
Bulletin de l'Union des Physiciens

Association des professeurs de Physique et de Chimie

Pour des épreuves de concours dans l'esprit des nouveaux programmes

par André BOUSSIÉ et Madeleine SONNEVILLE
Commission U.d.P.-C.P.G.E.

La seule sanction du travail des professeurs de classes préparatoires et de leurs élèves est le succès de ces derniers aux concours. C'est pourquoi, outre les objectifs généraux de formation scientifique longuement affirmés dans les préambules des programmes, le travail dans ces classes relève d'un autre objectif, très terre-à-terre celui-ci : la préparation des concours suivie de la réussite des élèves. Dans ces conditions, la forme et le contenu des épreuves écrites comme orales ont un poids essentiel dans l'orientation de la formation assurée au travers des deux années de préparation.

Les problèmes d'écrit et les exercices d'oral requièrent souvent une aptitude confirmée au calcul analytique préalablement à une aptitude au raisonnement et à la réflexion physiques ou chimiques. Certains vont jusqu'à en conclure que la préparation des concours est incompatible avec une véritable formation scientifique. Ces points de vue parfois sévères doivent nous faire réfléchir.

Les nouveaux programmes de physique et chimie [1] précisent, en des termes voisins, dans les objectifs de formation des différentes classes, que l'enseignement (p. 204) :

«...doit éveiller la curiosité face au monde réel, promouvoir le sens de l'observation qui est à l'origine de la plupart des grandes découvertes et développer chez l'étudiant le goût de l'expérience et du concret».

Ces objectifs ne peuvent être développés que si les épreuves de concours permettent d'évaluer leur réalisation. Les préambules des programmes de la classe PCSI en exposent clairement les conditions (p. 269) :

«Les pratiques d'évaluation doivent être cohérentes avec l'esprit même du programme. Il va de soi que la spécificité de la filière PC doit se retrouver dans les modalités d'évaluation et de contrôle des connaissances.

Celles-ci doivent respecter l'esprit des objectifs : tester l'aptitude de l'étudiant moins à résoudre les équations qu'à les poser, puis à analyser les résultats, tant dans leur caractère théorique que pratique.

L'analyse d'une situation expérimentale ne saurait d'autre part être liée à tel ou tel appareil, mais au dispositif et à la méthode...

Afin de revaloriser les contenus au détriment des calculs, il est souhaitable de diversifier les modes d'évaluation : questions qualitatives, questions synthétiques, question de culture, ordres de grandeur, discussion de protocoles expérimentaux».

Et ensuite, (p. 280) :

«La réflexion sur les phénomènes doit primer sur toute dérive calculatoire. Les exercices qui ne font place qu'à l'application des mathématiques doivent être bannis... Les pratiques d'évaluation... doivent éviter tout formalisme excessif et être proches des réalités expérimentales ou technologiques et des applications pratiques».

Même si ces instructions ont été écrites pour l'évaluation des étudiants formés par la classe PCSI (concours PC et PSI), nous pensons qu'elles doivent être prises en compte dans toutes les filières, aussi bien en cours d'année que dans les épreuves des concours... Il s'agit en effet ici d'objectifs très généraux concernant la démarche des évaluations en physique et chimie, tant formative que sommative, valable pour toutes les filières.

Plutôt que de se limiter à évaluer les aptitudes calculatoires, ce qui est fréquent, les nouveaux programmes conduisent à évaluer, dans toutes les filières,

- la compréhension des phénomènes physiques,
- la maîtrise du vocabulaire de base attaché aux phénomènes étudiés,
- la connaissance d'ordres de grandeurs essentiels,
- la culture scientifique d'ensemble.

