

Séquence de classe : Des atomes à modeler

Chimie - Cycle 4

Introduction

Thématiques traitées	Structure de la matière, atomes, ions, modélisation, organisation de la matière, structure lacunaire, électrons, protons, classification périodique des éléments
Résumé et objectifs	Les élèves tentent d'expliquer la différence de conductivité de solutions aqueuses à l'aide du modèle particulaire. Ils 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
Durée	4 h 20 environ

Prise en main de cette séquence

Pour aider à la prise en main des deux premières activités, n'hésitez pas à consulter le tutoriel éponyme, disponible sur la plateforme L@map : <https://fondation-lamap.org/tutoriel/atomes-a-modeler>. Retrouvez-y les chercheurs du CEA : Nathalie Besson, Étienne Klein, Roland Lehoucq et Stéphane Sarrade.

L'atome existe. Soit. Mais comment l'a-t-on su ?

1808-1809
 Dalton propose un modèle atomique simple. Les atomes sont des petites boules de matière indivisibles. Elles sont les constituants fondamentaux de la matière.

1869
 Mendeleïev propose la classification périodique des éléments. Elle permet de prédire les propriétés des éléments et de découvrir de nouveaux éléments.

1905-1913
 Einstein propose le modèle de l'atome. Les électrons sont des petites boules de matière qui tournent autour du noyau. Le noyau est constitué de protons et de neutrons.

1909-1911
 Rutherford propose le modèle de l'atome. Les électrons sont des petites boules de matière qui tournent autour du noyau. Le noyau est constitué de protons et de neutrons.



Une évaluation formative est disponible pour cette ressource

La séquence permet de faire travailler explicitement aux élèves la compétence scientifique « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle » (voir fiche 1 en fin de document) et d'en évaluer le niveau de maîtrise (voir fiche 7).

Je reconnais un protocole d'observation ou expérimental faisant appel à une modélisation.

Les élèves savent reconnaître les situations dans lesquelles on a recours à la modélisation pour comprendre un phénomène (par exemple, en astronomie, ils utilisent des boules pour modéliser la Terre et la Lune, et une lampe pour modéliser le Soleil). Ils savent qu'un modèle est différent de la réalité, mais qu'on peut l'utiliser pour mener des observations (sur le modèle) et des expérimentations (en faisant varier un paramètre du modèle).

RECONNAÎTRE UN PROTOCOLE FAISANT APPEL À UN MODÈLE

Je reconnais un protocole d'observation ou expérimental faisant appel à une modélisation.

LA COLLECTE DE DONNÉES VIA LA MODÉLISATION



À gauche, version de la carte pour l'enseignant. À droite, version de la carte pour le cycle 4.

Pour remplir la fiche 7, les élèves travaillent en binôme. Compter environ 20 minutes pour la mise en œuvre de cette évaluation (à la fin de la séquence ou plusieurs semaines plus tard).

L'évaluation de la compétence est complétée par un court questionnaire permettant d'objectiver la progression relative aux connaissances scientifiques des élèves, à proposer avant et après la réalisation de la séquence (voir fiche 2). Compter environ dix minutes supplémentaires pour faire passer ce questionnaire en début et en fin de séquence.

Pour des instructions détaillées concernant l'explicitation et l'évaluation des compétences et des connaissances travaillées, se rendre sur la page dédiée : <https://fondation-lamap.org/documentation-pedagogique/l-evaluation-au-service-des-apprentissages-en-sciences>.

Les résultats de la classe peuvent être remontés par l'enseignant (s'il le souhaite) à l'équipe *La main à la pâte*, afin que les contributeurs des activités puissent continuer à les améliorer (<https://fondation-lamap.org/documentation-pedagogique/l-evaluation-au-service-des-apprentissages-en-sciences>).



