

# L'imagination au pouvoir : concept de réaction chimique au collège

par Anne GOUBE

Professeur de collège

Collectif de Recherche en Didactique des Sciences Physiques

Institut de Formation des Maîtres,

Université Joseph Fourier, 38000 Grenoble

---

## RÉSUMÉ

Comment construire le concept de réaction chimique au collège ? On fera apparaître le rôle clé des représentations des élèves et de l'interaction sociale. Comment des situations imaginées par l'élève peuvent servir de point d'ancrage pour ébranler ses représentations et celles de ses pairs.

Ce travail est le fruit d'une réflexion engagée depuis plusieurs années avec Jean-Clzude GUILLAUD, membre du collectif.

## 1. APPRENDRE EN SCIENCES : REMETTRE EN CAUSE SES REPRÉSENTATIONS

L'élève arrive en classe avec des idées structurées, que j'appellerai représentations. Elles lui permettent d'expliquer le monde qui l'entoure et de faire des prévisions. Apprendre, c'est remettre en question ses représentations. Seul un résultat inattendu ou en contradiction avec les prévisions mettra en difficulté les représentations de l'élève qui sera alors prêt à les remettre en cause pour construire un nouveau modèle fragile, qu'il consolidera en l'utilisant dans des contextes différents.

### 1.1. L'envie de savoir : moteur de l'apprentissage

Cette envie peut exister chez les élèves avant d'entrer en classe. Tant mieux ! Sinon il va falloir créer cette envie de savoir... Ceci suppose de la part de l'enseignant :

– **de connaître les représentation** de ses élèves sur le concept étudié,

- **de faire s'exprimer les représentations des élèves**, de les laisser argumenter leur point de vue sans prendre parti,
- l'imagination des élèves est fertile et surtout, il y a 30 individus ! Utiliser l'imaginaire peut-être un moyen efficace pour faire surgir les représentations,
- **d'organiser une rencontre entre l'élève et un obstacle** qu'il ne pourra pas franchir sans remettre ses représentations en question.
- **de donner à l'erreur un statut positif**. Tous les avis sont acceptés sans porter de jugement. Ce sont tous ces avis, contradictoires, qui vont permettre au groupe de progresser.

## 2. LE CONCEPT DE RÉACTION CHIMIQUE

Le concept de réaction chimique est une notion clé en chimie, et combien difficile pour les débutants. Ils confondent réaction chimique, mélange et changements d'états physiques. Souvent les espèces chimiques qui se forment lors des réactions chimiques sont difficiles à identifier (le sulfure de fer toujours attiré par l'aimant...) ou alors identifiées par d'autres réactions chimiques ( $\text{CO}_2$  trouble l'eau de chaux,  $\text{SO}_2$  décolore le permanganate...). Il n'y a aucun lien logique entre l'état physique solide, liquide, gaz des réactifs et l'état physique des produits de la réaction. Si les produits de la réaction sont des gaz, la difficulté devient insurmontable, car pour de nombreux élèves les gaz ou rien du tout c'est la même chose [1]. Quand on sait que le concept de réaction chimique est abordé en 6<sup>e</sup> par l'étude des combustions, cela laisse rêveur... J'essaye donc au collège, de construire le concept de réaction chimique dès le début de l'enseignement de la chimie.

## 3. DESCRIPTION ET ANALYSE DES SÉQUENCES DE CLASSE

### 3.1. Première étape : Le mot inducteur

#### 3.1.1. **Méthode** : elle s'inspire des techniques de brainstorming

J'écris au milieu du tableau «Réaction Chimique» . Je dis : «Nous allons aujourd'hui trouver la définition de ce qu'est une Réaction Chimique et pour cela faire un jeu en 3 temps.

1<sup>er</sup> temps : 10 minutes.

«Chacun à votre tour, dans le silence absolu, vous viendrez écrire au tableau ce à quoi vous font penser ces deux mots. Vous pouvez venir plusieurs fois, mais il faut laisser un copain venir entre 2 passages».

