



« *HISTOIRE ...D'EAU* »

Nancy HECQ

Promoteurs : P.DUPONT et M. DRAMAIX

Institut d'Administration scolaire

Centre de Didactique des Sciences

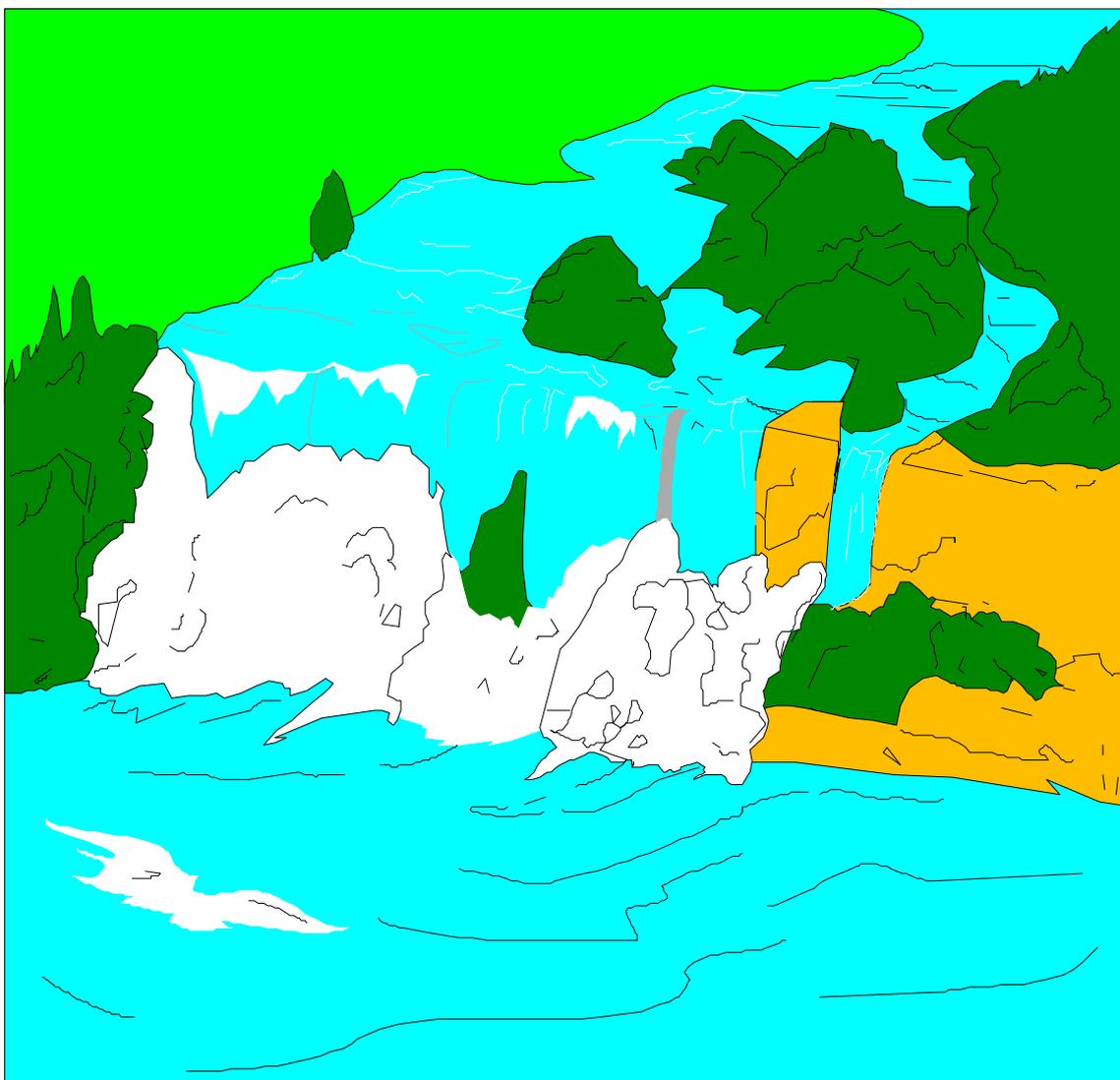
Université de Mons - Hainaut

Nous remercions les professeurs suivants qui ont collaboré à cette recherche :

- **D.Chantraine (Institut Provincial de l'enseignement de Nursing – Mons)**
- **Aurore Dhondt (Institut Saint - Joseph de Saint - Ghislain)**

L'équipe de recherche remercie vivement Claude Marco (Université de Mons – Hainaut) et Xavier Tercelin de Joigny (Haute Ecole de la Communauté française du Hainaut – Mons) pour les judicieux conseils qu'ils ont apportés lors de l'élaboration de ce dossier.

“Histoire ... d'eau”



Dossier professeur

“Histoire ... d'eau”



I. Public cible – Objectifs – Compétences valorisées 3



II. L'énigme ... 6



III. ... Et d'autres questions. 9



IV. Synthèse générale 25



V. Lexique 26



VI. Annexe 27



VII. Bibliographie 28



I. Public cible – Objectifs – Compétences valorisées

• **Public cible**

Second degré de l'enseignement secondaire

• **Prérequis**

- ✓ Monter un circuit électrique simple sur base d'un schéma
- ✓ Notion d'indicateurs acide/base

• **Approches pédagogiques**

- ✓ Question tirée d'un sketch bien connu : "La ligue anti-alcoolique" de Bourvil.
- ✓ Enigmes sous forme de questions.

• **Objectifs**

Faire découvrir que :

- ✓ l'eau contient des sels métalliques dissous;
- ✓ la présence de sels dissous permet la conduction du courant électrique et à partir de là, en arriver à la notion d'ions;
- ✓ l'eau gazeuse est une solution acide;
- ✓ certains matériaux de notre environnement se modifient au contact de l'eau et d'autres pas.

• Compétences valorisées

Toutes les activités proposées dans ce dossier s'articulent sur un ancrage expérimental et puisent autant que possible leur motivation dans des situations de la vie courante.

En ce qui concerne le savoir-faire d'acquisition des notions, nous avons veillé à respecter la démarche OHERIC :

- ✓ **O : Observer, rencontrer, appréhender une réalité complexe ou non**
 - Décrire, schématiser un dispositif expérimental.
 - Faire émerger une énigme à résoudre sous forme de questions pertinentes sur le plan scientifique en rapport avec le contexte.
- ✓ **H : Emettre des hypothèses**
 - Dégager des pistes de recherche dans le cadre de l'énigme et les confronter afin de déterminer celles à retenir dans le but de planifier le travail de recherche.
- ✓ **E : Préparer une expérience**
 - Imaginer des dispositifs expérimentaux simples et prendre des initiatives.
 - Respecter les conditions de sécurité.
 - Lire et appliquer une procédure expérimentale simple.
 - Schématiser une situation expérimentale par un croquis.
 - Construire un dispositif expérimental simple.
 - Recueillir des informations par des observations qualitatives.
 - Repérer et noter des informations issues d'une photographie, d'un schéma,...
- ✓ **R : Traiter des résultats**
 - Rassembler et organiser les informations sous une forme qui favorise la compréhension en comparant, triant, classant celles-ci.
- ✓ **I : Interprétation des résultats**
 - Proposer une solution à l'énigme.
 - Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés expérimentalement.
- ✓ **C : Conclusion**
 - Elaborer une synthèse.