Il ne s'agit évidemment pas d'exclure tout calcul. Il s'agirait plutôt de n'aborder les questions calculatoires qu'après avoir fait une reconnaissance du phénomène étudié ou encore après avoir fait le point sur les idées ou connaissances essentielles du cours correspondant ; il s'agirait aussi de ne pas réserver les applications pour la fin du problème (à laquelle les élèves ne parviennent que rarement), mais plutôt de les évoquer en début de problème, pour justement donner dès le départ un contenu concret aux calculs qui seront faits ensuite. Sur la question du calcul, nous pouvons considérer que la chimie a donné l'exemple et devancé les instructions officielles : un certain nombre de professeurs avaient depuis quelque temps renoncé aux « gros » calculs de pH au profit d'une analyse chimique des réactions prépondérantes. Les programmes viennent d'officialiser cette démarche.

Les questions qualitatives ou synthétiques, les questions de culture, les questions concernant la discussion de protocoles expérimentaux (domaine déjà largement exploré dans les épreuves de chimie) sont présentes de longue date dans les concours de recrutement (CAPES et Agrégation). Elles sont là, préalablement à tout calcul, pour que le candidat témoigne de sa vision globale du sujet, pour faire un point rapide avant d'aborder des aspects plus techniques, pour remettre les idées en place et démarrer ainsi sur de bonnes bases la suite du problème. Le recours à ce genre de questions soulève certes des problèmes de correction différents de ceux qui se posent pour une partie calculatoire. La notation de ces questions, à l'écrit comme à l'oral, suppose que les points puissent être attribués au candidat d'une manière non ambiguë, ou encore non subjective. Il faut sans doute avoir préalablement répertorié quelques réponses susceptibles d'être considérées comme satisfaisantes en tenant compte de la diversité des pratiques pédagogiques. Il va de soi que l'intégration de questions de ce type dans les épreuves écrites des concours suppose, les premières années, une véritable réflexion pédagogique sur l'épreuve proposée : celle-ci doit être testée par plusieurs professeurs de sensibilités différentes et

l'éventail des réponses possibles doit être élaboré dans la concertation afin que la diversité des correcteurs d'écrit ne débouche pas sur l'anarchie de la notation. Il nous faut donc réfléchir à la possibilité d'intégrer une proportion non négligeable de questions qualitatives à l'intérieur même des problèmes.

L'évolution des épreuves de concours dans le sens des objectifs des programmes n'est pas toujours aisée à mettre en œuvre pour les examinateurs ni immédiate à assimiler pour les candidats. Cependant, on pourrait déjà progresser significativement en essayant de proposer :

- une situation physique dans laquelle les ordres de grandeurs ou les échelles sont précisés, soit explicitement, soit par le contexte du problème : sans mention d'échelle, il n'est pas possible d'identifier les lois physiques pertinentes, sauf à se référer à une situation abstraite qui n'a plus de contenu physique et ne nécessite plus de compréhension physique ;

- une situation physique étayée aussi souvent que possible par l'étude d'un dispositif expérimental ou technique qui contribue lui aussi à la compréhension ;

- des questions formulées dans des termes laissant de l'initiative à l'élève. Ainsi par exemple, on pourrait ne pas dire : «Appliquer le théorème du moment cinétique à la roue seule...» car alors on réduit la question à l'exécution d'un calcul. En revanche, on pourrait dire : «A quel(s) système(s) proposez-vous d'appliquer le théorème du centre de masse ou du moment cinétique (on précisera) pour qu'on puisse accéder à la résultante des réactions exercées par le châssis de la voiture sur la roue (ou encore à la force de frottement exercée par le sol sur la roue) ? Justifier» ;

- des calculs théoriques qui débouchent sur une application numérique vraiment concrète : seule une application numérique assortie d'estimations d'ordres de grandeur peut permettre de justifier à posteriori la démarche adoptée, et de tester la compréhension physique du modèle en exigeant parfois la remise en cause de certaines hypothèses simplificatrices ;

- des épreuves qui tiennent vraiment compte du mode d'enseignement des notions au programme et de son évolution. L'exemple de la thermodynamique des écoulements est assez révélateur de cette difficulté. Il s'agit d'un domaine intéressant puisqu'il fournit l'occasion de poser des problèmes touchant de près aux préoccupations concrètes des ingénieurs. Mais c'est aussi un sujet difficile pour les élèves en raison de la distinction entre les systèmes fermés et les systèmes ouverts (hors

programme...). Nous aimerions donc que les problèmes sur ce sujet se tiennent au plus près du programme et des exigences du raisonnement thermodynamique rigoureux que les élèves sont en mesure de tenir dans le cadre du programme.

