



N° d'ordre : Doc/ /2012

THESE

PRESENTEE

A

**L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA-ALGER
DEPARTEMENT DE CHIMIE**

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE

DOCTEUR EN SCIENCES

**SPECIALITE : *Didactique des Sciences Physiques*
OPTION : *Chimie***

Par

HAZZI Salah

***ETUDE DES DIFFICULTES D'INTEGRATION CONCEPTUELLE DES SAVOIRS
RELATIFS A LA MODELISATION DE LA LIAISON COVALENTE DANS LES
COMPOSES ORGANIQUES PAR DE FUTURS ENSEIGNANTS DE SCIENCES
PHYSIQUES ALGERIENS.***

Soutenu le 19 / 06 / 2012

Devant la commission d'examen composée de MM

Mme Hassani Aicha	Pr	ENS de Kouba	Présidente
Zerkout Said	M.C	ENS de Kouba	Directeur de thèse
Alain Dumon	Pr. Émérite	IUFM de PAU	Codirecteur de thèse
Lounis Ali	Pr	ENS de Kouba	Examineur
Ourari Ali	Pr	Université de Sétif	Examineur
Selatnia Amar	Pr	ENP d'Alger	Examineur

SOMMMAIRE

INTRODUCTION -----	01
CHAPITRE I : LA MODELISATION DE LA LIAISON COVALENTE -----	06
I.1. Les modèles et leurs représentations -----	07
1.1- Brève introduction épistémologique : la théorie, le modèle et la réalité ----	07
1.2- Les fonctions d'un modèle-----	09
1.3- Les modèles et leurs représentations-----	11
1.4 - Fonction des représentations-----	14
1.5. Conclusion-----	18
I.2. Brève étude historique de la construction du savoir de référence -----	19
I.3. Le savoir à enseigner relatif à la liaison covalente -----	25
3.1. La structure covalente et le modèle de Lewis-----	25
3.2. La structure covalente et le modèle quantique-----	29
3.2.1- Les éléments du modèle quantique -----	29
3.2.2- L'hybridation des orbitales atomiques -----	31
3.2.3- Les orbitales moléculaires-----	32
I.4. Conclusion -----	36
CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA RECHERCHE -----	38
II.1. Le cadre théorique d'analyse -----	39
1.1 - Le cadre théorique d'analyse-----	39
1.2 - Les étudiants et l'appropriation des savoirs-----	41
1.3 - L'intégration conceptuelle-----	45
II.2. Les recherches antérieures menées sur les difficultés rencontrées dans la modélisation de la liaison covalente -----	46
2.1- Le modèle de Lewis de la liaison covalente-----	46
2.2- Le modèle quantique de la liaison covalente-----	47

II.3. Analyse du contenu enseigné : le cadre contextuel -----	52
II.4. Problématique et méthodologie -----	56
4.1- Problématique-----	56
4.2- Méthodologie de recueil des données-----	58
CHAPITRE III : INTEGRATION CONCEPTUELLE DU MODELE DE LEWIS	61
III.1. Présentation des outils de recueil des données -----	61
III.2. Analyse des résultats relatifs aux structures de Lewis -----	62
2.1- Analyse des échanges entre étudiants au cours de la première activité-----	62
2.2- Analyse des résultats concernant la première question du questionnaire -----	65
2.3- Analyse des échanges entre étudiants au cours de l'activité 2-----	69
2.4- Conclusion relative à la maîtrise du modèle de Lewis-----	74
III.3. Analyse des réponses relatives à la description des liaisons -----	75
3.1- Catégorisation des réponses et analyse -----	75
3.2- Discussion -----	79
III.4. Conclusion -----	80
CHAPITRE IV : INTEGRATION CONCEPTUELLE DU MODELE QUANTIQUE : L'HYBRIDATION -----	85
IV.1. Présentation des outils de recueil des données -----	85
IV.2. Analyse des résultats -----	87
2.1- Les réponses au questionnaire	87
2.2- Analyse des échanges entre étudiants relatifs à l'hybridation lors de la séquence d'activité -----	94
IV.3. Discussion des résultats -----	100
IV.4. Conclusion -----	103

