

0. Avant de commencer

Que va-t-on apprendre dans ce chapitre ?

Nous allons apprendre comment se comporter pour augmenter ses chances de succès. Nous allons aussi découvrir ce que renferme ce livre.

Quelques repères

D'abord, qu'est ce que la physique ? Le *Petit Robert* nous dit que c'est une science qui étudie les propriétés générales de la matière et établit des lois qui rendent compte des phénomènes matériels. Le *Petit Robert* a raison.

La physique a une longue histoire ; pour ceux que cette dernière intéresserait, vous trouverez (chez Ellipses, bien sûr), *Une petite histoire de la physique* par Isabelle Desit-Ricard, ouvrage qui couvre rapidement le sujet, en moins de 130 pages.

0.1. Pourquoi faire de la physique ?

La physique possède un coefficient important dans le concours de PCEM (tout comme dans la majeure partie des premiers cycles des filières scientifiques), on ne peut donc la négliger, même si la diversité et la nouveauté des concepts manipulés demandent un effort d'apprentissage qui décourage certains, peut-être encore plus que dans les autres matières. Certes, cette matière passionne rarement les étudiants de médecine, plus portés vers les sciences du vivant, apparemment plus faciles d'accès (car plus descriptives) et plus proches de l'idée que l'on se fait de l'aspect "médical". C'est dommage, car la physique constitue non seulement un tremplin essentiel vers la biophysique enseignée au second semestre, mais aussi un bagage de base que doit posséder tout étudiant s'engageant dans des études scientifiques supérieures, quelque soit sa spécialité. Ainsi, le socle de sciences dites "dures" (telles la physique/biophysique, mais aussi chimie) que subissent (c'est malheureusement trop souvent le mot qui convient) les futurs médecins (praticiens et/ou chercheurs) au début de leur apprentissage ne doit pas être vu comme une punition (juste bonne à sélectionner les candidats) mais comme un langage nécessaire d'une part à la réelle compréhension du vivant, et d'autre part à la

démystification de l'environnement technologique (radiographie, échographie, IRM, etc.) propre au secteur médical.

Commentaire culturel

La tradition tend, en France du moins, à classer les sciences dans l'ordre mathématiques>physique>chimie>biologie, autrement dit dans les esprits, de la plus formelle à la plus descriptive, sous-entendant par là que la première est reine. Il est cependant facile de renverser cet ordre, en le regardant sous un autre angle, celui de la complexité : les mathématiques sont toujours maîtrisables (puisque construites de toutes pièces), la physique l'est souvent (tout au moins dans sa faculté de décrire le monde au 1^{er} ordre), la chimie un peu moins (pensez à l'abîme dans lequel on plonge lorsque l'on veut simplement décrire un acte quasi-quotidien, la grillade d'un steak), quant à la biologie, elle fait appel à toutes ces sciences et cumule donc leurs difficultés. Ainsi donc, les biologistes, qui ne peuvent de nos jours rester des observateurs superficiels de la vie, doivent, s'ils veulent vraiment comprendre la nature et le fonctionnement du vivant, faire partie des meilleurs mathématiciens, des meilleurs physiciens et des meilleurs chimistes...

0.2. Comment faire de la physique ?

Le concours met rarement en jeu des "exercices types" (dont il suffirait de restituer la correction apprise par cœur), mais plutôt des questions de sens physique originales avec des calculs simples. S'il est bien sûr nécessaire de se souvenir des formules et des théorèmes importants, il est tout aussi important de ne pas faire d'erreur sur des notions élémentaires et de se montrer capable de discuter avec un minimum de maturité scientifique les questions posées. C'est dans cet état d'esprit qu'est rédigé cet ouvrage, dans lequel on trouvera donc, en plus de l'exposition du formalisme physique proprement dit, de nombreux exercices (car l'apprentissage se fait le crayon à la main), des notes culturelles (pour replacer les idées et concepts dans leur contexte) ainsi que, bien sûr, des exemples d'application puisés dans la sphère médicale.

