

4. COMMENT EVOLUER ?

Qu'en pensent les physiciens ?

Pour parvenir à former les diplômés de premier cycle, autonomes et créatifs, dont on rêve, pour changer l'image de la physique, comment évoluer ? que doit-on changer ?

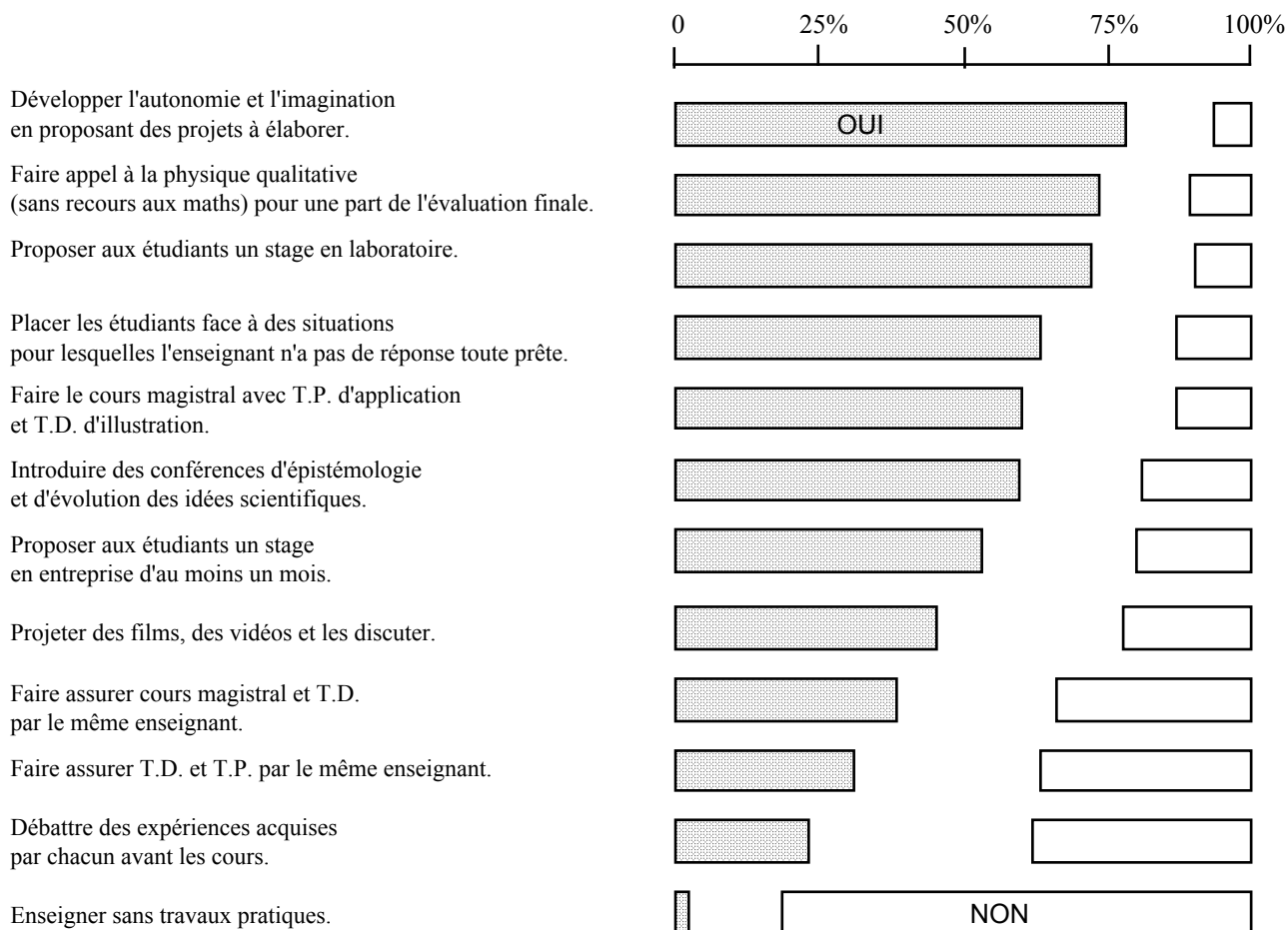
Si l'on considère les propositions qui ont eu l'adhésion de la majorité des physiciens, on mesure une évidente volonté de changement des pratiques pédagogiques : pour développer l'autonomie et l'imagination de l'étudiant, on voit proposer des stratégies de projets, de stages (en laboratoire et en entreprise), des débats scientifiques y compris sur des thèmes où l'enseignant n'a pas de réponse toute prête. La part donnée à la physique qualitative doit être accrue et tous les moyens qui permettent de lancer le dialogue semblent à expérimenter (projections de films, de vidéo). Mais surtout le changement doit s'effectuer à l'intérieur des cours, des travaux dirigés et des travaux pratiques (15).

