

Analyse des niveaux de savoir (macroscopique, microscopique, symbolique et empirique) dans le programme de chimie au Cameroun : cas du sous cycle d'observation 6^e / 5^e

**ERIC MARTIAL NGUETCHO¹, KARINE MOLVINGER²,
RENÉE SOLANGE NKECK BIDIAS¹**

*¹Département de Didactique des Disciplines
Faculté des sciences de l'éducation
Université de Yaoundé I
Cameroun
nguetcho_mandela@yahoo.fr
nkeckbidias@yahoo.fr*

*²ICGM, CNRS, ENSCM, Montpellier
Univ Montpellier
France
karine.molvinger-verger@umontpellier.fr*

ABSTRACT

This article deals with research aimed at clarifying the place of levels of knowledge in the chemistry program at the beginning of secondary school in Cameroon. The curriculum is analyzed using the theoretical framework of levels of knowledge (macroscopic, microscopic, symbolic and empirical) established by Dumon et Mzoughi-Khadhraoui in 2014. The results obtained show that, although levels of knowledge are taken into account in the design of school curricula, they remain difficult to exploit because of the lack of specification, making it difficult for teachers to implement. Some suggestions for curriculum designers are proposed.

KEYWORDS

Chemistry curricula, level of knowledge, analysis

RÉSUMÉ

Cet article porte sur une recherche visant à préciser la place des niveaux de savoir dans le programme de chimie en début de collège au Cameroun. Le curriculum est analysé en utilisant le cadre théorique des niveaux de savoir (macroscopique, microscopique, symbolique et empirique) établi par Dumon et Mzoughi-Khadhraoui en 2014. Les résultats obtenus montrent que les niveaux de savoir, bien qu'ils soient pris en compte dans la conception des programmes scolaires, demeurent difficiles à exploiter en raison du manque de spécification, rendant difficile sa mise en application par les enseignants. Quelques suggestions à l'intention des concepteurs de programmes scolaires sont proposées.

MOTS CLÉS

Programme, chimie, niveau de savoir, analyse

INTRODUCTION

Comme le souligne Kermen (2018), Johnstone (1982) est le premier à mettre en place un cadre théorique sur les niveaux de savoir (le « chemistry triplet », triangle dont les sommets représentent les niveaux macroscopique, microscopique et symbolique) suite aux questionnements sur l'enseignement de la chimie : « Pourquoi la chimie est-elle si difficile à apprendre ? ». Ce questionnement qui est à l'origine de nombreuses recherches en didactique sur les niveaux de savoir, va contribuer à une évolution du « chemistry triplet » de Johnstone. Tout d'abord, Houart (2009) oppose le monde perceptible (domaine concret) du macroscopique au monde reconstruit (domaine abstrait) qu'elle divise en deux (niveau moléculaire et niveau symbolique). Gilbert et Treagust (2009) remplacent le terme niveau de savoir par type de représentation, ce qui crée une confusion avec le rôle assigné au niveau symbolique de Johnstone. Puis, Kermen et Méheut (2009) divisent le sommet macroscopique présent dans le triangle de Johnstone en niveau macroscopique et modélisation. Talanquer (2011) propose un espace multidimensionnel mais la complexité de son modèle réduit son usage pour la recherche. Taber (2013) supprime le niveau symbolique, cette suppression ne sera pas appréciée par des auteurs tels que Dumon et Mzoughi-Khadhraoui (2014) qui voient le niveau symbolique comme outil de visualisation de la situation expérimentale. Ces derniers construisent un tétraèdre où les niveaux macroscopique, microscopique, symbolique et expérimental constituent les sommets.

