Sommaire

Sommaire *1*
Remerciements *1*
Introduction *2*
Aspect historique *4*
Analyse du bulletin officiel *6*
Analyse des manuels *8*
Objectif de la séquence *9*
Définition de l'analogie *9*
Utilisation des analogies dans l'enseignement *10*
Intérêt et limites de l'analogie *10*
Questionnaire préalable *11*
Analyse du questionnaire *13*
Plan de la séquence *18*
Plan du TP *18*
Elaboration d'une recette de préparation chimique *20*
Bilan par un exercice *22*
Conclusion *28*
Bibliographie *29*

Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Mireille RACOT, pour sa disponibilité et ses conseils, ainsi que les élèves de la classe de seconde 4 pour s'être livrés à cette « expérience ».

Introduction

L’année 2004-2005, j’avais en responsabilité la classe de 2nde4 du lycée Mme de Staël, qui était une classe à options littéraire (option LV2+LV3)

Les élèves paraissent intéressés ; je pense qu’ils comprennent plutôt mieux la chimie que la physique pour deux raisons :

- il y a nettement moins de calculs en chimie qu'en physique (du moins en seconde) ;
- la chimie est plus concrète jusqu’à la notion de mole.

A première vue, ils sont intéressés par la chimie, et surtout ils ont l'air de mieux comprendre, parce que, à priori, ils peuvent "toucher", faire des essais ...

Il s'agit donc de trouver un moyen d'essayer de faire comprendre des problèmes de base (comme par exemple la gestion des quantités de réactifs).

Qu'est-ce qu'il fait que les élèves ne comprennent pas :

- Est-ce que cela provient du fond (les élèves ne maîtrisent pas la théorie sous-jacente) ?
- Est-ce que cela provient de la forme (la façon dont le problème est posé) ?
- Les élèves s’approprient-ils le problème posé par l’enseignant ?

La troisième réponse à cette question a souvent été traitée dans les mémoires des années précédentes.

On va répondre à la deuxième question en s’appuyant sur une partie du programme (la plus difficile !).

On va donc choisir de s’intéresser à la quantité de matière, notion ô combien difficile à acquérir

et pourtant importante à maîtriser, – c'est une notion fondamentale en chimie pour ceux qui s'orienteront en 1ère S et figure aussi au programme de 1ère L.

Or, traditionnellement dans les manuels, on présente cette notion comme un « paquet » d'entités chimiques (atomes, molécules ou ions).

Comme je dispose de deux groupes de TP, je vais suivre avec eux une progression différente,

Les résultats scolaires en sciences physiques, obtenus jusque- là peuvent être considérés comme identiques. Le niveau des deux groupes est équivalent.

L'approche pragmatique permettra-t-elle de répondre à ce concept chimique ?

Pour répondre à la question posée, un exercice sera donné en classe sur les questions relatives à cette séquence, et les réponses à cette question permettront de savoir si les deux méthodes sont équivalentes ou s'il y a des divergences.

Aspect historique

D'après le dictionnaire, le mot « mole » dans l'acceptation couramment utilisée en chimie est apparu dans la langue française vers 1930[1]. Cependant, cette notion qui correspond à la quantité de matière a été utilisée depuis la fin du XVIII^{ème} siècle, à une époque où la structure même de la matière était totalement inconnue[2].

En effet, Lavoisier établit que les réactifs ne réagissent que dans des rapports bien déterminés[2,3].

A l'époque où Lavoisier énonça cette loi, la notion d'atome n'est alors encore que l'intuition grecque ; cette notion ne prit forme qu'au cours du dix-neuvième siècle[3].

Au tout début du XIX^{ème} siècle, Joseph Proust (1754-1826) énonça la loi des proportions définies: les rapports des masses suivant lesquels deux ou plusieurs éléments se combinent sont fixes. Cela est vrai même s'il y a un grand excès de l'un des réactifs. Cela est vrai quelle que soit la méthode mise en œuvre pour obtenir le composé[2,4].

John Dalton (1766-1844) utilise cette loi pour établir sa théorie atomique. Il pose trois hypothèses[3] :

- La matière est formée à partir d'atomes indivisibles
- Les atomes d'éléments identiques ont tous la même masse et les atomes d'éléments différents ont des masses différentes
- Pour former des corps composés, les nombre des atomes qui se combinent sont dans des rapports simples.

Masse des atomes proposée par Dalton

En posant l'hydrogène à 1g

Dans la synthèse de l'eau, on fait toujours réagir 8 fois plus (en masse) d'hydrogène que d'oxygène. Même si on a fait réagir 10 g d'hydrogène avec 8 g d'oxygène ou 1 g d'hydrogène avec 80 g d'oxygène, il n'y aura toujours que 1 g d'hydrogène combiné à 8 g d'oxygène.

Les masses relatives des atomes peuvent être trouvées en pesant les substances qui entrent dans un composé chimique, ici l'eau.

Il suffirait donc d'écrire :

H + O → HO

où H représente 1 gramme d'hydrogène et O 8 grammes d'oxygène. H et O sont appelés équivalents. Dalton va plus loin et suppose qu'ils représentent des atomes, ou plus exactement des masses atomiques.

A cette époque là, la quantité de matière est liée à l'analyse[4].

Pour établir la classification périodique, Medeleïev se servit de la masse atomique comme critère de classement. Mais cette masse atomique, n'était qu'une masse calculée à notre échelle, – la structure atomique ainsi que les particules élémentaires étaient totalement inconnues à son époque –[3].