2<sup>e</sup> temps : 5 minutes.

«Nous allons essayer d'écartier ce qui est le plus éloigné de la définition de réaction chimique. Pour cela vous viendrez barrer en bleu, chacun à votre tour, dans le silence absolu. On peut barrer plusieurs fois. On peut barrer ce qui a été souligné. On laisse venir un copain entre 2 passages».

3<sup>e</sup> temps : 5 minutes.

«Nous allons essayer de trouver parmi les mots du tableau ce qui est le plus proche de la définition de Réaction Chimique. Pour cela vous viendrez, dans le silence absolu, chacun à votre tour souligner en rouge. On peut souligner plusieurs fois. On laisse venir un copain entre 2 passages».

Voici les tableaux obtenus dans une classe de 5<sup>e</sup> et dans une classe de 3<sup>e</sup> (voir annexe 1).

### 3.1.2. Comment exploiter le tableau

Je demande leurs commentaires aux élèves. Nous regardons plus attentivement, les phrases à la fois barrées et soulignées. Ces cas là montrent les représentations qui s'affrontent, les définitions conflictuelles donc les obstacles.

• On voit se dégager la confusion attendue entre «mélange» et «réaction chimique» :

- « résultat du mélange de plusieurs produits chimiques » : 3<sup>e</sup>,
- « eau + sirop de citron = eau citronnée » : 5<sup>e</sup>,
- « mélanges de gaz liquide » : 5<sup>e</sup>.

• Se dégage aussi la confusion entre réaction chimique et changement d'état physique :

- «transformation» : 3<sup>e</sup>,
- «ébullition - fusion» : 5<sup>e</sup>.

• Certains ont un modèle correct en tête. Mais il est contesté par les pairs (phrases barrées et soulignées) :

- «on fabrique de nouveaux produits» : 5<sup>e</sup>, «construction d'un nouveau produit» : 3<sup>e</sup>,
- «combustions» : 3<sup>e</sup>,
- La réaction chimique est associée à toutes les images négatives de la chimie : dangereux, artificiel, toxique, sent mauvais, explosions... plus encore en 5<sup>e</sup> qu'en 3<sup>e</sup>, chez qui les représentations sont plus évoluées. Les 5<sup>e</sup> parlent de chimie en général. Les 3<sup>e</sup> sont plus focalisés sur «réaction chimique».

### 3.1.3. Analyse

Dans le calme absolu, l'activité intellectuelle de l'élève est très intense. Les élèves se prennent à ce jeu qui sort complètement des habitudes. L'élève fait d'abord fonctionner son imagination la plus débordante, et laisse sortir toutes ses représentations. Il n'y a aucun jugement de valeur, tout est accepté. Le professeur s'est bien préparé psychologiquement pour avoir **une attitude non verbale d'accueil et d'encouragement** (un regard noir ou un signe de tête désapprouvateur peuvent torpiller complètement cette activité). Lorsqu'on barre puis on souligne il y a affrontement silencieux entre les différentes représentations. Même les élèves qui d'habitude participent peu, se lèvent pour prendre la craie.

Au regard et à l'attitude des élèves on peut deviner la tempête sous les crânes. Ce problème qui n'était pas le leur, ils se le sont approprié. La durée (20 à 30 minutes) et le silence sont très importants car ils permettent à chacun de se poser les questions.

### 3.2. Deuxième étape : exemple oui - exemple non

Je demande aux élèves de proposer des cas concrets de réactions chimiques. Au tableau, je vais classer les cas en deux colonnes : colonne «oui» c'est bien une réaction chimique, colonne «non» ce n'est pas une réaction chimique. Le but du jeu est de trouver les attributs du concept de réaction chimique pour dégager ensuite un modèle opérationnel [3].

Les élèves utilisent un raisonnement inductif par ressemblance ou par différence, donc deux modes de pensées. On rajoute des cas pour conforter ou confondre un attribut identifié, jusqu'à ce que la classe trouve les 3 attributs de la réaction chimique retenus pour ce modèle simplifié.