La question à 3000€

Prépa ou pas prépa ? Voilà la question récurrente que se pose systématiquement le futur étudiant en PCEM. Que répondre ?

D'abord, il y a les bonnes et les mauvaises prépas. Si fréquenter une bonne prépa est sans risque (dans l'idéal, ça vous boostera ; au pire, ça ne vous fera pas de mal), fréquenter une mauvaise prépa vous fera perdre votre temps, or ce dernier est, comme vous allez vite vous en rendre compte, un de vos biens le plus précieux en PCEM. Maintenant, vous me direz : oui, mais comment distinguer les bonnes des mauvaises prépas ? Leurs statistiques aux concours ? Bof, chacune cuisine un peu les chiffres comme elle veut. Leurs prix ? Bof, si les plus chères étaient les meilleures, ça serait trop simple. Leurs effectifs ? Non, j'ai connu des petites prépas qui avaient le même taux de succès au concours que des grandes. Alors ? Alors deux choses : 1) il faut peser les critères objectifs (proximité des locaux avec votre CHU et/ou votre logement, origine des enseignants –profs de fac ? Etudiants ?-, fonctionnement à l'année, etc.) ; 2) il faut sonder la réputation (le bouche-à-oreille fonctionne très bien en PCEM). Dans tous les cas, vous verrez, il y a peu de chance de se tromper complètement, les mauvaises prépas ne résistant pas longtemps à la pression du marché.

Ensuite, il y a l'argent (et oui). Disons-le clairement : il est inconcevable d'avoir un job en même temps que l'on fait sa PCEM1 (ou alors un job divertissant, genre prof de violon ou de pâtisserie, qui vous permettra de vous changer un peu les idées de temps en temps). En effet, la PCEM vous demandera 100% (ou presque) de votre temps (pas comme la "fac" ; cf. avertissement ci-après), et il serait à mon avis complètement contre-productif de chercher un job rémunéré pendant l'année pour financer en contrepartie votre prépa. Bref, si vous vous payez une prépa, ça sera avec vos économies de l'été ou les sous de papa-maman. Bien sûr, on touche du doigt le sujet sensible (il n'y a qu'à voir les débats sur les nombreux forums dédiés aux études de PCEM) de l'inégalité sociale blabla et tous ces riches qui peuvent se payer une prépa blabla parce que 3000€ (en gros le prix d'une prépa à l'année) ça représente 3 mois de salaire pour certains et une gente de 4x4 pour d'autres et c'est injuste le système blabla. Evidemment que le système est injuste, mais si ça ne commençait qu'au niveau de la prépa, ça se saurait...

Bref, il n'y a pas de réponse toute faite à la question. En gros, c'est vous qui le sentez (est-ce que je sais travailler seul(e) ou pas ? Quelle confiance en moi j'ai ? Que représente pour moi –financièrement, idéologiquement- l'investissement dans un cours privé ? Y'a t'il une autre alternative de soutien –tutorat à la fac, bon pote en PCEM2- ? Etc.). Mais surtout, ne vous prenez pas trop la tête, et dites-vous bien avant tout que votre succès en PCEM1 dépend à 99% de vous, rien que de vous.

Dispensons maintenant quelques conseils méthodologiques. S'il va de soi que votre succès passera par une grosse quantité de travail (c'est vrai dans toutes les filières à concours), encore faut-il que ce travail soit efficace. Pour cela, il faudra veiller à toujours **être dans un état d'esprit ACTIF**. En d'autres termes, il faut faire les choses soi-même (comprendre un corrigé d'exercice, c'est bien, réussir à le produire soi-même, c'est infiniment mieux). Voyons cela concrètement.

La méthode Lavelle pour (augmenter ses chances de) réussir

1) La stratégie.