Analyse du bulletin officiel

1 - Outils de description d'un système

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS	CONNAISSANCES ET SAVOIR-FAIRE EXIGIBLES
Comment peut-on mesurer une quantité de matière ? *Prélèvement d'une même quantité de matière (en mol) pour différentes espèces chimiques.* *Opérations expérimentales de dissolution d'espèces moléculaires (sucres, diiode (en raison de sa couleur), alcool…) et opérations de dilution de solutions.* *Opérations expérimentales de dilution de solutions courantes (colorants, sulfate de cuivre…).* *Mise en œuvre ou élaboration d'un protocole de dissolution ou de dilution. Réalisation d'échelles de teintes et applications (par exemple avec le diode).*	1.1. De l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique : la mole **Unité de la quantité de matière : la mole.** Constante d'Avogadro, N_A Masse molaire "atomique" : M ($g.mol^{-1}$). Masse molaire moléculaire. Volume molaire V_m ($L.mol^{-1}$) à T et P. 1.2. Concentration molaire des espèces moléculaires en solution. **Notions de solvant, soluté, solution et solution aqueuse.** Dissolution d'une espèce moléculaire. Concentration molaire d'une espèce dissoute en solution non saturée. **Dilution d'une solution.**	**Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques.** Déterminer une quantité de matière (exprimée en mol) connaissant la masse d'un solide ou le volume d'un liquide ou d'un gaz. *Prélever une quantité de matière d'une espèce chimique donnée en utilisant une balance, une éprouvette graduée ou une burette graduée.* Savoir qu'une solution peut contenir des molécules ou des ions. *Réaliser la dissolution d'une espèce moléculaire.* *Réaliser la dilution d'une solution.* *Utiliser une balance et la verrerie de base qui permet de préparer une solution de concentration donnée (pipette graduée ou jaugée, poire à pipeter, burette, fiole jaugée).* Connaître l'expression de la concentration molaire d'une espèce moléculaire dissoute et savoir l'utiliser.

La notion de mole figure dans la troisième partie de chimie intitulée « transformations de la matière », en tant que passage de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique.

Analysons les tâches qui sont exigibles des apprenants sur l'extrait d'après une grille fournie par l'INRP (voir annexe). Plus on « monte » dans la grille, plus la tâche à effectuer devient complexe.

Savoir ou savoir faire exigible	Nature de la tâche
Calculer une masse moléculaire à partir de masses atomiques	**K1**
Déterminer une quantité de matière (exprimée en moles) connaissant la masse d'un solide ou le volume d'un liquide ou d'un gaz	**K1**
Prélever une quantité de matière d'une espèce chimique en utilisant une balance, une éprouvette graduée ou une burette graduée	**R1**
Savoir qu'une solution peut contenir des molécules ou des ions	**D2**
Réaliser la dissolution d'une espèce moléculaire	**R1**
Réaliser la dilution d'une solution	**R1**
Utiliser une balance et la verrerie de base qui permet de préparer une solution de concentration donnée (pipette graduée ou jaugée, poire à pipeter, burette, fiole jaugée)	**R2**
Connaître l'expression de la concentration molaire d'une espèce moléculaire dissoute et savoir l'utiliser	**D2 + K1**

A la lueur de cette grille, on remarque que les tâches exigibles sont plutôt situées dans le bas de la grille, donc il ne devrait **à priori** pas y avoir de difficultés majeures, la majeure partie pouvant être réalisée mécaniquement, sans vraiment comprendre la notion de mole.

Cependant, ce n'est pas aussi simple, comme le montre le questionnaire (voir la partie consacrée au questionnaire).

Les tâches ne sont simples qu'individuellement, mais une des difficultés vient du fait que il faut à chaque fois Choisir (Nature de la tâche C), par exemple choisir les bonnes unités, choisir la bonne verrerie, choisir la bonne relation, et cette tâche d'après la grille est complexe.

La séquence étudiée dans ce mémoire porte sur la partie 1.1, c'est-à-dire qu'à l'issue de cette séquence, les apprenants devront :

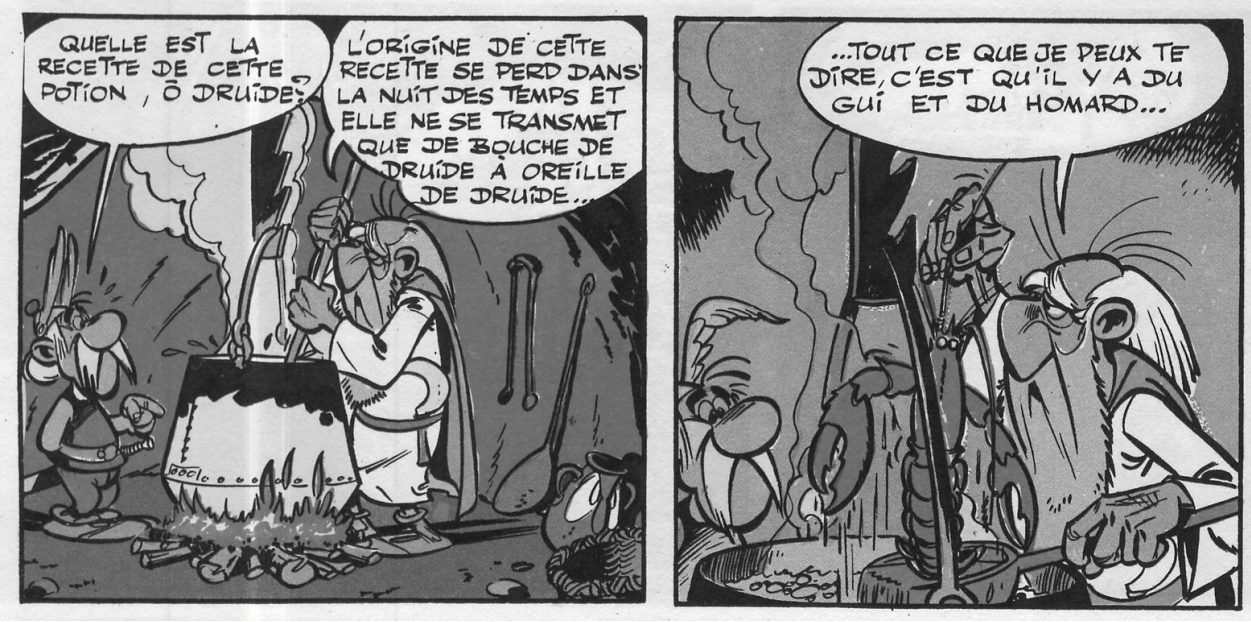
- Savoir calculer la masse molaire d'une molécule à partir de la masse moléculaire atomique
- Savoir calculer une quantité de matière en fonction de la masse d'un solide ou inversement.