En effet, certains phénomènes peuvent être expliqués au niveau de ce qui est perçu, comme l'apparition d'une couleur, d'un dégagement gazeux (c'est le niveau macroscopique) ou à un niveau que nous ne pouvons observer, celui des molécules (niveau microscopique). Par ailleurs, le niveau symbolique, propre au chimiste, peut être assez opaque aux novices (équation de réaction, formules de composés, coefficients stœchiométriques). Il s'agit en outre d'une discipline pratique faisant intervenir du vocabulaire technique pouvant relever du niveau empirique. L'utilisation de ces niveaux et la circulation entre eux constituent une des difficultés de la chimie (Johnstone, 1991) ; les enseignants circulent aisément dans ces niveaux sans en être conscients parfois (Molvinger & Nguetcho, 2023), alors que les élèves éprouvent des difficultés face à ces niveaux qui ne sont pas pris en compte dans l'enseignement (Laugier & Dumon, 2000). Comment se structure l'enseignement de la chimie dans les différents programmes de chimie au Cameroun ? Intègre-t-il les différents niveaux de savoir ? Nous proposons l'analyse d'un curriculum de chimie du Cameroun pour le sous cycle d'observation 6^e/5^e correspondant au début du collège (élèves de 11-13 ans) en nous appuyant sur le « chemistry triplet » de Dumon et Mzoughi-Khadhraoui (2014).

CONTEXTE

Comme le souligne Lafarge (2010, p. 1), « *Il semble exister un malaise dans l'enseignement et l'apprentissage de la chimie organique* ». La chimie est reconnue comme une discipline complexe à apprendre. En effet, cette complexité dépend sans doute de la nature du message véhiculé (Johnstone, 1991) lors de son apprentissage, il peut être à l'origine de nombreuses difficultés chez les élèves, mais aussi chez les enseignants (Molvinger & Nguetcho, 2023). Concernant les élèves, cette complexité se traduit selon Dehon (2018) par :

- Une incompréhension des formules chimiques (pour eux HOH, H₂O et OH₂ ne symbolisent pas la même molécule, en l'occurrence l'eau),
- L'existence d'une proportionnalité dans les formules des molécules (CH₄ serait identique à C₂H₈),
- Une confusion entre indices et coefficients stœchiométriques,

- Des difficultés liées aux signes présents dans une équation de réaction (+, flèche),
- Une confusion entre atomes, molécules et corps purs, ce qui pointe une mauvaise distinction des niveaux macroscopique et microscopique,
- Une difficulté pour interpréter une réaction chimique en termes de réarrangement d'atomes (difficulté à raisonner au niveau microscopique),
- et aussi des difficultés liées aux modèles.

Concernant les enseignants, nous avons montré récemment, qu'ils soient novices ou expérimentés, ils rencontrent tous, dans leur pratique, des difficultés à circuler entre les niveaux de savoir (macroscopique, microscopique, symbolique et empirique) (Molvinger & Nguetcho, 2023). En effet, la plupart des enseignants pointent le programme de chimie comme origine, car pour certains, ce dernier ne mentionne pas les niveaux de savoirs. Pour d'autres, le programme les mentionne mais pas explicitement, d'après les questionnaires que nous leur avons fait passer dans notre étude précédente. Même si les programmes ont subi plusieurs changements au cours des décennies (de l'approche par objectifs à l'approche par compétences), les réformes visaient en général l'amélioration de la qualité des enseignements, mais rien sur les niveaux de savoir comme le montrent les quelques finalités du nouveau programme du sous cycle d'observation 6^e/5^e mis en place en 2014 :

- Communiquer à l'écrit et à l'oral sur les phénomènes scientifiques de leur environnement ;
- Faire acquérir aux apprenants une culture scientifique et technologique ;
- Faire acquérir aux apprenants des connaissances leur permettant d'expliquer des phénomènes naturels ainsi que les lois qui les régissent ;
- Donner des habiletés aux apprenants pour l'utilisation et la mise en œuvre des instruments scientifiques et technologiques ;
- Développer leur capacité d'observation, d'intégration, de communication, de créativité et d'autonomie.

