)<sup>15</sup>
3. Le partenariat avec des établissements européens réputés<sup>16</sup> entraînera aussi **l'ouverture du recrutement**<sup>17</sup> des écoles, en cours de cursus. Cette ouverture se répercutera sur tous les modes d'accès aux écoles, qu'il s'agisse de passerelles entre universités et écoles ou de recrutement sur titre en provenance de l'étranger, que l'harmonisation des diplômes évoquée ci-dessus faciliterait beaucoup. Il conduira aussi à délivrer des enseignements de hauts niveaux en langue anglaise.
4. Il est aussi concevable que le Réseau des écoles puisse faire **l'ingénierie d'une école** comparable à implanter **à l'étranger**, de la même façon que l'Ecole des Ponts et Chaussées et Paritech ont créé l'Institut Franco-Chinois pour l'Ingénierie et le Management (IFCIM), ou que certaines écoles de management européennes ont exporté en Chine leur modèle, implanté à Shanghai sous le nom de China Europe International Business School (CEIBS)<sup>18</sup>.

## IV ) RECOMMANDATIONS RELATIVES A LA MISE EN ŒUVRE DE CES ORIENTATIONS

Le groupe de travail a recueilli l'avis unanime des responsables des écoles comme des dirigeants de l'industrie consultés qu'il s'imposait aujourd'hui d'associer ces différents établissements, ensemble et éventuellement avec d'autres, en France et en Europe, pour mettre en œuvre une réponse ordonnée et efficace à ces précédentes recommandations.

---

<sup>15</sup> Cf. Annexe 12 : De type Bachelor à bac +3, Master à bac +5, et de PhD après deux années doctorales supplémentaires en recherche appliquée, comme proposé dans la note de réflexion de Henri Renon, professeur à l'Ecole des Mines de Paris.

<sup>16</sup> Cf. Annexe 13 : Ouverture internationale du Groupe des Ecoles des Mines

<sup>17</sup> Cf. Annexe 14 : Réflexion sur l'évolution du recrutement des écoles

<sup>18</sup> Cf. Annexe 15 : La CEIBS

Les orientations proposées peuvent être structurées **en deux programmes d'actions** :

### **R13 ) Un programme pour le renforcement de l'identité des Ecoles des Mines**

Dans le contexte mouvant et incertain que nous avons décrit, le renforcement de l'identité originale des Ecoles des Mines implique une **forte capacité stratégique** qui devrait porter sur :

- **La formation**, tant initiale que continue, en remettant régulièrement en cause le profil des ingénieurs et docteurs fournis au secteur économique (et à l'administration), ainsi que la pédagogie
- **Le recrutement** des élèves d'une part, des chercheurs et professeurs d'autre part
- **La Recherche**, par le choix des thèmes scientifiques émergents ainsi que par la mise en œuvre de projets technologiques en partenariat avec l'Industrie
- **Le transfert de technologie**, grâce à une politique renouvelée de brevets, licences et développement de l'entrepreneuriat

Le groupe de travail estime qu'une telle capacité stratégique ne serait accessible qu'à une structure regroupant l'ensemble des Écoles des Mines dans un réseau très dense, car elle nécessite **une forte coordination et une grande continuité** dans la mise en œuvre de pédagogies et de programmes de recherche axés sur l'entrepreneuriat technologique.

Tout en confirmant l'autonomie et la capacité d'initiative individuelle de chaque école, le réseau structuré pourrait jouer un **rôle pilote** dans l'Enseignement Supérieur en matière de formation pour les cadres de l'Industrie en permettant de :

- **Accroître l'offre de formations**, surtout pour les dernières années d'options et de spécialisation, en tirant parti d'une meilleure **mobilité inter-écoles** des élèves comme des professeurs et chercheurs. **De nouvelles filières** bénéficieraient ainsi de la taille critique ; chaque école pourrait devenir **leader national de certaines expertises scientifiques**, en **organisant la complémentarité** de compétences stratégiques au sein du réseau, tout en tenant compte des différences d'acquis préexistants.
- **Améliorer la capacité de transfert technologique** de chacun. Les entreprises auraient accès par un **portail unique** à tous les pôles de ressources qu'offrent ces écoles dans le génie industriel. Les Pouvoirs Publics disposeraient à proximité immédiate des DRIRE du **premier réseau national d'expertise scientifique et technologique** pour conduire efficacement une politique d'appui aux entreprises.
- **Assurer** une meilleure gestion de **carrière du personnel des écoles**. En particulier les possibilités de mobilité donneraient plus de force aux valeurs spécifiques des écoles du réseau en créant un sentiment **d'appartenance à une même équipe** nationale, et une appropriation collective des résultats obtenus, quelle que soit leur localisation.
- **Étendre largement le réseau international** de partenaires des Écoles, ce qui permettrait de généraliser les stages à l'étranger, de multiplier les doubles diplômes, de recruter à l'étranger d'excellents étudiants, doctorants et post-docs, de globaliser le partenariat industriel.

La force et la qualité de cet ensemble tiendront, il faut le souligner, à sa structuration en écoles **ayant gardé leur personnalité et leur taille humaine**, à l'instar des collèges anglo-saxons.

### **R14 ) De grands projets communs**

Le second volet comporte un certain nombre de **nouveaux projets lourds**, qui nécessitent **une approche commune** des différentes écoles. Dès à présent le groupe de travail a identifié, sans avoir les moyens de les définir de façon approfondie, les projets prioritaires suivants :

- constituer **un vecteur puissant de formation professionnelle continue** pour cadres de haut niveau. Cette formation pourrait bénéficier des technologies « en ligne », grâce à l'Internet, et constituer **un pôle européen leader pour la formation qualifiante et/ou diplômante** des cadres des entreprises tout au long de leur carrière professionnelle. Elle serait une source d'informations irremplaçable pour définir les stratégies et les contenus des formations initiales.
- créer avec le GET et l'Ecole des Mines de Nancy, une **Grande Ecole Virtuelle d'Ingénieurs**, selon l'étude qui en est faite actuellement en commun entre le Conseil Général des Mines et le Conseil

Général des Technologies de l'Information. (Cf. Annexe 7). Des moyens spécifiques sont à mettre en place pour créer les modules d'enseignement en ligne : un investissement initial important est à prévoir sur les trois premières années pour lancer un programme, mais son entretien devrait être couvert par contrat avec les entreprises clientes.

- réunir **les capacités de Recherche Technologique** des écoles au sein d'un **Institut Supérieur de la Technologie**, capable de se saisir de nouveaux thèmes majeurs de recherche appliquée pour l'industrie, dans des domaines tels que les Sciences cognitives, l'insertion des STIC<sup>19</sup> dans les processus de formation et production, ainsi que la biotechnologie.
- étendre le réseau des écoles : les projets en cours sur **Gardanne et Marseille** en sont de premiers exemples ; on peut aussi envisager de « **franchiser** » avec **le même label des écoles existantes ou à créer**, en France ou à l'étranger (Cf. R11 et R12). La pertinence d'une implantation d'Ecole dans un pays étranger et le financement d'un tel projet devraient être mis à l'étude en lien avec les ministères compétents.
- créer **une Fondation** permettant de recevoir et de gérer des dons en provenance d'entreprises désirant parrainer la formation d'étudiants internationaux ou certaines équipes de recherche.

A ces deux titres, il est donc apparu indispensable de créer formellement **une structure fédérative qui regroupe les écoles des mines du MINEFI**, et qui serait ouverte aussi à l'Ecole des Mines de Nancy et au Groupe des Ecoles de Télécommunications voire à certaines autres Ecoles. Notre pays disposerait ainsi d'un **complexe d'une douzaine d'établissements**, conservant chacun sa personnalité, véritable entité en réseau dotée d'une excellente **capacité stratégique** et d'une **grande visibilité internationale**, à l'égal d'ensembles tels que celui des collèges de Cambridge. D'où la recommandation suivante :

## **R15 ) Doter une structure fédérative en réseau de moyens efficaces**

### **1. Un Groupement, un nom et une mission**

Les Ecoles des Mines s'associeraient dans un **Groupement d'Intérêt Commun** ayant une personnalité morale (tel qu'un **GIE**). Il s'agirait d'une structure d'animation forte par ses attributions, mais légère par sa structure, pour conduire la **mission de formation technologique et professionnelle** de haut niveau, **de recherche et de transfert de technologie** que lui confirmerait le Ministre chargé de l'Industrie.

**Le nom** du Groupement devrait avoir une consonance internationale qui **mériterait une recherche particulière par des professionnels** compétents étant donné son impact médiatique sur l'image du réseau. Le nom de Hautes Etudes Technologiques (**H.E.TECH**) pourrait servir de base à cette analyse. Chaque école pourrait joindre à ce nom générique sa dénomination propre et son logo.

**L'orientation stratégique du Groupement** et la reformulation périodique de sa mission seraient confiées à un Conseil ; la mise en œuvre de ces orientations serait du ressort d'un directoire, organe exécutif du Groupement.

### **2. Un Conseil, en partenariat entre écoles et entreprises**

Le Conseil serait constitué pour moitié par des représentants des Ecoles (les Présidents de leur Conseil d'Administration) et de leur Tutelle, et pour moitié par des dirigeants et des personnes qualifiées du monde de l'Entreprise et de la Recherche. Il serait présidé par le Vice-Président du Conseil Général des Mines.

Le Conseil susciterait une **stratégie commune** entre ces écoles visant à développer leurs capacités à **former au management de systèmes technologiques complexes**, à structurer leurs compétences en tirant le meilleur parti des TIC et à organiser leur complémentarité et leur interdisciplinarité, **valorisant la capacité d'initiative et la spécificité de chacune** des écoles.

Le Conseil se prononcerait sur **les nominations des directeurs**, et sur **le budget global et sa répartition** entre les écoles. Il **veillerait** à ce que les Ecoles ne soient pas freinées dans leurs projets par des **rigidités administratives** inutiles.

Le Conseil aurait la charge **d'évaluer les établissements**, en veillant notamment à ce que la **Charte de Qualité**<sup>20</sup> des écoles soit une référence vivante pour tous.

<sup>19</sup> STIC : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

<sup>20</sup> Cf. Annexe 16 : La Charte des Ecoles d'Ingénieurs pour l'Industrie

Il délèguerait au président du directoire la préparation de la stratégie et de l'évaluation à soumettre au Conseil.

En fait ce Conseil existe déjà juridiquement : il a été créé en 1992 sous le nom de Haut Conseil des Ecoles des Mines. Il est présidé par le Vice-Président du CGM et, dans la période transitoire avant que d'autres écoles aient rejoint le Groupement, il pourrait jouer ce rôle.

### 3. Un président et un directoire

Nommé par le ministre en charge de l'industrie, sur proposition du Conseil, ce **président** serait **chargé d'animer** la structure fédérative en **proposant au Conseil la stratégie du Groupement et en développant des actions communes** pour la mise en œuvre de cette stratégie, ceci en respectant le principe de subsidiarité dans l'exécution. Il serait le **conseiller du Vice-Président du Conseil Général des Mines** en matière de formation supérieure, et serait aussi chargé de négocier et mettre en place des **conventions de coopérations internationales**, avec toute la contribution requise des écoles.

Pour la définition de la stratégie et pour l'évaluation des écoles, le président ferait appel à des commissions ad hoc<sup>21</sup>, essentiellement constituées de personnalités extérieures au Groupement, qui auraient respectivement compétence en matière **scientifique, pédagogique**, de **recrutement** (des élèves) et de **gestion du personnel** enseignant et chercheur.

Il serait président d'un **directoire**, organe exécutif, qui comprendrait les directeurs des écoles et qui pourrait s'adjoindre toute personne dont il jugerait la présence souhaitable (par exemple le directeur d'Armines). Il serait aussi assisté de directeurs de projets pour les actions communes. Le Directoire **coordonnerait le programme** pour un renforcement de l'identité des écoles et prendrait les décisions appropriées pour **mettre en œuvre les grands projets communs**<sup>22</sup>.

La **gestion administrative** serait assurée par l'**actuelle cellule** administrative de la **tutelle** des Ecoles des Mines.

Les écoles mettraient en œuvre des **contrats d'objectifs sur cinq ans**, et un **reporting associé**. Bien évidemment, non seulement les écoles pourraient toujours **faire partie d'autres réseaux**, mais elles seraient encouragées à les développer, particulièrement à l'échelon régional.

### 4. Des moyens d'orientation

Le siège du Groupement ne nécessiterait que des moyens limités et pourrait être situé à l'Ecole des Mines de Paris.

Des **ressources propres** au Groupement seraient nécessaires pour assurer la bonne coordination et la continuité dans la mise en œuvre du programme à long terme. Elles seraient abondées par le fruit du travail en collaboration permettant des économies d'échelle, et des gains de productivité ponctuels réalisés dans le fonctionnement du réseau.

Les moyens requis pour **stimuler les initiatives jugées prioritaires** sont d'ordres de grandeur très différents selon les points d'application :

#### a) Pour le renforcement identitaire du réseau

##### I. des postes d'accueil temporaires

une cinquantaine de postes attribuables aux établissements soit pour le démarrage de **projets pilotes**, soit comme post-doc, destinés à valoriser industriellement les résultats de thèses, soit encore pour inviter des professeurs étrangers ou pour donner un renfort temporaire permettant à un enseignant de l'école de prendre une année sabbatique à l'extérieur.

##### II. des financements « coup de poing » (quelques MEuros /an)

en soutenant exclusivement des initiatives qui **confortent la stratégie collective**.

<sup>21</sup> Cf. Annexe 17 : Les comités d'orientation et d'évaluation des écoles des Mines

<sup>22</sup> Il pourrait en particulier confirmer par une association structurée les coopérations engagées depuis trois années avec le Groupe des Ecoles de Télécommunications (GET) et lancer avec ce Groupe un programme majeur pour l'enseignement en ligne répondant aux besoins du marché de la formation professionnelle continue.

**b) Pour les grands projets communs**

les moyens sont à définir selon l'importance de chacun. Cette réflexion doit être engagée rapidement, de sorte qu'ils puissent être pris en compte dès les phases préliminaires du prochain contrat de plan.

