

## Nos métiers évoluent

Par lettre du 10 novembre 2000, le Président Xavier Karcher a demandé aux comités d'experts d'analyser les tendances d'évolution à moyen et long terme du métier des ingénieurs et des scientifiques dans leur domaine d'intérêt.

Quatre domaines ont à ce jour été analysés. Les rapports correspondants sont présentés ci après.

- **Les industries agricoles et alimentaires**
- **Le génie civil**
- **L'environnement**
- **L'ingénierie de la sécurité et de la sûreté**

### Les industries alimentaires

**Rédacteur: Bernard Revuz, délégué général d'ACIA**

Le « métier », dans ce rapport, est celui de l'ingénieur opérant dans le domaine des industries alimentaires.

En introduction, nous définirons et limiterons le domaine concerné et rappellerons, dans ces limites, ses dimensions économiques et sociales.

L'évolution du métier dépend pour une large part, du contexte, c'est-à-dire de l'évolution de la Société et plus spécifiquement dans le cas traité, des évolutions parallèles et interdépendantes :

- du comportement des consommateurs,
- des technologies,
- des industries de production et de distribution.

L'ensemble de ce contexte est exposé à grands traits avant de décrire l'évolution actuelle et prévisible du métier

Ce rapport a été rédigé en prenant en compte des entretiens et des communications avec des personnalités membres de l'ACIA. Des documents ont également été exploités, en particulier des rapports du GIS RIA et l'ouvrage du M É F I e intitulé « Les technologies clé 2005 »

Ceci indiqué, la rédaction du présent rapport et les opinions émises n'engagent que le rédacteur

Le domaine concerné est celui des **industries alimentaires** : Industries préparant des produits alimentaires quelle que soit leur origine - produits agricoles, produits de la pêche, eaux minérales, etc.(\*).

Cette définition couvre un ensemble plus large que les **industries agroalimentaires** qui transforment et conditionnent des produits agricoles pour en faire des produits alimentaires (\*). Elle distingue les industries alimentaires **des industries agricoles** qui sont les industries de première transformation des produits agricoles quelles que soient la nature et la destination du produit élaboré (\*).

Par contre **cette définition exclut l'agriculture** ainsi que l'**Agroéquipement** (Ensemble des biens durables utilisés pour la production agricole (\*)) et l'**Agro-fourniture** (Ensemble des biens -engrais, aliments du bétail, produits phytosanitaires... - utilisés pour la production agricole qui sont consommés en une seule fois(\*)).

(\*)Définitions adoptées par la Commission de Terminologie pour le vocabulaire des Sciences et des Techniques de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire

On emploiera indifféremment les termes l'Industrie alimentaire ou les Industries alimentaires comme on dit l'Industrie chimique ou les Industries chimiques

Ainsi délimitée l'industrie alimentaire est, par son chiffre d'affaires, la première des industries françaises.

### **LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES en FRANCE (chiffres 1999)**

Source Association Nationale des Industries Alimentaires

Chiffre d'affaires Hors restauration et distribution	818 Mds de F. <b>124,5 Mds d'Euros</b> 19 % du CA des produits alimentaires de l'UE
Nombre de salariés	<b>405 000</b>
Nombre d'entreprises	<b>4 250</b> entreprises dont 3 950 de - de 200 salariés seconde en Union Européenne par le nombre de groupes
Exportations	172.10 <sup>9</sup> F., <b>26,2 Mds d'Euros</b> .(10 % marché mondial).
Importations	117 Mds d'Euros
Solde positif	50 Mds d'Euros
Destination des exportations	U.E. ; 66% - autres P.I : 24% - P.V.D. :10 %
Investissements matériels	3,7 Mds d'Euros
Investissements publicitaires	1,6 Mds d'Euros

Le chiffre d'affaires est réalisé pour 40 % par les 4 000 PME

### **L'évolution du comportement du consommateur**

Repas hors foyer ( % des dépenses alimentaires des ménages)

1985	14%
1990	20%
1995	23%
2000	25 %

Le consommateur dans les pays développés est urbain (dans plus de 75 % des cas), repu (dans plus de 90 % des cas). Il prépare de moins en moins ses repas, **même ceux qu'il prend au foyer**, et en cela il « dépend » de plus en plus de produits industriels dont, par ailleurs, il se méfie.

L'offre étant abondante, le consommateur a le choix, donc le pouvoir sur le marché et **il l'exerce**.

Il n'accepte plus - a priori - ce qu'on lui offre. Ses motivations, qui vont déterminer ses exigences et ses choix et donc le marché des produits, proviennent de ses habitudes, de sa culture et des informations qu'il perçoit.

De plus en plus attentif à ce qu'il mange, il veut pouvoir évaluer la qualité des produits mais aussi connaître la provenance des matières premières et les processus de transformations qui ont permis de les obtenir (traçabilité). Il est également sensibilisé aux problèmes environnementaux.

Bien que la sécurité alimentaire n'ait jamais atteint un niveau aussi élevé, certaines crises alimentaires (dioxine, ESB), fortement relayées par les médias, renforcent la prudence du consommateur et développent sa méfiance souvent irrationnelle. Il se méfie notamment de la chimie et des biotechnologies.

Ce comportement méfiant peut freiner (à tort ou à raison, ce n'est pas ici la question) le développement de nouvelles technologies (telles que la transgénèse) dans le domaine agroalimentaire.

**Le consommateur quant à son alimentation ne tolère pratiquement pas le risque** (alors qu'il l'admet pour les médicaments et en prend de nombreux dans d'autres domaines).

Par ailleurs, la part du budget des ménages consacrée à l'alimentation est du tiers ou du quart de ce qu'elle était il y a cinquante ans. Or les nouvelles exigences ne sont pas assorties d'une acceptation à payer un surcoût pour les satisfaire. On note cependant une tendance inverse récente (en dehors du surcoût festif admis) qui nuance cette dernière assertion.

La conséquence de ce comportement exigeant est que **le consommateur est au centre des processus d'innovation et des préoccupations des directions marketing des entreprises**.

Cependant, un produit irréprochable aux points de vue nutritionnel, sanitaire, gustatif n'est pas assuré du succès si son lancement n'est pas commercialement -ce qui est souvent synonyme de médiatiquement réussi. Que le comportement du « consommateur » puisse parfois sembler irrationnel, cela fait l'objet de nombreuses et intéressantes études. Pour l'industriel, ce comportement est un fait majeur dont il doit tenir compte et qu'il doit s'efforcer d'anticiper car le « consommateur » représente l'intégralité des citoyens...

### **L'évolution des technologies**

Le génie des procédés alimentaires est depuis plus de quarante ans l'une des composantes du génie des procédés. Comme dans les autres industries, la mécanisation, l'automatisation, l'informatisation se sont très largement installées.

**Les innovations ont souvent été par petits pas.** Les hommes n'ont pas attendu les découvertes scientifiques pour se nourrir (!), mais si depuis 50 ans le contenu de notre assiette n'est pas vraiment nouveau, le changement se situe en amont, entre le champ et la cuisine : diminution des prix, facilité d'achat et facilité d'usage (praticité), sécurité sanitaire et valeur santé.

La diminution des prix trouve son origine dans l'amélioration des modes de production : économie d'énergie, automatisation, conditionnement et emballage, logistique de la distribution, gestion des déchets.

**Les innovations de rupture** sont en nombre limité mais conséquentes : ultrafiltration (fromagerie), cuisson extrusion (industries céréalières), emballages stériles carton (lait, jus de fruits), isomérisation du glucose (édulcorants), hydrogénation des huiles (corps gras).

