

LES SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES ET LEUR EVALUATION DANS LES BTS

Le diplôme national du brevet de technicien supérieur a été créé par l'arrêté du 2 août 1962 (RLR 544-4 b). Le premier BTS créé semble être celui de Biologie le 1^{er} juin 1967. Le décret n° 95-665 du 9 mai 1995 établit définitivement son caractère de diplôme national de l'enseignement supérieur.

La sophistication croissante de l'appareil de production ou des services a conduit à une augmentation considérable des spécialités et du nombre des diplômes professionnels au cours de ces trente dernières années. Les conséquences de cette croissance sur le fonctionnement de l'institution mettent en question des procédures et concepts qui ont peu évolué en trente ans.

Dans un premier temps, le but de cette étude est de faire un bilan des contenus enseignés en BTS dans les divers domaines fondamentaux ou appliqués des sciences physiques et chimiques.

Il s'agit également de rechercher les voies de simplification des procédures d'évaluation en vue de la délivrance du diplôme.

Il n'est pas nouveau de s'interroger sur le poids excessif que fait peser sur l'institution le mode de délivrance actuel des diplômes tant dans l'évaluation terminale que dans l'organisation de celle-ci.

Par ailleurs, au delà des mesures qui permettraient à l'institution de continuer à assumer sa mission de délivrance des diplômes de BTS, il convient de réfléchir au renforcement à la place des sciences appliquées dans la formation du technicien supérieur (voies industrielles ou de laboratoire). A la charnière des savoirs fondamentaux et des applications, les sciences physiques doivent en effet mettre en valeur leur unité profonde et la puissance des modèles physiques dans la démarche du technicien supérieur tout en évitant un émiettement de la connaissance qui ne permet pas les adaptations ultérieures des connaissances.

Nota : Pour des raisons de reprographie, le présent rapport ne comporte en annexes qu'une partie des documents produits au cours de cette étude. Le présent texte et la totalité des documents produits existent sous forme numérisée.

LES CONSTATS

1. UNE FORTE CROISSANCE DU NOMBRE DES DIPLOMES.

La volonté permanente d'adapter la formation professionnelle dispensée par l'Education nationale à une évolution rapide des moyens de production et du contexte économique, a conduit à une accumulation considérable de programmes et règlements d'examen sur une période de plus de 30 ans. Les procédures d'élaboration des référentiels définissant les différents métiers se sont améliorées au fil du temps mais sans que dans le domaine des "savoir associés" une vision unifiée des objectifs ne se dégage, notamment dans le domaine des sciences physiques. Certains BTS exigent un niveau conceptuel élevé, pour d'autres, les demandes faites aux sciences physiques ont parfois du mal à s'élever au dessus du niveau d'un baccalauréat professionnel.

1.1. Les facteurs d'inflation des diplômes sont nombreux.

Sous l'effet de la demande des employeurs, parfois d'entreprises privées isolées de toute chambre syndicale, le nombre de BTS s'accroît chaque année¹.

Parfois l'inflation se situe en amont dans le système éducatif. On peut s'interroger sur la nécessité de créer (en 1998) un baccalauréat de génie optique alors que le baccalauréat technologique ne conduit plus, en principe, à l'entrée dans la vie active et qu'une série très voisine (STL spécialité PLPI) dispensant une large culture générale scientifique et technique, pouvaient satisfaire le projet de ces élèves et la demande des familles. Une spécialisation précoce ne manque pas d'induire un accroissement de la spécialisation des BTS avec les effets dommageables que l'on connaît l'adaptation ultérieure des connaissances et des compétences.

Il arrive que les établissements eux-mêmes soient à l'origine du phénomène et demandent la création d'un diplôme de BTS à partir des besoins ponctuels et parfois provisoires d'une entreprise locale. En outre, la création d'une section post – baccalauréat valorise l'établissement et crée une dynamique.

La spécialisation est également souhaitée par certains professeurs qui y voient une reconnaissance de leur place au niveau post - baccalauréat. C'est accessoirement un moyen de protéger une situation d'enseignement plus confortable que d'autres. C'est peut-être, de façon inconsciente une protection contre l'évolution rapide des sciences et techniques : en restreignant le champ enseigné, on diminue l'effort d'adaptation.

1.2. Le suivi des diplômes.

L'impact sur l'institution de cette croissance rapide ne se limite pas à la mise au point de nouveaux diplômes.

Les progrès des sciences et techniques, le développement de la formation continue et la nécessaire prise en compte des acquis professionnels ont pour conséquence un accroissement du rythme de révision des référentiels d'activités professionnelles, des référentiels de certification et donc des programmes d'enseignement. Lors du Colloque de Lille en septembre 1999, les professionnels estimaient à cinq ans le délai maximum entre deux révisions successives d'un diplôme professionnel.

¹ Il ne semble pas que les BTS devenus obsolètes ou délaissés par les étudiants soient l'objet d'études sérieuses en vue de leur fermeture.

2. LES SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DANS LES DIFFERENTS BTS

Les sciences physiques et chimiques sont présentes dans plus de 75 BTS. Les classifications qui suivent sont souvent étroitement liées aux partages disciplinaires qui ont cours dans l'enseignement scolaire et qui ne correspondent pas nécessairement aux disciplines universitaires. Les classifications ont pour but de simplifier l'approche des problèmes : elles ne présentent aucun caractère de rigidité.

1.1. Les trois types d'intervention des sciences physiques et chimiques.

Selon la spécialité professionnelle, le poids des sciences physiques peut être plus ou moins important dans le programme et l'évaluation des connaissances. On peut tenter diverses classifications qui ne sont pas neutres vis-à-vis de la définition des profils de postes en vue de la nomination des professeurs.

On distingue généralement trois types de BTS.

Type 1 : Les BTS où les sciences physiques et chimiques constituent l'essentiel des matières professionnelles : Chimiste, Physique du laboratoire et des procédés industriels (ex-« physicien »), Contrôle industriel et régulation automatique (CIRA). Leur rénovation est pilotée par le groupe des sciences physiques et chimiques de l'inspection générale.

L'enseignement des sciences physiques dans ces BTS est suffisamment spécifique pour nécessiter une définition de postes à profil afin d'y nommer les enseignants jugés compétents à l'échelle nationale.

Type 2 : Les BTS où les sciences physiques et chimiques constituent une part importante de l'enseignement professionnel : électronique, électrotechnique, traitement de matériaux, mécanique et automatismes industriels (MAI), génie optique, biochimiste... Lors de la rénovation de ces diplômes ou de la création de diplômes de la même catégorie, les sciences physiques et chimiques devraient être étroitement associées à la procédure puisqu'elles correspondent au socle des connaissances fondamentales.

Type 3 : Les BTS où les sciences physiques et chimiques sont, pour l'essentiel une discipline d'enseignement général : conception et réalisation de carrosseries, hygiène et propreté, industrie papetière, architecture d'intérieur... Elles apparaissent comme une discipline « de service » avec un horaire faible et un coefficient à l'examen faible ou très faible. L'analyse d'un certain nombre de programmes montre que l'approche technologique et l'approche scientifique pourraient être mieux harmonisées.

Lors de la rénovation ou la création d'un tel diplôme, les besoins doivent être communiqués en temps et heure au groupe d'Inspection générale des sciences physiques et chimiques qui élabore le programme.

