

Composition de Physique 2, Filière PC

Rapport de Mme Nathalie PALANQUE-DELABROUILLE et M. Laurent SCHOEFFEL, correcteurs.

Le problème propose une étude de quelques problèmes liés à la microfluidique. La première partie est une introduction générale sur l'écoulement d'un fluide dans un ou plusieurs microcanaux. La seconde propose une analogie électrique des microcanaux qui rend possible la résolution de certains problèmes. C'est la partie principale du problème, la plus longue et la plus sélective. Enfin, la troisième partie aborde l'écoulement dans un microcanal au regard des phénomènes de diffusion moléculaire. L'énoncé est relativement long avec beaucoup de questions proches du cours dans la partie I et le début de la partie II. Ainsi, on peut noter que l'épreuve a généralement été traitée de manière linéaire et beaucoup de candidats ont pu rentrer dans le problème jusqu'au milieu de la seconde partie. Ceci a pu donner à tort à certains candidats l'impression d'avoir bien réussi le problème tout en se limitant aux nombreuses questions faciles et proches du cours, tout en passant à côté des questions plus primordiales et qui constituent le cœur du problème.

Les notes des candidats français se répartissent selon le tableau suivant :

$0 \leq N < 4$	13	1 %
$4 \leq N < 8$	196	15,2 %
$8 \leq N < 12$	698	54,2 %
$12 \leq N < 16$	321	24,9 %
$16 \leq N \leq 20$	60	4,7 %
Total	1288	100 %
Nombre de copies : 1288		
Note moyenne 10,6		
Écart-type : 2,95		

De manière générale, les candidats ont bien traité la première partie introductive (74% des points attribués en moyenne). La deuxième, plus difficile a fait la sélection (40% des points attribués en moyenne). La dernière partie pouvait être abordé indépendamment des autres, et les candidats qui s'en sont rendus compte ont pu résoudre les premières questions de celle-ci sans difficulté (30% des points attribués en moyenne mais 60% des points si on se limite aux copies qui l'ont traitée).

Partie I

Partie simple, les premières questions **1.1** à **1.7** sont très proches du cours.

(1.1) Question de cours sans difficulté.

(1.2) Question de cours pour laquelle les candidats ont en général bien défini le nombre de Reynolds mais sans l'appliquer aux dimensions appropriées.

(1.3), (1.4), (1.5), (1.6) Questions simples en général bien traitées modulo une erreur de signe sur la dérivée partielle de la pression par rapport à x et l'utilisation d'une origine différente que celle suggérée par la figure 1.

(1.7) Quelques erreurs dans les applications numériques mais question essentiellement bien traitée.

(2.1) Première question sortant du cadre du cours (56% des points attribués en moyenne). Relativement sélective avec quelques erreurs de calcul, la moitié des élèves ont su la mener à bien.

(2.2) Suite directe de **(2.1)** et application numérique qui ne pose aucune difficulté si la formule est correcte.

Partie II

Partie la plus intéressante du problème et également la plus sélective.

(1.1), (1.2) Questions très proches du cours en général bien traitées.

(2.1) L'analogie avec la loi d'Ohm donnait directement le résultat, ce que la grande majorité des candidats ont compris.

(2.2) Question simple : toutefois, quelques confusions entre résistance linéique et résistivité.

(2.3) Question qui fait rentrer dans le cœur de l'épreuve. L'expression de ΔP est souvent correcte mais la simplification a entraîné quelques erreurs (inattendues).

(2.4) Question très simple. Certaines copies donnent la bonne relation mais la nomment « loi des mailles » au lieu de « loi des nœuds ».

(2.5) Question sans problème.

(2.6) Première question réellement sélective. La discussion contenait souvent des éléments pertinents mais rarement le raisonnement correct et complet. Très peu de candidat ont su à la fois donner une explication valable et démontrer l'inégalité demandée. Nous avons pris en compte dans la notation la qualité du raisonnement lorsqu'il montrait la bonne compréhension de cette question.

(3.1a) Question très simple.

(3.1b,c) Questions simples bien traitées.

