

## Evolution des Conceptions des étudiants en cycle Licence: Cas de la Liaison chimique

A. BOUAYAD, F. KADDARI, and A. ELACHQAR

Laboratoire de Didactique, d'Innovation Pédagogique et Curriculaire,  
Faculté des Sciences Dhar El Mahraz,  
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fès, Maroc

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Education sciences research Works are unanimous on the fundamental role of conceptions to organize and facilitate a learning situation of a scientific concept. The objective of this work is to detect the conceptual universe of students, at the end of license cycle, relatively to chemical bond concept and its associated concepts like valence and octet rule and to compare the students' responses at the beginning and end of this cycle. The purpose is to see, after intense courses on those concepts, what are the definitions and models appropriated by students and how they design it. To do this, we asked 50 students, subjects of our study, to express their definitions of the chemical bond, valence and octet rule. The data analysis has shown that there is still confusion and amalgams about this concept and its associated concepts.

**KEYWORDS:** education sciences, chemical bonding, valence, octet rule, design.

**RESUME:** Les travaux de recherches en didactique des sciences sont unanimes sur le rôle fondamental des conceptions pour organiser et animer une situation d'apprentissage d'un concept scientifique. L'objectif de ce travail est de détecter l'univers conceptuel des étudiants en fin du cycle de la licence relativement au concept de la liaison chimique et des concepts qui lui sont associés (valence et règle de l'octet) et de comparer les réponses des étudiants au début et en fin du cycle licence (S6). La finalité est de voir, après un enseignement sur les fondements de la liaison chimique, quels sont les définitions et les modèles retenus et comment les étudiants les conçoivent ils ? Pour cela, nous avons demandé à un échantillon de 50 étudiants en fin du cursus universitaire S6 de la filière Sciences de la Matière Chimie (SMC) (troisième année universitaire) d'exprimer leurs définitions du concept liaison chimique, valence et règle de l'octet et ceci deux mois après un enseignement sur ces notions. L'analyse des données obtenues a permis de constater qu'il y a toujours des confusions et amalgames à propos de ce concept et des concepts qui lui sont associés.

**MOTS-CLEFS:** didactique de la chimie, liaison chimique, valence, règle de l'octet, conception.

### 1 INTRODUCTION

La liaison chimique, concept fondamental situé au cœur de l'interface structurale de base de la chimie, permet la compréhension des mécanismes assurant la cohésion de la matière et donc sa description à l'échelle microscopique. Il s'agit d'un concept socle des sciences de la matière [1].

L'importance du concept de la liaison chimique se traduit également par l'intérêt que lui manifeste la recherche en didactique des sciences. En effet, de nombreux travaux ont montré que ce concept est perçu comme difficile à enseigner et encore plus difficile à s'approprier car sa compréhension effective peut être entravée par de multiples difficultés [2] ; [3] ; [4] ; [5] ; [6].

Notre recherche sur les conceptions des étudiants au début du cycle licence à propos du concept liaison chimique et ses concepts associe montre la présence de plusieurs conceptions alternatives et des confusions conceptuelles obstacles et sources de difficultés d'apprentissage [7] ; [8]. Ainsi, par exemple les étudiants :

- Ont fait une confusion entre atome et molécule.
- Ont adopté le modèle de la liaison covalente et ionique,
- Ont fait une confusion entre type et nature de la liaison,
- Ont réduit la définition du concept de la liaison chimique à la liaison covalente,
- Ont fait une confusion entre valence et couche de valence,
- Ont donné plusieurs définitions du concept valence,
- Ont fait une confusion entre orbital atomique et orbital moléculaire.

Dans le présent travail, nous avons essayé de voir comment les étudiants en fin du cursus universitaire S6 se représentent le concept de la liaison chimique après un enseignement assez intense et de faire la comparaison entre les réponses des étudiants au début [7] et en fin du cycle licence (S6). Pour cette raison, nous allons mettre en évidence les modèles que les étudiants universitaires en fin du cycle de la licence associent à ce concept.

