Career Space est un consortium regroupant onze grandes entreprises du secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) – BT, Cisco Systems, IBM Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AB, Telefónica S.A. et Thales –, ainsi que l'EICTA (Association européenne des industries de l'information, des télécommunications et de l'électronique grand public). Il œuvre, en étroite collaboration avec la Commission européenne, pour encourager et aider davantage de personnes à rejoindre et à bénéficier d'une Europe électronique (*eEurope*) dynamique et attrayante et pour combler les lacunes actuelles de compétences, qui constituent une menace pour la prospérité de l'Europe.

Career Space bénéficie d'un soutien actif de la part du CEN/ISSS, l'organisme européen de normalisation pour la société de l'information, d'EUREL, la Fédération des sociétés nationales d'ingénieurs électriciens en Europe, de eSkills NTO, l'organisation nationale de formation britannique pour les TIC, et de plus de vingt universités et instituts techniques à travers toute l'Europe.

La gestion et la coordination du projet sont assurées par ICEL, International Co-operation Europe Ltd.

Le consortium Career Space tient à remercier la Commission européenne et le Cedefop de leur appui, ainsi que ses collègues et tous ceux qui ont apporté leur contribution à cette tâche.

Pour obtenir des informations supplémentaires, veuillez consulter notre site web à l'adresse suivante: www.career-space.com

Guide pour le développement de programmes de formation

Nouveaux cursus de formation aux TIC pour le XXIe siècle: concevoir les formations de demain

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 2001

De nombreuses autres informations sur l'Union européenne sont disponibles sur Internet via le serveur Europa (http://europa.eu.int).

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage.

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 2001

ISBN 92-896-0075-6

© International Co-operation Europe Ltd, 2001
Reproduction, transfert, distribution ou stockage de tout ou partie du contenu sous quelque forme que ce soit sont autorisés, sauf à des fins commerciales, sous réserve d'indication de la source. Dans ces cas, l'assentiment écrit préalable d'ICEL est requis.

Printed in Belgium

Pour de plus amples informations sur Career Space, veuillez contacter:

M. Thomas Bourke
Directeur
International Co-operation Europe Ltd ICEL
5e étage
Boulevard du Régent 47-48
1000 Bruxelles, Belgique

Tél. (32-2) 503 04 19/20
Fax (32-2) 514 13 42
E-mail: icel@pophost.eunet.be

Le **Centre européen pour le développement de la formation professionnelle** (Cedefop), créé en 1975, livre des informations et des analyses sur les systèmes et les politiques de formation et d'enseignement professionnels, ainsi que sur la recherche dans ce domaine.

Europe 123
GR-57001 Thessaloniki (Pylea)

Adresse postale:
PO Box 22427
GR-55102 Thessaloniki

Tél. (30) 310 490 111
Fax (30) 310 490 020
E-mail: info@cedefop.eu.int
Page d'accueil: www.cedefop.eu.int
Site web interactif: www.trainingvillage.gr

Table des matières

Préface **3**
1. Synthèse **5**
2. Introduction **9**
2.1. Développement de l'industrie des TIC 10
2.2. Historique des cursus universitaires de formation aux TIC 11
3. Les besoins de l'industrie des TIC **15**
3.1. De nouveaux programmes de formation aux TIC sont nécessaires 15
3.2. Combiner des éléments d'électrotechnique et d'informatique 15
3.3. Une ample perspective systémique est nécessaire 16
3.4. Des connaissances en gestion sont requises 16
3.5. De nouvelles compétences comportementales sont requises 17
3.6. Renforcement de la mobilité entre l'enseignement supérieur et l'entreprise 18
3.7. Récapitulation des besoins de l'industrie 20
4. Nouveau guide pour le développement de cursus de formation aux TIC **21**
4.1. Les cursus actuels de formation aux TIC: état des lieux 21
4.2. Quels contenus? 23
4.3. Le modèle de contenus des cursus de formation aux TIC présenté par l'industrie des TIC 24
5. Guide général pour la conception de programmes de formation **32**
5.1. Fixer les conditions d'admission 32
5.2. Définir les résultats 33
5.3. Définir le processus de qualification 33
5.4. Mettre en œuvre le contrôle de qualité des cursus 34
6. Le système européen d'enseignement supérieur pour le XXI^{e} siècle **35**
6.1. État des lieux en Europe: la diversité des systèmes nationaux 35
6.2. Une approche européenne commune: la déclaration de Bologne 36
7. Recommandations pour la conception de nouveaux programmes de formation aux TIC **39**
7.1. Structure des cursus 39
7.2. Regroupement de profils de compétences génériques des TIC 42
8. Conclusion **45**
9. Annexe I: liste de contrôle de Career Space à l'intention des universités **46**
9.1. But de la liste de contrôle 46
9.2. Liste de contrôle 46
10. Annexe II: membres du groupe de travail pour la conception de programmes de formation **49**

Préface

Viviane Reding

Commissaire européen
Éducation et culture

L'éducation joue un rôle essentiel dans la réalisation de l'objectif ambitieux que l'Union européenne s'est donné en mars 2000 au sommet de Lisbonne: «*devenir la société de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale*».

Les systèmes éducatifs européens doivent relever le défi de la société cognitive et doter les jeunes des aptitudes et des compétences que requièrent la nouvelle culture et la nouvelle économie. Les technologies de l'information et de la communication ont un rôle capital à jouer. La performance économique et sociale d'une société sera à l'avenir déterminée de plus en plus par la mesure dans laquelle ses citoyens, en particulier ses jeunes citoyens, et ses forces économiques et sociales seront à même d'exploiter le potentiel de ces nouvelles technologies.

L'*initiative eLearning*, réponse éducative au défi de Lisbonne, vise à mobiliser à cette fin les communautés éducatives et culturelles, ainsi que les acteurs économiques et sociaux européens. Un dialogue ouvert et constructif et une coopération efficace entre tous ceux que concerne l'éducation, tel est le meilleur moyen d'accélérer et de faciliter le changement et l'adaptation.

Career Space, projet phare dans le domaine de l'apprentissage électronique, constitue un excellent exemple de ce dialogue et de cette coopération. Il a été lancé en 1999 par la DG Emploi pour permettre une meilleure évaluation du «déséquilibre des qualifications», c'est-à-dire de la pénurie de personnels qualifiés pour les très nombreux emplois liés aux nouvelles technologies, et poursuivi par la DG Entreprises pour parvenir à une meilleure définition des nouveaux cursus de formation aux TIC et des nouveaux profils professionnels. C'est à présent aux universités elles-mêmes qu'il revient de mettre à l'essai et de développer les résultats ainsi obtenus, et la DG Éducation et culture est disposée à appuyer leurs efforts.

Des entreprises de pointe du secteur des technologies de l'information et de la communication ont œuvré en collaboration avec des universités européennes de premier plan à la préparation de ce «*Guide pour le développement de programmes de formation. Nouveaux cursus de formation aux TIC pour le XXI^e siècle*». Le secteur des TIC constitue le pivot de la société de la connaissance, mais son développement se heurte en Europe à des difficultés dues à l'insuffisance du nombre de diplômés en TIC. En même temps qu'augmente la demande de la part de l'industrie, les étudiants sont de moins en moins nombreux à opter pour des filières scientifiques et techniques.

Ce guide représente un effort en vue de redresser cette situation. À partir d'une analyse comparative des cursus et des pratiques des universités concernées, il formule des recommandations bien structurées pour le développement futur. Il prend en compte les exigences techniques tout comme les aspects sociaux et culturels et donne leur juste place aux compétences tant techniques que non techniques.

Nous espérons que ce guide se révélera un instrument utile pour les universités dans un monde en changement et qu'il contribuera à promouvoir dans l'éducation un partenariat fructueux entre structures publiques et secteur privé.

1. Synthèse

Career Space est un consortium regroupant de grandes entreprises du secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC) – BT, Cisco Systems, IBM Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AB, Telefónica S.A. et Thales – ainsi que l'EICTA (Association européenne des industries de l'information, des télécommunications et de l'électronique grand public). Il œuvre, en collaboration avec la Commission européenne, pour encourager et aider davantage de personnes à rejoindre et à bénéficier d'une Europe électronique (*eEurope*) dynamique et attrayante et pour combler les lacunes actuelles de compétences, qui constituent une menace pour la prospérité de l'Europe.

Lors d'une première phase capitale, il était important de mieux décrire les rôles nécessaires pour réussir l'Europe électronique, ainsi que la vaste de gamme de compétences et d'aptitudes qu'ils impliquent. La phase suivante a consisté à œuvrer, à partir de cette définition, avec le secteur de l'éducation pour élaborer un guide pour la conception de cursus devant permettre aux diplômés en TIC de maîtriser l'ère de l'information. Ce travail d'élaboration de cursus a fait l'objet d'un soutien actif de la part du CEN/ISSS (Instance européenne de normalisation pour la société de l'information), d'Eurel (Fédération des sociétés nationales d'ingénieurs électriciens en Europe) et de *eSkills* NTO (Organisation nationale de formation britannique pour les TIC), mais il a surtout bénéficié de la participation et du soutien directs de plus de vingt universités et institutions techniques à travers toute l'Europe. Le guide qui constitue l'aboutissement de ce travail se base sur des cursus éprouvés et intègre des informations et des suggestions émanant des entreprises et des associations. Il fournit une base aux universités et aux instituts techniques pour réexaminer et remanier les cours concernés.

Le consortium Career Space estime que la façon dont les étudiants en ingénierie et en informatique sont formés devrait changer pour répondre aux besoins de l'industrie des TIC au XXI^{e} siècle. Loin de prétendre dicter au secteur universitaire la manière d'aménager ses cursus, il fournit des informations et des suggestions sur les besoins du secteur des TIC et sur les moyens permettant de réduire les pénuries de compétences.

Les diplômés en TIC nécessitent une solide base de compétences techniques relevant à la fois de la culture de l'ingénierie et de celle de l'informatique, avec un accent particulier sur la perspective des grands systèmes. Il leur faut une formation au travail en équipe, avec une expérience véritable des projets collectifs, dans le cadre desquels plusieurs activités sont menées parallèlement. Il leur faut également connaître les fondements des aspects économiques, commerciaux et de gestion.

En outre, les diplômés en TIC doivent posséder de bonnes compétences personnelles: savoir résoudre les problèmes, avoir conscience de la nécessité d'apprendre tout au long de la vie, être disposés à bien comprendre les besoins du client et de leur équipe et saisir les différences culturelles dans un environnement global.

Ces mêmes compétences sont également indispensables aux professionnels des TIC qui travaillent dans des PME (petites et moyennes entreprises), ou à des postes spécialisés dans les TIC au sein d'entreprises «utilisatrices», aussi bien qu'à ceux qui travaillent dans des grandes entreprises du secteur des TIC.

Cet objectif peut être atteint par divers moyens et par des cursus diversement conçus. Toutefois, le consortium Career Space recommande que les cursus de formation aux TIC soient constitués des éléments fondamentaux suivants:

(a) une base de formation scientifique de ~30 %,
(b) une base de formation technologique de ~30 %,
(c) une base de formation aux applications et à la pensée systémique de ~25 %;
(d) un élément de compétences personnelles et de gestion atteignant ~15 %.

Les profils de compétences génériques de base de Career Space sont fournis à titre de référence à l'intention des universités. Les profils de compétences de base de Career Space représentent les principaux domaines où des pénuries de compétences sont observées à l'heure actuelle et prévues à l'avenir. Les profils peuvent être regroupés dans trois ou quatre cursus en fonction des besoins de l'institution concernée. Par ailleurs, le recours à une série de modules de base suivis d'ensembles de modules spécifiques et accompagnés d'un ensemble de modules facultatifs est préconisé, car il représente un moyen flexible de s'engager dans la conception de nouveaux cursus.

Le consortium Career Space recommande qu'une expérience pratique du travail dans l'industrie des TIC, d'une durée d'au mois trois mois mais, si possible, plus longue, fasse partie intégrante des cursus de formation aux TIC. Une période supplémentaire d'un minimum de trois mois devrait être consacrée à un travail de projet consistant à appliquer ce qui a été appris dans les cours, etc.

La mobilité du personnel entre les établissements universitaires et l'industrie des TIC devrait être facilitée.

De son côté, l'industrie des TIC se charge de soutenir ces dispositifs en dégageant son personnel d'autres obligations pour lui permettre, en tant que de besoin, de dispenser des cours et autres enseignements dans des universités. L'industrie des TIC s'efforcera également de faire participer les personnels locaux des universités à ses projets de recherche, afin de faciliter encore, dans la mesure du possible, cette mobilité et cet échange de connaissances.

Les instances directrices des universités qui dispensent des cours de formation aux TIC devraient comprendre un représentant d'une entreprise du secteur des TIC.