On doit (idéalement) dans l'ordre :

- suivre le cours en direct
- l'assimiler en se posant des questions, en refaisant les démonstrations
- se tester sur des exercices variés (TD, livres)
- vérifier que l'on est au point en résolvant les annales

En clair, il faut faire la chasse au gaspillage, c'est à dire principalement au temps passé à faire un truc à la fois rébarbatif et inutile (par exemple aller en cours sans avoir appris le cours précédent, somnoler dans un amphi inconfortable, aller en TD sans connaître le cours ou sans avoir jeté un œil aux énoncés avant). Il est important de **suivre au jour le jour** (et non d'attendre les vacances comme le font malheureusement trop d'étudiants peu motivés ; notez que cela n'empêche pas certains de "réussir" dans les filières peu sélectives, mais c'est assurément suicidaire dans les filières sanctionnées par un concours). Certes, chaque changement de chapitre donne l'occasion de raccrocher le train, mais il faudra bien s'occuper des wagons abandonnés un jour ou l'autre (et en tous cas avant le concours, pour lequel il est hors de question de faire des impasses, sauf celles explicitement indiquées par votre professeur en amphi).

Donc, vous avez bien lu, compris et assimilé tout le cours ? Vous avez bien fait toutes les applications proposées/disponibles (TD, prépas, tutorat, bouquins, internet) ? Vous avez vérifié sur vos fiches mémos que vous maîtrisez l'ensemble des concepts qui y apparaissent ? Parfait, il ne vous reste qu'à franchir la dernière étape avant le concours : se frotter à la résolution des annales. Pour cela, rien ne vaut les annales de votre CHU, celles qui, par définition, collent au plus près de votre programme officiel. Si vous avez de la chance (i.e. si vous êtes dans une fac bien organisée), vous devriez facilement y avoir accès (bibliothèque, enseignants de TD, bureau des étudiants) ; sinon, c'est la débrouille.

2) Les bons réflexes à acquérir dès le début (pour qu'ils soient naturels le jour de l'examen)

- Faites attention à ce que vous écrivez (une force ne peut pas être égale à une énergie, un scalaire ne peut pas être égal à un vecteur, une fréquence ne peut pas être la somme de plusieurs vitesses, etc.). **Vérifiez systématiquement les dimensions (l'homogénéité) et la rigueur mathématique** (cf. chapitres 1 et 2).

- Dans le même ordre d'idée, **réfléchissez au sens physique** de ce que vous écrivez (une variation d'énergie cinétique, par exemple, n'a pas la même signification qu'une simple énergie cinétique) et n'oubliez pas de **toujours vérifier l'ordre de grandeur** du résultat à la fin d'une application numérique.

- **Evitez de mélanger calcul littéral et numérique**. D'abord parce qu'en faisant des calculs intermédiaires, vous risquez d'accumuler les erreurs de calcul, ensuite parce qu'en mélangeant les lettres et les chiffres, vous vous privez d'un résultat littéral explicite qui peut rapporter des points intermédiaires même en cas de mauvaise application numérique ensuite. Notez qu'en général, "exprimer" signifie donner la formule littérale et "calculer" signifie donner le résultat numérique. Une remarque au sujet des applications numériques : lors d'une épreuve sans calculatrice, si l'énoncé comporte des valeurs numériques particulières, ce n'est sans doute pas un hasard (ainsi, 108 km/h font pile-poil 30 m/s, et pas "environ 28 m/s" ou je ne sais quelle approximation injustifiée).

- **Faites attention aux unités**. Une vitesse laissée en km/h dans un calcul a toutes les chances de donner un résultat bidon, tout comme une température en °C ou une concentration en mol/l. N'oubliez pas de mettre les unités après un résultat numérique (et n'utilisez le sigle SI que dans les cas où cela se justifie, c'est à dire s'il n'existe pas d'unité usuelle à la grandeur calculée).

- **Conservez les notations de l'énoncé** (surtout le jour de l'examen) : de manière général, tout ce qui facilite la vie du correcteur est le bienvenu !

3) Le jour J

- **Lisez l'énoncé attentivement en entier**, pour voir ce que l'on attend de vous et pour vous permettre de voir ce que vous savez faire *a priori*.

- **Soignez la présentation et conservez les notations de l'énoncé**. On l'a dit et on le répète, tout ce qui facilite la vie du correcteur est le bienvenu, la susceptibilité de celui-ci peut être à fleur de peau au bout de la 400^e copie.