## CONCLUSION

L'ensemble des Ecoles des Mines devrait mettre en œuvre de façon concertée les Recommandations précédentes concernant le recrutement, la formation et la recherche. En constituant aussi tôt que possible une structure fédérative, dotée d'une identité propre, le Groupement des Ecoles des Mines, en association souhaitable avec le Groupe des Ecoles de Télécommunications, saura renforcer la compétitivité de ces écoles dans la voie originale qu'elles ont choisie : former des ingénieurs managers de systèmes complexes et aider les Entreprises par la recherche, le transfert de technologie et les formations spécialisées de haut niveau. La capacité stratégique, la réactivité et l'originalité des modes d'action de ce Groupement devraient lui donner un **rôle pilote** pour l'expérimentation en matière de formation, de Recherche, de Transfert de Technologie et d'interdisciplinarité.

Alors, l'ensemble de ces écoles françaises constituera un interlocuteur international de poids leur permettant de **faire partie du groupe de tête dans le monde** des écoles et universités formant les cadres dont les entreprises de demain auront toujours davantage besoin.

# ANNEXES

1 Quelques données chiffrées des Ecoles des Mines du MINEFI.....	14
2 Les spécificités des Ecoles des Mines .....	15
3 Exemples de pédagogies innovantes .....	17
4 Les Masters of Science du GEM .....	19
5 Les profils des formations dans les Ecoles des Mines .....	34
6 Exemples d’initiatives favorisant l’entrepreneuriat .....	37
7 Le développement de la formation en ligne .....	40
8 Les Sciences & Technologies de l’Information et de la Communication.....	42
9 Un nouveau champ de recherche stratégique : Les Politiques Publiques .....	44
10 ARMINES .....	46
11 Le Media Laboratory du MIT.....	49
12 Propositions pour les formations .....	52
13 Ouverture internationale du groupe des Ecoles des Mines .....	55
14 Réflexion sur l’évolution du recrutement.....	58
15 La China Europe Business School de Shanghai.....	59
16 La charte des Ecoles d’Ingénieurs pour l’Industrie.....	61
17 Les comités d’orientation et dévaluation des Ecoles des Mines .....	72
18 Lettres de mission .....	74

## Annexe 1

### Quelques données chiffrées des Ecoles des Mines du MINEFI

#### 1) Flux de diplômés des Ecoles des Mines (année 2000)

	Albi	Alès	Douai	Nantes	Paris	St Etien.	Total	
<b>F. initiale</b>	<b>106</b>	<b>141</b>	<b>157</b>	<b>104</b>	<b>118</b>	<b>108</b>	<b>734</b>	<b>839</b>
<b>F. continue</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>38</b>		<b>105</b>	
<b>NFI</b>			<b>33</b>		<b>12</b>	<b>26</b> (* ) <b>51</b>		<b>469</b>
<b>MSc</b>				<b>7</b>			<b>7</b>	
<b>Mastères</b>		<b>30</b>	<b>5</b>		<b>149</b>	<b>44</b>	<b>228</b>	
<b>Autres</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	(**) <b>4</b>		<b>66</b>	<b>19</b>	<b>112</b>	
<b>Doctorats</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>90</b>	<b>27</b>	<b>163</b>	<b>163</b>

(\*) : Par apprentissage      (\*\*): (+ 24 techniciens de l'industrie et des mines)

#### 2) Production scientifique – recherche industrielle (année 1999)

	Albi	Alès	Douai	Nantes	Paris	St Etien.	Total
<b>Communications</b>	<b>80</b>	<b>107</b>	<b>74</b>	<b>108</b>	<b>270</b>	<b>123</b>	<b>762</b>
<b>Publications</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>319</b>	<b>267</b>	<b>764</b>
<b>Org. colloques</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>32</b>
<b>Activ. Contract. (KEuros)</b>	<b>980</b>	<b>2290</b>	<b>4730</b>	<b>1180</b>	<b>21180</b>	<b>2400</b>	<b>32760</b>

#### 3) Personnel d'enseignement et de recherche (au 1/1/2000)

	Albi	Alès	Douai	Nantes	Paris	St Etien.	Total
<b>Enseignants Chercheurs</b>	<b>61</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>77</b>	<b>162</b>	<b>97</b>	<b>495</b>
<b>Ingénieurs (Public)</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>116</b>
<b>Ingénieurs (Armines)</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>88</b>
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>84</b>	<b>113</b>	<b>92</b>	<b>213</b>	<b>130</b>	<b>699</b>

## Annexe 2

### Les spécificités des Ecoles des Mines

Pour caractériser les écoles des mines, le groupe de réflexion a retenu le schéma souvent utilisé par les économistes pour leurs analyses, à savoir celui du losange (ou encore du diamant)<sup>23</sup>. Ce sont en effet quatre mêmes axes identitaires qui définissent toutes les écoles des mines. On peut par conséquent les décrire à partir d'un « diamant » que l'on désignerait à bon escient sous le vocable « entrepreneuriat technologique » et dont les quatre sommets (plus ou moins développés selon l'école considérée) représenteraient les composantes suivantes :

- **Pôles de compétences scientifiques et technologiques :** Ce premier point mérite d'être particulièrement souligné car il correspond à ce qui ancre les écoles des mines dans la culture « d'ingénieur ». C'est la composante traditionnelle des formations qui paraît si évidente que les présentations des écoles ont quelquefois une propension à l'oublier. Il est vrai que les autres orientations sont plus récentes. Elles sont impulsées par l'exigence d'adaptation des écoles à l'actuelle évolution de leur environnement économique, et mobilisent au quotidien une importante énergie de la part de dirigeants et enseignants des écoles. Il faut insister sur cette dimension, car la seule mise en exergue des autres caractéristiques, qui ne sont pas l'apanage des formations d'ingénieurs pourrait parfaitement convenir à la description de tout autre établissement d'enseignement supérieur et de recherche.
- **Recherche, innovation et transfert technologique vers les entreprises (industrie et services) :** Les écoles des mines ont toutes une activité de recherche dont le positionnement permet de concilier une production scientifique de haut niveau, et la valorisation de ses résultats par le biais de contrats industriels gérés au travers d'Armines (Annexe 7) – 1700 contrats représentant 35 MEuros en 2000. Ce positionnement a pour conséquence l'existence d'une forte « culture » industrielle au sein des centres de recherche des écoles. Concrètement, cela se traduit par une appropriation par le corps enseignant de valeurs très importantes (réalisme économique, valeur d'usage, obligations contractuelles, ...), et par un savoir-faire en matière de gestion de projet (négociation, organisation, optimisation de l'emploi des ressources, ...). Les écoles des mines sont passées maîtres dans une savante alchimie mêlant formation, recherche et valorisation, en faisant en sorte que les trois composantes s'enrichissent mutuellement.
- **Pédagogies innovantes :** Les écoles forment différents profils d'ingénieurs, mais leur vocation principale qui s'exprime par le flux largement majoritaire, est tournée vers la formation d'ingénieurs généralistes. Plus précisément, elles forment des ingénieurs qui se destinent au management des systèmes technologiques complexes (quel que soit la technologie concernée). Grâce à leur puissant ancrage industriel, elles ont mesuré rapidement quelles exigences professionnelles cela comportait, et quelles conséquences il fallait en tirer sur les parcours de formation. C'est ce qui explique les innovations

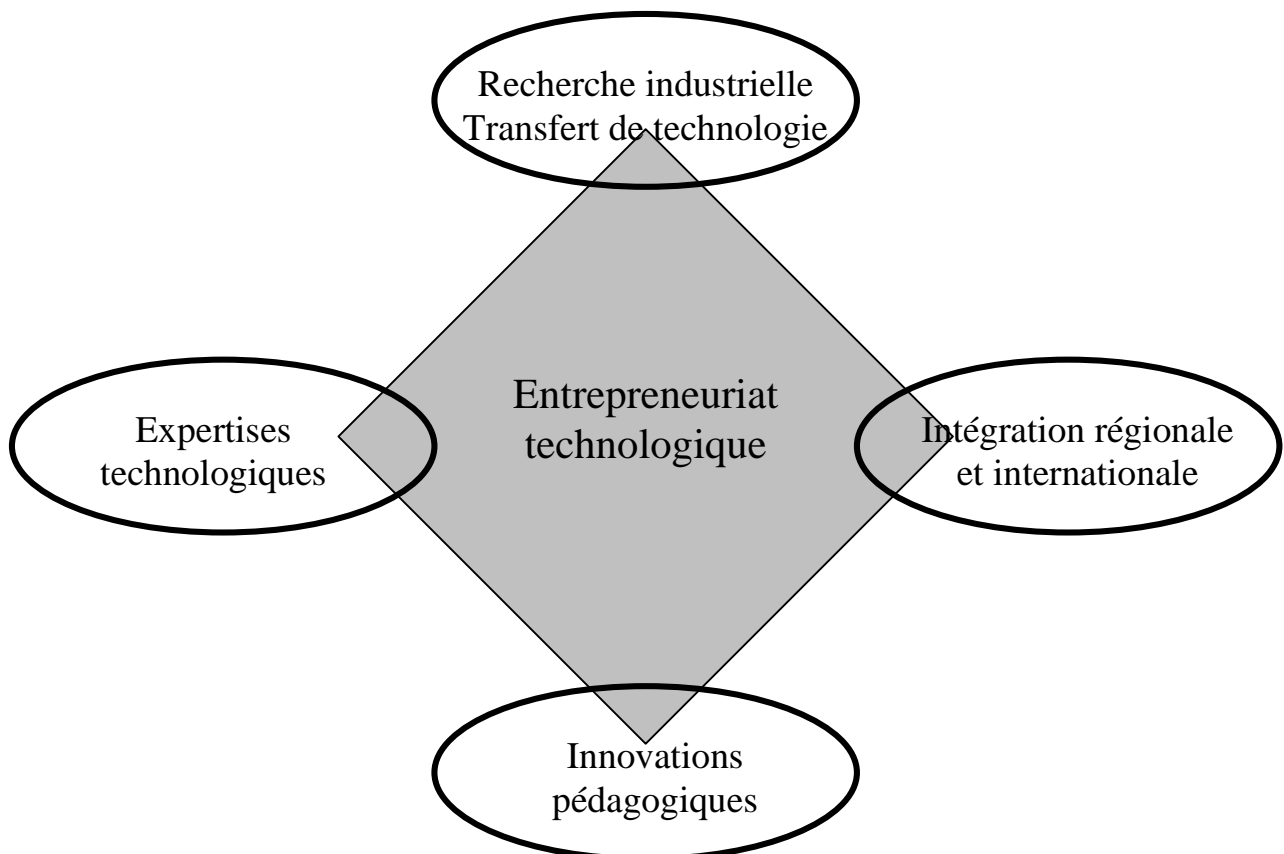
---

<sup>23</sup> Les économistes utilisent souvent, pour leurs analyses, le schéma dit du losange ou encore du diamant : le mot anglais « diamond » a cette double signification et ce jeu de mot aide à faire de ce schéma la représentation de l'acteur « idéal ». Sur les quatre axes du losange figurent quatre objectifs dont chacun est affecté d'un coefficient variant de 0 à 1 selon la performance. Si l'acteur est parfait, le losange devient carré ; sinon on a toutes sortes de cerfs-volants. La figure ainsi obtenue visualise donc un profil, permet de comparer les acteurs et d'identifier leurs points faibles.

pédagogiques nombreuses et quelquefois audacieuses au sein du réseau des écoles des mines, les méthodes traditionnelles s'avérant insuffisantes pour apporter plus que des connaissances : de véritables compétences nécessaires au métier d'ingénieur.

- **Une culture de réseau** qui s'exprime simultanément suivant deux directions :
  - **L'environnement économique local** : Le rattachement des écoles au Ministère de l'Economie des Finances et de l'Industrie, et le fait que les directeurs de quatre d'entre elles soient en même temps les Directeurs Régionaux de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) des régions où elles sont implantées sont les marques les plus visibles d'une mission particulière que ces écoles ont à jouer. Elles sont des acteurs majeurs du développement économique local, et constituent des pôles de ressources pour les questions relatives à l'environnement. Leur bonne répartition sur l'ensemble de la France les destine à un rôle privilégié en matière d'aménagement du territoire. Elles développent chacune des actions en synergie avec les acteurs économiques de leur environnement proche (PME/PMI, incubateurs, technopoles, ...).
  - **L'environnement international** : La constitution d'un réseau de partenaires étrangers sur lequel elles peuvent s'appuyer pour développer des programmes de recherche et des formations internationales est un élément majeur de stratégie de toutes les écoles des mines. La nature des actions menées avec leurs partenaires est très variable, mais l'intensité de la volonté de développement de cette composante est une caractéristique commune à tout le Groupe des Ecoles des Mines.

### Caractéristiques des Ecoles des Mines



## Annexe 3

### Exemples de pédagogies innovantes

Les écoles des mines en raison de leur rattachement au ministère en charge de l'industrie sont sans doute plus que d'autres réceptives aux attentes des entreprises en matière de formation d'ingénieurs. C'est la raison pour laquelle, elles ont pris en compte, si ce n'est une demande clairement explicitée, à tout le moins des critiques exprimées quant aux profils traditionnels des ingénieurs formés. Ainsi, elles ont mesuré quelles exigences professionnelles nouvelles comportaient les métiers de leurs diplômés, et quelles conséquences il fallait en tirer sur leurs parcours de formation. C'est ce qui explique les innovations pédagogiques nombreuses et quelquefois audacieuses au sein du réseau des écoles des mines, les méthodes traditionnelles s'avérant insuffisantes pour apporter les compétences requises, allant bien au delà des simples connaissances scientifiques ou technologiques.