## 2 METHODOLOGIE ET METHODE

Afin d'approcher l'univers conceptuel des étudiants en fin du cursus universitaire S6 (troisième année universitaire) relatif aux concepts sujet de l'étude, nous avons eu recours à une démarche qui consiste en "l'étude de la définition" [9].

Pour cela, nous avons demandé aux étudiants sujets de l'enquête d'exprimer leurs définitions du concept de la liaison chimique et des concepts qui lui sont associés tels que la valence et la règle de l'octet. L'analyse des données recueillies s'est effectuée comme suit : nous avons repéré les sous-définitions (formulation ayant un sens propre) dans chaque proposition (définition globale d'un étudiant) et nous avons fait ressortir le mot clé correspondant. Après le calcul des pourcentages des mots clés relatif à chaque formulation distincte, nous avons procédé à une catégorisation de l'ensemble des formulations et nous avons rapporté chaque catégorie au mot clé correspondant dans un tableau.

## 3 RESULTATS

### 3.1 ETUDE DE LA DEFINITION DE LA LIAISON CHIMIQUE

Le corpus des données recueillies se compose de 47 copies pour 50 étudiants, 3 étudiants n'ont donné aucune définition (non-réponse) soit 6%. Les formulations des 47 étudiants ayant répondu ont été divisées en sous définitions, nous aboutissons ainsi à 81 sous définitions. Les propositions sont regroupées sous forme de catégories caractérisées par un mot clé. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1 :

Tableau 1 : Sous définition du concept "liaison chimique"

Catégorie	Idée ou Mot clé	Exemple de formulations	Pourcentage % des sous définitions	Pourcentage % des répondants
I	Liaison, relation	• La liaison chimique est une (relation) entre deux ou plusieurs atomes (a).	40,5	70,2
		• C'est une liaison (relation) entre deux ou plusieurs molécules (b).	4,9	8,5 (2,1 ont indiqué les deux termes)
		• C'est une liaison entre deux entités chimiques (c).	2,4	4,2
II	Type de liaison	• Il y a deux types de liaisons $\sigma$ et $\pi$ (a).	11,5	19,2
		• La liaison peut être une liaison ionique, covalente (b).	14,8	27,7
III	Electrons	• liaison formée par les électrons de valence.	9,9	17
IV	Orbitales	• La liaison chimique s'établit par un recouvrement de deux orbitales atomiques.	2,4	4,2
V		Divers	4,92	8,51

En suivant les mêmes démarches pour l'analyse du questionnaire des étudiants de S2 [7], nous avons rassemblé, dans la première catégorie, toutes les formulations incluant le terme "liaison" ou le terme "relation" entre deux entités. Ces formulations citées par plus de 82,9% de la population interrogée présentent environ 47,8% de la totalité des sous-définitions proposées, elles expriment l'idée d'une association entre deux atomes (sous-définition a), deux molécules (sous-

définition b) ou deux entités (sous-définition c). Comme prévue le pourcentage relatif à la sous définition (a) (association d'atome) est élevé (70,2%) mais reste en dessous des espérances. En fait, en fin du cycle licence chimie, la liaison chimique en tant qu'association d'atome doit être un acquis principal pour tous les étudiants.

Il est à noter également qu'un pourcentage considérable des répondants ont utilisé le terme relation pour désigner la liaison (sous-définitions a et b) et le terme entité au lieu de l'atome ou la molécule (sous-définition c). Ce pourcentage indique qu'il y a toujours un problème de la langue chez les étudiants universitaires marocains. Par ailleurs, 8,5% de ces étudiants ont évoqué la liaison entre deux molécules, cette formulation met en évidence une persistance de la confusion entre atome et molécule déjà mentionnée chez les étudiants de S2. 2,1% de ces étudiants ont indiqué les deux termes atome et molécule, peut être il s'agit de la liaison hydrogène.