Analyse des manuels

Les manuels, du moins ceux que j'ai pu consulter[5-8] proposent tous la même progression :

- La mole ; définition. Ce terme explique qu'on a besoin d'une grandeur macroscopique
- Définition et application de la masse molaire
- Définition et application des grandeurs molaires
- Notion de solution, de solvant, de soluté
- Définition de la concentration
- Dilution d'une solution (aspect théorique et pratique)
- La réaction chimique

On remarquera qu'ils suivent de près la progression du bulletin officiel.



Objectif de la séquence

Il s'agit d'une introduction à la chimie quantitative en utilisant une analogie avec la cuisine.
On utilise souvent en sciences des analogies pour expliquer des notions abstraites ; elles peuvent être utiles pour faire comprendre mais peuvent conduire à des représentations fausses.

On utilisera dans toute la suite l'analogie cuisine-chimie qui conduit aux associations suivantes :

	Cuisine	**Chimie**
Particule élémentaire	goutte ou grain	atome, molécule, ion
Instrument de mesure	cuillère	mole
Masse du contenu de l'instrument de mesure	masse du contenu de la cuillère	masse molaire
Quantité	nombre de cuillères	quantité de matière
Instructions	recette	protocole expérimental
Produits	ingrédients	réactifs

Définition de l'analogie

Dans son définition ancienne, venue des mathématiques, l'analogie était une question de proportions, de rapports. Si $a/b = c/d$, on peut dire que *a* est à *b* ce que *c* est à *d*[9].

Par « rapport d'analogie », Aristote entend un rapport très précis qui existe entre quatre termes en sorte que le premier soit lié au deuxième de la même façon que le troisième au quatrième : la coupe est à Dionysos ce que le bouclier est à Arès ; ou encore la vieillesse est à la vie dans le même rapport que la nuit au jour. La métaphore consiste alors à dire : « la nuit de la vie » ou (moins reçu) « la vieillesse du jour ». Il revient de reconstituer le raisonnement qui lie les quatre termes entre eux.. On peut également entendre « analogie » dans le sens plus général de « ressemblance »[10].

Ce raisonnement est à l'origine de grandes découvertes (par exemple, pour la mécanique ondulatoire de Louis de Broglie : les ondes de matière sont aux corpuscules atomiques ce que les ondes de lumière sont aux photons)[9].

Utilisation des analogies dans l'enseignement

Les analogies sont souvent utilisées dans l'enseignement. C'est ici le fait de projeter les propriétés d'une substance dans des objets ou des phénomènes qui souvent sont des entités abstraites[11]. Le besoin de comprendre ou de faire comprendre ces phénomènes conduit, par application d'analogies (« c'est comme... »), à tomber dans ce travers qui fera ensuite obstacle à la compréhension. L'enseignement actuel fait fréquemment appel à des analogies, mais toujours avec le souci de faire comprendre le phénomène souvent complexe, donc avec un résultat non négligeable par rapport à la formation scientifique.

Intérêt et limites de l'analogie

L'un des plus beaux exemples dans l'enseignement est l'analogie hydraulique du courant électrique que l'on retrouve dans la grande majorité des manuels: « le courant électrique, c'est comme un fluide qui circulerait du réservoir (le générateur), où il acquiert vigueur, vers les différents composants consommateurs (les récepteurs), dans lesquels le fluide perd sa vigueur initiale... qu'il retrouve dans le réservoir. » Cette image a l'intérêt de permettre aux apprenants de construire la notion de circuit fermé, nécessaire à la circulation d'un courant électrique, comme de repérer les deux rôles différents des divers composants, mais fera obstacle, en permettant la création d'autres images, lorsqu'il s'agira d'aborder l'électricité en terme d'états électriques et de tensions[11].

Questionnaire préalable

Ce questionnaire posé aux collègues de physique à pour but de savoir quelle est la progression utilisée par les autres professeurs.

Ce questionnaire est composé de sept questions. Il faut noter que toutes les questions sont ouvertes.

Il est destiné à connaître, d'une part l'intérêt d'étudier cette notion et la proportion d'apprenants susceptibles de la maîtriser à la fin de l'année de seconde ; d'autre part de connaître les difficultés des apprenants qui acquièrent cette notion et les difficultés qu'ont les enseignants pour aborder cette notion.

- **Question 1**

Cette question est destinée à savoir si cette notion est nécessaire pour la suite des études, c'est-à-dire si cette notion n'est pas indépendante du reste.