1.2. L'approche par le métier.

On peut aussi distinguer entre BTS tertiaires et BTS industriels selon l'importance de la composante service : métiers de l'eau, hygiène-propreté-environnement, stylisme de mode... sont rattachés au « domaines technico-professionnels des services » (références 31099 à 34302) alors que les autres sont rattachés aux « domaines technico-professionnels de la production » (références 20001 à 25513) selon la classification établie par l'ancienne Direction de l'enseignement supérieur. Les BTS du domaine des services représentent environ 20% des BTS ayant une épreuve de sciences physiques.

On pourrait penser que les sciences physiques et chimiques sont indispensables à tout BTS ayant un rapport avec les matériaux. Il n'en est rien : le BTS Constructions métalliques (réf. 25408) ne comporte pas de programme de sciences physiques pas plus que le BTS Technico-commercial option bois et dérivés (réf. 23407).

2.3. La notion de discipline et ses conséquences.

Les sciences physiques et chimiques recouvrent un ensemble très varié de disciplines : "l'électricité appliquée", la chimie, la physique, l'instrumentation industrielle, la régulation, les automatismes, le génie chimique.

Les disciplines scientifiques universitaires se sont progressivement différenciées depuis le XVIII^e siècle. Le processus s'est sensiblement accéléré au cours des cinquante dernières années.

Les disciplines d'enseignement scolaire ont plus ou moins suivi tout en adoptant une voie qui leur était propre. Ce fait n'est pas spécifique à la France : les allemands distinguent entre les disciplines académiques, *Fachwissenschaft* (ou *academische Bezugdisziplin*) et celles d'enseignement *Schulfach* [1]. Dans tous les cas, ces partages ne sauraient rester figés.

C'est ainsi que la licence d'électronique, électrotechnique, automatismes (EEA) peut effectivement conduire au CAPES de Physique et électricité appliquée ou bien à l'une ou l'autre des options du CAPET de Génie électrique. Selon les diplômes de BTS un même domaine de la connaissance peut relever d'un professeur de physique appliquée ou de génie électrique, de chimie ou de biochimie.

Il faut toutefois attirer l'attention sur quelques effets indésirables : le rattachement des professeurs à une discipline spécifique avec ses conséquences sur les services n'a peut être pas été étranger à certaines répartitions d'horaires et de contenus lors de la création ou de la rénovation des diplômes. De même, on peut s'interroger sur les raisons qui ont fait apparaître dans certains programmes les mêmes rubriques, libellées dans des termes pratiquement identiques à la fois dans le programme de sciences physiques et celui de sciences et techniques industrielles.

3. LES PROGRAMMES DE SCIENCES PHYSIQUES

3.1 La disponibilité de l'information.

Malgré certains efforts la documentation reste peu accessible. La gestion électronique de ces documents devrait faire l'objet d'une attention particulière.

3.1.1. Les versions papier

Se procurer les textes du programme, horaires et règlement d'examen d'un diplôme de BTS est souvent consommateur de temps et suppose quelques talents d'archiviste, voire d'historien. Il suffit de se procurer certains textes pour constater, d'après la typographie, qu'ils remontent à plus de 20 ans, ce que confirme la date de « publication » lorsqu'elle est disponible.

Malgré l'effort de clarification réalisé au moment de la mise aux normes des diplômes de l'enseignement professionnel, les brochures dites « bouton d'or » ne concernent pas tous les BTS.

Un texte officiel devrait être largement diffusé et facilement disponible or l'expérience montre que le moyen le plus sûr d'obtenir le texte d'un BTS est de s'adresser au rectorat qui pilote la production des sujets de ce diplôme. Cela le met donc hors de portée de la plupart des acteurs et plus encore du public qui est censé ignorer où les sujets sont produits.

2.1.2. Les versions électroniques

Alors que les textes des programmes et horaires sont saisis depuis plus de 10 ans à l'aide de logiciels de traitement de textes, il est parfois difficile de savoir qui dispose d'une version numérisée même partielle d'un programme.

Il serait utile de prévoir une normalisation des supports numérisés ainsi qu'un mode d'accès et de diffusion clair et connu. La remarque est loin d'être anodine si le rythme actuel de rénovation des diplômes doit passer d'une moyenne de 10 ans à 5 ans.

La gestion des documents ne semble avoir fait l'objet d'aucune étude technique et rien ne vient, pour l'instant, confirmer une quelconque volonté de gestion professionnelle.

Heureusement, il arrive qu'à l'initiative des pilotes de la rénovation de certains BTS et grâce aux structures d'animation mises en place par certains bureaux (DESCO A10) des documents apparaissent sur certains sites nationaux [2] sous la forme de fichiers téléchargeables.

3.2. Une logistique insuffisante et une organisation perfectible dans la création ou la rénovation des diplômes

Sous la responsabilité de la DLC puis de la DESCO, les Commissions Professionnelles Consultatives sont chargées d'organiser les groupes de travail de la rénovation des diplômes professionnels.

Les rénovations et créations de diplômes se sont déroulées à un rythme élevé (plus d'une dizaine par an certaines années) selon une procédure qui mériterait d'être davantage clarifiée et dont les calendriers restent trop souvent confidentiels.

La production des programmes de BTS a longtemps été gérée de façon artisanale sans que les méthodes aient sérieusement évolué depuis l'époque où l'on mettait en chantier un ou deux BTS par an. Si les structures de concertation étaient bien mises en place théoriquement les conditions de travail sont restées parfois chaotiques. Les hasards du calendrier et les demandes pressantes des différents protagonistes conduisaient à un rythme de réunion incompatible avec la production et la transmission des documents papier.

Un temps suffisant devrait être laissé aux différents groupes de l'inspection générale lorsqu'un programme relevant de leurs disciplines leur est demandé. Les associer de façon souple dès le début des opérations de rénovation ou de création de diplômes irait dans le bon sens.

Parfois des professeurs sollicitent les inspecteurs afin qu'ils participent à une rénovation de diplôme mise en route par les seules organisations patronales (cas récent de Peintures, encres et adhésifs et Plastiques et composites). Il y a là une difficulté d'organisation et de programmation qui ne va pas dans le sens de la qualité.

On peut seulement espérer que la généralisation du courrier électronique associée à une meilleure programmation des opérations permettra un pilotage plus efficace et une meilleure consultation des professeurs enseignant dans les BTS en rénovation.

3.3. Une épreuve de BTS sans programme et des enseignements sans épreuve.

Si un enseignement ne se réduit pas nécessairement à son évaluation, il est parfaitement admissible qu'un enseignement de sciences physiques ne soit pas évalué à l'examen : c'est le cas du BTS d'Economie sociale et familiale ou du BTS Communication visuelle.

En revanche, il est plus curieux de constater que le règlement d'examen du BTS Charpente - couverture définit une épreuve de sciences physiques alors qu'il n'y a pas de programme officiel dans cette discipline pourtant enseignée.

4. LA PRODUCTION DES SUJETS DE BTS

L'étude porte non pas sur les sujets eux-mêmes mais sur le processus de production et de validation. L'épreuve écrite ou pratique ponctuelle terminale étant la règle, la procédure de production, de choix

et de vérification des sujets n'a guère évolué depuis 30 ans mais a bénéficié d'une codification de plus en plus détaillée.