"Valorisation de l'oral : apprendre à communiquer, préparation spécifique à cet exercice, l'évaluation finale doit contenir une part d'oral. Il faut distinguer fortement dans le fond et la forme l'écrit et l'oral." (10)

Cette volonté majoritaire permet donc un certain optimisme : il en serait fini de l'enseignant qui donne un cours dit magistral et n'a que peu de contact avec les étudiants et avec ses collègues. Fini également ces enseignants de travaux dirigés arc-boutés sur leur correction comme s'il n'existait pas d'autre solution, comme s'il ne fallait surtout pas s'en écarter.

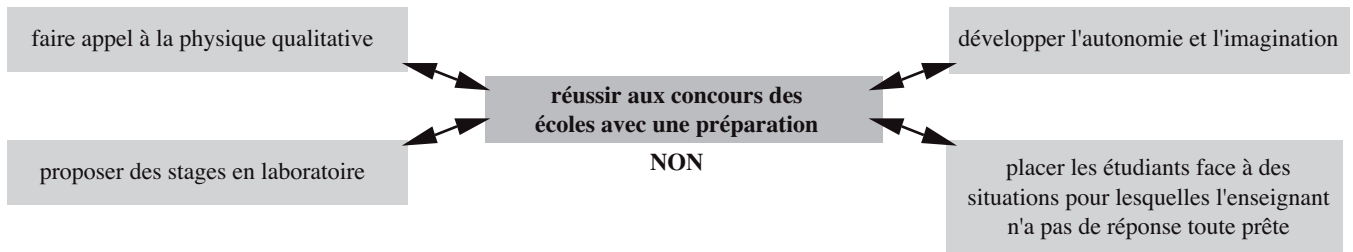
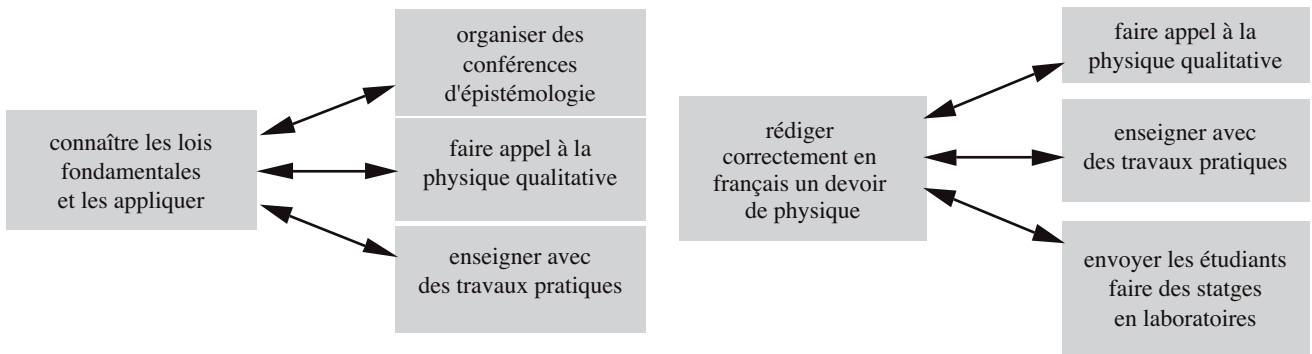
L'optimisme est tempéré lorsque l'on étudie la cohérence des réponses faites par chacun concernant les capacités attendues pour le diplômé et les stratégies et méthodes recommandées. La cohérence est pratiquement sans faille chez les physiciens les plus jeunes, et dans une certaine mesure si l'on est du sexe féminin ou retraité. Cette cohérence (dont le sens est donné dans la page suivante) n'est pas toujours rencontrée chez les physiciens d'âge mûr. Par exemple, placer les formateurs devant des situations où ils n'ont pas de réponse toute prête est apprécié collectivement, mais pas par la majorité des enseignants-chercheurs de 40 à 55 ans...

