Applications numériques dans les problèmes de Maths de collège

Sophie Casanova, INSA Lyon, responsable enseignement de la Physique au premier cycle.

En tant qu'enseignante de Physique au premier cycle de l'INSA (niveau prépa intégrée) j'ai souvent des réflexions de mes étudiants me signalant que leur prof de maths n'apprécierait pas certaines de mes écritures : par exemple le signe tilde (~) pour dire « environ » et non pas « équivalent » ou bien mon tranquille « 1/∞=0 » . J'accepte bien sur ces remarques de bonne grâce en insistant sur le fait que leur prof de maths a raison et en plaidant le manque de rigueur bien connu des physiciens.

Cependant, il y a une de leurs critiques qui me laisse perplexe et au sujet de laquelle je sollicite aujourd'hui vos explications :

Si par exemple je calcule la position d'une image A' après une lentille de centre O à partir de la position de l'objet A et de la distance focale f' de la lentille : $\acute{OA}'=\frac{\acute{OA}\cdot f'}{\acute{OA}+f'}$ avec $\acute{OA}=-30\,cm$

et $f'=20\,cm$, j'écris : $\acute{OA}'=\frac{-30\,cm\cdot 20\,cm}{-30\,cm+20\,cm}=\frac{-30\,cm\cdot 20}{-10}=60\,c\,m$

et je déclenche alors une levée de boucliers :

- Ah ! Madame ! notre prof de Maths de collège il nous a dit de ne jamais écrire les unités comme ça au milieu !
- Ah bon ? ben c'est pourtant drôlement pratique : regardez, d'un seul coup je vérifie l'homogénéité de ma formule littérale ($\acute{OA}'$est bien une longueur) et je suis sure de l'unité de mon résultat sans conversions inutiles. C'est quoi le problème d'écrire les unités au milieu?
- On ne sait pas, mais on n'a pas le droit !
- ????

Rentrée à la maison, je vérifie auprès de ma fille actuellement au collège, confirmation : au collège en maths on a obligation de séparer « l'équation aux valeurs numérique » de l'écriture de l'unité.

Résultat, nos étudiants de première année (excellents par ailleurs : en moyenne mention TB au bac S) sont incapables de faire une application numérique correctement. A un examen nous leur avons demandé de calculer la valeur d'une force *F* exercée sur un corde qui vibre à la fréquence *f=440Hz* grâce à l'expression suivante : $F=\frac{f^2L^2\mu}{4}$ avec la longueur de la corde L=80cm et la masse linéique de la corde *µ=0,030 g/cm*. (L'objectif de cet exercice n'était pas cette application numérique que nous n'avions pas imaginée être problématique, mais un calcul ultérieur d'incertitude)

L'immense majorité de nos étudiants ont écrit (à quelques variantes -toutes fausses- près)

$$F=\frac{440^2 80^2 0{,}03}{4} N=9{,}3 10^6 N$$ [1]

Je précise que cet examen intervenait juste après que nous avions fini en cours de physique le chapitre dimensions-unités-incertitudes et que des questions précédentes de l'exercice avaient permis de tester que les étudiants savaient tous que $1Hz=1s^{-1}$ et $1N=1kg\ m\ s^{-2}$. Conclusion, ils ne se sont trompés que parce qu'ils ont dissocié l'équation aux valeurs numériques de la réflexion sur l'unité. En fait, la réflexion sur l'unité a disparu pour se transformer en … devinette (« on me demande une force ? boaf ça doit être en Newton »). Les seuls étudiants qui ont réussi cette application numérique sont ceux qui ont écrit

$$F=\frac{440^2 s^{-2} 80^2 cm^2 0{,}03 g/cm}{4}=9{,}3 10^6 g\, cm\, s^{-2}=93 N$$

En physique nous manipulons des grandeurs réelles pour lesquelles la valeur numérique est INDISCOCIABLE de l'unité. Si la fréquence vaut *440Hz* le 440 seul n'a strictement aucune signification et ne devrait donc jamais être écrit seul. En physique, une grandeur n'a pas d'unité associée (la longueur *L* de mon bureau peut être exprimée en m, km, cm, pouce, pied …) mais dès que je lui donne une valeur numérique alors je dois lui associer une unité : L=120 cm et pas 120 « tout court ». Ainsi, si je veux calculer la longueur au carré, c'est $(120\ cm)^2$ que je vais d'abord écrire, ce qui me donnera ici évidement $1{,}44\ 10^4\ cm^2$.

Je comprends bien qu'en maths la plupart du temps les élèves manipulent des grandeurs adimensionnées (donc sans unités) mais dans les manuels de collège actuels, de nombreux problèmes reposent maintenant sur des cas concrets avec des grandeurs réelles. Ces exercices pourraient permettre de donner aux élèves les bonnes habitudes pour apprendre à gérer les conversions complexes d'unités qu'ils verront plus tard (pour ceux qui feront des études scientifiques).

Si vous avez par exemple à calculer la vitesse *V* d'un coureur qui effectue le *100m* en *9,63s*, pourquoi ne pas autoriser (voire encourager !) les élèves à écrire $V=\frac{100 m}{9{,}63 s}=10{,}4 m/s$? Pourquoi imposer l'écriture $V=\frac{100}{9{,}63} m/s$ qui donne l'idée fausse que l'on calcule séparément la valeur numérique et ensuite on devine l'unité ? Certes, l'unité est très facile à deviner ici, mais ce ne sera pas toujours le cas !

Etonnamment, ce genre de reflexes acquis au collège reste profondément ancré chez nos jeunes de 20 ans. S'il y a effectivement une raison à ne pas écrire les unités dans l'application numérique, celle-ci vaut-elle le prix que vos meilleurs élèves ne sachent pas faire d'application numérique complexe ? Pourquoi ne pas donner aux élèves dès le collège les habitudes qui les aideront plus tard ?

---

1 Je passe sur la plausibilité de ce résultat, qui reviendrait tout de même à avoir accroché 1000 tonnes à cette malheureuse corde…