4.1. L'inflation du nombre des sujets

Le nombre des sujets à produire ne se réduit pas aux 75 BTS. En effet, plusieurs BTS présentent de 2 à 4 options : c'est en fait 11 sujets supplémentaires qui doivent être préparés. Si l'on tient compte de la nécessité d'actualiser les sujets de secours, en théorie, **172 sujets** doivent être produits et/ou vérifiés chaque année en sciences physiques. Il est fréquent qu'un sujet comprenne entre 10 et 14 pages.

La multiplication et la différenciation des séries du baccalauréat, l'apparition du baccalauréat professionnel ont conduit à des phénomènes du même ordre. Même en tenant compte de la création du corps des IA-IPR, le nombre des inspecteurs n'a pas été multiplié par 100 en 30 ans.

Le concept de diplôme national et le partenariat avec le monde professionnel impliquent une garantie de qualité et de niveau par l'Etat : la phase de vérification par les corps d'inspection semble incontournable. Elle constitue pourtant un goulot d'étranglement auquel il faudra porter remède d'une façon ou d'une autre.

4.2. L'inflation de la longueur des sujets

Malgré les avertissements et demandes réitérées par les corps d'inspection et les recteurs, l'inflation dans la longueur des sujets d'examens est une donnée constante : au BTS Audiovisuel, 4 options donnent lieu à 8 sujets (normal et secours) de 12 pages chacun. Il faut donc produire pour un seul BTS et une seule discipline 96 pages de sujets.

Le caractère trop lourd ou trop complexe de certaines épreuves professionnelles a déjà fait l'objet d'une étude de la DES [3].

4.3. Une qualité des propositions de sujets souvent médiocre

Comme le souligne l'inspection générale dans ses rapports successifs, trop rares sont les enseignants possédant une réelle culture de l'évaluation.

La population des enseignants de certaines STS constitue dans certaines sections un vivier insuffisant pour y trouver des auteurs de sujets de qualité sur une longue durée. Cela pose la question de l'existence d'un nombre minimal de sections sur le territoire national pour la passer à la procédure d'élaboration des sujets toute sa signification.

Il serait souhaitable que les commissions de choix des sujets travaillent dans la continuité d'une année à l'autre : des statistiques, des documents de travail, des annales devraient pouvoir être transmis quand la responsabilité de la production du sujet est transférée à une autre académie. Le travail souvent important et de qualité fourni par les enseignants qui participent à l'élaboration ou au choix des sujets doit être mieux reconnu. Les sujets d'examen peuvent influencer durablement la façon d'aborder certaines rubriques du programme. D'une façon générale, une certaine professionnalisation des commissions de choix semble souhaitable.

4.4. Des divisions des examens qui évoluent très lentement

4.4.1. Des conditions de travail difficiles

Malgré leurs efforts les DIVEC ne sont généralement pas en mesure d'offrir aux inspecteurs généraux des conditions de travail compatibles avec la nature de la tâche : les locaux mis à disposition sont, le trop souvent inadaptés à un travail intellectuel. Une documentation scientifique de base (dictionnaires, tables de constantes) est le plus souvent absente.

4.4.2. Une technicité souvent insuffisante des personnels

Le progrès des sciences et des techniques et des moyens d'enseignement conduisent à des sujets riches en dessins et graphiques, en documents annexes tirés des documentations industrielles qui accroissent le travail de reproduction et de vérification.

L'équipement en matériel, logiciels spécialisés et parfois la formation du personnel peinent à suivre.

A la suite des remarques des inspecteurs, certaines divisions des examens ont entrepris un louable effort de formation des personnels et d'équipement matériel et logiciel mais cela reste bien insuffisant au regard des besoins et du progrès des techniques.

4.5. Des risques inutiles

La confidentialité des sujets exige naturellement que des personnels titulaires et stables soient impliqués dans la production des sujets. Il n'en est pas toujours ainsi.

4.6. Une procédure de validation des sujets inapplicable

Les étapes de la production des sujets obéissent au même calendrier dans tous les rectorats : la disponibilité des inspecteurs ayant mission sur plusieurs académies du fait de leur spécialité ou de leur grade apparaît faible vue de chaque rectorat. Il n'est pas rare qu'un inspecteur consacre deux mois pleins par an à la seule vérification des sujets.

La procédure de validation est née d'une pratique remontant à une époque où le nombre de sujets de sciences physiques était peu différent du nombre des inspecteurs généraux de la discipline. La note de service n° 96-075 (BO n° 13 du 28 mars 1996 pp. 985) relative aux épreuves écrites du BTS stipule que « le bon à tirer est daté et signé **par l'inspecteur général** de l'éducation compétent, qui engage par là sa responsabilité devant le ministre quant à la qualité du sujet ».

Il en résulte qu'**en sciences physiques**, compte tenu :

- du nombre de sujets d'examens à vérifier dans la période qui s'étend du 6 janvier au 1^{er} mars,
- de la dispersion géographique des centres de production,
- de la qualité scientifique, pédagogique ou typographique souvent insuffisante des sujets proposés
- du nombre des inspecteurs généraux en charge des différentes spécialités,

il est **impossible de satisfaire totalement et à la lettre les dispositions de la circulaire**.

4.7. Des renseignements indispensables et pourtant indisponibles

Peu de rectorats sont en mesure de présenter à l'inspecteur général un dossier sur les sessions passées de l'examen : résultats statistiques par épreuve, par académie, sujets. Comment peut-on espérer piloter un sujet sans information en retour, en particulier garantir, selon les termes de la note de service précitée que « le sujet peut être traité par un candidat de niveau moyen dans le temps imparti » ?

Compte tenu du nombre des BTS, cette appréciation repose presque entièrement sur la qualité du professeur d'essai. Il faut cependant remarquer que :

- dans beaucoup de « petits BTS », le renouvellement des enseignants est important,
- tous les enseignements ne sont pas attribués sur mouvement particulier.

4.8. BT et BTS

4.8.1 Un gaspillage notable d'énergie

L'inflation du nombre des sujets de BTS n'a pas été compensée par la disparition des brevets de techniciens. Les BT devaient être progressivement intégrés dans des options des baccalauréats technologiques à l'exemple du BT contrôle et régulation qui a été intégré en 1993 au baccalauréat de la série STL Physique du laboratoire et des procédés industriels.

En réalité, pour le seul SIEC, 12 sujets de sciences physiques sont demandés en vue de la session 2000 dans les spécialités suivantes :

Industries céréalières	: 6 candidats au plan national
Production et utilisation des cuirs et peaux	: 2 ”
Electroplastie	: 11 ”
Agencement	: 15 ”

Dans tous les cas, la procédure d'élaboration des sujets est aussi mobilisante que pour un sujet de BTS. Compte tenu des engagements des IA-IPR sur le terrain des réformes en cours au lycée, il n'est plus possible de continuer à valider les procédures actuellement suivies qui mobilisent à l'excès les corps d'inspection.

Il est à noter que certains de ces BT coexistent avec des BTS rares de spécialité identique ou voisine : Industries céréalières (3 sections) , Industries du cuir (1 section), Agencement – finition (1 section).

4.8.2. Les premiers remèdes.

L'élaboration de la présente étude a conduit certaines divisions des examens à réagir positivement aux propositions du groupe de sciences physiques de l'inspection générale, avec l'appui de la DESCO. Dans les centres où coexistaient l'élaboration de BT et BTS de spécialités voisines, il a été possible d'apporter une simplification en adoptant les mêmes questions au BT et en début de sujet de BTS.