Dans la catégorie II, les étudiants interrogés ont essayé de donner plus de précisions sur la notion en explicitant les différents types de la liaison chimique. Ainsi 19,2% des étudiants interrogés (11,5% de la totalité des formulations proposées) affirment qu'il y a deux types de liaison chimique ( $\sigma$  et  $\pi$ ) (sous-définition a). Par contre, 27,7% des étudiants (14,8% des formulations) déclinent que les types de la liaison chimique sont au nombre de deux : la liaison covalente et ionique (sous-définition b). Cela montre que la différence entre type et nature de la liaison n'est pas aussi claire. Il faut noter par ailleurs, l'absence des notions de la liaison inter- moléculaire et de la liaison métallique (malgré que les étudiants de S6 aient étudié le concept de la liaison intermoléculaire).

La troisième catégorie se caractérise par le mot clé "électrons", la liaison chimique est définie comme étant la mise en commun de deux électrons (17% des répondants et 9,9% des formulations). Ces étudiants réduisent le concept de la liaison chimique à la liaison covalente. Ceci confirme notre constatation pour les étudiants de S2 à savoir qu'il y a une persistance des modèles pré-acquis. Ce qui peut constituer un obstacle à l'apprentissage.

Dans la catégorie IV, Il y a seulement deux étudiants parmi 47 qui ont évoqué la notion de recouvrement des orbitales atomiques pour définir le concept de la liaison chimique (environ 4,2% des répondants). Ce qui met bien en évidence l'absence du modèle quantique de la liaison dans l'univers conceptuel de la population sujet de l'enquête.

Dans la catégorie V, nous avons répertorié les formulations qui nous ont semblé différentes des autres formulations. Ces dernières sont diversifiées et varient de la description qualitative (la liaison s'établit grâce à l'existence des couches de valences insaturée) aux métaphores (la liaison chimique est un tiré qui relie les électrons de liaison).

Il ressort de cette étude que la majorité des étudiants se limitent à une définition introductive du concept de la liaison chimique (82,9%). Cela s'est traduit par le fait qu'environ 46,9% des étudiants ont essayé de dépasser le niveau introductif, 17% ont adopté la liaison covalente et 4,2% ont évoqué le modèle quantique de la liaison chimique. Il semblerait que malgré un enseignement intense de la liaison chimique, les étudiants sujets de l'enquête ne se sont pas vraiment approprié les éléments de bases de la liaison chimique.

### 3.2 ETUDE DE LA DEFINITION DE LA VALENCE

Le corpus des données recueillies révèle 15 non réponses soit 30% de la population interrogée. Les formulations des 35 étudiants ayant répondu ont été divisées en sous définitions, nous aboutissons ainsi à 40 sous définitions. Dans le Tableau 2 sont regroupées les différentes formulations proposées.

Tableau 2 : Sous définition du concept "valence"

Catégorie	Idee ou Mot clé	Exemple de formulations	% des sous définitions	% des répondants
I	Couche	• c'est la couche extérieure d'un atome.	42,5	48,6
II	Electron	• le nombre d'électrons qui se trouvent sur la couche périphérique.	17,5	20
III	Liaison	• la valence est le nombre de liaisons simples qu'un atome peut former.	10	11,4
IV		Divers	30	37,2

D'après le Tableau 2, la réponse la plus prépondérante de la définition de la valence est "la valence est la couche extérieure d'un atome" (catégorie I). Elle est citée par 48,6% des répondants et représente 42,5% de la totalité des propositions de définitions. Il semblerait donc qu'environ la moitié des étudiants interrogés ne font pas la différence entre le concept de la valence et celui de la couche de valence d'un atome.

Les définitions répertoriées dans les catégories II, III consistent en une multiplicité de définitions plus ou moins correctes et distinctes :

- "La valence est le nombre d'électrons qui se trouvent sur la couche périphérique" (20% des répondants, catégorie II).
- "Le nombre de liaisons simples qu'un atome peut former" (11,4% des répondants, catégorie III).

Cette diversification peut se justifier par le nombre considérable de définitions distinctes relatées dans les ouvrages scientifiques de références représentant le savoir à enseigner relatif à ce concept.