Les savoirs rencontrés dans ce dossier sont :

- ✓ **Maîtrise du vocabulaire** : solution, solution aqueuse, solution saturée, soluté, solvant, ion, oxyde acide, oxyde basique, matériau inerte.
- ✓ **Connaissances des propriétés des solutions étudiées** :
 - Conductivité électrique des solutions aqueuses (existence d'ions).
 - Saturation en sel d'une solution aqueuse
 - Coloration des solutions, colorées par un indicateur acido-basique.
 - Inertie de certains matériaux face à l'eau.
- ✓ **Connaissances des représentations et conventions** :
 - Modèles moléculaires de l'état solide et liquide.
 - Modèle moléculaire d'un composé ionique.

L'utilisation de ces notions se situe au niveau des QUIZZ et des MATIERE A REFLEXION (voir dossier), où les connaissances acquises (explication de phénomène, résolution d'une nouvelle énigme) sont réinvesties dans d'autres situations proches des situations initiales en offrant une vue d'ensemble sur la notion étudiée.

Un prolongement de ces notions est possible :

- ✓ **Au troisième degré de l'enseignement secondaire** :
 - Propriétés dissolvantes de l'eau : dissolution de substances ioniques et moléculaires.
 - Réactions acido-basiques
 - Réactions d'oxydo-réduction (pollution atmosphérique)
 - Réactions de précipitation et complexation (solubilité).



II. L'énigme ...

“Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

En tant que déguélé, heu en tant que délégué de la ...de la ligue anti-alcoolique, je voudrais vous parler de ... de l'eau minérale, de l'eau ferrugineuse. L'eau fer... **l'eau ferrugineuse, comme son nom l'indique, contient du fer** ... Et le dire, c'est bien, mais le faire, c'est mieux !

L'alcool non, mais l'eau ferru..., l'eau ferrugineuse oui. Et je suis fer, heu ... heu, et je suis fier, de faire à cheval ... sur le principe une conférence contre Hoc, contre l'alcool.

L'alcool non, mais l'eau ferru, l'eau ferru, l'eau ferrugineuse oui. Et **pourquoi y a-t-il du fer dans l'alcool ? Euh, dans l'eau ferrugineuse, hum ?**
....”



Connais-tu l'introduction de ce sketch ? Qui l'a écrit ?

Bourvil

Ce petit texte pose une question : "Qu'est-ce qu'une eau ferrugineuse ?"

Une eau qui contient du "fer".

Pour confirmer ta proposition, analysons l'étiquette d'eau minérale Wattwiller :



Sels minéraux	concentrations		Oligo-éléments	concentrations	
	mg/l	mEq/l		mg/l	mEq/l
Sulfate	678	14.115	Fluorure	2,00	0,105
Calcium	288	14.340	Manganèse	0,150	0,005
Bicarbonate	142	2.330	Zinc	0,113	0,003
Magnésium	20,1	1,653	Lithium	0,040	0,005
Chlorure	3,9	0,109	Fer	0,023	0,001
Sodium	3	0,150			
Potassium	1,4	0,036			
Nitrate	<0,1				
Nitrite	<0,01				
Ammonium	<0,01				

Une eau minérale peut donc bien contenir du "fer" mais aussi d'autres "métaux" comme le "magnésium" ou le "zinc".

Lorsqu'on regarde de l'eau minérale, pouvons-nous nous en rendre compte à l'œil nu ?

Non

Pourquoi ? Où se trouve le fer, le magnésium ou le zinc ?

Voici les propositions reçues lors de nos essais :

- *Les particules sont invisibles à l'œil nu*
- *Les particules sont dissoutes*
- *?*

Si l'on prend un tube à essai rempli à moitié d'eau déminéralisée (càd une eau dont on a "retiré" les minéraux) et que l'on veut en faire une eau ferrugineuse, comment doit-on procéder?

- *Mélanger de la fine poudre de fer (par exemple) à de l'eau déminéralisée et observer.*
- *Mélanger un sel métallique comme du sulfate de fer à de l'eau déminéralisée.*

Expérimente tes propositions et observe.

Note tes observations :

- *La poudre de fer ne se dissout pas, elle tombe au fond du récipient.*
- *Le sulfate de fer se dissout dans l'eau déminéralisée.*

Ces expériences marchent-elles aussi avec un autre métal comme le zinc ? Recommence celles-ci avec de la poudre de zinc et le sel métallique correspondant : le sulfate de zinc.

Note tes observations :

Les observations sont identiques : la poudre de zinc ne se dissout pas, par contre le sel métallique, oui.



Conclusion :

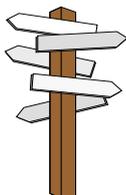
Le mélange homogène obtenu après dissolution du sel métallique est une solution aqueuse.
L'eau est un solvant.
Le sel métallique est un soluté.
Une eau minérale ne contient pas de métaux mais des sels métalliques dissous.

Pour en revenir à l'eau ferrugineuse ...

Une eau minérale est donc une eau qui contient des minéraux dissous par le ruissellement de l'eau sur des roches minérales.

Les minéraux les plus importants pour notre santé, sont le **calcium** (indispensable à la bonne minéralisation des os) et le **magnésium** (intervient dans la réduction de la pression artérielle et diminue le risque d'accident d'infarctus du myocarde).

Mais on y retrouve aussi du **sodium**, à éviter si on suit un régime pauvre en sel; du **fluor**, bon pour nos dents;



III. ... Et d'autres questions ... !



Les sels métalliques sont-ils toujours dans la solution ?

Pour répondre à la question, réalisons l'expérience inverse : essayons de séparer l'eau et le sel métallique.

Par quel procédé peut-on y arriver ?

Par le phénomène d'évaporation de l'eau

Mode opératoire :

Reprendre le tube à essai dans lequel se trouve la solution aqueuse de sulfate de zinc, verser son contenu dans un petit berlin et chauffer jusqu'à évaporation complète de l'eau.

Note tes observations :

L'eau s'est vaporisée, le sel s'est déposé sur la paroi du berlin.



Conclusion :

Une substance dissoute peut être récupérée par évaporation.
Elle forme avec l'eau un mélange homogène.



Peut-on dissoudre un sel métallique indéfiniment ?

Prenons l'exemple d'un autre sel métallique bien connu : le chlorure de sodium, appelé plus communément sel de cuisine.

Mode opératoire :

Dans un tube à essai contenant environ 10 ml d'eau déminéralisée, ajoute environ 2 g de chlorure de sodium. Mélange et observe. Puis rajoute des quantités d'environ 1 g, mélange et observe.

Note tes observations :

A partir d'une certaine quantité (3 g dans 10 ml d'eau à 20°C), le sel ne se dissout plus dans l'eau, il se dépose au fond du tube à essai.



Conclusion :

Dans un volume donné d'eau, on ne peut dissoudre qu'une certaine masse de sel : on dit que la solution est saturée.



La masse d'une substance se conserve-t-elle lors d'une dissolution ?

