

Un test de rentrée à l'Université

Gérard REBMANN

Université Denis Diderot-Paris 7
Laboratoire de Didactique de la Physique dans l'Enseignement Supérieur
Tour 24 - 2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05, Case 7021, France.

Résumé

Depuis 1987, l'Université Paris 7, maintenant dénommée Denis Diderot, propose un test de rentrée informatisé, destiné aux étudiants des DEUG scientifiques. Ce test d'autoévaluation, dont la fonction principale est de fournir un diagnostic pour inciter à des révisions, a été renouvelé en profondeur en 1994.

Le présent article propose une analyse de l'opération, tant dans ses buts que dans les modalités de réalisation. Les principales étapes ainsi que les choix essentiels sont explicités. L'intérêt de ce test réside dans l'immédiateté et la spécificité du diagnostic ainsi que dans la qualité du dialogue étudiant-enseignant, susceptible de s'instaurer à l'issue du diagnostic.

Mots clés : *mécanique, physique, autoévaluation, test informatisé, université.*

Abstract

Since 1987, the Paris 7 University, now called Denis-Diderot, has proposed a computer test for freshmen entering the sciences. The main goal of this self-assessment test is to provide a diagnosis in order to incite students to review the subjects they are weak in. The test was thoroughly restructured in 1994.

This paper offers an analysis of the operation, in terms of goals and usage. The main stages and the essential choices are explicitly given. The main properties are the instantaneous and specific diagnosis and also the quality of the exchange between professor and student, arising after diagnosis, at the very end of the test.

Key words : *mechanics, physics, self assessment, computer test, university.*

Resumen

Desde 1987, la Universidad Paris 7, ahora llamada Denis Diderot, propone un test de ingreso computarizado, destinado a los estudiantes de DEUG científico. Este test de autoevaluación donde la función principal es de dar un diagnóstico para incitar a las revisiones, ha sido renovado profundamente en 1994.

El presente artículo propone un análisis profundo de la operación, tanto en sus propósitos como en las modalidades de realización. Las principales etapas así como las selecciones esenciales son explicitadas. Las principales cualidades residen en lo inmediato y la especificidad del diagnóstico así como en la cualidad del diálogo estudiante-enseñante, susceptible de instalarse como resultado del diagnóstico.

Palabras claves : *mecánica, física, autoevaluación, test computarizado, universidad.*

1. INTRODUCTION

La population des étudiants qui arrivent à l'université en DEUG scientifiques (Sciences de la Matière ou SM, et Mathématiques et Informatique appliquées aux sciences ou MIAS), est des plus hétérogènes. Jusqu'en 1994, elle était constituée d'étudiants provenant de baccalauréats de séries différentes (C, D, E, F, étrangers...) ; les nouveaux programmes et la refonte du baccalauréat font qu'elle le restera encore après 1995, car les étudiants auront suivi des enseignements de spécialités dont les contenus et les niveaux seront très liés aux lycées d'origine. De plus un taux non négligeable de «bacs antérieurs», de baccalauréats (ou équivalents) étrangers et d'étudiants en reprise d'études, contribue à cette hétérogénéité.

D'un côté, chaque étudiant possède un titre qui lui permet l'accès à l'enseignement supérieur et s'attend plus ou moins à ce que ses connaissances et son savoir-faire soient adaptés à l'enseignement qu'il va recevoir.

De l'autre côté, les enseignants de l'université pensent que leurs étudiants possèdent bien évidemment les connaissances dites de «base». Ils sont plus ou moins confortés dans cette idée par la présence dans leurs travaux dirigés (TD) d'étudiants aux compétences conformes à leurs espoirs ; ces derniers ne sont pas majoritaires.

Le problème essentiel tient à ce que les deux points de vue qui viennent d'être énoncés ne sont, en pratique, absolument pas compatibles.

L'enseignant imaginant un «étudiant théorique» ne répondra pas réellement aux besoins des vrais étudiants. Une des fonctions essentielles du test-diagnostic sera de rapprocher les deux points de vue, en donnant aux enseignants une représentation globale de leurs étudiants et en indiquant à l'étudiant, assez précisément dans un domaine, ce que les enseignants attendent de lui.