Dans la catégorie IV sont rassemblées les sous définitions diverses. Ces formulations pointent les citations complémentaires telles : "Les électrons de valence participent pour former les liaisons", elles pointent aussi des citations farfelues, « la valence est un angle entre les atomes". Il y a une expression qui indique que : la couche de valence est une orbitale atomique totalement ou partiellement remplie. Elle représente 2,85% des répondants, soit 2,5% de la totalité des sous-définitions données. Il s'agit de difficultés conceptuelles.

La différence très significative du pourcentage de citation des sous-définitions de la catégorie I et celles des catégories II et III met en évidence la persistance de la confusion entre valence et couche de valence.

### 3.3 ETUDE DE LA DEFINITION DE LA REGLE DE L'OCTET

Le corpus des données recueillies se compose de 16 réponses pour 50 étudiants interrogés, 34 étudiants n'ont donné aucune définition (non-réponse) soit 68% de la population interrogée. Les formulations des 16 étudiants ayant répondu ont été divisées en sous définitions, nous aboutissons ainsi à 16 sous définitions. Les différentes propositions de définitions sont répertoriées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Sous définition de la règle de l'octet

Catégorie	Idée ou Mot clé	Exemple de formulations	% des sous définitions	% des répondants
I	Electron	• C'est la tendance d'un atome d'être entouré par huit électrons.	56,4	56,4
		• Chaque particule est liée par huit électrons	5,1	5,1
		• Le niveau d'énergie doit être entouré par huit électrons.	5,1	5,1
II	Orbitale	• La tendance d'un atome d'avoir son orbitale externe saturée.	12,5	12,5
III		Divers	25	25

La première catégorie rassemble les différentes propositions exprimant l'idée, qu'un atome doit être entouré par huit électrons (56,4% des répondants), qu'une particule ou un élément doit être entourée par huit électrons (5,1 % des répondants) et qu'un niveau d'énergie doit être entouré par huit électrons (5,1% des répondants). Les deux dernières sous-définitions, mettent en évidence deux types de difficultés : linguistiques (traduites par l'utilisation anarchique des termes substance, élément, particule) et conceptuelles (reflétées par la troisième sous-définition qui stipule que le niveau d'énergie doit être entouré par huit électrons). Le niveau d'énergie est donc confondu à un atome. Ces difficultés, bien qu'elles ne fussent notées que chez un faible pourcentage d'étudiants, ont attiré notre attention car d'une part il s'agit des concepts basiques de la chimie, et d'autre part, la population interrogée est avancée dans ces études des sciences de la matière chimie.

Pour la deuxième catégorie, 12,5% des répondants font la confusion entre couche externe et orbitale. Il s'agit bien de difficultés conceptuelles.

On note également que 25% des répondants ont donné des réponses diverses telles que : des citations complémentaires "La tendance de la molécule d'avoir un état stable", "Un atome électronégatif tire vers lui un atome électropositif". Des citations farfelues "Chaque atome doit être entouré par six atomes".

## 4 COMPARAISON ENTRE LES REPONSES DES ETUDIANTS DE S2 ET S6

Dans notre ancien article [7] qui concerne les conceptions des étudiants au début du cycle licence à propos du concept liaison chimique et ses concepts associés. Nous avons montré que la majorité des étudiants se limitent à une définition introductive du concept liaison chimique et donc restent au niveau déclaratif des connaissances, pour eux le modèle le plus

approprié de la liaison chimique est celui de la liaison covalente, ce qui risque de constituer un obstacle pour l'approfondissement des connaissances sur les modèles quantiques.

Pour détecter l'évolution des conceptions des étudiants de S2 et S6, nous avons comparé leurs réponses à propos de la définition du concept liaison chimique, valence et règle de l'octet. Le tableau 4 rassemble les pourcentages des réponses des étudiants de S2 [7] et S6.

