

DU « TECHNIQUE » AUX « SCIENCES DE L'INGENIEUR » AU LYCEE : 65 ANS DE RUPTURES ET D'EVOLUTIONS

Christian Hamon*, Joël Lebeaume**

* UMR STEF ENS Cachan INRP Universud-Paris
École Normale Supérieure de Cachan
61, Avenue du Président Wilson
94235 Cachan cedex - France
christian.hamon@ens-cachan.org

** EDA
Université Paris Descartes
45, rue des Saints Pères
75270 Paris cedex 06 - France
joel.lebeaume@parisdescartes.fr

Mots-clés : configuration disciplinaire, technologie, sciences de l'ingénieur, didactique, histoire.

Résumé. L'enquête historique décrit et analyse la constitution de la voie d'excellence qui sélectionne en France l'élite de l'enseignement technique, depuis la création en 1946 du baccalauréat technique jusqu'aux sciences de l'ingénieur du baccalauréat scientifique au début du XXI^e siècle. L'analyse des changements des contenus d'enseignement ainsi que des approches pédagogiques prescrites par les textes officiels permet d'identifier les glissements progressifs ou les ruptures qui accompagnent le processus de disciplinarisation des enseignements techniques et le passage des configurations disciplinaires qu'est le triptyque initial « dessin technique, technologie, travaux d'atelier », vers les enseignements technologiques industriels « génie mécanique, génie électrique » puis les « sciences de l'ingénieur ».

1. Les mouvements des configurations disciplinaires

L'enseignement technologique français au lycée et dans l'enseignement secondaire demeure un champ peu exploré par les recherches. Les travaux disponibles concernent en effet principalement l'histoire sociopolitique et institutionnelle de l'enseignement technique (Charlot et Figeat, 1985 ; Tanguy, 2000). Les recherches centrées sur les contenus sont plus rares excepté l'éducation technologique (Lebeaume, 2000) et les bilans des recherches didactiques sur les apprentissages (Hamon, 2009 ; Lebeaume et Cartonnet, 2004).

Dans ce contexte, la recherche engagée vise à décrire et analyser les contenus de l'enseignement technologique, à repérer leurs évolutions ou leurs ruptures, et propose de mettre au jour le processus de disciplinarisation des enseignements technologiques au fil de la construction du système éducatif (Pepel et Troger, 2001). En effet, dès la Libération, le projet de système éducatif unifié qui retient progressivement le modèle de l'enseignement secondaire contraint l'enseignement technique à s'y insérer et à s'y conformer. Pour « le technique » qui devient « technologique » en 1971¹, Cartonnet (2002) souligne par ailleurs la « scientification » progressive des contenus en relation nette avec les modifications du milieu des entreprises et donc de leurs références.

¹ Loi d'orientation sur l'enseignement technologique

En s'intéressant au curriculum particulier des enseignements technologiques, cette recherche s'inscrit dans la lignée des travaux consacrés aux matrices curriculaires (Lebeaume, 2000) qui s'intéressent aux contenus ainsi qu'aux composantes du curriculum, notamment la spécialisation des enseignants. L'organisation spécifique des contenus de l'enseignement technologique conduit à étudier les configurations disciplinaires (Reuter, 2007) et leur évolution, du triptyque initial « dessin industriel, technologie, travaux d'atelier » aux enseignements technologiques industriels « génie mécanique, génie électrique » puis aux « sciences de l'ingénieur ».

L'identification des évolutions de l'enseignement technologique secondaire est menée à partir d'une enquête historique sur la longue période de la Libération à nos jours.

2. Textes officiels, revues professionnelles et témoignages

La recherche est menée à partir de la constitution d'un corpus de référence composé de deux types majeurs de documents : les textes officiels et les discours institutionnels ainsi que les propositions pour l'enseignement publiées dans les revues professionnelles (Technique-Art-Science, Le cours industriel, L'ingénieur et le technicien, L'enseignement technique). Ces sources sont croisées et complétées par des entretiens avec des inspecteurs généraux et des acteurs déterminants.

Le corpus des textes officiels est constitué des textes réglementaires (2 lois, 2 décrets, 18 arrêtés, 1 circulaire) parus au bulletin officiel du ministère de l'Éducation nationale et concernant les classes de lycée. Ils sont relatifs aux diplômes, règlements d'examens, contenus et dénominations des différents enseignements industriels, nombre d'heures hebdomadaires, recrutement et formation des enseignants.

Un des enjeux de l'analyse des sources est de repérer les modifications, évolutions et ruptures. L'étude chronologique des programmes associée à l'analyse diachronique des autres sources privilégie deux plans : les contenus et leur configuration d'ensemble ainsi que les approches pédagogiques prescrites.

