FONDATION La main à la pâte

Chimie	Cycle 4
Des atomes à modeler	Durée : 4 séances de 55 min

Thématiques traitées : chimie, modélisation, organisation de la matière, atomes, ions, classification périodique des éléments

Résumé et objectifs : Lors de cette séquence, les élèves tentent d'expliquer la différence de conductivité de solutions aqueuses à l'aide du modèle particulaire. Les élèves se rendent compte des limites de ce modèle qui ne leur permet pas d'expliquer le phénomène observé. Le professeur présente alors le modèle de l'atome, puis celui de l'ion, que les élèves s'approprient. Enfin, ils reviennent sur la situation de départ.

Discipline engagée : Physique-Chimie

Auteures : Murielle Treil, Fatima Rahmoun

Partenaires : Fondation de la Maison de la Chimie, Mediachimie

Remerciements : Frédéric Pérez, Roseline Primout, Alain Chomat, Claudine Larcher, Odile Lebœuf, Antoine Eloi, Tamar Saison.

Prise en main de cette séquence :

N'hésitez pas à consulter la *Billes de science #26 – Tamar Saison : Des atomes à modeler*.

Séance 1 : Un modèle particulaire qui a des limites

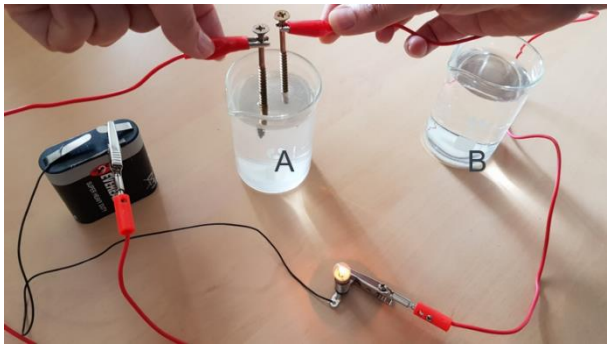
Objectif général : Eprouver les limites d'un modèle et la nécessité de le faire évoluer.

Résumé	
Discipline	Physique-Chimie
Déroulé et modalités	Pour expliquer la différence de conductivité de solutions aqueuses, il est proposé aux élèves de modéliser à un niveau microscopique la matière sous différents états (eau à l'état solide, liquide et gazeux) ainsi que trois mélanges (air, eau sucrée, eau salée).
Durée	55 min
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : gommettes de différentes couleurs. Pour chaque élève : un exemplaire de la Fiche 1 au format A4. Pour chaque groupe d'élèves : une pile, trois cordons électriques (munis de pinces croco), une lampe, deux électrodes (clous ou plaques de métal), un bécher contenant de l'eau sucrée, un bécher contenant de l'eau salée, un exemplaire de la Fiche 1 au format A3.
Message à emporter	
Le modèle particulaire permet d'interpréter les différents états de la matière, ainsi que les mélanges au niveau microscopique, mais il possède des limites : il ne permet pas d'expliquer la conduction de certaines solutions aqueuses.	

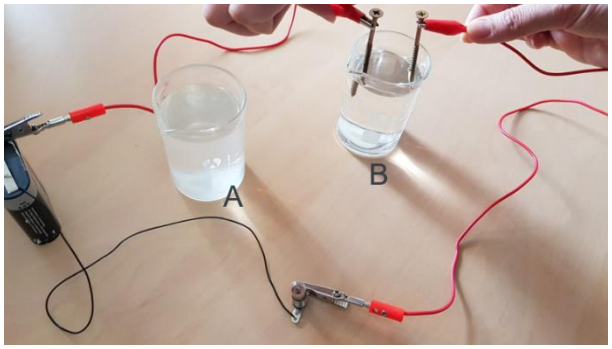
Déroulé possible

Phase 1 : Situation déclenchante (10 min)

Le professeur demande aux élèves de tester la conduction d'une solution d'eau salée et d'une solution d'eau sucrée. Les élèves réalisent l'expérience. Un échange entre la classe et le professeur permet de conclure que l'eau salée est conductrice de l'électricité mais pas l'eau sucrée.



Bécher A : solution salée



Bécher B : solution sucrée

Variantes :

- La *Billes de sciences #26* propose une autre situation déclenchante (lecture des étiquettes de bouteilles d'eau minérale) tout aussi pertinente !
- Il est possible de prendre le temps de recueillir les hypothèses des élèves pour expliquer que l'eau salée conduit l'électricité mais pas l'eau sucrée. Si l'enseignant interroge les élèves, il faut leur permettre de tester leurs hypothèses avant de passer à la phase 2 de l'activité.

Phase 2 : Modéliser la matière (20 min)

Pour expliquer le phénomène observé, le professeur propose de modéliser la matière au niveau microscopique à l'aide du modèle particulaire qui a été abordé en début de cycle 4. Il distribue la Fiche 1 à chacun des élèves. Dans ce document, le modèle particulaire est explicité. Les élèves sont invités à modéliser l'eau sous ses trois états et trois mélanges (air, eau sucrée, eau salée).

