

V. RAPPORT PAR DISCIPLINE

V.1. Rapport de Jean-Michel GILLET, Responsable Pédagogique, Professeur de physique à l'Ecole Centrale Paris

Cette année encore les dossiers de physiques (au nombre de 54 sur 24 jours) fournis à la sagacité des candidats traitaient de thématiques très diverses allant de la "bouteille de plastique" aux "étoiles de faibles masses" (voir le texte fourni en exemple). Les élèves eurent à discuter de l'opportunité d'un "meurtre au moyen d'un trou noir" ou à envisager les potentialités de "l'holographie électronique".

"Il tomba en octobre mil neuf cent dix-huit, par une journée qui fut si tranquille sur tout le front que le communiqué se borna à signaler qu'à l'ouest, il n'y avait rien de nouveau." (E.M. Remarque).

Si pour les examinateurs et les responsables de l'épreuve TIPE, cette année comme les autres se déroula dans la tiède quiétude du début d'été, semblable aux dix premières éditions, il ne faudrait pas pour autant oublier que cette épreuve fut une nouveauté pour une poignée d'à peine plus de quatorze mille candidats à l'entrée aux grandes écoles d'ingénieurs... Aussi, si nous encourageons fortement les futurs impétrants à se référer aux nombreux conseils distillés au fil des pages des rapports précédents, nous nous devons ici de répéter, une fois de plus, quelques remarques de base, mettant en relief des comportements récurrents.

T.I.P.E. Ces quatre lettres recourent tout ce qui est attendu du candidat. Un **travail** bien entendu, mais pas pour le plaisir de tester, une fois de plus, l'aptitude du candidat à s'organiser, pour acquérir plus de savoirs dans une discipline donnée. Ce travail doit être le reflet le plus complet et fidèle d'une capacité d'investissement personnel dans le domaine scientifique. Le maître mot est en fait **initiative**. Celle-ci relève totalement du candidat. Elle repose sur sa personnalité et ses goûts propres.

En revanche, ces affinités particulières doivent être totalement au service de la démonstration que le candidat doit faire des capacités ci-dessus évoquées. Trop de fois avons-nous vu tel candidat passionné d'aéro-modélisme incapable de fournir les arguments scientifiques détaillés à l'appui de telle performance de sa maquette. Au lieu de cela, le jury assistait effondré à l'équivalent d'une soirée de diapositives (couleurs) de retour de vacances ou à l'alignement picrocholin de courbes portant sur des mesures approximatives, mal étalonnées, sans analyse critique ou exploitation quantitative. Bien sûr le modélisme n'est pas en cause. Certains candidats musiciens étaient coupables des mêmes déviations en décrivant, les yeux embués d'un réel attendrissement, leur instrument préféré. Ce sont des cas, encore trop répandus, dans lesquels l'initiative et particulièrement son aspect le plus personnel est exagérément contre-productive.

Car au-delà la passion la plus fiévreuse pouvant motiver le choix d'un sujet d'étude, il est encore plus essentiel d'être conscient du domaine du possible. N'hésitons pas à le clamer haut : si tous les sujets peuvent contenir un aspect scientifique pertinent, tous ne font pas nécessairement un bon sujet TIPE. Renouvelons, en forçant le trait, l'affirmation que nous énoncions dans le rapport de l'année passée : il n'est pas aisé, compte tenu des programmes de CPGE, de mettre en valeur son apport personnel dans le domaine de la théorie des cordes... Si un petit dessin (clair) vaut mieux qu'un long discours (approximatif), une petite expérience couplée à une modélisation honnête et bien exploitée vaut souvent mieux qu'un enchaînement abscons d'équations aux origines douteuses et mal maîtrisées.

Dans les lignes qui suivent, tout en nous inscrivant dans la continuité des rapports des sessions précédentes, nous voudrions revenir sur l'un des fondamentaux énoncés par les pères fondateurs que notre collègue mathématicien L. Decreasefond rappelait si opportunément. En particulier, en tant que responsable de la physique, il me revient probablement de souligner un point important souvent négligé par les candidats lors de la préparation de leur sujet C, pendant l'année : la nécessité de montrer une faculté de rapprocher plusieurs logiques, notamment par un décloisonnement de disciplines.

Antienne de la pédagogie moderne, la "**multidisplinarité**" se trouve pourtant à la racine même du métier de l'ingénieur. L'élève de CPGE construisant son TIPE de manière personnelle se voit donné la première occasion de sa, déjà longue, scolarité pour justement se positionner à ce carrefour des sciences fondamentales et appliquées, et montrer, le jour de l'épreuve, qu'il possède déjà cette aptitude, cette maturité, à faire appel à différentes disciplines pour enrichir son "grand oeuvre" TIPE.