Cette analyse de contenu s'intéresse aux trois années de scolarité de cet enseignement technique dispensé dans les écoles nationales professionnelles (ENP) puis les lycées. Elle repère les cohérences qui se stabilisent pour cet enseignement secondaire. Elle prend en compte les modifications structurelles, par exemple le découplage à partir du début des années 1980 de la classe de seconde associée au cycle de détermination.

Cette analyse précisée par les témoignages des acteurs permet finalement de proposer une périodisation.

3. Évolutions et ruptures

Les résultats focalisent six moments majeurs de modification des contenus et de constitution de la voie technologique avec sa filière d'excellence.

3.1 Le « baccalauréat technique »

La première marque de l'insertion du technique dans l'enseignement secondaire est la création du « baccalauréat Mathématiques et Technique » en 1946, à l'époque des travaux de la commission Langevin-Wallon. Appelé communément « bac. technique », ce nouveau baccalauréat est au format de ceux des séries modernes, avec, à l'écrit, une épreuve de technique graphique remplaçant l'épreuve de deuxième langue et, en supplément, un enseignement de technologie et de travaux manuels d'usinage comparable à celui que sanctionne le diplôme d'élève breveté des ENP. Le programme qui prépare également au concours d'entrée aux Écoles Nationales d'Arts et Métiers et

à la section B² de l'École Normale Supérieure de l'Enseignement Technique (ENSET) est particulièrement lourd (44 à 48 heures de cours hebdomadaires). Les enseignements de technique graphique, de technologie et de travaux d'usinage constituent alors la configuration disciplinaire stable durant la période des nombreux projets esquissant un système éducatif unifié. Deux corps de professeurs se répartissent ces enseignements. Les professeurs de dessin industriel anciens ingénieurs des Arts et Métiers ou formés à l'ENSET d'une part, et les professeurs techniques adjoints (PTA) ou « profs d'ateliers », recrutés parmi les ouvriers professionnels ayant acquis une solide expérience professionnelle au cours de cinq années minimales passées dans l'industrie, qui enseignent les « matières techniques professionnelles pratiques ». Ce baccalauréat initie une lignée (cf. figure 1) dont on peut reconstruire l'évolution (objectifs, dénomination, horaire, contenus d'enseignement) par l'analyse des textes officiels.