Dans un premier temps, le professeur demande aux élèves de remplir individuellement les premières lignes du tableau. Dans un second temps, les élèves se réunissent par équipe. Chaque élève présente son travail aux autres. Les membres du groupe débattent puis retiennent les modélisations qui font consensus et remplissent les dernières lignes du tableau. L'exemplaire de la Fiche 1 au format A3 est alors distribué par le professeur afin de permettre aux groupes de stabiliser leurs modélisations communes à l'aide de gommettes.

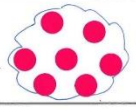
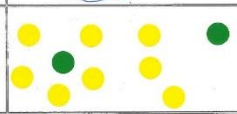
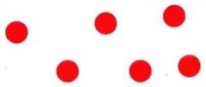
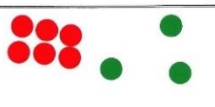
Tableau 1	Modèle particulaire (proposition du groupe)	Description de la modélisation
Glace d'eau		Les particules sont regroupées y ne bougent pas et sont ordonnées
Eau liquide		les particules sont regroupés, bougent et sont désordonnées
Eau vapeur		C'est un compétir et des particules ne sont pas regroupées
Air (4/5 de diazote et 1/5 de dioxygène)		C'est un mélange et ses particules ne sont pas regroupe
Eau sucrée		même propriété que l'eau liquide mais c'est un mélange (sucre)
Eau salée		même propriété que l'eau liquide mais c'est un mélange (sel)

Tableau 1	Modèle particulaire (proposition du groupe)	Description de la modélisation
Glace d'eau		L'eau est solide : les molécules sont ordonnées et serrées.
Eau liquide		L'eau est liquide : les molécules sont proches mais ne se touchent pas.
Eau vapeur		L'eau est sous forme de vapeur : Elles sont éloignés et désordonnés.
Air (4/5 de diazote et 1/5 de dioxygène)		L'air est composé de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène.
Eau sucrée		Les molécules de sucre ne se mélangent pas avec molécules d'eau.
Eau salée		Les molécules de sel se mélangent avec molécules d'eau : Sa forme crée nouvelle molécule.

Modélisation d'élèves de 3eme – classe de Roseline Primout.

Phase 3 : Mise en commun (15 min)

Chaque groupe présente à la classe ses modélisations. Les représentations sont commentées par les élèves et discutées. Les différences de représentations entre les trois états de l'eau sont interprétées au regard de leurs propriétés macroscopiques (travail déjà abordé en classe de cinquième).

Eclairage scientifique :

- La *Billes de Sciences #10 : Tamar Saison - Les changements d'état de la matière* permet de rappeler les propriétés des différents états de la matière. Elle peut être diffusée aux élèves. Ils pourront s'y référer si ces notions vues les années précédentes ne sont pas encore consolidées. https://www.youtube.com/watch?v=q5abpZczoIk

Pour représenter l'air, les élèves utilisent parfois le modèle moléculaire du dioxygène, vu en classe de quatrième. C'est l'occasion pour l'enseignant de comparer les modèles particulaires et moléculaires en demandant, par exemple, lequel est le plus proche de la réalité. Le professeur pourra préciser que le modèle particulaire suffit à interpréter les différents états de la matière et rappeler que le modèle moléculaire a été utilisé en classe de quatrième pour interpréter les transformations chimiques. Ce modèle permet d'expliquer la formation de produits et la disparition de réactifs.

Pour représenter l'eau sucrée, deux types de gommettes sont utilisés mais leur nombre fait l'objet d'un questionnement. Il est utile alors de rappeler que le solvant (ici l'eau) est en excès par rapport au sucre.

L'eau sucrée et l'eau salée sont parfois représentées de la même manière. Après discussion, les élèves parviennent facilement à concevoir le fait qu'il faut représenter le sucre et le sel différemment (ce ne sont pas les mêmes particules). Le professeur peut rappeler que la couleur des gommettes doit être la même pour une même matière quel que soit son état.

Conclusion (10 min)

Le professeur demande aux élèves si la représentation particulaire permet d'expliquer que l'eau salée puisse conduire l'électricité et pas l'eau sucrée. Les élèves expliquent que l'eau salée et l'eau sucrée ont des représentations équivalentes et se rendent compte que les limites du modèle particulaire sont atteintes. Le professeur échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir à la fin de cette activité. Voici un exemple de trace écrite possible suite à cet échange : *«Le modèle particulaire permet d'interpréter les différents états de la matière et les mélanges au niveau microscopique, mais n'explique pas la conduction des solutions. Ce modèle de la matière possède des limites. »*

Prolongement possible :

- Une animation portant sur une modélisation microscopique des différents états de la matière peut être montrée aux élèves. Ce qui permettra de rappeler que l'état de l'eau (gazeux, liquide ou solide) dépend de l'agitation des molécules, qui est liée aux conditions de température. Lorsque les molécules sont très agitées, elles ont tendance à se séparer les unes des autres et à former un gaz. Lorsqu'elles sont moins agitées, elles ont tendance à se rapprocher les unes des autres et à établir des liaisons. Elles forment alors un liquide, voire un solide. L'état de l'eau dépend également de l'espace disponible, qui est lié aux conditions de pression. Lorsque les molécules sont très nombreuses dans un espace restreint, elles ont tendance à former un solide ou un liquide. Lorsqu'elles ont beaucoup de place disponible, elles ont plutôt tendance à s'écarter et à former un gaz.