Certaines ont modifié les modes de distribution et de préparation des aliments : surgélation et chauffage micro-ondes

Actuellement se déploient des technologies tendant à permettre la maîtrise des trois critères de la qualité : **sécurité hygiénique, valeur santé, plaisir** :

Microbiologie prévisionnelle

Conception hygiénique des usines (à ne pas confondre avec l'hygiène des ateliers !)

Conception assistée des aliments

Capteurs

Technologies douces

Transgénèse

Traçabilité

Marquage métabolique

L'ensemble conduit à une recherche de maîtrise d'approches scientifiques et techniques multidisciplinaires (ingénierie de la qualité par exemple).

Dans le proche avenir, les enjeux porteront sur la **transgénèse** dans la mesure où elle sera acceptable et acceptée, et sur les **technologies douces** (hautes pressions, champs électriques et champs magnétiques pulsés) écologiquement correctes, acceptables par le consommateur, mais actuellement coûteuses.

Les industries alimentaires investissent par an 300 millions de € en R & D généralement pour des opérations rapidement transférables industriellement.

La recherche publique, pour une part de ses activités, vise le moyen ou le long terme. Elle conduit une recherche de pointe, les différents secteurs étant très spécialisés et tendant à être cloisonnés, non par volonté mais par nécessité pratique.

### **L'évolution des industries alimentaires**

1. Industrialisation de l'alimentation (de la production à la distribution) et urbanisation sont indissolublement liées. On ne reviendra pas plus sur l'une que sur l'autre.

2. Le paysage industriel s'est profondément modifié au cours des trente dernières années. Les PME sont pratiquement aussi nombreuses (ce ne sont pas toujours les mêmes) mais l'activité tend à se concentrer dans une vingtaine de grands groupes.

C'est donc une industrie à deux visages.

3. Les unités de première transformation sont devenues des industries lourdes (sucrierie traitant 20 000 t de betteraves par 24 h ; laiterie traitant 1 million de litres de lait par jour, etc.)

4. L'industrie alimentaire devient de plus en plus une industrie de formulation dont l'objectif est de produire tout au long de l'année des produits finis identiques à partir de « produits de craquage » de la transformation des produits agricoles qui, eux, dépendent des sols et des espèces et sont soumis aux aléas des saisons.

La maîtrise de la conception assistée des aliments par ordinateur devient un élément essentiel de compétitivité des entreprises.

La sécurité sanitaire des produits est (et continuera à être !) omniprésente : qualité des approvisionnements, conception hygiénique des usines, traçabilité et HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) imprègnent la culture des entreprises.

Le couplage aliment santé a conduit à l'élaboration d' « alicaments », produits frontières entre aliments et médicaments. La prévision sur leur développement à long terme n'est pas évidente, bien que ces produits soient commercialisés et que leur consommation fasse l'objet d'étude (À titre d'exemple, conférence de l'Institut Français pour la Nutrition sur le thème : la consommation « d'aliments » chez les femmes enceintes).

5. Les industries alimentaires sont devenues de façon irréversible, des industries de haute technologie. C'est la conséquence du fait de devoir gérer un système triplement complexe :

- complexité des filières,
- complexité due aux interactions difficiles à gérer entre les sciences du vivant et les sciences de l'ingénieur,
- complexité due à l'existence de quatre niveaux indépendants de qualité : sanitaire, nutritionnelle, sensorielle et service.

6. L'industrie alimentaire doit prévoir et analyser les risques inhérents à son activité éventuellement amplifiés médiatiquement et être à même de gérer une crise « en temps réel », scientifiquement, technologiquement, mais aussi sociologiquement et médiatiquement. Elle doit donc, dans ce but, posséder au sein de ses entreprises, les compétences et les moyens nécessaires.

7. L'internationalisation de l'activité des entreprises peut conduire à une mutation importante : les usines vont-elles se rapprocher des consommateurs ou bien des sources d'approvisionnement en matières premières ?

Autrement dit cette industrie va-t-elle continuer à être en aval d'une agriculture nationale ou devenir un jour une industrie « comme les autres » détachées de l'agriculture ?

## L'évolution de l'activité de l'ingénieur

- A -

**Les fonctions exercées se sont modifiées**

## **et de nouvelles fonctions se développent.**

**L'ingénieur de production** n'est plus l'ingénieur de fabrication de jadis. Les moyens informatiques permettent d'exécuter les régulations et de maîtriser les aléas courants. Le contrôle est désormais assuré par des techniciens. L'ingénieur doit exploiter ses connaissances et ses capacités d'analyse et de synthèse pour améliorer un ensemble en prenant en compte les objectifs de gestion, de techniques de vente, les exigences de qualité, de coût, de traçabilité et d'environnement. La fonction de directeur de production a tendance à être remplacée, dans les groupes, par une **direction industrielle multisite** et sur chaque site par une fonction **chef d'équipe intégrant des dimensions managériales**.

**L'ingénieur « qualité »** a désormais un rôle primordial. Il prend en charge des responsabilités bien au-delà du contrôle du produit fini et intervient de façon majeure à tous les stades de la chaîne de production depuis le choix (voire l'élaboration) de la matière première, le choix et la conduite des procédés, les questions environnementales, jusqu'à la distribution des produits et leur utilisation par le consommateur.

Récemment encore intégrée au service R &D, la Qualité a tendance à voir son rôle évoluer – sous la contrainte des impératifs, réels et médiatisés, de sécurité- vers une position d'état-major au même titre que les autres grandes fonctions de l'entreprise, et, au niveau des sites en relation avec la direction industrielle.

### **De nouvelles fonctions sont apparues**

**Logistique** dans la distribution intégrant des contraintes qualité et donc des compétences alliant l'organisation (gestion des stocks, planification, ordonnancement, gestion des transports), et... la biologie et la législation.

**Informatique industrielle**

**Maintenance industrielle continue**

**Les opérations de R &D** dans l'industrie privilégient souvent le court terme.

Le lancement commercial d'un nouveau produit représentant un investissement au moins 10 fois supérieur au coût total des opérations de R & D qui ont abouti à sa mise au point, l'ingénieur R &D doit examiner, dès le début de ses travaux, la manière dont l'objet de ses recherches (après avoir satisfait aux indispensables critères de : sécurité hygiénique, valeur santé, plaisir) pourra être perçu sociologiquement. Il devra aussi envisager les aspects juridiques offensifs et défensifs éventuellement nécessaires.

**Dans le secteur de la recherche publique**, la tendance est inverse : une hyper spécialisation se développe avec le risque d'absence de curiosité pour des domaines même voisins de celui étudié.

Cette spécialisation amène de rares passages de Docteurs à très haute compétence dans l'industrie. Par contre, elle ne facilite pas le passage d'ingénieurs de recherche vers le management industriel et quant au passage inverse, il est quasiment nul.

**Les PME recrutent de plus en plus d'ingénieurs.** C'est par leur polyvalence et leur capacité d'analyse et de synthèse dans plusieurs directions qu'ils occupent désormais des postes de responsabilité dans ces structures.

**La formation des ingénieurs** se féminise au-delà de la parité. Les écoles d'ingénieurs orientées vers les industries alimentaires ont un recrutement féminin à 70 % qui provient d'un vivier bio à tendance écologique. Un déséquilibre sur le marché du travail pourrait en résulter, l'encadrement de la profession se féminisant à un rythme moins rapide.

- B -

## Considérations générales

1°) Il est toujours aussi nécessaire pour un ingénieur de posséder de solides connaissances scientifiques et technologiques constamment mises à jour.

2°) Ces connaissances nécessaires ne sont plus à elles seules suffisantes pour lui permettre de jouer le rôle que les entreprises attendent de lui. Il doit acquérir des compétences dans des domaines pour lesquels l'enseignement qu'il reçoit est soit léger ou marginal (gestion, marketing), soit inexistant ou au moins déficient (sociologie, droit, communication, gestion de crise).

