

## 2.2. E - PHYSIQUE II - Filière PC

### I) REMARQUES GENERALES

Ce problème très complet, en cinq parties, portait sur le comportement d'une goutte d'eau qui tombe sur un plan. Les modélisations des phénomènes physiques sont nombreuses et variées et ont demandé aux candidats de mettre en œuvre leurs connaissances en mécanique du point, en mécanique des fluides et aussi en physique des ondes (mécaniques).

Le sujet est long et la majorité des candidats ont légitimement décidé d'adopter une attitude pragmatique en abordant le maximum de questions dans le temps imparti. Il est toutefois regrettable que cela se soit souvent fait au détriment de certains commentaires attendus (parfois en liaison avec des applications numériques importantes permettant des comparaisons entre modèle et expérience). Ceci est d'autant plus dommage que bien souvent les candidats pouvaient se contenter de commentaires très brefs leur permettant de tirer profit d'un calcul pourtant effectué préalablement. De plus, de nombreux candidats, désireux de démontrer rapidement un résultat donné dans l'énoncé, ont manqué de discernement et n'ont pas réalisé que leur démonstration (ou leur argumentation) était fautive ou incomplète.

Un certain nombre de questions consistaient en une application directe du cours et l'on peut féliciter un grand nombre de candidats pour la connaissance approfondie de leur cours. Enfin, nous avons noté que la présentation des graphes, des commentaires et la mise en valeur des résultats, étaient majoritairement satisfaisantes, chose à laquelle nous sommes très sensibles.

### REMARQUES PARTICULIÈRES

**Questions 1, 2 et 3 :** Les calculs du volume de la goutte, de sa surface, de l'énergie potentielle de tension superficielle  $E_{p,t}$  et de la valeur  $a_0$  qui minimise cette dernière, ont souvent été bien menés. Il en va de même pour le tracé qualitatif de  $E_{p,t}$ . En revanche le développement limité permettant l'identification de la constante de raideur  $k$  a souvent manqué de rigueur et de nombreux candidats ont obtenu une constante de raideur négative sans s'en étonner.

**Question 4 :** Le calcul de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_{p,g}$  a régulièrement manqué lui aussi de rigueur et les calculs malhonnêtes (ou imprécis, de nombreux candidats donnant le résultat attendu sans même remarquer que son calcul est différent d'un facteur 2) se sont multipliés : de nombreux candidats obtiennent le résultat donné en prenant le centre de la goutte de gravité à la hauteur  $e$ , au lieu de  $e/2$ .

**Question 5 :** Cette question a posé des problèmes techniques importants et le calcul de  $\varepsilon$  a été très laborieux.

**Question 6 :** Les justifications apportées au fait qu'ici  $e(t) = e_0$  ont couramment été étonnantes (par exemple en ne tenant compte que d'une seule force, ou en partant du résultat de la question suivante).

**Question 7** : La encore les justifications apportées sont généralement fausses (« la masse est négligeable donc c'est une chute libre ») ou inexistantes (« le système n'est soumis qu'à son poids donc c'est une chute libre », sans démontrer que les autres forces sont nulles).

**Questions 8 et 9** : La détermination de l'équation différentielle vérifiée par  $\varepsilon(t)$  et sa résolution ont globalement été bien traitées.

**Question 10** : Pour cette question les calculs ont été lourds et inutiles. Beaucoup de candidats ont confondu  $\varepsilon(0)$  et  $\varepsilon(T_0)$  et rare sont ceux qui ont déduit l'ordre de grandeur du nombre d'oscillations perceptibles de la valeur de  $Q$ .

**Question 11** : La réaction a fréquemment été donnée avec un signe faux.

**Question 12** : Cette question a très rarement été traitée en entier. La plupart des erreurs ont été liées au fait d'oublier que la fonction *tan* est une fonction périodique.

**Question 13** : Cette question a aussi été rarement traitée. De plus, parmi les candidats qui l'ont abordé, nombreux sont ceux qui n'ont pas vu que le graphe donné été en échelle logarithmique.