FONDATION La main à la pâte

Fiche 1 : Modèle particulaire

On rappelle que dans le modèle particulaire, les particules ont les propriétés suivantes :

- elles sont toutes les mêmes pour une substance donnée ;
- elles ne se coupent pas, elles ne se déforment pas ;
- elles gardent la même masse.

Compléter le tableau ci-dessous.

	Modèle particulaire	Description de la modélisation
Eau solide		
Eau liquide		
Eau vapeur		
Air (4/5 de diazote et 1/5 de dioxygène)		
Solution d'eau sucrée		
Solution d'eau salée		

FONDATION La main à la pâte

Séance 2 : Un nouveau modèle : l'atome

Objectif général : S'approprier le modèle de l'atome.

Résumé	
Discipline	Physique-Chimie
Déroulé et modalités	Pour pouvoir interpréter les observations liées à la conduction des solutions, le professeur propose d'introduire un nouveau modèle (Fiche 2). Un travail de modélisation à partir de pâte à modeler et de l'utilisation de la classification périodique (Fiche 3) permet de découvrir le modèle atomique et de se l'approprier en le manipulant.
Durée	55 min
Matériel	Pour chaque élève : un exemplaire de la Fiche 2 au format A4, une classification périodique des éléments (Fiche 3). Pour chaque groupe d'élèves : 2 pots de pâte à modeler (de couleurs différentes), une feuille A3.
Message à emporter	
La matière est constituée d'atomes.	

Déroulé possible

Phase 1 : Introduction du modèle (10 min)

Pour expliquer la conduction de certaines solutions aqueuses, le professeur rappelle que le modèle particulaire est trop limité. Il est donc nécessaire d'utiliser un nouveau modèle de la matière. Il distribue la Fiche 2 puis lit le document à haute voix. Le tableau de la classification périodique des éléments (Fiche 3) est ensuite présenté comme un outil regroupant des informations sur la matière constituant l'univers. Le professeur indique que la classification des éléments permet d'avoir accès à la constitution d'un atome. En effet, le numéro atomique de l'atome permet d'avoir accès au nombre de charges positives et négatives qui le constituent.

Notes pédagogiques :

- Si l'enseignant ne souhaite pas distribuer la Fiche 3 fournie, il est important de ne pas distribuer une classification périodique trop complexe à ce stade du travail. C'est pourquoi la classification présentée dans ce document n'indique que le numéro atomique (le nombre de masse n'est pas utile pour cette séance).
- Les notions de neutrons et de nucléons ne seront pas introduites dans cette séquence car elles ne sont pas nécessaires pour comprendre la conduction des solutions. De plus, la représentation des neutrons encombrerait inutilement les représentations des élèves. On pourra introduire ces notions lors d'une séance qui suivra cette séquence.

Phase 2 : Prise en main du modèle (20 min)

Le professeur demande aux élèves de représenter quelques atomes de la classification périodique à l'aide de pâte à modeler. Il leur précise que ce travail va se dérouler en groupes et que les élèves peuvent se référer à la consigne rédigée sur la Fiche 2. Le professeur distribue 2 morceaux de pâtes de couleurs différentes à chacun des groupes. Les élèves s'interrogent sur la manière de représenter les protons et les électrons. Au sein du groupe, ils se mettent d'accord pour représenter chaque sorte de particules à l'aide

de petites billes de pâte à modeler. Le professeur passe dans les groupes et photographie les travaux des élèves pour pouvoir organiser la mise en commun.

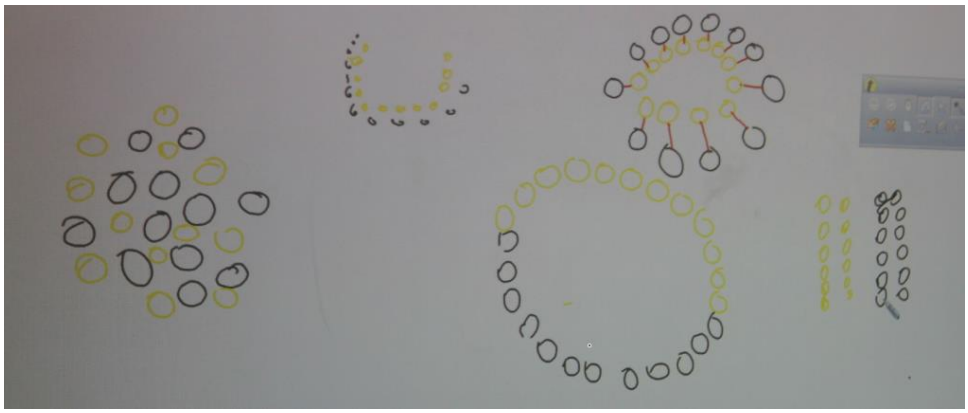
Notes pédagogiques :