Quelle expérience pourrais-tu réaliser pour vérifier si la masse se conserve pendant la dissolution ?

Peser l'ensemble des réactifs et l'ensemble des produits formés, et voir s'il y a conservation de la masse.

Mode opératoire :

Pèse séparément 50 g d'eau déminéralisée (m_1), 4 g de chlorure de sodium (m_2) et un erlenmeyer avec son bouchon (m_3).

Mélange dans l'erlenmeyer l'eau déminéralisée et le chlorure de sodium, bouche l'erlenmeyer et agite jusqu'à dissolution complète puis pèse le tout (m_4).

Note tes observations :

$$m_4 = m_1 + m_2 + m_3$$



Conclusion :

Lors d'une dissolution, la masse se conserve.



Une solution aqueuse est-elle conductrice d'électricité ?

Nous allons comparer la conductivité électrique de solutions aqueuses (obtenues par dissolution d'un sel métallique) avec une solution témoin : de l'eau déminéralisée. De cette façon, nous pourrions déterminer si la présence de sel métallique dissous influence la conductivité électrique.

Prépare les solutions aqueuses suivantes : solution de chlorure de sodium, solution de sulfate de fer et solution de sulfate de zinc, en dissolvant 4 g de chacun de ces sels dans 50 ml d'eau déminéralisée.

Puis réalise le montage décrit ci-dessous. *Cette manipulation est illustrée par des photos dans le dossier intitulé : "De la vinaigrette aux produits d'entretien : la chimie au goût mordant!"*.

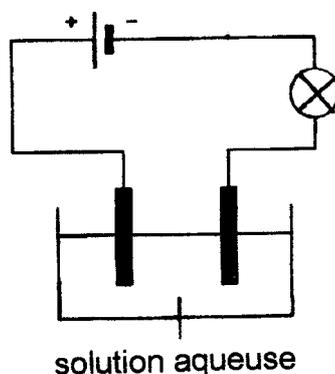
Description du matériel utilisé :

- Une source de tension : une pile de 4,5 V
- Une ampoule de 3,5 V - 0,2 A
- 3 fils de connexion
- 2 électrodes en carbone graphite maintenues par un bouchon en liège
- un berlin avec la solution à tester

Réalisation du montage :

Plonge les 2 électrodes en carbone graphite dans la solution à tester. Relie la première à la borne positive de la source de tension et la seconde électrode à l'ampoule qui sera elle-même reliée à la borne négative de la source de tension. Observe.

Remarque : Il faut éviter de laisser le circuit fermé pendant une durée trop longue.



Note tes observations dans le tableau ci-dessous :



Solution testée	Observations
Eau déminéralisée	<i>Ampoule éteinte</i>
Solution de chlorure de sodium	<i>Ampoule allumée</i>
Solution de sulfate de fer	<i>Ampoule allumée</i>
Solution de sulfate de zinc	<i>Ampoule allumée</i>



Conclusion :

La présence de sel métallique dissous dans de l'eau permet la conduction du courant électrique.



**Le sucre cristallisé ressemble
fortement au sel de cuisine, mais a-t-il
les mêmes propriétés chimiques ?**

Pour répondre aux questions suivantes, réalise des expériences similaires à celles réalisées pour le chlorure de sodium.

Le sucre se dissout-il dans l'eau ? (voir page 6)

Oui

Le sucre se dissout-il indéfiniment dans l'eau ? (voir page 8)

Non, à partir d'une certaine quantité (20 g dans 100 ml d'eau à 10°C), on obtient une solution aqueuse sucrée saturée.

Une solution sucrée conduit-elle l'électricité ? (voir page 10)

Non, l'ampoule ne s'allume pas.

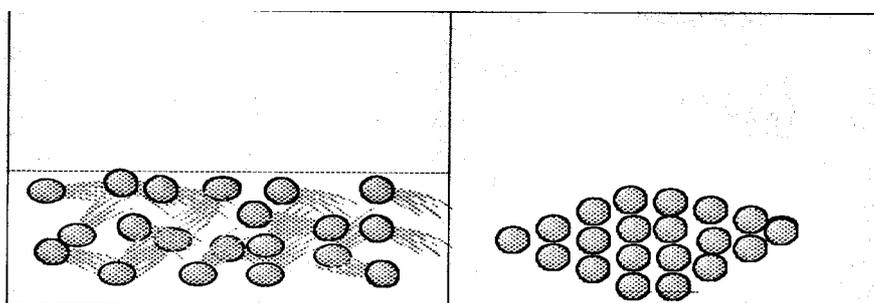


Interprétation :

Le sel et le sucre n'ont donc pas les mêmes propriétés chimiques puisque l'un conduit le courant électrique et l'autre pas.

Comment cela est-il possible ?

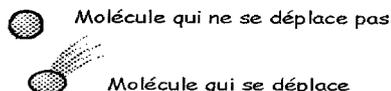
Modélisons les 2 situations en utilisant les modèles moléculaires suivants :



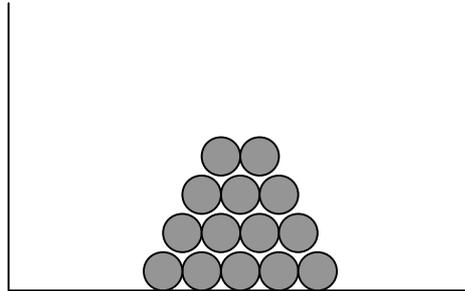
Etat liquide

Etat solide

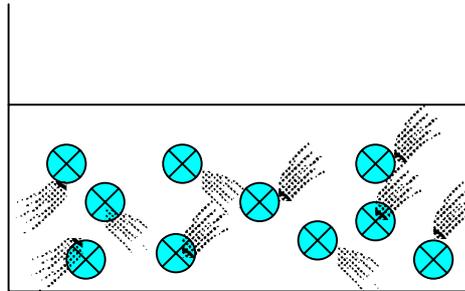
Légende



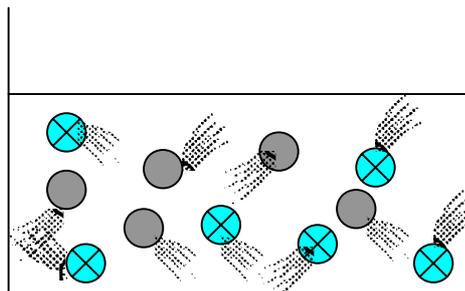
Modélise le sucre solide :



Modélise l'eau "pure" :



Et maintenant, modélise l'eau sucrée :



Faisons de même pour le sel. Mais vu que la solution salée conduit le courant électrique, nous proposerons un modèle moléculaire qui permet d'expliquer cette propriété.

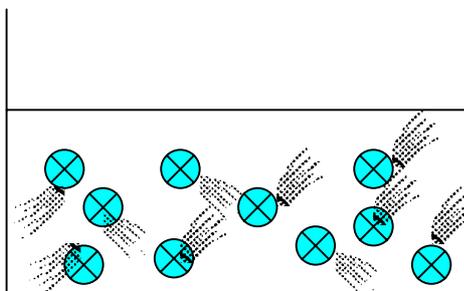
Si la solution conduit le courant électrique, c'est parce qu'elle contient des particules qui assurent le passage du courant électrique. Ces particules sont porteuses de charges électriques, les unes positives et les autres négatives. Ces particules sont appelées **ions**.