La mise en œuvre de cette opération de diagnostic demande une réflexion approfondie, la maîtrise de l'outil informatique, une très bonne connaissance du public en plus de la compétence «ordinaire» sur le contenu (Rebmann et al., 1988). En pratique, ceci s'obtient par la constitution d'une équipe motivée et représentative des enseignants, autour d'un projet bien défini.

2. LE TEST

Les principales fonctions du test sont le diagnostic de lacunes et d'incompréhensions en physique (essentiellement en mécanique), l'accueil des nouveaux étudiants et la contribution à une statistique de résultats globaux, destinée aux enseignants.

2.1. Les conditions de passation du test

Le public et le calendrier du test sont parfaitement définis. Il s'agit des étudiants qui arrivent à l'université, en première année de DEUG sciences SM ou MIAS. Les étudiants sont convoqués au test à l'occasion des inscriptions pédagogiques. Ils sont donc déjà inscrits dans les groupes de TD lorsqu'ils passent le test. Cette organisation leur garantit que celui-ci n'a pas d'aspect sélectif. Plusieurs centaines d'étudiants doivent passer le test dans un temps assez bref, entre l'inscription pédagogique et la reprise des cours.

On y consacre la semaine qui précède cette reprise, la séance de test étant présentée comme une première séance de TD. Des moyens importants en salles et machines sont mis à disposition. En pratique, à Paris 7, trois salles de seize places chacune sont utilisées pendant quatre jours. Les étudiants sont convoqués toutes les deux heures par groupes de TD. Ils sont accueillis par un enseignant en charge de l'opération, aidé par des enseignants de la section. Les machines disponibles sont au moins des PC type 386 couleur, avec souris.

2.2. Le contenu du test

Les questions abordées dans le test ne seront d lib r ement pas détaillées ici de manière à éviter des effets pervers ultérieurs (entraînement d'élèves) ; toutefois, en voici les grandes lignes.

VECTEURS	Angles et projections Sommes et différences Produit scalaire écriture algébrique du poids d'une masse m
CINÉMATIQUE à une dimension	Lecture de graphe $x(t)$ Grandeurs caractéristiques d'un mouvement périodique Trajectoire Vitesse et accélération
CINÉMATIQUE à deux dimensions	Mouvement circulaire (�quations paramétriques) Calcul et saisie graphique de vecteurs vitesse et accélération
DYNAMIQUE	Action-réaction Chute libre Mouvement et vitesse initiale Montgolfière (�quilibre et mouvement uniforme)

Le test porte sur les vecteurs, la cinématique et la dynamique du point matériel. Certaines notions comme les unités ne sont pas explicites dans le tableau mais sont réparties dans les différentes sections du test. C'est également le cas de certains «outils mathématiques» comme les dérivations de fonction ou de vecteurs ou l'utilisation des graphes de fonctions.

Ce test comporte 53 items dont certains demandent plusieurs éléments de réponse. Il fournit un score global sur 65 points. La plupart des questions sont assez classiques quoique souvent présentées de manière inhabituelle, elles demandent finalement une bonne maîtrise du contenu pour y répondre compl tement. Plusieurs des notions abordées font appel à des raisonnements étudiés en didactique de la physique, c'est notamment le cas de l'algébrisation des grandeurs physiques (Rebmann & Viennot, 1994) ou de l'action-réaction (Viennot, 1982). Des confusions force-vitesse (Viennot, 1979) peuvent être mises en évidence à l'occasion de plusieurs questions. Enfin les changements de représentations avec passage du cadre graphique au cadre algébrique ou l'inverse sont également utilisés. L'accent est mis sur le sens physique, sur l'interprétation de graphe.

2.3. L'interactivité

La réalisation informatique à l'aide du système auteur DUO Plus de DDTEC a permis une présentation agréable, avec des formes de questionnement variées (QCM, désignation, association, saisie de texte, saisie de vecteur), ce qui évite toute lassitude. Une programmation événementielle a facilité le recours à des aides contextuelles et aux consignes ainsi que l'adaptation à un public hétérogène, tant du point de vue de la physique que de celui de la pratique de l'outil informatique. Enfin les outils d'analyse de réponse du système ont permis de programmer une catégorisation des erreurs. On peut ainsi enregistrer les réponses et leurs interprétations, ce qui facilite les interprétations ultérieures (diagnostic ou statistiques).

