

IMPRÉCISIONS DANS LES QUESTIONS FORMULÉES PAR LES ENSEIGNANTS DE CHIMIE DE LA SOUS-DIVISION KAMINA I ET LEUR IMPACT SUR LE RENDEMENT DES ÉLÈVES DE LA SECTION SCIENTIFIQUE

Pascal Mutombo^{1*}, Crispin Muleba²,

**Corresponding Author:*

Pascal Mutombo

Résumé

Dans cette étude à caractère didactique portant sur les imprécisions relevées dans les questions formulées par les enseignants de chimie, nous avons cherché à mettre en évidence ces imprécisions, identifier leurs sources, indiquer leurs conséquences sur le rendement des élèves et reformuler ces questions imprécises.

L'analyse des cinq questions retenues dans cette recherche nous a conduits à constater que :

- *Les imprécisions et leurs sources diffèrent les unes des autres, d'une question à l'autre;*
- *L'embarras des élèves devant la diversité des réponses, l'évaluation subjective de la part des enseignants ainsi que l'échec des élèves sont les principales conséquences de ces imprécisions.*

Mots clés: *imprécision, question de chimie, rendement des élèves.*

Abstract

In this didactic study on the inaccuracies noted in the questions formulated by chemistry teachers, we sought to highlight these inaccuracies, identify their sources, indicate their consequences on student performance and reformulate these imprecise questions.

The analysis of the five questions retained in this research led us to note that:

- *The inaccuracies and their sources differ from each other, from one question to another;*
- *The embarrassment of students faced with the diversity of answers, the subjective evaluation on the part of teachers as well as the failure of students are the main consequences of these inaccuracies.*

Key words: *imprecision, chemistry question, student performance.*

I. Introduction

Lors de la collecte des données relatives aux questions de chimie formulées par les enseignants pour évaluer leurs élèves dans les écoles organisant l'option scientifique dans la sous-division Kamina I, au cours de l'année scolaire 2022-2023, nous avons constaté qu'il y avait plusieurs imprécisions dans lesdites questions. La sous-division Kamina I, notre cadre de recherche, est l'une des sous-divisions de la province éducationnelle Haut-Lomami I dans la province du Haut-Lomami en République Démocratique du Congo (RDC). Trois principales raisons ne nous avaient pas permis d'en parler avec les enseignants dans les différentes écoles : -la recherche que nous menions consistait à collectionner les questions de chimie pour voir le niveau de connaissances auquel elles se rapportaient, donc pas l'appréciation ; -les questions étaient ramassées après avoir été posées aux interrogations à la fin de la période et aux examens à la fin du semestre, donc tout été consommé ; -parler de ces imprécisions mettrait mal à l'aise les enseignants en voyant en nous les inspecteurs, ce qui pourrait handicaper la collecte des données tout au long de l'année scolaire. C'est pour contourner ces difficultés que nous avons décidé de rédiger cet article pour relever ces imprécisions de façon anonyme et surtout en faire large diffusion, même en dehors de la sous-division Kamina I, notre cadre de recherche. Tel est l'objectif principal poursuivi dans cet article dont l'intérêt est triple: -éviter aux élèves l'embarras quand ils doivent répondre aux questions imprécises ; -rendre objective l'évaluation des élèves en mettant de côté les réponses qui dépendent de la compréhension de l'enseignant de ses propres questions ; -attirer l'attention des collègues enseignants de chimie sur l'utilisation de certains termes dans la formulation des questions dans cette discipline qui est une science exacte. Les imprécisions constatées, nous l'avons dit, étaient nombreuses mais, dans cet article, cinq d'entre elles sont présentées. En effet, nous avons identifié au total 30 questions réparties comme suit :

- Erreurs de forme, 18 questions;
- Erreurs de forme et de fond, 6 questions; •

Erreurs de fond, 6 questions.

Après avoir corrigé la forme, nous sommes restés avec 12 questions dont 5 ont été tirées au hasard, 2 en 4^e et 1 dans les autres classes. Dans l'impossibilité de les traiter toutes, compte tenu du volume limité de l'article, les 7 autres sont réservées pour une autre publication du même genre. Comme méthodologie, nous présentons la question telle que formulée par l'enseignant, ensuite nous signalons l'imprécision constatée, après nous cherchons les sources de cette imprécision, nous montrons les conséquences qui découlent de la mauvaise formulation et, en fin, nous reformulons la question sous examen.