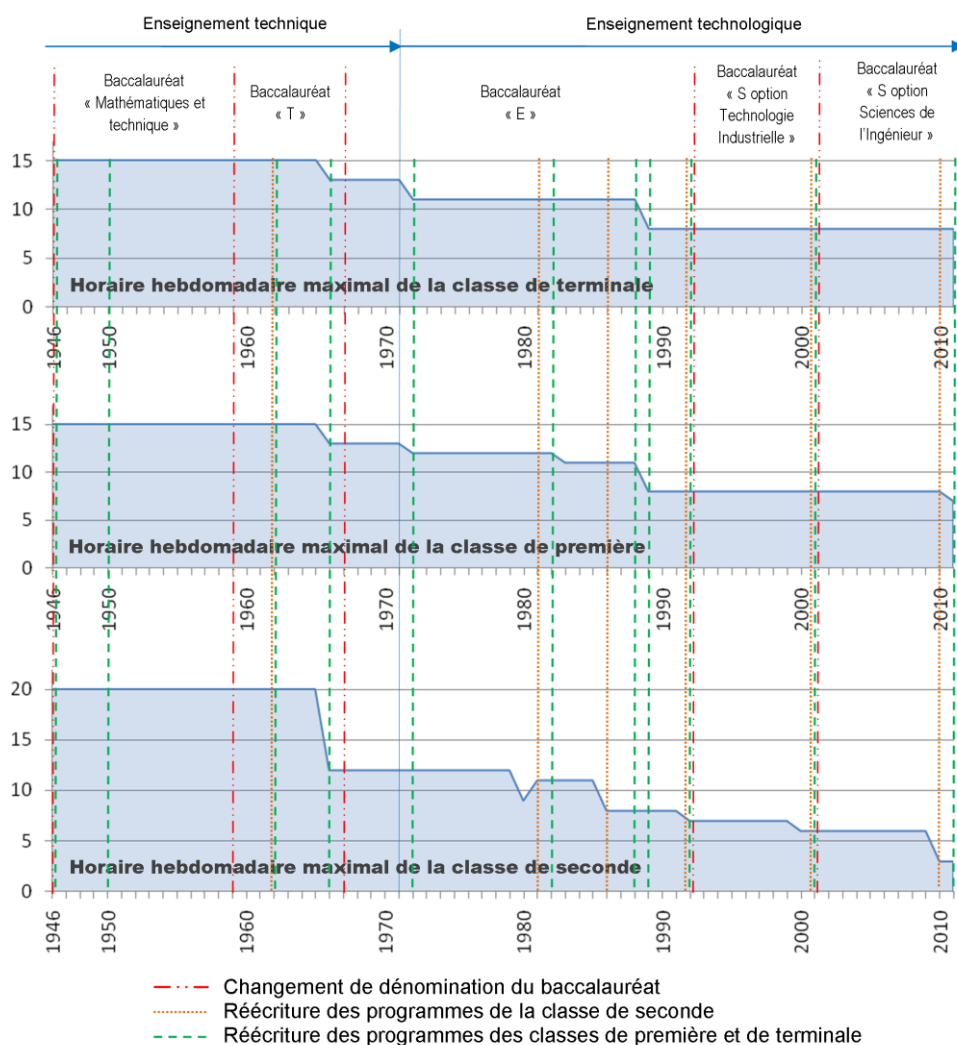


Figure 1 : Du « baccalauréat technique » au « baccalauréat sciences de l'ingénieur ».

² En 1948, la section B de l'ENSET prépare au « certificat d'aptitude au professorat », en trois ans, les élèves professeurs qui seront chargés des enseignements théoriques de dessin industriel et de technologie générale dans les établissements de l'enseignement technique, ENP et collèges techniques.

3.2 La création de la « section T » et la programmation des contenus sur trois années

Avec la réforme Berthoin (1959) et les modifications de l'intitulé des baccalauréats, le « baccalauréat technique » devient « Bac. T », en référence aux techniques industrielles, tout en conservant son appellation de baccalauréat Mathématiques et Technique. En 1962 seulement, le « programme des disciplines industrielles des classes de la section T des lycées » est découpé et réparti sur les trois années d'enseignement (2^e T, 1^{ère} T et Terminale T). Avec la disparition de la menuiserie ou du travail à la main à ce baccalauréat, la mécanique industrielle s'affirme comme la référence principale. Il s'agit d'étudier les principaux organes des machines et les procédés pour les fabriquer. Le programme distingue la technologie professionnelle générale qui traite des essais mécaniques, des alliages, des vitesses de coupe et de la métrologie « sans contact » et la technologie de construction définie par une liste des mécanismes à étudier tels que boîte de vitesses, écoulement et distribution des fluides... Le futur bachelier, qu'il choisisse l'option « fabrication mécanique » ou « fabrication électromécanique » doit maîtriser le dessin industriel, l'usinage sur machines automatiques avec les réglages et la métrologie qui lui sont associés. À la rentrée 1964, les classes de seconde sont réorganisées. La seconde T et les secondes Industrielles (2^e I) des classes de fabrication mécanique, d'électrotechnique et d'électronique des lycées techniques disparaissent au profit d'une seconde technique industrielle (2^e TI) commune. Cette nouvelle seconde ouvre ainsi vers quatre voies, les trois nouveaux baccalauréats de techniciens³ (Btn) et le baccalauréat Mathématiques et Technique qui bénéficie ainsi d'un vivier plus important pour la sélection de l'élite de l'enseignement technique.

3.3 De l'analyse technique aux automatismes

À partir de 1967, l'organisation de l'enseignement technique est achevée. La réduction des horaires pour la préparation au nouveau « Bac. E » impose une nouvelle organisation pédagogique. Les programmes indiquent des durées indicatives et des recommandations d'ordre pédagogique. La référence aux métiers de la mécanique reste très forte, avec toutefois la nouvelle désignation des séances d'usinage en tant que travaux expérimentaux. D'automatiques, les machines deviennent automatisées, la métrologie devient pneumatique et électrique. Le calcul des temps de fabrication, l'étude des conditions économiques de production et de l'organisation du travail s'apparentent à ceux des bureaux des méthodes de l'industrie. Le dessin technique, mené sous forme de petits projets remplace la technique graphique ; les exercices et la résolution des problèmes posés s'appuient sur une méthode d'analyse technique. Ainsi l'usage du graphe fonctionnel, de la cotation fonctionnelle et de schémas fonctionnels débouche sur l'étude des différentes familles de solutions technologiques.