4.9. Le concept de diplôme national

Le concept de diplôme national sur épreuves ponctuelles est mis à mal dans deux cas : celui des très petits nombres de sections et celui des grands nombres de sections

4.9.1. Les petits nombres de sections.

Au plan national, vingt BTS totalisent entre 0,5 et 3 divisions par année d'étude, dans un ou deux établissements.

Les spécialités et programmes sont tels que, le plus souvent, le professeur de la section est à la fois auteur du sujet, membre de la commission de choix et professeur d'essai La confidentialité du sujet n'est elle pas un leurre quand il n'existe qu'une seule section de la spécialité sur le territoire national, quand les auteurs, et professeurs d'essai d'un même type de sous - épreuve très spécialisée se connaissent tous ?

L'examen terminal s'apparente davantage à une modalité du contrôle continu. Il conviendrait d'en tirer les conséquences.

4.9.2. Les grands nombres de sections

Quelques BTS présentent des nombres importants de sections par année d'études.

Electrotechnique : 165 ; Electronique : 141 ; Mécanique et automatismes industriels : 114

L'organisation de l'oral implique l'existence de regroupements d'académies lors des épreuves orales ou pratiques. Ces jurys décentralisés rendent virtuelle l'existence d'un jury unique et réduisent le caractère national du diplôme.

5. Une organisation des épreuves trop complexe.

L'inflation relevée plus haut en sciences physiques n'est que le faible reflet d'un phénomène qui affecte l'ensemble des disciplines et l'organisation globale des épreuves.

Une analyse des durées globale d'épreuves menée sur 61 BTS montre que les candidats doivent passer entre 16,8 heures et 71 heures d'épreuves ponctuelles pour obtenir leur BTS. En moyenne cette durée d'épreuves est de 28,2 heures.

Il n'y a dès lors rien d'étonnant qu'après avoir relevé 31 incidents sur les sujets de session 1999, l'étude [3], conclue : « ...ce bilan , de la session d'examen 1999 du BTS met en évidence une organisation d'épreuves ponctuelles de plus en plus complexes, difficiles à gérer par les rectorats et dont la valeur nationale pourrait ne plus être assurée. »

6. Une évolution des contenus et des méthodes peu compatible avec une épreuve ponctuelle.

L'informatique est omniprésente dans le métier du technicien :

- Programmation d'automates
- Utilisation de logiciels d'aide à la conception
- Maîtrise des outils de simulation
- Gestion d'installations industrielles (génie des procédés physico-chimiques)
- Réseaux industriels
- Banques de données, CAO, DAO

L'épreuve ponctuelle en temps limité interdit pratiquement le recours à des logiciels de haut niveau : le temps nécessaire à la programmation dépasse largement le cadre horaire de l'épreuve. Dans de nombreux métiers il est demandé aux techniciens ou aux ingénieurs d'être rapidement productifs sur des logiciels professionnels : aucune épreuve ponctuelle ne peut mesurer actuellement la capacité d'adaptation à un logiciel ou un matériel nouveau, qualité pourtant essentielle dans les entreprises et laboratoires.

On peut penser que l'épreuve professionnelle de synthèse pourvoit à ce type d'évaluation. Cela n'est pas toujours certain, car les sujets en sont très variés et peuvent se limiter à une petite partie de l'activité du futur technicien.

L'épreuve écrite ponctuelle doit alors se limiter à des problèmes dont la solution analytique est rapidement accessible, ce qui peut conduire à une classe limitée de problèmes stéréotypés, ou bien renoncer à évaluer, ce qui peut amener les étudiants à négliger cette partie, pourtant essentielle de leur formation. La remarque peut également s'appliquer de façon diversifiée à d'autres niveaux d'études.

LES ACTIONS ENTREPRISES EN 1999-2000

1. CONSTITUTION DE BASES DE DONNEES

Un premier souci a été de disposer et mettre à disposition de l'ensemble des inspecteurs concernés un maximum de renseignements exploitables en puisant à toutes les sources disponibles.

1.1. Les données de la D.E.S.

Depuis 1995, la liste des implantations de sections de techniciens supérieurs n'est plus publiée au BO. Heureusement, la Direction de l'enseignement supérieur s'est attachée à recenser les différentes STS à partir des fichiers remontant des académies. Il a ainsi été possible non seulement de connaître les implantations des BTS publics ou privés mais également le nombre des sections ainsi que les taux de réussite par académie.

L'existence d'une nomenclature par clé numérique permet de gérer efficacement les bases de données.

1.2. Programmes, horaires, règlement d'examen

1.2.1. La collecte des documents

La quête des programmes, horaires et règlements d'examen est beaucoup plus longue et difficile, ces documents n'étant que partiellement publiés au BO. Elle n'est pas achevée à l'heure actuelle.

La coopération des IA-IPR a été essentielle pour collecter l'information et la numériser : souvent les secrétariats dont ils disposent dans les académies ont pu faire des saisies de l'essentiel des textes. Les DIVEC ont parfois coopéré. Le travail de numérisation mené par le CNDP a été également exploité.

L'objectif est de réaliser un CD-ROM qui servira d'outil de travail à tous ceux qui sont impliqués dans les procédures de création et de rénovation de BTS ainsi que ceux qui interviennent aux différentes étapes de production des sujets. Actuellement 55 des 75 BTS impliquant des sciences physiques à l'examen sont partiellement ou totalement sous forme numérisée.

La documentation papier couvre l'ensemble des 75 BTS mais des lacunes subsistent, notamment sur les BTS les plus récents.

1.2.2. L'analyse des horaires et règlements d'examens.

Une analyse des durées et coefficients des épreuves a été faite sur 61 BTS. Les sciences physiques y représentent en moyenne 10% de l'horaire d'enseignement et 9% des points à l'examen.

Les courbes figurant en **ANNEXE I** font état d'un horaire hebdomadaire calculé en moyenne sur les deux années de préparation. Les valeurs des coefficients à l'examen ainsi que la part des horaires de sciences physiques sont en général évalués en %. La durée moyenne de l'horaire hebdomadaire d'enseignement d'un élève de STS, toutes disciplines confondues a été prise égale à 33 h.

La figure 1 fait apparaître que le poids relatif de la discipline à l'examen est en moyenne plus faible que le poids de son horaire d'enseignement. Cela peut s'expliquer notamment par l'existence d'une épreuve professionnelle de synthèse.

Dans un autre mode de représentation (fig. 2), on peut chercher à représenter chaque BTS par le couple de valeurs (coefficient relatif, horaire relatif). On constate que malgré une dispersion non négligeable, les coefficients croissent de façon assez linéaire avec les horaires sauf dans trois cas notables pour lesquels le temps que l'étudiant consacre aux sciences physiques semble mal pris en compte à l'examen : Génie optique, Productique textile et Génie des matériaux.