3°) Que l'activité s'exerce au sein d'un groupe (pratiquement toujours multinational) ou dans une PME, les sociétés agissent et commercent dans un cadre international dont le plus petit rayon d'action est l'Union Européenne.

Dire qu'un ingénieur doit maîtriser l'anglais et les moyens courants informatiques, c'est enfoncer deux portes ouvertes et ce n'est pas spécifique aux industries alimentaires. Cependant la première des deux portes est encore souvent entrebâillée.

4°) Dans l'industrie, l'ingénieur sera polyvalent et en situation d'adaptation permanente. Il doit représenter une force de propositions et de conception adaptée au contexte du moment.

Cette polyvalence entraîne d'ailleurs un décroisement qui s'accélère. Des ingénieurs dont la formation est orientée vers l'agroalimentaire, migrent vers d'autres secteurs industriels cosmétologie, pharmacie – ou vers des sociétés d'ingénierie ou de service. Réciproquement, des ingénieurs d'autres formations occupent des postes dans les industries alimentaires. Ces mouvements réciproques comportant de plus des aller-retour sont devenus banals. Les industries alimentaires ont ainsi des interconnexions croissantes avec d'autres industries.

Massy le 13 mars 2001  
Bernard REVUZ, délégué général de ACIA

## Le génie civil

**Rédacteur: Jean Berthier, président du comité d'experts génie civil  
bâtiment et travaux publics**

### **I - Introduction**

Par lettre du 10 novembre 2000, Xavier Karcher, président du CNISF, a demandé aux présidents des comités d'experts d'établir un rapport sur les tendances d'évolution à moyen/long terme du métier des ingénieurs et des scientifiques dans leur domaine d'intérêt.

Une démarche en deux temps a été organisée pour établir ce rapport relatif à nos métiers:

- Chaque membre du comité a été invité à citer les points sur lesquels, à ses yeux, le métier d'ingénieur de génie civil a évolué de façon sensible au cours des dernières années, ou sur lesquels il est susceptible de connaître des évolutions à moyen et long terme.
- Chacun a été ensuite invité à réagir au rapport provisoire établi à l'issue de la première étape. Ce rapport a parallèlement été soumis à des personnalités extérieures qui ont donné leur point de vue.

Le présent rapport final clôt ce processus.

Une observation préliminaire s'impose: compte tenu des professions exercées par les auteurs des réponses, on peut considérer qu'elles représentent essentiellement les points de vue des ingénieurs de génie civil travaillant dans les entreprises de travaux publics, l'expertise, le conseil, la recherche et la fonction publique, et que par contre le secteur des entreprises de bâtiment est faiblement pris en compte.

Avant de présenter les réponses reçues, il est utile de récapituler quelques grandes évolutions du contextes dans lequel les ingénieurs de génie civil exercent leur profession.

- Les progrès de la construction européenne, qui bouleversent progressivement nos modes de pensées dans les domaines économiques et juridiques, qui remettent assez largement en cause notre organisation administrative et qui sonnent le glas de certaines solutions économiques ou juridiques "à la française".
- La mondialisation, qui se traduit très concrètement dans notre domaine par le fait que plus de 50% du chiffre d'affaire des entreprises de travaux publics est réalisé à l'étranger.
- Les concentrations d'entreprises, particulièrement spectaculaires depuis quelques années dans le secteur des travaux publics, bien illustrées par le fait que la plus grande entreprise de travaux publics du monde est maintenant française.

- Le développement mondial des concessions de service public, et plus généralement des partenariats publics privés, pour lesquels notre pays a ouvert la voie et possède une expertise reconnue.
- Une forte évolution de la demande sociale en matière d'environnement, de sécurité et de qualité de la vie, et une évolution encore plus spectaculaire de la force avec laquelle elle s'exprime, du fait notamment de l'effet de résonance apporté par les médias.
- Le développement des appels d'offre de recherche. Cette procédure, d'inspiration européenne, modifie sensiblement les modes traditionnels de régulation de ce secteur et devrait contribuer à libérer les imaginations, dans le choix des thèmes de recherche comme dans celui de l'organisation de la recherche et du développement technologique.

## **II - Les évolutions les plus marquantes**

### **II.1. – La nécessaire maîtrise des disciplines scientifiques et techniques, sans oublier le terrain!**

- Le génie civil est largement sorti de l'ère pionnière où la rusticité des techniques était la règle. La "construction" ne procède plus, dans aucun domaine, de l'empirisme. Elle est au contraire fondée sur des connaissances scientifiques et techniques de haut niveau. La conception et la réalisation des ouvrages recourent de plus en plus à des techniques perfectionnées, parfois même très "pointues".

Nos bureaux d'étude aussi bien que nos entreprises, pour rester compétitifs, doivent être capable d'intégrer les technologies les plus avancées, qu'il s'agisse de science des matériaux, de modélisation, d'analyse numérique, de science de la mesure, de technologies de l'information.

Ceci implique, non pas que tous les ingénieurs de génie civils soient des savants, mais qu'un nombre suffisants d'entre eux soient des experts de haut niveau et que tous soient capables, dans la conduite de leurs projets comme dans l'organisation de leurs équipes, de prendre en compte cette donnée, nouvelle pour notre secteur.

- Les connaissances scientifiques et techniques des ingénieurs de génie civil ne doivent pas pour autant leur faire oublier le "terrain".

On doit constater notamment que dans le domaine des études de génie civil, les ingénieurs n'ont pas toujours suffisamment conscience de ce que la puissance des logiciels de calcul dissimule trop souvent une vision simpliste du comportement de la matière.

Ils ont trop tendance également à penser que le site peut être valablement représenté par un modèle numérique de terrain et une base de données géologiques et géotechniques, en négligeant toute la richesse que peut apporter une visite approfondie du site et un contact physique avec le sol et avec l'environnement de l'ouvrage.

- Par sens du terrain, il faut comprendre plus généralement sens du concret, de la réalité des chantiers et de la réalité de la vie.

Cette observation concerne bien entendu en premier lieu les ingénieurs des entreprises. A titre d'exemple, il faut constater que de nos jours, beaucoup plus que dans le passé, l'installation de chantier d'un grand ouvrage représente à elle seule

un lourd investissement dont l'ingénieur est comptable avec tout ce que cela représente de contraintes de calendrier, de délais, d'entretien. Choisir le matériel, le convoquer au temps juste pour le restituer en temps et en délai voulu, c'est tout un nouveau pan du métier de l'ingénieur, logistique encore plus que technique.

Elle vaut tout autant pour les ingénieurs de la haute administration. Dans l'organisation actuelle "à la française" où l'administration fait beaucoup de choses qui dépassent largement le rôle d'une administration administrante, bureau d'étude pour l'état et les collectivités locales, conseil aux communes, travaux d'équipement des routes, travaux d'entretien etc.) il est essentiel que les ingénieurs en charge d'exécuter ou de superviser ces tâches soient de véritables ingénieurs, avec une bonne formation technique et une bonne connaissance du terrain et des chantiers.

## **II.2.- Environnement, développement durable**

- La nécessité d'une prise en compte croissante de l'environnement est une tendance lourde, en France et au plan mondial, y compris, sous la pression des organismes de financement internationaux, dans les pays émergents. Elle concerne tout particulièrement les ouvrages de génie civil, qui marquent profondément les paysages.

Cette exigence ne se limite pas à la protection de la nature et des paysages, mais recouvre également l'environnement humain et le cadre de vie.

Elle interpelle les ingénieurs maîtres d'ouvrages qui doivent se préoccuper de rechercher des solutions équilibrées, conciliant environnement et développement économique.

