

Congrès Erasmus

La chimie dans l'enseignement supérieur français (extraits du rapport national préparé pour le Colloque de Lyon)

Jean-Jacques Bonnet* professeur

L'enseignement supérieur en chimie en France est caractérisé par une grande diversité d'établissements relevant pour la très grande majorité du ministère de l'Éducation nationale.

Cette diversité est renforcée par le fait que la formation en chimie d'étudiants est également assurée dans des établissements soit relevant d'autres ministères (Défense nationale, Industrie) soit privés. La durée des études y est alors de 4 ans (École Polytechnique à Palaiseau, par exemple) ou de 5 ans (École des Mines d'Albi, par exemple) après le baccalauréat.

Pour les établissements relevant du ministère de l'Éducation nationale, une diversité supplémentaire est introduite par la nature du recrutement, par la durée des études, par le volume horaire dispensé annuellement, par la nature des diplômes délivrés.

Il existe certaines passerelles entre ces établissements.

Le schéma (figure 1) suivant donne un aperçu de cette diversité en indiquant la nature des formations proposées et les passerelles qui existent entre elles. Les IUP (instituts universitaires professionnels) ne sont pas indiqués ; il en existe en effet peu dans les domaines relevant de la chimie : deux en biologie-biochimie et deux en génie des matériaux.

* Université Paul Sabatier,
118, route de Narbonne,
31062 Toulouse Cedex.
Tél. : 61.33.31.89.
Fax : 61.55.30.03

La préparation d'une thèse bac+8

Les titulaires d'un diplôme de troisième cycle (DEA) peuvent s'inscrire dans une université en vue d'effectuer des travaux de recherche pour l'obtention du grade de docteur d'université. La durée de ces travaux est généralement de trois ans.

Un docteur en chimie a donc un niveau de formation bac + 8.

Un certain nombre de bourses de recherche sont annuellement accordées par le ministère de l'Éducation nationale à chaque formation doctorale. L'attribution fait l'objet d'un processus assez complexe prenant en compte :

- la qualité du candidat en relation étroite avec son classement au DEA ;
- la qualité du sujet de recherche proposé conjointement par le candidat et un responsable scientifique ;
- la qualité du laboratoire de recherche.

L'obtention du grade de docteur correspond à la formation universitaire de niveau le plus élevé. L'insertion professionnelle s'effectue alors, soit dans l'enseignement supérieur ou le CNRS - la possession d'un doctorat est une condition sine qua non -, soit dans le secteur industriel (essentiellement alors, dans les centres de recherche des grands groupes industriels chimiques).

Signalons que la soutenance orale d'une thèse devant un jury ad hoc est conditionnée :

- par la publication préalable d'au moins deux mémoires dans des revues scientifiques ;
- par l'acceptation de soutenance délivrée par deux examinateurs extérieurs, désignés avec l'accord du responsable de la formation doctorale à laquelle la thèse est rattachée.

Processus d'insertion professionnelle

Dans l'enseignement supérieur, au CNRS, dans les IUFM

Le recrutement dans l'enseignement supérieur et au CNRS est réservé aux titulaires d'un doctorat, quelle qu'ait été par ailleurs leur formation universitaire antérieure.

Ce recrutement s'effectue via un protocole national de recrutement dans la fonction publique. Il fait ainsi appel à une publication dans les journaux et bulletins officiels de la République française. Il s'agit d'un véritable concours pour lequel le nombre de candidats est très supérieur au nombre de postes mis au concours annuellement.

Le rôle des instituts de formations des maîtres (IUFM) est de préparer aux concours de recrutement des enseignants des écoles, collèges et lycées. Admis sur dossier, les étudiants reçoivent une formation adaptée à la nature des divers concours de recrutement dans l'enseignement et au futur métier d'enseignant.

Dans l'industrie chimique

Ce qui suit est le fruit d'analyses de divers documents [1, 2, 3] et de discussions que l'auteur a eu avec MM Parenreau de l'UIC et Tracez de la Société de Chimie Industrielle.

Analyse du processus d'insertion professionnelle

La chimie, qui représente 1,1 % des emplois, concourt à plus de 1,7 % des embauches de jeunes diplômés de l'enseignement supérieur.