- **Utilisez des raisonnements simples et rigoureux**. Le concours met généralement en jeu des questions de sens physique avec des calculs simples. Vous devez absolument **ne pas faire d'erreur sur des choses élémentaires** (force

de rappel d'un ressort, champ électrique, loi de l'hydrostatique, poussée d'Archimède, etc.) qui constituent le b.a.-ba de la physique. Notez aussi que, parfois, la réponse ou des ordres de grandeurs de la solution sont suggérés par les questions suivantes.

- **Vérifiez la cohérence et l'homogénéité de vos résultats théoriques et numériques.** N'oubliez pas les **unités** et vérifiez que votre expression théorique a la bonne **dimension**. Vérifiez que votre expression est cohérente en prenant pour certains de ses paramètres des valeurs particulières (qui tendent vers zéro ou l'infini) et en regardant la **cohérence physique** du résultat.

- Si l'épreuve est sans calculatrice, **faites les applications numériques** (très importantes !) en séparant les termes compris entre 1 et 10 et les puissances de 10 et n'hésitez pas à faire des approximations (on prendra ainsi $g \sim 10 \text{ m.s}^{-2}$, $\pi^2 \sim 10$, etc. ; évitez cependant, comme on l'a dit précédemment, les approximations injustifiées, notamment lorsque l'énoncé comporte des valeurs numériques particulières qui conduisent exprès pile-poil à un résultat tout rond). Enfin, vérifiez que vos applications numériques sont **physiquement acceptables** (une vitesse supérieure à 3.10^8 m.s^{-1} ou la masse d'une étoile égale à quelques kilos doivent vous poser problème). Sachez que, si un résultat numérique faux compte en général 0, un résultat faux ET absurde vous privera en plus de la sympathie du correcteur (et est même parfois compté négativement dans certains CHU). *Remarque : l'ensemble des applications et exercices proposés dans ce livre peuvent se résoudre "à la main" ; il est donc vivement conseillé de prendre directement de bonnes habitudes en laissant tomber la calculatrice pour travailler la physique.*

- N'hésitez pas à faire quelques **commentaires physiques** qui montrent que vous avez compris ce qui se passait, quelque soit la justesse de votre résultat.

Avertissement : les deux mondes de la fac

La même pression de travail ne s'applique assurément pas aux étudiants des filières "à concours" (PCEM, pharma, etc.) par rapport à ceux des filières "à examen" (Licence). Soyons clair : s'il est possible, avec un cerveau relativement performant, de survivre (voire de cartonner) tout au long de la licence sans pour autant se tuer au boulot (passer d'une année sur l'autre suppose juste d'avoir à peu près intégré la moitié des concepts enseignés), il n'en est pas de même en PCEM où, l'objectif étant plus brutalement d'être grosso modo dans les 10% des meilleurs, il faut non seulement avoir un cerveau performant mais en plus un mental d'acier doublé d'une mémoire sans faille et d'une endurance à toute épreuve. Ce n'est pas donné à tout le monde, et je ne pourrais que trop conseiller

aux futurs candidats d'avoir un minimum de lucidité vis-à-vis de leurs capacités. Pour cela, soyons francs : un élève qui aura ramé pour obtenir son bac a une chance quasi nulle de s'en sortir en PCEM. De même, un étudiant classé dans les 1500^e à l'issue de sa première année de PCEM devra sérieusement envisager de se réorienter plutôt que de perdre une deuxième année en choisissant un redoublement qui le mènera droit dans le mur. Il n'est pas toujours agréable d'entendre ce genre de chose, mais il faut à tout prix éviter toute fierté mal placée à ce sujet : il n'y a pas plus de honte à être incapable de courir 100 mètres en moins de 10 secondes qu'à être incapable de réussir le concours PCEM. Chacun ses moyens, le secret de la réussite étant de les connaître et de faire pour le mieux avec. Je m'arrête là, je suis en train de plagier "comment se réaliser soi-même" par le Dr Marabout.