**Questions 14, 15 et 16** : Ces questions ont été plutôt bien traitées, même si certains candidats obtiennent la bonne équation de propagation (connue) à partir d'un DL faux ou d'une équation du mouvement fausse.

**Question 17** : Correctement traitée dans l'ensemble.

**Question 18** : Beaucoup d'erreurs lors de la résolution de cette question. De très nombreux candidats assimilent  $\frac{\partial \varepsilon}{\partial x}$  à la vitesse et ne savent pas résoudre l'équation  $\cos \alpha = 0$ .

**Question 19** : Cette question a très rarement été abordée.

**Question 20 et 21** : L'association de deux ressorts en série a posé problème à une majorité de candidats (Une quantité non négligeable de candidats ont ajouté les raideurs). Ceux qui ont su correctement répondre à la question pour deux ressorts ont généralement obtenu le bon résultat pour le cas à  $N$  ressorts.

**Question 22** : Cette question n'a quasiment jamais été traitée.

**Question 23** : Il s'agissait implicitement de l'eau liquide donc les justifications avec la glace (fréquentes) ou la vapeur d'eau sont ici hors sujet. Il y a eu de très nombreuses justifications surprenantes de la compressibilité de l'eau liquide, comme par exemple : « les phénomènes de marées, le pistolet à eau, le rétrécissement du filet d'eau qui coule du robinet, la pluie en très petites gouttelettes,... » (?!).

**Question 24** : Cette question a rarement été rarement traitée.

**Question 25** : Le caractère incompressible de l'eau, impliquant  $\text{div}(\vec{v})=0$ , n'a pas toujours été utilisé et fréquemment les candidats ont écrit que l'accélération se limitait à  $\frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$ .

**Question 26** : Des erreurs fréquentes dans le calcul des composantes de l'équation de Navier-Stokes, notamment dans la projection de l'accélération convective.

**Question 27** : Certains candidats se sont lancés dans de lourds calculs alors qu'une définition de cours suffisait.

**Question 28** : Cette question demandait beaucoup de précision et rares sont les candidats à avoir obtenu la bonne expression. Le commentaire physique du signe a souvent été absent, ou sans intérêt comme « la puissance est positive » ...

**Question 29** : La démonstration rigoureuse (avec le théorème de l'énergie cinétique) a souvent été absente. Cette question était l'occasion d'argumenter, ce qui n'a pratiquement jamais été le cas. Les candidats qui ont deviné la réponse attendue l'ont souvent très mal justifiée. Il était même possible ici de mentionner que l'énergie cinétique qui intervient dans ce théorème contient l'agitation thermique, ce qui invalide la conclusion attendue (*Pint*=-*Pext*), à moins de considérer que l'énergie d'agitation thermique reste constante. Idéalement on pouvait s'attendre à voir appliquer ici le premier principe de la thermodynamique à la particule de fluide en tenant compte de son énergie cinétique macroscopique et microscopique, et d'éventuels transferts thermiques avec ses voisines. Cependant, la longueur du sujet ne permettait pas de s'attarder trop longtemps sur cette question subtile...

**Question 30** : Les réponses apportées ont généralement été correctes lorsque cette question a été abordée. Nous avons quand même noté des confusions fréquentes entre puissance et énergie.

**Question 31** : Quand cette question fut abordée, la réponse se limitait généralement au calcul de  $E/\Delta E$ , sans autre commentaires.

**Question 32** : La plupart des candidats qui ont abordé cette question ont seulement donné la forme du nombre de Reynolds, sans aborder les questions d'interprétation physique qui suivent.

**Question 33** : Cette question a souvent été bien traitée, quand elle a été abordée, même si certains candidats n'ont pas négligé la traînée, comme indiqué dans l'énoncé à la ligne précédente.

**Question 34** : Question rarement traitée correctement en entier et de nombreuses erreurs d'application numérique.

**Questions 35, 36 et 37** : Ces questions ont très rarement été abordées.