Tableau 4 : comparaison des réponses des étudiants de S2 et S6

Etudiants	Pourcentage des étudiants de S2	Pourcentage des étudiants de S6
I-Ayant confondu atomes et molécules dans leurs définitions de la liaison chimique.	7,2	6,4
II-Ayant introduit la notion d'entité et d'élément dans leurs définitions de la liaison chimique.	11,4	4,2
III-Ayant confondu type de liaison et nature de liaison.	21,4	19,2
IV-Ayant défini la liaison chimique par la liaison covalente.	11,4	17
V-Ayant introduit la notion d'orbitale atomique dans leurs définitions de la liaison chimique.	1,4	4,2
VI-Ayant confondu valence et couche de valence.	47,2	48,6
VII-Ayant confondu niveau d'énergie et atome dans leurs définitions de la règle de l'octet.	5,1	5,1

Afin de mieux visualiser la comparaison des pourcentages des étudiants de S2 et S6, nous avons représenté les résultats sous forme de colonnes (Fig 1).

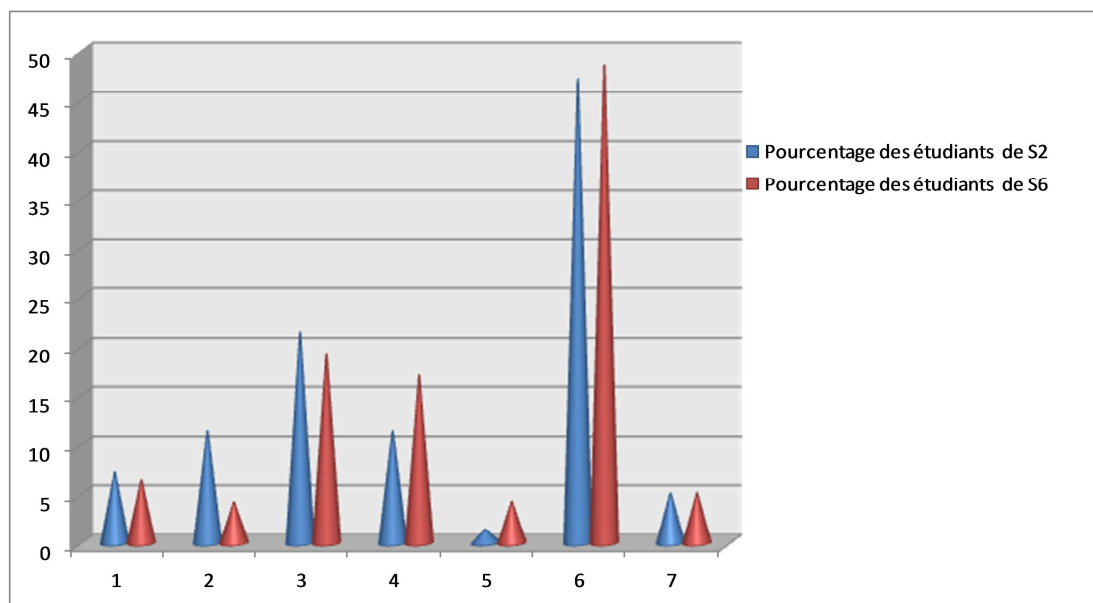


Fig. 1. Comparaison des réponses des étudiants de S2 et S6

D'après le tableau 4, on constate une :

- Légère diminution du pourcentage des répondants qui ont confondu atomes et molécules dans leurs définitions de la liaison chimique. (7,2% pour S2 et 6,4% de S6), ce qui reste en dessous des espérances.
- Diminution du pourcentage des étudiants qui ont introduit la notion d'entité et d'élément dans leurs définitions de la liaison chimique. (11,4% de S2 et 4,2% de S6). Il y a une précision dans la nomenclature et une amélioration dans l'assimilation du vocabulaire français.