On peut illustrer ce propos par la réalisation très innovante de l'Ecole des Mines de Nantes qui a totalement construit son cursus en partant du constat que le métier d'ingénieur avait profondément changé, et ne consistait plus simplement à résoudre des problèmes techniques :

- L'école a changé l'objet même de la pédagogie, par rapport à ce qui se pratique de façon classique. L'acquisition de connaissances reste bien entendu un objectif important, mais qui devient second derrière celui de développer les compétences fondamentales que l'entreprise attend aujourd'hui de ses ingénieurs (créativité, réactivité, esprit d'entreprise, culture internationale)
- L'Ecole a également modifié le contenu de la formation. Celle-ci a été conçue en considérant que la mission d'entreprendre était l'essence même du métier d'ingénieur, et que celui-ci serait amené à conduire de nombreux projets, y compris en contexte international. En conséquence, une place de choix est réservée aux enseignements théoriques et pratiques permettant aux élèves de comprendre que les entreprises sont avant tout composées d'hommes et de femmes caractérisés par leur culture et leurs valeurs.
- Enfin, pour prendre en compte la dimension internationale du métier d'ingénieur à sa juste mesure, l'école change son organisation et multiplie les activités où l'élève est confronté à des modes de raisonnements différents du sien à l'occasion d'un travail avec des étudiants et des ingénieurs étrangers. Elle est aujourd'hui dotée d'un réseau de partenaires partageant sa vision pédagogique, et avec lesquels elle s'engage dans un processus de co-traitance de la formation, pour tendre à terme vers un diplôme s'identifiant à un réseau d'établissements, et non plus une seule école.

#### **Comment l'école développe-t-elle les compétences annoncées ?**

- a) L'école a développé **l'apprentissage par l'action**. Cette méthode consiste à s'appuyer sur une démarche d'investigation personnelle de chaque élève pour l'amener au delà de la simple mémorisation, à une assimilation véritable de connaissances qu'il aura mobilisées en situation pour résoudre un problème. En outre, cette acquisition de savoir est utilisée comme prétexte pour créer des situations obligeant l'élève à adopter des comportements professionnels pour parvenir à bonne fin : L'apprenant dispose d'une grande autonomie, mais est fortement responsabilisé dans sa démarche et soumis à une obligation de résultat. Les phases d'exploration stimulent la créativité, et les échéances très strictes, la réactivité. La méthode est aujourd'hui utilisée en mathématiques et en physique. Dans ce dernier cas, par exemple elle s'appuie sur une série de 12 dispositifs électroniques à concevoir et réaliser. Ceux-ci sont de complexité croissante et mis en œuvre à raison d'un par semaine

sans qu'on ne puisse tolérer de retard (le dispositif n est indispensable pour pouvoir réaliser le dispositif n+1). Plus qu'une succession de TP, il s'agit d'un processus continu qui demande beaucoup d'initiative et d'engagement, et habitue le futur ingénieur à fournir le travail nécessaire pour atteindre ses objectifs.

- b) Pour faire prendre conscience qu'une entreprise est avant tout une entité constituée de femmes et d'hommes dont il faut comprendre les valeurs, l'Ecole accorde une place importante aux **sciences humaines et sociales** dans le cursus (de l'ordre de 15% auxquels il convient d'ajouter l'équivalent de langues étrangères et un accompagnement non négligeable de la formation à l'industrie). Le contenu de ces cours est assez classique (gestion de projets, économie, management de l'innovation, etc.) mais on peut souligner que l'Ecole s'est dotée, dans ce domaine, d'une équipe d'enseignants chercheurs suffisamment significative pour constituer un département à part entière. Celui-ci mène donc des recherches, des activités d'études et de conseil aux entreprises, et en matière de formation, une action d'accompagnement très importante des stages et très nombreux projets conduits par chaque élève tout au long de sa formation.
- c) **L'apprentissage par projets** est une composante forte de la formation. Considérant que l'acte d'entreprendre est au cœur du métier d'ingénieur, le programme pédagogique est structuré autour d'une succession de projets (40 répartis sur les quatre années), toutes les occasions étant utilisées pour placer l'apprenant dans une démarche de gestion de projet (recherche des stages, activités d'audit, projets transversaux physique-anglais, etc.). En outre, chaque élève est tenu de réaliser au cours des deux premières années du cycle, un projet personnel important dont l'objet est libre (organisation d'une manifestation, projet humanitaire, défi sportif, etc.) mais qui fait l'objet d'un suivi et d'une évaluation par le corps enseignant.
- d) Une responsabilisation est assurée également au travers de l'individualisation du parcours de chaque étudiant dans le cadre de la démarche « **Projet Professionnel Acquis et Compétences** » (PPAC). Celle-ci consiste à faire prendre conscience à l'élève, dès son arrivée à l'Ecole, qu'il est l'auteur principal de sa formation et qu'il lui appartient de décider de son projet professionnel. L'Ecole étant un lieu privilégié pour construire le faisceau de compétences dont il aura besoin pour atteindre son but. L'étudiant est ainsi accompagné tout au long de sa scolarité et amené à expliciter les motivations qui guident ses choix lors des innombrables étapes où il est tenu d'opter pour une partie de cursus (stage, études à l'étranger, 3<sup>ème</sup> année totalement « à la carte », option de dernière année, etc.). Cet accompagnement se poursuit durant trois années après l'obtention du diplôme par le biais d'un observatoire des missions mis en place pour assurer un bon retour d'information vers l'Ecole. Ceci permet à la fois d'aider les étudiants à réfléchir à leur projet professionnel, et aux responsables d'enseignements de faire évoluer les programmes en fonction des retours du terrain.
- e) **Culture internationale** : La maîtrise de l'anglais est exigée dès la fin de la deuxième année de formation, de sorte que les deux années suivantes permettent d'acquérir une compétence internationale : 100% des élèves font ensuite leur stage d'ingénieur à l'étranger et un projet en dernière année en équipe avec un étudiant étranger. L'objectif n'est plus un apprentissage linguistique mais la prise de conscience qu'un ingénieur aura, toute sa vie durant, l'obligation de composer avec des gens qui n'ont pas les mêmes valeurs que lui. Accessoirement cela constitue aussi une leçon d'humilité, ces expériences montrant souvent que la véritable force résulte d'approches différentes qui se complètent.

## **Annexe 4**

### Les masters of Science du GEM

Plaquette de présentation de la filière « Master of Science » du GEM (4pages)

Fiches de présentation des spécialisations proposées par les Ecoles :

- Albi : Powders, Products and Processes
- Alès : Risk Management and Social Impact Assesment
- Douai : Design and Manufacturing Innovation Strategy
- Nantes : Logistics and Production Systems  
(en association avec un laboratoire de l'Ecole des Mines de Paris)  
Project Management in Environmental and Energy Engineering
- Nancy : Industrial Economy and International Management  
Material Engineering  
International Projects on natural resources and territories management
- Saint Etienne : International Industrial Project Management  
Preservation and Management of Cultural Heritage

## Annexe 5

### Les profils des formations dans les Ecoles des Mines

A l'instar de la description des caractéristiques des écoles (voir annexe 2) le « diamant » peut être utilisé pour caractériser les « produits » de la formation. Les écoles des mines ont veillé à être particulièrement en conformité avec les attentes des entreprises, en formant des « entrepreneurs technologiques » (le terme entrepreneur étant à interpréter au sens large ; le limiter à la création d'entreprise serait trop réducteur).

Le profil de cet ingénieur capable de manager des systèmes technologiques complexes se caractérise par :

- Des compétences technologiques qui fondent chacun des métiers d'ingénieurs, mais aussi des compétences dans des domaines qui concernent transversalement toutes les activités d'entreprises (comme les technologies de l'information)
- La maîtrise des relations humaines au sein de l'entreprise.
- La créativité et l'esprit d'entreprise (sens de l'innovation, adaptabilité, réactivité, détection des besoins...)
- La culture de réseaux, (travail en équipe, notamment internationales, adaptation à d'autres cultures et modes de raisonnement...)

Le même « diamant » peut être utilisé pour décrire chaque famille de diplômés qui sont préparés dans les écoles, les sommets étant plus ou moins développés selon le profil considéré.

#### 1) formations d'ingénieurs généralistes

Le flux largement majoritaire souvent désigné sous le vocable « ingénieur généraliste » correspond à ce profil spécifique des écoles des mines qui se sont positionnées au confluent de la technologie et du management. Il se représente assez bien avec ce « diamant » dans lequel chacun des quatre sommets aurait un poids équivalent.

#### 2) formations de spécialisation

Aux cotés de cette formation transversale, la plupart des écoles ont développé des filières en s'employant à valoriser leurs domaines d'expertises. Il en résulte des propositions de cursus, souvent plus courts et aboutissant à un profil dans lequel le pôle « technologie » (ou plus généralement un champ de compétence ciblé) est plus marqué. Les **mastères spécialisés** de la Conférence des Grandes Ecoles entrent dans ce cadre. Dans un certain nombre de cas la composante internationale reste très présente en raison du caractère même de la formation qui relève d'une spécialisation de haut niveau, et qui trouve justement son intérêt dans le fait qu'elle soit destinée à des étudiants étrangers. C'est typiquement le cas du **Master of Science EMOOSE** que l'Ecole des Mines de Nantes offre depuis trois années, et des **Masters of Science que le GEM vient de créer** très récemment en s'appuyant sur les sept écoles des mines (Annexe 4).

D'autres filières de formation, s'inscrivant toujours en réponse à un besoin économique sont développées par certaines écoles, dans le cadre des « **NFI** » (**Nouvelles Formations d'Ingénieurs**), dites également « filières Decomps », fondées sur un principe d'alternance et d'apprentissage, et également dans une logique de cursus plus spécialisé. Trois de ces formations sont aujourd'hui portées par les écoles des mines :

- l'ISTP et l'IRUP liés à l'école des mines de Saint-Etienne, qui représentent actuellement 600 apprenants (et un flux de 120 diplômés)
- l'IPHC rattaché à l'Ecole des Mines de Douai qui a environ 50 élèves (soit un flux d'une dizaine d'ingénieurs).

### 3) formation continue

Les écoles des mines sont historiquement très engagées dans la mission de formation continue. Celles d'Alès et de Douai délivrent un diplôme par cette voie depuis plusieurs dizaines d'années à des techniciens supérieurs justifiant d'au moins trois années d'expérience professionnelle, et formés au sein de l'Ecole pendant encore deux ans (**filières de type « Fontanet »**). Les écoles des mines d'Albi et de Nantes, dès leur création, ont également mis en place ce type de formations. Très prisées dans les années 80, ces filières connaissent aujourd'hui un intérêt moindre. Elles ne représentent plus qu'une soixantaine de diplômés par an pour l'ensemble des quatre écoles (à comparer à près de 200 au début des années 90). Pour redonner une nouvelle dynamique à cette formation, les quatre écoles concernées se sont associées pour proposer un mode d'accès de nature à rendre le cursus attractif en limitant la durée de présence obligatoire dans l'une des écoles à seulement une année : Le reste est réparti entre une période de stage, et des cours **dispensés à distance en recourant aux NTIC** (Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication). Le début de la formation est donc suivi par le technicien qui poursuit son activité dans son entreprise. Il est à noter que les écoles des mines sont une fois de plus pionnières : Cette initiative expérimentale qui a débuté en février 2001 avec une promotion de 18 étudiants est la première du genre en France, et sera assurément suivie avec beaucoup d'intérêt par la plupart des établissements de formation et la Commission des Titres d'Ingénieurs (CTI).

Les autres formations diplômantes proposées par les écoles des mines sont également accessibles au titre de la formation continue. Qu'il s'agisse des mastères, masters of science, ou NFI, il y a un intérêt évident à poursuivre ces formations, tant pour une entreprise qui peut ainsi capitaliser des connaissances en valorisant l'un de ses collaborateurs, que pour la personne en formation qui acquiert une qualification attestée par un diplôme reconnu.

### 4) formation de docteurs

La formation des docteurs est une des missions très importante du GEM. A l'école des mines de Paris, ce flux est presque l'équivalent du flux d'ingénieurs. La spécificité des écoles des mines dans ce domaine se matérialise par une charte qui définit ce que les écoles attendent des doctorants, mais aussi ce qu'elles s'engagent à leur apporter.

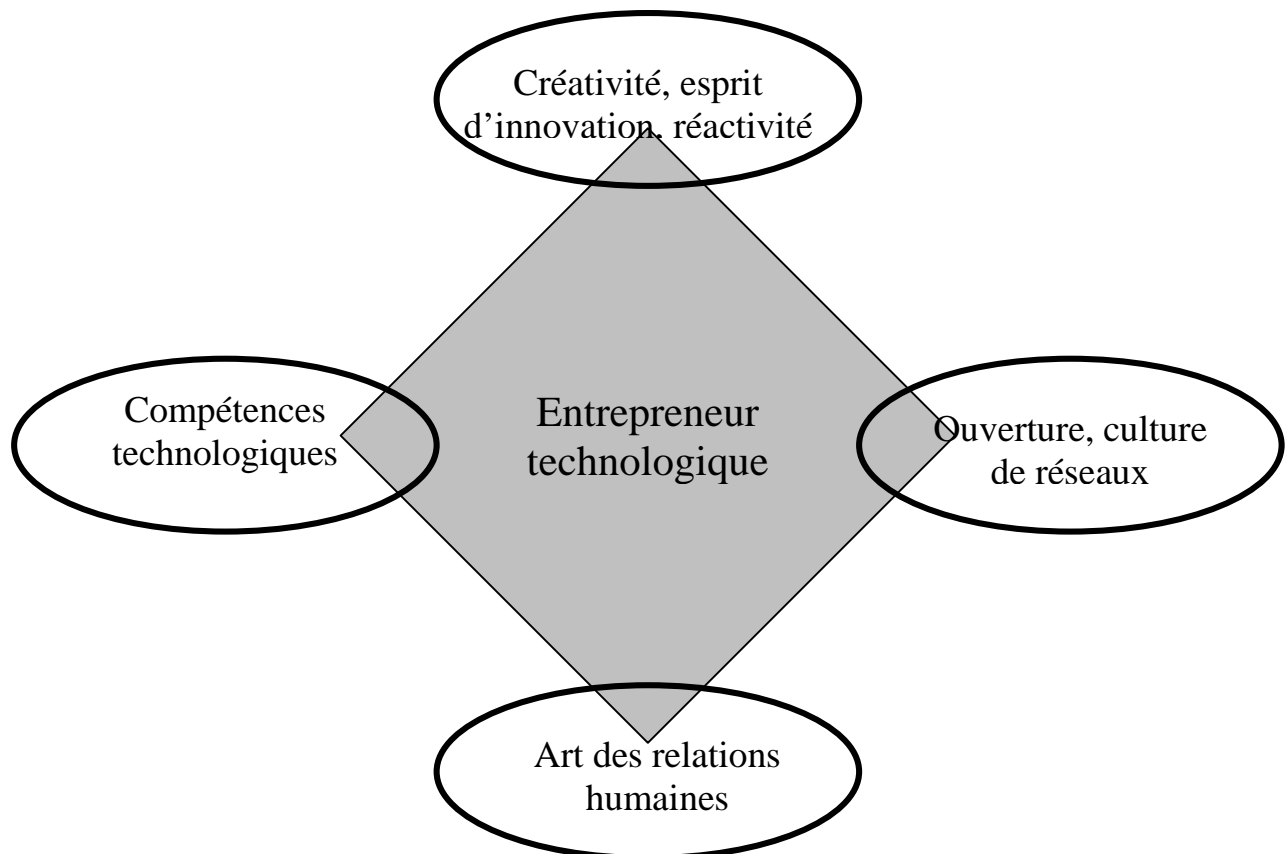
Concrètement, les écoles des mines procèdent à une sélection particulièrement sévère du doctorant, et exigent de sa part une participation effective aux formations qui lui sont proposées. En contrepartie, elles lui assurent :

- un sujet de thèse qui permet d'établir un lien entre la formation académique et des problèmes concrets
- une formation à la création d'activités
- la mise en relation avec des scientifiques de haut niveau
- un apprentissage du travail en équipe
- la responsabilisation du doctorant, en lui laissant une certaine autonomie.