Modélise le sel solide :

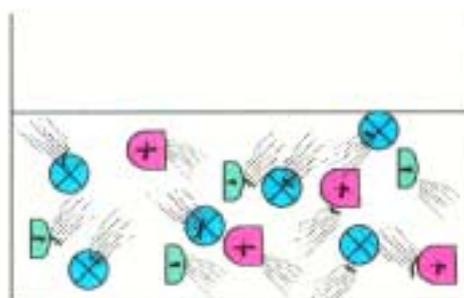


Le sel solide est composé d'ions de signe contraire. Ces ions occupent des positions bien précises. L'ensemble étant neutre, il faut que chaque ion positif soit accompagné d'un ion négatif.

Modélise l'eau "pure" :



Et maintenant, modélise l'eau salée :



Lors de la dissolution du sel dans l'eau, les ions positifs et négatifs se séparent et sont libres de se mouvoir. Ils assurent ainsi le passage du courant électrique.



Nous nous sommes intéressé à l'eau minérale Wattwiller, regardons maintenant de plus près une eau de chez nous : l'eau de Spa

Qu'est-ce qui différencie l'eau de Spa Reine et l'eau de Spa Barisart ?
L'une est plate et l'autre est pétillante.

A quoi est due cette différence ?

Dans l'eau pétillante, il y a du gaz dissous, du dioxyde de carbone.

Si l'élève ne connaît pas la nature du gaz dissous, voir annexe 1.

L'eau, qu'elle soit minérale ou minérale gazeuse, est donc une solution aqueuse. Elle contient des sels minéraux, des gaz, ... dissous.

Mais est-ce une solution aqueuse acide ou basique ? *(en référence au dossier intitulé : "De la vinaigrette aux produits d'entretien : la chimie au goût mordant!").*

Pour répondre à la question, il existe des indicateurs colorés acide/base qui, selon la coloration qu'ils prennent en solution, permettent de détecter si celle-ci est acide ou basique.

Il existe différents indicateurs, notamment le jus de chou rouge. Mais pour ce travail, utilisons un indicateur coloré plus approprié : la **teinture de tournesol**.

Afin de déterminer la coloration que prendra l'indicateur en solution acide, basique et neutre, utilisons des solutions témoins :

Solutions témoins	Type d'acidité
Esprit de sel	Acide
Soude caustique	Basique
Eau déminéralisée	Neutre

Prends 3 tubes à essai numérotés de 1 à 3. Dans le tube n°1, verse un peu de solution d'esprit de sel ; dans le tube n°2, verse un peu de solution de soude caustique et dans le tube n°3, verse un peu d'eau déminéralisée. Puis, dans chacun des tubes, ajoute 2 gouttes de teinture de tournesol et observe.

Note ici tes observations :



Solutions témoins	Type d'acidité	Couleur observée
Esprit de sel	Acide	<i>Rouge</i>
Soude caustique	Basique	<i>Bleue</i>
Eau déminéralisée	Neutre	<i>Violette</i>

Maintenant déterminons si l'eau pétillante est acide ou basique :

Voici tout le matériel dont nous aurons besoin :



- ✓ 2 erlenmeyers (50 ml) numérotés de 1 à 3
- ✓ de la teinture de tournesol (quelques gouttes)
- ✓ une bouteille d'eau minérale Spa Reine
- ✓ une bouteille d'eau minérale gazeuse Spa Barisart
- ✓ de l'eau déminéralisée
- ✓ des allumettes
- ✓ un bec bunsen
- ✓ un trépied muni d'une toile métallique

Mode opératoire :

- Ouvre la bouteille d'eau minérale et verse 30 ml de cet eau dans l'erlenmeyer n°1. Verse quelques gouttes de teinture de tournesol. Agite et observe.
- Ouvre la bouteille d'eau pétillante et verse 30 ml de cet eau dans l'erlenmeyer n°2. Verse quelques gouttes de teinture de tournesol. Agite et observe.

Résume tes observations dans le tableau ci-dessous et essaie de tirer une conclusion.



Type d'eau	Observations
Eau minérale	<i>Couleur violette</i>
Eau pétillante	<i>Couleur rouge violacé</i>
Eau déminéralisée (voir tableau ci-dessus)	<i>Couleur violette</i>



Conclusion :

L'eau pétillante est une solution acide, l'eau minérale et l'eau déminéralisée sont des solutions neutres.



Interprétation des résultats :

En te basant sur tes résultats, essaie d'interpréter ceux-ci :

La différence entre l'eau minérale et l'eau déminéralisée : présence ou absence de sels minéraux, or ces deux eaux présentent approximativement la même neutralité.

La différence entre l'eau minérale et l'eau gazeuse : présence ou absence de dioxyde de carbone dissous, or l'eau gazeuse présente une certaine acidité.

Est-ce la présence de sels minéraux ou la présence de dioxyde de carbone dissous qui rend l'eau gazeuse acide ?

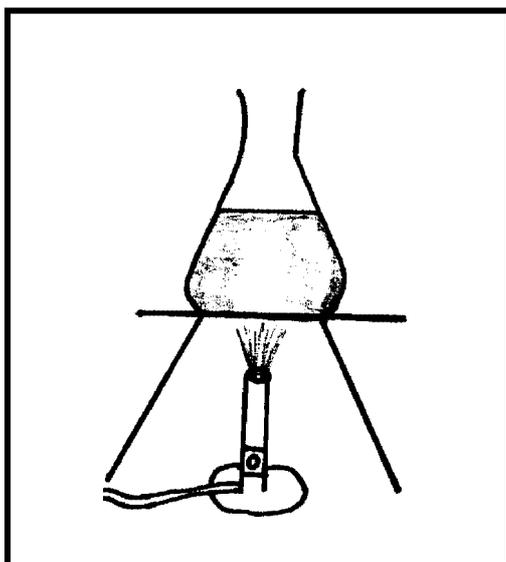
La présence de dioxyde de carbone.

Pour vérifier ta suggestion, quelle expérience pourrais-tu réaliser ?

Il faudrait laisser s'échapper le dioxyde de carbone soit en laissant la bouteille ouverte, soit en chauffant l'eau gazeuse. Et après quelques heures, tester avec l'indicateur. La deuxième possibilité étant la plus rapide.

Vérifions ta réponse par cette petite expérience :

Mode opératoire :



Dispose l'erlenmeyer n°2 sur le trépied (muni d'une toile métallique) situé au-dessus d'un bec bunsen.

Pendant que l'eau chauffe (et ce jusqu'à ébullition), observe.

Note tes observations :

La solution aqueuse initialement de couleur rouge, change de coloration et prend la couleur violette, couleur caractéristique d'une solution neutre.



Conclusion :

La dissolution de dioxyde de carbone dans de l'eau rend la solution aqueuse ainsi obtenue acide.



QUIZZ

Au terme de ces expériences, tu es capable d'expliquer pourquoi le dioxyde de carbone fait partie de la famille des **oxydes acides**.

