

# LA LUDIFICATION ET LA MOTIVATION DES ÉLÈVES DANS L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DES TRANSFORMATIONS CHIMIQUES

## RÉSUMÉ

---

Dans l'enseignement au second degré en physique-chimie, le programme met en avant l'activité de modélisation lors de l'enseignement et l'apprentissage des transformations chimiques. Cela nécessite de distinguer à la fois la réalité observée au niveau macroscopique des modèles et la transformation de la réaction chimique. Or, ces distinctions sont complexes pour les élèves, ce qui débouche parfois sur une amotivation. Ces constats nous amènent à interroger la manière dont les enseignants s'emparent de la modélisation des transformations chimiques lors de son enseignement selon une approche nommée ludification. Cette approche permet-elle ou pas de motiver les élèves à s'engager dans la tâche, à s'intéresser plus au contenu travaillé et par conséquent à apprendre ? C'est pourquoi nous avons appliqué cette approche lors de l'élaboration d'une séquence d'enseignement des transformations chimiques en classe de seconde, sous la forme d'un jeu de plateau.

Nous avons mené une étude de cas en 2022 auprès de 30 élèves de la classe de seconde (vidéo et questionnaire). Les résultats montrent une certaine efficacité de la ludification sur le plan motivationnel. Cependant l'efficacité de la ludification sur le plan disciplinaire reste à approfondir et à mieux cerner les conditions de son opérationnalité.

---

30

## MOTS CLÉS

---

Physique-chimie, seconde, transformations chimiques, motivation, ludification

## AUTEUR

---

Julien THIERION, **Master MEEF Mention 2<sup>nd</sup> degré, parcours physique chimie**

## INTRODUCTION

**S**i les sciences dans la société sont en général perçues par les élèves comme un sujet prestigieux, il n'en est pas de même pour l'enseignement des sciences à l'école. Les élèves semblent en effet avoir, dès leur entrée dans l'enseignement secondaire, un a priori négatif sur les sciences, notamment la physique et la chimie, qu'ils trouvent souvent peu attrayantes et trop difficiles : « l'attitude envers les sciences à l'école n'est pas très bonne, [...] et elle se dégrade au fur et à mesure que l'élève avance dans son cursus scolaire, notamment après son entrée dans l'enseignement secondaire » (Venturini., 2004, p. 16). Certaines activités proposées paraissent aux élèves « mal perçues, inutiles et ennuyeuses » (Venturini, ibid, p.13). C'est notamment le cas des transformations chimiques, qui font appel à la modélisation, concept abstrait et difficile pour les élèves. Il nous semble intéressant de tenter des approches différentes de l'enseignement de la physique-chimie, qui permettraient aux élèves de retrouver de l'intérêt à étudier les sciences. Pour cela, il importe de trouver une approche qui renforcerait avant tout la motivation de l'élève. Nous faisons l'hypothèse que la ludification pourrait impacter la motivation des élèves.

En se basant sur l'exemple des transformations chimiques, une notion difficile à comprendre par les élèves, nous avons donc tenté de déterminer si la ludification, à savoir le fait d'utiliser les codes et les mécanismes propres au jeu, permet de renforcer la motivation des élèves et de dépasser leurs difficultés.

## CADRE THÉORIQUE

### Les transformations chimiques

Le programme de physique-chimie en vigueur pour la classe de seconde insiste dès le préambule sur la nécessité de mettre en avant la « pratique expérimentale » et « l'activité de modélisation » (MEN, 2019)<sup>1</sup>. En chimie, le thème des transformations chimiques est un thème complexe pour les élèves ; il fait appel à la modélisation de ce qui est observable macroscopiquement par des éléments microscopiques. De plus, cette démarche qui semble être évidente pour l'enseignant ne l'est pas pour les élèves. Kermen (2018) explique que les élèves trouvent abstrait et difficile l'apprentissage des transformations chimiques car celui-ci marque le passage du registre expérimental au registre des modèles. Dans le registre expérimental, on décrit de façon factuelle les transformations chimiques

(en termes de couleur, d'états de la matière, etc...) alors que le registre des modèles consiste à les interpréter sous forme d'équations. C'est ce passage entre le monde matériel et le monde théorique qu'il faut expliciter aux élèves. Selon Taber (2015) les apprenants ont tendance à traiter les modèles comme des répliques de la réalité sans parvenir à comprendre la nature et le rôle de ces derniers. Nous supposons ainsi que la proposition de tâches ludifiées aux élèves pourrait favoriser leur motivation, à s'intéresser aux contenus d'enseignement et donc à les aider à dépasser les multiples confusions possibles lors de l'enseignement et l'apprentissage des transformations chimiques.