Le consortium Career Space suggère que les professeurs de TIC des universités organisent une communication permanente entre les acteurs concernés, notamment au niveau des écoles, pour améliorer l'aptitude des étudiants en première année à satisfaire aux objectifs des cursus universitaires.

Lors de la mise au point des cursus de formation aux TIC, les universités devraient commencer par définir le profil, ou le groupe de profils, pour lesquels elles visent à qualifier les étudiants. Ce processus, recourant à un circuit rétroactif d'information sur les résultats escomptés, devrait être mené en étroite consultation avec les employeurs du secteur des TIC et les autres acteurs concernés.

Le consortium Career Space considère par ailleurs qu'il serait souhaitable que les acteurs, en l'occurrence les employeurs locaux, les représentants des organismes d'accréditation de la profession, les pouvoirs publics, les étudiants eux-mêmes et les universités, participent à ce circuit rétroactif d'information quant aux type de cours requis dans les universités.

Les universités devraient mettre en place un processus de contrôle de qualité et en documenter les résultats; les informations recueillies devraient être mises à profit pour l'amélioration ultérieure du programme.

Le consortium souligne en outre qu'il est essentiel que l'aptitude à l'apprentissage permanent soit inculquée aux étudiants pendant leurs cours de formation aux TIC.

Le consortium Career Space invite les universités européennes à mettre en œuvre tant les nouveaux cursus de formation aux TIC que la déclaration de Bologne, pour contribuer à pallier aux pénuries de compétences en TIC en Europe. Dans ce contexte, c'est l'architecture des diplômes telle qu'elle a été arrêtée à Bologne qui est préconisée: un diplôme (niveau licence) sanctionnant un premier cycle de trois ou quatre années d'études, suivi d'un diplôme (niveau mastère) sanctionnant un deuxième cycle de deux années d'études. Une période d'expérience du travail est recommandée entre le premier et le deuxième cycles.

Le consortium Career Space préconise que tout cursus de formation aux TIC consiste en modules organisés sur le mode hiérarchique:

(a) des ensembles de modules de base;
(b) des ensembles de modules de base spécifiques à un domaine donné;
(c) des ensembles de modules en option (facultatifs).

Nous espérons qu'une mise en œuvre judicieuse de ces lignes d'orientation sera également bénéfique à l'industrie, aux étudiants et aux établissements d'enseignement supérieur, renforçant tous les acteurs et incitant bon nombre de jeunes à s'engager dans les nombreuses perspectives éducatives et professionnelles gratifiantes qu'offre ce domaine passionnant.

2. Introduction

L'industrie des technologies de l'information et de la communication (TIC) connaît en Europe une grave pénurie de main-d'œuvre qualifiée, qui menace de ralentir la progression vers l'Europe électronique. Avec le soutien de la Commission européenne, un consortium de onze grandes entreprises des TIC (BT, Cisco Systems, IBM Europe, Intel, Microsoft Europe, Nokia, Nortel Networks, Philips Semiconductors, Siemens AG, Telefónica S.A., Thales), ainsi que l'EICTA (Association européenne des industries de l'information, des télécommunications et de l'électronique grand public), recherchent de nouveaux moyens de pallier à cette pénurie de compétences. Un projet, coordonné par *International Co-operation Europe Ltd*., a été institué pour mettre en place, à l'intention des étudiants, des établissements d'enseignement et des pouvoirs publics, un cadre clair décrivant les qualifications et les compétences dont a besoin l'industrie des TIC en Europe.

La première étape a consisté à élaborer des profils de compétences génériques de base correspondant aux emplois dans les principaux domaines d'activité des entreprises du consortium et à mettre en place un site web spécifique pour assurer une large diffusion de ces informations (www.career-space.com). Les profils de compétences génériques de base couvrent les principaux types d'emplois pour lesquels l'industrie des TIC connaît des pénuries de compétences. Ces profils de base décrivent les emplois, exposant la vision, le rôle et le mode de vie qui y sont associés. Les domaines technologiques et tâches spécifiques associés à chaque emploi sont également esquissés, de même que le niveau de compétences comportementales et techniques requis pour s'acquitter des emplois faisant l'objet des profils.

La deuxième étape a consisté à inviter un certain nombre d'universités à travers toute l'Europe à se joindre aux entreprises des TIC au sein d'un groupe de travail ayant pour vocation d'élaborer un guide pour la conception de programmes de formation. Ce guide vise à aider les universités à concevoir des cours correspondant aux profils et aux besoins de compétences de l'industrie des TIC.

Le présent document expose les lignes directrices élaborées par le groupe de travail et approuvées par les entreprises des TIC participant au projet. Il esquisse le développement de l'industrie des TIC et l'historique des cursus de formation aux TIC dans les universités. Il décrit la nécessité d'un vaste changement face au développement technologique rapide dans ce secteur qui ne cesse d'évoluer et à la mutation des emplois dans l'industrie. Il formule des recommandations en ce qui concerne les contenus des nouveaux cursus de formation aux TIC, qui couvrent les diverses compétences requises.

Le consortium Career Space n'a pas l'intention de fixer dans ce guide des règles strictes: le spectre des possibilités d'emploi et des compétences requises est considérable et les universités peuvent souhaiter se spécialiser dans des domaines particuliers. Il n'en considère pas moins que d'importants changements s'imposent au niveau des programmes, afin que les

nouveaux diplômés soient bien préparés aux défis qu'ils rencontreront lorsqu'ils travailleront dans les TIC.

Le guide pour la conception de programmes de formation a pour objet d'aider à élaborer des cours couvrant l'ensemble des besoins dans des domaines spécifiques. Il décrit le modèle idéal, pour l'industrie, du contenu des cursus de formation aux TIC, fournit des instructions générales pour l'élaboration de cursus et des suggestions spécifiques en vue de l'établissement de nouveaux cursus de formation aux TIC. Il souligne l'importance de l'équilibre des contenus des cours: connaissances et compétences techniques, compétences comportementales, stages en entreprise et travail de projet. Il se concentre sur les diplômes obtenus à l'issue d'un premier et d'un deuxième cycles d'études (niveau licence et mastère). Les doctorats, plus spécialisés et orientés sur la recherche, ne sont pas couverts par le guide.

2.1. Développement de l'industrie des TIC

Tout au long de l'histoire, l'humanité a rêvé de trouver des moyens de communiquer à distance et de renforcer ses compétences naturelles de conservation et de traitement de l'information. Il a fallu longtemps pour mettre au point des technologies élémentaires appropriées.

Si certaines notions sur la façon de transmettre des messages et de calculer des données furent élaborées dès l'antiquité, le progrès réel n'a commencé que par les solutions mécaniques destinées à la signalisation ferroviaire et aux premières calculatrices. En fin de compte, le potentiel d'utilisation des technologies purement mécaniques dans les applications complexes des TIC s'avéra assez limité.

C'est grâce à l'utilisation de l'électricité que ces technologies ont pu faire un bond en avant. L'électromécanique, l'électronique discrète et, enfin, la micro-électronique ont permis la création de systèmes bien plus complexes et plus sophistiqués de génération, transmission, stockage et traitement de l'information.

Eu égard à ces antécédents, il n'est guère surprenant que l'industrie des TIC telle qu'elle existe actuellement soit pour une bonne part issue d'entreprises du secteur de l'électrotechnique. À l'origine, ces entreprises produisaient surtout des matériels et possédaient une grande expérience de la mise en œuvre de matériels pour la réalisation de fonctions systémiques assez complexes.

Cependant, la complexité croissante des systèmes et l'impératif d'une flexibilité accrue imposaient une solution systémique plus générale. La vision était de réaliser de manière plus flexible des fonctions systémiques en programmant des matériels universels.

C'est ainsi que naquit l'architecture des ordinateurs et qu'une nouvelle science – la science de l'ordinateur, l'informatique – commença à aborder le problème d'une manière différente (et

plutôt abstraite), élaborant des méthodes de conception de logiciels et de gestion de l'information recourant à des matériels informatiques universels en tant que plate-forme de traitement.

Les solutions modernes des TIC sont des combinaisons de matériels et de logiciels et ont pour objectif de répondre aux impératifs des utilisateurs. Les TIC sont de ce fait une combinaison de nombreuses disciplines: technologies et sciences élémentaires (microélectronique, matériaux), sciences structurelles (science de l'ordinateur, informatique), création et mise en œuvre de solutions spécifiques pour répondre aux besoins des clients et concrétiser des possibilités commerciales.

De nos jours, les entreprises des TIC ne se contentent plus d'assurer la production, l'installation et la maintenance d'équipements et systèmes de TIC, elles jouent aussi un rôle d'innovateurs et de consultants, ainsi que de fournisseurs de solutions et de services au client. Elles ne relèvent plus seulement du secteur économique de la production ou bien de celui des services, mais participent de plus en plus aux deux: il s'agit d'un nouveau secteur, celui de l'industrie des TIC.

Ce développement de l'industrie des TIC ne constitue pas simplement une évolution de la situation antérieure, avec l'intégration de nouvelles activités dans des structures et des méthodes de travail existantes. Un changement subtil et fondamental est en cours: une révolution menant à une société de l'information et de la communication, une révolution qui sera tout aussi importante que la révolution industrielle d'il y a un siècle et demi.

L'ordinateur étant devenu un élément plus primordial des produits modernes, qu'il s'agisse de serveurs et de postes de travail ou de systèmes intégrés, il est devenu possible de créer des systèmes d'information et de communication omniprésents, interactifs, intelligents. Il ne s'agit plus de produits assumant une fonction unique, utilisés isolément pour des tâches spécifiques. Ils sont devenu partie intégrante du tissu de la société, communiquant avec d'autres équipements et individus et capables de traiter des informations et de s'acquitter d'autres tâches dépassant largement les aptitudes d'un individu isolé.

Ainsi, tout comme la révolution industrielle avait affranchi la société des contraintes de la force mécanique, la révolution de l'information et de la communication affranchira la société des contraintes de l'organisation et du traitement de l'information. Si les effets de cette révolution sur la société future ne sont pas encore pleinement discernables, il ne fait aucun doute qu'ils seront profonds.

2.2. Historique des cursus universitaires de formation aux TIC

C'est du développement des sciences naturelles et structurelles qu'est né l'enseignement des cursus de formation aux TIC dans les universités. L'une des principales filières est celle de l'électrotechnique, issue de la physique, l'autre étant celle de l'informatique/science de l'ordinateur, issue des mathématiques. Du point de vue historique, ces deux filières sont

apparues dans des départements/facultés universitaires différents et elles ont développé des approches, des méthodologies et des cultures différentes, même lorsqu'elles abordaient des problèmes similaires. Il n'est pas étonnant que les objectifs et les contenus de cursus de formation aux TIC, aux origines si différentes, soient également différents.

Dès le début, les établissements de formation à l'électrotechnique se sont concentrés sur l'utilisation des technologies électriques dans deux grands domaines d'application: l'énergie et l'information. Comprenant que la science et la technologie de l'électricité et de l'électromagnétisme constituent la base de leurs activités de R&D et d'enseignement, ils ont toujours aspiré à garder ces fondements au cœur des cursus qu'ils proposent aux étudiants. De ce fait, les cursus portant sur les TIC dans les formations à l'électrotechnique ont toujours été placés sous le signe de la science et de la technologie. Un autre aspect important est l'enseignement de la méthodologie technique, qui a permis aux praticiens d'adopter de nouvelles technologies. L'industrie des TIC favorise maintenant l'adoption de méthodologies similaires dans d'autres domaines que celui des matériels.

Cette philosophie s'est traduite par un tronc commun dans la première partie du programme d'études d'électrotechnique. La différenciation entre différents domaines d'application (par exemple, énergie, information, etc.) intervenait dans la deuxième partie du cours. Ces cursus «produisaient» des ingénieurs en TIC assez traditionnels, orientés sur les matériels. Pendant longtemps, les logiciels n'ont généralement pas été reconnus comme un domaine d'enseignement important; aujourd'hui encore, le contenu des matières d'informatique tend à être sous-représenté dans les cursus de formation à l'électrotechnique.

En revanche, les facultés d'informatique se sont concentrées sur les structures et méthodes relatives aux logiciels. Considérant les mathématiques et les algorithmes comme la base de leurs activités de R&D et d'enseignement, elles continuent de conserver ces fondements au cœur des cursus qu'elles proposent à leurs étudiants. Dès lors, les cursus traditionnels d'informatique et de science de l'ordinateur sont souvent abstraits et mathématisés et n'ont que de faibles liens avec l'ingénierie et la technologie des matériels, de même qu'avec les domaines des logiciels d'application. Dans certains pays européens, un diplôme d'informatique n'est pas considéré comme un diplôme d'ingénieur, ce qui illustre la différence culturelle entre l'ingénierie et l'informatique.

