



## La fusion gourmande... ou comment fondre de plaisir !

*Quitterions-nous le domaine des sciences pour une nouvelle rubrique culinaire ? Ce serait, pour le moins, présomptueux. Cependant, ce n'est pas seulement pour vous mettre l'eau à la bouche que ce titre a été imaginé. La cuisine peut être l'antichambre de la chimie ! Et puis il en faut pour tous les goûts.*

*Il va s'agir de construire avec les enfants le concept de fusion, celui qui est utilisé dans le domaine des sciences physiques. Et comme le titre le laisse fortement penser, la plupart des exemples seront pris dans le domaine culinaire ! C'est peut-être la voie la plus exploitable, car plus proche de l'expérience des élèves.*

*Vous aurez vite fait de remarquer que ce concept est un exemple d'un concept plus général, celui de changement d'état de la matière, lequel est lui-même un exemple d'un concept encore plus général, celui de transformation physique de la matière. L'étude de cette filiation permet de mieux cerner les attributs de fusion. C'est par là que nous allons débiter avant d'étudier une mise en œuvre possible en classe. Mais commençons par le commencement...*

### 1 - Qu'en est-il de la nouvelle cuisine ?

Vous avez traduit, bien sûr, par “nouveaux programmes” ! Consultons-les dans le domaine Sciences et Technologie. A la rubrique “La matière”, on peut lire :

*L'eau : une ressource - états et changements d'états - le trajet de l'eau dans la nature - ...*

Cette partie du programme peut s'appuyer sur des situations de la vie courante qui offrent aux élèves des occasions de manipuler. C'est sûrement le moment de penser à l'acquisition de certaines compétences, comme le précisent les programmes : *"l'élève est capable de pratiquer une démarche d'investigation, de manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter, mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions"*.

Le trajet de l'eau dans la nature va nécessiter l'introduction d'autres concepts tels condensation ou fusion qui ne sont pas mentionnés explicitement mais qu'on ne peut passer sous silence. La référence explicite à l'eau concernant les états de la matière amène à penser que cette substance est considérée comme l'un des premiers exemples illustrant le fait que la matière peut se présenter sous plusieurs aspects. D'où la mention d'états et changements d'états.

Quand on lit la suite du programme, il est fait mention de : “Mélanges et solutions”. Apparemment on change de sujet, mais vous savez, combien, dans le langage journalier, le mot fusion est employé en lieu et place du mot “dissolution”. Il sera donc nécessaire de séparer ces deux concepts, et au moins, de faire comprendre qu'en classe le sens du mot “fusion” est différent de celui qu'on emploie aussi dans la vie de tous les jours.

Vous voyez se tisser un faisceau de raisons qui justifie le fait de construire avec les élèves une première approche du concept de “fusion”, et bien sûr de son compère la “solidification”. On peut ajouter, s'il en était encore besoin, que la rubrique “Le ciel et la Terre” comporte, entre autres, *“volcans et séismes”*. Il est assez évident qu'à propos de la lave, le concept de fusion sera nécessairement mentionné, voire utilisé.

## 2 - Disposez-vous vous-même de tous les ingrédients nécessaires ?

... ou qu'en est-il de votre compréhension du concept de fusion ?

A partir de sondages réalisés lors de formation (étudiants de CFP, professeurs des écoles en stages IFUCOME), il est ressorti, par exemple, que :

sur 72 PE	sur 39 étud	
78%	87%	pensent que le passage du sucre au caramel est un exemple de fusion
69%	77%	disent que la couche superficielle de la dragée fond dans la bouche.