Après chaque réponse la machine indique si celle-ci est exacte ou fautive mais ne donne pas la solution exacte. Toutefois pour certaines questions, l'ordinateur fournit des éléments de solution. En cas d'erreur, on s'efforce de fournir un commentaire en rapport avec l'erreur commise. Il s'instaure ainsi une certaine forme de dialogue. La machine attribue des points à chaque réponse et fournit à la fin un «score» global et un score par partie, qui permettent aux étudiants de provenances différentes de se situer les uns par rapport aux autres. Cet aspect qui contribue à l'émulation est assez prisé par les étudiants. Il a même été réclamé par certains. La distinction entre score et note est subtile, elle peut paraître superflue ou artificielle, mais une note possède en France une connotation scolaire qui suppose qu'il convient d'obtenir la moyenne pour être dans la norme ; or, comme les notions testées ici relèvent de prérequis, la moyenne n'est pas pertinente.

Pour des raisons pratiques (convocation par groupe), la durée du test est limitée, toutefois cette limitation n'est pas gênante car très supérieure à la durée moyenne (90 minutes pour 70 minutes en moyenne environ). De plus, au début de chaque question, l'indication du temps restant est accessible sur demande de l'étudiant, elle n'est pas affichée en permanence, et toute question abordée est achevée : il n'y a ainsi pas de débranchement intempestif pendant une réponse.

2.4. L'aspect diagnostic

À la fin du test, la machine fournit un diagnostic individualisé, sous la forme de conseils incitant à revoir les notions qui ont constitué des obstacles au cours du test. Outre les parties annoncées (vecteurs, cinématique, dynamique), le diagnostic révèle le cas échéant, des problèmes

avec l'algébrisation des grandeurs physiques, les ordres de grandeurs, les unités, la trigonométrie, la dérivation des fonctions trigonométriques, l'utilisation des graphes. Le manque d'attention et la lenteur peuvent également être décelés. Techniquement, on réalise ce diagnostic en associant un compteur à chacune de ces notions ; ces compteurs sont incrémentés lorsque le type d'erreur reconnu correspond à la notion. Ainsi une question peut incrémenter des compteurs différents selon le type d'erreur faite dans la réponse. Un élément du diagnostic (conseil) est présenté chaque fois que son compteur dépasse un seuil fixé, environ au tiers de la totalité des erreurs susceptibles d'incrémenter le compteur.

L'accent est mis sur la prise de conscience par l'étudiant de ses propres problèmes, qu'il lui faudra résoudre par lui-même. Les solutions peuvent être individuelles (travail personnel), utiliser l'entourage (travail en groupe, aide à la maison) ou être fournies par les établissements (tutorat de suivi, groupe de soutien...). Ces problèmes ne consistent pas nécessairement en des lacunes ; l'intérêt et la motivation pour une matière se refl teront aussi, d'une certaine manière, dans le résultat du test qui pourra alors constituer une information utile en vue d'une (r )orientation volontaire.

L'intérêt premier du diagnostic est la prise de conscience, par l'étudiant, de ses lacunes en termes assez précis. Les notions abordées dans le test ne sont pas compliquées mais demandent une bonne maîtrise des concepts et une bonne mobilisation des connaissances. Le niveau de pratique est autant en cause que le contenu. C'est notamment le cas pour les vecteurs où le physicien attend surtout une opérativité efficace de la notion, espérant souvent qu'une compréhension approfondie ne sera que le fruit d'une pratique acharnée.

Il s'agit donc de tenter de répondre à un problème de communication professeur-élève qui appar it lors du dialogue (stéréotypique) où le professeur demande par exemple : «*Avez-vous étudié les vecteurs ?*». Le problème de communication réside dans le fait que l'élève et le professeur ne mettent pas le même contenu dans cette question : un élève a tendance à répondre «oui» lorsqu'il en a «entendu parlé un jour», tandis que le professeur qui entend ce «oui» pense trop souvent que tout ce qui se rapporte à la notion est donc connu.