(3.2a,b,c) L'analogie avec le système R, L était quasi évidente et en général bien identifiée. La plupart des copies savent résoudre l'équation différentielle correspondante. Même en cas d'erreurs dans l'application numérique (provenant d'erreurs antérieures), les candidats ont bien compris le rôle transitoire des effets d'inertance.

(4.1a) Les applications numériques ont en général été bien trouvées. Par contre, nous déplorons que la plupart des élèves se contentent de paraphraser la question au lieu de donner un raisonnement convenable. Un grand nombre se sont bornés à comparer les différences de pressions ΔP_{cap} et ΔP_{hydr} , en prétextant aboutir ainsi à la conclusion demandée alors que cette comparaison avait uniquement pour but de juger de l'importance relative des deux phénomènes et non pas de justifier la pénétration de l'eau dans le canal. Très peu de copies ont noté ce dernier point.

(4.1b,c,d) Peu de difficulté excepté quelques erreurs de signes, parfois corrigées ultérieurement au vu de la question (4.1e).

(4.1e) Question directe à partir de la (4.1d), souvent traitée de façon approximative.

(4.1f) Les unités ont souvent été oubliées, peut-être lié au fait que l'on parlait de grandeurs adimensionnées dans la question précédente.

(4.1g) Question délicate, qui s'est révélée sélective. Très peu de copies ont vérifié l'hypothèse faite sur l'importance relative des termes et ont souvent confondu cette vérification avec une estimation de la fonction Y trouvée selon les valeurs de T .

(4.1h) Question très sélective. Les graphiques étaient en général très décevants. Des copies ont simplement tracé les courbes complètes des approximations trouvées précédemment. D'autres avaient les bons domaines de définition mais n'ont pas extrapolé les courbes entre les asymptotes.

(4.2a) Très peu de candidats ont abordé cette question (4.2). En fait, beaucoup de copies ont abandonné à ce niveau l'étude de la **partie II**, à l'exception notable de la question de cours (5.2). Les copies qui ont abordé cette question ont souvent abouti au bon résultat.

(4.2b) De très rares bonnes réponses. Clairement une question filtrant les meilleures copies. Question pourtant abordable, mais probablement en rupture avec le rythme du problème qui demandait assez peu de réflexion jusque là.

(4.2c) Beaucoup ont eu l'intuition de l'analogie demandée sans pour autant avoir traité les questions précédentes.

(5.1) A part les meilleures copies (au-delà de 18/20), aucune réponse. Un peu la même idée que plus haut : question abordable nécessitant de garder l'esprit clair sans dérouler d'équation.

(5.2) Question de cours. Beaucoup l'ont repéré.

(5.3) Question liée à (5.1) et donc aussi rarement abordée.

(5.4) Question abordée.

(5.5) Certains ont tenté des ordres de grandeur pour les pressions en jeu aboutissant à une application numérique correcte. Bravo !

Partie III

Partie totalement indépendante, proche du cours, qui a souvent été abordée même par des copies en difficulté sur la **partie II**. Toutefois, elle ne rapportait pas beaucoup de points du fait de sa grande proximité avec le cours.

(1.1) Question de cours.

(1.2) Analyse dimensionnelle très souvent correcte.

(2.1,2.2) Questions de cours.

(2.3) Question plus délicate, approximativement traitée. Le calcul de Pe a souvent été correct mais pas la conclusion à en déduire.

(2.4) Question rarement aboutie. Très peu ont bien vu la racine carrée à appliquer.

(2.5) Question intéressante. Beaucoup ont tenté une explication mais peu ont compris l'intérêt du régime stationnaire.

Conclusion

L'épreuve comporte beaucoup de questions simples et nous constatons que le cours est en général bien su lorsqu'il s'agit de répéter les définitions et de les appliquer. Ainsi, l'énoncé a en général été relativement bien traité jusqu'au milieu de la seconde partie, la troisième partie étant également abordée avec succès. Malheureusement, les questions demandant plus de réflexion n'ont pas connu le même succès et ont véritablement permis de distinguer les candidats qui dominaient le sujet de ceux qui sont restés au niveau du cours. Par exemple, les questions **(II.2.6)**, **(II.4.2)** et **(II.5)** ont fortement contribué à faire la différence.