### La motivation

En enseignement, quelle que soit la discipline à enseigner, la motivation semble être un des critères importants à prendre en compte pour favoriser la réussite de l'élève. Deci et Ryan (2000) distinguent trois types de motivation (Figure n°1) qui dépendent du degré d'autodétermination de l'élève : la motivation extrinsèque, la motivation intrinsèque et l'amotivation. Dans une motivation extrinsèque, l'élève réalise une activité uniquement sous la contrainte de pressions externes (obtention d'une récompense, menace d'une punition, ...) ou de pressions internes (répondre aux normes sociales, valoriser son ego...). Par exemple, en contexte scolaire, la présence de notes constituant des récompenses ou des punitions selon Deci et Ryan (2000) relève essentiellement d'une motivation extrinsèque. Au contraire, dans le cadre d'une motivation intrinsèque, l'élève n'a pas le sentiment qu'on l'oblige à apprendre. Il réalise l'activité car il en tire un certain plaisir pour lui-même.

<sup>1</sup> Ministère de l'Éducation nationale, MEN, (2019). Programme de physique-chimie de terminale générale. BOEN, spécial no 8, 25 juillet 2019.

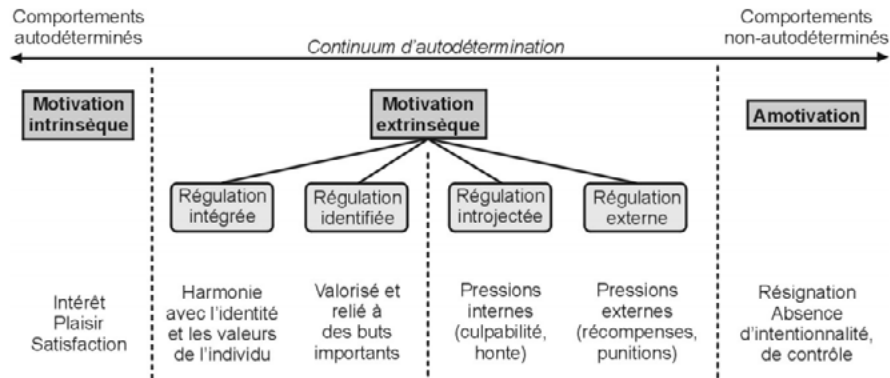


Figure n°1 : Modèle d'autodétermination selon Ryan et Deci (2000)

Selon Viau (1994, p. 7), pour être motivé, un élève doit :

- percevoir l'utilité de la tâche qui lui est proposée. L'élève s'impliquera davantage si l'activité qui lui est proposée lui procure une récompense lorsque le but est atteint. Le témoignage de nouvelles compétences peut constituer cette récompense ;
- se sentir capable d'accomplir la tâche proposée. Ce facteur suggère que la motivation est directement liée à la confiance en soi ;
- ressentir un certain contrôle sur l'activité proposée. Ce contrôle peut être de plusieurs natures : pouvoir faire l'activité quand l'élève le souhaite, pouvoir choisir entre plusieurs activités, ou encore choisir le niveau de difficulté adapté à ses capacités, etc...

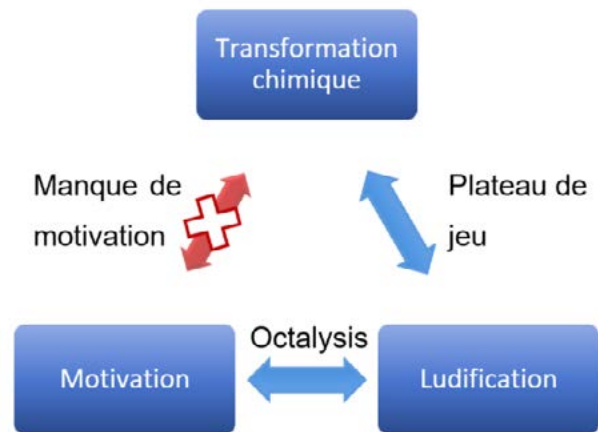


Figure n°2 : Articulation des concepts

En l'absence d'au moins un de ces critères, l'élève peut tomber dans l'amotivation (absence de motivation). Dans ce cas, il n'essaiera même pas de s'impliquer dans l'activité, qu'il trouvera d'emblée trop difficile ou sans intérêt.