La solution retenue consiste à poser des questions assez complètes, c'est-à-dire qui mettent plusieurs aspects d'une notion en cause, éventuellement en la d contextualisant de son environnement scolaire standard, pour s'assurer de sa mobilisation.

2.5. L'aspect accueil

On s'assure qu'à la fin du test, l'étudiant a lu les conseils attachés aux éléments de diagnostic. La pratique (Rebmann et al., 1988) a montré qu'il est utile qu'un enseignant établisse le dialogue avec l'étudiant afin de tempérer ou d'amplifier l'impression laissée par le diagnostic informatisé. Cette fonction n'est pas toujours essentielle, toutefois il faut noter que certains étudiants (avec des scores assez bons) sont abattus parce qu'ils découvrent qu'ils ont oublié ce qu'ils croyaient savoir, tandis que d'autres se satisfont d'un score très moyen et se réjouissent de ne pas avoir fait plus d'erreurs !

Ce dialogue est aussi l'occasion d'orienter les révisions nécessaires en début d'année, de manière spécifique dans chaque section du DEUG, ou bien, en s'appuyant sur l'ensemble des résultats disponibles (test, baccalauréat, résultats de l'année énoncés par l'étudiant), on peut aussi l'inciter à s'inscrire au suivi (tutorat). Les utilisations du test sont à adapter aux structures et aux efforts de chaque établissement.

On distinguera les étudiants «standards» (baccalauréat scientifique de l'année) de ceux qui peuvent avoir suivi des voies plus détournées :

- baccalauréats antérieurs (réorientation, échec en classe préparatoire...),
- étudiants étrangers avec d'éventuels décalages de programmes ou des difficultés linguistiques,
- étudiants en reprise d'études, en provenance de la formation continue.

Tous ces «non-standards» sont souvent révélés par les résultats au test, et un dialogue spécifique peut alors s'instaurer entre eux et l'enseignant. On peut ainsi leur consacrer un peu plus de temps si cela s'avère nécessaire.

Une telle réponse spécifique constitue une forme d'accueil appréciable, compte tenu du nombre total d'individus concernés (environ 400 étudiants passent le test chaque année à Paris 7), elle ne serait pratiquement pas envisageable si on devait recevoir chacun individuellement dans le temps imparti pour l'opération (quatre jours).

2.6. L'aspect statistique

En ce qui concerne les enregistrements en vue de statistiques annuelles, le logiciel fabrique un fichier de résultats constitué, pour chaque étudiant, d'un identifiant non-nominal, de ses résultats à l'écrit du baccalauréat en mathématiques et en physique, puis de ses réponses aux questions du test

ainsi que de renseignements comme le recours à l'aide et le temps mis pour répondre. Enfin un résumé comportant le score aux différentes parties et les compteurs d'erreurs déterminantes pour établir le diagnostic sont enregistrés. Ces traces individuelles assemblées constituent à leur tour un fichier de résultats pour une machine donnée. Le regroupement des résultats des différentes machines est réalisé manuellement.

L'analyse des résultats est menée à l'aide d'un tableur standard, elle fournit une statistique des scores par série de baccalauréat et permet également un accès «plus fin» aux proportions de réponses erronées pour chaque question. Les réponses fausses également enregistrées peuvent révéler les confusions, difficultés ou lacunes les plus fréquentes.

Ces enregistrements permettent d'observer l'évolution des proportions entre différents types d'erreurs, notamment celles induites par des conceptions d'élèves, objets de recherches didactiques.

3. LA RÉALISATION

La réalisation d'un tel test est une opération complexe dont nous allons maintenant décrire les étapes essentielles. Il faut considérer le public et les conditions de l'opération, les buts suivis (cf. 1) et faire un certain nombre de choix fondamentaux.

La réalisation s' st échelonnée sur dix-huit mois environ (  temps partiel). La première année a été consacrée à une construction r fl ch e du questionnement et les six mois suivants à la réalisation du produit informatique.

La première étape consiste à réunir une équipe où chacun poursuit les mêmes buts, partage les mêmes préoccupations et motivations. L'équipe est formée d'enseignants de plusieurs établissements de la région parisienne afin de favoriser la diffusion et rentabiliser ainsi l'investissement intellectuel (voir liste des auteurs du test). La pluralité des auteurs permet aussi de favoriser l'émergence d'un consensus relatif à «ce qu'il est important de savoir...».