Un oxyde qui forme une solution acide en réagissant avec l'eau est appelé oxyde acide. C'est le cas des oxydes de non-métaux (CO_2 , SO_2 , N_2O_3 ...).

Dans le cas du dioxyde de carbone, la réaction chimique s'écrit :

dioxyde de carbone + eau → acide carbonique



Généralisons :

Oxyde acide + eau → solution acide



Matière à réflexion

Est-il anormal que l'eau de pluie soit acide ? Qu'entend-on alors par "pluie acide" ?

Explique ta réponse.

L'eau de pluie dans une région non polluée par les oxydes de soufre et les oxydes d'azote est acide par la dissolution du gaz carbonique présent dans l'atmosphère. Celui-ci provient de toutes les combustions réalisées par l'homme. Bien entendu, les gaz rejetés par les pots d'échappement des voitures et ceux rejetés par les industries accentuent l'acidité de ces pluies. On passe alors d'un pH de 5,6 à un pH de 4,2.



Et les oxydes basiques, existent-ils ?

Sans t'en rendre compte, tu as déjà réalisé une solution aqueuse basique à partir d'un oxyde, t'en souviens-tu ?

Indice : Il s'agit de la solution réalisée pour identifier le dioxyde de carbone.
L'eau de chaux

Pour vérifier cette propriété, teste cette solution avec l'indicateur coloré, la teinture de tournesol.

Note tes observations :

En présence de teinture de tournesol, l'eau de chaux prend la coloration bleue, caractéristique d'une solution aqueuse basique.

Quelles substances a-t-on utilisées pour préparer l'eau de chaux ?

De l'eau et de l'oxyde de calcium (la chaux)



Conclusion :

La "mise en présence" de l'oxyde de calcium avec l'eau donne une solution aqueuse basique.



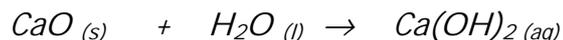
QUIZZ

Au terme de ces expériences, tu es capable d'expliquer pourquoi l'oxyde de calcium fait partie de la famille des **oxydes basiques**.

Un oxyde qui forme une solution basique en réagissant avec l'eau est appelé oxyde basique. C'est le cas des oxydes de métaux alcalins et alcalino-terreux.

Dans le cas de l'oxyde de calcium, la réaction chimique s'écrit :

oxyde de calcium + eau → hydroxyde de calcium

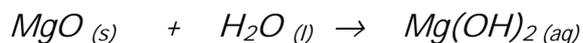


Généralisons :



Si l'on réalise la dissolution de la poudre de magnésie, la poudre blanche que l'on frotte dans ses mains pour faciliter les exercices physiques à la barre et qu'on la met en présence de quelques gouttes de teinture de tournesol, on peut observer que la solution devient bleue. Interprète ces résultats.

Selon la définition d'un oxyde basique et selon la propriété de la teinture de tournesol, la solution obtenue par la "mise en présence" de magnésie avec l'eau est une solution basique. On peut donc en déduire que la magnésie est un oxyde basique. Par étymologie, on peut supposer que la magnésie est de l'oxyde de magnésium. Dès lors, on peut écrire :

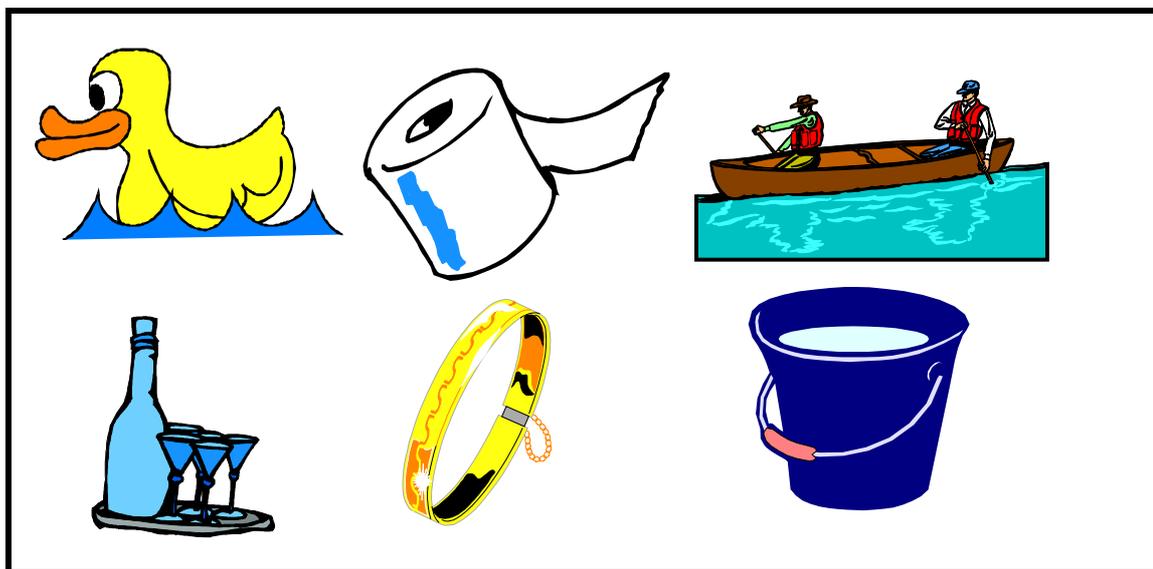




Pouvons-nous imaginer ne trouver dans notre environnement que des matériaux qui se modifient au contact de l'eau ?

As-tu une idée de la réponse ? Indice : tu en côtoies certains chaque jour.

Pour t'aider à les retrouver, voici quelques dessins qui pourront te mettre sur la bonne voie :



Note ici ta réponse :

Non, le bois, le papier, les matières plastiques, le verre, certains métaux, ... ne se modifient pas au contact de l'eau (humidité de l'air, pluie, ...).



Conclusion :

*Ces matériaux ne réagissent pas avec l'eau, ils sont dits **inertes** vis-à-vis de l'eau.*



IV. Synthèse générale



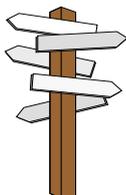
Il existe 3 types de substances :

- ✓ Celles qui se dissolvent dans l'eau (sels, sucre, ...)
- ✓ Celles qui réagissent chimiquement avec l'eau (oxydes, ...)
- ✓ Celles qui sont inertes vis-à-vis de l'eau (verres, matières plastiques, ...)



V. Lexique

- ✓ **Ion** : particule chargée d'électricité. Il existe des ions chargés positivement et d'autres négativement. Dans un sel solide, les ions positifs sont associés aux ions négatifs; l'assemblage forme un sel neutre. Dans un sel dissous dans l'eau, tous les ions sont libres.
- ✓ **Oxyde acide** : oxyde qui forme une solution acide en réagissant avec l'eau.
- ✓ **Oxyde basique** : oxyde qui forme une solution basique en réagissant avec l'eau.
- ✓ **Soluté** : substance qui se dissout dans une autre substance liquide.
- ✓ **Solution** : mélange homogène constitué d'un solvant liquide qui dissout une substance appelée soluté.
- ✓ **Solution aqueuse** : solution dont le solvant est l'eau.
- ✓ **Solution saturée** : une solution saturée en un soluté est une solution dans laquelle on ne peut plus dissoudre de ce soluté dans le solvant.
- ✓ **Solvant** : substance liquide qui a le pouvoir de dissoudre d'autres substances solides, liquides ou gazeuses.