Si de nombreux efforts ont été faits ces dernières années pour encourager les enseignements interdisciplinaires, l'impression n'en demeure pas moins qu'une bonne part du travail d'élaboration de cursus universitaires reste encore basée sur ces deux traditions séparées, qui diffèrent par leurs méthodes, leur terminologie et leur perspective. Les structures organisationnelles et décisionnelles prévalant dans certaines universités peuvent tendre à perpétuer une césure artificielle entre ces deux aspects des compétences en TIC.

Il ne faudrait pas oublier que d'autres disciplines sont également intéressantes pour les cursus de formation aux TIC, tout comme aux compétences techniques. L'économie, la gestion, la

«conception-création», les sciences sociales et la psychologie, autant d'aspects qui ont un rôle important et croissant à jouer dans la formation aux TIC. En fait, dans certaines filières des TIC, ces aspects revêtent davantage d'importance que les compétences techniques (voir, pour plus de détails, les profils de compétences génériques de base à www.career-space.com). Là encore, les structures universitaires peuvent parfois entraver l'adoption de cursus interdisciplinaires de formation aux TIC novateurs intégrant ces éléments.

3. Les besoins de l'industrie des TIC

Le consortium Career Space reconnaît l'importance de la diversité des compétences qui sont issues des cours traditionnels d'électrotechnique et d'informatique. Cela est spécialement vrai des activités de R&D menées dans les universités. L'industrie des TIC continue d'avoir besoin de diplômés possédant ces deux profils différents, surtout au niveau du mastère, pour ses propres activités de R&D dans différents domaines des TIC. Toutefois, les besoins quantitatifs de diplômés possédant une telle qualification sont limités à moins d'un tiers de la totalité des employés de l'industrie titulaires d'un diplôme universitaire.

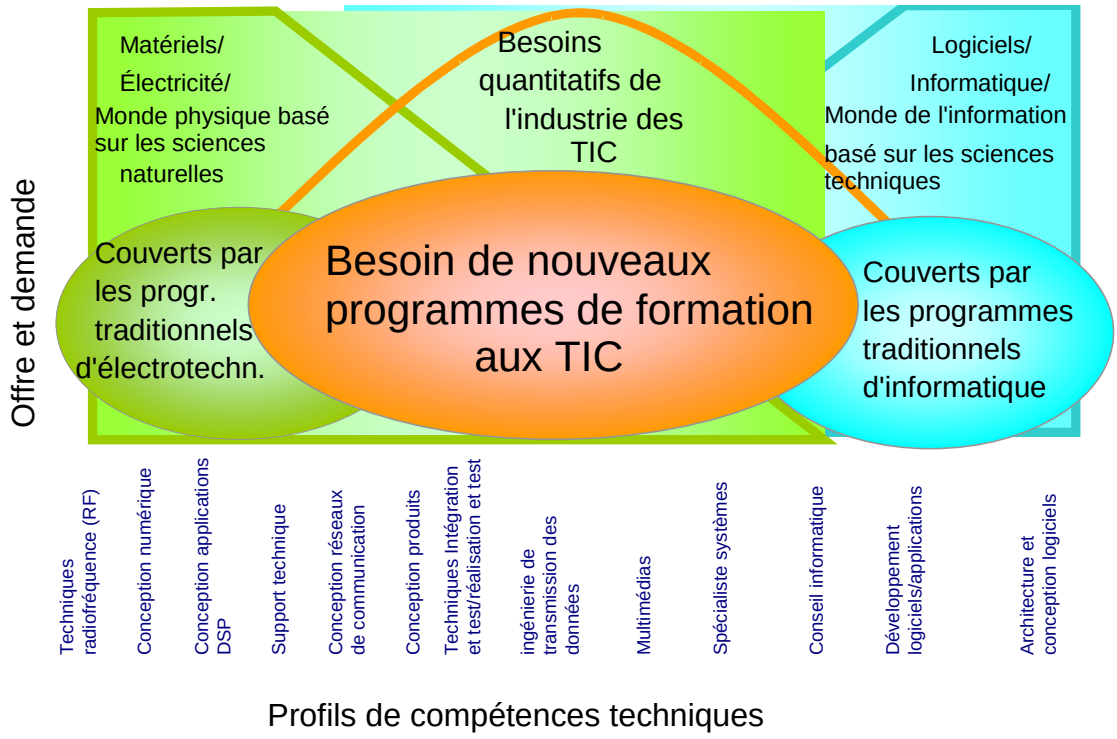
3.1. De nouveaux programmes de formation aux TIC sont nécessaires

La grande majorité des travailleurs de l'industrie des TIC ont besoin de différentes orientations pour s'acquitter de leurs principales activités: développement de solutions orientées sur les applications, réalisation, gestion et support de systèmes TIC, vente et assistance-conseil en matière de TIC. La majorité des diplômés ont de plus en plus besoin d'une qualification combinant les cultures de l'ingénierie et de l'informatique, ainsi que d'autres disciplines connexes, telles que la gestion et les compétences comportementales.

3.2. Combiner des éléments d'électrotechnique et d'informatique

Cette diversité d'orientation des besoins de l'industrie des TIC en termes de compétences techniques est récapitulée au graphique 1. Les profils de compétences génériques de base (www.career-space.com) sont placés sur l'axe des compétences techniques entre l'ingénierie et l'informatique, juste pour illustrer la vaste gamme de profils de compétences dans l'industrie des TIC. Des programmes traditionnels de formation à l'ingénierie continuent d'être nécessaires, tout comme les programmes traditionnels de formation à l'informatique, mais ils ne sauraient couvrir adéquatement ce domaine ni dans toute son étendue, ni dans toute sa profondeur. De ce fait, de nouveaux cursus de formation aux TIC s'imposent.

Ainsi, le consortium Career Space invite les universités engagées à répondre aux besoins de l'industrie des TIC à créer et développer de nouveaux cursus intégrant des éléments d'électrotechnique et d'informatique, ainsi qu'un accent marqué sur la transmission, l'exercice et la pratique de compétences comportementales et de gestion.



Graphique 1 Profil des besoins de qualifications de l'industrie des TIC, présentant les nouveaux cursus qui combinent des éléments des programmes traditionnels d'ingénierie et d'informatique

3.3. Une ample perspective systémique est nécessaire

La formation que doivent recevoir les diplômés de TIC n'est pas simplement une combinaison des éléments qui viennent d'être présentés. Un impératif essentiel est celui d'une ample perspective systémique et de l'aptitude à saisir les possibilités et les contraintes des diverses technologies et à user d'un langage commun avec toute la gamme des personnes concernées. À l'heure actuelle, cette perspective systémique et l'aptitude correspondante à créer des solutions systémiques intégrales semblent faire largement défaut à de nombreux nouveaux diplômés dans l'industrie des TIC.

3.4. Des connaissances en gestion sont requises

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, les solutions systémiques dans les TIC se trouvent de plus en plus au cœur de la manière dont les entreprises opèrent. Elles sont en fait souvent indissociables des processus de gestion, et les fonctions qu'elles assument peuvent représenter l'essence même de la manière dont une entreprise mène son activité. Dès lors, une

compréhension claire des mécanismes fondamentaux de gestion constitue un élément indispensable de toute formation bien conçue menant à un diplôme en TIC. Cet aspect n'est que peu présent, voire inexistant, dans les cursus actuels de formation aux TIC.

3.5. De nouvelles compétences comportementales sont requises

De même qu'elles travaillent sur des objets différents, les personnes qui opèrent dans l'industrie des TIC le font maintenant de différentes manières. La complexité des systèmes continue de s'accroître et le rythme d'introduction des nouveaux produits ne cesse de s'accélérer, alors que leur délai de commercialisation devient de plus en plus court. De même, de nombreuses technologies différentes peuvent être combinées pour produire une solution systémique globale.

Cela implique que de nombreuses personnes doivent coopérer sur le même projet, non pas successivement, mais simultanément et parallèlement. Cette approche diffère donc du modèle traditionnel, où il était important qu'un ingénieur ou un informaticien travaille seul sur un projet de moindre complexité et produise une solution sur une période plus longue.

Les spécialistes opèrent maintenant dans le cadre d'équipes pluridisciplinaires de développement, souvent internationales et implantées sur divers sites. Les produits tendent de plus en plus à être conçus pour un marché global, où les frontières nationales perdent de leur importance. Les personnels commerciaux et les clients tendent à participer dès le début au développement des produits.

Un diplômé en TIC doit être à même de travailler avec des personnes de contextes culturels et d'environnements différents et de parvenir à une compréhension mutuelle afin de respecter les délais en travaillant en parallèle. Par conséquent, ces aspects comportementaux doivent être enseignés dans les cursus universitaires. Ce qui est nécessaire, c'est un apprentissage situationnel et contextuel, à la fois intégré dans des cours techniques et scientifiques et enseigné de manière plus explicite. Les étudiants devraient être sensibilisés à l'intérêt et à l'importance de ce type d'apprentissage pour l'industrie des TIC.

Étant donné que les technologies progressent et changent rapidement, certaines choses qui ont été apprises peuvent diminuer en importance au cours du temps, tandis que d'autres aspects doivent faire l'objet d'études complémentaires pour être pleinement compris.

De ce fait, il est nécessaire que l'environnement éducatif encourage et développe l'aptitude à apprendre en permanence, en tant que processus naturel du développement de l'étudiant lui-même, développement qui ne devrait en aucun cas cesser à la sortie de l'université.

3.6. Renforcement de la mobilité entre l'enseignement supérieur et l'entreprise

Il est également préconisé de développer, tout en facilitant et en favorisant la mobilité des étudiants, la mobilité des enseignants et professeurs des universités entre les établissements d'enseignement et l'industrie des TIC. L'industrie des TIC envisage de s'associer aux changements auxquels elle demande aux universités de procéder, en détachant auprès d'elles des membres de son personnel à titre d'enseignants et de professeurs.

Des périodes prolongées ou brèves d'activité d'enseignement par des personnels de l'industrie des TIC pourraient être envisagées pour répondre aux besoins des universités. Les dispositions et réglementations des pouvoirs publics et des organismes d'accréditation qui entravent ou empêchent ces échanges de personnel entre établissements universitaires et entreprises, devraient être réaménagées et modifiées selon les besoins.

L'industrie des TIC accepte le défi que lui lancent les universités en lui demandant de faire participer des personnels des universités locales à ses projets de recherche, de manière qu'ils puissent travailler dans l'industrie pendant des périodes de longue ou courte durée, par exemple pendant des congés sabbatiques, ou d'autres périodes convenant aux deux parties, faisant ainsi personnellement l'expérience directe de l'évolution des besoins de l'industrie des TIC et intégrant ces besoins dans la conception des cursus de formation.

Une vision des relations entre l'université et l'industrie des TIC

par Lionel Brunie, Institut national des sciences appliquées, Lyon, France,
membre du groupe de travail de Career Space pour la conception de programmes de formation.

La relation entre les universités et les entreprises est un élément clé du développement des programmes universitaires. Le projet Career Space en est une claire illustration. Force est toutefois d'admettre que cette relation a longtemps été une relation de suspicion mutuelle: la plupart des entreprises considéraient que les universités ne préparaient pas les étudiants à leurs véritables besoins, c'est-à-dire à une insertion immédiatement efficace et profitable dans leurs équipes de développement, parce que les programmes se concentraient trop sur les concepts et la théorie et pas assez sur les savoir-faire. Les universités, de leur côté, reprochaient aux entreprises de minimiser l'éducation à la citoyenneté et au développement personnel, qu'elles considéraient quant à elles comme l'essence de leur mission.

Heureusement, les choses ont évolué positivement au cours des dix dernières années. Toutes les universités placent maintenant l'employabilité au cœur de leurs programmes, tandis que les entreprises, conscientes de la nécessité d'affronter un monde en rapide mutation, admettent qu'un solide fondement méthodologique et scientifique représente une condition *sine qua non* pour préparer les travailleurs au changement technologique.

En conséquence, les universités et les entreprises doivent coopérer pour concevoir et aménager les programmes universitaires. Plusieurs recommandations peuvent être formulées dans ce cadre. En tout premier lieu (et cela est maintenant couramment le cas), tous les cursus de formation aux TIC devraient comporter des périodes de travail en entreprise, pour permettre aux étudiants de découvrir «la vraie vie» d'une entreprise, d'intégrer la dimension de projet de leur futur travail et d'appliquer les savoir-faire qu'ils acquièrent à l'université.

Career Space recommande par ailleurs que les instances directrices de toute université de formation aux TIC comportent des représentants d'entreprises (ou, tout au moins, qu'elles invitent régulièrement ces représentants à y participer), pour discuter ensemble les éléments des cursus et leur adéquation aux besoins de l'industrie. En effet, l'évolution et l'adaptation des cursus constituent un aspect crucial dans un secteur technologique en rapide mutation, comme les télécommunications ou l'informatique. Cette adaptation devrait être réalisée en étroite collaboration avec l'industrie (qui connaît ses propres besoins) et entre les chercheurs et les enseignants travaillant sur le développement de technologies futures. L'évolution des cursus devrait refléter des changements technologiques structurels profonds, et non pas des «vogues ou modes techniques» de brève durée.