Activité 1 : Un modèle particulière qui a des limites

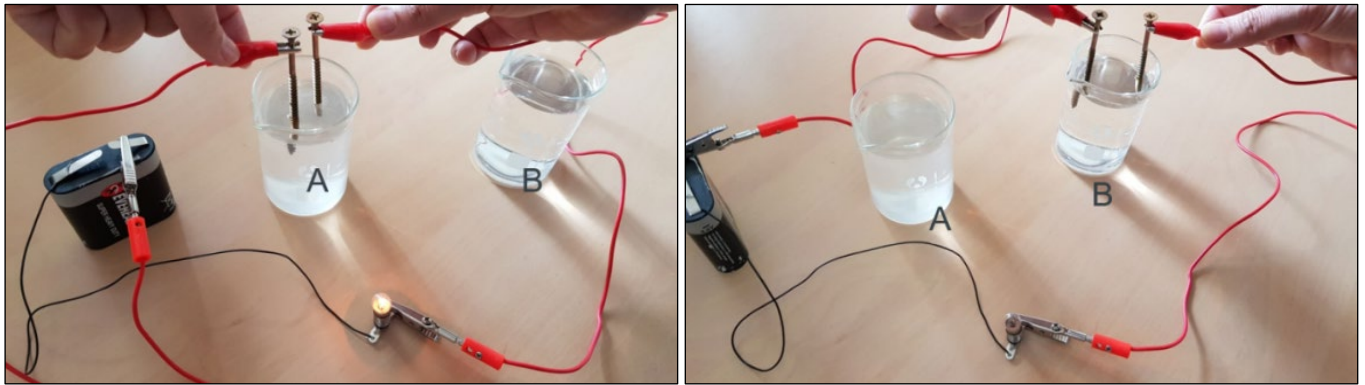
Résumé	
Discipline	Physique-chimie
Déroulé et modalités	Pour expliquer la différence de conductivité de solutions aqueuses, il est proposé aux élèves de modéliser à un niveau microscopique la matière sous différents états, ainsi que trois mélanges (air, eau sucrée, eau salée).
Durée	55 min
Matériel	<p>Pour l'ensemble de la classe :</p> <ul style="list-style-type: none">• des gommettes de différentes couleurs ;• un exemplaire de la fiche 1 (carte compétence) au format A3. <p>Pour chaque groupe d'élèves :</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 2 au format A3. <p>Pour chaque élève :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire de la fiche 2 au format A4.
Message à emporter	
Le modèle particulière permet d'interpréter les différents états de la matière et les mélanges au niveau microscopique, mais n'explique pas la conduction des solutions. Comme tout modèle, ce dernier possède des limites.	

Déroulé possible

Phase 1 : Situation déclenchante (10 min)

L'enseignant présente la carte compétence « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle ». Il explique aux élèves qu'ils vont travailler sur plusieurs modèles lors des prochaines séances, mais qu'ils ne doivent pas confondre les modèles utilisés pour tenter et le monde réel qu'ils représentent.

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



Bécher A : solution d'eau salée. Bécher B : solution d'eau sucrée.

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 2 à chacun des élèves. Dans ce document, le modèle particulaire est explicité. Les élèves sont invités à modéliser l'eau sous ses trois états, l'air, l'eau sucrée et l'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 équipes. 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 2 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, ne bougent pas et sont ordonnées.
Eau liquide		Les particules sont regroupées, bougent et sont désordonnées.
Eau vapeur		C'est un gaz et ses 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 regroupées.
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 éloignées et désordonnées.
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 aux molécules d'eau.
Eau salée		Les molécules de sel se mélangent aux molécules d'eau : se forme une nouvelle molécule.

Modélisation d'élèves de 3^e - classe de Roseline Primout, enseignante à Bordeaux.

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).

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 particulaire et moléculaire 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 alors utile 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 rappelle si nécessaire 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 le modèle particulaire permet d'expliquer que l'eau salée puisse conduire l'électricité et pas l'eau sucrée. Ces derniers 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.

