

**Complément au texte sur l'infirmité :  
à propos d'une fiche de la préparation au CAPES d'Orsay**

Jean-Pierre Ferrier, IREM de Lorraine, janvier 2005

Cette fiche, qui est le thème 60, traite de l'**oscillateur mécanique amorti** : *Le solide (S) de masse  $m$ , coulisse sans frottement suivant un axe horizontal. Il est attaché à un ressort de raideur  $k$  et muni d'une palette de masse négligeable qui trempe dans un liquide.*

Une partie A) est consacrée à la *modélisation*. Pourquoi ne pas parler de mise en équation puisque c'est de cela qu'il s'agit? Passons pour le moment.

On y lit d'abord ceci : *on munit l'axe horizontal du repère  $(G_0, \vec{i})$  où  $G_0$  est le point correspondant au centre de gravité  $G$  du solide lorsque le ressort n'est pas tendu. On pose  $\vec{G_0G} = x(t)\vec{i}$ .*

Autrement dit  $x$  sera une grandeur sans dimension, un nombre réel. A l'inverse on constatera que les autres grandeurs sont laissées comme la physique nous les transmet : masse, raideur, coefficient de frottement et surtout le temps  $t$  ! Ainsi  $x'(t)$  ne sera pas la vitesse ni  $x''(t)$  l'accélération : ces deux dérivées auront les dimensions respectives  $T^{-1}$  et  $T^{-2}$ . On ne détruit pas l'homogénéité des formules, mais cela fait désordre.

En fait on a choisi une origine  $G_0$  sur l'axe qui en fait une droite vectorielle. On aurait aussi pu dire qu'on choisissait une orientation sur l'axe et que  $x$  était la distance, comptée algébriquement, entre  $G_0$  et  $G$ .

Chacun de nous peut commettre ce genre de maladresse. Cela montre bien que nous sommes déformés, infirmes.

Plus loin on lit ceci : *le système est soumis à son poids  $\vec{P}$ , à la réaction de l'axe  $\vec{R}$ , à la force exercée par le ressort  $\vec{T}$  et à la force de frottement exercée par le liquide sur la palette. On suppose que cette force est proportionnelle à la vitesse du mobile :  $\vec{F} = -f\vec{v}$ .*

Enfin vient la question : *en projetant la loi fondamentale de la mécanique sur l'axe horizontal, établir l'équation différentielle vérifiée par la position du centre de gravité du solide au cours du temps.*

Etablir cette équation consiste à égaler à 0 la somme de trois termes connus. Demander une telle trivialité au candidat est se moquer du monde. C'est juste pour dire qu'on a posé une question.

Mais en même temps l'exercice trivial se révèle impraticable et il aurait été intéressant de connaître ce qu'on attendait exactement du candidat.

Expliquons-nous. Le physicien n'a pas à appeler le mathématicien au secours pour un calcul, qu'il résolve une équation différentielle ou qu'il cherche  $1 + 1 = \dots$ . De même le mathématicien n'a-t-il pas à appeler le physicien au secours pour un petit problème de géométrie ou de mécanique, pour peu que les hypothèses physiques lui aient été traduites dans un langage qu'il peut et doit comprendre. Sinon, à la limite, mathématicien et physicien devront appeler le professeur de français chaque fois qu'ils doivent écrire une phrase avec un sujet et un verbe. Il est donc normal de demander au mathématicien d'établir l'équation du mouvement, ce qu'on avait scandaleusement évité dans l'exercice sur le chariot du bac 2004 de la série S.

Que fallait-il savoir, venant de la physique? Que le solide était soumis

- à son poids, vertical,
- à la réaction de l'axe, qui est *perpendiculaire* à l'axe parce que le solide glisse sans frottement, comme c'est au physicien de l'expliquer,
- à la force de rappel du ressort, suivant l'axe et égale (vectoriellement ou algébriquement) à  $-kx$ , *ce qui a été simplement omis*,
- à la force de frottement, suivant l'axe également, donnée (vectoriellement ou algébriquement) par  $f = -kv$ .

(Ceux qui préfèrent les vecteurs peuvent mettre des flèches, à condition de mettre aussi une flèche sur  $x$ ; mais ce n'est pas nécessaire, surtout en dimension 1.)

Cela étant donné, le reste de l'exercice incombe au mathématicien. Il a juste à connaître le théorème fondamental de la mécanique et à penser à projeter tout sur l'axe. On pouvait lui laisser cette initiative.

On notera quand même que le gros du travail de modélisation, pour utiliser ce vocable à la mode qui provoque tant de dégâts, incombe au physicien. C'est lui qui décrit l'absence de frottement sur l'axe, qui décrit la force de rappel du ressort et la force de frottement fluide. Voir une partie de modélisation dans un exercice pour mathématicien comme celui-ci relève de l'escroquerie pure et simple. D'ailleurs en voir dans un quelconque exercice au CAPES est naïveté ou/et supercherie.

La partie B) est consacrée à la *résolution*. Sur la résolution elle-même il n'y a rien à dire; on est guidé pas à pas. Pourquoi fallait-il commencer par : *on considère l'équation différentielle (E)* ? Parce que la mise en équation est quelque chose de répugnant dont on laisse la responsabilité au candidat et qu'il convient très vite de faire comme si l'équation était sans rapport avec la question étudiée avant? Il faudrait psychanalyser la chose.

La dernière question ajoute un second membre à l'équation et l'on y parle de *système entretenu*. Serait-ce pure fantaisie de mathématicien? L'équation homogène étant trop simple, on y ajouterait un second membre pour voir. Comment, dans un exercice qui prétend faire de la modélisation, a-t-on pu éviter de reparler du dispositif qu'il s'agissait de modéliser, d'expliquer qu'on introduisait une force supplémentaire en explicitant ou non son origine : magnétique peut-être.

Surtout, dans un exercice qu'il ne faudrait pas classer en modélisation mais dans les mathématiques contextuelles, il faut absolument commenter les résultats dans les termes du contexte. La partie A) n'a aucun intérêt s'il n'y a pas une partie C) qui commente le résultat de la résolution du B).

Par exemple on a supposé très vite  $4km - f^2 > 0$ , sans se demander quel pouvait être le sens de cette condition. De plus, en se limitant à ce seul cas, il n'est pas possible de prédire les divers phénomènes qu'on peut rencontrer.

On me dira que respecter toutes les exigences que je présente est bien difficile. C'est vrai. Mieux vaudrait peut-être résoudre de gentils exercices de mathématiques demandant une petite prise d'initiative et une discussion soignée. Proposer des mathématiques prétendument modélisantes comme celles qu'on vient de cotoyer fait irrésistiblement penser à la fameuse RANA, ou recherche appliquée non applicable.