En outre, comme cela est courant dans de nombreuses écoles de gestion, les départements de formation aux TIC devraient faire appel à des entreprises partenaires pour dispenser des cours (par exemple, sur environ 20 % de la durée de l'enseignement), notamment dans des domaines comme la gestion de projets dans les TIC ou la qualité des logiciels, où une expérience pratique de grands projets plurinationaux multisites est manifestement souhaitable.

De ce fait, lorsque les réglementations nationales l'autorisent, des professeurs associés relevant d'un statut mixte (université-entreprise) peuvent jouer un rôle très positif dans une équipe d'enseignants. Les réglementations nationales qui entravent ou empêchent ce type de fertilisation croisée devraient être allégées ou modifiées.

Enfin, il est préconisé que des accords ou conventions soient signés entre départements universitaires et entreprises, pour permettre aux enseignants d'entrer dans des équipes de projets industriels en tant qu'observateurs (par exemple, pendant une demi-journée par semaine) afin, d'une part, que les enseignants soient conscients des préoccupations réelles des entreprises et améliorent leur connaissance et leur expérience pratique de la gestion de projets industriels, des spécifications des logiciels, de l'assurance de qualité, etc., et, d'autre part, que les entreprises soient informées des dernières innovations de la recherche.

3.7. Récapitulation des besoins de l'industrie

En résumé, il faut que les diplômés en TIC disposent d'une solide base de compétences techniques relevant à la fois de la culture de l'ingénierie et de celle de l'informatique, avec un accent particulier sur la perspective des grands systèmes. Il leur faut une formation au travail en équipe, avec une expérience véritable des projets collectifs, au sein desquels plusieurs activités sont menées parallèlement. Il leur faut également connaître les fondements des aspects économiques, commerciaux et de gestion.

En outre, les diplômés en TIC doivent posséder de bonnes compétences personnelles: résoudre les problèmes, communiquer et persuader, avoir conscience de la nécessité d'apprendre tout au long de la vie, être disposés à bien comprendre les besoins du client et de leurs collègues, aborder les différences culturelles dans un environnement global.

En d'autres termes, il leur faut des qualifications leur permettant de travailler dans les domaines d'activité décrits dans les profils de compétences génériques de base du consortium Career Space pour l'industrie des TIC en Europe (www.career-space.com).

En ce début du XXI^{e} siècle, le besoin de diplômés répondant à ces critères est en rapide augmentation dans l'industrie des TIC, et certaines questions doivent être posées:

(a) les universités et autres institutions européennes sont-elles prêtes à satisfaire ce besoin?

(b) leurs cursus de formation aux TIC sont-ils conçus pour répondre aux besoins du XXI^{e} siècle?

(c) transmettront-elles aux diplômés des bases solides qui en feront des dirigeants et des novateurs efficaces dans l'industrie des TIC?

Tels sont les grands défis que le consortium Career Space lance aux universités européennes.

4. Nouveau guide pour le développement de cursus de formation aux TIC

Afin de relever ces défis, le consortium Career Space a mis en place un groupe de travail pour la conception de programmes de formation aux TIC, regroupant des représentants de plus d'une vingtaine d'universités et des entreprises du consortium Career Space, qui ont examiné les cursus existants de formation aux TIC et ont élaboré le nouveau guide de développement de cursus de formation aux TIC figurant ci-dessous. Le groupe de travail a évalué les profils de compétences génériques de base par référence au contenu des cursus dans une centaine de programmes d'études de treize universités de neuf pays d'Europe.

4.1. Les cursus actuels de formation aux TIC: état des lieux

Dans une première étape, les universités participantes ont été conviées à indiquer tous les programmes de formation aux TIC offerts dans ces institutions par leurs départements ou facultés. Ensuite, elles ont été invitées à répondre de quelle manière ces programmes correspondent aux profils de compétences génériques de base définis par le consortium. Les universités ont défini dans quelle mesure les résultats des programmes répondent aux exigences de compétences de chaque profil de compétences génériques de base (totalement, partiellement ou pas du tout).

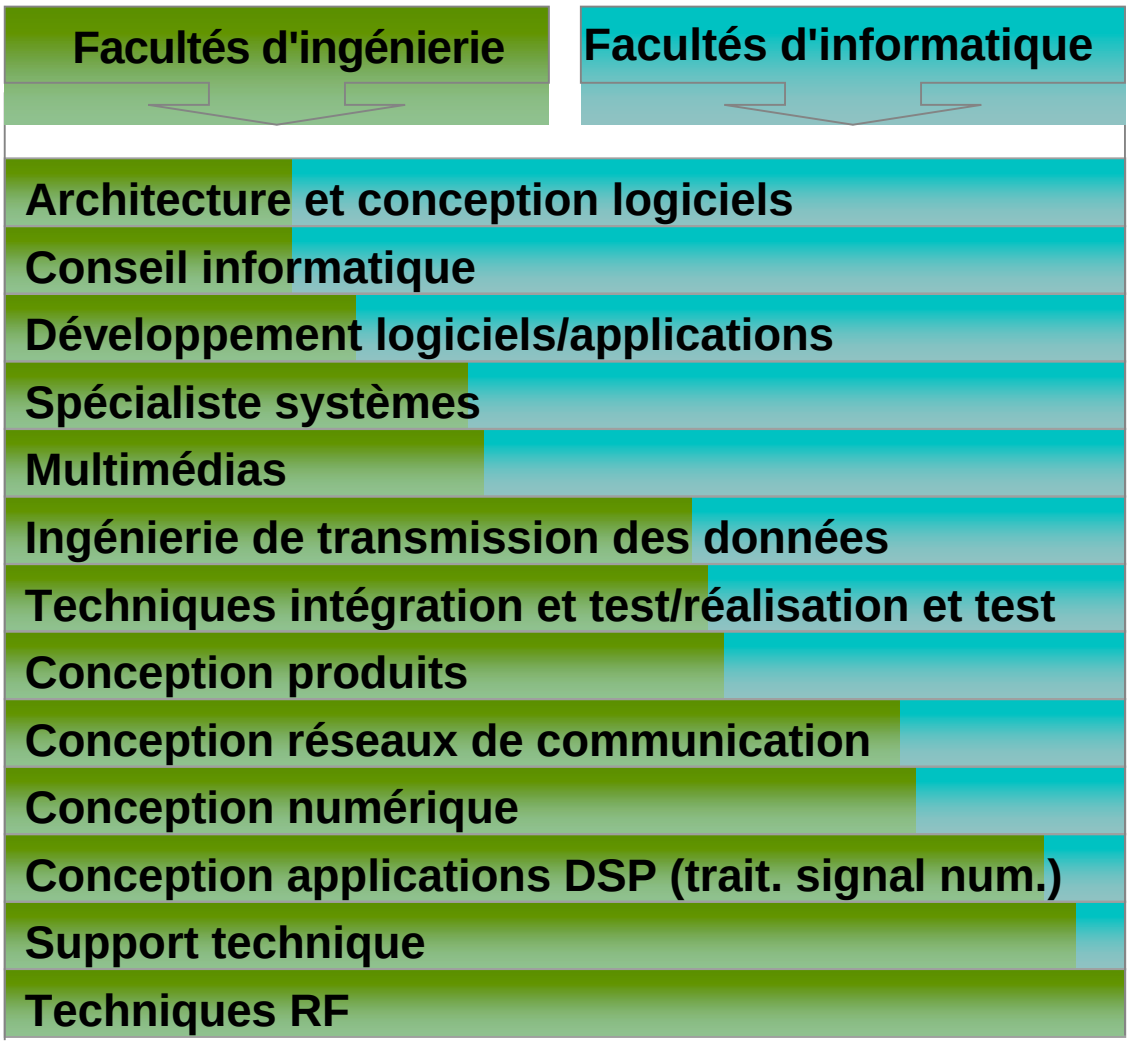
Le résultat montre que bon nombre de ces cursus européens de formation aux TIC couvrent dans une certaine mesure, mais à des degrés très variables, tous les profils de compétences de base.

	Profils de compétences	T (%)	P (%)	N (%)
1	Développement logiciels/applications	54	31	15
2	Spécialiste systèmes	48	37	15
3	Architecture et conception logiciels	45	42	13
4	Ingénierie de transmiss. des données	35	40	25
5	Conseil informatique	32	23	45
6	Conception numérique	31	33	36
7	Conception réseaux communication	29	45	26
8	Conception produits	26	48	26
9	Support technique	23	42	35
10	Techn. intégration et test/réal. et test	20	60	20
11	Conception applications DSP	17	42	41
12	Conception multimédias	15	54	31
13	Techniques radiofréquence (RF)	11	25	64

T = couverture totale; P = partielle; N = nulle

Graphique 2 Niveau de correspondance des cursus actuels aux exigences de compétences des profils de compétences génériques de base de Career Space, par ordre décroissant

Une autre conclusion était que la plupart des programmes d'études se concentrent sur les profils de compétences «développement logiciels/applications», «spécialiste systèmes» et «architecture et conception logiciels». Environ 50 % de tous les programmes couvrent totalement ces profils de compétences.



Graphique 3 Facultés d'origine des programmes et couverture des profils de compétences génériques de Career Space

Notre étude a également montré que les accents diffèrent dans les facultés d'ingénierie et d'informatique (graphique 3).

Les facultés d'informatique articulent la conception de leurs programmes d'études autour des aspects logiciels. Leurs diplômés semblent être bien préparés pour des activités dans des domaines comme «architecture et conception logiciels», «conseil informatique» et «développement logiciels/applications» (www.career-space.com). Les départements d'ingénierie, et particulièrement les départements d'électricité et d'électronique, préparent les étudiants à des activités dans les télécommunications et la conception des matériels. Cette approche couvre des profils de compétences de base tels que «conception réseaux de

communication», «conception numérique» et «conception applications DSP (traitement des signaux numériques)», de même que «support technique» et «techniques RF (radiofréquence)».

Comme on pouvait s'y attendre, les résultats reflètent les priorités traditionnelles et les différences que présentent les cours de formation aux TIC, selon qu'ils sont dispensés dans les facultés d'ingénierie ou d'informatique.

4.2. Quels contenus?

La deuxième partie de l'étude du groupe de travail portait sur le contenu des cursus. Il s'agissait d'évaluer le contenu de chaque programme d'études par référence aux exigences de qualifications des diplômés de la part de l'industrie des TIC. Mais quelles sont précisément les exigences de l'industrie vis-à-vis d'un programme universitaire d'études? C'est à cette question qu'il a fallu d'abord répondre.

Le contenu des cursus est toujours une question capitale dans les discussions internes des facultés, tout comme dans le dialogue entre l'industrie et les universités. Les professeurs des universités posent à l'industrie les questions clés suivantes:

(a) quelles sont les compétences nécessaires pour les diplômés dans l'industrie?

(b) quelles sont les connaissances qui devraient être transmises?

La question des compétences requises est une question à laquelle les entreprises peuvent facilement répondre. Confrontées à des possibilités et à des problèmes dans leurs activités quotidiennes, elles savent très bien quelles compétences techniques, professionnelles et personnelles sont nécessaires pour la réussite de ces activités.

Tous les travailleurs ont besoin d'une vaste gamme de compétences techniques, tandis que ceux qui travaillent dans certains domaines spécialisés ont besoin de connaissances spécifiques approfondies. L'aptitude à adopter une perspective systémique est nécessaire. La capacité à communiquer efficacement dans différents domaines est un élément indispensable. Le travail au sein d'un projet multidisciplinaire multiculturel est un mode de vie. L'aptitude à prendre des initiatives et à créer des solutions systémiques ou à résoudre des problèmes est fondamentale.

Toutefois, il n'est pas si facile de repérer les connaissances nécessaires permettant d'avoir les compétences souhaitées. Les personnes expérimentées savent quelles connaissances spécialisées sont requises pour leur activité spécifique, parce qu'il s'agit là d'un impératif pour la réussite de leur travail quotidien. Cependant, les connaissances spécialisées ne peuvent être déployées que si elles reposent sur le fondement d'une solide perception globale. C'est là un fait souvent négligé. Il est bien plus difficile d'identifier ce fondement.