En revanche, on doit voir disparaître :

- les calculs analytiques lourds. Il faut les proscrire, soit en renonçant à la question, soit en élaborant une nouvelle formulation de la question qui contourne les aspects purement calculatoires au profit des aspects physiques du raisonnement ou de la démarche ;
- les épreuves qui se ramènent à des «tranches de cours» d'école d'ingénieurs ou de maîtrise de physique... quand ce n'est pas de DEA : il est certes tentant de construire une épreuve qui satisfait par la beauté de son sujet ou qui traite de manière assez synthétique d'un grand thème. Le risque est d'aboutir à des épreuves trop longues, trop difficiles et dont le candidat ne perçoit pas le sens...

UN PROBLÈME IDÉAL ?

Il respecte la démarche du physicien. Il peut débuter par une modélisation simple du phénomène étudié et par une évaluation numérique des grandeurs physiques importantes. Il peut aussi s'appuyer sur des questions de cours et des questions qualitatives à réponse brève, sur la prise en compte des symétries et des invariances, sur l'analyse dimensionnelle et quelques estimations d'ordres de grandeur. Ce n'est que lorsque les phénomènes de base sont compris qu'on peut passer à l'évaluation des limites du modèle simple, à sa modification éventuelle et à l'étude plus détaillée et plus complète du phénomène.

Des applications numériques permettent de savoir s'il est nécessaire de tenir compte des corrections ou d'envisager une analyse plus fine. Le calcul analytique joue alors un rôle important mais il est d'autant mieux conduit que l'objectif est plus clair. Il est alors possible de refaire de la physique après ces calculs : applications numériques, comparaison avec le modèle simple, étude d'un protocole expérimental permettant (ou non...) de valider le modèle plus complexe.

En conclusion, nous pensons que la rédaction du sujet d'une épreuve de concours, aussi bien écrite qu'orale, devrait être conduite avec le souci de méditer constamment les interrogations suivantes :

- quelle question pour évaluer quoi ?

- dans le cadre de quels objectifs du programme ?
- en cohérence avec quelles pratiques pédagogiques ?

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Arrêtés du 3 juillet 1995 et note de service du 12 juillet 1995, publiés aux Bulletins Officiels hors-série n° 1 et n° 2 du 20 et 27 juillet 1995, pour les classes de première année.

Annexes (en pages bleues)

Les annexes donnent une idée de la réflexion du groupe U.d.P.-C.P.G.E. sur le sujet abordé dans cet éditorial.

Le document 1 suggère quelques pistes de réflexion autour des questions «de cours».

Le document 2 est un exemple de problème comportant un grand nombre de questions qualitatives.

Le document 3 propose le travail réalisé par quelques collègues en 1994-1995 et 1995-1996 à partir d'épreuves de concours plus ou moins récentes : à travers les modifications qu'ils ont apportées aux énoncés primitifs, ils ont voulu cadrer au mieux avec les exigences des programmes actuels. Les problèmes qu'ils ont choisi de transformer leur apparaissaient, dans leur contenu, intéressants ou originaux, mais, les aptitudes techniques des élèves ayant évolué, en même temps d'ailleurs que la sensibilité des professeurs, il était devenu nécessaire de formuler autrement les questions pour inciter à une autre démarche. Nous aimerions, par ces exemples, prouver la faisabilité (aussi bien dans nos classes qu'aux concours) d'exercices ou de problèmes dont le contenu serait à la fois plus «physicien» et plus concret que par le passé.

Voir également l'article de J.-P. SARMANT et A. MARUANI ainsi que la rubrique «L'U.d.P. au fil des jours» dans ce numéro.