

Méthodologie de la rédaction en sciences

Table des matières

I	Présentation générale	1
II	Grandeurs et notations	2
III	Les deux langages du scientifique	2
IV	Lire les consignes et les comprendre	3
V	Calcul littéral et application numérique	3
VI	Vérifier ses résultats	4
	VI.1 Le signe du résultat	4
	VI.2 Cohésion entre les réponses	5
	VI.3 Cohérence d'une application numérique	5
	VI.4 Homogénéité d'une expression	5
VII	Applications	6
	VII.1 En chimie	6
	VII.2 En physique	6
	VII.3 Extrait de concours	7

Introduction

La rédaction de raisonnements scientifiques se doit d'être claire et précise. Cela vaut pour toutes les disciplines scientifiques de PCSI : mathématiques, physique, chimie ou encore sciences de l'ingénieur. Il est ici question de donner les grandes lignes afin d'aboutir au plus tôt à une rédaction complète et efficace. On précise en particulier que la meilleure rédaction est toujours la plus courte possible, dans la mesure où elle respecte rigoureusement les règles données ci-après. Certaines de ces règles varient d'une matière à l'autre mais cela est précisé le cas échéant.

I Présentation générale

Il convient lors du rendu de travaux ramassés de respecter quelques règles générales. Celles-ci sont évidentes mais malheureusement pas toujours suivies...

- Ne pas rendre de copie déchirée.
- Ne pas découper/coller des parties de copie.
- La première copie propose une entête de quelques lignes précisant nom, prénom, classe, date, matière, intitulé du devoir.
- Pas de blanc, on raye proprement avec une règle.
- Les copies sont numérotées.
- Toujours laisser une marge pour la correction.
- Pas de crayon de papier, sauf pour rien du tout. Et encore, même pas le droit pour rien du tout.
- Utiliser une couleur classique (noir ou bleu) pour le texte et utiliser une deuxième couleur pour mettre en avant présentation et résultats soulignés (rouge ou vert).
- Respecter la numérotation des questions, respecter la typologie de l'énoncé et écrire le numéro des exercices.
- Ne pas recopier l'énoncé ni les questions.
- Éviter les jeux de piste.

II Grandeurs et notations

Quelle que soit la matière, les calculs font intervenir des grandeurs ou des fonctions : la fonction f , une force $\vec{F}$, une constante G ... Ces grandeurs sont associées à des notations.

- Il faut respecter les majuscules et minuscules : $k \neq K$. En particulier, la graphie utilisée doit permettre de les distinguer sans ambiguïté.
- Il faut respecter les notations de l'énoncé et ne pas les modifier.
- En mathématiques, toute notation doit être introduite au préalable :
Soit I un intervalle de $\mathbb{R}$. On appelle f la fonction définie sur I par ...
- En physique, chimie et SI, de nombreuses notations sont standardisées et il est inutile de les rappeler : V pour le volume, r pour le rayon, g pour l'accélération de pesanteur etc...

Attention cependant, il arrive qu'une lettre puisse correspondre à deux concepts différents : V le volume ou V le Volt. Il convient alors de bien utiliser l'énoncé et le contexte pour ne pas se tromper. De même, si on doit introduire une nouvelle notation peu explicite, on évite absolument de surcharger une notation déjà utilisée et on précise la notation sur sa copie.

Remarque

La bonne utilisation des notations est un grand pas en avant vers la résolution d'un exercice. Ou autrement dit, mal choisir ses notations, c'est déjà doubler (au moins) ses chances de se tromper.

Exemple

On considère deux solutions. Dans chaque solution, il y a la même quantité de sirop que l'on a ensuite complétée avec de l'eau, pour un volume total de 25 cL pour la première et 33 cL pour la 2e. Quelle est la solution la plus concentrée ?