- **Question 2**

Elle permet de connaître les difficultés du point de vue des élèves, c'est à dire qu'elle est censée nous donner des informations dans le cas où il y a des difficultés, et s'il y en a de savoir de quelles natures elles sont.

- **Question 3**

Cette question précise la fraction d'une classe à profil plutôt scientifique pour qui la notion est acquise.

- **Question 4**

Cette question a été posée dans le but de savoir si les professeurs utilisent la progression d'un manuel, ou s'ils utilisent leur propre progression.

- **Question 5**

Cette question complète la question précédente. Elle demande soit de préciser le manuel utilisé, si à la question précédente, le professeur indique qu'il suit la progression d'un manuel, soit de préciser la progression utilisée dans le cas contraire.

- **Question 6**

Cette question aborde les difficultés pour aborder cette notion. Cette question complète la question 2, mais alors que la question 2 parle des difficultés qu'ont les élèves pour aborder cette notion, cette présente question met le doigt sur les difficultés rencontrées du côté du professeur.

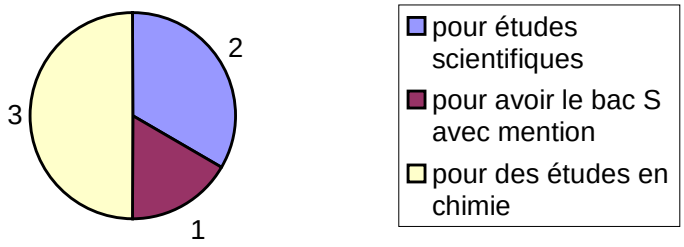
- **Question 7**

Cette question est destinée, dans une classe de $1^{ère}$S, à déterminer quelle proportion d'élèves ont acquis cette notion en fin de seconde.

Analyse du questionnaire

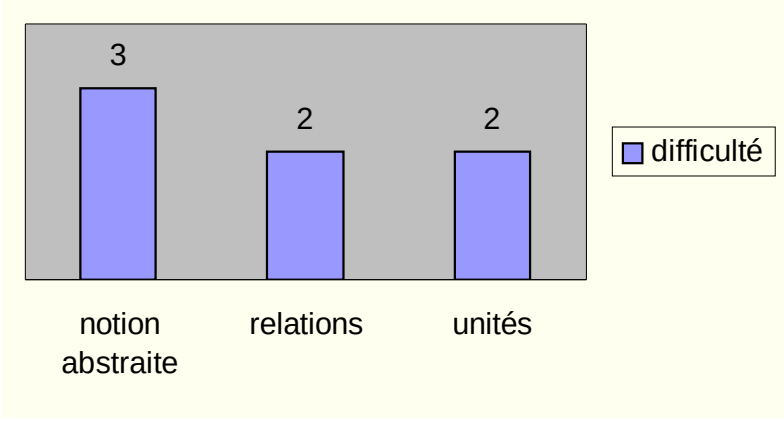
Le questionnaire a été distribué aux dix collègues de sciences physiques ; six y ont répondu soit un total de 60 %.

- **Question 1**



On remarque que la moitié des enseignants pensent que c'est une notion indispensable seulement pour des études de chimie ; l'autre moitié pense qu'elle est nécessaire pour toutes les études supérieures scientifiques. Il faut rajouter qu'un collègue pense qu'elle est indispensable pour avoir le baccalauréat scientifique avec mention mais non nécessaire pour l'avoir sans mention.

- **Question 2**



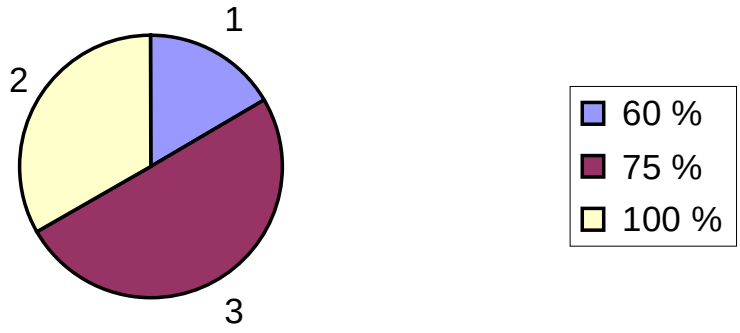
Note : le total est supérieur au nombre de questionnaires complétés car il est possible de fournir plusieurs réponses.

La raison la plus souvent invoquée pour laquelle cette notion est difficile à comprendre est que cette notion est abstraite.

Ensuite, viennent les relations (les difficultés ne viennent pas de l'application des formules, mais plutôt de choisir la bonne relation parmi celles qui sont proposées).

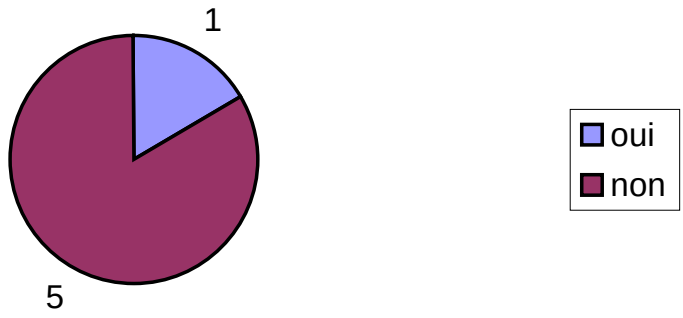
Les unités posent un problème aussi, puisque traditionnellement en chimie on utilise le système d'unités cgs (centimètre-gramme-seconde) et de surcroît les volumes sont exprimés en litres qui correspond au décimètre cube alors qu'en physique on utilise le système d'unité international, aussi appelé système mks (mètre-kilogramme-seconde).