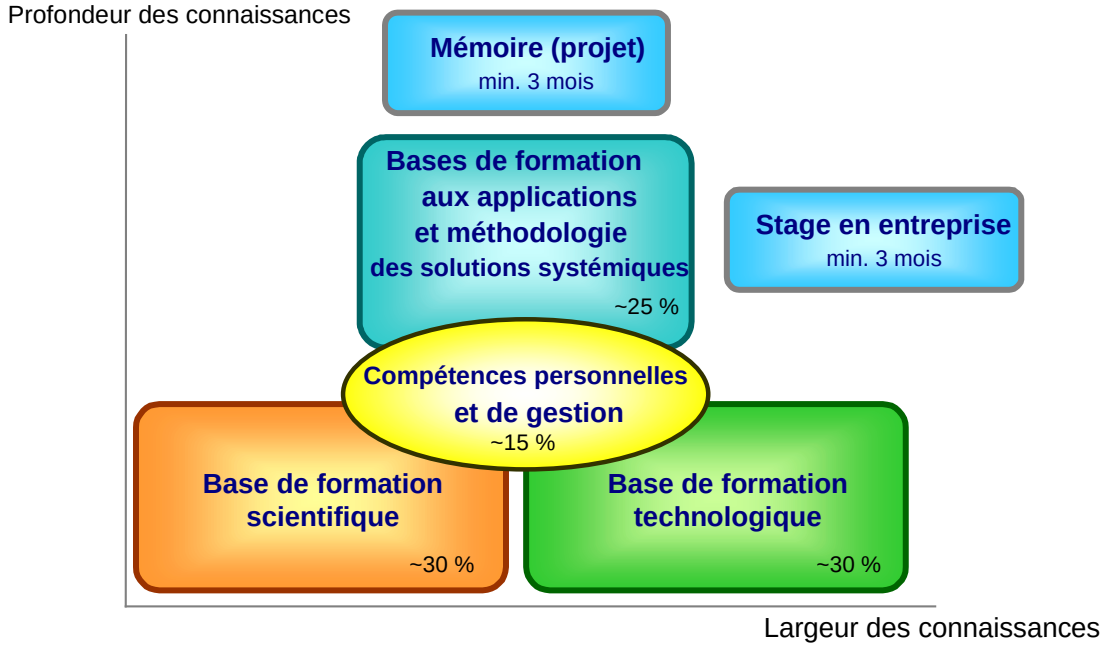
Dès lors, quelle est la répartition idéale des contenus d'un cursus de formation aux TIC? N'y a-t-il qu'une unique solution optimale, ou bien existe-t-il plusieurs façons possibles d'obtenir d'excellents résultats? Le groupe de travail, après avoir étudié ces questions, a formulé les recommandations suivantes.

4.3. Le modèle de contenus des cursus de formation aux TIC présenté par l'industrie des TIC

Le consortium Career Space estime qu'il n'existe pas de manière unique de concevoir le meilleur cursus possible de formation aux TIC. Bien au contraire, si l'on veut profiter de la diversité culturelle de l'Europe pour qu'elle bénéficie d'un avantage compétitif, il faut que chaque université trouve la meilleure solution pour elle. Néanmoins, un cadre basé sur l'expérience et les bonnes pratiques peut mener à un ensemble de recommandations utiles. Ces recommandations aideront les universités à définir la voie à suivre pour réussir.

Le consortium Career Space est convaincu que ce sont les mêmes ensembles de compétences dont ont besoin les PME et les grandes entreprises qui participent à ce projet.

L'analyse du travail en entreprise d'un diplômé en TIC montre qu'il se compose de diverses tâches caractéristiques d'un emploi donné. Les activités dépendent de divers facteurs tels que le domaine technique, le domaine fonctionnel, la taille de l'entreprise, etc., qui tous imposent des exigences spécifiques aux connaissances et aux aptitudes de l'intéressé. Si ces exigences peuvent varier pour différentes tâches, la structure fondamentale des connaissances requises est identique.



Graphique 4 Configuration des compétences: contenu d'un modèle de cursus de formation aux TIC

L’ampleur de la compétence professionnelle des diplômés peut être représentée dans un diagramme ayant pour axes respectifs la «profondeur des connaissances» et la «largeur des connaissances». Les domaines spécialisés sont situés le long de l’axe «largeur des connaissances». La «profondeur des connaissances» indique le niveau de connaissances dans ces domaines, allant jusqu’à un niveau de pleine expertise professionnelle. Le diagramme du graphique 4 est construit sur ce principe. Il suggère également comment organiser les cours et comment les dispenser en vue de l’acquisition des compétences en question en mentionnant le placement en entreprise, de même que le travail de projet et de rédaction de mémoire.

De toute évidence, personne ne saurait devenir expert dans tous les domaines. En général, on ne peut avoir de larges connaissances qu’au niveau de base. Une spécialisation impliquant des connaissances de pointe et une compréhension approfondie n’est normalement possible que dans un domaine spécifique.

4.3.1. Un large fondement est nécessaire

Le fondement des qualifications techniques nécessaires est un large éventail de connaissances mathématiques, scientifiques et technologiques. Ces connaissances de base sont essentielles pour une large compréhension des processus naturels et de leur utilisation dans les applications techniques; elles servent également de fondement pour l’acquisition de connaissances larges et approfondies dans un champ d’application spécialisé.

Un large fondement représente également un impératif essentiel pour permettre aux diplômés de communiquer efficacement avec des collègues relevant d’autres domaines en recourant à un «langage technique» commun.

Le noyau de qualifications à acquérir pendant une formation aux TIC devrait donc comprendre une base de formation scientifique et technologique, c'est-à-dire un large éventail de connaissances mathématiques, scientifiques et techniques. Ce noyau devrait s’étendre à toutes les matières concernées, établissant ainsi la base de la future mobilité professionnelle. L’enseignement de ce noyau ne devrait pas aller trop en profondeur, mais transmettre aux étudiants un aperçu équilibré; il faudrait également leur enseigner comment ils peuvent acquérir de manière indépendante les connaissances complémentaires dont ils ont besoin, tant pendant leurs études que dans leur vie professionnelle future.

4.3.2. Une base de formation scientifique ~ 30 % est recommandée

La base de formation scientifique couvre les principes fondamentaux relatifs aux concepts utilisés dans l’industrie des TIC. En plus d’un fondement en sciences et mathématiques, la base de formation scientifique devrait favoriser la compréhension des méthodes scientifiques d’analyse et de conception.

4.3.3. Une base de formation technologique ~ 30 % est recommandée

La base de formation technologique consiste davantage à fournir une vaste vue d'ensemble des diverses technologies disponibles, des fonctions qu'elles peuvent assumer, de leurs avantages et de leurs contraintes. En plus de l'étude des possibilités actuelles d'une technologie, il conviendrait de présenter aux étudiants un aperçu de la manière dont cette technologie est susceptible d'évoluer à l'avenir.

Il est de toute première importance que les études de formation aux TIC transmettent de manière adéquate un large fondement, car l'expérience montre qu'il est difficile de combler, après le début de la carrière professionnelle, les lacunes préexistant au niveau des connaissances.

S'agissant de la proportion du cursus à consacrer à ces matières fondamentales, l'évaluation indique que dans la formation aux TIC, un compromis optimal se situe à environ 30 % de l'enseignement de chacune de ces matières de base: la base de formation scientifique et la base de formation technologique. Ces éléments sont présentés au graphique 4.

4.3.4. Des liens forts entre la base scientifique et la base technologique

À l'évidence, ces matières ne devraient pas être enseignées en vase clos: il est important de souligner les liens entre base de formation scientifique et base de formation technologique. C'est là un impératif pour éviter dans l'esprit des étudiants toute perception de théories sans usage pratique, de technologies sans base analytique, de technologies sans rapport avec d'autres technologies. Nous considérons que tous les diplômés en TIC devraient posséder ce large et solide fondement scientifique et technologique.

4.3.5. Une base de formation aux applications et à la pensée systémique ~ 25 % est recommandée

Toutefois, la maîtrise des fondements n'est pas suffisante en soi pour garantir la compétence professionnelle dans l'industrie. Pour satisfaire aux exigences de leur emploi, les diplômés en TIC doivent avoir aussi une connaissance fondamentale approfondie de leurs domaines de spécialisation, une connaissance générale des méthodes de résolution des problèmes et, enfin, une connaissance spécifique de mise en pratique en fonction des exigences du poste de travail pour le profil professionnel en question.

La connaissance générale approfondie d'un domaine d'application confère au diplômé une perception complète de la tâche, la capacité de comprendre comment la solution qui est la sienne s'accorde avec la solution globale et la maîtrise des problèmes d'interface.

Les exigences clés sont ici la connaissance des fonctions systémiques dans le domaine en question et la compréhension des possibilités technologiques (matériels et logiciels) grâce auxquelles il est possible de réaliser ou de mettre en œuvre ces fonctions à l'aide de méthodes procédurales.

Eu égard à la complexité croissante des dispositifs, équipements et systèmes modernes, l'aptitude à percevoir les choses dans leur intégralité, à mener une réflexion systémique et à communiquer au niveau systémique avec tous ceux qui travaillent sur le projet et avec les clients ne cesse de gagner en importance. Nous recommandons de consacrer environ 25 % du cursus à ce domaine, appelé au graphique 4 «base de formation aux applications et méthodologie des solutions systémiques».

Pensée systémique et apprentissage

par Andreas Kaiser, ISEN, Lille, France,
membre du groupe de travail de Career Space pour la conception de programmes de formation.

Aujourd'hui, les jeunes diplômés recrutés doivent s'intégrer dans des équipes qui travaillent sur des systèmes extrêmement complexes, dont les divers composants et aspects présentent un degré élevé d'interaction et d'interdépendance. Il est donc de plus en plus nécessaire que le cursus de formation développe des «compétences systémiques», ces compétences étant primordiales pour la réussite professionnelle.

Traditionnellement, l'éducation visait surtout à développer la faculté d'abstraction par l'enseignement des mathématiques. Cette approche présente deux limites: d'une part, l'objectif général d'augmenter le nombre de diplômés dans le domaine des TIC est incompatible avec un «processus de sélection» basé sur les mathématiques, matière de plus en plus rejetée par la jeune génération. D'autre part, la faculté d'abstraction (aptitude à la réflexion abstraite) ne saurait à elle seule être suffisante.

Les «compétences systémiques» comprennent l'aptitude à analyser, représenter et diviser les systèmes, ainsi qu'à isoler les problèmes et à les résoudre. C'est là la «pensée systémique». Ces compétences systémiques sont étroitement liées aux «compétences comportementales» telles que le travail en équipe, la communication personnelle, la formulation des problèmes, la recherche de l'information, etc., personne ne pouvant maîtriser tous les aspects des systèmes souvent très complexes qui sont aujourd'hui monnaie courante dans l'industrie des TIC.

Ces «compétences systémiques» n'apparaissent pas explicitement aujourd'hui dans les programmes des universités. Elles sont généralement cachées ou intégrées dans des activités telles que des projets et ne font pas forcément l'objet d'une évaluation ou d'un examen explicites. En outre, les outils pédagogiques font défaut pour aider les étudiants à acquérir ces compétences. De ce fait, les «compétences systémiques» représentent un défi pour les universités, qui doivent développer de nouvelles méthodes d'enseignement et d'évaluation et introduire ces enseignements en première et deuxième années des cours universitaires de formation aux TIC.

4.3.6. Compétences personnelles et de gestion: un élément clé qui devrait constituer environ 15 % d'un cursus de formation aux TIC

L'industrie est sérieusement préoccupée par le fait que les universités n'accordent pas suffisamment d'attention aux compétences personnelles et de gestion dans les cursus actuels de formation aux TIC. Nous recommandons donc que les cursus de formation aux TIC se déroulent de manière à assurer une utilisation et un développement constants des compétences personnelles et de gestion par des projets menés en équipe, des simulations commerciales, des négociations, des présentations, etc., tout au long du cours. Associer à cet apprentissage implicite un retour d'informations et un encadrement assuré par des enseignants non seulement sur les aspects académiques, mais aussi sur la manière dont ces compétences sont acquises et mises en œuvre, devrait fournir l'impulsion pédagogique nécessaire pour développer ces compétences vitales pour une carrière dans les TIC. Il importe aussi de veiller particulièrement à intégrer l'enseignement de ces compétences personnelles et de gestion essentielles dans les domaines plus techniques. Nous recommandons de consacrer au moins 15 % du cursus aux compétences personnelles et de gestion.

NOTE SUR L'APPRENTISSAGE SITUATIONNEL L'ACQUISITION EXPLICITE DE COMPÉTENCES COMPORTEMENTALES

par Peter Revill, e-Skills, NTO, Royaume-Uni,
membre du groupe de travail de Career Space pour la conception de programmes de formation.

L'un des concepts les plus fondamentaux dans l'apprentissage est le transfert, c'est-à-dire la capacité d'appliquer ce qui a été appris dans une situation à un autre contexte. Le transfert des acquis d'apprentissage peut être défini sur le plan opérationnel comme l'amélioration de l'exécution d'une tâche résultant de la connaissance acquise lors d'une tâche antérieure. Cela pourrait s'appliquer à tout type de compétence (par exemple analytique, de communication, de résolution de problème, de commandement, etc.).