Réponse : *Le sirop est le même dans chaque solution mais y'a plus de volume dans la solution avec plus d'eau donc elle est moins concentrée.*

III Les deux langages du scientifique

Il est important de bien comprendre que tout scientifique possède deux langages à sa disposition : le français (ou autre...) et les mathématiques. Chacun de ces deux langages permet d'écrire des phrases et donc de construire des raisonnements. En revanche, dans certaines situations, il est préférable d'utiliser un langage plutôt qu'un autre. Chaque langage est donc plus ou moins bien adapté à exposer un argument. Un raisonnement scientifique peut être constitué d'une alternance de phrases des deux langages. Ces phrases sont toujours reliées entre elles par des liens logiques : donc, d'où, par ailleurs, c'est pourquoi, d'après le résultat précédent...

Exemple

En français	En mathématiques
a est strictement plus grand que b qui est lui même strictement plus grand que c.	$a > b > c$
Quel que soit l'entier naturel n, la somme des entiers depuis 0 jusque n est égale à la moitié de la multiplication de n par n ajouté de 1.	$\forall n \in \mathbb{N}, \sum_{i=0}^n i = \frac{n \times (n+1)}{2}$
f est croissante sur l'intervalle I.	$\forall (x, y) \in I^2, x \leq y \implies f(x) \leq f(y)$

Il faut :

- Respecter les règles de chaque langage : français (cf brevet) ou mathématiques (voir prof de maths).
- Ne jamais mélanger mathématiques et français dans une même proposition.

Exemple

Une réponse donnée : *On a montré que $t_1=t_2$ alors les systèmes entreront en collision au point M d'abscisse $x = \frac{vt_1}{2} = \frac{vt_2}{2}$.*

Remarque

Les mathématiques sont le langage de choix pour décrire de nombreux objets scientifiques et réussissent là où le français échoue. Il faut donc absolument maîtriser ce langage. Dans de nombreux cas, le résultat obtenu peut être contre-intuitif mais vrai, et démontré grâce aux mathématiques !

IV Lire les consignes et les comprendre

Lors d'une épreuve, une part non négligeable des erreurs est associée à une mauvaise lecture de l'énoncé et des consignes. Il arrive fréquemment qu'une seule question attende plusieurs éléments de réponse (question en 2, 3 parties) et trop souvent les étudiants oublient de répondre à toute la question.

Exemple

G2E 2023 : Calculer le pH de début de précipitation de l'hydroxyde de cuivre (II). Conclure.

Réponse :

On suppose que ...

Donc pH = 5,5.

Et la conclusion trop souvent oubliée :

Comme le pH de la solution est de 10,3, le précipité apparaît.

Par ailleurs, les consignes sont rédigées avec soin et il faut en comprendre le vocabulaire :

expliquer : il est attendu un texte court (3 phrases grand maximum) permettant de comprendre l'objet ; On ne tartine pas.

justifier : il est attendu des arguments rationnels précis (souvent issus du cours).

exprimer, donner, rappeler : il est attendu un résultat (souvent issu du cours), sans démonstration. Il faut le cas échéant citer le nom du théorème, de la propriété, de la loi utilisée.

montrer, démontrer, établir, déterminer : il est attendu une démonstration associée ou non à un calcul.

en déduire : il est attendu une exploitation d'un résultat précédent.

proposer : il est attendu une démarche rationnelle et cohérente permettant d'atteindre un objectif.

mettre en œuvre : il est attendu la mise en pratique d'un protocole (expérimental) ou d'une démarche de résolution (analytique ou numérique).

V Calcul littéral et application numérique

De nombreux raisonnements nécessitent de faire appel à du calcul littéral, c'est-à-dire d'enchaîner les lignes de calcul. Il convient alors de respecter les conventions suivantes.

- Il est rigoureusement interdit de faire une soupe entre notations littérales et valeurs numériques. Autrement dit, aucune grandeur n'est remplacée par sa valeur numérique avant l'application numérique. Dans un calcul littéral, les nombres doivent être dépourvus d'unités.
- Lorsque l'énoncé demande d'effectuer l'application numérique, il convient de remplacer alors toutes les grandeurs par leur valeur numérique. Si une grandeur ne peut pas être remplacée par sa valeur numérique, c'est que cette dernière doit être déterminée auparavant. Il est inutile de faire des applications numériques incomplètes.