Il en résulte que le profil caractéristique du docteur issu d'une école des mines est également celui d'un « entrepreneur technologique ». Et il semble que les écoles aient une certaine réussite dans les actions de sensibilisation à l'entreprise qu'elles organisent pour leurs doctorants, puisque 50% d'entre eux vont travailler dans l'industrie lorsqu'ils quittent leurs laboratoires. Tandis que cette proportion n'est que de 15% pour les formations doctorales à l'échelle nationale.

Dans le cadre de sa démarche d'incitation et d'accompagnement des entrepreneurs, l'Ecole des Mines d'Alès mène une action particulière auprès des doctorants. Elle apporte des compléments de formation et attribue une bourse à ceux qui souhaitent se lancer dans la création d'une entreprise (Annexe 6).

### Profil des diplômés



## **Annexe 6**

### **Exemples d'initiatives favorisant l'entrepreneuriat**

En 1998, à la demande du Secrétaire d'Etat à l'Industrie, Monsieur Christian Pierret, le Conseil Général des Mines et le Conseil Général des Technologies de l'Information ont engagé une réflexion sur la formation entrepreneuriale des ingénieurs. Un rapport réalisé par MM. J. Béranger, R. Chabbal et F. Dambrine a fait le constat d'un manque dans ce domaine dans de nombreux établissements d'enseignement supérieur français, et a formulé des recommandations visant à inciter les écoles des télécommunications et les écoles des mines à accentuer leur action. Toutes ces écoles ont aujourd'hui pleinement intégré cette dimension dans leur cursus, et diverses initiatives pour favoriser l'entrepreneuriat ont été mises en œuvre dans les écoles des mines (filière entrepreneur à Douai, « acte d'entreprendre » à Paris, option génie industriel à Albi, développement d'un « axe innovation » à Saint-Etienne, programme « E-ship » à Nantes). Et, à titre d'illustration on peut présenter la réforme importante conduite par l'Ecole des Mines d'Alès depuis deux années pour se transformer en “ école d'ingénieurs-entrepreneurs ” :

L'Ecole des Mines d'Alès est sensibilisée à ce problème de longue date, et a joué un rôle de pionnier dans la démarche entrepreneuriale dès 1984 : Elle a créé la notion d'incubateur.

Depuis 1996, suite au colloque "Education, enseignement supérieur et création d'entreprises" qu'elle a organisé, l'Ecole des Mines d'Alès a entrepris un grand nombre d'actions pour changer la culture de l'établissement : responsabilisation des élèves, introduction de la philosophie dans le cursus de l'ingénieur, recrutement de sportifs de haut niveau, etc.

En juin 1998, constatant qu'à la fin de leurs études, les diplômés de l'EMA, comme ceux de la plupart des Grandes Ecoles, se placent de façon majoritaire dans les grands groupes industriels, négligent les PME et ignorent la voie de la création d'entreprises, le Conseil d'Administration de l'Ecole a décidé de reconfigurer l'EMA en école d'ingénieurs entrepreneurs. Le but de cette réforme était de mieux répondre à la demande de la société, et profiter de cette opportunité pour devenir la première école française sur ce marché. Plus qu'une réforme sur le contenu, l'EMA a mis en œuvre à la rentrée 1999 une réforme sur la culture de l'établissement en partenariat avec HEC-Entrepreneurs. Cette réforme concerne tous les étudiants, toute la scolarité et tout l'environnement.

Pour tenter de percevoir le concept de l'Ecole des Mines d'Alès on peut le décrire suivant trois facettes : la culture de l'entrepreneuriat, l'incubation, l'action économique.

#### **La culture de l'entrepreneuriat**

L'école s'emploie à éveiller le **goût d'entreprendre** chez les étudiants. Pour cela l'étudiant est placé au cœur de l'Ecole et chaque personne de l'établissement, employée ou partenaire, doit lui apporter son concours pour le former au métier d'ingénieur généraliste à caractère entrepreneur, c'est-à-dire devenir un ingénieur transdisciplinaire qui ajoute à ses compétences technologiques une capacité à créer de l'activité nouvelle soit au sein d'une grande entreprise, soit en redynamisant une PME soit en créant sa propre entreprise.

Pour développer le caractère entrepreneur des futurs ingénieurs, la nouvelle pédagogie de l'École, mise en place en partenariat avec HEC, retient les **principes** suivants :

- s'appuyer très fortement sur la **pédagogie-action**, qui place l'étudiant en situation de proposition et d'initiative face à un problème dont il n'a pas tous les éléments de réponse,
- faire découvrir à l'élève, par la pratique, le monde de l'économie et de l'entreprise et aussi l'action d'**entreprendre en situation d'enjeu réel et fort**,
- permettre aux élèves qui le souhaitent, de **développer un projet personnel** à caractère entrepreneurial (création d'entreprise, projet humanitaire... ), en bénéficiant d'une scolarité aménagée et des ressources (pédagogiques mais non exclusivement) de l'École.

Les enseignements classiques sont appliqués et enrichis par la mise en œuvre de quatre types d'exercices de pédagogie-action : **La mission de terrain** (trois élèves, qui ne se choisissent pas, sont face à enjeu économique (potentiel) fort, proposé par un professionnel) ; **le projet long** : (projet de recherche & développement ou de bureau d'étude) ; **la mini-mission** (une semaine sur un sujet à caractère scientifique ou technologique, tutoré par un spécialiste du sujet) ; **le stage en entreprise** (à la fin de chacune des trois premières années, plus un projet industriel de fin de cursus).

La quatrième année, traditionnellement année d'option, peut devenir pour les élèves les plus dynamiques, un espace de création avec une formation adaptée à un véritable projet personnel pouvant aller jusqu'à la **création d'une entreprise**. De plus, chaque élève devra réaliser une expérience significative à l'étranger.

Chaque élève peut, à tout moment de sa scolarité, contractualiser avec l'école un cursus personnalisé afin de réaliser un projet personnel ambitieux (projet sportif, création d'une entreprise, incubateur, etc.). L'ANVAR vient de passer une convention avec l'Ecole des Mines d'Alès pour apporter un **soutien financier de 40 000 F** aux projets personnels de **créations de produits innovants**. Au sein d'Alès-Myriapolis, technopôle d'Alès, les élèves créateurs peuvent solliciter un **prêt de 250 000F** avant création, et une **participation de 100 000 euros** à leurs fonds propres en cas de création.

### **L'incubateur**

L'incubateur est un dispositif dont l'objectif est de **faire émerger des projets de création d'entreprises**, à partir de la richesse disponible, dans un laboratoire d'accueil. Il est en très forte interaction avec le monde de la recherche, le monde économique, et les formations d'ingénieurs et de docteurs. C'est un facteur fort d'orientation et de valorisation de la recherche de l'Ecole des Mines d'Alès.

Les créateurs, jeunes diplômés de l'enseignement supérieur, sont accueillis au sein des laboratoires de l'Ecole ou de laboratoires d'accueil externes. Ils sont encadrés par des enseignants-chercheurs pour la mise au point de leur produit. **Les créateurs perçoivent une bourse de 7500F/mois pendant deux ans**. Depuis 1998, une filière docteur-créateur a été ouverte : un étudiant peut réaliser une thèse afin de créer une entreprise sur les résultats de ses

recherches. Il percevait alors une **bourse majorée de 30% sur quatre ans**. Les créateurs bénéficient de **formations à la création d'entreprises** et de conseils individualisés.

Cet incubateur qui compte 25 créateurs aujourd'hui (avec un objectif de 50 créateurs en 2005) a permis la création d'une cinquantaine d'entreprises durables, mais avec peu de diplômés de l'école. C'est ce constat qui est à l'origine de la démarche entrepreneuriale actuelle.

### **L'action économique**

Pour avoir une chance de créer du développement, une zone d'activités doit se doter d'un cluster qui doit impérativement répondre à quatre conditions nécessaires, mais non suffisantes :

- 1 - il doit posséder un site d'enseignement supérieur et de recherche impliqué dans le développement économique,
- 2 - il doit se doter d'une infrastructure de communication performante (routes, aéroports, réseaux numériques, etc.),
- 3 - il doit s'y développer un climat entrepreneurial,
- 4 - la qualité de vie doit y être très agréable.

L'Ecole peut devenir un acteur majeur pour remplir un certain nombre de critères. C'est dans ce cadre que l'Ecole des Mines d'Alès a **participé activement à la création et à l'animation d'une technopôle** à Nîmes en 1998 et généralise cette action sur Alès et probablement sur Pau.

La participation aux technopôles implique la participation des personnels de l'école dans la définition de la **stratégie du développement local**, dans l'animation et la veille technologique, dans la création d'entreprises, dans la prospection d'entreprises, et dans l'accompagnement des entreprises. Par exemple, l'action de la technopôle de Nîmes a permis d'attirer sur le site de Nîmes 21 entreprises, dont 6 dans le domaine des biotechnologies, ce qui fait de Nîmes l'un des grands pôles industriels en biotechnologies dans le Sud de la France. Cette nouvelle activité locale pousse l'Ecole à développer des activités de recherche et de formation dans ce domaine avec des nouveaux partenaires comme le CHU de Nîmes et l'INRA.

L'Ecole des Mines d'Alès fait plusieurs paris ambitieux. L'activité économique s'était déplacée vers les pays froids au cours de la révolution industrielle. L'Ecole mise sur un retour d'une activité basée sur l'exploitation de la matière grise autour du bassin méditerranéen. Elle croit pouvoir influencer sur le développement économique et social et s'y investit. Elle croit aux jeunes, leur fait confiance et les accompagne dans leurs projets. Enfin l'Ecole des Mines d'Alès s'ouvre sur la société civile et cultive la relation forte entre les élèves, les enseignants et les responsables d'entreprises. Pour mettre en œuvre sa démarche entrepreneuriale, elle **associe des industriels ayant le goût d'entreprendre** qui la rejoignent afin de jouer le rôle de tuteur et transmettre leur passion au travers de la réalisation de missions.

## **Annexe 7**

### Le développement de la formation en ligne (Projet de Grande Ecole Virtuelle d'Ingénieurs)

#### **Mission : « Grandes Ecoles virtuelles : vers un nouveau paradigme de formation ? »**

A la demande des vice-présidents du Conseil général des Mines et du Conseil général des Technologies de l'Information, une mission d'étude a été conduite dans le cadre de leur section commune, par l'Ingénieur Général des Télécommunications Jean-Claude MERLIN et l'Ingénieur en Chef des Mines Claude TRINK, sur l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) dans l'enseignement supérieur des sciences de l'ingénieur. L'objet est en particulier de dégager des recommandations pour les Ecoles des Mines et des Télécommunications placées sous tutelle du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.

Les rapporteurs ont constitué un groupe de travail formé de représentants des Ecoles, déjà praticiens des NTIC, ainsi que d'experts extérieurs. Ce groupe de travail s'est réuni à six reprises. En outre un séminaire d'étude, organisé par le Groupe des Ecoles des Télécommunications à la demande du groupe de travail et consacré à la démonstration des réalisations en cours et à la réflexion sur les orientations, a réuni une soixantaine de participants le 16 septembre 2000.

Le rapport souligne l'importance de **l'enjeu mondial de la formation à distance par les NTIC** pour la société de l'information et met en évidence les modifications que la formation à distance apporte dans les schémas pédagogiques d'une part en particulier dans la distinction entre cours et accompagnement de l'apprenant, mais aussi dans l'économie des dispositifs d'enseignement : concurrence renforcée entre institutions, nécessité d'une meilleure gestion des ressources, amélioration de la qualité des enseignements, évaluation des enseignants et organisation de tutorat, définition de nouveaux publics d'apprenants en formation initiale (notamment à l'étranger) et continue (en particulier dans la définition de programmes adaptés aux demandes des entreprises, dont le nouveau domaine de l'organisation de la gestion des connaissances).

Les principales recommandations du rapport portent sur les actions suivantes :

1. Organiser le fonctionnement de la formation à distance des Ecoles sous la forme d'une **mise en réseau**, pour ce domaine d'activité, des douze Ecoles concernées ;
2. Sélectionner et **mener à bien des projets** concernant des groupes d'apprenants spécifiques : mise à niveau avant formation présentielle, notamment pour une formation continue diplômante ; extension de mastères existants pour la formation continue (exemple : gestion de l'environnement), modules de cours (protocole IP, réseaux), produits d'auto-formation pour les entreprises,...