II. Présentation des questions imprécises

II.1. Première question *Calculez la concentration de la solution obtenue en dissolvant 12g de Na_2SO_4 dans 500ml d'eau distillée.*

a) Imprécision constatée

Dans cette question, l'imprécision est au niveau du terme concentration utilisé par l'enseignant. En effet, ce terme est général et signifie rapport de quantité entre soluté et solvant dans une solution ou entre soluté(solvant) et solution¹ et s'exprime de plusieurs manières, à savoir la concentration massique en g/l, la fraction molaire sans unité, le pourcentage en pourcent, la molalité en mole/kg, la molarité en mole/l et la normalité en éq/l².

b) Source de l'imprécision

Pour nous, si l'enseignant n'avait pas oublié le qualificatif massique ou l'unité de la concentration demandée, alors il a été distrait.

c) Conséquence

En demandant aux élèves de calculer la concentration de la solution sans indiquer ni son expression ni son unité, la conséquence est que chaque élève aura sa bonne réponse mais qui ne sera pas nécessairement celle demandée par l'enseignant. Tout le monde est d'accord avec nous que les élèves, devant cette imprécision, sont embarrassés surtout si deux ou trois expressions de concentration étaient déjà enseignées. Par ailleurs, de la part du premier élève qui constate l'imprécision, l'enseignant s'expose à la question de savoir quelle concentration faut-il calculer.

d) Reformulation de la question

Pour éviter cette imprécision, deux possibilités se présentent à l'enseignant :

- soit il indique l'expression de la concentration demandée et la question devient, par exemple, calculez la concentration massique de la solution obtenue en dissolvant 12g de Na_2SO_4 dans 500ml d'eau distillée;
- soit il propose l'unité de la concentration souhaitée et, dans ce cas, la question devient calculez en g/l la concentration de la solution obtenue en dissolvant 12g de Na_2SO_4 dans 500ml d'eau distillée. Avec cette précision, la responsabilité de l'enseignant dans l'échec des élèves devient nulle.

II.2. Deuxième question

Quelle est la normalité d'une solution de KMnO_4 sachant que 15g de ce soluté ont été dissouts dans un litre de solvant?

e) Imprécision constatée

Chaque fois que l'on pose la question sur le calcul de la normalité, on doit indiquer le comportement du soluté dans la solution, ceci pour permettre le calcul de sa masse équivalente³. Ce qui n'est pas le cas dans cette question.

f) Source de l'imprécision

Nous pensons qu'à l'enseignant qui avait posé cette question il manquait l'information concernant le calcul de la concentration en normalité.

En effet, on calcule la normalité au moyen de la formule $N = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{éq}} \times V(l)}$ dans laquelle $N =$ normalité, $m_{\text{soluté}} =$ masse du soluté, $M_{\text{éq}} =$ masse équivalente du soluté et $V(l) =$ volume du solvant en litre. En plus, on détermine la masse équivalente à partir de la relation $M_{\text{éq}} = \frac{M_m}{x}$ où $M_m =$ masse molaire du soluté et x peut être⁴ :

- le nombre de moles d'ions H^+ libéré par un acide;
- le nombre de moles d'ions OH^- libéré par une base;
- le nombre de moles d'électrons perdu ou gagné par un réducteur ou un oxydant ;
- le produit des valences dans un sel;
- le nombre de charges positives ou négatives dans l'équation de dissociation électrolytique.

Si le $KMnO_4$ est considéré comme un sel qui se décompose selon l'équation $KMnO_4 \longrightarrow K^+ + MnO_4^-$ et $x = 1$ car le produit des valences = 1 ou le nombre de charges positives ou négatives = 1. Dans ce cas $M_{\text{éq}} = M_m = 158g$. Au cas où le soluté se comporte comme un oxydant en milieu acide fort selon l'équation ionique $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$, $x=5$ et $M_{\text{éq}}=31,6g$.

En milieu acide faible et basique, $KMnO_4$ capte 3 électrons selon les équations respectives $MnO_4^- + 3e^- + 4H^+ \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$; $MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$. Dans les deux milieux $x=3$ et $M_{\text{éq}}=52,6g$. En fin, en milieu neutre, $KMnO_4$ est un oxydant très faible selon l'équation $MnO_4^- + 1e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$, $x=1$ comme dans le premier cas.

c) Conséquence

Revenons à la question telle que posée, quelle indication l'enseignant a donnée aux élèves au sujet de $KMnO_4$ et quelle masse équivalente doivent-ils utiliser dans la formule de la normalité ? Par manque de cette précision, trois réponses différentes sont possibles selon la $M_{\text{éq}}$ considérée : 0,095 ; 0,475 et 0,285éq/l.

d) Reformulation de la question

Pour éviter cette diversité des réponses, l'enseignant devait tout simplement préciser le comportement de $KMnO_4$ en solution. Par exemple, *quelle est la normalité d'une solution de $KMnO_4$ (oxydant en milieu acide fort) sachant que 15g de soluté ont été dissouts dans un litre de solvant ?*