- Légère diminution du pourcentage des étudiants qui ont confondu le type et la nature de la liaison (21,4% pour S2 et 19,2% pour S6). Cependant, ce pourcentage reste quand même important ce qui peut s'expliquer par le manque de précision à ce sujet dans quelques ouvrages de références.
- Augmentation du pourcentage des répondants qui ont défini la liaison chimique par la liaison covalente (11,4% pour S2 et 17% pour S6). Il y a donc une réduction de la liaison chimique à la liaison covalente. Il y a donc une persistance des modèles pré-acquis.
- Augmentation du pourcentage des étudiants ayant introduit la notion d'orbitale atomique (1,4% pour S2 et 4,2% pour S6). Ceci est dû à l'utilisation fréquente du terme orbitale atomique.
- Légère augmentation du pourcentage des répondants qui ont confondu valence et couche de valence (47,2% pour S2 et 48,6% pour S6).
- Egalité du pourcentage des répondants qui ont confondu niveau d'énergie et atome (5,1% pour S2 et 5,1% pour S6).

Il ressort de cette étude qu'il y a, une évolution dans les réponses des étudiants mais il y a toujours des confusions conceptuelles (confusion entre atome et molécule, entre niveau d'énergie et atome), des problèmes de nomenclature et de la langue (l'utilisation des termes élément, particule, entité), un réduction de la liaison chimique à la liaison covalente (définie par la mise en commun de deux électrons), une absence de la mécanique quantique dans les réponses des étudiants (les étudiants dans leurs définition de la liaison chimique n'ont pas introduit la notion de recouvrement des orbitales atomiques).

## 5 CONCLUSION

Au terme de cette étude nous avons pu dégager plusieurs constats : la majorité des étudiants se limitent à une définition introductive et donc restent au niveau déclaratif des connaissances, le modèle le plus approprié de la liaison chimique est celui de la liaison covalente, ce qui risque de constituer un obstacle pour l'approfondissement des connaissances sur les modèles quantiques. En revanche, les modèles quantiques, pourtant objectif principal de l'enseignement suivi par ces étudiants ne semblent pas attirer leur attention. Les notions de la valence et de la règle de l'octet sont loin d'être intégrées et acquises. Enfin, ces constats mettent en évidence que, malgré un enseignement intense de la liaison chimique, les étudiants en fin du cursus licence semblent présenter plusieurs confusions et amalgames relatifs aux concepts liaison chimique et les concepts associés.

La question qui se pose est pourquoi il y a une similitude entre les réponses des étudiants en fin et au début du cycle licence à propos de la définition du concept liaison chimique et ses concepts associés?

## REFERENCES

- [1] V. Bernard, "*La liaison chimique : le concept et son histoire*," Collection Science Histoire et Philosophie.
- [2] H. Dhinds and D. Treagust, "Prospective pedagogy for teaching chemical bonding for smart and sustainable learning," *Chem. Educ. Res. Pract*, 15, 435-446, 2014.
- [3] Melanie M. Cooper and Michael W. Klymkowsky, "The Trouble with Chemical Energy: Why Understanding Bond Energies Requires an Interdisciplinary Systems Approach," *CBE Life Science Education*. 12(2): 306–312, 2013.
- [4] Ş. Şenol, and Y. Ayhan, "A Phenomenographic Study on Chemical Bonding," *Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), pp. 144-177, 2013.
- [5] A. Pabuçcu, O. Geban, "Students' Conceptual Level of Understanding on Chemical Bonding," *International Online Journal of Educational Sciences*, 4 (3), 563-580, 2012.
- [6] K.S. Taber, G. Tsaparlis, and C. Nakiboğlu, "Student Conceptions of Ionic Bonding: Patterns of thinking across three European contexts," *International Journal of Science Education*. 34(18), 2012.
- [7] A. Bouayad, F. Kaddari, M. Lachkar, and A. Elachqar, "Conceptions of first-year License students on the concept chemical bond," *Journal of modern education review*, 2014.
- [8] A. Bouayad, F. Kaddari, M. Lachkar, and A. Elachqar, "Quantum model of chemical bonding: Barriers and learning difficulties," *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 116, pp: 4612 – 4616, 2014.
- [9] F. Kaddari, "De L'atome à L'atomistique, Etude des principes et des conceptions," Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz-Fès, Maroc, 2005.