- **Question 3**



Pour la moitié des enseignants interrogés, 75 % des élèves semblent avoir acquis cette notion dans une classe à profil plutôt scientifique. Deux enseignants déclarent qu'il s'agit d'une notion indispensable pour la suite, donc tous les élèves d'une classe se doivent de l'avoir acquise.

- **Question 4**



Tous les enseignants ayant répondu au questionnaire sauf un, utilisent leur propre progression, l'autre utilise la progression d'un manuel.

- **Question 5**

J'ai pour cette question deux types de réponses (dans le cas où la réponse à la question 4 est non) :

- Soit j'ai obtenu comme réponse la progression suivie
- Soit j'ai obtenu les sources utilisées

- **Les progressions**

Trois enseignants ont proposé une progression.

Première progression proposée :

- relations avec des exemples
- application des relation en travaux pratiques
- transformations chimiques
- tableau d'avancement

Deuxième progression proposée :

- Définition de la mole, comparaison à des tas de sable …
- Calcul d'un nombre de moles dans un solide en parlant de « paquets d'atomes »
- Utilisation des formules (m = m x M et V = n x Vm) dans un liquide (« paquets de molécules ») et dans un gaz (« paquets de molécules »)

Troisième progression proposée :

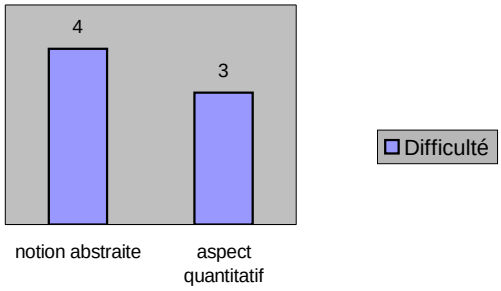
- Introduction de la mole en travaux pratiques avec la notion de « paquet d'atomes »
- Définition de la mole, de la masse molaire, volume molaire
- Prélever des quantités de matière (travaux pratiques)
- Concentration / dilution
- Dissolution (travaux pratiques)

On remarque que les trois progressions utilisées suivent de près la progression proposée par le bulletin officiel et les manuels.

• Les sources utilisées

Un enseignant utilise seulement le bulletin officiel, et propose une progression basée sur ses réflexions personnelles ; les deux autres enseignants qui proposent des sources utilisent le bulletin officiel ainsi que plusieurs manuels.

- **Question 6**



Note : le nombre de réponses total est supérieur au nombre de questionnaires remplis car plusieurs réponses étaient possibles.

On remarque que les difficultés que rencontrent les enseignants pour aborder cette notion sont à peu près les mêmes que celles que rencontrent les apprenants pour aborder cette notion, c'est-à-dire l'aspect abstrait et quantitatif de la chimie.
Deux enseignants notent que c'est la première difficulté importante du programme de chimie de seconde ; un enseignant fait remarquer que les redoublants en gardent de mauvais souvenirs.

- **Question 7**

La question est ouverte, il n'y a pas de réponses précises à cette question. Globalement on peut dire, que cette notion est généralement acquise dans son esprit, mais sa mise en œuvre a besoin d'être révisée en début d'année.

- **Conclusion du questionnaire**

D'après les enseignants, c'est une notion indispensable à maîtriser pour ceux qui feront des études supérieures scientifiques, et qu'il est plus qu'utile de la maîtriser en $1^{ère}$S et terminale S, mais qu'elle est difficile à aborder, et difficile à comprendre à cause d'une part du côté abstrait de la mole (il est difficile de se représenter ce qu'est une mole) et d'autre part cette notion est à la base de la chimie quantitative, donc siège de nombreux calculs qui posent de sérieux problèmes aux apprenants.

Plan de la séquence

Cette séquence s'est étalée sur deux séances de travaux pratiques de une heure et demie chacune ainsi que sur deux heures de cours. La feuille bilan a été remplie lors de l'heure de cours qui a suivi le deuxième TP.

Date	**Nature de la séance**	**Contenu de la séance**
1er mars	TP	• 1er groupe : préparation du café • 2ème groupe : préparation d'une sauce vinaigrette
2 mars	cours	• cours sur l'introduction à la quantité de matière • calcul des quantités de matière
8 mars	TP	• réécriture de la recette du liquide magique • élaboration du liquide magique à partir de la recette
9 mars	cours	bilan de la séquence par un court exercice

Plan du TP

Les objectifs du TP sont de :

- Montrer qu'une recette est caractérisée par les proportions relatives des différents ingrédients
- Montrer qu'on doit toujours utiliser le même instrument de mesure mais que celui-ci n'a pas d'importance pour les proportions
- Dire qu'il y a une analogie entre la cuisine et la chimie, mais que la « cuillère » du chimiste n'est qu'une représentation (un modèle)
- Dire qu'en cuisine, pour suivre une recette, on peut utiliser soit la cuillère soit une balance, mais qu'en chimie on est obligé d'utiliser une balance.

Les deux groupes ont fait deux activités culinaires différentes mais dont les objectifs énoncés ci-dessus sont communs.

- Préparation du café

Le but est de préparer du café à partir de café en poudre et d'eau en utilisant la simple cuillère.

- Préparation de la sauce vinaigrette

La recette est un peu plus difficile à comprendre car on a préparé la sauce vinaigrette avec trois ingrédients (moutarde, vinaigre, huile).

Ce TP a beaucoup été apprécié, car les élèves ont tous, au moins pu observer, de telles préparations chez eux.