La chimie industrielle (chimie de base

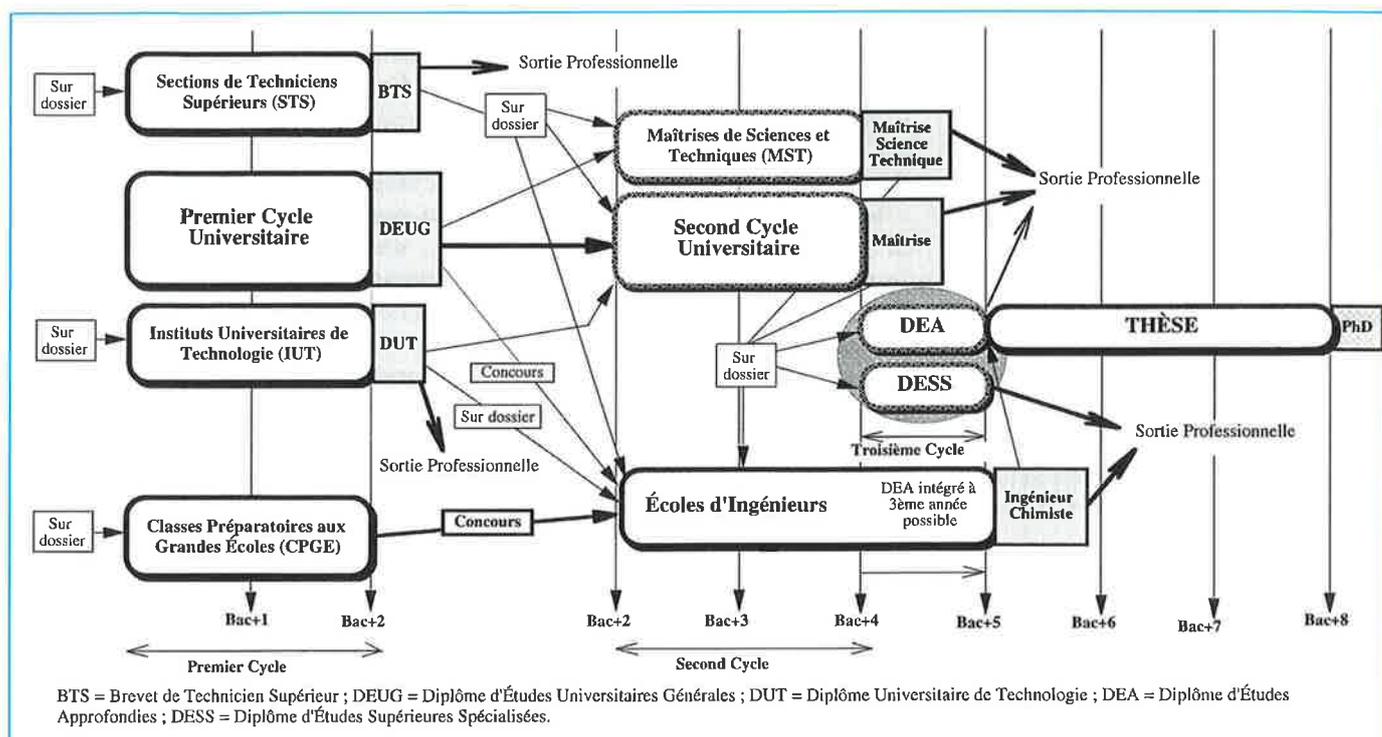


Figure 1 - Schéma des différents diplômes en chimie avec passerelles possibles.

et parachimie) recrute des techniciens (formation à bac + 2 : DUT et BTS) en proportion équivalente à celle des autres secteurs et ingénieurs (formation à bac + 5). «...Elle embauche relativement peu d'universitaires (formation à bac + 4 comme les maîtres ès sciences), préférant les diplômés des écoles d'ingénieurs...».

Pour les diplômés des IUT, l'insertion professionnelle a été, jusqu'à ces dernières années, à peu près satisfaisante et spécialement pour les jeunes filles. Cependant des signes de premières difficultés apparaissent et risquent de se confirmer dans les années à venir...