Elle interpelle également les ingénieurs des bureaux d'étude et les entreprises. En leur apportant de nouvelles opportunités d'interventions, elle leur impose simultanément un effort d'adaptation et de formation à de nouvelles approches et à de nouvelles techniques.

Aux uns et aux autres elle impose de bien analyser les données (physiques, biologiques, humaines, culturelles...) des sites où seront implantés les ouvrages et de savoir déterminer les modifications qu'ils pourront induire, de se préoccuper de l'esthétique de leurs réalisations, en sachant qu'il n'est permis ni de faire laid, ni d'enlaidir.

Aux uns et aux autres, elle impose de savoir écouter et dialoguer. Ecouter les associations de toutes natures qui s'intéressent à ces questions, certaines qui n'ont pas d'autre ambition que de traduire l'opinion, respectable, de nos concitoyens, d'autres qui sont hautement spécialisées, avec lesquelles le dialogue d'égal à égal n'est pas facile. Dialoguer avec les associations, mais aussi avec les élus et avec le public, pour trouver un consensus, est pour tous une obligation de plus en plus incontournable.

C'est une grande évolution pour beaucoup d'ingénieurs, qui n'ont pas toujours le mélange de compétence, de modestie et de sens des relations humaines nécessaires pour ce genre d'exercice.

- La notion de développement durable élargit celle de protection de l'environnement, en l'inscrivant dans le futur.

Elle peut avoir des conséquences importantes dans le domaine des ouvrages de génie civil, tout particulièrement consommateur d'espaces et de matériaux, qui contribuent pour le très long terme à structurer le territoire, à orienter les modes de

vie urbains, à figer les modes de transport, à satisfaire les besoins essentiels en eau, en assainissement, en irrigation de vastes régions agricoles.

Elle exige des ingénieurs maîtres d'ouvrage de ne jamais concevoir et entreprendre sans tenir compte de l'avenir le plus lointain possible, en tout cas celui sur lequel on peut se faire une opinion.

C'est un changement de culture considérable, tant sont grandes les conséquences des conséquences ultimes de certains arbitrages entre le présent et le futur. Même si ces idées ne rentrent que progressivement dans les faits, il est hors de doute qu'elles finiront par prévaloir et que nos ingénieurs doivent commencer à s'en imprégner.

- Il faut bien constater que les ingénieurs de génie civil ne connaissent généralement pas très bien ces questions, et qu'à l'inverse les spécialistes de l'environnement manquent souvent de connaissances techniques et économiques. Ceci induit des difficultés de dialogue, des clivages importants, voir des rejets, et pose un vrai problème de formation et d'adaptation des uns et des autres.

Ceci pose le problème d'une volonté commune de mieux se comprendre, mais aussi d'un renforcement de la prise en compte de l'environnement et du développement durable dans la formation de base des ingénieurs de génie civil.

- Soulignons enfin que les dernières décennies ont été celles de la concentration urbaine, et même de l'hyper concentration pour certaines grandes villes étrangères. Ce phénomène est particulièrement marqué dans un certain nombre de pays en voie de développement et de pays émergents. Le laisser faire qui est la règle actuellement peut conduire dans ces pays à une explosion sociale dont effets n'épargneront pas le monde développé.

Reprendre la maîtrise du développement urbain, constituer dans ces villes immenses un système acceptable de services publics, est un enjeu considérable qui un jour ou l'autre mobilisera les meilleurs experts de la planète. C'est donc pour nos ingénieurs, urbanistes et sociologue un défi auquel ils doivent se préparer.

- L'environnement et le développement durable ouvrent aux bureaux d'étude et aux entreprises de nouveaux et vastes domaines d'intervention.

Le génie civil est en effet à la base de la plupart des solutions permettant de faire disparaître ou de rendre inoffensives les pollutions de masse engendrées par les sociétés modernes, de réduire les risques naturels ou industriels que les citoyens estiment maintenant intolérables, de réutiliser le mieux et le plus possible les énormes quantités de déchets que génèrent les économies modernes.

C'est tout un nouveau domaine industriel qui s'ouvre donc aux entreprises de génie civil, qui demande de l'inventivité, car de nombreuses questions sont encore sans réponse, et qui ouvre des perspectives professionnelles intéressantes pour les ingénieurs de génie civil qui souhaiteront s'y engager.

C'est également un vaste champ de développement pour la recherche en génie civil, avec des enjeux sociaux d'une extrême importance.

## **II – 3 Gestion de la qualité**

- La gestion de la qualité est maintenant une nécessité admise par toutes les entreprises.

Le contexte particulier des travaux du génie civil induit une plus grande difficulté dans la mise en pratique de ces notions, car les chantiers sont très dispersés et les aléas liés aux conditions naturelles (sol, climat ...) très prégnantes. De plus en plus d'entreprises et de bureaux d'étude sont cependant certifiés ou ont engagés des procédures de certification.

Il en résulte des conséquences importantes sur les pratiques professionnelles, aussi bien pour les ingénieurs de l'entreprise que pour ceux de l'administration.

Ceux de l'entreprise ont à se plier aux exigences très strictes, et aussi aux procédures très lourdes qu'impose la certification.

Ceux de l'administration auront à modifier de plus en plus leur système d'organisation en matière de relations clients-fournisseurs. Il auront le devoir mettre en œuvre les procédures de qualité au sein même de l'administration, car le public admettra de plus en plus difficilement que les administrations se tiennent à l'écart des vastes mouvements de modernisation en cours dans tous les secteurs économiques

- Au cours des deux dernières décennies, ont émergé les notions de gestion de la sécurité, puis de gestion de la qualité, et enfin de gestion de l'environnement.

C'est donc maintenant une exigence de qualité totale qui émerge, cette notion recouvrant non seulement la qualité intrinsèque de la construction, aux plans technique et fonctionnel, mais aussi les conditions de sa réalisation, de son utilisation, de son insertion dans l'environnement, de sa durabilité, de sa sécurité.

Cette recherche de qualité globale exige un management global décliné suivant les différentes composantes de la qualité.

Cet état d'esprit de qualité totale doit désormais imprégner l'action de nos ingénieurs, à tous les niveaux et dans tous les corps de métier.

#### **II.4. - Gestion des risques**

- La réduction des risques de toute nature, l'amélioration de la sécurité, sont désormais de véritables revendications sociales. La fatalité n'est plus considérée comme une excuse.

Cette revendication est particulièrement redoutable pour les entreprises de génie civil, qui ont à réaliser des ouvrages publics, dont la ruine peut avoir de graves conséquences et un retentissement médiatique important, alors que beaucoup des données à prendre en compte sont incertaines et même souvent imprévisibles: conditions de sol, climat, séismes etc.

Comme dans beaucoup d'autres secteurs à risque, les entreprises et bureaux d'étude de génie civil devront s'organiser pour donner une place hautement prioritaire à cet aspect particulier de la qualité totale, dirigeants aussi bien que techniciens étant hautement concernés par cette démarche.

- De même que l'analyse des risques financiers est devenu un véritable corps de spécialité pour les économistes, il serait hautement souhaitable de faire émerger un corps de spécialité sur les risques liés aux ouvrages de génie civil.

La voie a déjà été ouverte par certains domaines techniques (aéronautique, chimie, énergie) avec l'apparition parallèle de la cindynique, science du danger, et de la MADS, méthodologie d'analyse des dysfonctionnements dans les systèmes. Il est maintenant urgent qu'un corps de doctrine soit échafaudé pour les ouvrages de génie civil et que des spécialistes de cette nouvelle science soient formés.

Ils trouveront sans aucun doute très facilement à se placer dans les entreprises, les bureaux d'étude, les cabinets d'experts, les laboratoires de recherche.

- Un autre aspect du risque en génie civil mérite la plus grande attention, c'est celui de la responsabilité pénale des ingénieurs, de plus en plus souvent mise en avant lorsque la ruine d'un ouvrage entraîne mort d'homme.