VI. Annexe

1. Comment préparer de l'eau de chaux ?

Usage : L'eau de chaux est utilisée pour détecter la présence de dioxyde de carbone. L'eau de chaux se trouble en présence de dioxyde de carbone.

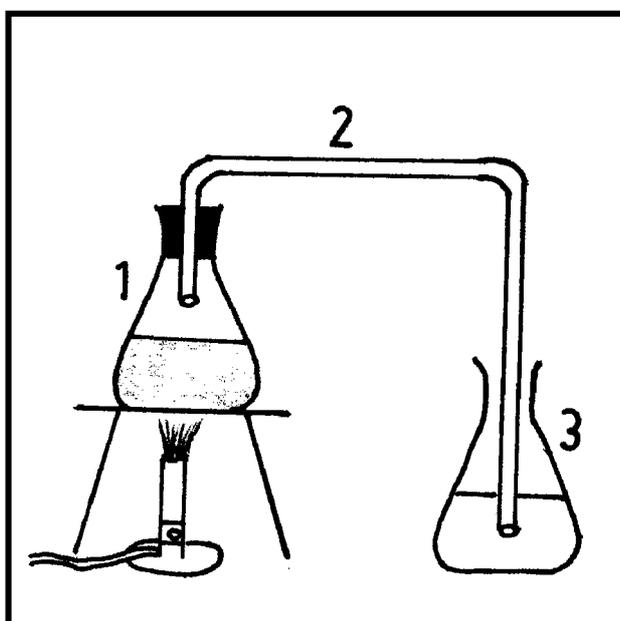
C'est le carbonate de calcium formé insoluble qui explique le trouble blanc.

Préparation : Mélanger vigoureusement 5 g d'oxyde de calcium et 100 ml d'eau distillée. Laisser reposer quelques heures. Filtrer au moment de l'emploi.

Remarque : Cette solution peut se conserver plusieurs semaines au réfrigérateur.

2. Comment dégazer une eau pétillante et identifier le gaz dissous ?

Réalise le montage suivant afin d'identifier le gaz :



Verser 100 ml d'eau pétillante dans un erlenmeyer¹, muni d'un bouchon percé d'un trou. Par ce trou, faire passer un tube en verre². L'autre extrémité de ce tube en verre plonge dans l'eau de chaux contenue dans un second erlenmeyer³.

Une fois le montage réalisé, placer l'erlenmeyer n°1 sur un trépied (muni d'une toile métallique) situé au-dessus d'un bec bunsen allumé.

Que se passe t-il ?

Un dégagement gazeux apparaît. L'eau de chaux se trouble, indiquant la présence de dioxyde de carbone.



VII. Bibliographie

Livres de référence

- CARRE – MONTREJAUD H., BABY J.M., CHEVADE C., FILLON P., GABORIEAU O., VERGER N., VIGNOLES M., MOREAU R. (1999), **Physique – Chimie 3^{ème}**, Paris, Nathan.
- CARRE – MONTREJAUD H., BABY J.M., FILLON P., GABORIEAU O., VIGNOLES M. (1998), **Physique – Chimie 5^{ème}**, Paris, Nathan.
- HERBERT A., BAURRIER M.C., DELPECH J-C., DENEFFLE S., DUCASSE M., MARINELLI A. (1999), **Physique - Chimie 3^{ème}**, Paris, Bordas.
- HERBERT A., BAURRIER M.C., DELPECH J-C., DENEFFLE S., DUCASSE M., MARINELLI A. (1998), **Physique - Chimie 4^{ème}**, Paris, Bordas.
- HERBERT A., BAURRIER M.C., DELPECH J-C., DENEFFLE S., DUCASSE M., MARINELLI A. (1998), **Physique - Chimie 5^{ème}**, Paris, Bordas.
- MORGAN A., MORGAN S. (1994), **La science en questions : l'eau**, Bruxelles, Artis-Historia.
- PIRSON P., BORDET H., MARTIN C. (1990), **Chimie – Science expérimentale – 4^{ème} rénové**, Bruxelles, De Boeck.

**Travaux de référence
Agrégation en Sciences chimiques
de l'Université de Mons-Hainaut**

- BAUTHIER C. (1998), **La chimie et l'environnement.**
- GRECA S., RUBENS S. (1995), **Les problèmes de pollution et la chimie.**

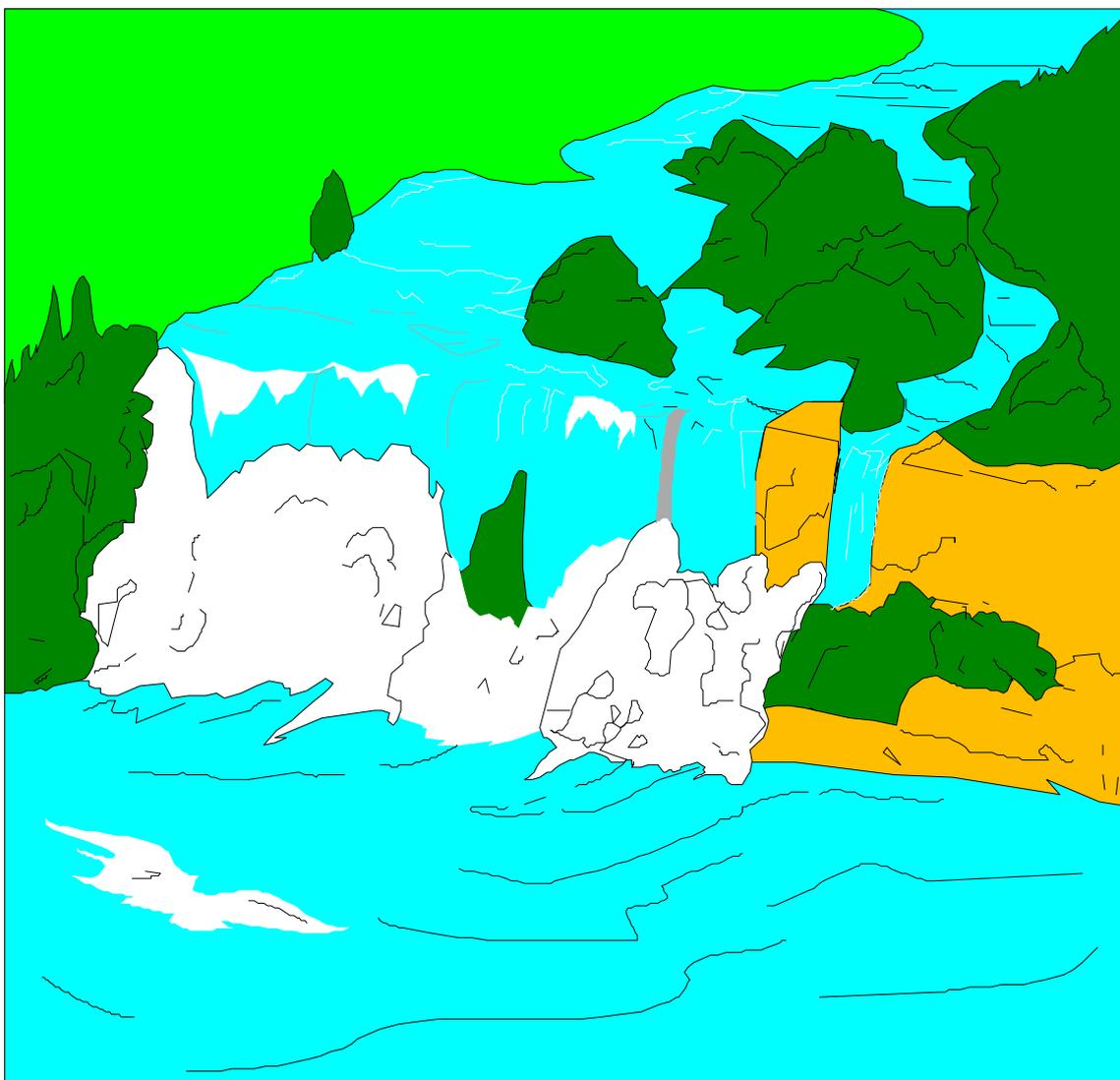
**Travaux de référence
Agrégation en Sciences
de la Haute Ecole de la Communauté française du
Hainaut - Mons**