CHAPITRE V : INTEGRATION CONCEPTUELLE DU MODELE QUANTIQUE :	
LES ORBITALES MOLECULAIRES -----	105
V.1. Présentation du questionnaire-----	106
V.2. Analyse des réponses relatives à la description des liaisons en termes d'OM----	108
2.1- Les réponses attendues aux différentes questions -----	108
2.2- La description par les étudiants de la formation de liaisons simples	113
2.3- Description de la formation des liaisons correspondantes aux lignes 1, 2 et 3	121
2.4- Description des molécules d'éthane, d'éthylène et d'acétylène (Q 3)----	130
V.3. Caractéristiques des liaisons covalentes-----	138
3.1- Caractéristiques des liaisons des systèmes localisés -----	138
3.2- Caractéristiques des liaisons carbone – carbone dans le cas du benzène	144
3.3- L'intégration des savoirs relatifs aux caractéristiques des liaisons covalentes --	153
V.4. Conclusion-----	154
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE-----	158
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES-----	165
DOCUMENTS ANNEXES -----	174
1. - Annexes du Chapitre.3 (Modèle de Lewis)	175
Annexe 3.1 - Les outils d'investigation	175
Annexe 3.2 - Les éléments du modèle de Lewis introduits dans l'enseignement secondaire et universitaire	175
Annexe 3.3 - Les résolutions attendues	178
Annexe 3.4 - Transcription des activités des étudiants durant les deux taches.	180
2.- Annexes du Chapitre.4 (Modèle quantique) 1) Hybridation :	193
Annexe 4.1 - Les outils d'investigation	193
Annexe 4.2 - Transcription des activités des étudiants durant la première tache : principe de la théorie d'hybridation	194

Annexe 4.3 - Transcription des activités des étudiants durant la deuxième tâche : schématisation des états d'hybridation sp, sp ² , sp ³ en cases quantiques	193
Annexe 4.4 - Les résolutions attendues de la deuxième tâche (G ₄)	204
3.- Annexe du chapitre.5 (Modèle quantique) 2) Les orbitales moléculaires OM	208
Annexe 5 - Questionnaire papier-crayon : formation et caractéristique des liaisons σ et π	208

Résumé de la thèse

En partant de l'hypothèse que les difficultés rencontrées par les étudiants dans l'interprétation de la réactivité des composés organiques ont pour origine leur non maîtrise des concepts du registre des modèles, nous avons cherché dans ce travail à analyser dans quelle mesure les étudiants ont intégré les savoirs relatifs aux modèles permettant de décrire la structure des édifices covalents. Qu'elles sont les conceptions alternatives et ou « structures de connaissance » que se sont construits les étudiants ? Arrivent-ils à mettre en relation dans une structure conceptuelle les différents concepts liés à, la représentation des édifices covalents selon le formalisme de Lewis, à l'hybridation des orbitales atomiques et à la description de la formation des orbitales moléculaires (σ et π) dans les systèmes localisés et conjugués ?

Les analyses des réponses à trois questionnaires écrits et des échanges entre étudiants lors de séquences d'activités de groupes enregistrées montrent que le savoir intégré par la majorité des étudiants ne peut être qualifié de savoir opérant. Ils ont seulement intégré quelques savoirs, pouvant être qualifiés de procéduraux, relatifs aux différents modèles de la liaison covalente. De très nombreux étudiants sont dans l'incapacité d'explicitier et de justifier les concepts mis en jeu de manière à leur donner du sens pour les rendre fonctionnels dans leur champ d'utilisation :

- Ils rencontrent des difficultés pour mettre en œuvre une procédure systématique de raisonnement pour représenter un édifice covalent selon le formalisme de Lewis, plus particulièrement lorsqu'il s'agit de décrire les structures électroniques d'espèces chargées ;
- Ils font la confusion entre la formation d'orbitales hybrides et la formation d'orbitales moléculaires conduisant à la formation des liaisons ;
- Ils ne sont pas capables de traduire correctement les représentations des liaisons simples, doubles ou triples dans les formules de Lewis en utilisant les concepts du modèle quantique (orbitale atomique, orbitale moléculaire σ ou π , délocalisation des électrons) et leurs représentations.