L'atteinte de ces différentes finalités nécessite une formation continue des enseignants sur les techniques d'usage du curriculum et les techniques de transposition didactique conforme aux attentes des élèves. Malgré les précédentes réformes du programme de chimie (introduction de la chimie en classe de 6^e), le curriculum de chimie du sous cycle d'observation 6^e/ 5^e semble souffrir d'un déficit de spécification des savoirs en termes de niveau de savoir, ce que nous nous proposons d'étudier. Dehon et Snauwaert (2011) pensent que des solutions concrètes doivent être apportées au début de l'apprentissage de la chimie, puisqu'il s'agit d'un moment décisif où se construit le lien entre l'observable et l'invisible. Le curriculum du sous cycle d'observation 6^e /5^e semble être une piste de recherche. Par ailleurs, les travaux réalisés par Kavula (2019) sur l'analyse du curriculum du Congo en mettant en place une ingénierie didactique n'identifient pas les niveaux de savoir : on ne peut se passer d'une démarche qui intègre les niveaux de savoir. Dans cet article, nous analysons le curriculum de chimie du sous cycle d'observation 6^e/ 5^e, pour identifier les niveaux de savoir présents ainsi que leurs proportions.

CADRE THÉORIQUE

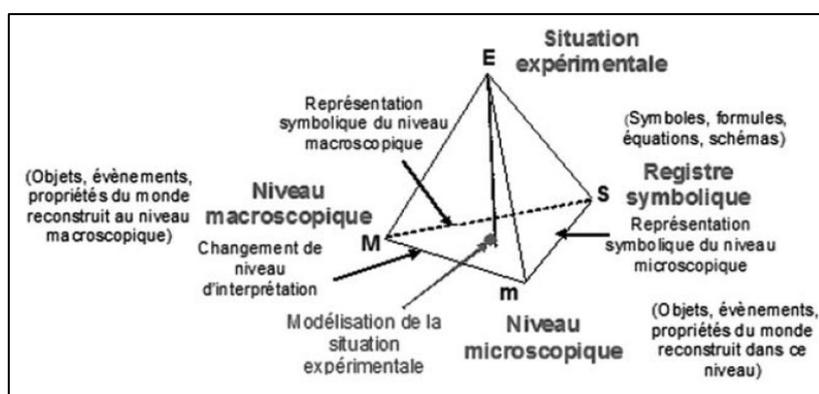
Nous souhaitons rechercher dans le programme de chimie camerounais, les termes (vocabulaire) se rapportant aux différents niveaux de savoir (macroscopique, microscopique, symbolique et empirique). Parmi les cadres théoriques cités en introduction, celui de Dumon et

Mzoughi-Khadhraoui (2014) nous semble le mieux adapté. Nous décrivons ce cadre grâce à la figure 1,

- Le premier sommet (E) est nommé situation expérimentale,
- Le deuxième sommet (M) est nommé niveau macroscopique,
- Le troisième sommet (S) est nommé registre symbolique,
- Le quatrième sommet (m) est nommé niveau microscopique.

Le niveau expérimental recouvre les phénomènes et les objets liés aux expériences (bécher, burette, spatule, fiole jaugée, éprouvette, substance, ...), le niveau microscopique concerne les entités constitutives de la matière (atome, molécule, ion), le registre symbolique contient les objets et les événements du monde reconstruit théoriquement. Le niveau macroscopique comporte les objets et les événements qui émanent du visible (substance...).

FIGURE 1



Schématisation de la mise en relation du champ empirique avec le monde des théories et modèles en chimie [Tétraèdre de Kermen et Méheut (2009) révisé par Dumon et Mzoughi-Khadhraoui (2014)]