L'enseignant échange avec la classe sur ce qui semble important à retenir à la fin de cette activité. Voici un exemple de trace écrite possible, à la suite de 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. Comme tout modèle, ce dernier 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.

Activité 2 : Un nouveau modèle - 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 4), le modèle atomique, et de se l'approprier en le manipulant.
Durée	55 min
Matériel	<p>Pour l'ensemble de la classe :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire de la fiche 1 (carte compétence) au format A3. <p>Pour chaque groupe d'élèves :</p> <ul style="list-style-type: none">• deux pots de pâte à modeler (de couleur différente) ;• une feuille A3. <p>Pour chaque élève :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire des fiches 3 et 4 au format A4 ;• une classification périodique des éléments (fiche 6).
Message à emporter	
<p>La matière est constituée d'atomes. On retrouve les symboles chimiques de ces atomes dans un tableau appelé « classification périodique des éléments ».</p> <p>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.</p>	

Déroulé possible

Phase 1 : Introduction du modèle (20 min)

Avant d'introduire le modèle, le professeur fait passer aux élèves le questionnaire de la fiche 3. Il rassure les élèves en leur indiquant que ce QCM ne fera pas l'objet d'une notation. Il s'agit juste de faire le point sur leurs connaissances avant de démarrer le travail sur la notion d'atome.

L'enseignant présente de nouveau la carte compétence « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle ». Les élèves vont travailler avec des modèles, mais qu'ils ne doivent pas confondre les modèles utilisés pour tenter et le monde réel qu'ils représentent.

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 4, puis lit le document à haute voix.

Le tableau de la classification périodique des éléments (fiche 6) 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 de connaître le nombre de charges positives et négatives qui le constituent.

Notes pédagogiques :

- Si l'enseignant ne souhaite pas distribuer la fiche 6 fournie, il est important de ne pas fournir 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 (15 min)

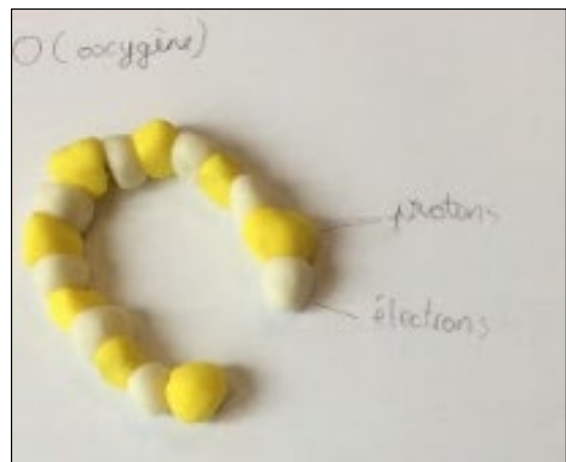
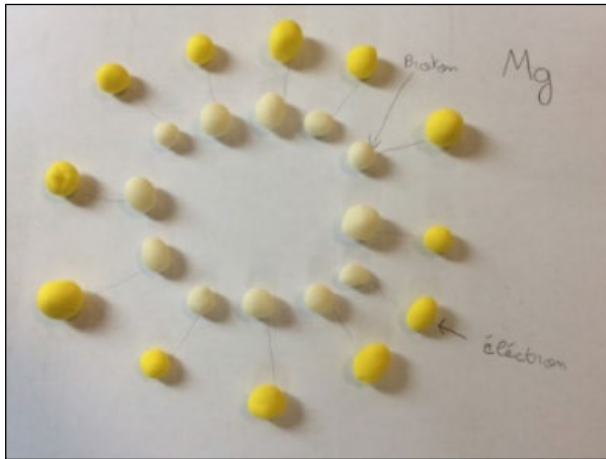
Le professeur demande aux élèves de représenter quelques atomes de la classification périodique à l'aide de pâte à modeler. Il leur précise que ce travail va se dérouler en groupe et que les élèves peuvent se référer à la consigne rédigée sur la fiche 4.