- Si le membre de gauche ne subit aucune modifications car celles-ci ne portent que sur le membre de droite, il est d'usage de ne pas le répéter mais simplement d'indiquer la poursuite du calcul par un signe '=' :

$$\begin{aligned} K^o &= \frac{\left(\frac{x}{C^o}\right)^2 \times \left(\frac{x}{C^o}\right)^3}{\left(\frac{C-x}{C^o}\right)^2} \\ &= \frac{x^2 \times x^3 \times C^{o2}}{C^{o5} \times (C-x)^2} \\ &= \frac{x^5}{(C-x)^2 \times C^{o3}} \end{aligned}$$

- Si les deux membres sont modifiés, alors ils sont précisés tous les deux. Chaque nouvelle étape nécessite le retour à la ligne.
- Au sein d'un calcul littéral, vous devez indiquer les éventuels liens logiques par des connecteurs : donc, d'où, par ailleurs, on sait que etc... Ces connecteurs permettent au correcteur de comprendre si la nouvelle ligne est la suite de la précédente, un apport du cours, de l'énoncé etc...

Exemples

- Soit a un réel vérifiant :

$$a^3 - a^2 + 1 = 0$$

Corriger la rédaction suivante dont la consigne est *Développer et simplifier au maximum l'expression* $(a+2)^3$:

$$\begin{aligned} &= (a+2)(a+2)(a+2) = (a+2)(a^2 + 4a + 4) \\ &= a^3 + 4a^2 + 4a + 2a^2 + 8a + 8 \\ &= 7a^2 + 12a + 8 \end{aligned}$$

- Soit un objet de masse m posé sur le sol, à la surface de la terre. La force de pesanteur qu'il subit par la Terre vaut 9,2 N.

Données : Constante universelle de pesanteur : $G = 6,674184 \times 10^{-11} \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; rayon de la terre : 6371 km ; masse de la terre : $5,972 \times 10^{24}$ kg

Corriger l'énoncé suivant dont la consigne est : *Déterminer la masse de l'objet.*

$$\begin{aligned} F &= \frac{G \times m \times M}{d^2} \\ 9,2 &= \frac{6,674184 \times 10^{-11} \times m \times 5,972 \times 10^{24}}{6371^2} \\ m &= 0,9368823621 \end{aligned}$$

VI Vérifier ses résultats

VI.1 Le signe du résultat

Pour de nombreuses grandeurs, il est possible d'anticiper le signe attendu : une quantité de matière positive, une force vers le haut donc d'expression positive, la dérivée négative d'une fonction décroissante... Il est donc important de vérifier dans les expressions proposées (et surtout si vous les encadrez), que le signe de l'expression, s'il est facilement déterminable, est bien cohérent avec le signe attendu.

Exemple

On a donc :

$$m = -\frac{1}{2} \frac{P}{g}$$

VI.2 Cohésion entre les réponses

Les énoncés des épreuves sont construits de telle manière à être progressifs. Cela permet de guider les candidats pour construire un raisonnement. Ainsi, les premières questions apportent généralement des petits indices pour résoudre la suite. Il faut donc que vos réponses soient cohérentes les unes avec les autres, c'est-à-dire qu'elles ne se contredisent pas.

Exemple

Imaginons les conclusions de réponses suivantes lors d'une épreuve qui demande d'étudier une fonction f . Qu'en pensez-vous ?

1) On en déduit alors :

$$f(5) = -3$$

2) Finalement d'après le corolaire du théorème des valeurs intermédiaires, on en déduit que f est une fonction positive sur l'intervalle $[-10; +\infty[$.

3) D'après le théorème de la limite monotone, on en déduit :

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = -\infty$$

VI.3 Cohérence d'une application numérique

Plusieurs fois par épreuve, l'énoncé demandera le calcul d'une application numérique. Il convient alors de vérifier que la proposition n'est pas aberrante. Cela peut être parce que le résultat trouvé ne possède pas du tout le bon ordre de grandeur ou bien parce que la définition de la grandeur implique des contraintes (grandeur positive, probabilité inférieure à 1 etc...). Dans le cas d'une erreur que vous auriez détectée, il vous appartient de la corriger. Si cela n'est pas possible (manque de temps ou erreur non trouvée), vous devez laisser un commentaire sur la copie signifiant que vous avez repéré l'erreur sans pouvoir la corriger. En aucun cas, vous ne devez laisser une erreur aberrante sans commentaire.