De plus, l'aspect moins « scolaire » de ce TP les a motivés.

Par contre, – c'est l'inconvénient majeur de ce TP –, peu d'élèves en particulier ceux qui ont préparé une sauce vinaigrette, ne prennent la précaution chez eux de mesurer par un moyen quelconque les quantités des différents ingrédients. Ils ajoutent successivement de manière empirique les différents ingrédients jusqu'à obtenir le goût ou la couleur désirée. Ceci est compréhensible à la maison, il n'y a pas besoin d'être très précis pour préparer de telles recettes.

Par contre, cela nuit à l'atteinte des objectifs de ce TP, car on veut montrer que justement, on DOIT en chimie mesurer des quantités, CE QUE les élèves voient pour la PREMIERE fois. Si dans certains cas particuliers, on peut se permettre de rajouter les réactifs « à la louche » (exemple : le solvant lors des réactions en chimie organique), en revanche, dans la très grande majorité des cas, on doit les ajouter dans des proportions bien déterminées.

Elaboration d'une recette de préparation chimique

L'objectif est de convertir des quantités de matière en masses. Cette séance de cours qui a duré deux heures a été divisée en trois parties :

- cours sur la définition de la masse et masse molaire à partir du TP
- calcul des masses molaires atomiques et moléculaires
- réécriture de la recette proposée (voir annexe)

Le cours a consisté :

- en une introduction avec une analogie de recette de gâteau (référence au TP de la veille) qui montre que les proportions sont importantes, mais que les quantités ne sont pas importantes
- un rapprochement avec une réaction chimique expliquant pourquoi les proportions sont importantes et pourquoi les quantités sont accessoires
- à montrer la nécessité de définir un étalon puisque les quantités n'ont pas d'importance (actuellement le carbone 12)
- à montrer comment on peut à partir de cet étalon, calculer les masses nécessaires pour obtenir les combinaisons en chimie (on parle alors de masse molaire atomique)
- comment calculer les masses molaires moléculaires

La recette est proposée sous forme de bande dessinée, présente en annexe, on propose de réaliser l'expérience de la bouteille bleue. Les données sont présentées sous forme de quantité de matière, ce qui ne permet pas de la réaliser directement. Pour pouvoir la réaliser, il faut convertir les quantités de matière.

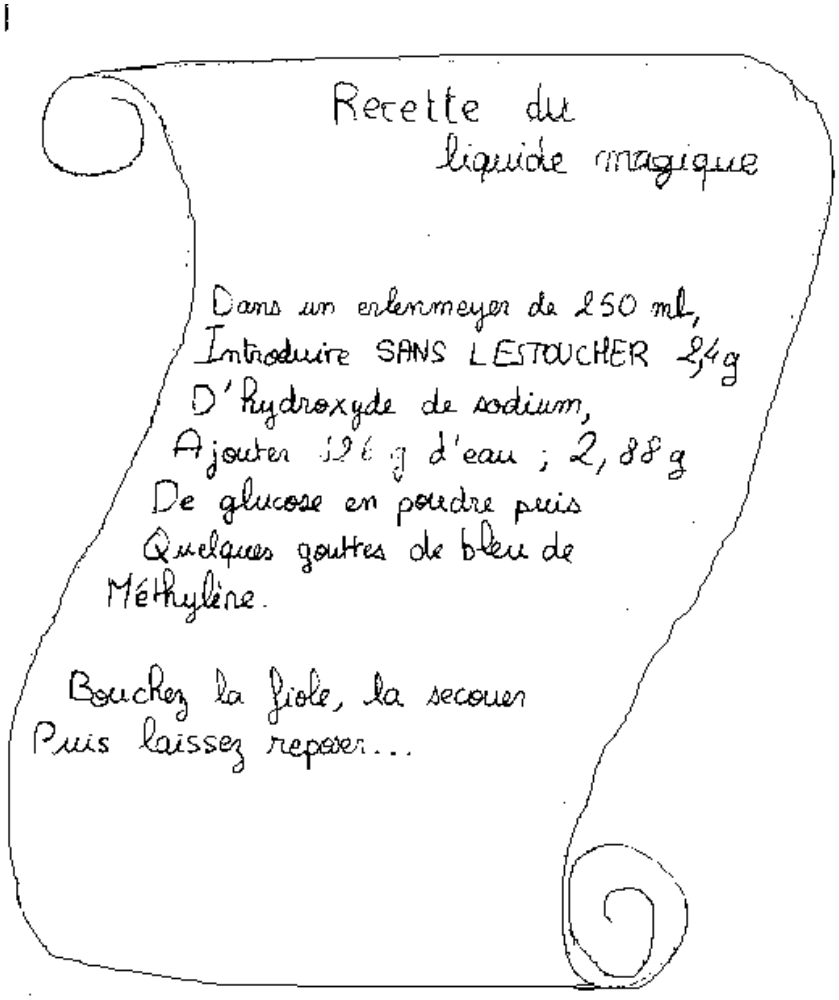
Lors de la partie du cours consacrée au calcul des masses molaires, il était demandé de calculer les masses molaires de l'eau, de l'hydroxyde de sodium et du glucose.

La transcription a été dans l'ensemble bien réussie, les principales difficultés rencontrées sont :

Mauvaise compréhension du problème posé (il fallait réécrire la recette et non se contenter des conversions).

Le vocabulaire employé (l'erlenmeyer était inconnu pour la plupart des élèves bien qu'ils l'aient déjà employé au cours du premier trimestre ainsi qu'au collège

Le lien entre les masses molaires et les masses a été difficile à réaliser.