### 3.3. Troisième étape : le modèle simplifié retenu pour réaction chimique

#### Réaction chimique :

1<sup>er</sup> indice : on obtient une ou des espèces chimiques qu'on n'avait pas au départ. (éviter le mot fabriquer confondu avec inventer ou apparaître associé à magie).

2<sup>e</sup> indice : la (ou les) espèce(s) chimique(s) de départ disparaissent.

3<sup>e</sup> indice : on ne peut pas revenir en arrière.

#### Mélange :

1<sup>er</sup> indice : on met ensemble 2 espèces chimiques. On a toujours ces 2 espèces chimiques.

2<sup>e</sup> indice : on peut les séparer donc revenir en arrière. Souvent ce n'est pas évident à prouver !

#### Changement d'état physique :

1<sup>er</sup> indice : il s'agit toujours de la même espèce chimique (qui change d'état : solide, liquide ou gaz).

2<sup>e</sup> indice : on peut revenir en arrière (en chauffant ou en refroidissant).

### 3.4. Quatrième étape : retour au tableau du mot inducteur

Avec les définitions sous les yeux et le tableau du mot inducteur (ou rétroprojecteur), je demande aux élèves d'analyser pourquoi il y a eu des confusions :

– Pour obtenir certaines réactions chimiques, il faut mettre ensemble 2 espèces chimiques : c'est le même «départ» que pour un mélange (lait et jus de citron, huile et vinaigre).

– Pour obtenir certaines réactions chimiques, il suffit parfois d'une seule espèce chimique au départ qu'on chauffe. C'est le même «départ» que pour un changement d'état (sucre chauffé donne du caramel).

– «Comment savoir si lorsqu'on met ensemble 2 espèces chimiques il s'agit d'un mélange ou d'une réaction chimique» ?

### 3.5. Cinquième étape : étude de cas

Les cas sont pris parmi ceux proposés par la classe lors des discussions précédentes, ou dans une liste établie par les professeurs en formation (on chauffe du blanc d'œuf, liquide incolore, il devient solide et blanc ; pour certaines colles on dispose de 2 tubes qu'il faut mélanger

pour obtenir la colle ; on prépare une vinaigrette avec de l'huile et du vinaigre...) - voir annexe 2.

Le but du jeu est de trouver le maximum d'indices qui vont permettre de classer chaque exemple dans une catégorie. Tous les cas litigieux sont les bienvenus, ce sont eux qui vont permettre de montrer les limites du modèle et ainsi de pas confondre modèle et réalité. On accepte de ne pas pouvoir répondre et de laisser des points d'interrogation.

Un cas souvent proposé par les élèves est celui de la bougie - Y a-t-il seulement changement(s) d'état(s) ? - Ce cas est particulièrement difficile car il y a 2 changements d'états, il y a le problème parasite de la mèche et lors de la combustion les espèces chimiques qui se forment sont des gaz : l'eau qu'on identifie par un changement d'état (!) et le  $\text{CO}_2$  qu'on identifie par une autre réaction chimique (!).

On demande aux élèves de prouver qu'il y a aussi réaction chimique, donc de tester les trois indices, de faire fonctionner le modèle. Ils peuvent faire les expériences de leur choix puis doivent rédiger un compte-rendu destiné à convaincre, soit un autre groupe, soit une autre classe [4].

Le choix des expériences à faire donne lieu à de vifs débats dans chaque groupe car certains ne voient pas que faire. Les conflits obligent les élèves à être clairs sur les «preuves» qu'ils veulent tester.

L'enjeu de communication entraîne un investissement de l'élève dans cette activité. L'écrit fait sortir les représentations encore présentes comme : la bougie est un mélange de  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$ , on peut revenir en arrière puisque la bougie coule et redevient solide...