Stratégies et méthodes (9)



LES STRATEGIES PROPOSEES SONT-ELLES COHERENTES AVEC LES CAPACITES RECHERCHEES CHEZ LE DIPLOME ?

Les schémas présentés ont la signification suivante : lorsqu'un physicien a indiqué, dans le questionnaire (9) la capacité "rédiger correctement en français un devoir de physique", qu'a-t-il répondu en termes de stratégies ? On constate que parmi cette population des physiciens, x% ont choisi la stratégie X, y% la stratégie Y. On considère qu'il existe une bonne corrélation entre capacité et stratégie, lorsque 75% au moins des physiciens ont choisi la stratégie Z. Les flèches, dans les schémas ci-dessous, représentent ces corrélations. Les propositions choisies sont sur fond clair lorsqu'elles sont affirmatives et sur fond sombre lorsqu'elles sont négatives. On note la bonne cohérence des corrélations, sauf pour la dernière en bas de la page concernant les expériences à domicile.



On voit ainsi se dégager des lignes de cohérence chez les adeptes de la physique qualitative, du développement de l'autonomie et de l'imagination de l'étudiant, et chez ceux qui désirent que le diplômé sache rédiger correctement en français. Par contre des incohérences apparaissent sur deux thèmes :

- celui de l'importance de l'expérimental en physique
- celui du dialogue et du travail en équipe.

L'aspect **expérimental**, voilà un sujet sur lequel tout le monde semblait déterminé : "la physique s'enseigne avec des travaux pratiques". C'est la conviction de tous, y compris celle des 30% d'enseignants-chercheurs qui, après environ 20 ans de métier (en moyenne), n'ont pas encore enseigné en travaux pratiques, ne serait-ce qu'une année ! De même, comme déjà noté, les stratégies proposées pour développer les capacités expérimentales et l'autonomie de l'étudiant sont nombreuses mais supposent presque toujours la présence physique d'un formateur ou tuteur. La nécessité de former des diplômés initiés à la démarche expérimentale ne semble pas avoir été toujours bien appréhendée. Voilà un thème de réflexion, le rôle de la théorie et de l'expérience, qui reste véritablement à promouvoir. Les points de départ de cette réflexion pourraient en être les compétences recherchées dans bon nombre de professions scientifiques autant que l'analyse des découvertes récentes en physique (16). On parviendrait alors à une définition plus précise des objectifs de formation en travaux pratiques (17).

"Il manque surtout à l'heure actuelle de bons manuels de base couvrant (en plusieurs tomes bien sûr) l'ensemble de la physique à un niveau approprié (l'équivalent moderne des Bruhat d'autrefois). La disparité des programmes locaux et les réformes incessantes ont ruiné les éditeurs, et conjugué avec les pertes de temps dues au système actuel, décourage les auteurs potentiels. Malgré les encouragements officiels, la pente sera très dure à remonter." (10)

Nombreux sont les physiciens qui regrettent la faiblesse ou l'absence de **dialogue et de travail en équipe**. Ils dénoncent le malaise engendré par le snobisme, la coutume ou la crainte de ne pas apparaître à la hauteur. Il semble que l'on parle plus dans les laboratoires du dernier modèle théorique publié dans *Phys. Rev.* que du dipôle comparé à une pompe aspirante refoulante. Nombreux sont les physiciens qui rêvent de rencontrer des collègues aussi motivés qu'eux pour travailler dans un système qui les encourage sur la fonction d'enseignement et qui valorise leur action. Les rapports semblent loin d'être simples : on prône le travail en équipe, mais il semble bien peu répandu. Les plus jeunes sont sans ambiguïté : il faut travailler en équipe sans complexe et arrêter ces rapides échanges où l'on donne l'impression de se comprendre à demi-mot sans aller au fond des choses.

Ces incohérences concernant les aspects expérimentaux de la discipline, le dialogue et le travail en équipe, sont peut-être dues à des prises de conscience insuffisantes. Certains les expliquent en partie par le système français qui comptabilise différemment les charges d'enseignement en cours, TD et TP. Il est clair que le mal est profond, et que pour inverser les coutumes et mentalités, il faut dénoncer, mais aussi changer les règles et les conditions de travail.