La nouveauté du programme de l'année 1972, « les automatismes », constitue une évolution significative. Elle forme un nouveau chapitre : « technologie des fabrications mécaniques et automatismes ». Les contenus sont répartis sur deux ans : logique combinatoire et séquentielle, technologie électronique intégrée en 1^{er} et étude des dispositifs utilisant l'air comprimé en terminale. Dorénavant, à l'écrit, une épreuve unique de construction mécanique regroupe l'étude technologique et le dessin technique. Une circulaire rappelle aux auteurs des sujets de baccalauréat que la spécificité du Bac. E consiste à former des ingénieurs, des physiciens, des techniciens, des mécaniciens et qu'en raison des enseignements technologiques, les élèves de Bac. E ont une heure de mathématiques de moins que leurs camarades du Bac. C (Baccalauréat mathématiques).

³ L'industrie manque de techniciens dans les domaines de la mécanique, de l'électricité industrielle (l'électrotechnique) et de l'électronique en plein développement. Les classes préparant aux brevets de techniciens (BT) plus spécialisés que les baccalauréats de technicien se développent également à cette époque.

3.4 De l'analyse fonctionnelle aux systèmes automatisés

En 1980, une réforme de structure crée la classe de seconde de détermination ce qui provoque une double rupture. Premièrement, la seconde T⁴ disparaît au profit d'une seconde à option spécialisée « Technologie industrielle » avec un horaire de 11 heures qui « *concourt directement à l'acquisition d'une qualification professionnelle* ». Le programme de cette seconde est alors propédeutique aux enseignements qui conduisent d'une part aux baccalauréats de techniciens (série F) et d'autre part au baccalauréat E. Cette organisation marque l'émergence de la filière d'excellence de l'enseignement technologique. Deuxièmement, le programme (1981) n'est plus présenté selon le triptyque « dessin, technologie, atelier » mais par chapitres formulés en termes d'objectifs et de connaissances, dont les intitulés conservent cependant une connotation professionnelle (*la construction, la fabrication, les automatismes, les matériaux, la métrologie*).

Ce changement de paradigme intervient après la remise au président de la République de l'imposant rapport dont le titre « Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France » souligne l'orientation scientifique des contenus. Les notions de partie opérative et partie commande y occupent une grande place ; le langage GRAFCET, initié en 1977, y apparaît dans les programmes des classes de 1^{ère} et Terminale E publiés un an plus tard (1982). L'analyse fonctionnelle des systèmes, l'usage des automates programmables, une approche quantitative des phénomènes liés aux actions mécaniques entre solides et à la cinématique des solides sont également des innovations importantes qui témoignent de contenus de plus en plus complexes et de plus en plus scientifiquement fondés.

3.5 L'avènement des génies et des compétences

Révisés en 1986, les programmes de seconde donnent naissance à deux options de quatre heures, la technologie des systèmes automatisés (TSA) et la productique. En TSA, l'étude des différentes fonctions et de la conception de systèmes pluritechniques automatisés vise l'acquisition de connaissances décloisonnées⁵ : mécanique, pneumatique, électronique, électrotechnique, automatique et informatique. Dans le prolongement de la technologie vue au collège, et en s'appuyant sur une méthodologie de résolution de problèmes techniques, l'enseignement de « TSA » est caractérisé par une approche globale et concrète, fondée sur l'observation et l'expérimentation de systèmes vus comme des ensembles de fonctions en interrelation et en relation avec l'extérieur. Les activités des élèves sont structurées autour des systèmes et de leur utilisation rationnelle, par l'observation et l'analyse des processus de production, l'expérimentation, la simulation en vue de l'étude de leur comportement, la représentation et la modélisation de leur fonctionnement.

Ces changements précèdent ceux des nouveaux programmes des classes de 1^{ère} et Terminale E de 1988, remis en forme en 1989 (loi d'orientation). Ces programmes desquels l'usinage disparaît, marquent la rupture initiée précédemment par :

- Un élargissement des objectifs généraux visant la compréhension et l'appropriation des démarches et des connaissances liées à la conception, la réalisation et l'utilisation des systèmes pluritechniques et des objets techniques ;
- Une méthodologie d'approche systémique, fonctionnelle, matérielle, et d'analyses structurées appuyées sur l'expérimentation et les mesures ;

⁴ La seconde TI créée en 1964 prend, à l'occasion de la réforme de l'enseignement public de 1965, l'appellation de section technique industrielle T.

⁵ Le terme décloisonné est également utilisé à l'époque par le syndicat patronal du Groupe des industries métallurgiques (GIM) à propos de l'introduction de la productique dans les entreprises industrielles.

- Des activités favorisant une approche globale et concrète par des travaux pratiques (TP) sur des systèmes réels.