**La gamification / ludification**

Comme la modélisation des transformations chimiques est difficile et abstraite car il s'agit de percevoir l'utilité de la tâche et se sentir capable de l'accomplir, nous proposons donc de passer par une voie alternative, celle de la ludification, comme un tremplin pour parvenir à motiver les élèves. Dans quelle mesure la ludification peut-elle améliorer la motivation et la compréhension des élèves de la transformation chimique ?

Dans leur étude sur la ludification dans un contexte touristique, Nassini et al. (2017, p. 3) reprennent la définition de la gamification de Seaborn et Fels (2014, p. 17) : « la gamification est l'intention d'utiliser les mécanismes du jeu afin de rendre une expérience la plus ludique possible dans des tâches et un contexte qui ne le sont a priori pas ». La ludification vise donc à se servir des mécanismes comme « des patterns, des objets, des principes, des modèles et des méthodes directement inspirés par les jeux » (Nassini et al., 2017, p.3) pour rendre une activité, au départ peu enviable, au moins attrayante voire plaisante pour le destinataire.

Pour guider les élèves dans le processus de ludification, Yu Kai Chou (2015) a proposé un modèle destiné à servir de cadre théorique à la ludification, et ce dans n'importe quel domaine. Ce modèle se nomme Octalysis (Figure n°3), puisqu'il s'appuie sur huit dynamiques de game-design, communes à la plupart des jeux vidéo, à savoir :



Figure n°3 : Octalysis de Yu Kai Chou (2015)

1. *La dimension épique* : il s'agit du sentiment que ressent le joueur quand il pense participer à quelque chose de plus grand que lui ;
2. *L'accomplissement* : sentiment de progression et de développement de compétences ;
3. *Le renforcement de la créativité* : le fait de laisser au joueur la possibilité d'être créatif et de tester ses idées ;
4. *Le besoin de possession* : un joueur qui possède quelque chose souhaitera améliorer ce qu'il possède et en avoir encore plus ;
5. *L'interaction sociale* : il s'agit de toute interaction avec les autres, qu'elle soit collaborative ou compétitive ;
6. *La rareté et l'impatience* : il s'agit de donner envie aux joueurs d'obtenir quelque chose, mais qui leur demandera pour cela d'attendre,
7. *L'imprévisibilité et la curiosité* : le joueur va vouloir savoir ce qu'il va se passer par la suite, ce qui le garde en alerte ;
8. *L'aversion aux pertes* : c'est le sentiment ressenti par le joueur lorsqu'il est susceptible de perdre quelque chose, ou une opportunité. Cet effet est d'autant plus marqué lorsque c'est quelque chose que l'on a acquis.

Plus une activité ludifiée fera appel à ces différentes dynamiques, et plus elle sera motivante pour les élèves. Ce modèle a donc guidé la conception de l'activité ludique qui suit.

### Principes méthodologiques pour la construction de la séquence

Nous avons d'abord élaboré une séquence d'enseignement autour des transformations chimiques tout en respectant

les différents critères pour la rendre ludique. Pour cela, nous avons d'abord consulté le programme officiel<sup>2</sup> afin de repérer les savoirs et savoir-faire à développer auprès des élèves. Nous avons retenu la capacité : « savoir équilibrer des équations chimiques » qui figure parmi les capacités exigibles mentionnées dans le programme de seconde. Cette capacité est exigible pour différentes transformations comme la combustion du méthane, l'action d'un acide sur le calcaire, une réaction acide-base et la corrosion d'un métal par un acide et cela a donc motivé notre choix.