- DANHIER L., DURIEUX B., GALLUZZO G., GALLEZ P. (1997), **Chimie : les oxydes.**

Adresses internet

- <http://users.skynet.be/bourvil/index.html>
- <http://users.skynet.be/bourvil/chansons/causerie.htm>
- <http://www.wattwiller.com/sante/zico.html>

“Histoire ... d'eau”



Dossier élève

“Histoire ... d'eau”



I. L'énigme ... 3



II. ... Et d'autres questions. 6



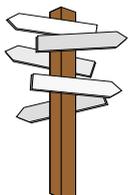
III. Synthèse générale 22



IV. Lexique 23



V. Annexe 25



I. L'énigme ...

“Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

En tant que déguélé, heu en tant que délégué de la ...de la ligue anti-alcoolique, je voudrais vous parler de ... de l'eau minérale, de l'eau ferrugineuse. L'eau fer... **l'eau ferrugineuse, comme son nom l'indique, contient du fer** ... Et le dire, c'est bien, mais le faire, c'est mieux !

L'alcool non, mais l'eau ferru..., l'eau ferrugineuse oui. Et je suis fer, heu ... heu, et je suis fier, de faire à cheval ... sur le principe une conférence contre Hoc, contre l'alcool.

L'alcool non, mais l'eau ferru, l'eau ferru, l'eau ferrugineuse oui. Et **pourquoi y a-t-il du fer dans l'alcool ? Euh, dans l'eau ferrugineuse, hum ?**
....”



Connais-tu l'introduction de ce sketch ? Qui l'a écrit ?

.....
Ce petit texte pose une question : "Qu'est-ce qu'une eau ferrugineuse ?"
.....

Pour confirmer ta proposition, analysons l'étiquette d'eau minérale Wattwiller :



Sels minéraux	concentrations		Oligo-éléments	concentrations	
	mg/l	mEq/l		mg/l	mEq/l
Sulfate	678	14,115	Fluorure	2,00	0,105
Calcium	288	14,340	Manganèse	0,150	0,005
Bicarbonate	142	2,530	Zinc	0,113	0,003
Magnésium	20,1	1,653	Lithium	0,040	0,005
Chlorure	3,9	0,109	Fer	0,023	0,001
Sodium	3	0,150			
Potassium	1,4	0,056			
Nitrate	<0,1				
Nitrite	<0,01				
Ammonium	<0,01				

Une eau minérale peut donc bien contenir du "fer" mais aussi d'autres "métaux" comme le "magnésium" ou le "zinc".

Lorsqu'on regarde de l'eau minérale, pouvons-nous nous en rendre compte à l'œil nu ?

.....
Pourquoi ? Où se trouve le fer, le magnésium ou le zinc ?
.....
.....
.....
.....
.....

Si l'on prend un tube à essai rempli à moitié d'eau déminéralisée (càd une eau dont on a "retiré" les minéraux) et que l'on veut en faire une eau ferrugineuse, comment doit-on procéder?

.....
.....
.....
.....
.....

Expérimente tes propositions et observe.

Note tes observations :

.....

Ces expériences marchent-elles aussi avec un autre métal comme le zinc ?
 Recommence celles-ci avec de la poudre de zinc et le sel métallique correspondant : le sulfate de zinc.

Note tes observations :

.....



Conclusion :

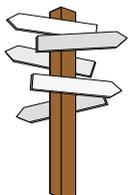
Le mélange homogène obtenu après dissolution du sel métallique est une solution aqueuse.
 L'eau est un solvant.
 Le sel métallique est un soluté.
 Une eau minérale ne contient pas de métaux mais des sels métalliques dissous.

Pour en revenir à l'eau ferrugineuse ...

Une eau minérale est donc une eau qui contient des minéraux dissous par le ruissellement de l'eau sur des roches minérales.

Les minéraux les plus importants pour notre santé, sont le **calcium** (indispensable à la bonne minéralisation des os) et le **magnésium** (intervient dans la réduction de la pression artérielle et diminue le risque d'accident d'infarctus du myocarde).

Mais on y retrouve aussi du **sodium**, à éviter si on suit un régime pauvre en sel; du **fluor**, bon pour nos dents;



II. ... Et d'autres questions ... !



Les sels métalliques sont-ils toujours dans la solution ?

Pour répondre à la question, réalisons l'expérience inverse : essayons de séparer l'eau et le sel métallique.

Par quel procédé peut-on y arriver ?

.....

Mode opératoire :

Reprendre le tube à essai dans lequel se trouve la solution aqueuse de sulfate de zinc, verser son contenu dans un petit berlin et chauffer jusqu'à évaporation complète de l'eau.

Note tes observations :

.....

.....

.....



Conclusion :

Une substance dissoute est toujours présente dans la solution.



Peut-on dissoudre un sel métallique indéfiniment ?

Prenons l'exemple d'un autre sel métallique bien connu : le chlorure de sodium, appelé plus communément sel de cuisine.

Mode opératoire :

Dans un tube à essai contenant environ 10 ml d'eau déminéralisée, ajoute environ 2 g de chlorure de sodium. Mélange et observe. Puis rajoute des quantités d'environ 1 g, mélange et observe.

Note tes observations :

.....
.....
.....
.....



Conclusion :

Dans un volume donné d'eau, on ne peut dissoudre qu'une certaine masse de sel : on dit que la solution est saturée.



La masse se conserve-t-elle lors d'une dissolution ?

Quelle expérience pourrais-tu réaliser pour vérifier si la masse se conserve pendant la dissolution ?

.....

Mode opératoire :

Pèse séparément 50 g d'eau déminéralisée (m_1), 4 g de chlorure de sodium (m_2) et un erlenmeyer avec son bouchon (m_3).