Pour chacune des parties du programme, sont précisées les capacités qui définissent le niveau des connaissances, les contenus qui décrivent ces connaissances et la définition des épreuves d'examen qui fixent le niveau d'exigence. Sans que le terme soit usité, il s'agit de l'introduction de la logique des compétences dans l'enseignement, alors initiée dans les entreprises.

Une nouvelle réduction d'horaire (cf. figure 1) impose des changements sur le plan pédagogique : l'enseignement devient essentiellement expérimental et les apports de connaissance ont lieu lors de travaux pratiques. Ceux-ci doivent être rigoureusement organisés et structurés. Le programme prévoit notamment la constitution d'un dossier pédagogique, d'un dossier technique et d'un dossier de référence à mettre à la disposition des élèves à chaque séance de TP.

Le mouvement de scientification largement engagé conduit à la spécialisation des enseignements. Le programme est découpé en deux parties distinctes et confiées à deux professeurs agrégés, ce qui dessine une nouvelle configuration disciplinaire :

- L'étude des constructions est confiée à un professeur de génie mécanique. Il s'agit de présenter des solutions achevées permettant de mettre en évidence l'agencement logique des fonctions des systèmes automatisés et des objets techniques, notamment par l'étude fonctionnelle et structurelle des parties mécaniques, de l'étude des procédés de réalisation et d'industrialisation. Les outils privilégiés sont les logiciels de DAO, CAO et FAO⁶. Cette partie du programme s'intéresse principalement à trois phases du déroulement d'un projet industriel : la conception des ensembles mécaniques, la définition des éléments et l'industrialisation des produits ;
- L'étude des systèmes techniques est confiée à un professeur de génie électrique. Il s'agit de l'étude fonctionnelle et structurelle des parties commande (électronique, analogique et numérique), de l'étude du traitement de l'information (systèmes programmés, informatique industrielle) et de la transmission de l'énergie électrique dans les systèmes automatisés (moteurs et leur commande). Cette partie du programme comporte deux axes principaux : l'automatique et informatique industrielle appliquées aux systèmes automatisés et l'électronique industrielle.

En 1992, avec la rénovation des lycées, le Bac. E devient un « baccalauréat scientifique option technologie industrielle »⁷ et n'est plus réservé aux élèves ayant suivi la classe de TSA. La réécriture du programme est justifiée par le respect de la charte des programmes mais surtout par la volonté de donner à celui-ci un esprit de « génie des systèmes » et d'analyse de la relation modèle-réel. Ce baccalauréat scientifique confirme à la fois la filière d'excellence et la scientification de l'enseignement technologique.

3.6 Les sciences de l'ingénieur

Les années 2000 voient l'avènement des sciences de l'ingénieur dans un contexte économique de forte concurrence mondiale marqué par l'essor de la microélectronique et des Technologies de l'information et de la communication (TIC). Il en résulte un besoin croissant en techniciens, ingénieurs et chercheurs.

Les nouveaux programmes de l'option de seconde « Initiation aux sciences de l'ingénieur » (ISI) qui remplace la TSA et ceux de l'option « Sciences de l'ingénieur » du baccalauréat scientifique

⁶ Dessin, conception et fabrication assistés par ordinateur.

⁷ Ce faisant, il perd son statut de baccalauréat autonome, en se substituant au « bac. Technique ». Le « bac. S TI » n'est plus dans les faits qu'une option d'un baccalauréat général « S » qui en compte trois.

marquent une nouvelle rupture. La seconde ISI a dorénavant pour finalité l'initiation à la conception et l'acquisition d'une culture technique basée sur la notion de fonction associant les solutions constructives et leurs comportements. Approche globale et concrète des systèmes techniques, centre d'intérêts, démarches inductives et de projet sont privilégiés lors de l'étude de produits pluritechniques « grands publics » de l'environnement quotidien des élèves. L'essentiel des enseignements se structure autour de trois axes (architecture et fonctionnement des produits et systèmes ; composants, constituants et solutions constructives ; langages, représentations et modèles) et de six centres d'intérêt (fonction d'un produit, chaîne d'énergie, chaîne d'information, représentation graphique du réel, environnement, esthétique, ergonomie et prévention, démarche de projet). Un accent particulier est mis sur l'usage des diagrammes fonctionnels de type FAST et l'utilisation des modeleurs volumiques⁸. La réalisation d'un mini projet clôture le troisième trimestre.

Le programme des classes de 1^{ère} et Terminale (2001) est divisé en cinq chapitres (analyse fonctionnelle, fonctions du produit, principes et comportements, représentation du réel, projet pluritechnique encadré). Un tableau indique, pour chaque chapitre, les compétences attendues, les savoirs et savoir-faire associés et le niveau d'acquisition (niveau taxonomique).