0.3. Que trouve-t-on dans ce livre ?

Que du bonheur ! Ce livre traite en un seul volume la totalité de l'enseignement de physique potentiellement dispensé dans les différents CHU. L'étudiant est ainsi quasi assuré, en sélectionnant les chapitres pertinents pour son programme, de trouver dans cet ouvrage l'ensemble des informations dont il a besoin pour couvrir et approfondir son cours. Sont notamment abordés :

- les math : rappel des outils de base pour la physique ;
- l'analyse dimensionnelle : en physique, on manipule des chiffres dimensionnés, donc on ne peut pas faire n'importe quoi ; ceci est vrai aussi pour les ordres de grandeur qu'il faudra surveiller ;
- la mécanique (du point, du solide) : c'est bon pour la médecine du sport ;
- l'hydrodynamique (ou mécanique des fluides) : pour comprendre les écoulements sanguins ;
- la thermodynamique : les échanges gazeux, les potentiels chimiques, c'est la vie ;
- l'électricité (électrostatique, électrocinétique) : ça permet notamment de comprendre l'ECG, le fonctionnement des neurones, mais aussi les interactions en jeu en chimie ;
- les phénomènes de transport : la diffusion, les transports membranaires, qui nous plongent au cœur des cellules ;
- les ondes : pour comprendre l'échographie, l'effet Doppler (et ses applications) ;

- l'optique : pour comprendre (et corriger) les défauts de la vision, le fonctionnement d'un microscope ;
- la physique nucléaire : les interactions rayonnement/matière, la radiothérapie, c'est important.

***Avertissement** : tous ces chapitres ne sont pas également développés. En effet, si tous les sujets abordés trouvent à un moment ou un autre leur application dans les filières biomédicales, ce lien peut être plus ou moins évident. Ainsi, l'optique par exemple semble essentielle pour comprendre la physiologie de la vision ; a contrario, la thermodynamique, toute fondamentale qu'elle soit, est rarement développée en PCEM (ou alors, elle l'est dans le cours de chimie). En outre, votre programme dépendra de la politique de gestion de l'enseignement dans votre université et donc de la composition de l'équipe enseignante : si la physique est prise en charge par des enseignants-chercheurs physiciens "purs et durs" (qui ont aussi en charge les enseignements des licences de physique), il peut malheureusement se faire que le cours soit assez éloigné de vos préoccupations (bio)physiques ; a contrario, si la physique est gérée par une équipe d'enseignants pour la plupart biophysiciens, évoluant dans des laboratoires hospitaliers, vous pouvez espérer que le programme soit plus proches de votre réel besoin de culture physique dans la suite de vos études biomédicales. J'ai essayé dans ce livre de respecter le poids des différents chapitres en fonction de ce que j'ai pu observer dans les programmes les plus courants de PCEM1 ; n'hésitez pas à me faire part de vos commentaires à ce sujet (cf. mes coordonnées données en avant-propos), afin que je module le contenu et la présentation des chapitres dans la prochaine édition.*

***Autre avertissement** : ce livre se veut avant tout un outil de travail pratique (grâce à ses conseils, ses applications, ses rappels de cours) fait pour ACCOMPAGNER et non remplacer votre cours, qui doit rester la pierre angulaire de votre apprentissage (même si l'amphi est un peu bruyant et les conditions d'écoute pas idéales).*

Les différentes notions sont introduites de manière simple, en laissant volontairement de côté tout développement trop abscond. Si par malheur votre enseignant (j'en connais) était friand de ces derniers, prenez votre mal en patience (la physique ne dure qu'un semestre) et essayez coûte que coûte d'aller à l'essentiel. Et puis, en moindre consolation, dites-vous que tous vos collègues sont dans la même galère...

On trouvera aussi dans ce livre de nombreux encadrés (grisés) qui seront autant de commentaires, conseils, précisions, anecdotes, exercices et applications que vous aurez soins de ne pas négliger. Notamment, il est vivement conseillé de répondre aux questions au moment où on les rencontre, histoire non seulement de rester