A ce titre, la physique possède une position particulière au sein des CPGE. Pour toute filière, sauf TSI, son nom est accolé à une autre discipline (ou dominante) : mathématique en MP, chimie en PC, sciences industrielles en PSI, technologie en PT etc... Rien que cet état de fait devrait encourager les "mariages de raison(s)" ou plutôt "de bon sens". Peut-on en effet envisager qu'un élève de MP ne centre son TIPE que sur les aspects purement physiques sans avoir peu ou prou recours à un traitement mathématique (calcul d'erreurs, simulations de la théorie et comparaison à l'expérience etc.) ? H. Poincaré, qui s'y connaissait en physique mathématique disait "On fait de la science avec des faits, comme on fait une maison avec des pierres; mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierre est une maison". Et, il faut bien le reconnaître, c'est souvent un tas de pierre (les bons jours) qui est offert à l'examen des membres du jury. Alors que justement, les TIPE sont une occasion unique de solliciter, en jouant sur la puissance de leurs complémentarités, les enseignants de deux disciplines. Un candidat qui, grâce à un sujet à sa portée, peut montrer avec intelligence tout le bénéfice qu'il tire d'une double approche disciplinaire, ne peut que voir son travail valorisé. On ne compte pas les exemples de sujet à cheval sur la physique et la chimie ou la physique et les sciences industrielles. Une démarche astucieuse serait alors de partir d'une problématique, par exemple de nature typiquement technologique, puis de construire les modèles physiques, pourquoi pas en appuis d'expériences simples mais originales et bien exploitées, pour tirer des pistes d'améliorations possibles. Il s'agirait alors d'un travail sans aucun doute personnel, dans lequel le candidat pourrait aisément mettre en valeur ses connaissances mais aussi la cohérence de sa démarche scientifique et tirant parti du dynamisme de ses enseignants. Étant nous même enseignants, nous savons qu'il est d'autant plus aisé d'aider un élève qu'il apparaît motivé et désireux de sortir des sentiers battus. Pour chacun, la routine est fort peu mobilisatrice.

Une telle démarche, empreinte de l'esprit d'ingénieur, traduit totalement ce qui est attendu d'un bon TIPE. C'est un travail, sans aucun doute et même s'il n'est que bibliographique, l'inévitable mise en connexion de disciplines généralement présentées de manière disjointe, le fera inévitablement apparaître comme une "Initiative Personnelle".

Il n'est peut-être pas inutile de prévenir deux écueils prévisibles. Le premier est bien sûr la multidisciplinarité de façade. Ce que l'on est en droit d'attendre d'un futur ingénieur c'est de faire des croisements entre deux sciences qui lui ont été enseignées de manière séparées. Montrer comment il peut tirer un réel parti du mutuel renforcement des approches. Le second écueil est plus pernicieux. Le candidat, pris de vertige devant tant de richesses de savoir, pourrait alors être tenté de ne traiter que superficiellement chaque volet de plusieurs disciplines, se berçant ainsi de l'illusion que le recours à une diversité des sources passerait en soit pour un vrai travail scientifique. Ce travers que les jurys qualifient fréquemment de "journalistique" est déjà trop présent dans les travaux "mono-disciplinaires" et il ne faudrait surtout pas que le salutaire "décloisonnement des disciplines" soit prétexte à son expansion.

Pour finir, soulignons que l'analyse de document est, elle aussi, l'occasion de faire preuve de cette ouverture. Certains textes contiennent déjà la matière à un traitement à la fois mathématique et physique, par exemple, ou plus fréquemment, physique et technologique et ne demandent qu'à être exploités sous une double approche. En revanche, d'autres textes sont résolument et purement dans la thématique physique. C'est alors une extraordinaire occasion de se distinguer en sortant du strict cadre du texte pour, en quelques minutes de conclusion, par exemple, offrir un recul théorique partant d'une analyse mathématique ou, à l'inverse, suggérer au pied levé quelques applications originales à des méthodes d'analyse en chimie. Finalement, tout est bon pourvu que l'initiative soit placée au service de la mise en valeur des qualités du candidat.

V.2. Rapport de Laurent DECREUSEFOND, Responsable Pédagogique, Professeur de Mathématiques à l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris

Outre les points mentionnés dans la partie commune, la situation en mathématiques et informatique dans la filière MP appelle les remarques qui suivent.