Par les injonctions pédagogiques qu'il contient, le document d'accompagnement (2002), officiel mais non réglementaire, devient aussi important, sinon plus, que le programme qu'il englobe. Il préconise l'utilisation d'un schéma fonctionnel type, constitué des fonctions génériques d'un produit pluritechnique et autour duquel se structure l'ensemble des enseignements. Ce schéma met en évidence la chaîne d'information (acquérir, traiter, communiquer) et la chaîne d'énergie (alimenter, distribuer, convertir, transmettre, effectuer) ainsi que les flux de matière, d'information et d'énergie qui traversent les produits pluritechniques.

Aux connaissances pures, le programme du baccalauréat sciences de l'ingénieur (SI) privilégie les démarches d'analyse et de synthèse des fonctions techniques des produits. Il s'agit d'acquérir, par une approche pluridisciplinaire des problèmes techniques, la capacité à comprendre et à expliciter le comportement réel des produits issus des milieux industriels ou de l'environnement quotidien. L'approche externe des fonctions techniques permet la compréhension globale des systèmes, l'approche interne celle du fonctionnement et le rapprochement du comportement réel avec les principes, lois et modèles. Cette logique d'analyse de la complexité permet l'acquisition progressive de la « culture technique » dans une nouvelle acception. Les points fondamentaux de la formation aux sciences de l'ingénieur, communs aux domaines de la mécanique, de l'automatique, de l'électrotechnique, de l'électronique, et du traitement de l'information et des réseaux, sont :

- Les fonctions techniques et les solutions constructives satisfaisant un besoin spécifié dans un cahier des charges,
- Les modèles associés et leur utilisation pour l'étude scientifique des comportements,
- Les langages et les techniques de représentation des solutions réelles,
- Les outils et les démarches de conception des produits.

La mise en œuvre d'un Projet pluritechnique encadré⁹ (PPE) au dernier semestre de la classe terminale constitue à la fois une synthèse des apprentissages et la découverte par l'action des

⁸ Logiciel de dessin qui permet de concevoir des objets en trois dimensions (3D) et de les visualiser à l'aide d'images fixes ou animées et selon différents angles de vue.

⁹ Particularité des sciences de l'ingénieur, le PPE tout comme les séances de travaux pratiques est assuré par un duo formé par un professeur de génie électrique et un professeur de génie mécanique, qui, même s'ils se partagent la classe, interviennent simultanément dans un même laboratoire.

démarches et méthodes pratiquées dans le monde industriel. La disparition de l'étude structurelle des fonctions de l'électronique résume bien la nouvelle orientation de ces programmes.

Dans cette continuité et dans le cadre de la « réforme du lycée », les nouveaux enseignements d'exploration de « sciences de l'ingénieur » et de « création et innovation technologique » en seconde valorisent, en 2010, les supports essentiellement virtuels (salles équipées d'ordinateurs complétés par des dispositifs expérimentaux simples). Cette nouveauté devrait permettre, au prix d'une nouvelle réduction horaire¹⁰ (cf. figure 1), d'accroître le nombre d'établissements proposant des enseignements à caractère technologique et ainsi de drainer davantage d'élèves vers les formations supérieures scientifiques. Ces enseignements ont en commun de s'appuyer sur les acquis des programmes de Technologie du collège et le recours aux technologies de l'information et de la communication, et sur des thématiques communes (la mobilité, le sport, la santé, l'habitat, l'énergie, la communication, la culture et les loisirs, les infrastructures, la bionique, la dématérialisation des biens et des services). Des études de cas organisées par groupe d'élèves donnent lieu à des présentations devant la classe. Ces enseignements se différencient par les objectifs et les compétences abordées.

- L'enseignement d'exploration Sciences de l'Ingénieur a pour objectif de faire découvrir les relations entre la société et les technologies, dans les domaines des produits manufacturés pluritechnologiques ou de l'habitat et des ouvrages. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit, à un moment donné, est conçu et réalisé, à quel besoin il répond et quel est son impact dans la société et sur l'environnement. Les activités proposées aux élèves (analyse de systèmes, exploitation de modèles, initiation aux démarches de conception...) permettent d'aborder les compétences et démarches telles que « approfondir la culture technologique, représenter, communiquer, simuler, mesurer un comportement ».
- L'enseignement d'exploration Création et Innovation Technologiques permet de faire le lien avec d'autres disciplines, pour appréhender l'impact de toute innovation technologique sur les évolutions sociétales et environnementales. Il s'agit pour l'élève de découvrir pourquoi et comment un produit s'inscrit dans une évolution technologique, à partir de quelles découvertes, inventions et innovations technologiques il est apparu et comment une démarche de créativité est indispensable au développement des innovations technologiques. Les activités proposées aux élèves (analyse des évolutions de plusieurs générations de produits, échange au sein d'une structure pour expliquer et convaincre...) permettent d'aborder les compétences et démarches telles que « Appréhender les bases d'une culture de l'innovation technologique, Mettre en œuvre une démarche de créativité, Communiquer ses intentions ».