Pour les diplômés des écoles d'ingénieurs, on observait, au 1er janvier 1993 :

- une baisse du taux d'entrées dans la vie professionnelle (49 % en 1993 au lieu de 58 % en 1992) correspondant à une baisse de 31 % pour l'emploi dans l'industrie chimique, de 12 % dans les autres industries ;

- une augmentation de 43 % de l'emploi non industriel, en particulier l'enseignement ;

- une répartition 50/50, constante depuis quelques années, des ingénieurs diplômés des écoles de chimie dans l'industrie chimique/industrie non chimique ;

- en ce qui concerne le recrutement d'ingénieurs débutants dans l'industrie

chimique, un chiffre de non-chimistes très supérieur à celui des chimistes (72,7 % contre 27,3 %) ;

- les titulaires d'un doctorat sont embauchés comme ingénieurs d'études en chimie avec des salaires relativement élevés.

Analyse de l'adéquation formations supérieures/emploi

D'une manière générale, les entreprises de la chimie, surtout les grandes, connaissent bien les différentes formations supérieures pouvant correspondre à leurs emplois.

Les grandes entreprises choisissent, en général, les jeunes diplômés dans leur vivier de stagiaires et de doctorants en provenance d'écoles et de laboratoires universitaires assez variés.

Les entreprises du secteur chimie apprécient les formations courtes (BTS et DUT) et entretiennent des relations plus ou moins institutionnalisées avec certains établissements d'enseignement supérieur ; forums, juniors entreprises, cours assurés par des cadres, relations avec des laboratoires de recherche.

Les conventions collectives reconnaissent :

- les diplômés de BTS et DUT, en ce qui concerne les agents de maîtrise et de techniciens,
- le diplôme d'ingénieur,
- le diplôme de 2e cycle de l'enseigne-

ment supérieur (maîtrise),
– le doctorat.

Les besoins spécifiques de la chimie sont satisfaits, pour l'essentiel, par le recrutement des diplômés des filières adaptées de l'enseignement supérieur.

Évolutions prévisibles et recommandations

L'enquête annuelle menée par l'APEC sur les recrutements de personnels d'encadrement (*Courrier cadres* du 8 avril 1994) indique que «l'industrie chimique a été fortement touchée par la crise en raison de la chute de la demande qui affecte ses industries clientes» et que «en dépit de la baisse des recrutements, les entreprises ont préservé, voire augmenté, les volumes d'embauche dans les fonctions recherche et développement et commerciale. C'est la production qui a fait les frais de ce choix».

Pour 1993, 510 jeunes diplômés de niveau cadre ont été recrutés par le secteur.

Les facteurs d'évolution vont nécessiter une plus grande polyvalence des cadres - pluridisciplinarité, comme chimie et génie chimique, par exemple.

Les qualités d'innovation pour imaginer des solutions nouvelles et une aptitude au management seront, à n'en point douter, particulièrement recherchées.

En outre, le développement de nouveaux produits, lié à des règles européennes et internationales, alourdit le coût

de production et de commercialisation de nouvelles molécules tout en favorisant celui des produits de spécialités. Pour répondre à ces nouvelles contraintes, les procédés industriels vont devoir considérablement évoluer. La profession en déduit déjà un besoin accru en cadres formés aux disciplines de la physico-chimie et du génie des procédés, y compris le «contrôle» de ces procédés.

La profession s'inquiète de la prolifération de diplômes dont le libellé n'est pas suffisant pour imaginer le contenu des formations réellement dispensées. De manière générale, la profession souhaite une meilleure lisibilité des formations universitaires.

Les industriels souhaitent qu'une réflexion soit par ailleurs conduite de manière à réguler les flux d'étudiants obtenant des formations de niveau bac + 2 et qui poursuivent en trop grand nombre un cursus universitaire avec souvent moins de chance d'insertion professionnelle qu'au niveau de formation initialement acquis.

La profession insiste également sur la nécessité de maîtriser les flux en matière de formation d'ingénieurs :

- limitation de l'augmentation annuelle d'ingénieurs formés à 2 à 3 % ;
- limitation, voire refus de nouvelles formations sans concertation préalable avec la profession ;
- promotion et encouragement des pôles ayant une image européenne/ internationale forte en chimie.

Quelques réflexions sur l'enseignement de la chimie

Faut-il former des généralistes ou des spécialistes ?

C'est un débat très ouvert qui prend parfois un aspect polémique sur fond de crise actuelle.