II.3. Troisième question Déterminez le pourcentage de la solution de NaCl que l'on obtient en mélangeant 5g de sel et 25g d'eau distillée.

a) Imprécision constatée

Dans une solution, il y a soluté et solvant⁵, et donc pourcentage en soluté et pourcentage en solvant dont la somme doit être égale à 100%. Alors par pourcentage de la solution, on doit entendre le pourcentage en soluté ou en solvant ou encore la somme de deux ?

b) Source de l'imprécision

Parmi les expressions de concentration il y a la concentration massique, la molalité, la molarité et la normalité qui se définissent par rapport au soluté tandis que les autres, la fraction molaire et le pourcentage, se définissent soit par rapport au soluté, soit par rapport au solvant. Si l'enseignant n'avait pas signalé le soluté ou le solvant, nous pensons qu'il aurait confondu cette expression avec la molalité ou la molarité, par exemple.

c) Conséquence

Comme dans le cas précédent, il y a diversité des réponses car certains élèves vont calculer le pourcentage en soluté, les autres vont calculer celui en solvant.

d) Reformulation de la question

Au sujet du pourcentage, il faut toujours préciser soit le soluté, soit le solvant. Cette question devient précise si par exemple on dit *déterminez le pourcentage en soluté (en solvant) de la solution de NaCl que l'on obtient en mélangeant 5g de sel et 25g d'eau distillée.*

II.4. Quatrième question

Ecrivez l'équation équilibrée de la réaction entre HNO_3 et Zn sachant qu'elle donne un sel et un dégagement de l'hydrogène.

a) Imprécision constatée

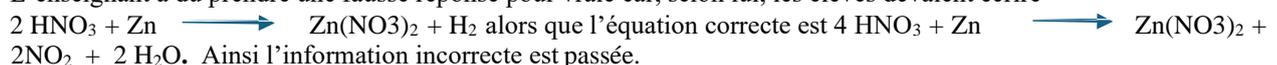
Dans cette question, l'imprécision se trouve au niveau des produits de la réaction proposée par l'enseignant. D'une façon générale, les acides attaquent les métaux pour former un sel et dégager l'hydrogène⁶. Mais l'acide proposé ne respecte pas cette règle générale.

b) Source de l'imprécision

Après avoir enseigné la règle générale, l'enseignant aurait oublié ou ignoré l'exception selon laquelle HNO_3 ne libère jamais l'hydrogène mais NO ou NO_2 et H_2O ⁷. L'ignorance ou l'oubli de l'exception serait à la base du mauvais choix de l'acide par l'enseignant. En plus, le manuel utilisé par l'enseignant présente la règle générale sans signaler l'exception, mais plus loin il présente le comportement de HNO_3 comme oxydant. Alors l'enseignant n'aurait pas associé les deux informations, pourtant présentes dans le manuel.

c) Conséquence

L'enseignant a dû prendre une fausse réponse pour vraie car, selon lui, les élèves devaient écrire



d) Reformulation de la question

Pour éviter ce qui est arrivé, l'enseignant devait proposer un autre acide à la place de HNO_3 , par exemple HCl ou H_2SO_4 et la question devient *écrivez l'équation équilibrée de la réaction entre HCl et Zn sachant qu'elle donne un sel et un dégagement de l'hydrogène.*

II.5. Cinquième question *On a dissous 10g de KNO_3 dans 500ml de solution, quelle est la molarité de la solution ainsi préparée ?*

a) Imprécision constatée

Dans la question, le mot solution est utilisé deux fois, 500ml de *solution* et *solution* ainsi préparée. Quel est le sens que l'enseignant donne à la première et à la seconde solution après l'avoir défini comme le mélange homogène formé de soluté et de solvant ?

b) Source de l'imprécision

La première source serait la méthode par pesée dans laquelle on place le soluté dans le ballon jaugé, on ajoute un peu de solvant, on homogénéise le mélange puis on ajoute le solvant jusqu'au trait de jauge⁸. Alors pour certains enseignants, le volume final n'est pas celui de solvant mais de solution.