L'autre groupe ou l'autre classe critique, analyse par écrit ces comptes-rendus puis je photocopie les parties significatives pour toute la classe et s'engage alors un débat où chacun argumente avec ses représentations. Chacun défend apparemment son point de vue. Les représentations des uns sont mises en grande difficulté par les autres. Le débat est passionné et passionnant. Le concept de réaction chimique fait son chemin, lentement, dans la tête d'un nombre d'élèves chaque fois plus important pour chaque activité proposée.

#### 4. CONCLUSION

- D'une part cette étude fait apparaître le rôle clé des représentations et de l'interaction sociale. Elle montre comment des situations imaginées par l'élève peuvent servir de point d'ancrage pour ébranler ses représentations et celles de ses pairs.

- D'autre part, on constate un investissement personnel et un enthousiasme de la part des élèves, même de ceux qui sont en difficulté.

- De plus, ce travail développe une attitude plus ouverte des élèves vis-à-vis de la chimie, qui n'est plus considérée comme une cuisine empirique ou un danger potentiel, mais comme une Science où l'on peut faire des hypothèses que l'on peut ensuite chercher à vérifier.

- Enfin, lorsqu'on aborde en 3<sup>e</sup> l'écriture des équations bilans, le «avant» et le «après» sont mieux perçus, donc les élèves rencontrent moins de difficultés.

#### 5. BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. MEHEUT, 1989 : Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : premières étapes. B.U.P. n° 716 - 997, 1012.
- [2] P. MUCCHIELLI, 1967, 11<sup>e</sup> édition 1987 : La conduite des réunions. Éditions ESF - 50, 60.
- [3] B.M. BARTH, 1987 : L'apprentissage de l'abstraction. Éditions RETZ.
- [4] A. GOUBE, 1989 : Écrire en Sciences au collège : une aide méthodologique. Acte des XI journées de Chamonix - 209, 216 et B.U.P. n° 720, janvier 1990.

ANNEXE 1 : COPIE DU TABLEAU NOIR

ça sent mauvais      eau + sirop de citron → eau citron

on fabrique des nouveaux produits      juice → caramel

des expériences      artificiel, pas naturel

la chimie      ça construit

Réaction chimique      ça explose

je pense à des mélanges de gaz liquides      ça brûle      ça casse

ébullition - fusion      des mélanges de produits      c'est toxique

c'est chaud

Classe de 5e

produit formé à l'aide d'un mélange d'autres produits      résultat du mélange de plusieurs produits chimiques

réaction d'un produit sans l'effet d'un autre

transformations      Réaction chimique      combustion  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

danger      explosions

expériences

construction d'un produit nouveau      différentes étapes chimiques

conclusion d'une expérience      réaction qui affecte la nature de l'objet

Classe de 3e

**ANNEXE 2**

<b>METTRE UNE CROIX DANS LA COLONNE APPROPRIÉE ET DONNER LE OU LES CRITERE(S) QUI VOUS ONT PERMIS DE CHOISIR</b>			
	Changement d'état	Mélange	Réaction chimique
On fait tomber une goutte d'eau de javel sur un blue jean.			
On chauffe un morceau de bougie, il fond.			
On filtre de l'eau boueuse.			
On verse du vinaigre sur de la craie, des bulles s'échappent.			
En faisant fermenter du jus de raisin on obtient du vin.			
Si on laisse trop longtemps une pomme au four on obtient du charbon.			
On met un morceau de sucre dans l'eau, on obtient de l'eau sucrée.			
On met quelques gouttes de jus de citron dans du lait, le lait caille.			
De la buée se dépose sur les vitres de la cuisine en hiver.			
On fait brûler du bois.			
On chauffe du blanc d'œuf (liquide incolore) il devient solide et blanc.			
On met un cachet d'aspirine effervescent dans l'eau, un gaz se dégage.			
Pour certaines colles on dispose de 2 tubes qu'il faut mélanger pour obtenir la colle.			
L'utilisation de l'effaceur d'encre.			
Une pomme qui pourrit.			
On prépare une vinaigrette avec de l'huile et du vinaigre.			
On chauffe du sucre, on obtient du caramel.			