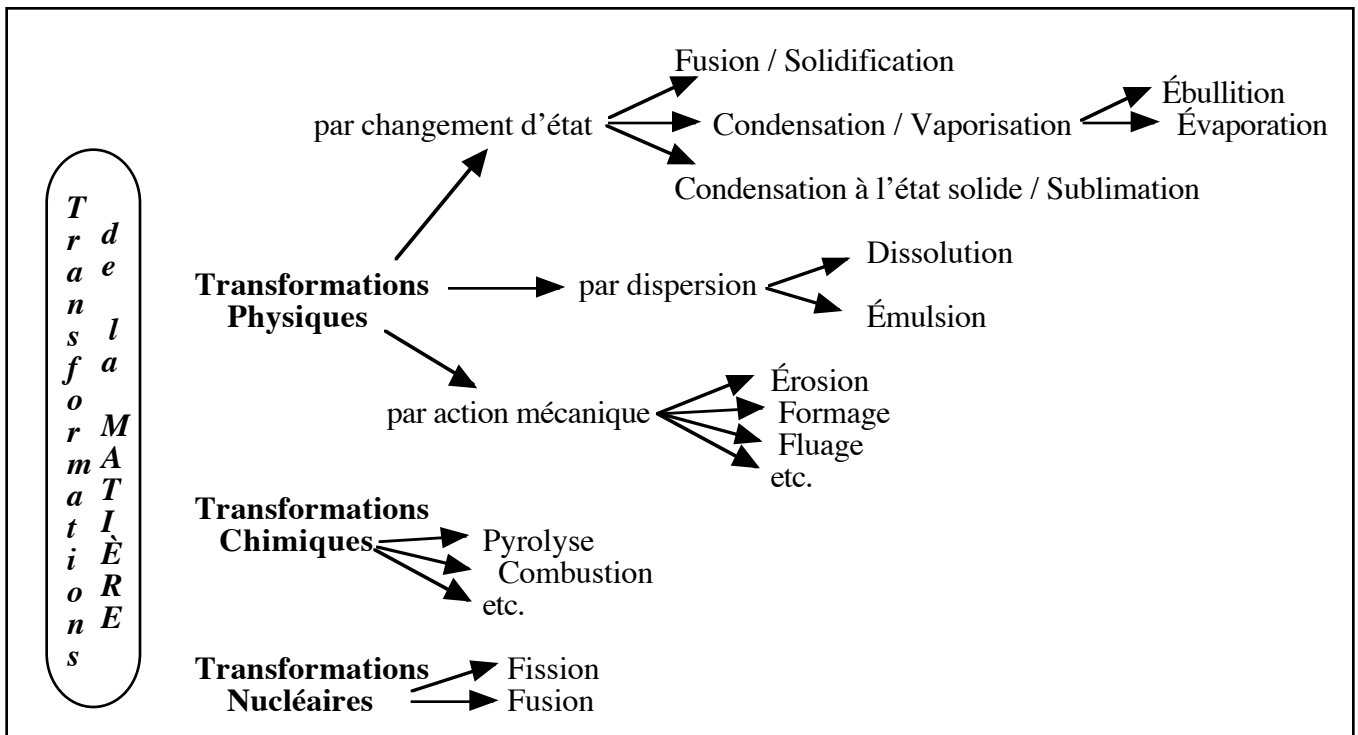
Il vient très vite à l'esprit une publicité pour les bonbons, que l'on a vu, entre autres, à la télévision : "Fond dans la bouche, pas dans la main !". C'est bien en phase avec le sens commun et le message publicitaire qui vise l'efficacité se doit de ne pas le troubler. Cela peut conforter les personnes ci-dessus, mais...

Peut-être n'est-ce plus très clair pour vous, un doute n'est-il pas en train de vous envahir en lisant ces lignes ! Alors, sans plus attendre, il faut préciser que scientifiquement ces deux exemples sont incorrects. Certains attributs essentiels sont absents. Il se peut aussi que certaines situations comme les exemples cités ci-dessus, du fait de l'imprégnation ambiante, restent assimilés à des fusions, faute pour vous d'avoir pris le temps d'y réfléchir plus avant.

Pour bien approcher le concept de fusion, il faut bien considérer qu'il s'agit d'une transformation de la matière et, qui plus est, d'une **transformation physique**. Et dans ce cas précis, seul l'aspect extérieur change, ce qui veut dire que la nature du produit qui subit cette transformation reste strictement identique à elle-même et donc qu'il est aisé de revenir en arrière en inversant simplement les conditions.

Il n'en est pas de même pour les **transformations chimiques** qui changent la nature des produits obtenus à l'issue d'une telle transformation. Prenons l'exemple du fer qui réagit avec le gaz oxygène et donne ainsi la rouille. Celle-ci est un produit stable qui ne permet pas de régénérer facilement le métal fer et le gaz oxygène de départ. La rouille ne ressemble en rien au fer, il n'en a ni la couleur ni les propriétés. La transformation qui permet d'arriver à la rouille ne peut donc être une transformation physique.

Il en est de même pour les transformations nucléaires au cours desquelles les atomes changent de nature<sup>33</sup>. Il s'agit donc dans ce cas de transformations encore plus radicales que les précédentes.



<sup>33</sup> Un exemple d'une telle transformation est la fusion nucléaire. En simplifiant, on oblige, par exemple, deux atomes d'hydrogène à se réunir de telle sorte qu'ils ne forment qu'un seul atome d'hélium. On dit qu'ils ont fusionné. Cette fusion nucléaire se produit naturellement au sein des étoiles. C'est un nouveau sens du concept de fusion qui, bien sûr, nest pas au programme du cycle 3. Cela fait 50 ans que nous essayons de maîtriser cette transformation...