Le modèle de Dumon et Mzoughi-Khadhraoui (2014) est présenté de la manière suivante : si un élève décrit ce qu'il se passe sur la paillasse en termes de changement de couleur, il/elle est autour du sommet correspondant au niveau empirique. S'il/elle parle de réaction chimique sans aucune formule chimique, il/elle se déplace vers le sommet correspondant au niveau macroscopique, et s'il/elle parle de réaction chimique avec des formules chimiques, il/elle se déplace le long de l'arête reliant le niveau macroscopique au niveau symbolique. Quand les atomes, les molécules interviennent pour décrire ce qui se déroule, on se déplace vers le niveau microscopique. Si on interprète ce qu'il se passe dans cette visualisation avec l'équation d'une réaction chimique élémentaire, on se déplace vers le registre symbolique. La première étape de la modélisation macroscopique est de décrire les faits expérimentaux en utilisant le langage de la chimie (arête (EM) du tétraèdre). Ensuite l'équation chimique est introduite (arête SM du tétraèdre). Puis, on remplace les termes chimiques par la formule chimique correspondante puis on réécrit l'équation bilan de la réaction chimique en tenant compte des proportions des réactifs (sommet S du tétraèdre). Dans la prochaine étape, la réaction chimique est visualisée par les formules chimiques munies des proportions des réactions qui donnent des produits [arête (SM) du tétraèdre]. L'arête (ES) du tétraèdre correspond à la représentation de l'expérience par un dessin. La compréhension de l'équation bilan de la réaction nécessite le passage du niveau symbolique au niveau microscopique [arête (Sm) du tétraèdre]. Au niveau du sommet (m) on a recours aux modèles pour visualiser les entités constitutives de la matière. L'équation bilan de la réaction chimique peut aussi se lire au

niveau microscopique (arête Sm) du tétraèdre. L'arête (Mm) du tétraèdre correspond au changement du niveau d'interprétation de la réaction chimique. L'interprétation quantitative des phénomènes observés nécessite les quantités (masse, volume), ce qui permet de relier la situation expérimentale au monde des théories et des modèles.

Ainsi, dans le cadre de notre recherche, nous regardons le vocabulaire utilisé dans le programme de chimie en début de collège au Cameroun, et le classons en suivant les éléments du cadre théorique décrit, essentiellement en utilisant les sommets du tétraèdre.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de notre étude repose sur le curriculum¹ du sous cycle d'observation 6^e/5^e. En effet, la chimie est introduite dès la classe de 6^e et progressivement avec l'évolution du niveau d'étude. Dans cet article, nous présentons le programme de chimie dans sa globalité en spécifiant les différents modules et leurs finalités. Par la suite, nous analysons le module consacré à la chimie (module 2). Concernant le volet analyse, dans le curriculum, nous recherchons le vocabulaire empirique, macroscopique, microscopique et symbolique, comme nous l'avons fait lors d'une étude précédente (Nguetcho et al., 2022). La lecture du programme ligne après ligne permet de souligner les mots qui seront mis dans une catégorie (correspondant aux niveaux de savoir). Par conséquent, seuls les mots en rapport avec les différents niveaux de savoir sont recherchés. Nous utilisons des catégories similaires à celles utilisées par Nguetcho et al. (2022). Lorsque le programme de chimie parle de « *bécher* », on note la présence du niveau empirique, si le programme parle du nom des « *substances* » par exemple, on note la réponse dans niveau macroscopique, s'il parle des « *atomes* », des « *molécules ou des ions* », on note la réponse dans le niveau microscopique. Le niveau symbolique concerne l'usage des « *signes, symboles équations...* ». Tous les mots du programme ont été considérés afin de ressortir les proportions de chaque niveau employé.

RÉSULTATS, ANALYSES ET DISCUSSION

Présentation du programme d'étude du sous cycle d'observation 6^e et 5^e

Le Cameroun, pays en plein essor de développement se doit d'utiliser les sciences afin de former de futurs citoyens capables par leurs connaissances de mieux comprendre et gérer les situations auxquelles ils seront confrontés. Le programme d'étude du sous cycle d'observation (classes de 6^e et 5^e) se structure en termes de modules associés à une durée bien déterminée telle qu'indiquée dans la Figure 2. On y retrouve par exemple pour ce qui est de la chimie essentiellement le module 2 : « la matière : ses propriétés et ses transformations ». Quels sont les objectifs de ces programmes ?

Les objectifs du programme du sous cycle d'observation 6^e et 5^e

Le but principal du programme est d'aider les apprenants à développer des compétences leur permettant de (Cameroun, Ministère des enseignements secondaires, 2014, p. 14) :

- Communiquer à l'écrit et à l'oral sur les phénomènes scientifiques de leur environnement ;
- Comprendre et exploiter des phénomènes naturels ;
- Mettre en œuvre des processus d'acquisition des connaissances ;

¹ Au Cameroun, les mots « programme » et « curriculum » sont utilisés, mais le terme curriculum s'applique spécifiquement pour les programmes du collège.