3. Mettre en place dans chaque Ecole un **nouveau département dénommé « Ingénierie de Conception de formations »** chargé de :
- Elaborer, en liaison avec les départements techniques, **des produits de formation** intégrant savoir, pédagogie, utilisation des outils techniques ;
  - Former les **tuteurs et les étudiants** qui souhaitent se spécialiser dans ce domaine ;
  - Conduire des travaux de **recherche** sur les pédagogies et modes d'acquisition des connaissances adaptés aux publics visés et techniques utilisées ;
  - Soutenir les actions **d'entrepreneuriat**, ce domaine étant celui de la création de très nombreuses entreprises tournées vers les outils ou les services.
- Le niveau de développement des activités de ce département relève naturellement de la stratégie de chaque Ecole, et des moyens qu'elle entend y consacrer ;

4. Créer une **structure unique commune de coordination** et de diffusion des formations. Le rôle de cette structure est d'être :
- Un gestionnaire de collection, en bâtissant une offre complète et cohérente de formations relevant des sciences de l'ingénieur, à travers les productions des départements ou les échanges avec d'autres institutions d'enseignement supérieur ;
  - Un gestionnaire de patrimoine, intervenant dans la défense des droits de propriété intellectuelle, la définition des modes de partenariats avec des éditeurs et des exclusivités accordées, la répartition des tutorats lorsque les Ecoles souhaitent les conserver, les conditions d'utilisation des logos,...
- Cette structure pourrait ainsi être une préfiguration d'un Institut Français de Technologie, entièrement consacré à la formation à distance dans le domaine des sciences de l'ingénieur.

Au cours de l'année 2001, il est prévu que la mission se poursuive, d'une part en présentant aux parties concernées les conclusions du rapport et les moyens nécessaires à leur mise en œuvre, d'autre part en intégrant les conclusions d'une étude sur les meilleures pratiques tirées d'exemples de formations aux Etats-Unis et au Canada, étude que la mission a commandée fin 2000 à un cabinet américain.

## **Annexe 8**

### **Les Sciences & Technologies de l'Information et de la Communication dans les Ecoles des Mines**

Les Ecoles de Mines ont commencé très tôt à développer des actions de recherche et de formation en Informatique : par exemple, le site de Fontainebleau de l'Ecole des Mines de Paris a été créé en 67 pour permettre la création de plusieurs centres de recherche dans ce domaine (l'IRIA dont la branche LABORIA a donné naissance à l'INRIA en 1979 a été créé aussi en 67)

Aujourd'hui, **une vingtaine de laboratoires comportant entre 3 et 20 enseignants chercheurs** participent à l'action de formation et de recherche des Ecoles en Sciences et technologies de l'Information et de la communication (STIC).

#### **Les principaux thèmes de recherche sont :**

- programmation- objet, systèmes distribués et systèmes temps réel, systèmes à évènements discrets, transformation et optimisation de programmes
- intelligence artificielle, réseaux de neurones, auto-organisation,
- robots, interfaces hommes- machines, voiture intelligente, télé-robotique, systèmes multi-agents, informatique répartie
- vision par ordinateur, réalité virtuelle, réalité augmentée, traitement d'images, fusion de données, télédétection, compression et synthèse d'images, systèmes d'informations géographiques,
- optimisation sous contrainte, optimisation de réseaux, systèmes complexes, modélisation et commande de systèmes dynamiques, automatique,
- géostatistique,
- gestion de la connaissance, moteurs et méta- moteurs de recherche sur Internet, navigation des internautes juristes dans les textes de droit..

**Des recherches originales sont menées sur les aspects sociologiques, organisationnels, économiques et réglementaires** liés au développement des STIC et en particulier d'Internet : les travaux concernent en particulier l'impact d'Internet sur l'organisation des entreprises (en particulier dans le domaine du transport), le mode de circulation de l'information, les usagers du multimédia, les usages professionnels des messageries électroniques, les nouveaux collectifs électroniques autour de la santé, l'économie numérique, c'est-à-dire la diffusion des gains de productivité issus des STIC à l'ensemble de l'économie, les effets économiques et industriels de la déréglementation des télécommunications, la tarification des accès aux réseaux, etc....

Ces activités de recherche portant directement sur les STIC mobilisent, à temps plein, environ **150 enseignants-chercheurs, 120 doctorants et conduisent à environ 90 articles et 180 communications publiées, 180 contrats pour un montant annuel d'environ 3 MEuros**. Les STIC représentent jusqu'à 50% de la production scientifique de certaines Ecoles (Alès, Nantes). Selon tous ces critères, **les Ecoles des Mines du SEI "pèsent" entre 1/4 et 1/5 de l'INRIA**.

La seule Ecole des Mines de Paris a directement participé à la **création d'une trentaine de sociétés dans le domaine des STIC, et 400 emplois environ ont été créés** (les chiffres 99 de l'INRIA sont : 40 entreprises pour 1100 emplois créés). Par exemple Morphosystèmes a été vendue à la SAGEM en 1983, alors qu'elle comptait 200 salariés.

Les Ecoles ont de **très nombreuses coopérations** dans ce domaine : avec l'INRIA bien entendu (il existe un laboratoire commun), mais aussi le CNRS, le CEA, le CNES, France Télécom R&D et de nombreuses universités (plus de 80) et entreprises (une cinquantaine) françaises et étrangères. Les Ecoles des Mines sont des partenaires actifs des programmes RNTL (réseau national des technologies logiciels) et RNRT (réseau national de recherche en télécommunications) financés par le Ministère de la Recherche et le Secrétariat d'Etat à l'Industrie.

La principale caractéristique des STIC dans les Ecoles des Mines est **son caractère diffusant au sein de tous les centres de formation et de recherche des Ecoles** : par exemple, tous les laboratoires utilisent de nombreux outils logiciels et en produisent. Citons par exemple deux logiciels créés et toujours développés au sein des Ecoles des Mines : FORGE 3 (simulation 3D par éléments finis des opérations de forge), et ISATIS (banque d'outils de géostatistique) qui sont des références mondiales dans leur domaine et génèrent, chacun, via des filiales d'Armines (respectivement Transvalor et Géovariations), environ 15 MF d'activités annuelles. Citons aussi la création récente d'un mastère en mécanique numérique, et celle d'une spécialité doctorale à l'Ecole des Mines de Paris en analyse numérique.

Chaque année, les Ecoles des Mines assurent **la formation initiale de leurs 800 nouveaux élèves-ingénieurs en informatique et technologies de la communication, offrent une dizaine d'enseignements spécialisés** (dont l'un à Nantes en anglais) avec, au total, plus de 150 étudiants par an, **sont cohabilités au sein de 6 DEA, et sont laboratoires d'accueil de 14 autres**. Ces formations cherchent à respecter un équilibre entre la maîtrise du contenu scientifique et des outils techniques, d'une part et d'autre part les aspects humains, organisationnels et économiques de leur mise en oeuvre.

**Les STIC améliorent les méthodes pédagogiques** utilisées dans les Ecoles des Mines : recherche documentaire sur Internet, modules de formation à distance, téléconférences et télé-cours, édition et commercialisation de CD-ROM pédagogiques etc...Des projets de formation sur Internet en anglais, de type « master of sciences » sont en cours d'élaboration. L'Ecole des Mines d'Alès a même développé un logiciel d'écriture de cours multimédia dédié à l'enseignement : EMATECH.

Un audit de la recherche dans le domaine des technologies de l'information et de la communication a été réalisé, à la demande du Conseil d'Evaluation Scientifique des Ecoles des Mines. Les rapporteurs J. LESOURNE et P. BERNHARD ont dressé, fin 98, **un "bilan très largement positif" de ces recherches, et ont recommandé un développement de l'effort consenti**.

## Annexe 9

### Un nouveau champ de recherche, maintenant stratégique : les Politiques Publiques

Jusqu'à présent, à l'abri des frontières, l'État légifère sans ressentir le besoin de s'appuyer sur des équipes de recherche structurée (*sauf pour certaines réglementations techniques comme dans le nucléaire avec le CEA*).

#### **Aujourd'hui plusieurs phénomènes concomitants obligent à reconsidérer la façon dont l'Etat prend ses décisions**

- avec la mondialisation et les progrès de la science les **phénomènes dont les pouvoirs publics doivent assurer la régulation deviennent beaucoup plus complexe**: *instabilité des bourses avec les produits dérivés (et émergence de bourses virtuelles pan-européennes comme Jway, application du principe de précaution (radioactivité, OGM, ruminants...), outils techniques nécessaires aux autorités indépendantes pour la régulation (prix de revient, évaluation de la concurrence,...), adaptation des règles anti-monopoles dans le domaine du logiciel (procès Microsoft ou le monopole tient en fait à une privatisation d'un standard et ne peut être tranché avec les règles conçues pour des entreprise de "production")*.

- jusqu'à une période récente l'État était lui-même l'acteur économique majeur. Ayant dorénavant abandonné cette fonction, il se trouve maintenant dans une position de régulateur : cela demande sans doute beaucoup **plus "d'intelligence" pour réguler un système complexe dans une économie ouverte, en concurrence avec ses voisins que pour donner des ordres dans une société à l'abri de ses frontières**.

- avec la création de **l'Europe** il ne s'agit plus de prendre seul, dans le cadre d'un processus hiérarchique, les décisions que l'on pense les meilleures, mais d'arriver à **convaincre nos partenaires**, de la justesse de nos idées et pour cela il est nécessaire, de pouvoir s'appuyer sur des arguments solidement étayés, plus que sur de brillants discours.

- avec l'Internet on constate par ailleurs une considérable **accélération des mutations économiques et sociales** : les mécanismes de régulation, qui eux restent soumis à une certaine inertie administrative, s'en trouvent d'autant plus délicats à concevoir (*droit de la propriété intellectuelle sur les logiciels, droit de la concurrence, ...*).

- enfin **Internet** en gommant le temps et les distances **abolit la notion de territoire et donc pour partie remet en cause les principes de souveraineté** et par là-même rend, de facto, caduques un grand nombre de lois purement nationales (*règles de censure, droit de l'information; lois sur le jeux, publicité sur le médicament, l'alcool, la drogue, publicité comparative, responsabilité pénale de l'hébergeur, droit de la preuve (signature électronique), cyberdélinquance, exclusivité territoriale, droit du travail (télétravail), protection de la vie privée, lois sur la cryptographie, création monétaire, protection du consommateur, fiscalité des transactions immatérielles... pour n'en citer que quelques-unes*).

Par ailleurs un droit ne vaut que s'il est effectivement applicable, ce qui n'est plus aujourd'hui bien souvent le cas car ce qui est illégal dans notre pays ne l'est pas forcément dans celui où les faits se sont produits et que les moyens techniques de détection et de sanction des infractions n'existent souvent pas.

#### **Il convient donc de reconstruire une bonne partie de notre droit :**

- pour cela il est nécessaire de développer une véritable **"ingénierie juridique"** permettant à partir d'un "cahier des charges" défini par le "Politique" de forger un outil juridique efficace : cohérent avec les objectifs poursuivis (sans effets pervers), effectivement applicable (infractions bien caractérisées, sanctions), équitable, rapide, peu coûteux, avec des mécanismes d'évaluation permettant d'en contrôler les éventuelles dérives. Cela nécessitera la

constitution d'équipes associant chercheurs en droit, en économie et en sciences, capables de forger de nouveaux concepts, des méthodologies et de former des experts.

- par ailleurs une partie substantielle des règles de droit ne pourront être qu'internationales et, pour que notre culture juridique soit prise en compte, il est indispensable que nos équipes travaillent dans des réseaux internationaux, là où s'élaborent les consensus mondiaux et qui finissent par s'imposer aux États.

**Les Ecoles des Mines, qui forment des fonctionnaires, ont un rôle majeur à jouer dans ce domaine auprès des Pouvoirs Publics (de la même qu'elles mènent aujourd'hui des recherches au profit de l'économie) :** Il conviendrait sans doute que de telles équipes soient formées dans chacune des Écoles formant les cadres de l'État, notamment à l'ENA aux Télécom, aux Ponts, au GREF,..., et que celles-ci travaillent étroitement en réseau.

Le réseau ainsi formé par ces écoles devra bien entendu développer des collaborations avec les autres équipes de recherche travaillant dans des champs scientifiques connexes (CEA, INSERM, INRA, INRIA, CNRS, université...) et tisser des liens particulièrement étroits avec ses homologues des autres pays européens et de l'OCDE.

**Les Ecoles devraient également être les lieux où s'épanouissent de véritables Think Tanks**

Ces structures de réflexion, où se retrouvent pour réfléchir ensemble chercheurs, entrepreneurs, décideurs politiques, intellectuels, responsables religieux, journalistes,... hors des feux médiatiques et des jeux de rôle auxquels chacun est tenu, paraissent essentiels pour concevoir, mûrir et faire accepter les nouvelles régulations nécessaires à notre société. De telles équipes de recherche fournissent le terreau fertile propice à leur épanouissement

De telles structures qui prolifèrent aux États-Unis y jouent un rôle tout à fait fondamental dans le fonctionnement de la vie publique : nos Ecoles doivent prendre l'initiative dans ce domaine (*Le cas du groupe animé par Gustave Defrance et André Claude Lacoste, autrefois le club des annales des mines et aujourd'hui le club de l'École de Paris, les groupes de réflexion de l'amicale sont des initiatives qui vont tout à fait dans ce sens : ne faudrait-il pas changer de braquet ?*

Voir par exemple <http://www.liberation.fr/quotidien/debats/juillet00/20000703c.html>

## **Annexe 10**

### **ARMINES**

#### **Note de présentation**

Une mission d'intérêt général, en liaison avec les Ecoles des Mines : la recherche "orientée vers l'industrie"

Le concept de recherche "orientée vers l'industrie", créé par l'Ecole des Mines de Paris, est à l'origine de la création d'ARMINES, en 1967, à une époque où la faiblesse des relations entre le monde de l'enseignement, de la recherche et celui de l'entreprise était considérée comme une grave lacune du système français.