Même si le droit n'est pas une spécialité d'ingénieurs, une collaboration entre les juristes et les ingénieurs est souhaitable, et l'action ciblée du CNISF sur la responsabilité civile et pénale des ingénieurs constitue un excellent cadre de travail sur ce thème.

## **II.5. - Ingénieur constructeur mais aussi gestionnaire**

- Tout spécialement dans le domaine du génie civil et du bâtiment, l'ingénieur doit avoir conscience que la phase de réalisation n'est qu'un maillon dans une chaîne, et qu'il doit tenir de tous les autres, étalés sur toute la vie de l'ouvrage, jusqu'à sa démolition, pour bâtir son action et proposer les solutions financièrement et socialement optimales.

- Nos ingénieurs ne doivent pas se considérer que comme des constructeurs, ils doivent aussi apprendre à gérer, et prendre conscience qu'un vaste champ d'activité s'ouvre à eux dans ce domaine.

Il serait hautement rentable pour la société que des ingénieurs s'investissent plus vigoureusement dans les multiples techniques qui interviennent dans cette gestion: constitution, dès le stade de la réalisation, des archives techniques nécessaires pour une bonne gestion de l'ouvrage; stockage des données (dessins, calculs ..) et localisation (information géographique); instrumentation des ouvrages, à la fois pour en assurer le suivi et pour contribuer au progrès des connaissances; optimisation de l'entretien; techniques de confortement et de réhabilitation; déconstruction et réutilisation des matériaux etc.

## **II.6. - Les nouvelles technologies de l'information et de la communication**

- On n'a pas encore totalement pris conscience de l'extraordinaire révolution qu'a apporté Internet en matière d'information technique.

Il a permis de mettre en place une "bibliothèque mondiale", universelle, accessible partout, du bureau d'étude au chantier le plus lointain, couvrant progressivement tous les besoins des ingénieurs (normes, règles de l'art, réglementation, logiciels de calcul ou de gestion etc.). La quantité et la variété impressionnantes des informations disponibles, s'ajoutant à la facilité avec laquelle on peut y accéder, va modifier radicalement l'exercice de nos métiers.

Ceci suppose que les ingénieurs sachent utiliser efficacement cette nouvelle ressource, ce qui n'est pas toujours le cas, et un effort de formation interne aux entreprises comme aux administrations serait d'un haut niveau de rentabilité.

- Internet est en même temps un support remarquable de formation à distance. De nombreuses initiatives ont été prises dans ce domaine par les universités américaines et on peut regretter que le vide quasi barométrique constaté en France dans ce domaine.

Le domaine du génie civil serait sans aucun un domaine privilégié pour ce type de formation. Avec ses 50% de chiffre d'affaire réalisés à l'étranger, ce sont autant d'équipes éloignées de leur base et qui n'ont qu'un accès très limité à la formation continue.

Il serait étonnant que nos grands établissements de formation n'en prennent pas conscience et un développement de ce secteur paraît inscrit dans les faits.

- De façon plus générale, les nouvelles techniques d'information et de communication devraient à coup sur être appelées à des développements importants et rapides dans les métiers du BTP, et ceci parce que les participants à l'acte de construire sont nombreux, et parce que les lieux où l'on construit sont très dispersés géographiquement.

Les NTIC apportent des réponses efficaces à ce double émiettement. Elles permettent, comme on l'a vu, de s'informer efficacement et commodément. Elles permettent aussi d'échanger des documents (plans, notes de calcul, comptes rendus...), d'éclater l'élaboration des projets et de multiplier les variantes étudiées, d'organiser de façon plus performante la logistique des approvisionnements, de faciliter le suivi et la gestion à distance des ouvrages.

Elles donnent un moyen efficace d'information du public sur les projets et de concertation.

La réalisation de projets en ligne, la gestion à distance et les "e-achats" devraient être des secteurs privilégiés de développement des NTIC dans notre domaine seront des tendances lourdes.

Il en résultera de façon certaine une révision radicale de l'organisation du travail, qui bouleversera à la fois l'organisation interne de chaque entreprise et la distribution des rôles entre les différents intervenants.

A l'évidence, les métiers et les pratiques professionnelles des ingénieurs en seront lourdement affectés.

## **II.7. - Un système de relations de plus en plus juridique**

- On observe une tendance au durcissement des relations entre les partenaires de la construction (entreprises, fournisseurs, bureaux d'étude) avec des actions contentieuses de plus en plus fréquentes. Naguère, les différents participants à l'acte de construire avaient à cœur de mettre en commun leur énergie en vue d'une réalisation commune; aujourd'hui, une part non négligeable de cette énergie est dissipée en luttes internes, au détriment de la qualité mais aussi du coût des ouvrages.

Sous l'influence européenne, sous celle également de la mondialisation, les relations entre maîtres d'ouvrage et entreprises évoluent également. Le modèle "paternaliste" qui caractérisait parfois les relations entre des administrations françaises techniciennes, compétentes et responsables et les entreprises semble bien vivre ses derniers instants, pour être remplacé par le modèle anglo-saxon, plus rigoureux au plan juridique, mais pas forcément plus efficace au plan des résultats.

Si ces tendances, se confirmaient, c'est l'ensemble de la collectivité des ingénieurs, de l'entreprise comme de l'administration, qui en serait affectée. Les ingénieurs devraient alors admettre des intrusions de plus en plus fréquentes des juristes. Ils auront aussi à mieux dominer les problèmes juridiques et à mieux connaître les systèmes de relation commerciaux anglo-saxons, soutenus de façon explicite ou

implicite par l'Union Européenne, la Banque Mondiale et les autres institutions financières internationales.

- Poussant le raisonnement jusqu'au bout, certains estiment que le contexte européen pourrait, à plus ou moins long terme entraîner une évolution du secteur du BTP dans son ensemble vers une organisation à l'anglo-saxonne que l'on peut caractériser de la façon suivante: les fonctions techniques de la maîtrise d'ouvrages seront sous traitées, les entreprises n'auront plus que des activités d'exécution; l'ingénierie d'entreprise disparaîtra pour laisser la place à une ingénierie "indépendante".

Une telle évolution induirait à l'évidence des modifications considérables dans les carrières et le mode d'exercice du métier d'ingénieur de génie civil.

## **II.8. – Le développement des délégations de service public**

Fortement développées en France jusqu'à la fin du siècle dernier, puis tombées en désuétude, les délégations de service public connaissent un regain d'actualité dans notre pays avec le développement des concessions privées dans le domaine des autoroutes, de l'eau, de l'assainissement des transports etc.

Elle connaissent surtout un rapide développement à l'étranger, sous la forme plus générale de partenariats public-privé. Ce développement est maintenant vigoureusement soutenu par tous les organismes de financement internationaux, et ne peut donc aller qu'en s'amplifiant et en conquérant de nouveaux domaines, les domaines portuaires et aéroportuaires s'étant d'ores et déjà ajoutés aux précédents. C'est pour le monde des ingénieurs de génie civil, toute une série de nouveaux métiers, dans lesquels les ingénieurs ont leur part, allant de la conception et du montage des opérations, souvent très complexes, jusqu'à la réalisation des ouvrages et à la gestion de services publics.

## **III – Les besoins de formation**

- Les réponses à l'enquête, et les développements du paragraphe précédent, illustrent de façon frappante le fait qu'en quinze ou vingt ans, c'est à dire en moins d'une demi vie professionnelle, la liste des compétences requises de la collectivité des ingénieurs de génie civil s'est largement renouvelée et considérablement allongée.

Elles illustrent également de façon tout aussi frappante que l'acte de construire (et de gérer!) est de plus en plus un acte collectif, qui associe un nombre de plus en plus grand de corps de métiers (y compris des jardiniers!).