Revenons aux transformations physiques, elles peuvent se produire par changement d'état ou par dispersion dans un autre produit (liquide en général). Dans le premier cas pour que la matière change d'aspect, un échange de chaleur est nécessaire (apport ou retrait selon les cas), et ceci sans qu'il soit besoin d'autre chose. En ce qui concerne la transformation par dispersion, la plus connue est la dissolution. Un liquide appelé solvant est nécessaire pour disperser, en son sein, la matière concernée en la faisant disparaître à nos yeux sous son aspect solide (une évaporation peut permettre ensuite de la faire réapparaître sous forme de petits grains ou de cristaux). Un apport de chaleur permet, entre autres, d'augmenter la vitesse de dissolution.

Il nous faut examiner maintenant la situation du sucre qui devient caramel. Il subit l'action de la chaleur, il devient alors liquide (si vous êtes pressé, vous avez rajouté un peu d'eau, mais cela n'est pas indispensable si on procède très doucement). L'argument le plus décisif pour qualifier la transformation est qu'il devient marron et a changé de goût... donc ce n'est plus du sucre. Autant de raisons pour dire qu'il ne s'agit pas d'une fusion (d'ailleurs en refroidissant le produit reste du caramel !). Le produit d'arrivée étant différent du produit de départ, vous avez, en fait, réalisé une transformation chimique : la molécule de saccharose a été brisée sous l'effet de la chaleur ce qui a entraîné un changement de couleur et de goût.

En ce qui concerne le bonbon ou la dragée, la couche superficielle qui "fond" dans la bouche se dissout en réalité dans la salive. Il ne s'agit pas d'une fusion car la salive joue le rôle de solvant (même si elle remplit d'autres rôles en même temps). La dissolution n'est pas la fusion !

### 3 - Proposition de "recettes" ...

Il faut compter avec la prégnance de la confusion entre dissolution et fusion. C'est pour cela qu'il faut y aller avec méthode. Pour bien ajuster la mise en forme du concept, il faut préparer les exemples qui seront proposés par la suite. Ils vont dépendre bien sûr des attributs que l'on décide de retenir pour "fusion", à savoir :

- Passage d'un produit de (l'état) solide à (l'état) liquide,
- ... suite à un échauffement,
- ... sans ajout de produits autres.
- En refroidissant, il redevient solide en étant toujours le même produit.

#### 3-1 Au début de cycle 3 (CE2 - CM1)

Il est essentiel de faire vivre les différentes situations qui correspondent aux exemples retenus. Ainsi il est possible déjà de suivre les indications du programme sur l'eau, par exemple :

- étudier la fusion des glaçons (ou de la neige),
- fabriquer des glaçons par congélation,
- étudier le mélange de diverses substances solides dans l'eau.

Ensuite ou en parallèle, il est possible aussi de :

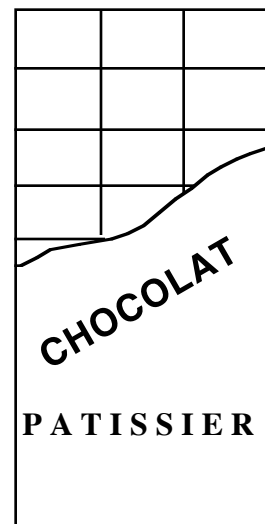
- réaliser un nappage au chocolat,
- fabriquer du caramel à partir du sucre,
- faire du jus de pommes,
- fabriquer une compote de poires,
- manger une raclette.

Et si l'on veut chercher en dehors de la cuisine, on peut :

- fabriquer des bougies.

La première série peut être étudiée avec vous par toute la classe. La seconde, plus culinaire, pourrait être préparée par petits groupes avec l'aide de parents bénévoles, chaque groupe présentant et faisant goûter le résultat aux autres.

Vous pourriez aussi très bien faire traduire les recettes, en BD par exemple, pour que tous les élèves de la classe en disposent.



Vous aurez remarqué que certains exemples sont éloignés du phénomène de fusion comme la fabrication du jus de pomme ou celle de la compote. Ces exemples-non peuvent être intéressants pour faire ressortir le fait qu'il leur manque quelques attributs essentiels : absence d'échauffement pour le jus de pomme et une impossibilité de revenir à l'état solide dans les deux cas. Il est possible d'établir une sorte de "recette" pour vous permettre de rechercher quelques nouveaux exemples-non : au départ un produit à l'état solide et à l'arrivée du liquide et bien sûr un lien entre les deux... Il y a bien sûr encore d'autres exemples possibles à découvrir. Alors pensez-y pour enrichir votre collection !

### 3- 2 Plutôt en fin de cycle 3

Il va s'agir de préciser et de structurer le concept de fusion, en utilisant toutes les données accumulées au préalable.

#### • Situation initiale

Des confusions apparues chez les élèves peuvent être prétextes à annoncer un travail sur le concept de fusion...