Partie C

À mon grand regret, malgré mes remarques répétées dans les précédents rapports, le nombre de sujets personnels relevant des mathématiques ou de l'informatique stagne à un niveau peu satisfaisant (de l'ordre de 30% selon le décompte fait d'après les titres de fiches synoptiques, bien moins selon les examinateurs). En informatique, un programme bien décrit (complexité, structures de données, etc) est une excellente valeur ajoutée. En mathématiques, les mathématiques discrètes regorgent de problèmes divers et intéressants, propices à une réalisation informatique. Par « réalisation informatique », on entend ici un vrai code pas quelques lignes de Maple.

Partie D

Cette année, il y a eu quatre sujets d'informatique réservés aux élèves de l'option informatique et vingt sujets relevant plus précisément des mathématiques. Les principaux thèmes abordés ont été

- Les triangulations de Voronoï et de Delaunay
- Le plan de Fano
- Les nombres irrationnels et transcendants
- Les graphes
- Le contrôle optimal
- La programmation linéaire
- La transformation polaire
- Le produit thalésien des scalaires (voir dossier exemple dans ce rapport)
- Ordinaux et cardinaux
- Tokenisation des textes (voir dossier exemple dans ce rapport)
- Modélisation informatique d'éco-systèmes

Espérons que ces titres de sujets D suggéreront des idées à nos futurs candidats pour leurs travaux personnels. Précisons que lorsqu'il est écrit « contrôle optimal », cela ne veut pas dire un dossier sur la théorie générale du contrôle optimal mais bien une application de cette théorie à un exemple particulier. Il en est de même pour les autres titres de sujets recouvrant peu ou prou une théorie mathématique. Rappelons, encore une fois, qu'il vaut mieux une étude restreinte mais approfondie qu'un sujet trop général.

V.3. Rapport de Michel JOUAN, Responsable Pédagogique, Professeur de chimie à l'École Centrale de Paris

Vue par un chimiste, et donc en filière PC, cette dixième édition de l'épreuve de TIPE s'est bien déroulée, en respectant l'esprit de la filière à savoir deux disciplines principales, la physique et la chimie, avec un accent marqué sur l'expérimentation.

L'épreuve ayant acquis une sorte de « vitesse de croisière », les remarques des examinateurs et les conseils à donner aux candidats restent fondamentalement les mêmes d'une année sur l'autre, et je ne peux que conseiller au lecteur de se reporter aux rapports des années précédentes. On peut cependant faire quelques remarques supplémentaires.

En ce qui concerne la partie C, certains candidats pensent bien faire en apportant de gros rapports. Rappelons ici encore que le candidat peut apporter les documents (et non les échantillons de produits, etc.) qu'il désire pour illustrer son exposé. Il doit cependant avoir à l'esprit que ces documents, qu'il devra alors laisser au jury, ne seront utilisés par ce jury que pendant les 20 minutes d'interrogation correspondantes. Si la constitution d'un solide dossier, ou la rédaction d'un cahier de laboratoire, pendant l'année scolaire ont un côté pédagogique indéniable, les apporter tels quels pour l'épreuve est très rarement utile. Par contre, certains candidats apportent, en complément de leurs transparents, un petit dossier (ou parfois une petite affiche) composé des quelques photos, dessins, graphiques dont ils envisagent de se servir pour illustrer leur exposé et répondre aux questions et ce dossier leur est souvent très utile. Rappelons enfin que ce qu'ils apportent doit être destiné à cette épreuve, et que, s'il est légitime qu'ils mentionnent leur nom et la filière dans laquelle ils composent, il est tout à fait anormal que les documents qu'ils apportent mentionnent parfois leur lycée d'origine, le caractère éventuellement « * » de leur classe ou le fait qu'ils présentent les ENS (rapport avec page de garde spécifique), ... (cherchent-ils à influencer les examinateurs ?).

L'aptitude au travail en groupe et la pluridisciplinarité sont des qualités que l'on cherchera à développer ensuite dans les écoles d'ingénieurs. Par contre, il ne faut pas oublier que l'épreuve de TIPE est une épreuve individuelle et que, pour des candidats travaillant ensemble, il est indispensable qu'ils se soient spécialisés et que, tout en s'appuyant sur une partie commune de leur travail, chacun soit capable de mettre en valeur ses capacités personnelles. Certains examinateurs nous avouent être très perplexes quand un candidat leur présente la même fiche synoptique que celle qui leur a été précédemment présentée par un autre candidat (voire même deux autres candidats !), puis leur fait le même exposé, avec les mêmes transparents ! L'honnêteté intellectuelle est une qualité importante pour un futur ingénieur.