Cette forme de recherche se construit à partir d'échanges entre chercheurs et industriels ; elle n'est ni fondamentale, ni compétitive, mais "partenariale" et conduit à un mode efficace de formation par la recherche où la démarche scientifique est en permanence confrontée à la dimension industrielle.

Elle nécessite d'être gérée dans un cadre adapté et fonctionne sur la base de cofinancements.

ARMINES a pour objet social de remplir les missions suivantes en liaison avec les Ecoles :

- Dispenser une formation à la « recherche orientée »,
- Contribuer au perfectionnement d'ingénieurs par la formation continue,
- Entreprendre, en liaison avec l'industrie, des "recherches orientées".

### **UN CADRE JURIDIQUE SOUPLE SOUS LE CONTROLE DE L'ÉTAT**

ARMINES est une Structure de Recherche Contractuelle (SRC) au statut d'association selon la loi de 1901, créée en Janvier 1967 à l'initiative du Ministère de l'Industrie.

Ce statut de droit privé lui donne l'indispensable souplesse permettant de mettre les Centres de Recherche « en situation » de traiter avec la sphère économique : pouvoir décider, engager sa responsabilité, être créatif et affranchi de certaines pesanteurs administratives permet d'assumer une activité pour laquelle les chercheurs doivent avoir les coudées franches.

ARMINES dispose d'une Direction, d'un Commissaire aux Comptes, et d'un Conseil d'Administration dans lequel l'Etat compte plusieurs Membres représentant respectivement le Conseil Général des Mines, le Ministère de la Recherche et de la Technologie, et le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Le Conseil d'Administration agit sous le contrôle d'un Commissaire du Gouvernement.

Les relations qui la lient aux Ecoles d'Ingénieurs, au premier rang desquelles figure le réseau des Ecoles des Mines (Paris, Saint-Etienne, Douai, Alès, Nantes et Albi-Carmaux), sont régies par une convention passée avec l'Etat ou des conventions spécifiques. ARMINES collabore en particulier avec l'Ecole Polytechnique, l'Ecole Nationale Supérieure des Techniques Avancées, l'Ecole Navale et les Ecoles de Coëtquidan.

## **Un fonctionnement fondé sur l'initiative et la responsabilité des Centres de Recherche**

L'unité opérationnelle (et l'unité de compte analytique) est le Centre de Recherche, centre commun à ARMINES et à l'Ecole d'Ingénieurs partenaire, où ARMINES met des moyens propres en personnel et en matériel à hauteur du volume de l'activité contractuelle avec l'objectif de l'équilibre d'exploitation annuel pour chaque compte analytique interne.

Ces ressources humaines et matérielles sont associées aux moyens fournis par les Ecoles et permettent au Centre de se développer et de s'adapter à son environnement.

A titre d'exemple, les Centres communs ARMINES/ECOLE DES MINES DE PARIS fonctionnent (toutes dépenses confondues) en moyenne à 50 % sur ressources budgétaires (ECOLE) et à 50 % sur ressources contractuelles (ARMINES).

ARMINES est titulaire des contrats de recherche ; elle dispose d'une équipe de gestion centrale de trente personnes qui assure, pour l'ensemble des Centres, le contrôle juridique, la gestion des contrats de recherche et de la propriété intellectuelle, la gestion de son personnel, l'administration et la comptabilité.

## **Des domaines scientifiques diversifiés**

ARMINES intervient dans l'ensemble des domaines des sciences de l'ingénieur couverts par les Ecoles au premier rang desquels figurent le Génie des Matériaux, puis les Sciences de la Terre, de l'Energétique et de l'environnement, ainsi que les TIC appliquées à ces domaines.

Les mathématiques appliquées, l'informatique, le traitement de l'image occupent une place croissante, sans oublier le génie industriel, le génie des procédés et la métrologie.

De nouveaux développements voient le jour dans le domaine des lasers, de la physique nucléaire, des sciences du risque et des technologies de l'information et de la communication.

L'originalité d'ARMINES réside enfin dans l'importance de sa recherche en sciences sociales et humaines.

## **La première Structure de Recherche Contractuelle française**

Avec plus de 500 salariés en propre, dont près de 350 chercheurs et techniciens répartis dans les laboratoires, et le concours des personnels de recherche des Ecoles, ARMINES, a réalisé en 2000 une activité de 230 MF ce qui la place très largement en tête des structures de ce type en France.

Elle s'est organisée pour devenir un partenaire fort de la recherche européenne et dispose d'une représentation permanente à Bruxelles ; les contrats communautaires représentent près de 20 % de son activité, avec plus de 60MF notifiés depuis le début du 5<sup>ème</sup> PCRDT.

ARMINES est soutenue par l'ANVAR dans ses projets de recherche amont au titre de l'abondement SRC (Sociétés de Recherche sous Contrat).

ARMINES a pris en 2000 l'initiative de constituer l'ASRC (Association des Structures de Recherche Contractuelle) qui regroupe l'ensemble des structures privées françaises spécialisées dans la recherche contractuelle industrielle, de façon à mieux faire reconnaître cette activité en France et à disposer d'une présence plus forte à Bruxelles face aux grandes organisations Nord-Européennes (TNO, Fraunhofer, VTT, SINTEF, etc...)

ARMINES est membre de l'EARTO ( European Association of Research and Technology Organisations).

### **Transvalor SA, filiale de valorisation des résultats de la recherche**

En 1984, a été créée la société TRANSVALOR SA, filiale d'ARMINES à laquelle sont associées de grandes institutions bancaires françaises.

Son objectif est de valoriser les résultats de la recherche : concession de licences de brevets ou de logiciels, industrialisation et commercialisation directe de logiciels, soutien et participation à la création d'entreprises issues des laboratoires.

En 2000 elle a réalisé un chiffre d'affaires de 14 MF, pour l'essentiel dans le domaine des logiciels scientifiques, industrialisés et commercialisés par une équipe d'une quinzaine d'ingénieurs. TRANSVALOR est par exemple leader mondial sur la niche des logiciels de simulation à 3 dimensions du forgeage des pièces mécaniques avec plus 50% de son chiffre à l'exportation.

Elle a pris ou s'apprête à prendre des participations dans quatre entreprises qui commercialisent des résultats de la recherche.

D'une façon générale et en conclusion, ARMINES a ouvert la voie et la plupart des établissements d'enseignement supérieur qui ont souhaité développer fortement la relation recherche-industrie se sont associés des structures comparables.

## **Annexe 11**

### **Le Media Laboratory du MIT**

Le « Media Laboratory du MIT » a été créé en 1980, par Nicholas Negroponte et Jerome Wiesner, à partir d'une excroissance du département d'architecture du MIT, et s'est positionné d'emblée de manière originale en s'appuyant sur les travaux de plusieurs autres professeurs du MIT, ayant des spécialités aussi diverses que les sciences cognitives, les mécanismes d'apprentissage, la musique, le graphisme, la vidéo, l'holographie, ...

Au cours de ses premières années d'existence, l'essentiel des travaux du Media-Lab était centré sur les nouvelles formes de représentation de données informatiques, qui ont contribué à créer des champs d'activités aujourd'hui très courants, tels que la vidéo numérique et le multimedia.

Les succès du laboratoire lui ont conféré une notoriété et lui ont permis de croître. Il se tourne aujourd'hui vers une problématique résumée par la formule « how bits meet atoms » : Comment l'électronique s'intègre dans notre environnement physique quotidien.

Le laboratoire se caractérise par une intense collaboration entre la recherche et l'industrie, et offre un environnement privilégié pour relier la recherche de base et les applications, car il n'est pas tributaire du cloisonnement disciplinaire propre aux centres de recherches classiques.

### **L'activité académique**

Le Media Laboratory est à la fois un établissement de formation et de recherche. Il emploie 30 enseignants-chercheurs permanents, et environ 80 personnels administratifs et techniques. Il accueille 160 étudiants (80 dans un **cycle de « Master of science »** et 80 pour la préparation d'un **doctorat**). La plupart de ces élèves sont inscrits dans le cursus du Media Lab intitulé « Arts et sciences », mais une trentaine d'élèves font leur recherche au sein du laboratoire en étant inscrits dans un autre département du MIT. 150 « undergraduate » font également des stages dans le laboratoire chaque année.

### **Les domaines de recherche**

La plus grande partie de la recherche est menée dans le cadre de trois groupements soutenus par des financements d'entreprises. La plupart des technologies et applications qui y sont développées sont validées et approfondies par des expérimentations au MIT, puis sur le terrain en coopération avec l'un des industriels membres du « consortium des financeurs ».

**Digital life** : Les recherches portent sur les interactions « en ligne » entre personnes et/ou systèmes informatiques (performances de systèmes multimedia, interfaces « intelligentes », analysant la parole ou les gestes, apport des technologies aux jeux et aux outils de formation, environnements de coopération multi-sites)

**News in the future :** Exploration de technologies qui permettront d'améliorer la collecte et la diffusion d'informations (aussi bien en terme de délai de mise à disposition qu'en terme de structuration de l'information pour la rendre plus efficiente).

**Things that think :** Etudie comment les objets qui nous entourent au quotidien pourraient nous rendre la vie plus agréable en étant dotés d'intelligence et rendus capables de prendre en compte les habitudes de leur propriétaire.

Outre ces trois principaux groupements, le laboratoire se dote également d'un nombre croissant de groupes de plus petite taille, orientés vers des problèmes plus spécifiques :

- les jouets de demain
- l'ordinateur très bon marché
- l'apport du « numérique » à l'automobile
- l'impact du « numérique » sur les équipements de cuisine
- l'apport de l'informatique et des communications aux personnes âgées
- le futur des moyens de communication audio-visuels

## **Le financement**

Le budget annuel du Media Laboratory est de 30 M\$. Plus de 90% de cette ressource **provient de 160 entreprises** qui ont passé un accord avec le laboratoire, acceptant de lui assurer un financement, en contrepartie de l'accès aux résultats de ses recherches. Les origines géographiques des « sponsors » se répartissent en **50% pour l'Amérique, 25% pour l'Europe, et 25% pour l'Asie**. Leurs domaines d'activité sont d'une très grande diversité (électronique, jeux, meubles, finances, loisirs, télécommunications).

Les sponsors apprécient la forme de recherche que mène le Media lab, car elle permet d'**explorer des pistes** qui sont intéressantes parce que susceptibles de déboucher sur une application industrielle, mais dont l'issue est incertaine. Le risque financier serait trop important pour qu'un industriel seul accepte de le supporter, mais avec la formule des groupements, le **coût partagé** devient très raisonnable, en regard de l'apport à l'entreprise en terme de prospective. Pour le coût équivalent d'un chercheur permanent, le sponsor a accès aux résultats d'un centre de recherche comportant 400 personnes.

Le financement apporté par une entreprise contractante va de 50.000\$ à 200.000\$ par an selon le niveau d'accès aux résultats qu'elle souhaite. Le taux maximal donne le droit, non exclusif (puisque partagé entre tous les membres), à la **propriété intellectuelle** sur tous les résultats d'un des groupements. En outre, les entreprises peuvent financer (pour 75.000\$ par an) un des étudiants travaillant sur un sujet qui les intéresse particulièrement. Cet étudiant est alors identifié comme un chercheur affilié à cette entreprise, et celle-ci a accès prioritairement à ses travaux.

## Les raisons du succès

Les responsables du Media Lab attribuent leur succès vis à vis des entreprises davantage au « style » de leur recherche qu'à son contenu. Ils estiment que le plus important dans un programme de recherche n'est pas la question qui est posée, mais la façon de la poser.

De leur propre analyse, il ressort que les forces du laboratoire sont inhérentes à quelques originalités qui le caractérisent :

- les **profils des enseignants chercheurs** sont d'une **très grande diversité**, et créent une culture de laboratoire tournée vers l'homme en tant qu'utilisateur de technologies. Ces profils vont du physicien au psychologue, en passant par le linguiste, l'informaticien, le créateur en audiovisuel, l'artiste, l'architecte, le musicien, ...
- les recherches sont menées par des **équipes interdisciplinaires** (un élève informaticien avec un directeur de thèse spécialiste d'audiovisuel, ou un étudiant de formation littéraire ou artistique avec un professeur d'informatique, ...)
- les enseignants-chercheurs sont tenus de présenter l'avancement de leurs projets dans de nombreux laboratoires extérieurs et au sein des entreprises qui soutiennent les programmes. Ceci fait d'eux des agents qui effectuent en permanence une **veille technologique et stratégique**. Confortées au sein de la collectivité du Media-Lab les observations de chacun se complètent et confèrent aux responsables de groupes une bonne vision prospective
- la **diversité des sponsors** apporte une richesse des problématiques, dont découle la créativité des chercheurs
- les projets courts des **élèves « undergraduate »** s'inscrivent dans une **politique exploratoire** de sujets « à risques » ; c'est-à-dire qu'une grande partie d'entre eux n'aboutit pas à des possibilités de concrétisation. En revanche, certains débouchent sur des projets particulièrement pertinents, porteurs de développements très valorisables
- outre les productions scientifiques classiques (publications et brevets), le laboratoire a une importante **production de démonstrations et de « points de vue »**. Le rythme des travaux est donné par des séminaires périodiques auxquels assistent les industriels finançant le laboratoire. L'avancement des projets y est présenté de même que les possibilités de valorisation qui en découlent, et les visions du marché que se sont faites les chercheurs de l'équipe
- le laboratoire dispose d'une réelle **autonomie pour le recrutement de ses enseignants chercheurs**, et réunit ainsi beaucoup de collaborateurs ayant un profil non conventionnel. De même, la sélection de ses élèves accorde une large place à la personnalité et au projet des candidats, et le laboratoire retient des candidats de valeur qui quelquefois ne seraient pas pris dans d'autres filières de formation.