Le professeur distribue deux morceaux de pâte de couleur différente 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 :

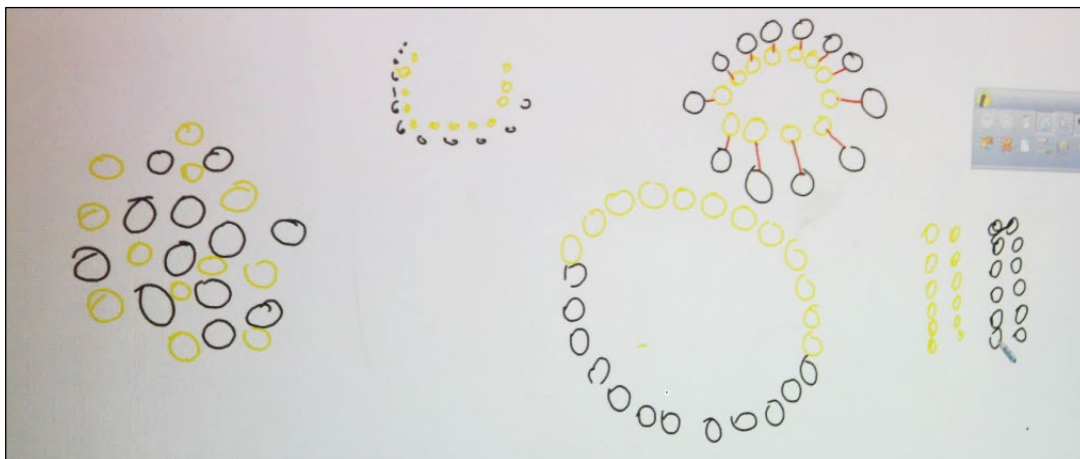
- Pour faciliter la mise en commun, il est pertinent de se mettre rapidement d'accord avec l'ensemble des élèves sur la couleur de la pâte à modeler utilisée pour représenter les protons et de celle utilisée pour représenter les électrons.
- Laisser les élèves positionner les billes de pâte comme ils 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 deux afin d'avoir autant de charges positives que 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 3^e
Classes de Murielle Treil et de Fatima Rahmoun, enseignantes à Paris.

Phase 3 : Mise en commun (10 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 Fatima 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 4. En effet, il faut que les représentations retenues soient 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 a exprimé cette idée en disant que le sel contenait 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, à la suite de 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. »

Activité 3 : Un nouveau modèle - 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 6). Un travail de modélisation à partir de pâte à modeler et de l'utilisation de la classification périodique (fiche 5) permet de découvrir le modèle de l'ion et de se l'approprier en le manipulant.
Durée	55 min
Matériel	<p>Pour l'ensemble de la classe :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire de la fiche 1 (carte compétence) au format A3. <p>Pour chaque groupe d'élèves :</p> <ul style="list-style-type: none">• deux pots de pâte à modeler (de couleur différente) ;• une feuille A3. <p>Pour chaque élève :</p> <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire de la fiche 5 au format A4 ;• une classification périodique des éléments (fiche 6).
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. Le nombre de protons reste le même que celui de l'élément de la classification correspondant.	

Déroulé possible

Phase 1 : Rappel 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 présente de nouveau la carte compétence « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle ». Les élèves vont travailler avec des modèles, mais qu'ils ne doivent pas confondre les modèles utilisés pour tenter et le monde réel qu'ils représentent.

L'enseignant distribue ensuite la fiche 5, qui décrit le modèle de l'ion en faisant apparaître un point commun entre ion et atome, le numéro atomique. Il lit le document à haute voix et demande aux élèves de reprendre la classification périodique des éléments (fiche 6) qui a été consignée dans leur cahier de laboratoire.