Les programmes du baccalauréat pour 2011¹¹ mettent l'accent sur les défis à relever dans les prochaines décennies (accès à l'eau, à l'énergie, à l'alimentation, à l'habitat, au transport, à la santé, à l'éducation et à l'information). La nécessité d'assurer un développement durable exige la formation d'ingénieurs et de chercheurs aux compétences scientifiques et technologiques pluridisciplinaires de haut niveau, capables d'innover, de prévoir et de maîtriser les performances des systèmes complexes, en intégrant les grandes questions sociétales et environnementales.

Les contenus d'enseignement se structurent à partir des compétences « analyser, modéliser, expérimenter, communiquer ». Ces quatre compétences, transposables à l'ensemble des domaines scientifiques et technologiques, forment les têtes de chapitres d'un programme se déclinant en compétences terminales attendues. Chaque compétence est définie (contrat d'évaluation) et présentée avec les connaissances et les capacités associées ainsi que le niveau taxonomique. L'étude des produits pluritechniques cède la place à l'analyse des systèmes complexes

¹⁰ Avec 1 h. 30 hebdomadaire, l'horaire est divisé par deux par rapport à l'ancienne ISI (sauf à choisir ces deux enseignements d'exploration, possibilité offerte par la réforme)

¹¹ Les propositions de programmes sont en cours de consultation au moment où nous écrivons ces lignes. La version définitive à paraître prochainement ne devrait cependant pas s'éloigner de ces propositions.

pluritechnologiques. Les capacités associées aux connaissances sont dispensées à partir de tout ou partie d'un système, disponible sous forme matérielle ou virtuelle et défini par un dossier technique.

Le dessin disparaît définitivement au profit des outils numériques devenus incontournables. Le « retour » des asservissements (abandonnés en 2001 pour alléger les programmes) et le développement de la partie réseaux informatiques sont également remarquables. L'étude des matériaux est renforcée¹² et associée à une vision globale de leur géo-économie (ressources, coûts, empreinte carbone due au transport et à la mise en œuvre). Le couple de professeurs qui encadrent le projet comprend dorénavant à côté du professeur de sciences de l'ingénieur, un professeur de « *Mathématiques ou de Sciences Physiques Chimiques Fondamentales et Appliquées ou de Sciences de la Vie et de la Terre* ». En devenant pluridisciplinaire, le projet renforce ainsi la dimension scientifique du « Bac. SI ».

Rédigé de façon plus générale (aucun nom de composant électrique ou mécanique n'y figure), le programme de sciences de l'ingénieur laisse entrevoir la possibilité de l'émergence d'un type nouveau de professeur, en charge des sciences de l'ingénieur, à l'image des professeurs de mécanique pour l'essentiel, qui enseignent les sciences industrielles en classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs. Ainsi, le rapport de jury des épreuves de l'agrégation de mécanique de 2009 précise à l'attention des futurs candidats « *...il n'est plus possible d'ignorer que la conception globale des systèmes fait appel tout autant aux connaissances des systèmes de commande, électroniques programmables ou non, qu'à celles des chaînes d'action mécanique...* »

4. Discussion et enjeux

Par la description des contenus prescrits et de leurs configurations, la recherche en cours présentée révèle les évolutions de l'enseignement technique puis technologique progressivement insérées dans le système disciplinaire de l'enseignement secondaire. Cette évolution indique la disciplinarisation qui s'effectue par des contenus de plus en plus scientifiques et par l'émergence puis la consolidation d'une filière d'excellence. L'École Normale Supérieure de l'enseignement technique¹³ (ENSET) puis l'ENS Cachan qui forme les « maîtres du technique » ont joué à cet égard un rôle décisif. Ses professeurs de mécanique, issus de ses propres rangs ou des Arts et Métiers, ont majoritairement préparé le « Bac. Technique ». Dans une sorte d'autoreproduction, ils développent et enrichissent une culture technique à la française, ils forgent l'enseignement technique avec son modèle pédagogique (Pelpel, 2000) et « construisent » les disciplines technologiques.