Redéfinir les évaluations

Les meilleures initiatives pédagogiques avortent ou seaturent lorsqu'elles ne sont pas soutenues structurellement et vivifiées par les rotations d'enseignants et d'étudiants. Il n'est pas réaliste de proposer telle ou telle stratégie si elle ne va pas dans le sens des intérêts, au sens complet du mot, de chacun. Une attention particulière doit donc être apportée aux modes d'évaluation des étudiants d'une part, des formateurs d'autre part.

Evaluation des étudiants

Comment fonctionnent actuellement bon nombre d'évaluations de DEUG ? Souvent l'enseignant pense à ce qu'il pourrait donner comme sujet quelques semaines avant l'épreuve et deux cas se présentent :

- Le formateur part d'une idée intéressante, qui évolue, se concrétise. Après un temps de réflexion qui peut être très long, il crée un énoncé édulcoré, simplifié, en construisant des questions permettant calculs et applications numériques. Dans un tel cas, l'étudiant doit comprendre en quelques heures et à travers ces questions ce à quoi l'enseignant a réfléchi pendant des semaines, et découvrir ce qui est en fait l'idée intéressante. Le cas est compliqué lorsque l'idée de départ est issue d'un travail de recherche qui occupe l'esprit de l'enseignant-chercheur depuis des années.
- Dans le second cas, très rare, le formateur pris par le temps compulse les ouvrages de sa collection personnelle, s'inspire de tel ou tel problème, transforme quelques questions et applications numériques.

Dans les deux cas, le créateur de l'énoncé donne l'examen à faire à un collègue qui le juge habituellement "assez intéressant mais un peu long", propose d'enlever la septième question et d'inverser la cinquième et la sixième. A la question "quel est l'objectif de cette évaluation ?", on obtient rarement une réponse en terme de connaissances et de capacités. Les réponses démontrent plutôt une certaine incompréhension, quand une explication sur les histogrammes de répartitions de notes ne vous éloigne pas de la question initiale. Dans la majorité des cas, l'examen, l'évaluation, est construit **après la formation**, en tenant compte de la façon dont celle-ci s'est passée. L'évaluation ne correspond pas à un objectif qu'il faut honorer, mais ressemble parfois à une sorte d'exercice coutumier dont l'aspect formateur n'est pas toujours évident. On est par exemple surpris par l'incidence de la formation initiale des formateurs (il y a vingt ans) sur l'évaluation : la très grande majorité des physiciens affirment que l'Université doit exprimer sa spécificité, et pourtant combien d'examens de DEUG ressemblent aux problèmes du dispositif des prépas et des concours !

Que faut-il donc faire ? Travailler d'abord sur les objectifs en termes de capacités, de savoir-faire et de connaissances, les propositions du présent rapport n'ayant aucune prétention de référence sinon celle de constituer une base de discussion.

Lorsque ces objectifs sont clairement définis, ils sont concrètement illustrés par des évaluations de référence. Si tel n'est pas le cas, cela signifie que les objectifs ne sont pas vraiment analysés. Il est donc indispensable de disposer, **avant le début de la formation**, de banques d'épreuves, d'évaluations pour que la formation s'organise en fonction des objectifs recherchés. Sinon, ce seront les évaluations qui reflèteront l'absence d'objectifs et les aléas de la formation. Il est simplement proposé une démarche classique par objectifs sans que ceux-ci se limitent comme on veut le croire parfois à de petites capacités. Une fois les problèmes posés, l'expérience montre que les enseignants du supérieur sont tout à fait créatifs pour trouver de nombreuses innovations pédagogiques. Citons quelques exemples à titre d'illustration, sans aucun souci d'exhaustivité :