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

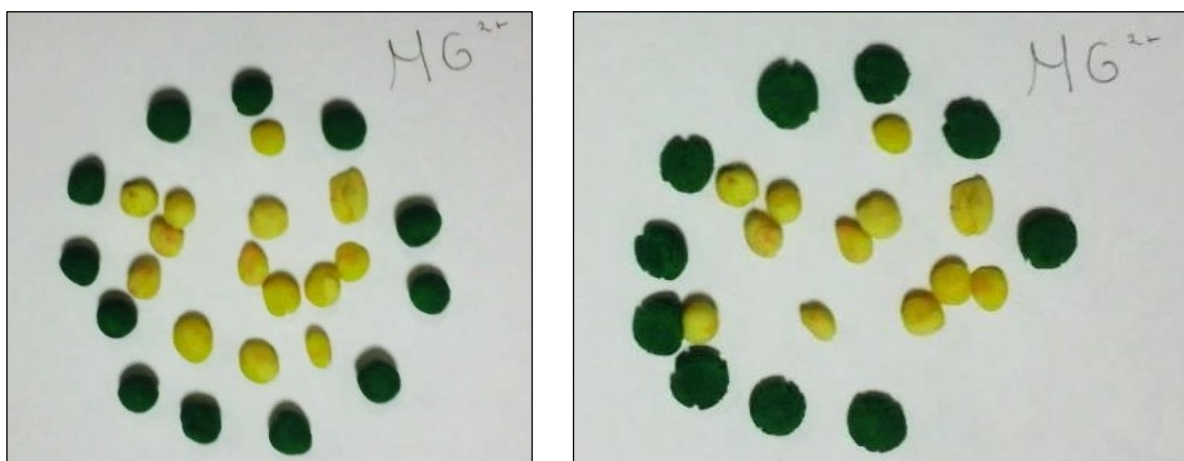
Le professeur demande aux élèves de représenter quelques ions à l'aide de pâte à modeler. Il leur précise que ce travail va se dérouler en groupe et que les élèves peuvent se référer à la consigne rédigée sur la fiche 5. L'enseignant distribue deux morceaux de pâte à modeler de couleur différente à chacun 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.



À gauche : le groupe d'élèves est parti de la représentation de l'atome de magnésium et ajoute deux protons (pâte à modeler jaune) pour créer le modèle de l'ion magnésium. Un échange avec l'enseignante a permis au groupe de se rendre compte que la représentation obtenue correspond en fait à l'élément silicium.

À droite : le groupe maintient le nombre de protons et retire deux électrons (pâte à modeler verte).
Classe de 3^e 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 d'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.

Note pédagogique :

- 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.

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, à la suite de 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. »

Activité 4 : Retour sur le phénomène étudié

Résumé	
Discipline	Physique-chimie
Déroulé et modalités	Les élèves doivent donner une explication au phénomène étudié.
Durée	35 min
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : <ul style="list-style-type: none">• un exemplaire de la fiche 1 (carte compétence) au format A3.
Message à emporter	
<p>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.</p>	

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. »
- « Il y a une réaction chimique entre l'eau et le sel. L'eau et le sel sont des atomes. Lorsqu'on les mélange, cela devient des ions. »

Phase 2 : Explication du phénomène réel (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, de l'eau et du saccharose.

L'enseignant présente de nouveau la carte compétence « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle ». Les élèves ont travaillé avec des modèles, mais qu'ils ne doivent pas confondre les modèles utilisés pour tenter et le monde réel qu'ils représentent.

Conclusion : Histoire des modèles de l'atome (10 min)

L'enseignant conclut cette séquence en présentant une frise chronologique qui retrace l'histoire des modèles de l'atome (à retrouver sur la page de la séquence). Il explicite que chaque nouveau modèle proposé dans l'histoire des sciences s'appuie sur le précédent, et que le scientifique qui l'a proposé a eu besoin de le concevoir, car il a observé au moins un phénomène réel qui ne pouvait être expliqué par les modèles précédents. Il rappelle aux élèves qu'ils ont été dans la même position lorsqu'ils ont touché aux limites du modèle particulaire, et qu'il a été nécessaire de découvrir un nouveau modèle pour expliquer la conduction des solutions aqueuses.