Avec le souci de clarification, il est naturel de rappeler que «... la chimie est une science expérimentale ayant un volumineux vocabulaire spécifique et un champ d'exploration si vaste qu'il a fallu le scinder en multiples domaines. Ceux-ci sont si nombreux qu'aucun chimiste ne peut raisonnablement prétendre en suivre tous les développements».

La chimie n'est pas une spécialité. La chimie organique, la chimie physique, etc. se sont elles mêmes subdivisées en spécialités que l'Université reconnaît par des intitulés de formations doctorales » [4].

Les universités, les écoles d'ingénieur en 4 ou 5 années d'études ne peuvent, eu égard à la multiplicité et la diversité des domaines de connaissances, que former des généralistes ayant ici ou là des connaissances plus ou moins conséquentes dans tel ou tel domaine.

La spécialisation ne peut s'acquérir que par un long travail dans un domaine particulier par la préparation d'un doctorat, par exemple.

Suggestions

Il est important d'adapter la formation universitaire de manière à développer le potentiel de créativité qui existe en chaque individu :

- **le travail personnel de recherche bibliographique** doit être encouragé de manière à ce que les futurs cadres s'habituent le plus tôt possible à faire le point des connaissances actuelles dans un domaine particulier. Ils doivent ainsi être à même de rechercher les informations scientifiques en utilisant les différentes méthodes actuellement disponibles ;
- **une certaine autonomie dans l'acquisition de certains domaines du savoir** devrait être systématiquement introduite. Elle nécessite sans doute des moyens d'encadrement plus conséquents (nécessité du contrôle de la qualité des informations acquises de manière autonome) ;
- **le travail en équipe** associant, autour d'un certain projet, des compétences complémentaires (chimistes, biochimistes, physiciens, théoriciens...) devrait se développer. Les découvertes futures, souvent à l'interface de domaines de savoir différents, pourraient ainsi être favorisées.
- **la qualité des équipements des laboratoires de travaux pratiques** est garante de la qualité de la formation expérimentale dispensée à nos étudiants. Un gros effort a été entrepris ces cinq dernières années dans les écoles d'ingénieur pour renouveler le matériel mis à la disposition des élèves ingénieurs. Un tel effort mériterait d'être sérieusement

mis en œuvre dans nos universités scientifiques...

La chimie étant non seulement une science mais aussi une industrie et un secteur économique important en Europe avec une dimension européenne et internationale, il est souhaitable :

- **qu'une dimension au moins européenne soit donnée à nos formations.** Cette dimension européenne de la formation mérite un large débat de manière à ce que des solutions concrètes, simples et efficaces soient mises en œuvre... Elles feront référence à :

- *la mobilité des étudiants* au sein de réseaux européens d'établissements d'enseignement supérieur, avec des outils garantissant la reconnaissance et le transfert de leurs acquis extérieurs pour l'obtention des diplômes dans leurs établissements d'origine (référence ici au système ECTS qui a fait preuve de son efficacité en chimie) ;

- *la mobilité des enseignants* qui doit être sérieusement prise en compte au niveau des établissements eux-mêmes, au niveau de chaque pays de l'Union et au niveau de la Communauté enfin. Il faut se réjouir des conclusions récentes du groupe de travail qui a publié ses conclusions [5] sur cet important aspect de la dimension européenne, jusque là mal pris en compte aussi bien dans les universités, que dans les pays, qu'au sein des programmes européens de coopérations inter-universitaires eux-mêmes.

La mobilité des chercheurs est entrée dans les mœurs et contribue à l'excellence de nombreux groupes de recherche, il est temps que celle des enseignants le soit à son tour. Elle n'est pas opposable à celle des chercheurs, elle doit pouvoir être simultanément mise en œuvre dans de nombreux cas.

- **l'apprentissage de langues étrangères** : certes la connaissance de l'anglais est indispensable pour le chimiste, mais la connaissance d'une autre langue étrangère est hautement souhaitable à maints égards !

Un effort important a été entrepris ces dernières années avec le développement de «pôles universitaires européens» et la mise en place de «maisons de l'Europe». Il s'agit de centres s'adressant à plusieurs universités d'une même localité ayant pour vocation de faciliter l'accueil des étudiants étrangers et facilitant l'apprentissage de langues étran-

gères pour ceux de nos étudiants qui souhaitent effectuer partie de leur cursus à l'étranger : ils rassemblent des moyens, souvent importants à mettre en œuvre (humains et matériels), et s'adressant à tous les étudiants issus de plusieurs universités d'une même localité.