Par ailleurs, la comparaison de l'impression laissée par des candidats ayant travaillé ensemble (et qui le disent) et de la note qui leur a été attribuée, montre également que la manière dont le candidat met en valeur sa maîtrise de son sujet, lors de son exposé puis de la discussion qui s'ensuit, est également très importante.

De même, la pluridisciplinarité n'est absolument pas interdite, ni non plus obligatoire ; un travail s'appuyant sur plusieurs disciplines a simplement beaucoup plus de possibilités de pouvoir montrer sa richesse ; mais la pluridisciplinarité ne doit pas non plus constituer un alibi pour présenter un travail dispersé et superficiel.

Rappelons enfin que la fiche synoptique signée par le Professeur atteste que le travail qui y est présenté a bien été réalisé par le candidat lui-même. Ce dernier a donc intérêt à garder ceci à l'esprit pendant qu'il rédige cette fiche, pour éviter toute ambiguïté lors de l'épreuve. Il peut y faire figurer le plan de son exposé, sa bibliographie, ... mais ceux-ci peuvent faire également faire l'objet d'une page complémentaire remise par le candidat au jury au début de l'épreuve, par exemple en tant que première page du petit dossier mentionné ci-dessus. Le fait que les examinateurs questionnent ensuite sur la méthode de travail, la manière dont il s'y est pris, sur les résultats, ... ne veut pas dire qu'ils remettent en cause la fiche synoptique, de même que le fait

qu'ils posent des questions sur ce qui a été exposé ne veut pas dire qu'ils n'ont pas écouté l'exposé du candidat.

En conclusion de cette partie, les examinateurs ont pu ainsi apprécier un bon nombre de travaux de grande qualité où les candidats ont montré leur esprit d'initiative, leur dynamisme, leur rigueur intellectuelle, leur maîtrise de ce qu'ils présentaient et mis en valeur leurs qualités d'expérimentateur ; à l'opposé, un nombre encore trop important de candidats ont manifestement travaillé "à l'économie" et en considérant le TIPE comme un pensum dont il se seraient bien passés.

En ce qui concerne les dossiers D, ils portaient sur une large gamme de sujets. Citons comme exemples de sujets :

- Les réacteurs électrochimiques,
- Vie et mort des insecticides,
- L'océan, puits de CO₂,
- les biopuces à ADN,
- Quelques propriétés des matériaux vitreux,
- Du fer dans l'océan : une solution au réchauffement climatique,
- Capteurs électrochimiques : dispositifs faradiques et non faradiques.
- les savons
- l'ADN, gardien de l'hérédité mais molécule dynamique

Les dossiers proposés avaient des longueurs et des difficultés variables, tout en restant dans des limites raisonnables. Mais on peut rappeler aux candidats qu'ils ne doivent pas se décourager, comme on le voit parfois, quand le dossier leur semble "trop dur", ni traiter à la légère un dossier qui leur semble "facile". L'étude des notes montre que les examinateurs savent tenir compte de la difficulté variée des dossiers.

Certains candidats ont fait des présentations remarquables du dossier qui leur avait été proposé. D'autres ne se sont pas donné la peine, ou n'ont pas été capables faire une présentation correcte du dossier D ; ces derniers semblaient n'avoir jamais pris le temps de s'entraîner, en particulier à cette partie D, alors qu'ils sont censés le faire dès la première année. Les examinateurs ont noté en conséquence.

Rappelons enfin que cette épreuve n'est pas un examen mais une épreuve de concours : il appartient donc aux candidats de se mettre le mieux possible en valeur et de fournir aux examinateurs les raisons de choisir de leur mettre une note les classant à un rang élevé par rapport aux autres candidats.

V.4. Rapport de François KIEFER, Responsable Pédagogique, professeur de sciences industrielles à l'Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg.

Pour résumer la manière dont les Sciences Industrielles sont abordées en TIPE, après dix ans d'expérience, on peut dire que les ingrédients du succès sont connus, mais que leur intégration dans une démarche de travail visant à atteindre les objectifs de l'épreuve reste perfectible pour la partie C, c'est à dire pour le travail réalisé par le candidat pendant son année de CPGE.