Des raisonnements utilisés par les étudiants dans la réalisation des tâches proposées, nous avons inféré des structures de connaissance possibles de leur intégration conceptuelle des savoirs relatifs à la modélisation de la liaison covalente. De plus un certain nombre de conceptions alternatives ont été mises en évidence. Enfin, des propositions pour l'enseignement ont été formulées.

Mots clés : liaison covalente, modèle, Lewis, hybridation, orbitales atomiques et moléculaires, conception alternative, structure de connaissance, intégration conceptuelle.

ملخص الأطروحة

العنوان: " دراسة التحصيل المفاهيمي للمعارف المتعلقة بنمذجة الرابطة التساهمية في المركبات العضوية من طرف طلبة جزائريين يعتزمون تدريس العلوم الفيزيائية مستقبلا "

انطلاقا من فرضية البحث " الصعوبات التي يواجهها الطلبة في تفسير فاعلية المركبات العضوية ، مصدرها عدم تحكمهم في مفاهيم سجل النماذج " قمنا من خلال هذا العمل بتحليل مدى استيعاب الطلبة للمعارف المتعلقة بالنماذج المستعملة في وصف بنية المركبات التساهمية. ما هي التصورات البديلة و "هياكل المعرفة" التي بنيت من طرف هؤلاء الطلبة ؟ هل بإمكانهم، استنادا إلى نفس البنية المفاهيمية ، وضع علاقة تربط بين المفاهيم المختلفة ذات الصلة بكل من : تمثيل الصيغ التساهمية وفقا لنموذج لويس، تهجين الأوربيتالات (الأفلاك) الذرية و أخيرا وصف تشكل الأوربيتالات الجزيئية (σ ، π) في الجمل المثبتة و المترافقة.

من خلال تحليل الأجوبة على ثلاثة استبيانات مكتوبة و من خلال الحوار المتبادل بين طلبة مختلف الأفواج أثناء الأنشطة المسجلة تبين أن المعرفة المحصلة (المستوعبة) من طرف غالبية الطلبة تبقى ناقصة و لا يمكن وصفها بمعرفة تفسيرية ذات دراية نظرية، لقد تحصلوا فقط على بعض المعارف التي يمكن أن توصف بأنها "إجرائية " بالنسبة لمختلف نماذج الرابطة التساهمية. كما انه قد تبين أيضا أن عددا كبيرا من الطلبة غير قادر على شرح و تبرير المفاهيم المعنية بالأمر، بحيث يكسبها معنى يمكن من توظيفها في مجال استعمالها:

- لديهم صعوبة في وضع طريقة منهجية منطقية لتمثيل البنى التساهمية وفقا لنموذج لويس، لاسيما عندما يتعلق الأمر بوصف البنى الإلكترونية للأنواع المشحونة ؛
- يخلطون بين تشكل الأوربيتالات (الأفلاك) الذرية الهجينة و تشكل الأوربيتالات الجزيئية المؤدية الى تكوين الروابط ؛
- غير قادرين على ترجمة بشكل صحيح، الروابط (البسيطة ، المزدوجة و الثلاثية) في صيغ لويس باستخدام مفاهيم نموذج الكم (أوربيتال ذري، أوربيتال جزيئي σ و π ، الترافق الإلكتروني الخ.) بغية تمثيلها بهذا الأخير؛

استنادا للمنطق التفكيرى المستخدم من طرف الطلبة ،استنتجنا احتمال بناء بعض "هياكل المعرفة" استخدموها في التحصيل المعرفي المتعلق بنمذجة الرابطة التساهمية ، بالإضافة الى ذلك تم الكشف عن عدد من التصورات البديلة. أخيرا أدلينا ببعض الاقتراحات لتحسين التدريس.

الكلمات المفتاحية: رابطة تساهمية، نموذج لويس، تهجين، أوربيتال ذري و جزيئي، تصورات بديلة، هيكل معرفي، التحصيل المفاهيمي