L'époque où les ingénieurs issus de nos grandes écoles savaient tout faire (ou le croyaient!) est définitivement révolue. On va incontestablement vers la situation qui frappaient tous ceux d'entre nous qui se sont rendus aux USA il y a quelques dizaines d'années: ils y rencontraient des gens qui ne parlaient que de ce qu'ils savaient; ce qu'ils savaient était limité à un domaine étroit mais qu'ils connaissaient parfaitement bien; pour toute question sur un autre sujet ils allaient chercher le collègue compétent.

Il apparaît de plus en plus illusoire de prétendre faire absorber au cours de la formation initiale un nombre toujours croissant de connaissances.

L'opinion personnelle du rédacteur de ce rapport est qu'on échappe encore moins que dans le passé à un système de formation supérieure à trois composantes:

- Une solide formation initiale permettant de s'adapter convenablement aux différentes situations susceptibles d'être rencontrées pendant la carrière professionnelle.
- Une formation par la recherche visant prioritairement à former des spécialistes, mais aussi à faire connaître au maximum de futurs dirigeants ce qu'est le monde de la recherche.

Il est en effets navrant, à notre époque où la recherche et l'innovation sont reconnus comme des facteurs décisifs de la compétitivité des entreprises, de constater que trop de ceux qui sont au sommet du pouvoir de décision, dans les entreprises ou dans le monde politique, aient des vues aussi sommaires de ce monde complexe et évolutif.

La formation par la recherche permet de confronter le futur dirigeant avec la difficulté de réunir les données (recherche bibliographique), d'analyser les résultats d'expérience (calcul d'erreur) et de proposer une théorie (plus ou moins exacte) dont il faut tenter de convaincre un jury.

C'est cette expérience et l'apprentissage des méthodes associées qui facilitera ultérieurement l'adaptation de l'ingénieur aux nouveautés de tous ordres que lui réserve l'évolution de sa carrière dans un environnement technique, social et juridique en permanente évolution.

- Une formation continuée tout au long de la vie professionnelle, assurant une formation ciblée sur la situation professionnelle précise de chacun.

• Les principaux thèmes de formation cités dans les réponses relèvent essentiellement de la troisième catégorie et découlent très naturellement des évolutions mentionnées.

- Formation sur l'environnement et le développement durable portant sur des connaissances générales que tous les ingénieurs doivent connaître et sur les connaissances plus spécifiques que chaque cours spécialisé doit prendre en compte, vues sous l'angle des contraintes imposées lors de la construction et de la gestion des ouvrages et sous celui de la contribution du génie civil à la solution des problèmes d'environnement.
- Le domaine de la gestion des risques dans le domaine du génie civil requiert à l'évidence un effort de recherche et un effort de formation, malheureusement pas très facile à mettre en œuvre tant que l'on n'aura pas progressé.
- Les NTIC devraient devenir un sujet privilégié de formation, lorsque l'on aura mieux identifié leurs applications concrètes au domaine du génie civil et lorsque leur degré de conceptualisation sera suffisant pour les enseigner de façon efficace.
- Les lacunes importantes de nos ingénieurs en matière de droit international sont citées dans de nombreuses réponses. Il s'agit en fait tout autant de méconnaissance des pratiques des différents pays, et notamment des pays de tradition anglo-saxonne, que des aspects purement juridiques. Il s'agit en tout cas d'un domaine très important de formation qui concerne encore plus les ingénieurs de l'administration que ceux des entreprises. Le niveau d'inculture des ingénieurs de l'administration est en effet à peu près

total, alors que ce sont probablement eux qui seront le plus touchés par l'irruption, voulue par l'Europe, des pratiques juridiques et administratives européennes.

- L'enquête a malheureusement confirmé aussi un point très préoccupant, c'est la baisse d'attractivité des formations de génie civil, qui accentue encore la désaffection pour les formations techniques, constatées dès le secondaire.

Il ne s'agit pas d'un phénomène uniquement français. Il touche également la plupart de nos voisins européens ainsi que d'autres qui ont pourtant des besoins immenses (Maroc, Brésil ...).

Redresser la tendance constitue un défi majeur pour les professions, nos écoles et les administrations de tutelle.

#### **IV – L'accompagnement scientifique et technique**

Les évolutions actuelles et à venir, ou au moins certaines d'entre elles, devraient impérativement être accompagnées par des actions spécifiques de recherche et de développement technologique. Beaucoup de pistes sont citées dans les réponses. Les plus importantes me paraissent les suivantes.

- Faire le bilan (à froid!) des conséquences des cataclysmes naturels sur les ouvrages de génie civil. C'est une tâche très difficile, car elle interférera inévitablement avec les actions contentieuses qui accompagnent inévitablement ce genre d'événement. Elle pose également un problème de compétence administrative: quelle(s) administration, quel(s) ministères devraient en être chargés?  
A condition que l'on mette en œuvre les moyens scientifiques nécessaires, ce serait pourtant une opération d'un très haut niveau d'utilité sociale, qui alimenterait les recherches sur la gestion des risques et contribuerait à éviter que ne se renouvellent les graves erreurs constatées périodiquement dans le passé.
- Réfléchir à ce que pourrait être un "observatoire" des technologies du génie civil, assurant la veille technologique dans notre domaine, associant fédérations professionnelles, administrations, universités, centres de recherche, qui nourrirait la pratique des ingénieurs et la formation des futurs ingénieurs.
- Conduire toutes les recherches nécessaires pour raccrocher les modèles à la réalité: approfondir les études sur le comportement des matériaux tout au long de la vie de l'ouvrage, et pas seulement lors de la construction; développer l'instrumentation des ouvrages, pour accumuler des données sur leur comportement effectif; plus spécialement en géotechnique, sensibiliser les ingénieurs sur la détermination in situ des caractéristiques réelles des sols et des performances des ouvrages par des essais de chargement; systématiser les approches probabilistes en matière de comportement des matériaux, d'occurrence des phénomènes naturels et d'évaluation des risques.

Jean Berthier  
29 mai 2001



## L'environnement

**Rédacteur: Jacques Mâchefer, secrétaire du comité d'experts environnement**

Comment parvenir à limiter les risques inhérents aux transformations de l'environnement qui résultent du désir de chacun d'améliorer son confort et son niveau de vie, et de l'augmentation du nombre de parties prenantes ? Cette question concerne à la fois producteurs, consommateurs et plus généralement citoyens censés orienter les choix de société. Mais il est difficile d'avoir des éléments de réflexion fiables, l'information étant sujette à caution.

Si on s'intéresse à l'évolution de l'environnement, à ses conséquences et aux moyens de l'améliorer, il est indispensable de diffuser une information sûre et non suspecte de publicité ou de militantisme.

Le CNISF peut contribuer à cette action s'il sait faire reconnaître sa crédibilité et trouver les moyens de diffuser l'information.

L'action du CNISF dans le domaine de l'environnement, presque exclusivement consacrée aux problèmes techniques, doit s'étendre aux problèmes de société.

Les deux grands principes qui commandent l'évolution de l'environnement, le développement durable et le principe de précaution ont pour fondement des problèmes de société mais impliquent des besoins en connaissances scientifiques pour en justifier le besoin ou la portée (évaluation des risques), des industriels pour définir et mettre en œuvre les moyens de réduire la consommation de matières premières et de réduire les nuisances à des niveaux imposés par la réglementation qui traduit les exigences de la société.