Recette du
liquide magique

Dans un erlenmeyer de 250 mL,
Introduire SANS L'ESTOUCHER 2,4 g
D'hydroxyde de sodium,
Ajouter 12 g d'eau ; 2,88 g
De glucose en poudre puis
Quelques gouttes de bleu de
Méthylène.

Bouchez la fiole, la secouer
Puis laissez reposer...

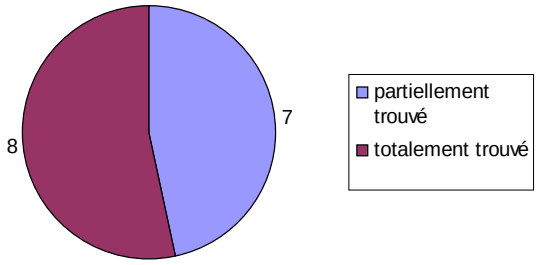
Bilan par un exercice

C’est un exercice qui reprend le calcul de la masse molaire, ainsi que la quantité de matière. Il est composé en trois parties.

- La première partie, demande uniquement de calculer les masses molaires à partir des formules.
- La deuxième partie consiste en un calcul de quantités de matières à partir de masses molaires
- La troisième partie permet de vérifier si l’analogie a bien été acquise.

Le travail était à faire à la maison et à rendre anonyme. Sur les vingt-neuf questionnaires distribués, quinze ont été rendus soit un total de 51 %.

- ***Analyse des tableaux***



On s’aperçoit que la moitié des élèves ayant rendu le questionnaire, seule la moitié a réussi à calculer convenablement les masses molaires.

Pour ceux qui n’ont pas réussi, voici les principales erreurs :

- N’ont pas tenu compte des indices (1 fois)
- N’ont pas tenu des masses molaires indiquées (la masse molaire du chlore est 35,5 $g.mol^{-1}$ et non 35) (4 fois)

Par contre personne n’a calculé correctement les masses en fonction de la quantité de matière.

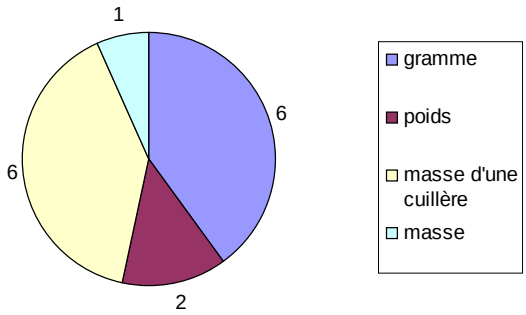
Sept fois, la quantité de matière a été confondue avec le nombre d’atomes de la molécule proposée.

- ***Analyse des comparaisons***

Mole

L’association à la cuillère a été réalisée par tous les élèves qui ont répondu au questionnaire. Il était mentionné dans le cours, que la mole est la « cuillère » du chimiste.

Masse molaire



Seuls six élèves ont fait correctement l’association entre la masse molaire et la masse d’une cuillère.

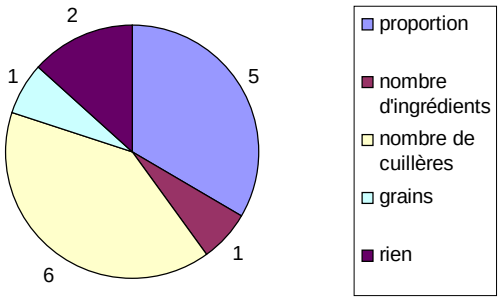
Un élève est imprécis en parlant de masse.

Deux élèves parlent de poids, qu'ils confondent certainement avec la masse, mais sans autre précision.

Six élèves parlent de gramme ; ils confondent la grandeur physique avec l'unité dans laquelle on la mesure.

En conclusion, tous les élèves savent qu'il s'agit d'une masse, seuls six d'entre eux ont su de quelle masse il s'agissait.

- ***Quantité de matière***



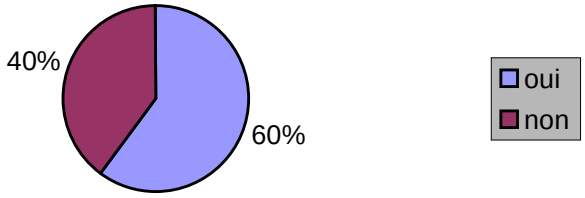
- Six élèves ont fait la bonne association entre quantité de matière et nombre de cuillères.
- Cinq ont parlé de proportions, et ont donc confondu proportion et quantité. Ceci est peut-être dû à la définition de recette qui indiquait qu'une recette n'est qu'une affaire de proportion et non de quantité, les élèves ont fait l'association proportion-quantité et ont laissé de côté la notion de recette.
- Un élève a parlé de nombre d'ingrédient et a donc confondu le nombre d'ingrédient avec la quantité de chacun des ingrédients.

- Un élève a parlé de grain (qui était une unité de masse avant la révolution française), et donc a fait une confusion avec un texte de Lavoisier qui m'a servi à introduire les réactions chimiques.