- S'approprier la démarche scientifique.

Par ailleurs, ce programme contribue aussi à :

- Faire acquérir aux apprenants une culture scientifique et technologique ;
- Faire acquérir aux apprenants des connaissances leur permettant d'expliquer des phénomènes naturels ainsi que les lois qui les régissent ;
- Donner des habiletés aux apprenants pour l'utilisation et la mise en œuvre des instruments scientifiques et technologiques ;
- Développer leur capacité d'observation, d'intégration, de communication, de créativité et d'autonomie ;
- Susciter chez l'apprenant l'esprit de la recherche et du travail en équipe.

Contrairement aux autres modules, le module 2 du programme, appelé « la matière », comporte les notions de chimie : il constituera le centre de notre recherche pour ce qui est du programme du sous cycle d'observation 6^e et 5^e.

TABLEAU 1

Classes	N°	Modules	
		Intitulé	Durée
6 ^{ème}	1	Le monde vivant	10 heures
	2	La matière : ses propriétés et ses transformations	4 heures
	3	L'énergie : ses sources et sa gestion	14 heures
	4	L'éducation à la santé	5,5 heures
	5	L'éducation à l'environnement et au développement durable	6,5 heures
	6	Technologie	10 heures
5 ^{ème}	1	Le monde vivant	12 heures
	2	La matière : ses propriétés et ses transformations	2 heures
	3	L'énergie : ses sources et sa gestion	3 heures
	4	L'éducation à la santé	7 heures
	5	L'éducation à l'environnement et au développement durable	7 heures
	6	Technologie	19 heures

Titre des modules en fonction des classes et leurs durées mentionnées dans le programme officiel du sous cycle d'observation 6^e et 5^e en vigueur au Cameroun depuis 2014 (Cameroun, Programme d'étude de 6^e et 5^e sciences, 2014, p. 14)

Présentation du module 2 du programme du sous cycle d'observation 6^e et 5^e : la matière ses propriétés et ses transformations.

Ce module est constitué de deux grandes parties :

- Les propriétés et les caractéristiques de la matière ;
- Les transformations de la matière ;

Les finalités de ce module sont les suivantes :

- Améliorer la lisibilité et l'éveil progressif de l'apprenant relativement à son environnement immédiat ;
- Initier les élèves aux relations utiles de la matière ;
- Approfondir les acquis de l'école primaire.

Le module présente les divisions suivantes (Tableau 2) (Cameroun, Programme d'étude de 6^e et 5^e sciences, 2014, p. 22) :

- Un cadre de contextualisation qui comporte les familles de situations et les exemples de situations ;
- Un agir compétent qui comporte les actions et les catégories d'action ;
- Les ressources, qui comportent les savoirs, les savoir-faire, les savoir-être, autres ressources.

TABLEAU 2

Cadre de contextualisation		Agir compétent		Ressources			
Familles de situations	Exemples de situations	Catégories d'actions	Actions	Savoirs	Savoir faire	Savoir-être	Autres ressources
Utilisation des produits de biens de consommation usuels.	Achat et utilisation de biens usuels de consommation.	Détermination des caractéristiques physiques et chimiques d'un corps. (Classe de 6è)	- Lire et respecter les indications de conservation d'un produit alimentaire - Utiliser une balance - Mesurer et calculer le volume d'un corps donné - Utiliser le papier tournesol ou le papier pH - Préparer une solution de concentration massique donnée.	1. Les propriétés et les caractéristiques de la matière 1.1 États physiques, formes, perméabilité, imperméabilité, solubilité, acidité, basicité ; 1.2 Température et état de la matière 1.3 Volume, masse, masse volumique, densité, concentration massique	- Mesurage et calcul de la masse et/ou du volume d'un corps -Détermination de la nature acide ou basique d'un liquide	Gestion judicieuse et responsable des produits et des biens usuels de consommation	- Balance, - Mètre, - Pèse-personne, - Papier tournesol, - Papier pH, - Tamis, - Verrerie (bêcher, fiole jaugée, éprouvette graduée...)
Utilisation des produits et biens de consommation usuels	- Besoin d'un constituant contenu dans un mélange homogène ou hétérogène ; - Communication et information sur des biens de consommation	Lecture et exploitation des inscriptions sur des produits de consommation (Classe de 5è)	- Interpréter et exploiter une notice explicative - Lire et interpréter un pictogramme	2. Les transformations physiques de la matière 2.1 Transformations physiques de l'eau : vaporisation, condensation, solidification, liquéfaction, sublimation. Constance de la température lors du changement d'état. 2.2 Mélanges et corps purs : l'eau, l'air, les	- Séparation de mélanges hétérogènes et homogènes : décantation, distillation, tamisage, filtration, flottage - Mise en évidence de la constance de la température	- Prudence face à un produit dont la qualité est douteuse. - Réflexe à lire les étiquettes et les notices des biens de consommation avant leur utilisation.	Kit d'analyse de l'eau