Historiquement, les méthodes d'enseignement didactique, qui souvent font partie intégrante de l'enseignement supérieur, postulent une dissociation entre le savoir et le faire, traitant la connaissance comme une entité autonome et se suffisant à elle-même, théoriquement indépendante des situations dans lesquelles elle est acquise et utilisée. Cependant, les méthodes d'enseignement davantage basées sur le vécu recourent à des sessions de «debriefing», (examen rétrospectif) conçues pour aider l'étudiant à «situer» et à reconnaître les nombreux aspects de l'apprentissage. Ces méthodes sont particulièrement utiles en ce qui concerne les compétences moins techniques, ou comportementales.

Pour renforcer l'idée que les concepts comportementaux sont à la fois mis en situation et progressivement développés par l'activité, il faut se défaire de l'idée qu'ils sont abstraits, implicites et autonomes. Il peut être plus utile de considérer les compétences comportementales comme une panoplie d'outils. On ne peut comprendre des outils de ce type dans ce contexte qu'en les utilisant, et leur utilisation entraîne une modification de la façon dont l'utilisateur voit le monde. Si l'on considère ainsi les compétences comportementales, on peut les utiliser pour distinguer entre «la simple acquisition de concepts inertes et le développement de connaissances utiles et robustes» (Whitehead, 1929).

Il est possible d'acquérir un outil, mais d'être incapable de l'utiliser, soit parce que l'apprenant ne s'est pas rendu compte de son acquisition, soit parce qu'il est incapable de transférer l'acquis d'une situation à une autre. Les étudiants qui ont l'occasion d'utiliser des compétences comportementales dans un environnement contextuel, où les acquis émergents peuvent être rendus explicites et reconnus par l'apprenant, acquièrent une meilleure connaissance d'eux-mêmes et de leurs aptitudes et gagnent en assurance pour l'accomplissement des innombrables tâches que les employeurs potentiels attendent d'eux. L'apprentissage tout au long de la vie est un processus de travail «en situations». La réflexion guidée accompagnée par l'enseignant, mais menée par l'apprenant sur les activités inhérentes à cette «situation», aide à identifier l'apprentissage qui intervient.

4.3.7. Expérience pratique du travail: trois mois au moins, plus si possible

Il importe de mentionner deux autres éléments clés d'un cursus bien structuré de formation aux TIC. Il ne suffit pas d'apprendre simplement des matières techniques et autres et de passer des examens: les techniques doivent être utilisées dans des situations réelles. Il s'agit là d'un point capital, qui met en évidence les connexions entre divers aspects, favorise une perspective systémique large et illustre les contraintes pratiques, technologiques et humaines de la résolution de problèmes dans le monde réel.

En outre, les problèmes relatifs aux droits de propriété intellectuelle et à la confidentialité commerciale doivent être résolus par l'industrie, afin qu'ils n'entravent pas les possibilités pour les étudiants de travailler en entreprise.

En vue de favoriser une meilleure compréhension de la façon dont l'industrie opère, le consortium recommande pour les étudiants un placement en entreprise d'une durée minimale de trois mois. Un tel placement non seulement donne une expérience pratique de la résolution de problèmes réels, mais devrait aussi aider l'étudiant à identifier plus clairement le type de travail qu'il aimerait faire une fois son diplôme obtenu. Il peut aussi mener à des contacts mutuellement bénéfiques et à la mise en place de réseaux.

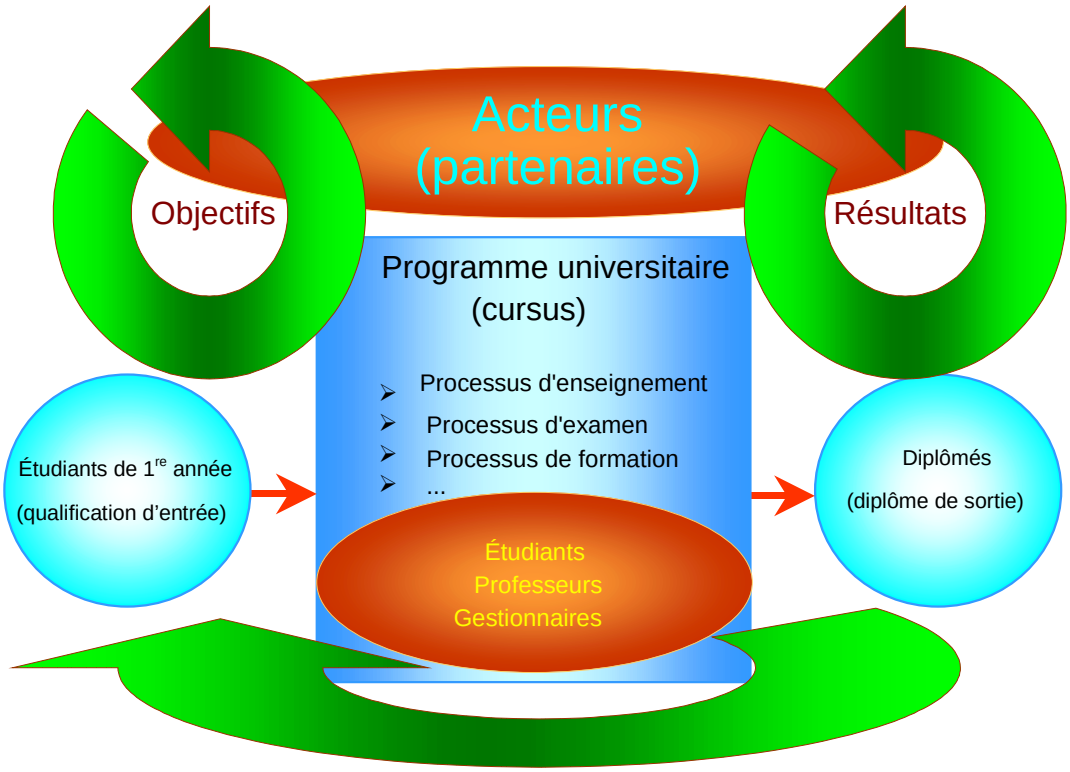
4.3.8. Travail de projet: trois mois au moins

Le travail de projet à l'université est vital pour développer ces compétences, et nous recommandons que trois mois au moins soient consacrés au projet et au mémoire qui en rend compte. On sait qu'il est difficile d'évaluer la performance des différents étudiants, lorsque des projets collectifs sont menés. Le consortium Career Space n'en estime pas moins qu'une certaine expérience du travail en équipe sur un projet réel de quelque importance constitue un élément essentiel d'une bonne formation aux TIC. La tâche de l'évaluation et de l'accréditation du travail en équipe des étudiants doit être assumée par les établissements d'enseignement supérieur. Ces compétences étant considérées comme des compétences de base essentielles dans l'industrie des TIC, celle-ci a mis au point des méthodes pour les évaluer et les améliorer parmi son personnel. Les établissements d'enseignement supérieur peuvent tirer profit de l'expérience dont l'industrie dispose dans l'évaluation de ces compétences.

Tous ces éléments sont représentés dans le graphique 4, que l'on peut considérer comme la structure générale d'un «modèle de cursus de formation aux TIC» tel que le recommande le consortium Career Space.

5. Guide général pour la conception de programmes de formation

L'enseignement universitaire est un processus complexe. C'est sur la base de la réussite professionnelle des diplômés que l'on mesure la qualité de ses résultats. La réussite est tributaire de divers acteurs tant universitaires qu'extra-universitaires, et ils devraient tous intervenir dans la conception, le suivi et la conduite de ce processus (graphique 5).



Graphique 5 Le processus d'enseignement universitaire

5.1. Fixer les conditions d'admission

Au début du processus éducatif dans l'enseignement supérieur se trouve un étudiant qui possède un certain profil de qualification et un certain niveau. Le niveau et les qualifications des étudiants de premier cycle constituent l'aboutissement de l'enseignement général secondaire suivi jusqu'à l'âge de 18 ans. Les études de second cycle font généralement suite à un diplôme de premier cycle. L'université doit définir clairement la qualification requise pour l'admission à chaque programme qu'elle offre, en spécifiant les connaissances, les compétences et les aptitudes que les étudiants doivent posséder.

Les critères d'admission et les attentes, le cas échéant, devraient refléter la politique de l'université et les objectifs du programme, mais tenir compte aussi de la performance réelle du

processus d'enseignement secondaire qui précède le processus d'enseignement universitaire. Les principaux acteurs sont ici les professeurs d'université, les enseignants du primaire et du secondaire, ainsi que les ministères de l'éducation, les élèves et leurs parents.

Le consortium Career Space suggère que les professeurs d'université organisent une communication permanente entre les acteurs, notamment avec les établissements d'enseignement primaire et secondaire, pour améliorer la capacité des étudiants de première année à bien répondre aux objectifs des cursus universitaires.

5.2. Définir les résultats

Le produit du processus d'enseignement universitaire est un diplômé possédant une qualification formelle et certaines aptitudes qui devraient le qualifier pour des activités dans le secteur des TIC. Le niveau et le profil de compétences devraient correspondre aux exigences du marché de l'emploi. La qualification du diplômé doit donc être décrite comme un ensemble d'aptitudes requises pour exercer la profession, au lieu de se borner à énumérer les connaissances acquises au cours du processus d'enseignement. Les principaux acteurs sont ici les professeurs d'université, les représentants de la profession (par exemple, les entreprises), les associations industrielles et professionnelles, les organismes de certification, les pouvoirs publics et, bien sûr, les étudiants eux-mêmes.

Le consortium Career Space recommande que les professeurs d'université organisent un deuxième circuit de communication permanente entre les acteurs concernés, notamment les employeurs locaux, même s'ils peuvent être en fait des opérateurs mondialisés, afin d'ajuster en permanence les résultats aux besoins de la profession, de les réactualiser constamment et d'améliorer sans cesse l'employabilité de leurs diplômés. Les profils de compétences génériques de base établis par le consortium Career Space constituent un élément précieux pour la définition des résultats des cursus de formation aux TIC.

5.3. Définir le processus de qualification

L'élément essentiel du processus de qualification est le programme universitaire (cursus), qui a pour objectif de combler le fossé entre les exigences d'entrée et de sortie. Un cursus idéal est strictement axé sur les résultats et vise à faire progresser l'étudiant depuis sa qualification initiale jusqu'au niveau clairement défini du diplôme de sortie.

Le cursus définit le processus d'enseignement (la succession de cours et exercices qui transmettent des connaissances), le processus d'examen (qui évalue les prestations de l'étudiant) et le processus de formation (qui aide à mettre en pratique ces compétences et à développer les aptitudes).

Les protagonistes internes de tous ces processus sont les étudiants, les enseignants et tout le personnel académique et administratif. Au niveau externe, les représentants de l'industrie interviennent chaque fois que les étudiants accomplissent leur période de stage, préparent leur mémoire de stage ou travaillent dans l'industrie pendant leurs vacances. La qualité de ce processus est fortement tributaire de la coordination entre les sous-processus, tout autant qu'entre les protagonistes impliqués et les circuits de retour d'informations mis en place à tous les niveaux.

5.4. Mettre en œuvre le contrôle de qualité des cursus

Les universités devraient mettre en place un processus de contrôle de qualité et en documenter les résultats, et les informations recueillies devraient être mises à profit pour améliorer le programme en question. Un tel processus peut faire appel aux observations des étudiants: dans quelle mesure le cours était-il adapté aux résultats visés? L'intéressé pense-t-il avoir acquis grâce au cours les connaissances et compétences nécessaires à l'emploi? Le processus de contrôle de qualité devrait aussi intégrer les informations en provenance de l'industrie sur l'évaluation des compétences des anciens étudiants au niveau tant technique que comportemental après leur embauche. Il est suggéré par exemple de s'adresser, pour un retour d'informations, à tous les étudiants après l'acquisition de leur diplôme et à leurs employeurs entre un an et trois ans plus tard.

6. Le système européen d'enseignement supérieur pour le XXI^{e} siècle

6.1. État des lieux en Europe: la diversité des systèmes nationaux

En Europe, les systèmes éducatifs nationaux constituent de manière tout à fait spécifique l'expression de l'identité culturelle de chaque pays. Malgré bien des racines communes, la conséquence en est l'existence de différences structurelles marquées.

Reflet des nécessités et des attitudes nationales, la première grande différence réside au niveau de l'enseignement secondaire. On trouve d'un pays à l'autre différents types d'établissement d'enseignement, avec différentes priorités au niveau des contenus, différentes démarches pédagogiques faisant appel à différents critères, différentes normes culturelles et différentes durées d'études. On trouve les mêmes différences dans l'enseignement supérieur: différents types d'université, dont chacune a son propre profil pédagogique, différents niveaux de théorie et de pratique dans les enseignements, des diplômes de différentes valeurs académiques, différents titres et, là encore, différentes durées d'études. On trouve en Europe deux grands systèmes éducatifs:

(a) le «système continental», fondé sur deux types de programmes universitaires:
- les «filières longues» (normalement 5 ans, plutôt théoriques);
- les «filières courtes» (normalement 3-4 ans, plutôt appliquées).