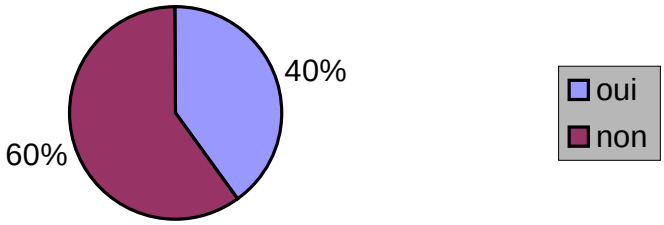
- ***Comparaison entre les deux groupes***

Groupe	**1**	**2**
Recette réalisée	café	sauce vinaigrette
Nombre d'élèves du groupe	14	15
Nombre d'élèves ayant répondu au questionnaire	10	5
Nombre d'élèves ayant déterminé correctement les masses molaires	6	2
Nombre d'élèves ayant correctement associé la mole à la cuillère	10	5
Nombre d'élèves ayant correctement associé la masse de la cuillère à la masse molaire	4	2
Nombre d'élèves ayant correctement associé la quantité de matière au nombre de cuillères	2	4

Calcul de la masse molaire

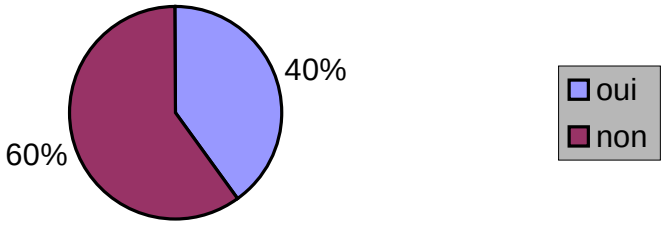


Le calcul des masses molaires a-t-il été correctement été effectué ? (Groupe 1)

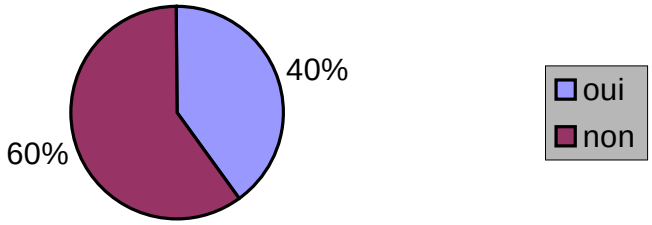


Le calcul des masses molaires a-t-il été correctement été effectué ? (Groupe 2)

Association masse molaire-masse de la cuillère



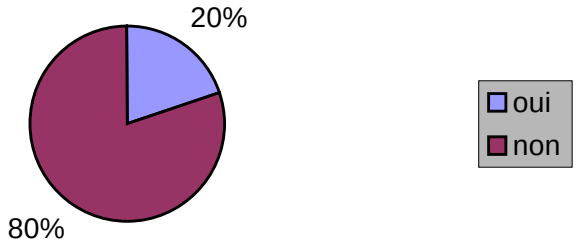
L'association masse d'une cuillère – masse molaire a-t-elle été correctement attribuée ? (Groupe 1)



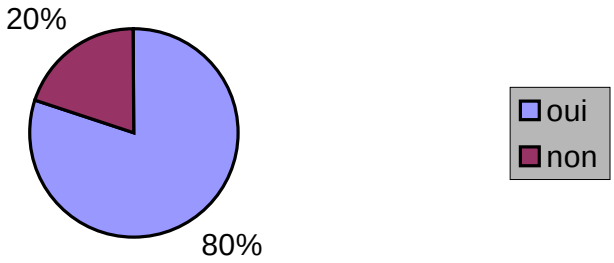
L'association masse d'une cuillère – masse molaire a-t-elle été correctement attribuée ? (Groupe 2)

On remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes.

Association nombre de cuillères – quantité de matière



L'association nombre de cuillères – quantité de matière a-t-elle été correctement attribuée ? (Groupe 1)



L'association nombre de cuillères – quantité de matière a-t-elle été correctement attribuée ? (Groupe 2)

Les apprenants du groupe 2 ont, – et de très loin –, mieux su attribuer l'association nombre de cuillères à la masse molaire.

Conclusion

Cette étude ne permet pas de donner une réponse positive à la question posée. Il n'y a pas de différence significative entre les groupes, car d'une part les résultats ne vont pas tous dans le même sens, d'autre part, l'échantillon sur lequel les résultats sont analysés sont trop faibles pour être réellement significatifs.

L'analogie de la cuisine permet de tenter de se représenter concrètement ce qu'est une mole et son utilisation en chimie, mais présente aussi des limites comme par exemple la confusion de la mole avec un volume, du fait qu'il n'y a pas vraiment de stoechiométrie en cuisine …

Pour pouvoir réellement répondre à la question, il faudrait réaliser la même expérience, avec plusieurs classes et si possible des classes ayant des profils nettement différents pour pouvoir conclure.

Ce qui pourrait être aussi intéressant de faire, c'est de comparer, – en termes d'efficacité, – la progression proposée par les manuels et une progression basée sur l'analogie.

Bibliographie

[1]Le Robert, A. Rey et J. Rey-Debove, Le Robert, 1986

[2]La chimie, André et Georges Delobbe, collection « un clin d'œil sur l'histoire », éditions pemf, 2002

[3]Chimie seconde, Guy Fontaine, Adolphe Tomasino, éditions Nathan, 1989.

[4]La science moderne, René Taton *et col.*, collection Quadrige, PUF, 1995.

[5]Physique chimie, Adolphe Tomasino *et al.*, Nathan, 2000

[6]Physique chimie 2nde, J.P. Lecardonnel, J.G. Villar, Bordas, 2000

[7]Physique chimie 2nde, Durandeau–Duruphty, Hachette, 2000

[8]Belin, Jean-Marie Parisi, Belin, 2000

[9]Analogie, Encyclopedia Universalis

[10]Métaphore, Encyclopedia Universalis

[11]Didactique appliquée de la physique-chimie, Jacques.Toussaint, Nathan Pédagogie, 1996