La frise de la séquence a été travaillée pour éviter de renforcer des idées préconçues fausses sur l'histoire des sciences. Pour approfondir la problématique de l'utilisation des frises chronologiques en histoire des sciences, n'hésitez pas à consulter les étapes de « mise en situation » et d'« éclairage historique » du tutoriel « Atomes à modeler », à retrouver ici : <https://fondation-lamap.org/tutoriel/atomes-a-modeler>.

Consolidation et entraînement (30 min)

En amont/préparation

Pour l'ensemble de la classe, préparer une vingtaine de pots contenant des billes de pâte à modeler de deux couleurs, représentant des atomes et des ions différents.

Exercice d'entraînement (20 min)

Un échange entre les élèves et le professeur sur ce qui a été vu dans les précédentes séances permet un rappel des notions abordées et des erreurs à éviter pour représenter les modèles d'atomes ou d'ions.

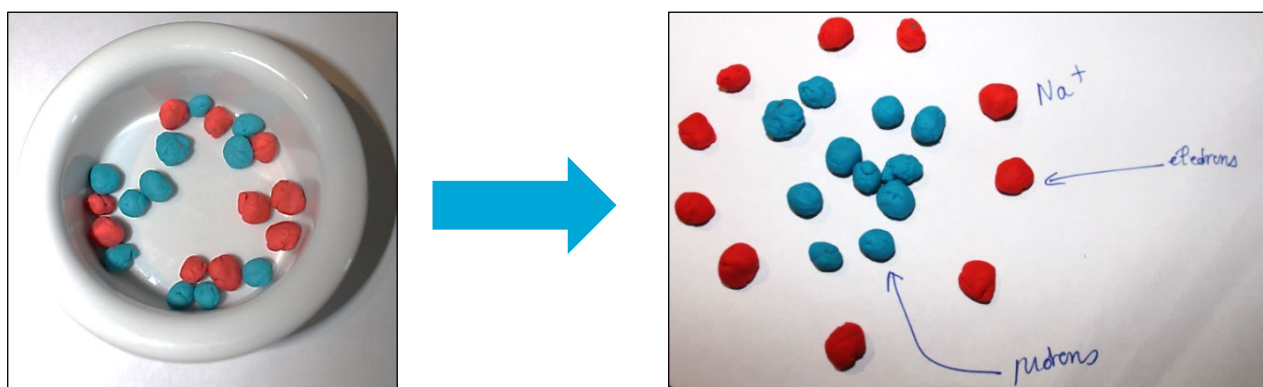
L'enseignant propose à la classe d'identifier l'ion ou l'atome représenté dans les boîtes qu'il leur fournit. Il donne le code couleur correspondant à la représentation des protons et des électrons.

Le professeur distribue aux groupes de quatre 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 :



Classe de 3^e de Murielle Treil.

Correction collective (10 min)

Au bout de 20 minutes, 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 surmonté de la charge excédentaire (positive si les protons sont en excès, négative si les électrons sont en excès).

Prolongement possible :

- 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.

Évaluation (30 min)

L'enseignant fait passer de nouveau le questionnaire de connaissances (voir fiche 3). Puis les élèves travaillent en binôme sur la fiche 7.

Fiche 1 : Carte compétence « Reconnaître un protocole faisant appel à un modèle »



**RECONNAÎTRE UN
PROTOCOLE FAISANT
APPEL À UN MODÈLE**

Je reconnais un
protocole d'observa-
tion ou expérimental
faisant appel à une
modélisation.

LA COLLECTE DE DONNÉES
VIA LA MODÉLISATION



Fiche 2 : 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 ^e de diazote et 1/5 ^e de dioxygène)		
Solution d'eau sucrée		
Solution d'eau salée		

Fiche 3 : QCM

Question 1 : Entourer le numéro des phrases qui sont vraies, parmi les propositions suivantes.