La durée moyenne des épreuves est de 2,25 heures. Jusqu'à 6 heures d'enseignement, la durée de l'épreuve croît avec le temps d'enseignement. Comme on pouvait s'y attendre, à partir de 6 heures hebdomadaire d'enseignement, la durée moyenne de l'épreuve évolue peu autour de 4 heures (fig. 3). Le coefficient de l'épreuve, rapporté à l'heure d'enseignement (fig. 4) est assez dispersé en dessous de 4 heures d'enseignement mais la tendance générale est une décroissance (de type exponentiel) du coefficient horaire quand la durée d'enseignement augmente. En simplifiant, on pourrait dire que plus l'horaire d'enseignement augmente et plus l'importance **relative** de l'épreuve diminue.

1.3. La capitalisation d'expérience

Conformément à une remarque, déjà faite, la connaissance des épreuves passées et des résultats correspondants autorise un pilotage en boucle fermée qui seul permet de détecter les évolutions et les dérives. Il n'est nul besoin d'être automaticien pour comprendre l'importance d'une telle rétroaction. Il semble pourtant que cette culture de base ait du mal à s'imposer chaque examen étant géré de façon indépendante des résultats obtenus aux sessions précédentes. La notion de « capitalisation d'expérience » dont l'industrie a bien compris l'importance reste sous-exploitée. En cas de mutation des personnes, de migration du sujet vers une autre académie, les savoir faire ne sont pas nécessairement transmis ; il en est parfois de même des sujets de secours inutilisés.

Dans ces conditions, on ne s'étonnera pas de l'extrême difficulté rencontrée dans la collecte des sujets, notamment sous forme électronique dont les DIVEC sont, en principe, les seules détentrices. On pourrait suggérer qu'il soit fait obligation aux DIVEC de transmettre les versions électroniques des sujets des sessions passées à une banque de données nationale qui les rendrait accessibles et téléchargeables.

Cela suppose également une grande rigueur dans la gestion des documents électroniques : on peut suggérer qu'un des objectifs de la formation permanente des personnels chargés de la saisie et/ou de la gestion des sujets soit d'apprendre à gérer de façon professionnelle les versions successives d'un même document. Mis au point par les informaticiens depuis plus de 30 ans, les procédures et logiciels ont largement fait la preuve de leur efficacité.

Il a néanmoins été possible de rassembler 50 sujets de la session 1999, principalement sous la forme papier.

2. UNE ETUDE DE FAISABILITE DE CERTAINS REGROUPEMENTS DE BTS

2.1 Des précédents

Par une conception modulaire des programmes et un travail de fond sur les règlements d'examen entrepris depuis plusieurs années, les mathématiciens sont parvenus à limiter de façon considérable le nombre de sujets de BTS produits chaque année. Un effort analogue a été entrepris en anglais.. L'économie d'échelle réalisée porte aussi bien sur le temps de personnels hautement qualifiés (inspecteurs, professeurs) que sur les moyens (frais de déplacement).

Au baccalauréat professionnel, les programmes de sciences physiques et chimiques bénéficient d'une conception modulaire mais l'impact sur le nombre de sujets est moins évident.

Il semble aller de soi qu'une tentative analogue vaille la peine d'être tentée en sciences physiques compte tenu du nombre de sujets en jeu. L'expérience a montré que, pour des raisons tant théoriques que pratiques, cet optimisme doit être tempéré.

1.3. Le découpage des programmes en modules

La difficulté de l'entreprise tient à la diversité des textes, des concepteurs (parfois étrangers aux sciences physiques) et surtout à la diversité des dates auxquelles ont été conçus les programmes. En trente ans, la science, la technique, l'enseignement des sciences physiques ont beaucoup évolué .

Deux groupes de travail restreints, un pour la physique, un pour la chimie ont néanmoins entrepris de regrouper *certain*s BTS par familles après une analyse détaillée des contenus. Sont *a priori* écartés de cette première tentative les BTS aux contenus trop complexes ou spécifiques (types 1 et 2 définis au paragraphe 2.1.)

On trouvera en **ANNEXE II** un court extrait de la liste des 23 modules et sous modules correspondants qui couvrent le champ des sciences physiques et chimiques en BTS. Bien que très avancé, ce travail reste provisoire et susceptible d'être amendé en fonction des cas particuliers rencontrés et des remarques qui seraient faites lors d'une consultation plus large.

1.4. Les regroupements

A chaque BTS peuvent être rattachés un ou plusieurs modules. Le niveau d'approfondissement de chaque module peut être différent selon le BTS : 2 niveaux notés 1 (élémentaire) et 2 (moyen) ont été distingués. En électricité, on peut prendre comme référence de ces niveaux le baccalauréat de génie mécanique (niveau 1) et celui de génie électrique (niveau 2).

L'exemple présenté en ANNEXE III n'est qu'un petit extrait du tableau complet. On remarque les indications de regroupement ainsi que le niveau estimé (1 ou 2) auquel doit être abordé le contenu.

Les regroupements actuellement repérés sont :

R1 : Bâtiment ; Enveloppe du bâtiment : façades – étanchéité ; Etude et économie de la construction ; Productique bois et ameublement ; Travaux publics

R2 : Hygiène - propreté – environnement ; Métiers de l'eau ; Plastiques et composites ; Qualité dans les industries alimentaires et les bioindustries

R3 : Conception de produits industriels ; Industries céréalières ; microtechniques ; productique mécanique

R4 : Conception et réalisation de carrosseries ; moteurs à combustion interne

R5 : Industries graphiques : communication graphique ; Industries graphiques : productique graphique

R6 : Art céramique ; Art textile et impression ; Stylisme de mode

R7 : Charpente- couverture ; Systèmes constructifs bois et habitat

R8 : Opticien lunetier ; Génie optique

R9 : Analyses biologiques ; Biochimiste ; Biotechnologie

On notera que les BTS d'un même regroupement ne se rattachent pas nécessairement à la même famille de métiers, ce qui est cohérent avec la composante de culture générale scientifique et technique de la discipline.

1.5. Les conséquences sur les examens

Si les modules permettent de trouver un dénominateur commun à plusieurs BTS, ils ne recouvrent pas nécessairement la totalité du champ disciplinaire de chaque BTS. Il peut subsister des contenus très

spécialisés dans un ou plusieurs BTS. Ces contenus irréductibles sont limités en nombre et en quantité : leur existence ne suffit probablement pas à disqualifier la procédure choisie.

Il est, en effet possible de concevoir des sujets d'examens dont, par exemple, 80 % des questions sont communes. L'économie porte sur la plus grande partie du sujet tandis que la spécificité est sauvegardée dans 20 % de l'épreuve.

2. LES PROPOSITIONS TRANSMISES A LA D.E.S.

1. L'organisation traditionnelle.

La répartition des charges d'examen fait l'objet de négociations souvent délicates entre les DIVEC des différents rectorats et la Direction chargée de répartir la responsabilité des sujets. Le souci de l'équilibre des charges entre les services rectoraux et peut prendre le pas sur la cohérence pédagogique ou financière : c'est ainsi que le BTS Charpente – couverture est attribué à l'académie de Strasbourg alors que la seule section existante est dans l'académie de Besançon.