Les besoins pour l'enseignement de la chimie

Au niveau des établissements universitaires

Actions vers les étudiants

Faciliter et encourager les échanges d'étudiants en offrant systématiquement la garantie de la reconnaissance des résultats obtenus dans l'université étrangère pour la délivrance du diplôme universitaire préparé.

L'importance de ces échanges est très variable d'un établissement universitaire à l'autre. De manière générale, le pourcentage d'étudiants formés dans une école d'ingénieurs est très nettement supérieur à celui observé dans les universités scientifiques.

Il semble important qu'un enseignant soit désigné par établissement comme responsable pédagogique (departmental coordinator). Son rôle est :

- d'informer les étudiants sur les établissements étrangers qui font partie du réseau dans lequel appartient son établissement,
- de définir avec chaque étudiant le projet pédagogique à choisir dans l'établissement étranger de manière à ce que la période académique effectuée à l'étranger conduise (en cas de succès, bien sûr) à une reconnaissance automatique à son retour et permette la délivrance du diplôme préparé dans l'établissement de départ. A cet égard, les outils développés dans le système ECTS ont fait preuve de leur efficacité : il est recommandé d'en faire usage !
- d'avoir les contacts les plus étroits possibles avec ses homologues des autres établissements étrangers,
- de mettre annuellement à jour la plaquette d'informations concernant l'organisation des enseignements, les cursus offerts, leurs volumes horaires, les modes de contrôle des connaissances,

les dates et horaires... enfin, toutes les informations indispensables pour qu'un étudiant étranger, aidé par son «departmental coordinator», effectue le choix le mieux adapté à son niveau de formation et pouvant conduire à une reconnaissance académique. A cet endroit également, les recommandations «ECTS» devraient être d'une grande utilité...

Un objectif d'environ 10 à 15 % d'étudiants effectuant partie de leur cursus à l'étranger devrait être atteint dans chaque type d'établissement (ce pourcentage est souvent très largement dépassé dans les écoles d'ingénieurs).

Actions vers les enseignants

Très classiquement, les enseignants chercheurs des établissements d'enseignement supérieur effectuent des stages postdoctoraux dans des laboratoires étrangers. Ceux-ci sont liés quasi exclusivement à des actions de recherche scientifique. Les moyens financiers utilisés pour permettre ces séjours sont divers : actions intégrées bilatérales entre deux pays, programmes européens de recherche, bourses Otan, postes «rouges» du CNRS...

Les actions permettant le séjour d'enseignants étrangers dans nos établissements sont très modestes ; elles se manifestent essentiellement au travers de postes de professeurs invités en nombre très limité. Quant à celles qui permettraient à des enseignants de nos établissements d'effectuer un séjour dans un établissement étranger pour des actions de formation, elles sont également très limitées.

Un groupe de travail réunissant des représentants des présidents d'universités européennes et de la «Task Force Human Resources, Education, Training and Youth» a étudié ce problème de la mobilité des enseignants au sein de la Communauté européenne et effectué un certain nombre de propositions [5] pour encourager ce type de mobilité.

Le souhait de la profession au niveau de la lisibilité des formations proposées en chimie doit être pris en compte. Un dialogue entre la profession et les établissements d'enseignement supérieur devrait être source d'enrichissement mutuel. On doit noter que, lorsqu'il est bien établi dans certains établissements, il se traduit par une meilleure connaissance réciproque se traduisant par des insertions professionnelles plus aisées.

Au niveau national

Le souhait de la profession :

- de ne pas voir se multiplier de nouvelles formations universitaires sans concertation préalable,
 - de limiter l'augmentation annuelle de formation des cadres en chimie,
 - de limiter le nombre des jeunes diplômés des cycles courts (BTS et DUT, en particulier) poursuivant leur formation en cycle long,
- doit faire l'objet d'une réflexion à l'échelle nationale devant se traduire par une politique de formation la mieux adaptée possible aux réels besoins de la nation.