- Pour faciliter la mise en commun, il est pertinent de se mettre rapidement d'accord avec l'ensemble des élèves de la classe sur la couleur de pâte à modeler utilisée pour représenter les protons et celle utilisée pour représenter les électrons.
- Laisser les élèves positionner les billes de pâte comme ils le souhaitent (par exemple, les deux types de particules sont mélangés, les protons entourent les électrons ou l'inverse…). Ce positionnement souvent différent d'un groupe à l'autre fera l'objet d'une discussion.
- Certains groupes mettent moitié moins de protons et d'électrons que la quantité contenue dans l'atome : ils divisent en fait le numéro atomique de l'atome par 2 afin d'avoir autant de charges positives et négatives. Une petite discussion lors de la mise en commun ou du passage dans les groupes permet de rappeler ce que représente le numéro atomique.

Appropriation du modèle par des élèves de 3eme – classes de Murielle Treil et de Fatima Rahmoun

Phase 3 : Mise en commun (15 min)

Un représentant de chaque groupe dessine l'atome de magnésium sur le tableau et les représentations sont ensuite discutées. Le professeur demande aux élèves quelles sont, à leur avis, les représentations qui conviennent le mieux.



Chaque rapporteur a dessiné la représentation imaginée par son groupe au tableau – classe de F. Rahmoun

Certains élèves répondent qu'il « *faut que la représentation soit ronde* ». D'autres expliquent « *je ne pense pas que tout soit séparé. C'est un mélange (sous-entendu de charges négatives et positives)* ». Le professeur demande alors à la classe comment valider ou non les représentations proposées. Ce questionnement permet de revenir à la Fiche 2. En effet, il faut que les représentations retenues soit conformes au modèle sur lequel les élèves travaillent. La classe se met d'accord sur le fait que les charges positives doivent être au centre et discute ainsi de la validité de chaque représentation en tenant compte du nombre de chaque sorte de particules et du positionnement de ces particules.

Note pédagogique :

- Dans certains groupes, les élèves échangent spontanément sur les causes de la conduction de l'eau salée et émettent l'hypothèse, à partir du travail de modélisation qu'ils sont en train d'effectuer, que la conduction de l'eau salée pourrait être due à un déséquilibre des charges. Un groupe exprime cette idée en disant que le sel contient peut-être plus de charges positives que négatives. Ils font ainsi le lien entre la modélisation et sa fonction d'explication, lien qui peut être souligné par l'enseignant.

Conclusion (10 min)

Le professeur échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir à la fin de cette activité. Voici un exemple de trace écrite possible suite à cet échange : *« La matière est constituée d'atomes. On retrouve les symboles chimiques de ces atomes dans un tableau appelé « classification périodique des éléments ». Un atome est constitué de charges électriques positives appelées protons et de charges électriques négatives appelées électrons. Un atome possède autant de protons que d'électrons. Les protons se situent dans le noyau de l'atome, tandis que les électrons tournent autour de ce noyau. Le nombre de charges électriques positives du noyau est indiqué par le numéro atomique que l'on retrouve dans la classification périodique des éléments. »*

Prolongements possibles :

- Le professeur peut comparer l'évolution des modèles de l'atome au cours de l'histoire (représentations que l'on trouve facilement dans les manuels scolaires) et les représentations des élèves. Une analogie avec certaines représentations des groupes et le modèle de Thomson (modèle du « plum-pudding ») est soulignée et permet d'aborder la démarche scientifique. De nombreux allers-retours sont nécessaires pour tout chercheur entre les résultats expérimentaux et les modèles qui tentent de les expliquer.

- Un voyage de l'infiniment grand à l'infiniment petit peut être proposé aux élèves à travers une animation
  http://apod.nasa.gov/apod/image/1203/scaleofuniverse_huang.swf?bordercolor=white
  Cette dernière aide les élèves à aborder la représentation des très petites dimensions. On peut leur demander, par exemple, de retrouver des objets dont la taille a un ordre de grandeur de 10^{-10} m, 10^{-3} m, 10^{-2} m, 10^{2} m, 10^{3} m etc. afin de les familiariser avec l'utilisation des puissances de 10.

- Il est possible de travailler sur les échelles en demandant aux élèves, par exemple, de représenter à la même échelle le diamètre d'un atome d'hydrogène, d'un atome de carbone et d'un proton.

FONDATION La main à la pâte

Fiche 2 : L'atome

Modèle de l'atome :

- La matière est constituée d'atomes.
- On retrouve les symboles chimiques de ces atomes dans un tableau appelé « classification périodique des éléments ».
- Un atome est constitué de charges électriques positives appelées protons et de charges électriques négatives appelées électrons. Un atome possède autant de protons que d'électrons.
- Les protons se situent dans le noyau de l'atome, tandis que les électrons tournent autour de ce noyau.
- Le nombre de charges électriques positives du noyau est indiqué par le numéro atomique que l'on retrouve dans la classification périodique des éléments.