				solutions (soluté, solvant, concentration).	lors de la fusion de la glace.		
--	--	--	--	---	--------------------------------	--	--

Module 2 du programme de chimie de la classe de 6^e et 5^e en vigueur depuis 2014 (p. 22)

Analyse du programme de chimie pour la classe de 6^e (module 2)

Les concepts centraux de ce programme qui se déclinent en termes de savoirs sont :

- Les états physiques, formes, perméabilité, imperméabilité, solubilité, acidité, basicité ;
- La température et les états de la matière ;
- Le volume, la masse, la masse volumique, la densité, et la concentration molaire.

Lorsqu'on regarde les ressources disponibles pour l'apprentissage de ces concepts centraux, on se rend compte qu'ils sont essentiellement empiriques (balance, tamis...) et macroscopiques (liquide, corps purs...) (Tableau 2). De plus, aucune démarche n'est proposée par le programme pour l'apprentissage des concepts. Par ailleurs, aucune spécification des savoirs n'est faite en termes de niveaux (empirique, macroscopique, microscopique, symbolique). Cette absence de spécification des niveaux de savoir dans le programme (ici le module 2 : La matière : ses propriétés et ses transformations) laisse penser à sa non prise en compte dans l'apprentissage. En effet, pour ce qui concerne ces savoirs, au vu du vocabulaire utilisé, ils sont en général macroscopiques et empiriques (Ministère des enseignements secondaires Cameroun, 2014). Cependant, l'absence des niveaux microscopique et symbolique n'est pas sans effet pour l'apprentissage : l'élève ne peut ni expliquer ni représenter les phénomènes. De plus, il est surprenant de constater une absence du découpage séquentiel des notions. En effet, le programme prévoit 4 heures pour l'ensemble du module 2, sans spécifier la durée requise pour chaque savoir du module. Par ailleurs, lorsqu'on regarde les contenus du programme, cela laisse penser à une approche expérimentale. On trouve de nombreuses phrases faisant appel à la manipulation, par exemple, le programme propose de « *préparer une solution de concentration massique donnée* » (Cameroun, Ministère des enseignements secondaires 2014, p. 22). Cependant, nous constatons dans les établissements où nous sommes intervenus, un manque certain de matériel didactique qui rend la mise en œuvre des travaux pratiques difficile voire impossible, ce qui apparait contradictoire avec les attendus du programme. En conclusion, le module 2 qui correspond à la chimie de la classe de 6^e est essentiellement basé sur les niveaux macroscopique (produit, corps, solution...) et empirique (balance, bécher, fiole jaugée, éprouvette, papier tournesol, papier pH...).

Analyse du programme de chimie pour la classe de 5^e (module 2).