Traditionnellement, la gestion des examens de BTS est répartie entre les DIVEC sans séparation des disciplines : toutes les épreuves d'un même BTS sont gérées par le même rectorat

Si cette organisation peut offrir quelques avantages en permettant une vue globale de l'examen, elle présente plusieurs inconvénients notables :

- L'examen n'est pas nécessairement implanté dans l'académie où exercent les professeurs jugés les plus compétents dans la discipline et la spécialité. Cela peut imposer de faire venir d'autres académies la totalité des protagonistes (auteurs de sujets, membres des commissions de choix, et surtout professeurs d'essai).
- Dans la pratique, compte tenu du nombre des sujets et de leur dispersion géographique, la présidence de la commission de choix est le plus souvent déléguée à l'IA-IPR de la discipline. Sa spécialisation (chimie, électricité...) ne coïncide pas nécessairement avec la spécialité du BTS. Il est très souhaitable de demander à un chimiste d'animer une commission de choix de sujets sur une épreuve de chimie organique et à un spécialiste de physique appliquée d'animer une commission sur une épreuve d'électrotechnique.
- Une difficulté du même ordre apparaît lors de la vérification du sujet et la signature du bon à tirer par l'inspecteur général. A ce niveau d'exigences, il ne peut y avoir confusion des spécialités.
- Une telle organisation est peu compatible avec un regroupement des sujets de sciences physiques qui seraient communs à plusieurs BTS.

Il faut ajouter que le groupe de sciences physiques et chimiques de l'inspection générale n'est pas consulté sur les implantations géographiques des sujets et n'est avisé que tardivement (souvent à la rentrée). Les contraintes propres au groupe ne sont donc guère prises en compte.

2. La proposition du groupe de sciences physiques et chimiques.

En février 2000, le groupe de sciences physiques et chimiques de l'Inspection générale a fait une proposition d'implantation détaillée pour la session 2001.

La proposition tenait compte des facteurs évoqués plus haut.

Elle limitait autant que possible les changements d'implantation au prix d'un déplacement des propositions de sujets communs à plusieurs BTS. Les seules contraintes réelles portaient sur :

- les dates d'épreuves de sciences physiques nécessairement communes aux BTS d'un même regroupement.
- Le découplage entre la fabrication des sujets des autres disciplines et ceux de sciences physiques

3. La réponse de la DES

On trouvera ci-dessous quelques extraits de la réponse datée du 19 mai et faisant référence à une réunion tenue le 5 avril.

« Le projet de répartition des charges d'élaboration des sujets de physique pour la session d'examen 2001 ..n'a pu être présenté aux divisions des examens et concours pour application...

Dans ce contexte de stabilité et d'équilibre des charges et en raison de la mise en place récente des regroupements en mathématiques et en langue vivante, la mise en place d'une conception des sujets de physique dissociée des autres sujets de spécialité n'a pas semblé opportune....

Or le projet soumis, très intéressant dans son principe implique l'investissement de plusieurs académies et ne répond que partiellement à l'exigence de simplification de l'élaboration des sujets.

....Dans cette optique, un groupe de travail pourrait être mis en place afin d'étudier les modifications susceptibles de permettre de nouveaux regroupements. Une nouvelle répartition des charges pourrait être proposée pour 2002 ou 2003. »

LES ACTIONS QUI POURRAIENT ETRE ENTREPRISES

Dans un contexte pédagogique, scientifique, technologique, économique qui évolue vite, l'immobilisme apparaît comme la pire des solutions. On peut envisager différents niveaux d'évolution.

1. Suppression de sujets spécifiques de sciences physiques dans les BT « résiduels »

De nombreuses solutions existent pour remédier au gaspillage [5]

- Supprimer cet anachronisme par intégration des BT dans les baccalauréat technologiques ou professionnels les plus proches.
- Concevoir des sujets de BTS de même spécialité que le BT de façon à ce que les premières questions puissent être considérées comme épreuves de BT. Cela suppose que l'élaboration des sujets de BTS et de BT correspondants puisse être rapprochée dans une même académie.
- Imaginer des procédures d'évaluation excluant le contrôle ponctuel terminal quand les effectifs globaux sont inférieurs à 40 étudiants.
- Il n'est pas nécessaire d'évaluer toutes les disciplines enseignées pendant la préparation. Les sciences physiques, si elles sont nécessaires dans le métier concerné seront implicitement évaluées lors des épreuves professionnelles.

2. Réexamen des méthodes de travail et de la procédure de validation des sujets

Du temps peut être gagné en évitant au moins partiellement le déplacement des inspecteurs dans les différentes divisions des examens. A l'exemple de ce qui est pratiqué par l'Organisation du Baccalauréat International (IBO) les dossiers sous enveloppe scellée pourraient être acheminés par une société de transport spécialisée (Chronoposte, DHL...) et remis en mains propres à l'inspecteur qui les renverrait, une fois renseignés, par les mêmes moyens.

Dans un deuxième temps, si les compétences existaient dans les DIVEC les dossiers pourraient être cryptés et transmis directement sur la boîte électronique de l'inspecteur après une numérisation par scanner des pièces sur support papier (généralement les copies des professeurs d'essai).

Il ne semble pas qu'aucune de ces solutions ait été étudiée pour l'instant.

La simple existence de la note de service évoquée en 4.6. induit certains recteurs [6] à penser qu'elle est applicable dans tous les cas et à toutes les disciplines : afin de dissiper tout malentendu, il est important de rendre ce texte conforme aux réalités.

3. Etude d'autres solutions

On ne doit pas s'interdire d'envisager toutes les solutions permettant de désengorger le système.

3.1. Introduire une composante de contrôle continu dans la certification

Un nombre non négligeable de spécialités de BTS possède trois sections ou moins. Le petit nombre d'intervenants dans la production des sujets rend la certification actuelle peu différente d'un contrôle continu. Si le contrôle continu pouvait être appliqué partiellement ou intégralement un certain nombre d'épreuves ponctuelles disparaîtraient.

3.2. Supprimer les épreuves ponctuelles terminales pour tous les BTS

Les BTS sont des diplômes professionnels sanctionnant deux années d'études après le baccalauréat. Les sections de techniciens supérieur sont rattachées, pour leur gestion à la Direction de

l'enseignement supérieur. On peut se demander ce qui ferait obstacle à ce que les BTS bénéficient du même traitement que des diplômes de niveau comparable : les DUT .

Pour ces derniers, le règlement d'examen [7] est suffisamment simple pour être cité in extenso :

« Le diplôme universitaire de technologie est décerné aux étudiants qui ont obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10 sur 20 sur l'ensemble des matières affectées de leur coefficient, y compris les projets tutorés et les stages, et une moyenne égale ou supérieure à 8 sur 20 dans chacune des unités d'enseignement. Le jury peut proposer la délivrance du diplôme universitaire de technologie dans les autres cas ».

3.3. Reporter le contrôle de qualité des sujets a posteriori

Si l'on tient à maintenir un contrôle ponctuel terminal, il est toujours possible de n'opérer les contrôles qu'en aval, une fois la session passée. En limitant les vérifications à un petit nombre de sujets, on permet à l'Inspection générale de jouer son véritable rôle d'évaluation du système éducatif en séparant l'activité de production de celle d'évaluation. Il devient possible d'effectuer des études thématiques et de consacrer du temps à faire évoluer les pratiques de l'évaluation ponctuelle.

Il ne faut pas dissimuler que les points 3.1. et 3.2. supposent résolus les cas des candidats libres et de l'enseignement privé hors contrat. Dans ces cas ne serait-il pas possible de rechercher une articulation avec la formation continue ?