- **Autonomie, initiative de l'étudiant.** Pour évaluer ces qualités, les **réalisations matérielles** peuvent être aisément jugées (montage original de travaux pratiques, même modeste). Les évaluations par mémoire écrit et présentation orale sont bien adaptées aux actions telles que stages (difficiles à gérer sur le grand nombre d'étudiants de DEUG) ou projets. Les exemples de projets réalisés dans les diverses universités abondent : enquêtes auprès des entreprises pour comprendre leur fonctionnement, pour analyser les emplois qu'elles proposent, études sur le fonctionnement de dispositifs connus du grand public (usine d'incinération, injection automobile, ...), études sur des thèmes scientifiques dont parlent les médias ou sur une technologie de pointe ... L'évaluation présente alors l'avantage d'être également une évaluation des facultés d'expression écrite ou orale.
- **Pertinence du raisonnement.** Encore un thème où il est facile de vérifier simultanément les qualités d'expression et le sens physique en posant par écrit ou oral des problèmes de physique qualitative (propagation d'une secousse dans une file de gymnastes, ...)
- **Analyse et modélisation.** L'épreuve proposée devrait permettre d'avoir au moins la moyenne en ne répondant qu'en **français**. Ce qui comprend une analyse sérieuse des limites du modèle (description qualitative). Il est évidemment important que le qualitatif soit suivi ou accompagné de calculs permettant d'estimer numériquement les limites de chaque modèle et ce que signifie sa validité.
- **Capacités calculatoires.** Pourquoi ne pas tester en temps limité cette faculté, au niveau de l'outil mathématique lui-même, puis en situation, sans la difficulté de la mise en équation. Ceux qui l'ont fait savent ce qu'il en est sur la trigonométrie, les nombres complexes, les graphes, les champs de vecteur. Le simple fait de mettre l'accent sur ces capacités permet souvent à l'étudiant de combler seul les lacunes.
- **Les formules, données qu'il faut savoir.** Dans certains cas, les QCM se prêtent à une vérification rapide.
- **Et "le problème de physique" ?** Certains réagissent sèchement devant des évaluations segmentées. Cette attitude est cohérente si la correction des problèmes de physique est accompagnée d'une analyse des causes d'erreur et de blocage. On est alors très vite obligé de construire le problème de telle sorte que ce qui bloque chronologiquement l'étudiant soit réellement ce qui est estimé comme le plus important (savoir lire l'énoncé ? l'analyse qualitative du problème ? une capacité calculatoire ? une capacité visuelle ?). Il est plus simple habituellement d'éliminer par des tests brefs les mesures "simples" : capacités calculatoires, capacités de représentation graphique, connaissances de données ou de lois, analyse qualitative et raisonnement, avant de proposer le problème qui, sans doute, fait appel à l'ensemble des compétences espérées.

Pour conclure, travailler avant la formation pour définir les évaluations et les objectifs, faire connaître largement ces évaluations de référence à tous (étudiants et formateurs) est le message prioritaire. Si cela est réalisé sans fard, on peut faire confiance à l'imagination des formateurs (et des étudiants) pour optimiser la formation et en fait, alors, tous les moyens sont bons.

"Les enseignants-chercheurs qui ont **tout** misé sur la recherche passent **prof**. Ceux qui ont abandonné toute recherche accèdent à la **hors-classe**. Et ceux qui ont continué à faire les deux le plus proprement possible sont abandonnés de tous : c'est le grand drame de l'Université." (10)

Evaluation des formateurs

Espérer changer un système coutumier, sans toucher aux causes profondes relèverait de l'inconscience. Pendant longtemps, pour certains, se plaindre du temps perdu en enseignement par rapport à la recherche, faisait partie de l'atmosphère ambiante. Où en sommes-nous ?

Dans quelques pays, on dispose de solides moyens d'évaluation des formations et des formateurs. Les questionnaires remplis par les étudiants constituent des éléments de ces évaluations.

"Le système d'enseignant-chercheur est une bonne solution, mais la grosse lacune de ce système réside dans le fait que la recherche est évaluée mais pas l'enseignement. Ce qui ne contribue pas à une ambiance toujours très saine. Il manque un système d'évaluation de l'enseignement." (10)

On sait bien maintenant que les mesures sont pertinentes, et ce d'autant plus que l'évaluation permet l'interaction avec celui qui est évalué d'une part, et que cette évaluation a des suites d'autre part. Cela est suffisamment vrai pour que des universitaires voient leur salaire modifié à la baisse, ou soient invités à se réorienter, y compris vers la recherche à temps complet. Quoi qu'il en soit, l'opinion des étudiants, exprimée à la fin d'une formation, est toujours d'un grand intérêt pour l'enseignant. En conclusion, on sait assez bien évaluer les formateurs. Par contre, l'évaluation de la recherche et des chercheurs, souvent considérée en France comme plus aisée, est, en fait, délicate et pose un problème important.