Les concepts centraux qui se déclinent en termes de savoir sont :

- Les transformations physiques de l'eau qui comportent notamment la vaporisation, la condensation, la liquéfaction, la solidification, la sublimation, et la constante de température lors d'un changement d'état ;
- Les mélanges et corps purs comportant notamment l'eau, l'air, les solutions, solutés, concentration ;

Le programme de chimie de la classe de 5^e comme celui de la classe de 6^e *a priori*, semble être à dominante macroscopique et empirique, car dans le programme, on se limite à l'aspect physique de la matière et ce qui relève du visible. Cependant, lorsqu'on regarde plus finement les notions telles que corps purs et mélange, cela laisse penser à une approche noms /formules chimiques, puisqu'il est question dans ce module de lire et d'exploiter les inscriptions qui sont portées sur les produits de consommation. Néanmoins, aucune précision n'est faite dans le

programme concernant l'approche noms /formules chimiques. Une illustration concernant le concept de corps pur formulé dans le programme avec pour exemple « l'eau », est porteur de nombreuses informations qui ne sont pas prises en compte dans le programme. Pour Canac (2017), ce concept d'« eau » renvoie à la fois à un mot du langage courant, à un mélange (atomes d'hydrogène et atomes d'oxygène) mais aussi à un corps pur, et, au nom scientifique de l'espèce chimique (la molécule d'eau).

Au vu de ce programme, il semble que l'enseignant soit libre d'interpréter le programme à sa convenance puisqu'il n'existe pas de support pouvant faciliter l'utilisation du programme. Par conséquent, il semble difficile pour l'enseignant de mettre en évidence les constituants de l'eau sans parler du dioxygène et du dihydrogène, par exemple, qui sont employés au niveau microscopique. Ces différentes difficultés que rencontre l'enseignant dans l'interprétation du programme peuvent nuire aux apprentissages des élèves.

Par ailleurs, le programme ne spécifie pas les concepts chimiques à utiliser par exemple, pour le cas des mélanges homogènes et hétérogènes, aucune approche empirique, macroscopique, microscopique ou encore symbolique n'est précisée dans le programme. Pourtant, concernant les mélanges homogènes, les constituants ne sont pas distinguables à l'œil nu contrairement aux mélanges hétérogènes. De plus, aucune recommandation n'est faite quant à l'utilisation des modèles.

Dans le programme, nous avons noté :

- L'absence de spécification explicite des savoirs en termes de niveaux de savoir.
- Deux niveaux prédominant : le niveau empirique (balance, tamis...) et le niveau macroscopique (liquide, corps purs...). Le niveau symbolique est utilisé dans des cas assez rares (pictogramme). Rien n'est mentionné sur le niveau microscopique.

TABLEAU 3

Proportion des niveaux de savoirs employés dans le curriculum

Classe	Niveau empirique	Niveau macroscopique	Niveau microscopique	Niveau symbolique
6 ^e	12,5%	15,6%	0%	0%
5 ^e	1,5%	21,5%	0%	0,7%

Comme indiqué dans la méthodologie, nous comptons les mots se rapportant aux différents registres (macroscopique, microscopique, symbolique et empirique), nous donnons un pourcentage par rapport à l'ensemble des mots utilisés afin d'avoir une idée sur la place que prend les niveaux de savoir dans le programme.

D'après le tableau 3, d'un point de vue quantitatif (rappelons que nous comptons le vocabulaire relevant de chaque niveau de savoir dans le programme de chimie de 6^e et dans celui de 5^e), nous remarquons que l'emploi du niveau empirique diminue avec le niveau d'étude alors que les niveaux macroscopique et symbolique augmentent. Le niveau microscopique n'est pas utilisé.

CONCLUSION

Nous avons, dans cet article, étudié le vocabulaire utilisé dans les programmes de chimie au Cameroun en début de collège. Nous avons classé ce vocabulaire dans les différents niveaux de savoir : macroscopique, microscopique, symbolique et empirique. Nous avons ainsi pu constater d'une part, un manque explicite des niveaux de savoir en chimie et d'autre part, l'utilisation quasi exclusive des niveaux macroscopique et empirique dans ces programmes. En effet, un phénomène chimique peut s'interpréter à la fois dans le visible (macroscopique), ou

en ayant recours à une théorie (microscopique) ou à l'aide d'équations, diagrammes (symbolique), ou par une expérience faite en laboratoire (empirique). Il est donc nécessaire de comprendre un phénomène chimique dans chaque niveau pour comprendre la chimie dans son entièreté, de plus, la chimie est une discipline qui relève à la fois de la théorie et de la pratique, d'où la nécessité de circuler entre ces niveaux de savoir. Il serait intéressant que ces différents niveaux de savoir soient explicités dans les programmes afin que les enseignants puissent s'en emparer et ainsi faire comprendre la chimie « de manière globale » aux élèves, en vue de meilleurs apprentissages.