Si le principe de développement durable soulève peu de polémiques, il en est tout autrement du principe de précaution dont la perception par le public a été faussée par les affaires du sang contaminé et plus récemment de la vache folle qui sont en dehors du domaine de l'environnement – le dernier pas tout à fait -. L'application de ce principe est assez délicate du fait que l'on confond parfois sciemment risque et danger et que le risque est perçu par le public de façon très différente selon les domaines, les extrémistes allant jusqu'à exiger le risque zéro. Il y a donc un besoin d'expertise, ce qui au passage, demande une clarification de la définition de l'expert, de son rôle et des responsabilités. Cela demande aussi une information impartiale du public ce qui à l'heure actuelle est rarement le cas (par exemple tout ce qui touche aux rayonnements et plus largement à l'énergie nucléaire).

Tout ceci se traduit par une réglementation de plus en plus sévère.

➡ Considérons tout d'abord la pollution atmosphérique car c'est la lutte contre cette pollution qui a le plus d'implications dans le développement industriel et la vie courante. La limitation de la production de gaz toxique comme la lutte contre l'effet de serre (limitation de la production de CO<sub>2</sub>) se traduisent entre autre par l'évolution

de la politique énergétique et la place du nucléaire, les modifications des systèmes de combustion, l'évolution de l'automobile et des systèmes de transport et par contre coup la politique de la ville, l'évolution de l'habitat pour diminuer la consommation d'énergie. La limitation de l'émission de COV révolutionne certaines industries : peintures à l'eau, par exemple.

➔ Dans le domaine de l'air il faut remarquer que la lutte contre la pollution va du local (émission de COV) au transfrontières (SO<sub>2</sub>, NOx, par exemple) jusqu'au mondial (gaz à effet de serre).

Dans les Technologies clés pour 2005 recensées par la Direction Générale de l'Industrie dans ce domaine, notons :

- le piégeage et le stockage du CO<sub>2</sub> dont dépend l'avenir de l'utilisation des énergies fossiles,
- la mise au point de fluides frigorigènes à haute qualité environnementale (couche d'ozone + effet de serre),
- la gestion de l'air dans les bâtiments (confort, sécurité, économie d'énergie).

➔ Dans le domaine de l'eau potable, il reste à finir de moderniser les usines de traitement pour prendre en compte les nouvelles réglementations européennes. Un point est particulièrement redoutable : le respect de la réglementation au point d'utilisation ce qui en dehors du problème de responsabilité pose avec acuité le problème du remplacement des tuyauteries en plomb qui incombera pour la plus grande partie aux particuliers, l'évaluation des travaux initialement à 100 milliards a été revue à la baisse mais atteindrait encore au minimum 70 à 80 milliards.

La technologie membranaire est appelée à se développer pour limiter l'utilisation de produits chimiques et par suite de déchets (Technologies clés pour 2005).

Le problème du manque d'eau ne se pose pas avec acuité en France. Par contre, le prix de l'eau potable, variant du simple au triple suivant les sources d'approvisionnement, donne lieu à discussion parmi les politiques.

➔ Le traitement des eaux usées a un double aspect :

1/ industriel : la consommation d'eau de certaines industries (papier en particulier) a été limitée et le recyclage de l'eau tend à se généraliser : rejet minimum visé,

2/ eaux usées domestiques. Un grand nombre de stations d'eaux usées sont encore à construire en particulier pour les agglomérations de moins de 10 000 habitants.

A noter également la mise en conformité des installations d'assainissement autonomes des particuliers qui devront se mettre aux normes et seront contrôlées.

Un point important est l'élimination des métaux lourds.

Dans le domaine des eaux potables et usées, l'élimination des boues pose également problèmes, les contraintes chimiques et sociétales rendent difficiles l'épandage qui était la voie la plus répandue. Les opinions quant aux autres voies sont assez diverses. Le point sensible est le coût, le traitement des eaux usées entrant dans le prix de l'eau potable.

Dans le domaine des déchets, la loi du 13 juillet 1992 stipule que d'ici 2002 la mise en décharge devra être réservée aux déchets ultimes c'est-à-dire des déchets non susceptibles d'être traités par extraction de la part valorisable ou par réduction de leur caractère polluant ou dangereux dans des conditions techniques et économiques du moment.

Il en résulte une forte incitation y compris par la voie réglementaire au tri sélectif, au recyclage ou à la valorisation et même à des changements de fabrication : par exemple le développement des plastiques biodégradables et évidemment la production du minimum de déchets par des recyclages internes dans une fabrication comme priorité.

La valorisation, comme l'élimination, doit être compatible avec un haut niveau de protection de l'environnement et le principe de précaution est affirmé.

Comment faire perdre à un déchet ce statut.

Le ministère de l'environnement a publié en 1997 un guide précisant les critères pour qu'un déchet, en l'état ou après traitement, puisse bénéficier du statut de produit. Mais la position française n'est pas avalisée au niveau européen et ne le sera qu'au cas par cas.

Un problème important est le conditionnement et le stockage des déchets ultimes, qui se pose autant que celui du stockage des déchets nucléaires, la protection de la nappe phréatique se posant dans les deux cas à la différence près qu'un métal toxique le restera pour l'éternité alors que la radioactivité décroît dans le temps.

➡ En ce qui concerne la pollution des sols, le nombre de sites potentiellement pollués est estimé à 300 000 dont une proportion importante de sites orphelins. Mais la réhabilitation des sols rencontre un certain nombre d'obstacles qui freinent son développement : les coûts de dépollution très élevés (plusieurs millions de francs), le manque de volonté politique d'appliquer la réglementation, la technologie seulement au point pour le traitement des pollutions par les hydrocarbures.

Le diagnostic et le traitement des sols pollués par les métaux lourds et les organochlorés restent à mettre au point.

➡ Un des points capitaux dans le domaine de l'environnement est l'évaluation des risques et leur gestion tant au niveau réglementaire qu'au niveau des industriels.

Une réglementation inutilement trop contraignante coûte très cher et fausse l'opinion publique.

On peut se poser la question : est-on en train de freiner le progrès technologique pourtant indispensable au développement économique de l'humanité. Le plus bel exemple est celui des OGM

# L'ingénierie de la sécurité et de la sûreté

Rédacteur: Jean-Louis Macary, secrétaire du comité d'experts Intelligence économique, Sûreté et Défense

## 1 – DOMAINE DE L'INTELLIGENCE ÉCONOMIQUE

En l'an 2000, tous les métiers utilisent la démarche de l'Intelligence économique – IE. La meilleure façon de la mettre en œuvre consiste à s'appuyer sur des responsables et des animateurs.

Les responsables dans ce domaine, en entreprise ou dans les cabinets spécialisés, doivent avoir effectué une formation spécifique. Elle est proposée dans plusieurs universités et écoles conduisant à un DESS. L'Institut de hautes études de la sécurité intérieure (IHESI) et l'Institut des hautes études de la défense nationale (IHEDN) proposent aussi, chacun, une formation spécialisée.

La responsabilité doit impérativement s'exercer en réseau, au sein d'un groupe ayant un intérêt ou un objectif commun. Il est souhaitable qu'un tel groupe ait une composition pluridisciplinaire. Ainsi, un cabinet spécialisé ne devrait jamais travailler seul. En entreprise, on doit former un réseau interne et un réseau externe.

Le responsable IE peut exercer cette activité à plein temps, mais il est souvent préférable qu'il exerce aussi une autre activité dans l'entreprise, notamment dans un établissement (usine, atelier, laboratoire, etc.) quitte à disposer d'animateurs auprès de lui.

Les NTIC apportent certes de nouveaux services, détection des signaux faibles (c'est à dire révélateurs de tendances ou d'événements possibles proches), suivi de forums de discussion (permettant, par exemple, la surveillance de la concurrence ou la diffusion d'une information orientée). En contrepartie, les risques d'effets pervers induits augmentent. Ce sont :

- Négliger le traitement pertinent de l'information ou le fonctionnement en réseau.
- Assécher la créativité (on s'en remet à la machine qui remplace la réflexion personnelle).