"Les formateurs doivent être évalués et travailler en équipe." (10)

Que faisons-nous en France ? Nous mesurons la recherche avec des critères dont des effets pervers furent bien démontrés, et aucun élément de mesure n'est mis en place sur la formation. Le ridicule est atteint lorsque tel professeur d'université présente, dans un congrès scientifique international, un transparent totalement illisible en masquant la moitié de l'écran, avec une audibilité douteuse. Et pourquoi ne pas s'interroger : est-il normal ou ridicule d'être capable de toujours parler du dernier thème de physique à la mode sans être capable de faire la dernière épreuve de DEUG dans le temps imparti aux étudiants ? Si l'on veut avancer sur ce qui apparaît comme une incohérence, au moins aux yeux des étudiants, il faut :

- valoriser, publier les expériences pédagogiques réussies, les améliorations et les trouvailles, pour les faire connaître et utiliser par le plus grand nombre,
- utiliser les procédés éprouvés permettant d'évaluer la formation et les formateurs, sans oublier le rôle que peut, sur ce point, jouer l'étudiant, presque toujours pertinent et mesuré. L'objectif est de tenir compte clairement, dans le déroulement de carrière des enseignants, de leurs qualités et de leurs performances en formation.

Quels formateurs ?

Qui doivent être, dans le futur, les formateurs qui enseignent en premier cycle universitaire ? Les physiciens sont très nettement opposés à ce que certains appellent la secondarisation de l'enseignement supérieur : les enseignants à temps plein, seuls en premier cycle, sont rejetés par 8 physiciens pour 1 qui l'admet. Mais cela ne correspond nullement à une volonté de ne rencontrer que des enseignants-chercheurs dans les DEUG.

"Augmenter les passerelles entre statut chercheur et statut enseignant. **Décloisonner.**" (10)

"Des enseignants motivés sous contrats comme dans d'autres pays, pas des "bureaucrates à échelons". Il faut "jouer" la carte capitaliste jusqu'au bout. Ou alors : il faut aller au "couvent" et se taire (comme la majorité chez vous)." (10)

Une grande ouverture d'esprit existe concernant les statuts. La solution la plus préconisée est le mélange d'enseignants-chercheurs et d'enseignants, situation déjà vécue dans les IUT. Sont également favorablement considérés les participations ponctuelles des chercheurs, des ingénieurs, et, en travaux pratiques, des moniteurs et de bons étudiants de maîtrise (ce avec beaucoup plus de réserve). Deux commentaires s'imposent pour ne pas dénaturer la réponse concernant les formateurs. Le premier est un rappel de qualité : les physiciens sont bien loin d'une attitude