(b) le système «anglo-saxon», fondé sur deux cycles universitaires consécutifs:
- un premier cycle (normalement 3-4 ans) aboutissant à un diplôme du niveau de la licence;
- un deuxième cycle (normalement 1-2 ans) aboutissant à un diplôme du niveau du mastère.

Ces deux systèmes n'ont longtemps présenté qu'un faible degré de compatibilité, d'où une mobilité plutôt restreinte des étudiants et des diplômés entre les deux systèmes.

En cette époque de mondialisation, c'est une formation universitaire internationale qui est nécessaire. Une société mondialisée ouverte a besoin d'un échange ouvert et constant entre les régions, et l'industrie a de plus en plus besoin de travailleurs présentant une orientation internationale, maîtrisant des langues étrangères et possédant des attaches dans diverses cultures. Afin de pouvoir répondre à ces exigences, les étudiants doivent avoir davantage de possibilités de suivre une partie de leurs études à l'étranger pour faire l'expérience d'autres cultures. Le mode typique d'acquisition de connaissances sur d'autres cultures et d'autres individus passe par l'apprentissage des langues étrangères. D'une manière générale, l'industrie des TIC opère en anglais.

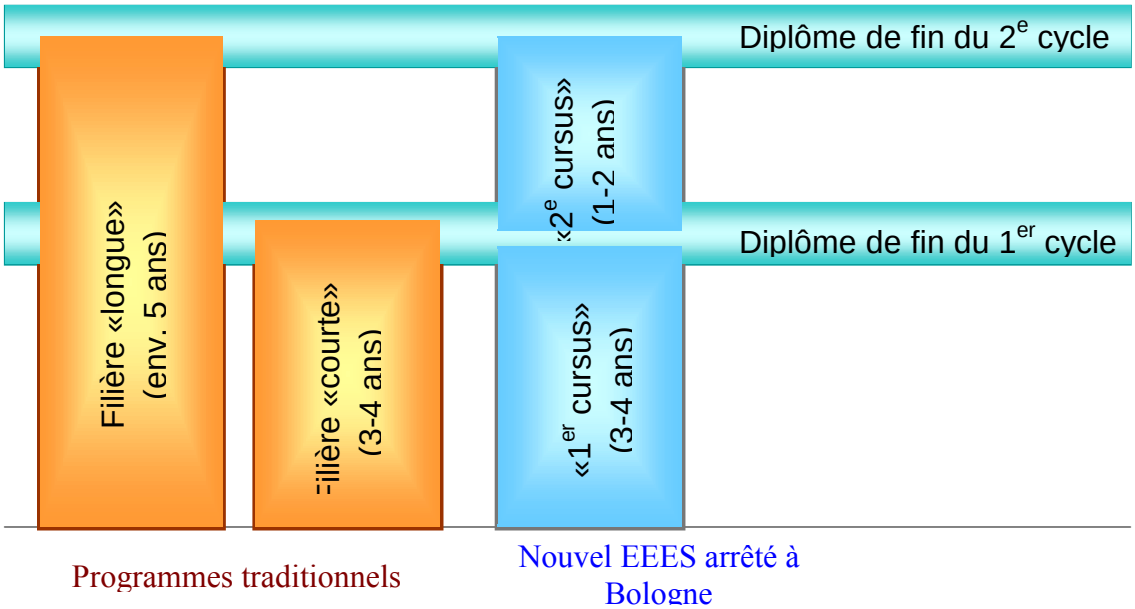
6.2. Une approche européenne commune: la déclaration de Bologne

Le système consécutif anglo-saxon a établi une norme mondiale de fait avec ses diplômes consécutifs: Bachelor, Master et PhD (correspondant à la licence, au mastère et au doctorat). Ces diplômes servent de labels largement reconnus favorisant la mobilité dans le système éducatif mondial. Ils sont particulièrement propres à promouvoir la mobilité internationale des étudiants et des diplômés. Les ministres européens de l'Éducation et des Sciences sont convenus en juin 1999 de créer d'ici à 2010 un «Espace européen de l'enseignement supérieur» (EEES). Cet accord porte le nom de «Déclaration de Bologne».

L'EEES se fonde essentiellement sur deux cursus, avant et après la licence. L'accès au deuxième cursus nécessite d'avoir achevé le premier cursus, d'une durée minimale de trois ans.

Les diplômes délivrés au terme du premier cursus correspondent à un niveau de qualification approprié pour l'insertion sur le marché du travail européen. Le second cursus conduit au mastère et/ou au doctorat, comme tel est le cas actuellement dans beaucoup de pays européens.

Certains pays européens (telles l'Allemagne ou l'Italie) ont réagi très rapidement à la déclaration de Bologne et ont déjà modifié pour la mettre en œuvre les textes législatifs qui régissent l'enseignement. Pendant la période de transition, les programmes universitaires représenteront en Europe une combinaison des anciens et des nouveaux systèmes, c'est-à-dire que l'on assistera à la coexistence de filières traditionnelles «longues» et «courtes» et de deux cursus consécutifs. La compatibilité formelle des niveaux respectifs des diplômes dans les programmes nouveaux et traditionnels est présentée dans le graphique 6.



Graphique 6 Compatibilité formelle des diplômes dans les programmes des systèmes traditionnels et du nouveau système européen d'enseignement supérieur

L'industrie européenne des TIC se félicite de la déclaration de Bologne et recommande que les gouvernements et les universités mettent de toute urgence en œuvre le nouveau système européen d'enseignement supérieur. Les étudiants peuvent suivre les deux cursus dans différents pays et acquérir pendant leurs études une expérience internationale dans différentes cultures. Dans la planification de la formation qu'ils suivront tout au long de leur vie, ils peuvent aussi répartir les phases d'apprentissage sur une période plus longue, par exemple en travaillant et en acquérant une expérience professionnelle entre les deux cursus, ou en reprenant des études à temps partiel ou à plein temps pour se perfectionner ou mettre à jour ses connaissances chaque fois que cela s'avère nécessaire. C'est là un atout particulier dans des domaines, comme les TIC, où le changement est rapide.

Les universités se verront de plus en plus appelées à offrir toute une variété de cours menant à un diplôme de premier cycle (DPC) de formation aux TIC et différents types de programmes (de progression ou de reconversion) menant à un diplôme de deuxième cycle (DDC) dans les TIC et les secteurs liés aux TIC:

(a) programmes de premier cycle (DPC) de formation aux TIC (3-4 ans) centrés sur la formation de spécialistes des TIC pour différents groupes de profils de compétences générales de TIC (nouveaux cours au niveau élémentaire en TIC);

(b) programmes de progression de deuxième cycle (DDC) de formation aux TIC (1-2 ans) pour les titulaires d'un DPC en TIC, menant à un niveau de spécialisation plus élevé, surtout en vue d'activités de R&D dans des secteurs spécialisés des TIC;

(c) programmes de reconversion de deuxième cycle (DDC) pour les titulaires d'un DPC en TIC, en vue par exemple d'un mastère en gestion d'entreprise, les qualifiant pour une vaste gamme de tâches qui requièrent de solides connaissances à la fois des TIC et de la gestion;

(d) programmes de reconversion de deuxième cycle pour les titulaires d'un DPC acquis dans des filières ne relevant pas des TIC, les préparant à devenir des innovateurs efficaces dans de nombreux domaines d'application de l'industrie des TIC.

Le consortium Career Space préconise que les cours de reconversion soient également proposés selon des formules de formation continue à temps partiel et/ou à distance, afin de répondre plus efficacement aux besoins de toutes les personnes qui exercent une activité professionnelle. Le cas échéant, les universités ne devraient pas exiger formellement un diplôme de premier cycle pour l'admission aux cours de deuxième cycle, mais évaluer plutôt les candidats sur la base de leur mérite, y compris leur expérience professionnelle.

L'introduction de nouveaux cours de progression ou de reconversion de formation aux TIC et aux domaines connexes aidera les universités à attirer davantage d'étudiants et l'industrie et la société à réduire substantiellement les pénuries de qualifications en Europe.

7. Recommandations pour la conception de nouveaux programmes de formation aux TIC

Le cycle de création, de diffusion, d'acquisition et d'utilisation des connaissances devient de plus en plus court, d'où l'impératif d'une qualification continue de la main-d'œuvre et d'une mise à jour permanente des contenus transmis.

Il faut par conséquent concevoir de nouveaux cursus reflétant les nouveaux contenus, objectifs de formation, méthodologie pédagogique, certification et processus d'apprentissage à mettre en œuvre. Ces cursus doivent répondre aux besoins des étudiants à plein temps classiques tout comme des apprenants non traditionnels tels que les étudiants à temps partiel et les apprenants d'âge mûr.

Pour répondre à toutes ces exigences, les cursus de formation aux TIC doivent présenter une structure flexible sur une base modulaire, de telle sorte qu'ils puissent être sans peine adaptés à différents groupes cibles, aux différents profils de compétences recherchés et au rythme accéléré du changement.

7.1. Structure des cursus

En général, aucun cursus ne peut préparer les étudiants à des activités au niveau expert dans tous les profils de compétences. Cependant, chaque cursus de formation aux TIC devrait fournir une plate-forme commune de formation aux TIC au niveau élémentaire, permettant aux diplômés de travailler en équipe sur des projets communs, et de communiquer dans un langage TIC commun, même s'ils se sont spécialisés dans différents secteurs des TIC. Une qualification plus approfondie devrait être fournie pour un groupe de profils de compétences qui sont assez semblables et ont un ensemble commun d'exigences de connaissances et de qualifications. La qualification approfondie devrait normalement répondre aux exigences d'un profil de compétences génériques choisi et englober les connaissances et les compétences liées à ce profil.

Par conséquent, le consortium Career Space préconise que tout cursus de formation aux TIC consiste en modules organisés sur le mode hiérarchique:

(a) des ensembles de modules de base;
(b) des ensembles de modules de base spécifiques à un domaine donné;
(c) des ensembles de modules en option (facultatifs).

Dans le domaine des connaissances techniques:

(a) les modules de base représentent la base scientifique et technologique qui constitue le fondement et la base de tous les profils de compétences en TIC. Ils représentent aussi des connaissances dont l'évolution est lente. Il est recommandé de programmer une sélection de ces modules pendant la première année d'études;

(b) les modules de base spécifiques à un domaine donné représentent la base technique spécifique au domaine technologique du groupe de profils de compétences de base recherchées; ils représentent aussi des connaissances qui évoluent plus rapidement. Il est préconisé de les programmer à partir de la deuxième année d'études;

(c) les modules facultatifs reflètent les connaissances à l'évolution la plus rapide, dont la période de vieillissement va de 3 à 5 ans. Ils reflètent des connaissances technologiques et techniques nouvelles. Ces modules sont utilisés pour transmettre une approche spécialisée et approfondie et pour compenser les différences, assurant ainsi la flexibilité et le potentiel pour se spécialiser dans certains domaines;

(d) les compétences personnelles et de gestion devraient être développées pendant toute la durée des études, dès le premier semestre. Elles devraient essentiellement être intégrées dans l'enseignement des matières techniques. Lorsque des modules additionnels sont nécessaires, ils devraient suivre la même structure que celle du domaine des compétences techniques.

Cette structure peut être appliquée aux cursus qui mènent à des diplômes de premier comme de deuxième cycle, compte tenu du fait que tous les modules d'un programme de deuxième cycle devraient être conçus à un niveau avancé. Une structure générique d'un modèle de cursus est présentée dans le graphique 7.

----------**DEUXIEME CYCLE (DDC)** ----------

1re et/ou 2e année de DDC	**ENSEIGNEMENT AVANCE, D'ELARGISSEMENT ET DE RECONVERSION** Contenu: niveau avancé en ● Base scientifique ● Base technologique ● Base de formation aux applications et méthodologie des solutions systémiques ● Compétences personnelles et de gestion ● Projet en entreprise et/ou établissement d'enseignement supérieur (3-6 mois) ● Mémoire de DDC (mastère)

----------**PREMIER CYCLE (FCD)** ----------

3e et/ou 4e année	**SPECIALISATION ET NIVEAU AVANCE** Contenu: ● Base technologique ● Base de formation aux applications et méthodologie des solutions systémiques ● Compétences personnelles et de gestion ● Projet en entreprise et/ou établissement d'enseignement supérieur (3-6 mois) ● Mémoire de DPC (licence)
2e année	**MODULES DE BASE SPECIFIQUES ET FACULTATIFS** Contenu: ● Base scientifique ● Base technologique ● Base de formation aux applications et méthodologie des solutions systémiques ● Compétences personnelles et de gestion
1re année	**MODULES DE BASE** Contenu: ● Base scientifique ● Base technologique ● Compétences personnelles et de gestion

Graphique 7 Structure générale des cursus de formation aux TIC

7.2. Regroupement de profils de compétences génériques des TIC

7.2.1. Première étape: définir les profils de compétences génériques à couvrir

Lorsqu'elles mettent au point des cursus de formation aux TIC, les universités devraient commencer par définir le profil ou le groupe de profils pour lesquels elles veulent qualifier les étudiants. Ce processus, recourant à un circuit de retour d'informations, devrait être mené en étroite consultation avec les employeurs du secteur des TIC et les autres acteurs concernés.