#### • Étape d'élucidation des conceptions

Pour ce faire, voici une proposition de liste-sondage (elle peut être, bien sûr, modifiée)

Ex n°	Du point de vue des Sciences, le mot FONDRE est-il bien utilisé dans les phrases suivantes ?	OUI	?	NON
1	Avant de se servir de chocolat pour napper un gâteau, il faut le faire FONDRE.			
2	Faire une compote de poires cela revient à faire FONDRE les poires.			
3	Sucer la couche sucrée de la dragée, c'est une manière de la faire FONDRE.			
4	Faire du jus de pomme, c'est une manière de faire FONDRE les pommes.			
5	Pour que la neige donne de l'eau il faut la faire FONDRE.			
6	Mettre du sel dans l'eau, c'est une manière de le faire FONDRE.			
7	Pour manger une raclette, il faut faire FONDRE le fromage.			
8	Faire du caramel à partir du sucre, c'est une façon de faire FONDRE le sucre.			
9	Manger une glace (à la vanille, par exemple), c'est une manière de la faire FONDRE.			
10	Pour fabriquer une bougie avec de la cire, il faut faire FONDRE la cire.			

Le point sera fait en classe, sur les résultats provenant de ce sondage. A l'état des lieux centré sur les exemples ci-dessus, succédera une expression des élèves sur ce qui, de leurs points de vue, caractérise l'action de fondre dans le langage des sciences.

## • Étape de construction

Le point de vue scientifique sera donné par vous à travers l'affirmation de quelques exemples-oui (il peut s'agir des exemples n° 1, 7, 10) et de quelques exemples-non (les n° 2, 3, 4, 6) (*les exemples n° 5, 8, 9 seront mis en réserve pour la fin de cette étape*). A charge pour les élèves de déterminer les caractéristiques communes du concept de fusion à travers ces exemples.

Une fois les attributs ou caractéristiques essentielles établis, vous pourrez demander aux élèves de se prononcer sur les exemples "mis de côté". La n° 5 (la fonte des neiges) et le n° 9 (manger une glace) posent parfois problème. Cela se manifeste, par exemple, lorsque le terme "chauffer" a été utilisé pour la formulation de l'un des attributs. Certains élèves associent au verbe "chauffer" la présence de flamme. Dès lors, après que les arguments aient été exprimés par les uns et les autres, le maître peut affirmer que l'un de ses exemples est un exemple-oui. Cela va obliger les élèves à ajuster (à négocier) le vocabulaire avec lequel les attributs seront formulés (cela pourrait se traduire par l'abandon de "chauffer" au profit de "réchauffer"). Il est important que les attributs soient opératoires pour les élèves. Il faut donc être attentif à tout ce qui perturbe... et lever les ambiguïtés que vous avez pu déceler.

Le n° 8 (l'obtention du caramel), pourrait donner lieu à débat contradictoire : dans ce cas aussi, une fois les différents points de vue présentés par les élèves, il vous faudra encore prendre parti devant les élèves en affirmant que pour les scientifiques ce n'est pas un exemple de fusion. Cela devrait permettre de faire ressortir que dans la fusion il ne faut pas absolument que le produit final change de nature... au sens de la physique.

## • Étape de transfert

Des exemples qui n'ont pas été abordés en classe peuvent être proposés par la suite. Les élèves devront prendre position et préciser leurs arguments :

- Pour souder un objet faut-il faire fondre la soudure ? (oui).
- Pour mettre l'or en forme de lingot, faut-il le faire fondre ? (oui).
- Le bonbon-caramel qu'on a mis dans la bouche, va-t-il fondre ? (non si l'on considère l'action de la salive, mais oui, si l'on considère l'action de la chaleur de la bouche : il y a à la fois dissolution et fusion partielle).
- Est-il vrai qu'une viande, tendre et cuite comme il faut, peut fondre dans la bouche ? (non).
- Le chocolat en poudre sur une crêpe chaude va-t-il fondre ? (oui).

Ils nécessiteront, pour certains d'entre eux, quelque recherches ou quelques expériences.

## 4 - ... et si vous vouliez poursuivre dans ce sens ?

Il serait possible de travailler de la même façon le concept de solidification :

- Passage d'un produit de (l'état) liquide à (l'état) solide,
- ... suite à un refroidissement
- ... en l'absence d'autres produits.
- en le réchauffement, il redevient liquide en étant toujours le même produit.

Quelques exemples possibles pour établir la liste-sondage :

- La formation de stalagmite et de stalactite (ex. non)
- La fabrication de glaçons (ex. oui)
- L'obtention de sel à partir de l'eau de mer (ex. non)
- Le lait qui caille (ex. non)
- L'obtention d'un ligot d'or (ex. oui)
- etc.