RÉFÉRENCES

- Canac, S. (2017). *Le langage symbolique de la chimie en tant que méta-niveau entre registre empirique et registre des modèles : une problématique de l'enseignement-apprentissage de chimie*. Thèse de doctorat, Université Sorbonne Paris Cité, France.
- Dehon, J. (2018). *L'équation chimique, un sujet d'étude pour diagnostiquer les difficultés d'apprentissage de la langue symbolique des chimistes dans l'enseignement secondaire belge : Développement d'une séquence de leçons en s'appuyant sur un modèle des niveaux de signification*. Thèse de doctorat, Université de Namur, Belgique.
- Dehon, J., & Snauwaert, P. (2011). *Vers une nouvelle approche de l'apprentissage de l'équation de réaction*. Journées d'étude S-TEAM, Université de Namur. Retrieved from <https://pure.fundp.ac.be/ws/portalfiles/portal/13256633>.
- Dehon, J., & Snauwaert, P. (2015). L'équation de réaction : une équation à plusieurs inconnues – Étude de productions d'élèves de 16-17 ans (grade 11) en Belgique francophone. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 12, 209-235.
- Dumon, A., & Mzoughi-Khadhraoui, I. (2014). Teaching chemical change modelling to Tunisian students: an « expended chemistry triplet » for analysing teachers' discourse. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(1), 70-80.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). Towards a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education, In J. Gilbert & D. Treagust (Dir.), *Multiple representations in chemical education* (pp. 1-8). Dordrecht: Springer.
- Houart, M. (2009). *Étude de la communication pédagogique à l'université à travers les notes et les acquis de étudiants à l'issue du cours magistral de chimie*. Thèse de doctorat, Université de Namur, Belgique. <http://hdl.handle.net/2078.2/22713>.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and microchemistry. [Notes and correspondence]. *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kavula, M. (2019). *Analyse du curriculum de chimie organique en 4e année scientifique et proposition de mise en place d'une ingénierie didactique pour un meilleur apprentissage*. Faculté des sciences. Université pédagogique nationale, Kinshasa, R. D. Congo.
- Kermen, I. (2018). Comment le caractère dual, macroscopique-microscopique, de la chimie s'incarne-t-il dans son enseignement ? Réflexions autour des modèles et du langage. *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, 112(1000), 95-108.
- Kermen, I., & Méheut, M. (2009). Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(1), 24-34.

- Lafarge, D. (2010). *Analyse didactique de l'enseignement-apprentissage de la chimie organique jusqu'à bac+2 pour envisager sa restructuration*. Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal -Clermont-Ferrand II, France.
- Laugier, A., & Dumon, A. (2000). Travaux pratiques en chimie et représentation de la réaction chimique par l'équation-bilan dans les registres macroscopique et microscopique : une étude en classe de seconde (15-16 ans). *Chemistry Education Research and Practice in Europe*, 1(1), 61-75.
- Ministère des enseignements secondaires Cameroun. (2014). Inspection générale des enseignements, Programme d'étude de 6^e et 5^e sciences, 1-23.
- Molvinger, K., & Nguetcho, E. (2023). Le point de vue des enseignants sur la place des niveaux de savoir dans le programme de chimie au Cameroun. *Mediterranean Journal of Education*, 3(1), 50-62.
- Nguetcho, E., Molvinger-Verger, K., & Nkeck Bidias, S. (2022). Une contribution pour une meilleure circulation entre les niveaux de savoir via un TP portant sur la saponification. *Mediterranean Journal of Education*, 2(1), 158-169.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.