Les universités sont également invitées à utiliser les profils de compétences génériques de base en TIC publiés par le consortium Career Space à titre de référence. Il s'agit des profils suivants:

(a) architecture et conception logiciels;
(b) développement logiciels/applications;
(c) conseil informatique;
(d) spécialiste systèmes;
(e) multimédias;
(f) ingénierie de transmission des données;
(g) techniques intégration et test/réalisation et test;
(h) conception produits;
(i) conception réseaux de communication;
(j) support technique;
(k) conception numérique;
(l) conception applications DSP (traitement du signal numérique);
(m) techniques RF (radiofréquence).

7.2.2. Seconde étape: regrouper en ensembles couverts par un même cursus

Il y a plusieurs manières de regrouper les profils de compétences en fonction des compétences d'enseignement et de R&D et de la mission et des objectifs des universités. Pour commencer par les profils de compétences génériques de base définis par le consortium Career Space, en supposant qu'ils devraient tous être couverts et qu'il existe deux cursus traditionnels de formation aux TIC, l'un relevant de l'électrotechnique et l'autre de l'informatique, une solution simple pourrait être de les rassembler en trois groupes. En allant de ceux qui ont le contenu le plus informatique à ceux qui ont le contenu le plus électrotechnique, le groupe de profils du milieu, c'est-à-dire le cursus intégré, constituerait le groupe de compétences requérant des connaissances tant en informatique qu'en électrotechnique, ainsi que des compétences de gestion. Le tableau pourrait être le suivant:

(1) Informatique	(2) Cursus intégré	(3) Technologie de l'information
• Architecture et conception logiciels • Développement logiciels/applications • Conseil informatique	• Spécialiste systèmes • Multimédias • Ingénierie de transmission des données • Techniques intégration et test/réalisation et test • Conception produits Conception réseaux de communication	• Techniques radiofréquence (RF) • Conception applications DSP (traitement du signal numérique) • Conception numérique • Support technique

C'est à chaque établissement qu'il revient de concevoir le cursus. Il peut être approfondi, se concentrant sur un ou deux des profils professionnels de base regroupés, ou bien plus large, visant un domaine multidisciplinaire de plus grande ampleur. Les contenus des groupes figurant ci-dessus seraient constitués:

(a) surtout de matières articulées dans des cursus multidisciplinaires intégrant compétences de gestion et compétences transférables;

(b) surtout de cursus multidisciplinaires intégrés comprenant des éléments significatifs d'informatique, d'électronique et de télécommunications, avec de forts éléments de compétences de gestion et de compétences comportementales;

(c) surtout de matières liées à l'électrotechnique dans des cursus multidisciplinaires intégrant compétences de gestion et compétences comportementales.

Lorsque le regroupement s'effectue ainsi, le groupe 1 et le groupe 3 représentent le vaste domaine des cursus existants de formation aux TIC, tandis que le groupe 2 comprend le domaine novateur des nouveaux cursus de formation aux TIC qui n'existent guère actuellement, mais qui sont absolument indispensables pour satisfaire à une forte demande, de la part de l'industrie, de diplômés présentant des qualifications spécialisées particulières.

D'autres solutions sont toutefois possibles; on peut par exemple regrouper les treize profils de compétences génériques de base en quatre groupes affectés à des domaines comme l'informatique (logiciels), les systèmes informatiques, les réseaux informatiques et l'électrotechnique (technologie de l'information):

(A) Informatique (logiciels)	(B) Systèmes informatiques	(C) Réseaux informatiques	(D) Électrotechnique (technologie de l'information)
• Architecture et conception logiciels • Développement logiciels/applications • Conception multimédias	• Spécialiste systèmes • Conseil informatique • Techniques intégration et test/réalisation et test	• Conception réseaux de communication • Ingénierie de transmission des données • Support technique	• Techniques radiofréquence (RF) • Conception applications DSP (traitement du signal numérique) • Conception numérique • Conception produits

Un tel regroupement peut faciliter par exemple la recherche de matières communes dans des modules de base spécifiques à des domaines donnés.

8. Conclusion

Nous espérons que, bien mis en œuvre, ce guide sera bénéfique à la fois pour l'industrie, pour les étudiants et pour les établissements d'enseignement supérieur, renforçant tous les acteurs et incitant davantage de jeunes à s'engager dans les nombreuses perspectives éducatives et professionnelles gratifiantes qu'offre ce domaine passionnant.

Le consortium Career Space tient à remercier CEN/ISSS (l'instance européenne de normalisation pour la société de l'information) d'avoir facilité les réunions du groupe de travail pour la conception de programmes de formation, ainsi que la Commission européenne, pour son soutien permanent.

Le consortium Career Space tient également à remercier tous les membres du groupe de travail pour la conception de programmes de formation, notamment les universités, pour les précieuses contributions qu'ils ont apportées à ce guide.

9. Annexe I: liste de contrôle de Career Space à l'intention des universités

9.1. But de la liste de contrôle

L'industrie a conscience que, dans différentes cultures et différents pays, des processus et critères différents de conception des programmes de formation peuvent exister et qu'à l'heure actuelle chaque pays ou institution peut ne pas être en mesure de répondre à toutes les exigences énoncées ci-dessous. La liste de contrôle qui suit n'en constitue pas moins un résumé utile des paramètres en fonction desquels l'industrie pourra évaluer un cursus universitaire optimal, en conformité avec ce guide de conception des programmes de formation présenté par Career Space.

9.2. Liste de contrôle

(a) Contenu du cursus:

- le cursus a été élaboré en conformité avec les spécifications nationales définissant le contenu des cours de formation aux TIC;

- le cursus est réaménagé et révisé tous les trois ans au moins;

- le cursus comporte des enseignements sur la manière d'adopter une perspective systémique de la technologie en considérant les rapports des différents sujets enseignés avec les systèmes dans lesquels on les trouve (et l'impact que les décisions de conception prises en relation avec le sujet enseigné ont sur le système). Les rapports doivent être envisagés dans un contexte large intégrant la performance, les possibilités d'utilisation et de maintenance, la disponibilité, la sécurité et les risques.

(b) Relations avec l'industrie

- les personnels universitaires participant activement à la conception et à la réalisation du cursus de formation aux TIC disposent d'un réseau de partenaires industriels, qu'ils utilisent pour se tenir au courant des changements des exigences et des technologies;

- les partenaires industriels concourent à la réalisation du cursus en assurant au moins un cours par an;

- tous les étudiants ont la possibilité d'acquérir une expérience de travail et sont activement incités à le faire.

(c) Partenaires industriels

- l'université a repéré des partenaires industriels qui ont besoin des compétences enseignées dans ses cours de formation aux TIC, et elle se réunit régulièrement avec eux (au moins une fois tous les trois ans) pour examiner en commun l'adéquation des contenus des cours;

- une entreprise du secteur des TIC est représentée à l'organe de direction de l'université ou de la faculté.

(d) Compétences comportementales/non techniques

- des mécanismes existent et sont utilisés pour évaluer les compétences analytiques, de communication, de travail en équipe, de flexibilité, d'autoapprentissage et de créativité des étudiants. Ceux-ci sont encouragés à développer ces compétences et bénéficient dans ce contexte d'une assistance pratique;

- des tutorats ou d'autres mécanismes aident les étudiants à faire l'apprentissage de l'apprentissage en menant une réflexion sur les tâches dont ils doivent s'acquitter et les activités qu'ils mènent dans le cadre des cours;

- des mécanismes existent et sont utilisés pour faire en sorte que les étudiants soient encouragés à acquérir des compétences de prise de responsabilité et de commandement dans le cadre et en dehors de leurs études universitaires;

- l'acquisition de compétences comportementales fait l'objet de crédits d'études.

(e) Relations avec les établissements scolaires

- les personnels universitaires participant activement à la conception et à la réalisation du cursus de formation aux TIC disposent d'un réseau de partenaires parmi les établissements d'enseignement secondaire, qu'ils utilisent pour encourager et informer les étudiants potentiels en TIC;

- les établissements d'enseignement secondaire sont incités à développer chez leurs élèves des compétences en mathématiques, afin qu'ils puissent pleinement profiter des avantages apportés par le travail à l'ère des TIC.

(f) Profils de compétences génériques de base de l'industrie des TIC

- l'université a repéré quels sont les profils de compétences/types de postes, par exemple par référence aux profils de compétences génériques de Career Space ou à d'autres

sources de l'industrie des TIC, qu'elle souhaite cibler et pour lesquels ses cours visent à inculquer les qualifications optimales appropriées.

(g) Cours intégrés

- l'université propose des cours de formation aux TIC qui comprennent des éléments relevant de l'informatique et de l'électrotechnique et dont les contenus incluent une formation tant intégrée qu'explicite aux compétences comportementales.

(h) Contrôle de qualité du cursus et circuit de retour d'informations

- l'université vérifie/examine avec les employeurs qui recrutent un nombre important de ses diplômés, ainsi qu'avec les diplômés eux-mêmes un à trois ans après l'obtention du diplôme, l'adéquation des cours universitaires théoriques et pratiques au travail qu'ils accomplissent, et utilise les informations ainsi obtenues pour améliorer ses cours.

10. Annexe II: membres du groupe de travail pour la conception de programmes de formation

Nom du représentant	Entreprise/Université
Dr Kruno Hernaut	Siemens AG, Président du groupe de travail
M. Luc Van den Berghe	CEN/ISSS (Comité européen de normalisation/système de normalisation pour la société de l'information)
M. John Kinghorn	Philips Semiconductors
M. Dieter Gollmann	Microsoft Europe
M. Manfred Reinhardt	IBM Europe
M. Alan Freeland	IBM Europe
M. Pascal Foix	Thales
M. David Freestone	BT
M. Karsten Vandrup	Nokia
M. Roberto Prada	Telefonica S.A.
M. Michael Furminger	Cisco Systems
M. Peter Revill	e-Skills, NTO, Royaume-Uni
M. Anders Haraldsson	Université de Linköping, Suède
Pr Antti Juustila	Université d'Oulu, Finlande
M. Tony Ward	University of York, Royaume-Uni
Dr V. Alexandrov	University of Reading, Royaume-Uni
Mme N.S. Alexandrov	University of Reading, Royaume-Uni
Pr George Hassapis	Université Aristote de Thessalonique, Grèce
M. Stéphane Pieron	Institut National des Télécommunications, Évry, France
Pr Jörg Muhlbacher	Johannes Kepler Universität Linz, Autriche
Pr Toni Cortes	Universitat Politecnica de Catalunya, Barcelone, Espagne
Pr Carlos Delgado Kloos	Universidad Carlos III de Madrid, Espagne
M. Abelardo Prada	Universidad Carlos III de Madrid, Espagne
Pr Reinhard Keil-Slawik	Universität – GH Paderborn, Allemagne
Mme Alexandria Walker	University of Manchester, Royaume-Uni
Mme Maryse Béguin	ENSIMAG, Grenoble, France
M. J. M. Dolmazon	ENSIMAG, Grenoble, France
Pr Dr Armin Bolz	Universität Karlsruhe, Allemagne
M. Lionel Brunie	INSA Lyon, France
M. Dudley Dolan	Trinity College, Irlande
M. Vicente Burillo Martinez	Universidad Politécnica de Madrid, Espagne
Pr Juan C. Dueñas	Universidad Politécnica de Madrid, Espagne
Pr Dr Richard Eier	Technische Universität, Vienne, Autriche
Pr Dr Manfred Gruber	Fachhochschule München, Allemagne
Pr Pedro Guedes Oliveira	Université de Porto, Portugal
M. Andreas Kaiser	EIMN-ISEN, Lille, France
Pr Sokratis Katsikas	Université de l'Égée, Grèce
M. Maurice Pinkus	UIMM-FIEEC, Paris, France
M. Knud Erik Skouby	Danmarks Tekniske Universitet, Danemark
Pr Vito Svelto	Université technique de Pavie, Italie
M. Daniel Weihs	Hôte d'IBM/Université de Haïfa, Israël
Mme Marian Conneely	International Cooperation Europe Ltd., gestion et coordination du projet

Cedefop (Centre européen pour le développement de la formation professionnelle)

Guide pour le développement de programmes de formation

Nouveaux cursus de formation aux TIC pour le XXI^{e} siècle: concevoir les formations de demain

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes

2001 – VI, 49 p. – 21,0 x 29,7 cm

ISBN 92-896-0075-6

Gratuit – 2204 FR –