## Annexe 12

### Propositions pour les formations dans les Grandes Ecoles d'Ingénieurs en vue d'améliorer leur ouverture à l'international et aux technologies nouvelles (Note rédigée par H. Renon – Conseil Général des Mines)

Pour améliorer la visibilité internationale des grandes Ecoles en vue d'attirer des étudiants étrangers et pour mieux valoriser leur potentiel, il est proposé de scinder la formation en deux parties :

- un cycle comprenant la terminale, la (ou les) années de préparation et la (ou les) première(s) année(s) d'école, pour aboutir à **Bac+3** à un **diplôme équivalent au « bachelor » américain**, même s'il est plus généraliste et moins professionnalisé ;
- un cycle de deux ans jusqu'à **Bac+5**, ciblé sur les emplois industriels, scientifiques ou commerciaux, et constamment actualisé, **équivalent du « master » américain**, qui pourrait être offert sous des formes différentes pour les formations initiales, permanente ou virtuelle en exploitant toutes les synergies possibles entre elles. Il s'agirait d'enseignements à la carte, regroupés dans le cadre d'options comportant aussi des stages et travaux personnels. Les options recherche seraient étendues jusqu'à Bac+6 pour fournir de réellement jeunes chercheurs pourvus d'un doctorat en faisant partir la formation par la recherche à Bac+3, comme aux Etats-Unis.

#### I

Proposition de créer un diplôme à Bac+3, marquant la fin de la première année des écoles qui recrutent après deux années de prépa ou de la deuxième année pour celles qui recrutent en première année de prépa, équivalent du « bachelor » international, qui aurait les avantages :

- de donner une image de la formation reçue pendant les quatre années précédentes (terminale, prépa et première(s) année(s) d'école), tout à fait équivalente au « college » américain par son intensité. Cette formation comporterait toujours des bases de mathématiques, sciences physiques et naturelles, sciences humaines et développement personnel (créativité, langues et sport), mais aussi un ou des « majors » dépendant des écoles et devrait former un tout cohérent (ou rendu cohérent par la ou les première (s) année(s) de l'école d'ingénieurs, permettant de décerner un **diplôme reconnu** comme équivalent du « bachelor » et ouvrant ainsi l'accès au cycle suivant, plus diversifié, dans la même école ou ailleurs.
- de correspondre dans la plupart des écoles à la **fin d'une majorité des cours de tronc commun** et au début d'enseignements spécialisés et (ou) d'option ;
- de permettre aux élèves d'intégrer à l'étranger un cycle de « master », pouvant être obtenu, au choix, après ou avant la terminaison des deux dernières années d'école, avec **obtention d'un double diplôme** (évitant ainsi tout tourisme universitaire) ;
- de permettre aussi d'attirer en toute transparence des **élèves étrangers** titulaires d'un bachelor, après examen des candidatures par un jury d'admission, et la possibilité, pour eux, d'obtenir un double diplôme, quelle que soit leur université ou école d'origine à l'étranger ;
- d'**ouvrir des choix aux élèves à bac+3**, certains élèves intégrés en première année d'école préférant prendre un emploi industriel avec leur titre de « bachelor » mais avec le droit de poursuivre en « master » jusqu'à bac+5, plus tard à l'école ou en formation permanente ;
- d'accueillir en plus grand nombre d'autres étudiants venus d'autres filières ou de l'étranger.

Il serait souhaitable que les écoles d'ingénieur, utilisent cette(ces) première(s) année(s) pour compléter la formation généraliste par un élargissement des perspectives des étudiants notamment sur l'industrie telle qu'elle est et se transforme aujourd'hui, et pour compléter les bases scientifiques pour former un ensemble cohérent mais spécifique de l'école.

### **Formation sur l'entreprise.**

Trois thèmes de réflexion sont indiqués ici , à titre d'exemple, pour suggérer la création ou l'extension d'enseignements dans ce domaine :

- La propriété intellectuelle : jusqu'où faut-il la développer pour stimuler l'innovation ? Comment en adapter les modalités en réformant le droit de la propriété industrielle et intellectuelle pour tenir compte de la spécificité des nouvelles technologies ? Comment en tirer parti si on est dans l'entreprise, ou simplement inventeur ou auteur ? Quel est le rôle du secret industriel ?
- Gestion des connaissances accumulées et en développement et des compétences des hommes dans les entreprises ; évaluation des besoins de connaissances en interne et par appel à des collaborations externes.
- Transmission des connaissances ; les nouvelles technologies de communication, leur impact sur la formation des ingénieurs, la diffusion des connaissances, le commerce et l'industrie.

Ces enseignements pourraient intégrer les séances de formation à l'utilisation de la documentation.

On peut citer aussi la gestion des risques (cindyniques), les impacts de l'informatique (notamment en réseau) et généralement des nouvelles avancées scientifiques.

### **Formation de base en droit :**

Les élèves devraient connaître l'ensemble du contenu du livre « Introduction générale au droit » de François Terré (Dalloz 1998) et les parties concernant les entreprises du droit civil et pénal, des droits spécialisés (travail, environnement, administratif,...) et du droit international.

### **Stage(s) dans l'industrie.**

**Une première expérience de créativité**, telle que l'Acte d'entreprendre de l'Ecole des Mines de Paris, mais avec des domaines d'application encore plus étendus, incluant la recherche, les relations humaines ou la gestion, sans donner une importance excessive à la création d'entreprises, avec une évaluation en fin de cycle utilisée à des fins d'orientation pour le cycle suivant.

Pour trouver le temps nécessaire à ces activités, les Ecoles pourraient réduire ou supprimer à ce stade les enseignements des matières déjà étudiées en prépa , comme par exemple la thermodynamique, quitte à le reprendre dans le cadre d'une spécialisation dans le cycle suivant et à veiller à actualiser régulièrement les programmes de prépa. Elles pourraient cependant apporter des compléments nécessaires en sciences de base pour les élèves provenant des différentes prépas pour homogénéiser les connaissances d'une promo, de façon à former un ensemble cohérent de connaissances justifiant l'image de l'école attachée par son passé et résumée par son nom.

## II

La deuxième partie de la formation aurait pour but d'**acquérir une ou des spécialités valorisantes** à l'embauche, regroupées pour former des ensembles choisis avec soin et pourvu d'une image valorisante. Ainsi chaque école pourrait offrir un ou plusieurs « masters » comportant un choix cohérent d'enseignements spécialisés à la carte, des stages et des travaux personnels.

- Ces mêmes « masters » seraient proposés avec la même dénomination par la même équipe enseignante en formation continue pour mettre en évidence les correspondances entre formation initiale et formation permanente et **faciliter l'actualisation de la formation** initiale, et en formation virtuelle, utilisant les nouvelles technologies d'information et de communication, pour déboucher sur une combinaison des méthodes d'enseignement adaptée à chaque besoin. En effet, les ingénieurs auront de plus en plus besoin de réactualiser leurs connaissances, d'après nos collègues américains les ingénieurs sont passés en moyenne de deux à sept emplois au cours de leur carrière, ce qui implique une actualisation encore plus intense des enseignements initiaux et une évolution des méthodes d'enseignement.
- Le cycle des deux dernières années d'école devrait avoir un contenu d'**enseignement particulièrement flexible et adaptable** pour coller le plus possible aux besoins de l'industrie tels qu'on peut les prévoir avec une certaine fiabilité, deux ans à l'avance ; par exemple, les méthodes de travail changent très vite, en informatique, en biotechnologie, et même en conception des produits et procédés, mais principalement dans les domaines de la communication, de la documentation et des méthodes financières et commerciales.
- Il serait opportun de laisser les élèves intéressés par la recherche commencer dès le début de ce cycle de formation, commençant à **Bac+4 une formation conduisant à la thèse de doctorat** de façon à permettre d'obtenir des doctorats dès Bac+6 comme c'est le cas aux Etats-Unis, ce qui permettrait d'exaucer le vœu de l'industrie et l'intérêt pour la Recherche fondamentale de recruter de très jeunes chercheurs. Le DEA serait alors remplacé par un choix de cours de « master », de stages de formation aux techniques spécifiques de la recherche, mais excluant tout ce que les DEA ont de formation généraliste, inutile pour les élèves des grandes écoles. La voie recherche serait ainsi réintégrée dans le cycle de formation des écoles, compte tenu de l'impact grandissant des découvertes scientifiques sur l'industrie et du rapprochement en cours entre découverte et invention.

Citation :

« Transmettre le savoir actualisé utile à l'industrie, rôle traditionnel des Ecoles, est encore plus critique aujourd'hui pendant le développement de la troisième révolution industrielle, dans une économie fondée sur le savoir ». Lester C. Thurow, *Building Wealth, The New Rules for Individuals, Companies, and Nations in a Knowledge-based Economy*, HarperCollins, New York (1999).

## **Annexe 13**

### **Ouverture internationale du groupe des écoles des Mines**

A un moment où se renforce encore le phénomène de globalisation de l'économie, nul ne discute plus aujourd'hui la nécessité impérieuse pour les établissements de formation supérieure de prendre en compte le fait international. Cette donnée de fond prend diverses formes selon les volets de l'activité de l'établissement.

#### **• La qualité de la recherche ne peut se décliner qu'internationalement**

Au niveau de la recherche tout d'abord l'intégration dans des réseaux internationaux est à l'évidence essentielle. Mais celle-ci se fait largement par des contacts personnels entre des responsables d'équipe, en fonction de convergences d'intérêt, sans qu'apparaisse de manière significative l'intérêt d'une politique d'ensemble. Il existe d'ailleurs de longue date une sorte de communauté mondiale des chercheurs, qui échange sans incitation particulière.

#### **• L'internationalisation des formations prend diverses formes**

Au niveau des activités de formation, on doit distinguer :

- ce qui concerne l'accueil de candidats étrangers, qui est largement conditionné par les procédures d'admission et la disponibilité de supports financiers.
- ce qui concerne l'envoi d'élèves à l'étranger, dans le cadre d'accords bilatéraux allant jusqu'à l'attribution de doubles diplômes.
- ce qui concerne l'envoi d'élèves en stages en entreprises, à l'issue de démarches systématiques, avec parfois l'aide de réseaux ou d'organismes relais.

### **UNE EVIDENCE : LE ROLE CROISSANT DES RESEAUX TRANSNATIONAUX**

#### **• Une donnée nouvelle**

Toutes les actions précédentes ont généralement été liées dans le passé à des accords bilatéraux, plus ou moins formalisés. Il est de fait que s'est imposé au cours de ces dernières années le concept de réseaux multinationaux, principalement européens, ayant vocation :

- à donner un cadre plus pratique à des séries de relations bilatérales
- à positionner chacun des établissements vis-à-vis d'un groupe d'établissements supposés être ses pairs
- à prendre des initiatives plus globales (nouvelles formations transnationales), et le cas échéant à afficher une présence dans les médias et auprès des instances européennes

Toute réflexion sur une politique d'alliance doit aujourd'hui prendre en compte cette réalité des réseaux.

#### **• Comment s'intégrer dans un réseau?**

Trois règles de base peuvent être données, pour se lancer :

- Reconnaissance mutuelle implicite de jouer sur le même registre ou dans la même division (effet de club avec reconnaissance réciproque)
- Limitation réaliste du nombre de membres, la formule à la mode étant de ne prendre qu'un partenaire par pays

- Dilemme à trancher entre partenaires originaux et dynamiques et partenaires plus classiques (ce qui assure les références les plus brillantes), sachant que le dernier venu va pâtir d'un phénomène de saturation. Faut-il chercher un partenariat avec l'université de Copenhague (de loin l'université technique la plus grosse) ou l'université d'Aarlborg, qui est la plus originale (enseignement par projets).

Le cas des réseaux extra-européens est plus délicat, et de fait la pratique dominante reste ici celle de l'accord bilatéral.

#### • Un souci de recentrage

Une donnée récente est le souci de grands établissements d'éviter la dispersion de leurs efforts et de préférer une limitation du nombre de partenaires. La TU Aachen cherche ainsi à se limiter à TIME et à une association voulue étroite entre Delft, Zurich et l'Imperial College. L'UTC a décidé de concentrer ses efforts sur l'ECIU (réseau d'universités techniques innovantes) et accessoirement sur le CRE (recteurs européens).

#### • Quelques réseaux de référence

Il est difficile en fonction des remarques précédentes de ne pas tenir compte des réseaux existants qui apparaissent comme des clubs plus ou moins fermés. Il faut ainsi en citer deux qui émanent du réseau européen CESAER (créé en 1989 par les Universités de Louvain Leuven et l'Ecole des Mines de Paris) :

- **TIME** : managé par Centrale qui écrème les établissements les plus côtés. (Bonne image d'élitisme).  
**Ecoles françaises**: ECP Paris, EC Lyon, EC Lille, EC Nantes, ENSAE Toulouse, ENSTA Paris, SUPELEC Paris  
**Etablissements étrangers**: RWTH Aachen, TH Darmstadt, Fr.Alex U. Erlangen-Nürnberg, TU München, Univ. Stuttgart, TU Wien, FP Mons, Université Catholique de Louvain, Université Libre de Bruxelles, Université de Liège, DTU Copenhague, ETSEIB Barcelona, ETSII Madrid, ICAI Madrid, HUT Helsinki, NTU Athens, TU Eindhoven, Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, IST Lisboa, NTNU Trondheim, KTH Stockholm
- **CLUSTER** : créé par l'INPG de Grenoble pour des échanges de thésards. Animé par l'EPFL de Lausanne. Barcelone, Turin, Karlsruhe, Darmstadt, Dublin, Louvain, Stockholm, Imperial College.