CONCLUSION

A l'évidence, la diversification de l'enseignement professionnel supérieur doit être maîtrisée dans ses procédures de validation. La dépense de moyens financiers et intellectuels consacrée à cette tâche n'est sans doute plus compatible avec les nombreuses autres tâches assignées au système éducatif. D'autres méthodes de validation des diplômes nationaux mériteraient d'être étudiées. Des choix devront être faits qui affranchiront le système éducatif des méthodes et procédures nées de façon pragmatique il y a plus de trente ans et jamais remises en question par la suite.

Enfin, la question du contenu et des méthodes de l'enseignement scientifique en sections de techniciens supérieur devrait pouvoir être étudiée avec l'idée de garantir une capacité d'adaptation du futur technicien supérieur et de permettre des poursuites d'études au niveau le plus élevé. Dans cette perspective, le rôle des sciences appliquées dans la formation du futur technicien supérieur devrait être renforcé et repensé.

ANNEXE I

Comparaison horaire - coefficient à l'examen (sur 61 BTS)

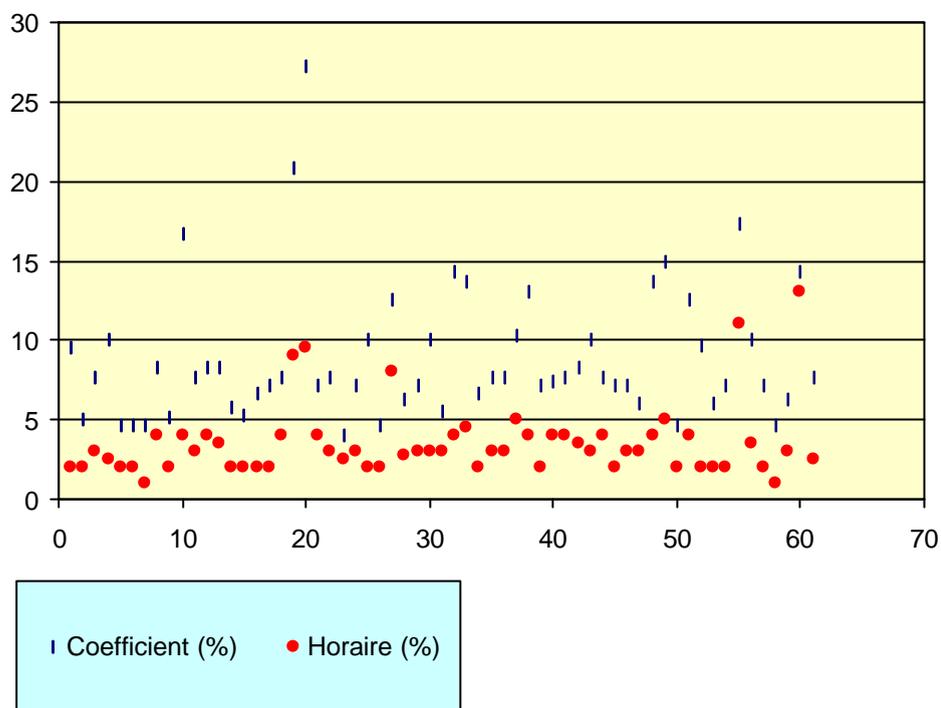


Fig. 1

Heures d'enseignement de sciences physiques et importance à l'examen (61 BTS)

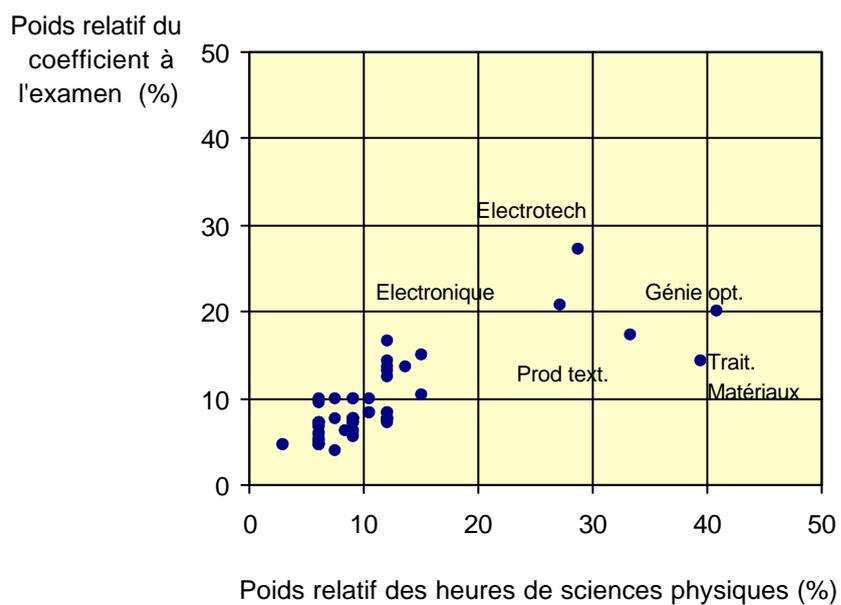


Fig. 2

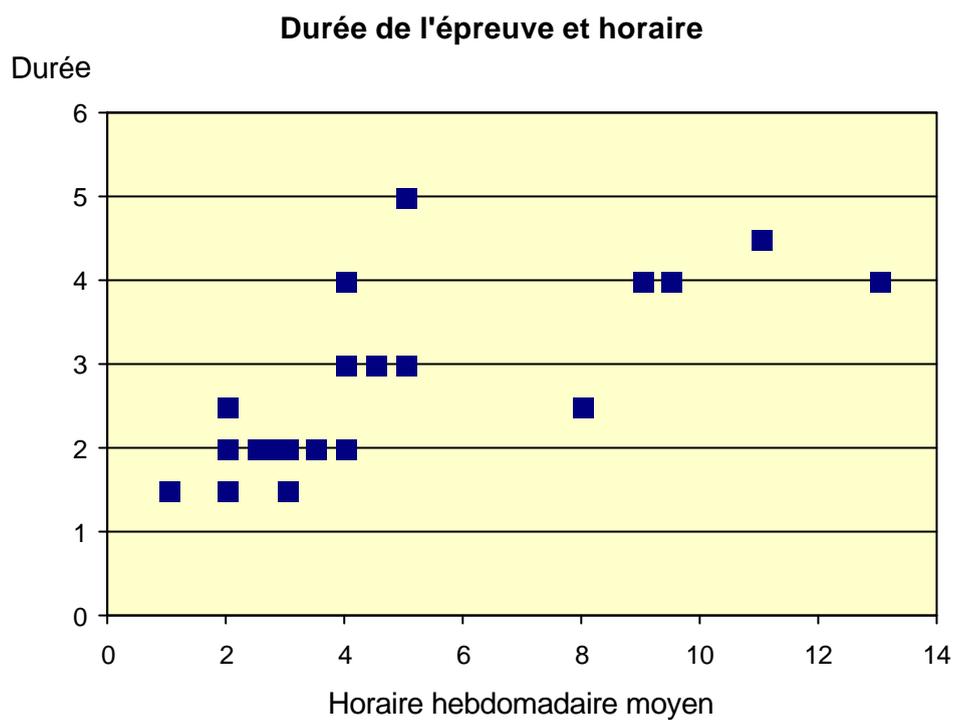


Fig. 3

Coefficient à l'examen et horaire moyen (sur 61 BTS)