- a. La matière est composée d'atomes que l'on peut observer avec un microscope très performant.
- b. La matière est composée d'atomes que l'on ne peut pas observer avec un microscope très performant.
- c. La matière est composée d'atomes qui sont des unités incassables.
- d. La matière est composée d'atomes qui sont des unités composées de particules plus petites.

Question 2 : Entourer le numéro de la proposition juste.

L'atome est :

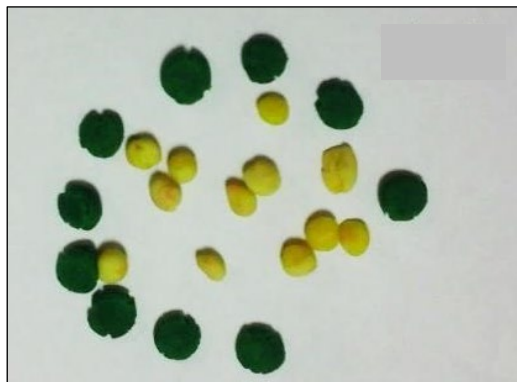
- a. composé d'autant de protons que d'électrons.
- b. composé de moins de protons que d'électrons.
- c. composé de plus de protons que d'électrons.

Question 3 : Entourer le numéro de la proposition juste.

Les électrons sont des particules :

- a. positives qui se trouvent au centre du noyau de l'atome.
- b. positives qui tournent autour du noyau.
- c. négatives qui se trouvent au centre du noyau de l'atome.
- d. négatives qui tournent autour du noyau.

Question 4 : Entourer le numéro de la proposition juste.



Dans le modèle ci-dessous, les boules jaunes correspondent aux protons et les boules vertes aux électrons. En s'aidant de la classification périodique des éléments, est-ce qu'il s'agit :

- a. de l'atome de magnésium Mg ?
- b. de l'ion magnésium Mg^{2+} ?
- c. de l'atome de néon Ne ?
- d. de l'ion néon Ne^{2-} ?

Fiche 4 : 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 5 : 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.

Fiche 7 : Fiche d'évaluation

ÉVALUATION DE LA COMPÉTENCE

DATE :

NOM DES ÉLÈVES :



NOTEZ L'INTITULÉ DE LA COMPÉTENCE UTILISÉE

DONNEZ UN EXEMPLE DE L'UTILISATION DE LA COMPÉTENCE AU COURS DE L'ACTIVITÉ

INDIQUEZ VOTRE RESENTI LORS DE L'UTILISATION DE LA COMPÉTENCE



NOTEZ UNE AUTRE SITUATION DANS LAQUELLE VOUS AVEZ DÉJÀ UTILISÉ LA COMPÉTENCE
OU UNE SITUATION OÙ VOUS POURRIEZ RÉUTILISER LA COMPÉTENCE

Coordination

Fatima RAHMOUN pour la Fondation *La main à la pâte*

Contributeurices

Fatima RAHMOUN, Murielle TREIL

Remerciements

Antoine ÉLOI, Odile LEBŒUF, Elena PASQUINELLI, Frédéric PÉREZ, Roseline PRIMOUT

Crédits

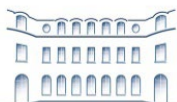
Photographies des chercheurs du CEA : Élodie MAÎTRE pour la Fondation *La main à la pâte*

Photographies des travaux d'élèves : Roseline PRIMOUT, Fatima RAHMOUN et Murielle TREIL pour la Fondation *La main à la pâte*

Tableau périodique des éléments (Sanjay7373 CC-BY-SA-4.0)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table,_not_highlighted.svg

Cette ressource a été produite avec le soutien de la Fondation de la Maison de la Chimie



Fondation de la Maison de la Chimie

En partenariat avec Mediachimie



Date de publication

Février 2024 (seconde édition)

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'utilisation commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