Consignes de travail :

1. Construire les modèles des atomes dont les symboles chimiques sont les suivants : magnésium Mg, lithium Li, fluor F, oxygène O, aluminium Al.
2. Une fois chaque modèle construit, le dessiner.

Fiche 3 : Classification périodique des éléments

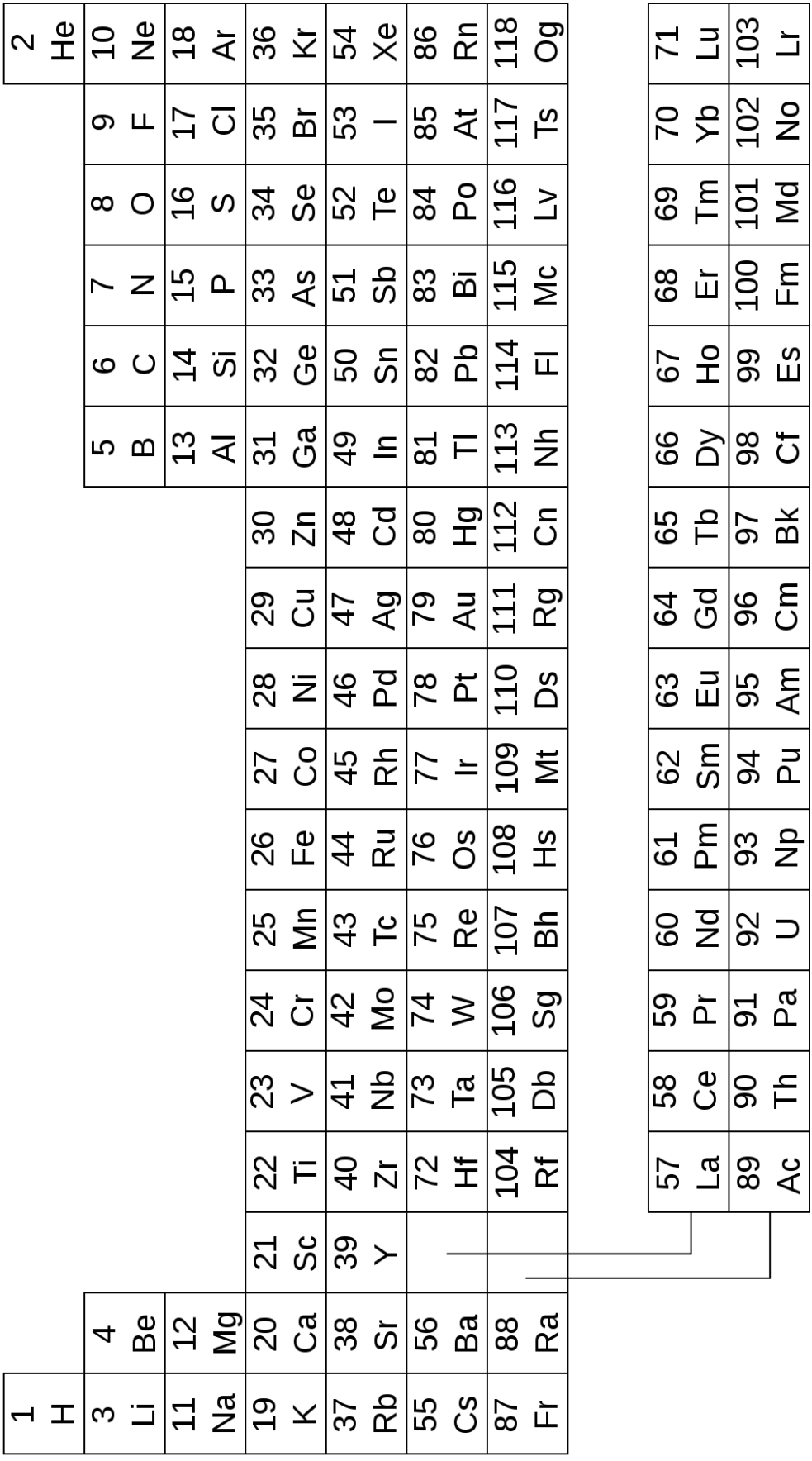


Tableau périodique des éléments (crédit : Sanjay7373 CC-BY-SA-4.0)
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table,_not_highlighted.svg

Séance 3 : Un nouveau modèle : l'ion

Objectif général : S'approprier le modèle de l'ion.

Résumé	
Discipline	Physique-Chimie
Déroulé et modalités	Pour pouvoir interpréter les observations liées à la conduction des solutions, le professeur propose d'introduire un nouveau modèle (Fiche 4). Un travail de modélisation à partir de pâte à modeler et de l'utilisation de la classification périodique (Fiche 3) permet de découvrir le modèle de l'ion et de se l'approprier en le manipulant.
Durée	55 min
Matériel	Pour chaque élève : un exemplaire de la Fiche 4 au format A4, une classification périodique des éléments (Fiche 3). Pour chaque groupe d'élèves : 2 pots de pâte à modeler (de couleurs différentes), une feuille A3.
Message à emporter	
Un ion et un atome d'un élément de la classification périodique ont en commun un même nombre de charges électriques positives dans le noyau, soit un même nombre de protons. Pour représenter le modèle d'un ion positif ou négatif, on ne peut faire varier que le nombre d'électrons.	