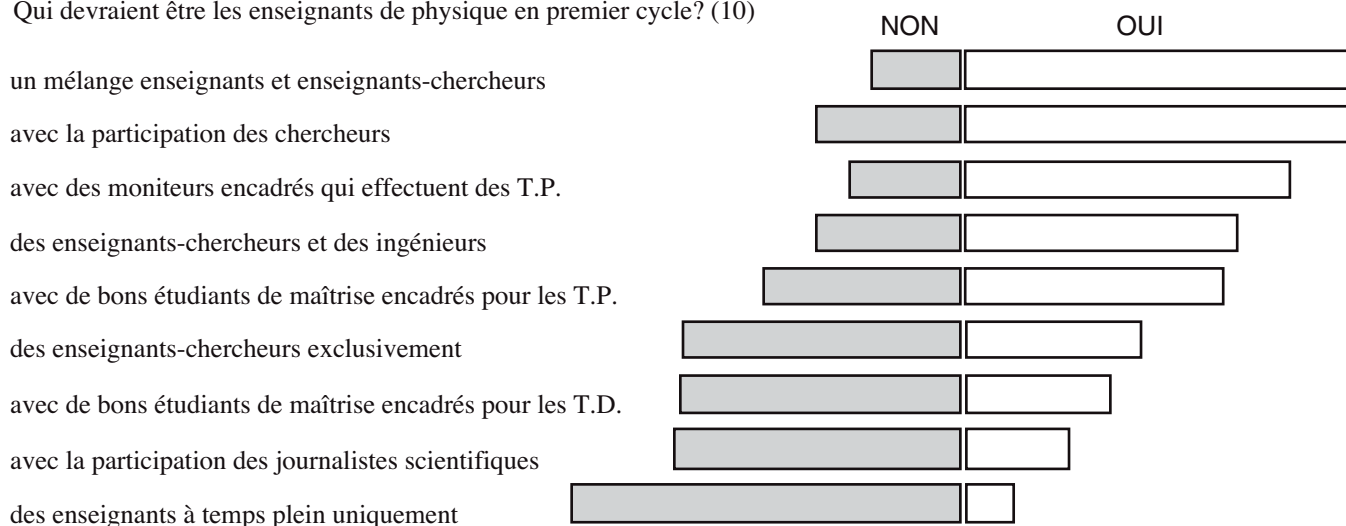
"Enseignants-chercheurs, ingénieurs-chercheurs, étudiants-chercheurs, philosophes-chercheurs, retraités-chercheurs, journalistes-chercheurs (ce qui exclut ceux du journal du CNRS, déplorable), artistes-chercheurs, poètes-chercheurs, bon, c'est clair ? Tous peuvent être utiles, mais "chercheurs" indispensables ! **CORPS de base d'enseignants-chercheurs titulaires en tout cas absolument indispensable.**" (10)

"Il serait catastrophique que les 1ers cycles soient confiés à des enseignants non chercheurs." (10)

de laisser-faire, dénoncent l'insuffisance de qualités scientifiques ou pédagogiques, comme ils dénoncent le fait de confier les travaux dirigés à des moniteurs ou à de jeunes enseignants laissés livrés à eux-mêmes. La seconde remarque constitue un thème de réflexion important : le statut des formateurs n'entraîne pas de conflits enflammés, en revanche, il est demandé que **tous** les intervenants de premier cycle, quels que soient leur statut et leur fonction, **aient un contact avec la recherche, ou possèdent une expérience significative en ce domaine.**

En résumé, attitude rigoureuse en ce qui concerne le choix des compétences et désir de souplesse en ce qui concerne les statuts. Les physiciens n'ont pas oublié que les fonctions d'intervenants en travaux pratiques, puis en travaux dirigés, furent créées à l'initiative de leur communauté. Ils n'ont pas oublié non plus que les fonctions d'assistant, ou de contractuel, furent supprimées après de nombreux abus d'autres disciplines qui n'ont pas les problèmes spécifiques d'enseignement d'une discipline expérimentale. Dans le même esprit, on demande des preuves tangibles de l'autonomie tant prônée des universités : pour être en mesure de proposer un enseignement de travaux pratiques à un étudiant expérimenté et motivé, il a fallu depuis quelques années tenir une bibliographie sérieuse des fonctions à plusieurs variables de type Ax Ty Ez Rw Nj Dk et posséder plus de talents de conseiller administratif que d'enseignant-chercheur. La rigueur sur la qualité des intervenants n'est pas synonyme de rigidité administrative.

Qui devraient être les enseignants de physique en premier cycle? (10)



L'extrait ci-dessus communiqué par J. Bornarel, provient du rapport "L'enseignement de la physique en premier cycle universitaire" (1991). Ce rapport fut réalisé après plus d'une année de travail d'un groupe national de la Société Française de Physique à la demande du ministère français, alarmé par l'évolution des orientations étudiantes. Un questionnaire fut adressé aux sociétaires (entrepreneurs, chercheurs, enseignants) et 400 réponses de toute la France permirent une analyse jugée représentative par les experts extérieurs.

Le rapport (36 pages) comprenait cinq chapitres: Image de marque de la physique, contexte, quels diplômés ? comment évoluer ? Bilan d'étape et conclusions. Dans une réflexion sur les *curricula*, il nous est apparu qu'une analyse sur l'enseignement d'une discipline, sur l'avis des employeurs qui reçoivent les diplômés, pouvait alimenter les discussions concernant les formations des enseignants. Le texte ci-après est une partie du chapitre "Comment évoluer?" Il date de 1991, mais reste sur certains points actuel.