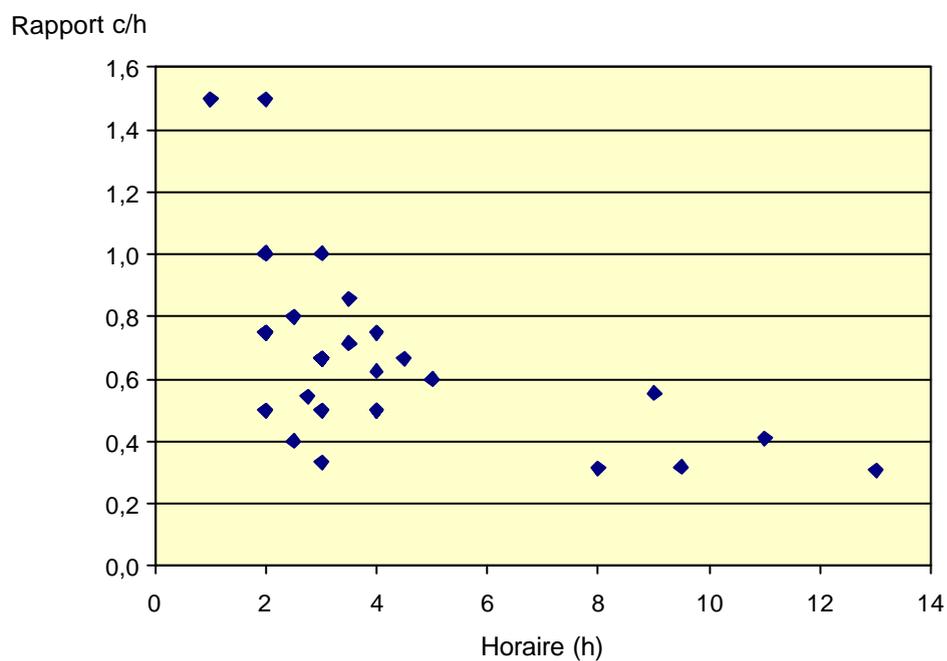


Fig. 4

ANNEXE II

EXTRAIT DE LA LISTE DES MODULES

MODULE M 1 : ELECTRICITE GENERALE

Sous module M 1A : Lois fondamentales

- Electrostatique
- Electrocinétiq ue
- Electromagnétisme

Sous module M 1B : Régimes variables

- Régimes transitoires
- Régimes périodiques
Généralités
Régime sinusoidal monophasé
Régime sinusoidal triphasé

MODULE M 3 : ELECTRONIQUE NUMERIQUE

Sous module M 3A : Fonctions logiques de base

- Logique combinatoire
- Logique séquentielle

Sous module M 3B : Traitement numérique du signal

- CAN/CNA
- Acquisition de signaux
- Structure d'une chaîne numérique

MODULE M 4 : TRANSDUCTEURS

Sous module M 4A : Présentation générale

- Principes physiques mis en œuvre
- Quelques réalisations

Sous module M 4B : Les capteurs dans une chaîne de mesures

- Mise en œuvre et performances de quelques capteurs
- Régulation

MODULE M 5 : CONVERTISSEURS D'ENERGIE

Sous module M 5A : Principes de bases

- Convertisseurs statiques
- Convertisseurs tournants
- Quelques associations

Sous module M 5B : Convertisseurs de type industriel

- Fonctionnement (MLI, réversibilité, ...)
- Exemples d'application

Sous module M 5C : Asservissements

MODULE M 13 : NOTIONS FONDAMENTALES

Sous module M13 A : Atomistique

- atomes, ions
- différents types de liaisons chimiques
- liaisons inter et intramoléculaires
- édifices

Sous module M13 B : Généralités

- classification périodique
 - conservations de la matière et de la charge
 - équation bilan
-

MODULE M 14 : CHIMIE ORGANIQUE : STRUCTURES

Sous module M14 A : Formules brutes et développées planes

- chaînes linéaires et ramifiées
- isomérisation
- nomenclature

Sous module M14 B : Structures tridimensionnelles

- conformation
 - configuration
 - stéréochimie
 - représentations diverses
-

MODULE 17 : POLYMERES

Sous module M17 A : généralités sur la polymérisation

- motif, monomère
- polymérisation, polycondensation, exemples
- autres polymères

Sous module M16 B : propriétés et applications

- relation structure propriété
 - polymère thermodurcissable
 - polymère thermoplastique
 - domaines d'utilisations
-

MODULE M22 : METALLURGIE

Sous module M22 A : élaboration des métaux usuels

- minerais ; triage
- élaboration par réactions chimiques
- élaboration par électrolyses
- purification et affinage

Sous module M22 B : métallurgie du fer et d'alliages non ferreux

- diagrammes binaires de refroidissement
- diagrammes fer-cémentite et fer-carbone
- eutectiques, eutectoi des, péritectiques
- aciers, fontes...
- Trempe, recuit, revenu...
- Courbes TTT
- Propriétés physiques et mécaniques

ANNEXE III

EXTRAIT DU TABLEAU DES BTS

BTS	Regr	Module M1 : Electricité générale		Module M2 : Electronique analogique			Module M3 : Electronique numérique		Module M4 : Transducteurs		Module M5 : Convertisseurs d'énergie		
		A	B	A	B	C	A	B	A	B	A	B	C
Agencement de l'environnement architectural													
Agro-équipement				1									
Aménagement finition			1	1			1	1	2				
Analyses biologiques	R9												
Architecture intérieure				1				1					
Art céramique	R6												
Art textile et impression	R6												
Assistance technique d'ingénieur													
Assistant en création industrielle		2	2	2	2	1		1	2		2		
Audiovisuel (4 options)													
Bâtiment	R1	1	1	1				1	1			2	
Biochimiste	R9		2	1					1		1		
Biotechnologie	R9			1				1					
Charpente- couverture	R7			1				1	1				
Chimiste													
Communication visuelle													
Conception de produits industriels	R3												
Conception et réalisation de carrosseries	R4		2						2		2		
Construction navale		1	2								2		
Constructions métalliques											2		1

REFERENCES

- [1] Gutachten zur Vorbereitung des Programms « Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts ». Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, p. 18 , ISBN 3-9806109-0-X , Bonn 1997.
- [2] Site du réseau national STL : http://artic.ac-besancon.fr/reseau_STL.
- [3] Brevets de technicien supérieur, Présentation des systèmes de formation, DES A8, octobre 1999.
- [4] Communication privée R. Mairot, IA-IPR à Besançon.
- [5] Lettre du Doyen du groupe de sciences physiques et chimiques au Directeur de l'Enseignement scolaire, 5 juin 2000.
- [6] Lettre du Recteur de Lille à Madame la Doyenne, 16 mars 2000.
- [7] BO hors série n° 7 du 30 juillet 1998 . Programmes pédagogiques nationaux des instituts universitaires de technologie.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Note d'information 98.10 mai 1998, Les sections de techniciens supérieurs 1997-1998, Direction de la programmation et du développement.
- 2 Note d'information 99.21 juin 1998, Les sections de techniciens supérieurs 1998-1999, Direction de la programmation et du développement.
- 3 Brevets de technicien supérieur, Grilles horaires, règlement d'examen, octobre 1999
Direction de l'enseignement supérieur.
Bureau des formations courtes professionnalisées. Octobre 1998.