Déroulé possible

Phase 1 : Rappels de l'activité 2 et introduction du modèle (10 min)

Le professeur échange avec la classe pour rappeler ce qui a été travaillé à l'activité précédente. Il distribue ensuite la Fiche 4 qui décrit le modèle de l'ion en faisant apparaître un point commun entre ion et atome, le numéro atomique. L'enseignant lit le document à haute voix. L'enseignant demande aux élèves de reprendre la classification périodique des éléments (Fiche 3) qui a été consignée dans leur cahier de laboratoire.

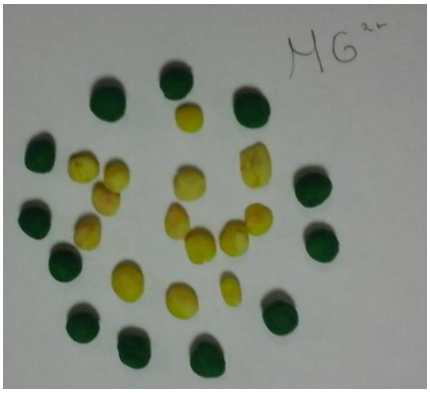
Phase 2 : Prise en main du modèle (20 min)

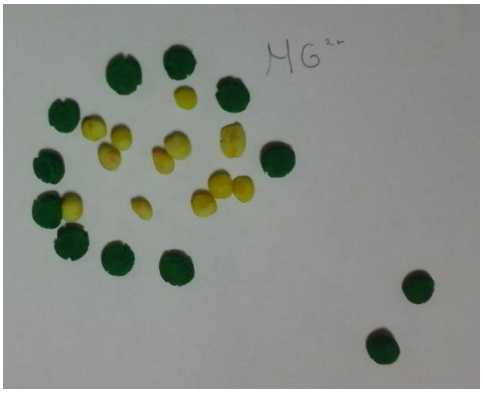
Le professeur demande aux élèves de représenter quelques ions à l'aide de pâte à modeler. Il leur précise que ce travail va se dérouler en groupes et que les élèves peuvent se référer à la consigne rédigée sur la Fiche 4. Le professeur distribue 2 morceaux de pâtes de couleurs différentes à chacun des groupes.

Pour construire les modèles des ions négatifs, la plupart des groupes respectent bien la valeur du numéro atomique et ajoutent des charges négatives correspondant au nombre d'électrons en excès.

Une difficulté apparaît pour construire les modèles de cations. En effet, en première instance, les élèves ajoutent des charges électriques positives. Ils modifient le nombre de protons sans s'en rendre compte. Le professeur passera dans les groupes pour souligner que le numéro atomique d'un élément correspond toujours au nombre de protons des ions ou des atomes associés. Les élèves doivent donc trouver une autre manière d'obtenir des charges électriques positives excédentaires et devraient aboutir au raisonnement suivant :

- Le nombre de protons des ions positifs doit être égal au numéro atomique.
- Le nombre d'électrons est obtenu en soustrayant le numéro atomique et la charge excédentaire de l'ion.





A gauche : Le groupe d'élèves est parti de la représentation de l'atome magnésium et ajoute deux protons (pâte à modeler jaune) pour créer le modèle de l'ion magnésium. Un échange avec l'enseignant a permis au groupe de se rendre compte que la représentation obtenue correspond en fait à l'élément silicium. A droite : Le groupe maintient le nombre de protons et retire deux électrons (pâte à modeler verte).
Classe de 3eme de Murielle Treil

Phase 3 : Mise en commun (15 min)

Lors de la mise en commun des travaux des groupes, les dessins des modèles peuvent être présentés sur de grandes affiches ou redessinés au tableau. La construction d'un modèle en pâte à modeler permet d'enlever ou ajouter facilement des protons et des électrons. Si certains élèves ne comprennent pas bien le raisonnement à partir des dessins lors de la mise en commun, le professeur pourra étayer les raisonnements en faisant de nouveau manipuler les représentations en pâte à modeler.

Notes pédagogiques :

- Si les difficultés concernant la modélisation des cations ressurgissent lors de la mise en commun, une comparaison d'une représentation respectant le numéro atomique et d'une représentation l'ayant modifié permet une nouvelle discussion sur la nécessité de conserver le nombre de protons pour conserver la nature de l'ion.
- On précisera aux élèves que le nom de l'ion ne correspond pas toujours à celui de l'élément de la classification périodique, même si le symbole de l'ion est celui de cet élément. Il peut citer comme exemple l'atome de chlore et l'ion chlorure.