Pour la partie D, basée sur l'étude d'un dossier fourni au candidat, on peut considérer que globalement:

- les candidats maîtrisent correctement leur expression orale pour restituer clairement et dans le temps imparti la présentation du travail réalisé à partir du dossier fourni. Deux bémols tout de même sur ce point:
 - d'une part pour les dossiers relativement longs, pour lesquels il est suggéré au candidat de sélectionner puis de développer un des aspects du système technique présenté (architecture, composant particulier, commande ou structure etc.). Dans ce cas les candidats hésitent encore souvent à sélectionner une des parties, et se perdent alors dans une paraphrase superficielle et trop longue de l'ensemble du dossier. Leur capacité à analyser la structure d'un document, en identifiant rapidement les tenants et les aboutissants de chaque partie, doit encore être améliorée. Qu'ils soient de plus rassurés sur les conséquences d'un recentrage du travail sur une des parties du dossier (surtout lorsqu'il est suggéré au candidat): un travail détaillé sur un périmètre restreint permet au jury d'évaluer le potentiel d'un candidat pour le métier d'ingénieur aussi bien qu'un travail général sur un sujet plus vaste.
 - D'autre part en filière TSI, seule filière où les exposés terminés au bout de quatre ou cinq minutes sur les dix minutes prévues restent fréquents.
- Les capacités d'adaptation des candidats sont réelles. En effet, ils sont capables:
 - d'acquérir des nouvelles connaissances présentées dans les dossiers, comme par exemple l'étude du comportement de matériaux composites, de béton, ou d'alliages particuliers.
 - de s'adapter à un point de vue original sur un système technique qu'ils connaissent avec un point de vue académique, comme par exemple coupler une classique étude mécanique de transmission de puissance, avec son aspect ergonomie pour une transmission de vélo.
 - de découvrir complètement les problématiques de nouveaux domaines d'application, comme par exemple le génie civil, la mécanique des produits souples ou la biomécanique.

Les principaux progrès attendus sur cette partie D relèvent de:

- leur capacité à produire des représentations des systèmes techniques supports des dossiers adaptées et claires. Les candidats se limitent le plus souvent à l'utilisation des schémas contenus dans le dossier, alors qu'ils maîtrisent - suivant les filières – bien d'autres outils de représentation des systèmes techniques: schémas cinématiques, diagrammes-blocs fonctionnels, grafcet, schémas électriques ou hydrauliques etc. L'utilisation d'un outil de représentation pertinent est mieux valorisée par le jury que la présentation d'un croquis rappelant vaguement un schéma technologique.

- Leur capacité à s'éloigner du contenu et du plan du dossier dans la restitution de leur travail. Les pistes de développements leurs sont toujours suggérées, et le jury attend qu'elles soient exploitées.

Pour la partie C, préparée par le candidat pendant son année de CPGE, on peut considérer que:

- Les candidats sont informés de l'ouverture souhaitée vers le monde industriel ou de la recherche. Mais cette ouverture n'est pas un acte administratif. Elle doit être à l'origine, ou la conséquence, d'une démarche de travail visant à traiter une problématique de TIPE. Son articulation avec les autres phases de travail de la démarche doit apparaître clairement dans la restitution du travail.
- Les candidats sont sensibilisés à l'exigence de valeur ajoutée, et au fait qu'un essai ou qu'une simulation soient de bonnes bases pour faire émerger de la valeur ajoutée. Mais, sur ce point aussi, ces éléments ne sont pas une fin en soi. Un essai inspiré d'un TP, ou la réalisation d'une maquette numérique, hors démarche globale de TIPE ne doivent pas être confondus avec la production d'une réelle valeur ajoutée. Au contraire, monter un essai en vue d'en tirer des conclusions par rapport à un objectif formalisé, ou réaliser une maquette numérique pour vérifier, voire concevoir, un aspect du fonctionnement d'un système technique, sont dans l'esprit de l'épreuve.

C'est pourquoi il est inutile de produire des photos « preuves » de l'ouverture vers une entreprise ou un laboratoire, ou de la réalisation effective d'un essai ou d'un système. Mentionner ces éléments sur la fiche synoptique, et la faire valider par son professeur de CPGE suffit à les authentifier. Par contre il est recommandé aux candidats de préciser leur démarche, et d'expliquer l'articulation des différentes phases qui la composent. En effet le jury doit encore trop souvent reconstituer la démarche suivie par le candidat au cours de l'entretien qui suit sa présentation, car elle n'est pas présentée clairement.

Enfin, on note quand même la persistance de travaux purement bibliographiques (notamment en filière PSI), à partir d'un nombre réduit de sources et sans synthèse. Ils n'ont aucune chance d'être valorisés par le jury.