Pour cette séquence, nous avons décidé de proposer un enseignement ludique<sup>3</sup> sur une seule séance de la séquence. Pour cela, nous avons proposé aux élèves une activité ludique sous la forme d'un jeu de plateau, au cours duquel les joueurs devaient, en répondant correctement à des questions, récolter des « ingrédients » (réactifs, produits, ou signes + et ->) d'une réaction chimique afin de l'équilibrer.

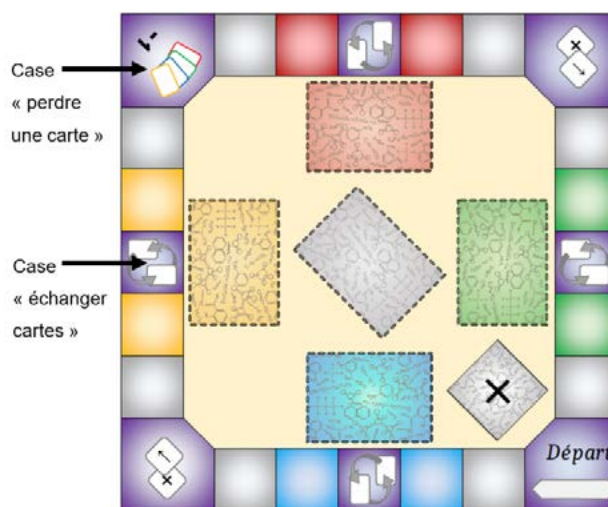


Figure n°4 : Plateau de jeu de l'activité

Chacune des quatre transformations chimiques correspondait à une couleur dans le jeu sauf les éléments communs aux quatre qui sont en gris (Figure n°4).

Des cases spéciales ont été ajoutées pour faire appel aux dynamiques décrites dans l'Octalysis afin de renforcer l'aspect motivationnel de l'activité. Par exemple, la case « échanger cartes » permet au joueur d'échanger une de ses cartes avec celle d'un adversaire, ce qui renforce l'interaction sociale (compétitive ou coopérative) du jeu. De même, la case « perdre une carte » joue sur l'aversion aux pertes.

Les questions posées pour remporter les « ingrédients »

<sup>2</sup>[https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634\\_annexe\\_1062989.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634_annexe_1062989.pdf)

<sup>3</sup>Inspirée d'un blog de l'académie de Nancy-Metz : [https://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/peda\\_inversee.php](https://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/peda_inversee.php)

font travailler soit le registre expérimental (nature des espèces chimiques, description du système à l'état initial ou final), soit le registre des modèles (représentation des molécules, espèces spectatrices, notion de réactifs et de produits.)

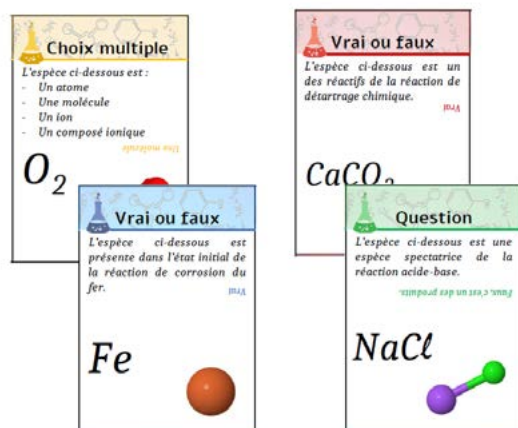


Figure n°5 : Cartes travaillant le registre expérimental (à gauche) et le registre des modèles (à droite)

Notre idée consiste à mettre les élèves d'abord dans une démarche de modélisation des transformations chimiques avant de leur expliquer ce processus plus tard dans d'autres séances de la séquence.

### Recueil de données

Pour rappel, en proposant la séquence des transformations sous la forme d'un jeu, nous nous étions fixés deux objectifs. D'une part, faire en sorte que les difficultés liées au concept abstrait de modélisation soient surmontées. D'autre part, motiver les élèves à s'impliquer dans une séquence qui, a priori, n'était pas motivante. L'activité ludique avait donc un double enjeu : un enjeu disciplinaire et un enjeu motivationnel. C'est pourquoi nous avons recueilli plusieurs types de données (photographie des traces écrites des cahiers des élèves suite à une évaluation diagnostique, questionnaire à la fin de la séquence).