Les NTIC ont provoqué une véritable explosion des moyens, mais il n'y pas de révolution dans les concepts. La révolution culturelle constatée se situe dans l'élargissement de la diffusion de ces concepts, provoqué, en particulier, par la multiplication de l'information et le besoin accru de sa sécurisation.

Cependant, le besoin de mieux maîtriser ces moyens est devenu vital. La veille technologique, la veille concurrentielle, la veille environnementale et, maintenant, la veille normative sont devenues des impératifs; elles sont aux sources des bonnes décisions. *"(Désormais) le périmètre de l'entreprise sera presque autant défini par les contours de son environnement informationnel que par ses propres structures<sup>1</sup>".*

## 2 - DOMAINE DE LA DÉFENSE NATIONALE

L'environnement. Les missions assignées aux acteurs de la Défense restent fondamentalement celles définies en 1994<sup>2</sup>. Les évolutions de leurs mises en œuvre sont marquées par la professionnalisation des armées, la progression de l'Europe de

<sup>1</sup> Jean Marc PICARD - Colloque Transinfo 2000.

<sup>2</sup> Livre blanc de 1994 - Deux piliers pour la Défense : la dissuasion et l'action qui peut prendre des formes de prévention, de projection et de protection.

la défense et de son implication accrue dans le traitement des crises dans le monde, le renforcement de la coopération dans le domaine humanitaire et la restructuration profonde des industries de défense.

Métiers d'opérations. Dans les Armées et la Gendarmerie, les métiers d'officiers, ingénieurs diplômés ou qui en exercent les fonctions, requièrent des bases scientifiques et techniques plus complètes. Les moyens électroniques et de transmissions, depuis toujours utilisés, deviennent, avec les NTIC, des outils majeurs indispensables à toute exploitation de l'information et à toute mise en œuvre de moyens de combat. La sécurité d'emploi, déjà omniprésente, a été accrue et les connaissances juridiques sont devenues nécessaires.

Métiers industriels. La complexité des moyens à produire conduit à concevoir des "systèmes" mettant en œuvre des "vecteurs", plutôt que des "armes". L'augmentation de la durée de vie des équipements implique celle des coûts. Première conséquence : la conception et la réalisation d'un système sont ainsi intimement associées à sa maintenance et à sa logistique. Autre conséquence : la définition des besoins et les études préalables doivent largement précéder - de 8 à 15 ans - la mise en production et la mise en service. Enfin, la recherche et le développement doivent bénéficier des avancées civiles dans certains domaines (techniques à double usage - ou *duales*).

Les écoles d'officiers d'active des Armées forment en vue de faire effectuer des carrières. Bien que leur nombre ait diminué, la reconversion après 15 ou 25 ans de service est devenue primordiale. Les écoles spécifiques - précédemment uniquement accessibles par concours - sont désormais ouvertes aux recrutements parallèles. Les écoles de la Délégation générale pour l'armement conduisent autant à une carrière dans la DGA qu'à une carrière purement civile.

Le recrutement d'autres catégories d'officiers s'effectue par contrat (OSC) ou par un volontariat dans la réserve :

- soit dans la réserve opérationnelle, nécessitant la souscription d'un engagement si l'on n'a pas été officier d'active; elle permet d'avoir une affectation<sup>3</sup>;
- soit dans la réserve citoyenne, sans engagement ni affectation.

La défense fait désormais appel à ses réservistes - choisis selon les besoins – afin d'assurer des missions « d'actions civilo-militaires » pour préparer la reconstruction dans les pays où s'est déroulée une action militaire sous une bannière internationale (ONU, OTAN, OSCE, ..) avec des contrats réglementaires beaucoup trop courts pour obtenir l'efficacité utile à la Nation.

Les nouveaux volontariats du Service national, militaires ou civils ont été institués depuis 1998. Pour les jeunes hommes (nés après 1978) et jeunes filles (principalement celles nées après 1982), ces expériences de durées limitées sont rémunérées et très valorisantes.

Dans les armées, les jeunes français/es entre 18 et 26 ans peuvent souscrire des contrats de 1 à 5 ans, fractionnables et renouvelables dans certaines conditions<sup>4</sup>.

Le volontariat civil<sup>5</sup> traite de : - la protection des personnes, des biens et de l'environnement - des missions d'intérêt général - de l'action de la France dans le

---

<sup>3</sup> Réservistes de tous grades: Terre : 28 000 - Mer : 6 500 - Air : 8 000 - Gendarmerie : 50 000 - Santé : 7 000 - Essences : 500.

<sup>4</sup> A partir de 2002, seront offerts 27 000 postes de tous niveaux, dont environ 1 500 pour les aspirants.

monde - de l'aide technique aux collectivités d'outre-mer sur les plans scientifiques, économique et éducatif. En décembre 2000, seul le volontariat international en entreprise - VIE - était bien défini; il est d'une durée de 6 à 24 mois. (Cf. la fiche CNISF sur "Les volontariats du XXI<sup>e</sup> siècle").

### 3 - DOMAINE DE L'INGÉNIERIE DE LA SÉCURITÉ ET DE LA SÛRETÉ

Les métiers de la Sécurité des entreprises et des collectivités, que l'on dénomme "ingénierie de la sécurité et de la sûreté", sont en évolution accélérée. L'analyse suivante est basée sur l'étude de l'accroissement des formations correspondantes. On peut ainsi distinguer trois périodes.

Dans une première période (jusqu'en 1990), ces formations, pour la plupart qualifiantes et quelquefois diplômantes, de premier ou de deuxième cycle, ont été liées à une demande du marché pour des métiers d'analyse et de traitement des risques basés sur le respect des textes législatifs (code du travail, directive SEVESO 1,...), réglementaires (règles privées des assureurs,...) ou normatifs (ISO 9000 , ISO 14000) ; la sécurité des entreprises était alors confiée à des cadres techniques, éventuellement à des ingénieurs, ayant suivi une formation complémentaire « réglementaire ». C'est l'âge d'or du CNPP<sup>6</sup> ! Citons, à titre d'exemples, les formations qualifiantes à la maîtrise des risques incendie ou au risque de malveillance, ou la formation (niveau licence) à la gestion de l'eau.

Dans la deuxième période, de 1990 à 2000, les formations précédentes se sont élargies à de nouveaux domaines, comme les risques de l'environnement ou de la santé au travail. D'autres formations se sont développées, pour la plupart de troisième cycle, comme les DESS de sûreté des systèmes industriels, de la sécurité civile et des risques, de la sécurité des transports, de la compatibilité électromagnétique, de l'intelligence économique. Elles correspondent à une demande du marché basée sur les sciences du danger (la cyndinique !), la gestion des risques et la maîtrise de l'information. La dernière décennie est donc celle du développement des métiers de l'Ingénierie des risques. C'est l'âge d'or des DESS.

Une troisième période vient de s'ouvrir qui est ou sera dominée pour TOUTES LES ORGANISATIONS HUMAINES par :

- L'adaptation des principes de précaution et de développement durable aux managements de TOUS LES RISQUES
- La capacité à anticiper et à gérer les crises.
- La maîtrise de la communication et de l'image médiatique.

Ce sera l'âge d'or du « Risk management ». Celui-ci sera confié à des équipes pluridisciplinaires vraisemblablement dirigées par des ingénieurs spécialisés ; les formations diplômantes nécessaires pour les dix ans à venir sont émergentes, comme à GRENOBLE et BORDEAUX, ou encore à créer, comme au CNPP.

-----

---

<sup>5</sup> Le décret d'application, du 30 novembre 2000, concerne 27 ministères ou secrétariats d'État.

<sup>6</sup> CNPP: Centre national de la Prévention et de la Protection.