### Les établissements cibles potentielles.

#### Europe

- Royaume-Uni : **Cambridge** (qui a réservé un accueil très favorable à cette éventualité, lors d'une visite de représentants du groupe de travail) ; Imperial College (établissement très couru)
- Allemagne : Aachen (quelques difficultés pourraient apparaître en raison de la grande taille de cet établissement) ; Munich (établissement sérieux) ; Karlsruhe (Université francophile qui a déjà un accord avec l'Ecole des Mines de Nancy et avec l'ENSAM) ; **Berlin** (a déjà un accord avec l'Ecole des Mines de St Etienne)

- Suisse : *Zurich (ne semble pas évident à concrétiser) ; Lausanne (choix plus naturel, relations anciennes)*
- Italie : *Milan ; Turin*
- Espagne : *Madrid (avec son école des Mines s'impose)*
- Danemark : *Copenhague ; Aarlborg*
- Suède : *KTH (tradition et taille en adéquation avec le GEM) ; Chalmers à Göteborg*
- Finlande : *Helsinki s'impose*
- Pays-Bas : *Delft (quasi unique possibilité)*
- Belgique : *Louvain s'impose*

## **Partenaires hors Europe**

Les problèmes ont ici une autre envergure et le risque de perte d'énergie est réel (exemple de la Chine). Il faut être conscient du handicap des pays non anglo-saxons vis-à-vis des affinités internes au monde anglophone (exemple de Singapour). On peut naturellement citer des établissements phares dans chacun des pays, mais il est difficile de faire l'économie d'une stratégie.

### **ETATS-UNIS**

Le classement le plus naturel dont on peut partir est celui des doctorats, qui délimite plus ou moins bien le champ des research universities (MIT, Stanford, Georgia Tech,...).

Le second critère qui peut être utilisé est celui du poids des relations avec les entreprises (contrats).

Le troisième serait de rechercher des affinités, liés à la taille (éviter les trop gros) et plus encore aux thématiques de recherche (cas des TIC).

On peut alors laisser la place à l'imagination et observer par exemple que Georgia Tech est la seule université technique implantée en Europe (à Metz), et a des accords avec Supélec, l'ENSAM, et l'Ecole des Mines de Nantes.

La constitution d'une alliance n'étant pas un but en soi (particulièrement pour les anglo-saxons) il est risqué d'aborder ce terrain sans avoir une idée du but poursuivi (souvent en rapport avec la recherche).

Une autre clé d'approche est de jouer les diasporas, qui permettent d'entrer plus facilement dans le monde nord-américain. Le cas de figure à méditer est celui des indiens, qui sont au coeur de toute l'informatique américaine.

### **LES AUTRES PAYS**

- Japon : Tokyo et Kyoto
- Chine : (difficile) Tsing Hua
- Canada : Montréal ou Toronto?
- Brésil : Rio-Campinas-Sao Paulo

#### **• Les affinités sectorielles**

Il est assez bienvenu d'éclairer la recherche précédente par la reconnaissance d'affinités particulières, comme par exemple :

- chemical engineering
- Entrepreneuriat
- Assistance PMI
- Innovations pédagogiques

## Annexe 14

### Réflexion sur l'évolution du recrutement

Le recrutement des élèves dans les formations technologiques supérieures est un enjeu majeur, avec une mise en concurrence qui s'exerce de plus en plus à l'échelle mondiale, et des incidences fortes sur l'image de ces formations, leur pédagogie, la qualité des diplômés et leur reconnaissance professionnelle.

Dans le contexte français, les grandes écoles ont une tradition forte de **sélection** par le biais de concours comportant une admissibilité à la suite d'épreuves écrites (mathématiques, sciences physiques, chimiques ou industrielles, français, langues) et une admission à la suite d'épreuves orales comportant à nouveau des épreuves scientifiques, des langues, parfois un entretien avec un jury, depuis peu un exposé relatif à une recherche documentaire (TIPE).

Le Groupe des Ecoles des Mines pourrait s'inspirer des méthodes de recrutement anglo-saxonnes, ce qui ne veut pas dire moins de sélection :

- **Diversifier les viviers de recrutement**, pour mieux enrichir les promotions par la diversité des origines et des profils ;
- **Diversifier les niveaux de recrutement**, sans exclure le niveau Baccalauréat (prévoir par exemple pour ces candidats un cursus « en pension », en France ou à l'étranger), en identifiant bien les niveaux « undergraduate », « graduate » et « post-graduate » ;
- Mieux qu'actuellement, **séparer la vérification des acquis** (premier stade du processus de recrutement) de la sélection proprement dite (deuxième stade) ;
- La vérification des acquis, suivant le vivier, devrait prendre des formes variées (concours, recrutement sur titre, validation d'un dossier,...) ; la **vraie différenciation des candidats doit se faire à l'oral** ;
- Tendre vers un processus, à l'oral, où **candidats et institution se choisissent mutuellement** ;
- Professionnaliser et généraliser les **entretiens permettant de détecter les potentiels** plus que les acquis ou les compétences instantanées ;
- Susciter une véritable **motivation** chez les candidats ;

Le projet pédagogique des Ecoles doit permettre de transformer ces potentiels ainsi détectés en véritables compétences au service des entreprises en fin de parcours académique. Dans cette formation, il est important, au-delà de la sélection, de continuer à affronter les élèves à des périodes de **travail intense**, exigeant un fort engagement personnel pour garantir leur capacité à s'investir professionnellement.

Le processus de sélection ne doit pas être approprié par chaque école, mais doit être **piloté par la stratégie** d'ensemble, mis en forme réglementaire par la tutelle et mis **en assurance qualité** par la fédération.

## **Annexe 15**

### La China-Europe business school de Shanghai

La China-Europe International Business School (CEIBS) a été fondée en 1994 à Pudong (banlieue de Shanghai) avec le soutien de la Municipalité de Shanghai et l'Union Européenne. L'Université Jiaotong de Shanghai et des business schools européennes regroupées au sein de la European Foundation for Management Development (EFMD) ont servi de support à la création de ce nouvel établissement d'enseignement supérieur.

La CEIBS s'est fixé comme objectif de **former des dirigeants chinois, capables de contribuer au développement économique de leur pays**, dont les entreprises doivent s'adapter à la mondialisation du marché.

#### **1) Les formations proposées**

##### **a) Formation initiale**

La CEIBS propose un MBA destiné à **former des managers chinois**, préparés pour travailler à l'international. Le programme d'enseignement représente 18 mois à plein temps, et porte sur les concepts et méthodes de management les plus modernes, et leurs adaptations à l'environnement spécifique du marché chinois, qui est en pleine mutation.

Le flux des diplômés de cette filière est de 260 par an, et leur placement se fait dans d'excellentes conditions, au sein d'**entreprises internationales réputées**, telles que ABB, Airbus-Industries Chine, Banque Indosuez, Siemens Chine, etc...

##### **b) Formation continue**

- Un cycle EMBA (Executive MBA) s'adresse à des cadres ayant au moins 8 ans d'expérience dont 5 dans des fonctions de management. Ce cycle de 2 ans se déroule en alternance (4 jours incluant un week-end par mois). Cette formation permet à des **personnes exerçant d'importantes responsabilités**, poursuivre leur activité professionnelle tout en s'informant des plus récentes évolutions des méthodes de gestion d'entreprises. Ils améliorent ainsi leurs compétences managériales et font **valider leurs acquis par un diplôme reconnu internationalement**.

Le flux de cadres diplômés de cette formation est de 360 par an.

- L'école propose également un ensemble de formations regroupées sous le vocable Executive Education Programmes (EEP). Il s'agit de modules spécifiques enseignés lors de stages courts (2 à 10 jours), destinés à des cadres d'entreprises ou de l'administration, et visant à leur apporter les connaissances nécessaires pour faire évoluer les pratiques de gestion internes aux entreprises, ou **faciliter la compréhension des cultures occidentales** afin de développer les entreprises à l'international. Ces formations accueillent aussi des cadres d'entreprises non chinoises, qui sont chargés de développer une activité commerciale en Chine.

Le département EEP de l'Ecole accueille **chaque année environ 3000 cadres** dans ces formations.

## 2) Les programmes de recherche

Les programmes de recherche de la CEIBS sont le reflet des préoccupations qui forment la base de la formation : Ils portent sur les possibilités d'appliquer les pratiques managériales modernes à la Chine, et s'appuient sur des **études de cas** concernant des marques, l'image des produits, les **stratégies de pénétration du marché** de Shanghai, etc...

A titre d'exemples de programmes conduits au sein de l'établissement, on peut citer :

- La négociation de « joint ventures » en Chine
- Les questions éthiques et l'économie socialiste de marché
- Modèle économétrique du processus de transition de l'économie chinoise
- Qui est le consommateur chinois ?

## 3) Le fonctionnement de l'Ecole

Le corps enseignant de la CEIBS se compose de professeurs issus d'écoles de management prestigieuses du monde entier. Le « **noyau** » **permanent** comporte **12 professeurs** auxquels s'ajoutent de nombreux intervenants qui dispensent leurs cours en qualité de **professeurs invités** lors de séjours de quelques semaines à Shanghai. Les formations sont dispensées en langue anglaise.

Les programmes d'enseignement et de recherche sont élaborés par un « Conseil Académique » composé de représentants d'écoles de commerce européennes, américaines et chinoises de grande notoriété, (IESE Espagne, London Business School Grande Bretagne, INSEAD France, Shanghai Jiaotong University Chine, Michigan University Business School USA).

## 4) Le financement

Il est assuré par un grand nombre d'entreprises renommées, du monde entier. Les formes de soutien sont variées :

- apports financiers directs (dons)
- bourses de recherches
- bourses pour des étudiants de formation initiale
- financements d'équipements
- contrats d'études

En outre, elles apportent des contributions sous forme de conseils (au travers d'un **comité d'orientation** qui définit la stratégie de l'Ecole). Ce comité se compose de **représentants de toute les entreprises partenaires** et de membres honoraires, au titre des collectivités et de l'Université.

Parmi la cinquantaine d'entreprises finançant la CEIBS, on peut citer : BASF Chine, BAYER Chine, Elf Atochem, La Fédération Française des Sociétés d'Assurance, L'Oréal, Lufthansa, LVMH, Roche Pharmaceuticals, Unilever Chine, Volkswagen Asie-Pacifique, ...

## **Annexe 16**

### La Charte des Ecoles d'Ingénieurs pour l'Industrie

Cette Charte a été mise en place par Monsieur Christian Pierret, Secrétaire d'Etat à l'industrie, le 1<sup>er</sup> juin 1999.

Documents de présentation de la charte :

- Raisons de la démarche et écoles concernées (4 pages)
- Les engagements correspondants (2 pages)
- Le Référentiel de la Charte (4 pages)

## Annexe 17

### Les comités d'orientation et d'évaluation des Ecoles des Mines

Pour préparer la stratégie et l'évaluation du groupement des Ecoles, le président du Directoire s'appuierait sur un comité d'orientation et d'évaluation. Plus exactement, il aurait recours à un ensemble de comités spécialisés, dont le rôle serait d'**apporter une expertise** pour élaborer les **propositions d'orientation soumises au Conseil**, et faciliter les décisions du Directoire lors de la définition des contrats d'objectifs de chaque école. Ces mêmes comités seraient chargés de faire l'**évaluation des établissements** par des audits complétant le reporting.

La composition de ces comités devra garantir une représentativité du monde économique et scientifique, ainsi qu'une réelle expertise dans le domaine considéré. Sans prétendre à l'exhaustivité nous pouvons citer la nécessité de comités couvrant les champs de compétences suivants :

- **Scientifique** : C'est à l'heure actuelle le seul domaine dans lequel les écoles des mines sont dotées d'un conseil d'évaluation. Son mode d'intervention consiste en audits thématiques inter-écoles et audits globaux sur la politique de recherche de chacune des écoles. Cette formule semble appropriée, mais il faudra veiller à ce que ce comité tienne compte du **positionnement stratégique correspondant à la culture « mines »**, c'est-à-dire que la recherche doit concilier les objectifs de « qualité académique » et de « transfert de technologie ».

- **Pédagogique** : Ce volet couvre des préoccupations très diverses qui gagneraient à être formalisées et examinées dans un cadre inter-écoles, avec une logique de « benchmarking ». Il s'agit aussi bien des innovations pédagogiques, que des pratiques d'évaluation des enseignants, ou encore de la prise en compte des composantes importantes du profil d'ingénieur formé (international, sciences humaines, culture entrepreneuriale, etc.). Plus important encore, un tel comité devrait être en mesure de formuler des recommandations pour améliorer la cohérence du réseau et **organiser au mieux les complémentarités des compétences pédagogiques**. On peut envisager de se rapprocher du modèle suisse où les « chaires » sont attribuées (ou fermées) dans un établissement en fonction de l'intérêt collectif.

- **Recrutement (des élèves)** : La diversification des voies de recrutement (Annexe 13) est une orientation qui devra être explorée par le groupement des Ecoles. Compte tenu des enjeux liés à ce processus, il est essentiel qu'un comité spécifique lui soit dédié, et assure la cohérence de la démarche pour l'ensemble du réseau. Ce comité sera **garant des exigences de qualité à l'admission** dans les écoles. Il devra définir la stratégie du groupement (flux, profil des candidats à recruter, ...) et veiller à la mise en place d'un processus de sélection approprié, ainsi que d'actions de **promotion permettant de développer ces filières** en maintenant une sélection rigoureuse.

- **Gestion du personnel enseignant et chercheur** : C'est un problème sensible pour lequel beaucoup de bienfaits sont à attendre d'une approche plus collective. Un Comité d'orientation dans ce domaine a une mission à remplir dès l'amont (c'est-à-dire

dès le recrutement des enseignants chercheurs) puis en tant que garant d'un **référentiel de valeurs propre au réseau des écoles des mines**. Il pourra tenir un rôle interne au réseau, équivalent à celui de la Commission Nationale des Universités (CNU) en qualifiant les enseignants chercheurs pour leur recrutement sur un support budgétaire donné, ou pour leur **promotion au sein des écoles**. Bien évidemment, les critères sur lesquels il fondera ces qualifications intégreront l'ensemble des **missions particulières exercées dans les écoles des mines**, et non pas la seule production scientifique. Par ce positionnement qui se distingue ostensiblement des us de la CNU, le groupement des écoles des mines afficherait avec force ses valeurs et procéderait à une clarification très utile vis à vis de l'extérieur.

## **Annexe 18**

### **Lettres de mission**

Lettre de mission adressée par Monsieur Christian Pierret, Secrétaire d'Etat à l'Industrie, à Monsieur Francis Mer

Lettre de Monsieur Francis Mer aux Directeurs des Ecoles des Mines

Questionnaire servant de base aux réflexions

Composition initiale du groupe de réflexion