En effet, pour savoir si l'activité ludifiée a permis aux élèves de développer la capacité en question, à savoir apprendre à équilibrer des équations de réactions, nous avons soumis les élèves à une évaluation diagnostique au début de la séquence. Pour réaliser cette évaluation, nous avons présenté aux élèves une vidéo portant sur la réaction entre le cuivre solide et de l'acide nitrique, et avons demandé aux élèves de nous expliquer ce qui se passe. La question était ouverte pour laisser la liberté à l'élève de décrire la situation soit dans le registre expérimental, soit dans le registre des modèles. Les traces écrites des élèves lors de cette évaluation ont été recueillies. Nous avons considéré

que l'activité aura été efficace sur le plan disciplinaire si elle permet une évolution de « la conception » de l'élève vers un registre de modélisation plus avancé en fin de séquence d'enseignement.

Pour tester l'enjeu motivationnel, nous avons proposé aux élèves de répondre à un questionnaire en ligne (pas d'obligation). Ce questionnaire était anonyme. Les questions posées s'inspirent des travaux de Viau (1994) et des travaux de Deci et Ryan (2000) sur la motivation menée dans le cadre scolaire.

### RÉSULTATS

Nous avons recueilli des traces écrites (évaluation diagnostique) auprès de 50 élèves, répartis sur deux classes de Seconde. Cependant tous les élèves n'ont pas répondu à la totalité du questionnaire. Pour ne pas fausser les résultats, nous n'avons ainsi retenu que les élèves qui avaient répondu à l'intégralité du questionnaire ce qui a réduit notre nombre de réponses complètes au questionnaire à 30 élèves (Figure n°6).

#### Résultats sur la motivation (réponse de 30 élèves au questionnaire)



Figure n°6 : Résultats sur l'intérêt porté à l'activité

Près des trois quarts des élèves ont participé à l'activité par curiosité. Nous pouvons ainsi dire qu'ils se situaient alors à un degré de motivation plutôt interne, selon le modèle de Deci et Ryan (2000).

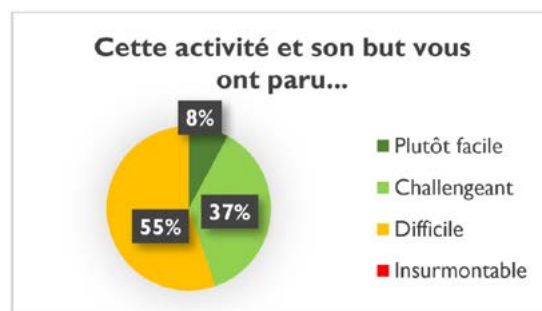


Figure n°7 : Résultats sur la difficulté éprouvée

Les réponses données à la question portant sur la difficulté de l'activité (Figure n°7) montrent que 55% des élèves l'ont trouvée difficile. Nous pouvons ainsi nous demander si cela n'est pas en lien avec le nombre de transformations en question (4 dans notre cas).

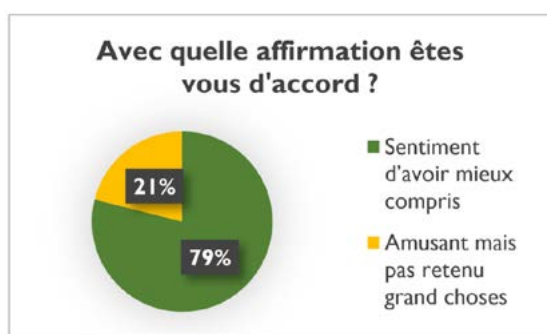


Figure n°8 : Résultats reliant la compréhension aux apprentissages

La figure n°8 indique que 79% des élèves ont le sentiment d'avoir mieux compris ce que sont les transformations chimiques.

### Résultats sur l'efficacité disciplinaire

Nous avons comparé la démarche de modélisation des 50 élèves avant qu'ils aient réalisé l'activité ludique, et à la fin de la séquence (Figure n°9).