Conclusion (10 min)

Le professeur échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir à la fin de cette activité. Voici un exemple de trace écrite possible suite à cet échange : *« Un ion et un atome d'un élément de la classification périodique ont en commun un même nombre de charges électriques positives dans le noyau, soit un même nombre de protons. Pour représenter le modèle d'un ion positif ou négatif, on ne peut faire varier que le nombre d'électrons. Le nombre de protons reste le même que celui de l'élément de la classification correspondant. »*

FONDATION La main à la pâte

Fiche 4 : L'ion

Modèle de l'ion :

- Un ion ou un atome d'un élément de la classification périodique ont en commun un même nombre de charges électriques positives dans le noyau (protons). Ce nombre de charges électriques positives du noyau est indiqué par le numéro atomique donné par la classification périodique des éléments.

- Un ion possède un noyau constitué de charges électriques positives (protons). Autour de ce noyau se trouvent des électrons (charges électriques négatives).

- On indique en haut et à droite du symbole de l'ion, le nombre et la nature (négative ou positive) des charges électriques en excès.

Consignes de travail :

1. Construire les modèles des ions dont les formules chimiques sont les suivantes : ion magnésium Mg^{2+}, ion lithium Li^{+}, ion fluor F^{-}, ion sulfure S^{2-}, ion aluminium Al^{3+}.

2. Une fois chaque modèle construit, le dessiner.

Séance 4 : Vers une interprétation de la conduction des solutions

Activité 1 : Consolidation et entrainement

Objectif général : S'approprier les notions travaillées aux séances précédentes.

Résumé	
Discipline	Physique-Chimie
Déroulé et modalités	Pour s'assurer que les élèves ont compris les liens entre le numéro atomique de l'élément, le nombre d'électrons et de protons, la charge excédentaire figurant sur la formule de l'ion et la représentation du modèle, il leur est demandé de retrouver le modèle d'un atome ou d'un ion et sa formule chimique, à partir de constituants en pâte à modeler que l'enseignant leur fournit.
Durée	30 min
Matériel	Pour chaque élève : une classification périodique des éléments (Fiche 3). Pour l'ensemble de la classe : une vingtaine de pots contenant des billes de pâtes à modeler de deux couleurs, et en quantités telles qu'elles puissent représenter des atomes et des ions différents.

Déroulé possible

Phase 1 : Exercice d'entrainement (20 min)

Un échange entre les élèves et le professeur sur ce qui a été vu dans les séances précédentes permet un rappel des notions abordées et des erreurs à éviter pour représenter les modèles d'atomes ou d'ions. Il peut prendre la forme suivante *« Quand on représente un atome, les protons sont au centre (dans le noyau), et les électrons autour. Pour obtenir un ion, il faut uniquement jouer sur les charges électriques négatives, c'est-à-dire ajouter ou retirer des électrons au nombre d'électrons que possède un atome. En effet, on ne peut pas changer le nombre de protons car, dans ce cas, on change la nature de l'élément chimique. Par exemple avec l'ion magnésium Mg^{2+}, si on ajoute 2 protons, on est alors en présence de silicium. »*

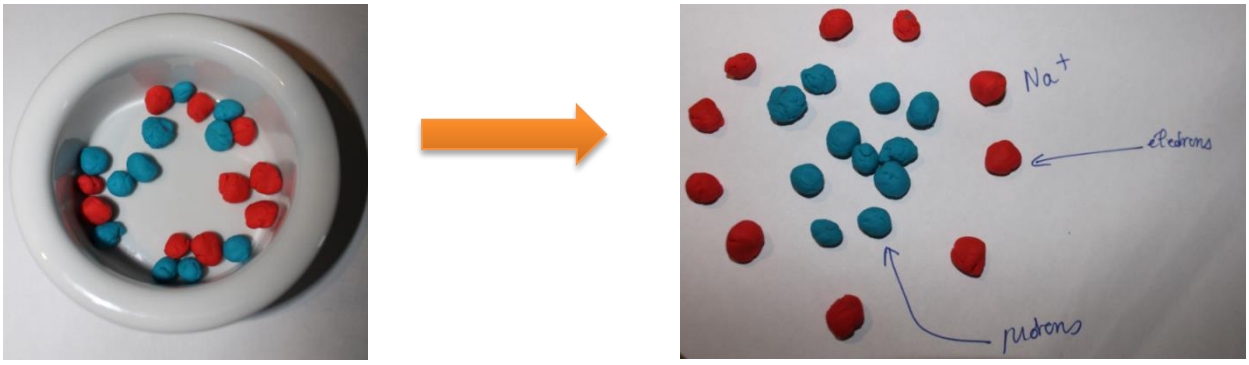
Le professeur propose à la classe de déterminer l'ion ou l'atome représenté dans les boites qu'il leur fournit. Il donne le code couleur correspondant à la représentation des protons et des électrons.

Le professeur distribue aux groupes de 4 à 5 élèves différents pots contenant les billes de pâte à modeler. Les pots sont repérés par des lettres (éviter les chiffres, ceux-ci pouvant être confondus avec le numéro atomique). Une vingtaine de pots sont en circulation dans la classe, les groupes se les échangeant au gré de leurs travaux. Le nombre de modèles réalisés sera donc différent selon les groupes, mais cela permet à chacun d'effectuer le travail à son rythme.