À l'instigation d'inspecteurs généraux, cette disciplinarisation progressive est rendue possible par la création des agrégations de mécanique (1968) et de génies industriels (1975) et la création des CAPET de fabrication mécanique (1971) et de génie électrique (1972) qui valorisent ainsi les « disciplines d'atelier ». Ce processus est plus global puisqu'il concerne également les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) dont l'évolution est actuellement en cours d'étude. En ce sens, l'introduction des sciences de l'ingénieur lors de la réforme des CPGE de 1995 s'articule avec les nouveaux programmes du « Bac. S » Techniques industrielles de 1992.

Simultanément l'identité disciplinaire se définit. En effet, parallèlement à la diminution progressive des horaires d'atelier puis à la disparition définitive de l'usinage, l'enseignement

¹² Sont étudiés les propriétés et les modèles comportementaux des matériaux métalliques, céramiques, organiques, composites et nano.

¹³ De nombreux professeurs des Écoles Normales Nationales d'Apprentissage (ENNA) qui forment à partir de 1945 les professeurs de Centre d'apprentissage sont passés par l'École Normale de l'Enseignement Technique (ENET), puis par l'ENSET après 1948, époque où n'existait pas la reconnaissance donnée par l'agrégation.

technologique recourt davantage aux méthodes scientifiques et vise l'acquisition de connaissances décloisonnées. Analyse systémique, approche globale et concrète, pédagogie de projet deviennent les maîtres mots d'une discipline en train de s'installer. L'émergence récente des sciences de l'ingénieur confirme cette orientation, où l'étude des produits pluritechniques cède progressivement la place à l'analyse des systèmes complexes pluritechnologiques.

Toutefois, ce mouvement de disciplinarisation s'accompagne en parallèle de la constitution de la voie professionnelle, considérée comme une voie de relégation (Troger, 2006). La constitution progressive de la voie générale et technologique conduit à mettre en évidence une question particulièrement vive. Elle concerne la fonction de l'enseignement technologique dans l'évolution contemporaine du système éducatif français et la prolongation des études supérieures. En effet, la double mission de formation et d'orientation est remise en question.

En ce sens, un des points aveugles de la recherche en éducation, lié au faible nombre de recherches, concerne ces problèmes des missions de l'enseignement technologique, de ses enjeux pour le développement économique et des publics qu'il accueille. En effet, la fonction initiale de cette voie, qui assurait l'accueil des élèves soucieux du rapport au réel et leur apportait la promotion sociale largement étudiée dans les années 1970-1980, semble présenter moins d'intérêt pour les recherches contemporaines, alors que l'orientation vers les filières scientifiques et l'accueil des filles représentent des enjeux sociaux importants.

5. Bibliographie

- Académie des sciences. (1980). *Les sciences mécaniques et l'avenir industriel de la France. Rapport au président de la République*. Paris : la documentation française.
- Cartonnet, Y. (2002). Proposition d'un schéma d'organisation des formations de concepteurs à l'analyse des systèmes techniques : Pystile. *Aster*, 34, 157-180.
- Charlot, B. & Figeat, M. (1985). *Histoire de la formation des ouvriers 1789-1984*. Minerve : Paris.
- Develay, M. (1993). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : ESF.
- Groupe des industries métallurgiques de la région parisienne. (1986). *Vers une maîtrise sociale du parcours productif (brochure)*. Neuilly : Gim.
- Hamon, C. (2009). Graphismes techniques : tâches, nature et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, 48, 39-62.
- Lebeaume, J. & Cartonnet, Y. (2004). *Séminaire de didactique des disciplines technologiques. Bilan des recherches en didactique des disciplines technologiques*. Cachan 2001-2002. Paris : Association Tour 21.
- Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique. Histoires et méthodes*. Paris : ESF.
- Pelpel, P & Troger, V. (2001). *Histoire de l'enseignement technique (réédition)*. Paris : L'Harmattan.
- Pelpel, P. (2000). Pratiques et modèles pédagogiques de l'enseignement technique. *Revue Française de Pédagogie*, 131, 43-53.
- Reuter, Y. (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Tanguy, L. (2000). Histoire et sociologie de l'enseignement technique et professionnel en France : un siècle en perspective. *Revue Française de Pédagogie*, 137, p 97-127.
- Troger, V. (2006). Les enseignements techniques et professionnels : la part d'ombre du système scolaire. In J. Beillerot & N. Mosconi (Dir.), *Traité des sciences et des pratiques de l'éducation*, (pp. 243-253). Paris : Dunod.