Exemple

Il devrait être

$$\frac{3000}{1110 \cdot 10^{-3}} \approx 2,7 \cdot 10^3 \text{ L de lait quotidiennement}$$

VI.4 Homogénéité d'une expression

Il est parfaitement possible, lors de la résolution d'équations littérales dans un problème de se tromper. Il existe un moyen simple pour déterminer de nombreuses erreurs c'est d'utiliser l'homogénéité, c'est-à-dire les dimensions des grandeurs. La dimension d'une grandeur c'est sa nature : longueur, temps, intensité etc... A chaque dimension correspondent plusieurs unités possibles. Par exemple, on peut exprimer une longueur en m, cm, dm, km etc...

En effet, lors que l'on écrit :

$$P = mg$$

Cela signifie trois choses :

— La valeur numérique de P est la même que celle de mg .

- La nature de P (nombre) est la même que celle de mg (nombre).
- La dimension de P (force) est la même que celle de mg (force).

En effet, le signe $=$ porte sur la valeur numérique aussi bien que sur la nature et la dimension de l'objet. On peut donc repérer une erreur dans une expression dès que les dimensions ne sont plus les mêmes des deux côtés de l'équation. Il est donc d'une grande importance de toujours analyser les dimensions afin de détecter d'éventuelles erreurs de calculs.

Remarque

Certaines grandeurs peuvent ne pas avoir de dimension : angles, indice optique, fraction molaire...

Exemple

L'expression :

$$\vec{P} = mg$$

est impossible. Le membre de gauche est un vecteur alors que le membre de droite est un nombre. La nature des deux objets n'est donc pas la même.

L'expression :

$$S = \pi R^2$$

est possible. En effet, S est une surface donc sa dimension est une longueur au carré : L^2 . R est une longueur donc sa dimension est L . C'est bien homogène.

$$V = \frac{3}{4}\pi R$$

n'est pas possible. En effet, V est un volume donc sa dimension est L^3 . Or pour le membre de gauche, la dimension est L .

Remarque

Le fait que les dimensions soient égales pour les deux membres n'implique pas pour autant que l'expression est juste. Par exemple, pour le volume d'une boule :

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad V = \frac{3}{4}\pi R^3$$

Les deux propositions sont homogènes mais une seule est juste !

VII Applications

VII.1 En chimie

On considère une solution mère de concentration $0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en acide chlorhydrique. On souhaite préparer 5 solutions de 100 mL chacune de concentrations respectives 0,05 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02 et $0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Déterminer dans chaque cas les volumes à prélever pour obtenir les concentrations désirées.

VII.2 En physique

Je pars en vacances pour faire le trajet Lyon - Toulouse. J'emprunte un trajet de 540 km, contenant 500 km d'autoroute. Afin de réduire ma consommation de carburant, j'envisage de réduire ma vitesse sur l'autoroute et de rouler à $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ au lieu de $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Déterminer le temps supplémentaire du trajet.

VII.3 Extrait de concours

Le squelette d'un homme adulte a une masse moyenne $m = 12,0$ kg. Les os sont constitués par de l'eau (50% en masse), des composés organiques (25 % en masse) et des composés minéraux (25 % en masse). En première approximation, on peut admettre que le phosphate de calcium $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ est l'unique composé minéral présent dans les os.

On donne :

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} :

Ca : 40 ; P : 31 ; O : 16

11. En négligeant toute présence de calcium hors des os, estimer la masse m_{Ca} totale de calcium présente chez un adulte.
12. Bien que présentant un aspect fortement minéral, les os sont des tissus vivants. Le calcium du squelette est en renouvellement permanent, 20 % de la masse totale de calcium se trouvant remplacée en environ une année (on considérera 360 jours). Sachant qu'un litre de lait apporte 1110 mg de calcium, estimer quel volume de lait devrait boire un adulte quotidiennement s'il voulait couvrir complètement, avec ce seul aliment, ses besoins en calcium ?