Note pédagogique :

- On peut utiliser des perles pour éviter que les boules se collent ou bien sécher préalablement des boules de pâte à modeler avant de les mettre dans les pots.

Un exemple de reconstitution d'un modèle de l'ion sodium :



Phase 2 : Correction collective (10 min)

Au bout de 20 min, le professeur demande à chaque groupe de donner la formule de l'atome ou de l'ion correspondant aux pots ainsi que le raisonnement permettant de la justifier. Il note au tableau les réponses des élèves. Les groupes peuvent exprimer leur désaccord et un recours aux boîtes et à la classification permet de départager les différentes propositions le cas échéant.

Le professeur peut rappeler le raisonnement mis en œuvre, qui s'appuie sur les étapes suivantes :

- Positionner les billes de pâte à la « bonne place » de manière à représenter le modèle de l'ion ou de l'atome.
- Compter le nombre de protons et d'électrons.
- Faire correspondre le nombre de protons au numéro atomique de la classification périodique : on obtient ainsi un symbole de l'élément correspondant à l'ion ou l'atome.
- Si le nombre de protons est égal au nombre d'électrons alors il s'agit de l'atome.
- Si le nombre de protons est différent du nombre d'électrons, alors il s'agit d'un ion. La formule chimique de l'ion correspond au symbole de l'élément surmontée de la charge excédentaire (positive si les protons sont en excès, négatives si les électrons sont en excès).

Prolongements possibles

Il est possible de proposer à la classe d'autres activités de consolidation et d'entrainement :

- Rédiger un texte permettant d'expliquer à d'autres élèves (d'une autre classe par exemple) comment réaliser correctement l'identification à l'aide des boîtes : une « règle du jeu » est établie.
- Lire des étiquettes d'eaux minérales pour constater la présence d'ions dans la composition de l'eau. Bien évidemment, la représentation des ions polyatomiques contenus dans l'eau est trop complexe au cycle 4, pour faire l'objet d'une modélisation.
- Proposer à certains groupes de réaliser des pots de constituants d'atomes ou d'ions qu'ils proposeront à d'autres groupes pour que ceux-ci en retrouvent la formule chimique.

Activité 2 : Retour sur les différences de conduction des solutions étudiées

Objectif général : Expliquer un phénomène observé à l'aide d'un modèle plus adapté.

Résumé	
Discipline	Physique-Chimie
Déroulé et modalités	L'enseignant demande aux élèves de donner une explication à la conduction de certaines solutions à la lumière des séances réalisées précédemment. Il donne alors un éclairage scientifique du phénomène.
Durée	25 min
Matériel	Pas de matériel spécifique.
Message à emporter	
Dans une solution ionique, c'est le déplacement des ions entre les électrodes qui constitue le courant électrique.	

Déroulé possible

Phase 1 : Recueil d'hypothèses (10 min)

L'enseignant demande aux élèves de rappeler le questionnement qui accompagne la classe depuis plusieurs séances : expliquer la différence de conduction électrique des solutions salée et sucrée. Chaque groupe d'élèves écrit son hypothèse. En voici quelques-unes :

- *« Quand le sel touche l'eau, quelque chose crée de l'électricité. Dans l'eau salée, l'eau est négative et le sel est positif. Dans l'eau sucrée, l'eau et le sucre sont négatifs alors ça ne conduit pas. »*
- *« Le sel est-il dans la classification ? »* Réponse du professeur : *« Non car le sel se compose de deux atomes : le chlore et le sodium. »* Le groupe propose alors : *« Le sel est composé de chlore et de sodium. Le mélange « eau + chlore » est conducteur. »*
- *« J'ai lu quelque part qu'une solution ionique était conductrice. Une solution ionique contient plus d'ions que d'atomes. Dans l'eau, il y a des ions, dans le sel, il y a des ions, ça donne une solution ionique. Les ions sont à l'intérieur du cristal et ça ne conduit pas. Dans l'eau, les ions sont dispersés. »*
- *« Il y a réaction chimique entre l'eau et le sel. Le sel et l'eau sont des atomes. Lorsqu'on les mélange cela devient des ions. »*

Phase 2 : Conclusion (15 min)

Le professeur explique à la classe la différence de conductivité des solutions. Son explication peut prendre la forme suivante : *« Le sel est composé de l'élément chlore et de l'élément sodium. L'eau réussit à dissocier le sel. L'atome de sodium est dans un état plus stable avec un électron de moins, l'atome de chlore avec un électron de plus. On a donc des ions chlorure et des ions sodium dans l'eau. Si on relie la solution salée à un circuit électrique, les ions peuvent alors se déplacer dans la solution et assurer le passage du courant. L'eau ne réussit pas à dissocier les molécules de sucre. Il n'y a pas d'ions dans la solution sucrée. »* Pour illustrer son propos, le professeur peut écrire la formule de chacun des ions.