Les thèmes sont élaborés en sous-groupes (binômes). Les questionnaires produits, discutés et revus en équipe, permettent de fabriquer un premier questionnaire papier. Celui-ci a été expérimenté à l'occasion du test de rentrée (version antérieure) de septembre 1993 (Rebmann et al., 1990).

Cette étape d'expérimentation permet d'éliminer des questions peu significatives (où tous répondent de manière équivalente) et de constituer des corpus de réponses essentiels pour réaliser des analyses de réponses pertinentes et efficaces.

La réalisation informatique utilise un système auteur (DUOPLUS de DDTEC) qui favorise l'analyse des réponses au fur et à mesure et facilite la catégorisation des réponses et l'interactivité. D'un point de vue technique, le recours à un tel système facilite la mise au point et la maintenance du produit.

Les différentes formes du questionnement sont validées par l'équipe d'auteurs qui contribue également à la mise au point informatique.

La nouvelle version du test a ainsi pu être passée en septembre 1994, à l'université Denis Diderot-Paris 7 (378 étudiants) et pour une section à l'université d'Orsay (207 étudiants) ; les autres établissements en proie à des difficultés de mise en place de la réforme ou de matériel n'ont pas pu faire bénéficier leurs étudiants de cette opération.

4. QUELQUES RÉSULTATS

À titre d'illustration, voici quelques résultats obtenus à Denis Diderot-Paris 7.

4.1. Globalement

Le diagramme 1 présente les histogrammes des scores obtenus. Ils représentent le nombre d'étudiants ayant obtenu un score à l'intérieur d'intervalles de 10 points. Les histogrammes illustrent les résultats pour les différentes sections du baccalauréat (C,D, E et autres) et pour l'ensemble. Le total a été ramené de 65 à 100 pour faciliter la lecture. On note que les séries C présentent un histogramme légèrement décalé vers les meilleurs scores.

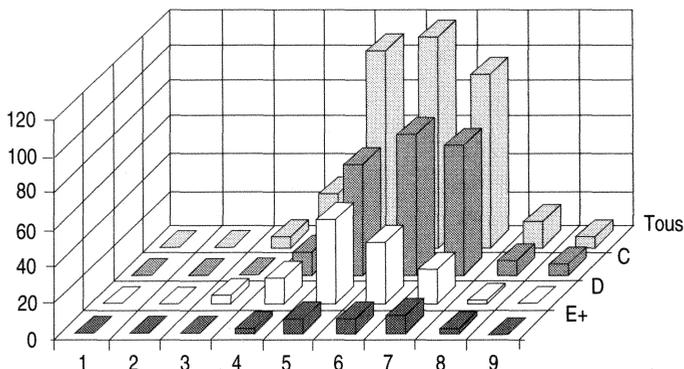


Diagramme 1 : Histogrammes des scores

4.2. Résultats particuliers

On peut également s'intéresser aux résultats obtenus à certaines questions du test. Par exemple, une question porte sur l'algébrisation des grandeurs physiques, qu'on a choisi d'illustrer par l'écriture algébrique du poids d'une masse m . L'énoncé précise : *» On choisit un vecteur unitaire \hat{i} vertical orienté du bas vers le haut ; on note g la mesure algébrique de \mathbf{g} sur l'axe.«*

On constate que 214 étudiants sur 372 (58 %) proposent «- $mg \hat{i}$ » au lieu de « $mg \hat{i}$ ». Il semble que pour eux g est forcément positif. Or, ils ont fait proportionnellement autant d'erreurs que l'ensemble de la population aux questions relatives aux vecteurs qui portent sur des opérations (somme, différence, produit scalaire) où il faut «lire» les vecteurs sur un graphe. Ceci permet de penser que l'erreur incriminée dans cette question est l'expression d'une difficulté supplémentaire, de nature différente, liée à l'algébrisation des grandeurs physiques.

Une autre question relative à la troisième loi de Newton sur l'action-réaction montre que près des deux tiers des étudiants (64 %) sont prêts à renoncer à ce principe pour expliquer une situation de la vie courante...