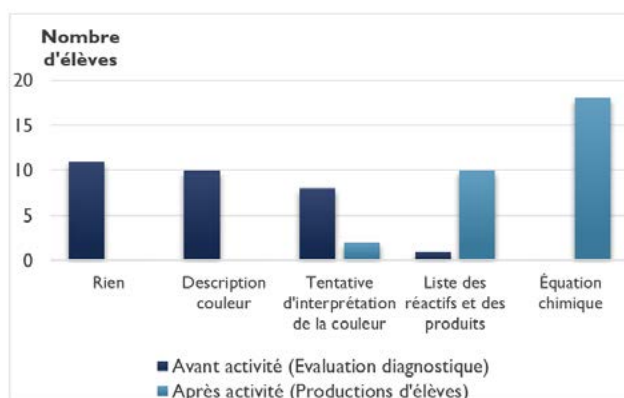


Figure n°9 : Évolution de la conception des élèves, avant et après l'activité d'élèves

Au début de la séquence, très peu d'élèves ont eu l'idée d'interpréter la transformation chimique proposée en termes de réactifs et produits. La plupart se contentait d'une description des phénomènes (registre expérimental). Après l'activité en revanche, la plupart réussissent à produire une équation chimique.

La figure n°9 nous permet de conclure que l'activité

ludifiée permet une progression de l'élève dans le domaine de la modélisation des transformations chimiques. Entre le début et la fin de la séance, nous constatons une évolution sur la compréhension de ce qui relève du registre expérimental et ce qui relève du registre des modèles.

### CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Réaliser la séance sous cette forme avait deux objectifs : rendre motivant le concept de transformation chimique qui, a priori, ne l'est pas, et surpasser les difficultés que rencontrent habituellement les élèves quant à la modélisation des transformations chimiques.

D'après les données recueillies, cette manière d'appréhender la séance semble avoir favorisé la motivation des élèves. La plupart des leviers de la motivation utilisés ont été opérationnels (percevoir l'utilité de la tâche, besoin de nouvelles compétences, etc...). Cependant, la taille de l'échantillon, reste faible (30 élèves). Nous ne sommes pas donc en mesure de généraliser les résultats de notre étude de cas qui permet d'illustrer par un exemple l'acceptabilité des élèves de ce type d'enseignement sur des contenus complexes.

Du côté de l'efficacité d'apprentissage sur le plan disciplinaire, nous avons noté une évolution des représentations des élèves entre le début et la fin de la séance. Or, au vu des données recueillies, nous ne sommes pas en mesure de savoir : (a) si cette progression aurait été plus ou moins marquée avec une séance non ludifiée ; (b) ce qui reste de cet enseignement sur du long terme c'est-à-dire à la fin du semestre. En effet, nous avons constaté qu'à certains moments, l'aspect ludique prenait le dessus sur l'aspect didactique. En effet, quand un élève donnait la « mauvaise » réponse à une carte, il ne cherchait pas à comprendre son erreur. C'est pourquoi il semble intéressant de continuer des recherches sur ce sujet et d'explorer les conditions à mettre en oeuvre pour trouver un équilibre entre l'aspect ludique et l'aspect didactique.

## BIBLIOGRAPHIE

Chou, Y. K. (2015). *Actionable Gamification : Beyond Points, Badges, and Leaderboards*, Createspace Independent Publishing Platform

Kermen, I. (2018). *Réaction chimique et transformation chimique : deux termes pour mettre en lumière le rôle des modèles dans l'enseignement de la chimie en France*. Presses universitaires de Rennes.

Nassini, A., Baudet, C. et Termine, F. (2017). *De la complexité de la notion de gamification à la complexité de sa mise en œuvre : une étude exploratoire dans un contexte d'application mobile touristique*. Actes du 22<sup>ème</sup> colloque de l'AIM "Faire face à la complexité dans un monde numérisé".

Deci, E. et Ryan, R. (2000). *Intrinsic and extrinsic motivations : Classic definitions and new directions*. Contemporary educational psychology, 25(1), 54-67.

Taber K. S. (2015). *The role of conceptual integration in understanding and learning chemistry*. In J. García-Martínez et E. Serrano-Torregrosa (éd.), *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (p. 375-394). Wiley-VCH.

Venturini, P. (2004). Attitudes des élèves envers les sciences : le point des recherches. *Revue Française de Pédagogie*, 149, 97-121.

Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Éditions du Renouveau.