La chimie étant une science expérimentale, la qualité des formations est très étroitement liée à celle des travaux pratiques auxquels se livrent nos étudiants. Les équipements de nos laboratoires de travaux pratiques doivent être régulièrement renouvelés pour tenir compte de l'évolution de la science et des techniques. Un gros effort a été entrepris ces dernières années en direction des écoles d'ingénieurs, il mériterait d'être poursuivi dans nos universités scientifiques. Il s'agit là d'une très grande urgence eu égard à certains équipements devenus notablement insuffisants, voire obsolètes !

Une politique plus incitatrice pour la mobilité de enseignants [10] effectuant des séjours dans des laboratoires étrangers devrait être systématiquement menée de manière à développer la dimension européenne de nos formations - elle devrait se traduire de manière concomitante par un flux de même volume d'enseignants étrangers vers nos établissements. Une telle action devrait se traduire rapidement par l'émergence de centres de formations de qualité encore meilleure, comme l'échange de chercheurs se traduit par le développement de centres d'excellence en recherche.

Au niveau de la Communauté européenne

Ce qui est attendu au niveau de la Communauté européenne ce sont des actions incitatives facilitant les échanges d'étudiants et d'enseignants que souhaitent certains établissements d'enseignement supérieur. Dès lors qu'il n'y a pas la moindre volonté d'uniformiser l'enseignement de la chimie dans l'Union européenne (ce qui semble n'avoir pas été le cas) mais respect de l'autonomie des

établissements d'enseignement supérieur, on peut s'attendre à une forte mobilisation des universités pour promouvoir des actions entreprises à l'échelle européenne. Ces actions auront toute chance d'aboutir rapidement à des résultats concrets qu'elles auront au préalable discutées et élaborées de concert avec les différents partenaires représentant les trois niveaux - établissements d'enseignement supérieur, les États membres et la Communauté européenne.

Le programme Erasmus est à cet égard tout à fait exemplaire. Il a permis à nombre d'établissements de développer voire d'initier des échanges d'étudiants dans des conditions acceptées par tous les partenaires.

Le programme pilote ECTS a permis également de tester et d'affiner des outils

permettant la reconnaissance de cursus effectués par des étudiants pendant un laps de temps dans une université étrangère. Il a fonctionné pendant sept ans et permis l'échange de près de deux mille étudiants au sein de 31 établissements universitaires à la satisfaction unanime des étudiants, des enseignants et des établissements. Il serait dommage que cette expérience, qui a fait l'objet de nombreuses expertises et d'un audit [6], ne soit pas plus largement partagée dans l'avenir.

Références

- [1] Résultats de l'enquête sur le recrutement d'ingénieurs et cadres dans l'industrie chimique en 1993, document réalisé par l'Union des Industries Chimiques (UIC), novembre 1994.
 [2] Statistiques sur les diplômés "Chimie"

en 1993", document réalisé par l'Union des Industries Chimique (UIC), novembre 1994.

- [3] Le recrutement des jeunes diplômés dans la chimie, document réalisé par le Centre d'Études et de Recherches sur les Qualifications (CEREQ) en 1991.
 [4] R. Hamelin, *L'Actualité Chimique*, décembre 1993.
 [5] "encouraging medium-term staff mobility". Report from Working Group III, Final Draft 17 October 1944. The Liaison Committee Conferences ; The Standing Conference of Rectors, Presidents and Vice-Chancellors of the European Universities ; The EC Task Force Human Resources, Education, Training and Youth. Joint Work Programme Inter-University Co-operation in Europe.
 [6] Evaluation of the Pilot Phase of the European Community Course Credit Transfer System. Coopers & Lybrand, Décembre 1992.



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

CNRSFormation

au service de l'Entreprise

du 16 au 20 octobre 1995 à LYON (69)
et du 13 au 16 novembre 1995

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection
(option IIA sources scellées)**

du 16 au 20 octobre 1995 à LYON (69)
et du 4 au 7 décembre 1995

**Formation de la Personne Compétente à la radioprotection
(option IIB sources non-scellées)**

du 13 au 17 novembre 1995 à MARSEILLE(13)

**Microcalorimétrie et analyse thermique et leurs
applications physico-chimiques**

du 13 au 17 novembre 1995 à BONDY(93)

**Spectrométrie d'absorption atomique
Perfectionnement**

Catalogue, programmes et inscriptions :

CNRSFormation

1 place Aristide Briand - 92195 MEUDON Cedex - FRANCE

Téléphone : (33.1) 45 07 56 72 - Télécopie : (33.1) 45 07 59 00