La deuxième source serait les manuels de chimie consultés par les enseignants. En effet, dans ces manuels, on définit la molarité, par exemple, comme le nombre de moles de soluté dans un litre de solution, au lieu de dire un litre de solvant. Dans les mêmes manuels, on définit la molalité comme le nombre de moles de soluté dans un kilogramme de solvant et non de solution. Alors on ne sait pas quand et pourquoi dire volume de solvant ou volume de solution.

c) Conséquences

Cette façon de présenter les choses, sur le plan didactique, a beaucoup d'inconvénients :

- les élèves ne savent pas exactement qu'est-ce qu'il faut appeler solution;
- ils ne savent pas non plus quand il faut parler de solvant et quand il faut parler de solution;
- le volume du solvant, dans la méthode par pesée comme présentée ci-haut, n'est pas connu avec précision, parce que, ce qui compte, c'est le trait de jauge.

d) Reformulation de la question

Pour contourner toutes ces difficultés, le premier mot solution doit être remplacé par le mot solvant et la question devient *on a dissous 10g de KNO_3 dans 500ml de solvant, quelle est la molarité de la solution ainsi préparée ?*

Il convient de signaler qu'on peut dissoudre le soluté dans une solution contenant le même soluté dans le but d'augmenter la concentration de ladite solution. Par exemple, *on a dissous 10g de KNO_3 dans 500ml de solution de KNO_3 0,25mole/l. Quelle est la molarité de la solution ainsi préparée ?*

Conclusion et suggestions

Dans cet article portant sur les imprécisions constatées dans les questions formulées par les enseignants de chimie pour évaluer leurs élèves des écoles de la sous-division de Kamina I organisant la section scientifique, nous avons tenu à relever cinq d'entre elles pour attirer l'attention des enseignants de cette discipline sur l'utilisation exacte de certains termes dans les questions. Par rapport aux élèves, c'est pour leur éviter l'embarras devant une question imprécise et surtout rendre leur évaluation objective.

A travers les cinq questions retenues dans cette étude, nous avons souligné:

- l'utilisation des expressions de concentration ou de leurs unités dans les questions à la place du terme concentration qui est général;
- la mise à la disposition des élèves les indications nécessaires sur le soluté quand il s'agit de calculer la normalité de la solution;
- l'indication dans la question les constituants de la solution dont on cherche à déterminer le pourcentage au lieu de parler du pourcentage de la solution;
- l'enseignement simultané de la règle générale et de l'exception qui l'accompagne pour éviter la contradiction par la suite;
- la confusion entre le volume du solvant et celui de la solution dans la préparation des solutions par pesée. Pour éviter ce genre d'erreurs dans les questions, nous suggérons:

1°) Aux enseignants de chimie

1. D'éviter de composer à la hâte les questions d'interrogations et d'examen;
2. De relire plusieurs fois les questions composées pour voir si elles sont claires, précises et exactes;
3. De répondre eux-mêmes aux questions composées pour vérifier s'il n'y a pas plusieurs réponses possibles.

2°) Aux inspecteurs et directeurs des études (du domaine de la chimie)

1. De vérifier la qualité des questions composées dans les cahiers de composition des enseignants, pas seulement leur nombre;

2. De partager les constats faits dans cette vérification avec les autres enseignants du domaine dans les réunions de l'unité pédagogique.

3°) Aux élèves

1. De lire attentivement chaque question avant d'y répondre;
2. De signaler à l'enseignant toute imprécision constatée dans une question pour la corriger en classe avant la fin de l'interrogation ou de l'examen.

Comme perspective, pour trancher de façon expérimentale entre volume de solvant et volume de solution qu'il faut utiliser dans les questions et les définitions des expressions de concentration, nous pensons, dans un avenir proche, vérifier la variation de la concentration par rapport au volume du solvant mesuré par avance et celui ajouté progressivement jusqu'au trait de jauge, dans la préparation des solutions par pesée.

Bibliographie

1. Guillaume Bikuba Sibula(2010) ; *Notions de chimie 5è année* ; Médiaspaul ; Kinshasa
2. Guillaume Bikuba Sibula(2010) ; *Notions de chimie 6è année* ; Médiaspaul ; Kinshasa
3. Marc Kamulongwa Kumpenena, Norbert Mayengo Nzita, Jean Louis Nsoni Zeno (2010) ; *Maitriser la chimie 2* ; Edition Loyola ; Kinshasa.
4. Pierre Pirson, Alain Brisbosia, Philippe Snauwaert et André Tadino (2021), *chimie 5è, deboeck, Bruxelles*
5. Antoine Acker, Pascal Bellanca et Evelyne Excoffon (2017), *Physique Chimie 4è*,le livre scolaire www.fr
6. Sophie Canac, Sandra Javoy et Isabelle Kermen (2021), *Travaux pratiques de chimie en première année d'université : tâches étudiantes et pratiques enseignantes dans trois universités* , Recherches en didactiques des sciences et technologies pp 847- 850
7. Julien Valentin et Isabelle Kermen (2022), Étude de pratiques d'enseignants chercheurs de chimie en L1: le cas du modèle de Lewis, Research Gate.net
8. 366228414
9. Eric Donadei (2022), *Physique chimie livre de l'élève* , Belin education,Lyon