4.3. Pr dictivit  du test

Afin de comparer les résultats du test avec ceux obtenus en juin aux unités de valeurs de physique de première année, le diagramme 2 présente, en positif, la proportion d'étudiants reçus, et en négatif les proportions d'étudiants ajournés ou ayant abandonné, pour des tranches de scores globaux différents. Les populations des tranches sont comprises entre 42 et 110 individus, pour un ensemble de 360 étudiants suivis.

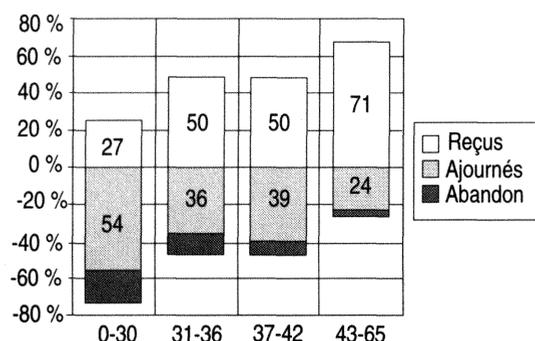


Diagramme 2 : Pourcentage de reçus/ajournés en fonction des résultats du test

On constate que ceux qui obtiennent un score supérieur à 43/65 (ce qui correspond dans le diagramme 1 à 66/100) ont une probabilité d'être reçus bien plus élevée que ceux qui obtiennent un score inférieur à 30/65 (soit 46/100). Toutefois, un quart de ceux qui obtiennent de «mauvais résultats» au test réussissent à l'examen et un quart de ceux qui obtiennent de «bons résultats» échouent. Ceci permet de relativiser l'importance des prérequis par rapport à l'enseignement et confirme qu'il ne serait pas raisonnable de sélectionner sur un tel test.

5. CONCLUSION

Un test de rentrée à l'Université s'est révélé suffisamment bénéfique pour être renouvelé pendant plusieurs années consécutives (depuis 1987) et récemment rénové. On constate que les moyens informatiques connus pour leur interactivité et le dialogue homme-machine, n'excluent pas l'interactivité intellectuelle et le dialogue entre humains (étudiants-professeur) si on les emploie avec pertinence. Une telle opération fournit à l'étudiant un diagnostic immédiatement utilisable, elle permet aussi un démarrage plus rapide dans le semestre et constitue une forme d'accueil utile aux étudiants «non-standards».

Cette opération est bien acceptée par tous. Les étudiants se sont montrés intéressés, voire enthousiastes, certains ont même souhaité une généralisation (autres matières ou autres périodes de l'année). La plupart des enseignants apprécient cette première prise de contact et certains le montrent par leur fidélité à l'opération.

Une exploitation des résultats du test permet, outre des statistiques annuelles, une mesure de l'importance des difficultés liées à certaines conceptions étudiées en didactique de la physique.

LISTE DES AUTEURS DU TEST

Université Denis Diderot-Paris 7 : Janine Bruneaux, Françoise Lenoir, Gérard Rebmann

Université Paris Nord : Monique Couchouron

Université Pierre et Marie Curie : Raymond Constancier

Université Saint-Quentin Versailles : Marie-Claire Brianso

Université Paris Sud : Marie-Françoise de Feraudy, Pierrette Kilcher

CNAM : Marinette Vialle

BIBLIOGRAPHIE

- REBMANN G., BRUNEAUX J. & ROBINET J. (1988). Checking oneself up before entering university - a real size experiment with computers. In F. Lovis et E.D. Tagg (Eds), *Computers in Education ECCE* Lausanne (IFIP). Elsevier Sciences Publishers B.V. (North-Holland), pp. 167-171.
- REBMANN G., BRUNEAUX J. & BRIANSO M.-C. (1990). Un test d'auto-évaluation à l'entrée de la première année de DEUG. *Bulletin de la Société Française de Physique*, n  77, pp. 20-22.
- REBMANN G. & VIENNOT L. (1994). Teaching algebraic coding : Stakes, difficulties, and suggestions. *American Journal of Physics*, vol. 62, n  8, pp. 723-727.
- VIENNOT L. (1979). *Le Raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Paris, Hermann.
- VIENNOT L. (1982). L'action et la réaction sont-elles bien ( gales et) opposées ? *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n  640, pp. 479-488.