Mélange dans l'erlenmeyer l'eau déminéralisée et le chlorure de sodium, bouche l'erlenmeyer et agite jusqu'à dissolution complète puis pèse le tout (m_4).

Note tes observations :

.....



Conclusion :

.....



Une solution aqueuse est-elle conductrice d'électricité ?

Nous allons comparer la conductivité électrique de solutions aqueuses (obtenues par dissolution d'un sel métallique) avec une solution témoin : de l'eau déminéralisée. De cette façon, nous pourrons déterminer si la présence de sel métallique dissous influence la conductivité électrique.

Prépare les solutions aqueuses suivantes : solution de chlorure de sodium, solution de sulfate de fer et solution de sulfate de zinc, en dissolvant 4 g de chacun de ces sels dans 50 ml d'eau déminéralisée.

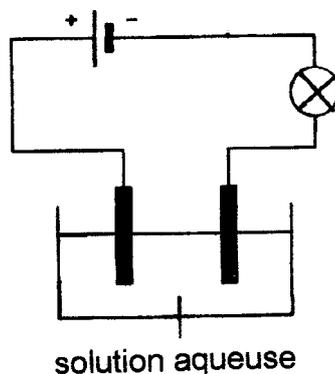
Puis réalise le montage décrit ci-dessous.

Description du matériel utilisé :

- Une source de tension : une pile
- Une ampoule
- 3 fils de connexion
- 2 électrodes en carbone graphite maintenues par un bouchon en liège
- un berlin avec la solution à tester

Réalisation du montage :

Plonge les 2 électrodes en carbone graphite dans la solution à tester. Relie la première à la borne positive de la source de tension et la seconde électrode à l'ampoule qui sera elle-même reliée à la borne négative de la source de tension. Observe.



Note tes observations dans le tableau ci-dessous :



Solution testée	Observations
Eau déminéralisée	
Solution de chlorure de sodium	
Solution de sulfate de fer	
Solution de sulfate de zinc	



Conclusion :

.....

.....

.....



**Le sucre cristallisé ressemble
fortement au sel de cuisine, mais a-t-il
les mêmes propriétés chimiques ?**

Pour répondre aux questions suivantes, réalise des expériences similaires à celles réalisées pour le chlorure de sodium.

Le sucre se dissout-il dans l'eau ? (voir page 3)

.....

Le sucre se dissout-il indéfiniment dans l'eau ? (voir page 5)

.....

.....

Une solution sucrée conduit-elle l'électricité ? (voir page 7)

.....

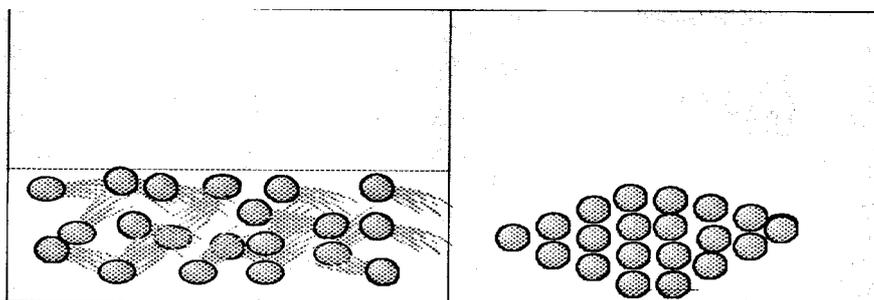


Interprétation :

Le sel et le sucre n'ont donc pas les mêmes propriétés chimiques puisque l'une conduit le courant électrique et l'autre pas.

Comment cela est-il possible ?

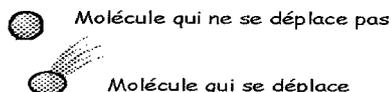
Modélisons les 2 situations en utilisant les modèles moléculaires suivants :



Etat liquide

Etat solide

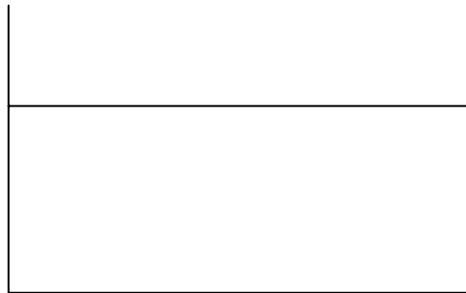
Légende



Modélise le sucre solide :



Modélise l'eau "pure" :



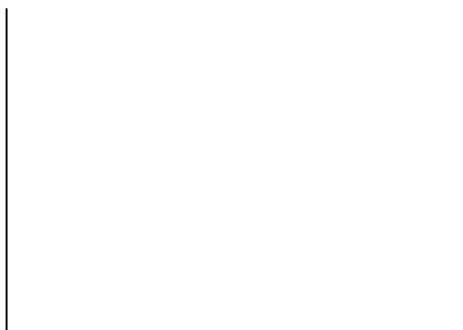
Et maintenant, modélise l'eau sucrée :



Faisons de même pour le sel. Mais vu que la solution salée conduit le courant électrique, nous proposerons un modèle moléculaire qui permet d'expliquer cette propriété.

Si la solution conduit le courant électrique, c'est parce qu'elle contient des particules qui assurent le passage du courant électrique. Ces particules sont porteuses de charges électriques, les unes positives et les autres négatives. Ces particules sont appelées **ions**.

Modélise le sel solide :



Le sel solide est composé d'ions de signe contraire. Ces ions occupent des positions bien précises. L'ensemble étant neutre, il faut que chaque ion positif soit accompagné d'un ion négatif.

Modélise l'eau "pure" :



Et maintenant, modélise l'eau salée :



Lors de la dissolution du sel dans l'eau, les ions positifs et négatifs se séparent et sont libres de se mouvoir. Ils assurent ainsi le passage du courant électrique.



**Nous nous sommes intéressé à l'eau
minérale Wattwiller, regardons
maintenant de plus près une eau de chez
nous : l'eau de Spa**

Qu'est-ce qui différencie l'eau de Spa Reine et l'eau de Spa Barisart ?

.....

A quoi est due cette différence ?

.....

L'eau, qu'elle soit minérale ou minérale gazeuse, est donc une solution aqueuse. Elle contient des sels minéraux, des gaz, ... dissous.

Mais est-ce une solution aqueuse acide ou basique ?

Pour répondre à la question, il existe des indicateurs colorés acide/base qui, selon la coloration qu'ils prennent en solution, permettent de détecter si celle-ci est acide ou basique.

Il existe différents indicateurs, notamment le jus de chou rouge. Mais pour ce travail, utilisons un indicateur coloré plus approprié : la **teinture de tournesol**.

Afin de déterminer la coloration que prendra l'indicateur en solution acide, basique et neutre, utilisons des solutions témoins :

Solutions témoins	Type d'acidité
Esprit de sel	Acide
Soude caustique	Basique
Eau déminéralisée	Neutre

Prends 3 tubes à essai numérotés de 1 à 3. Dans le tube n°1, verse un peu de solution d'esprit de sel ; dans le tube n°2, verse un peu de solution de soude caustique et dans le tube n°3, verse un peu d'eau déminéralisée. Puis, dans chacun des tubes, ajoute 2 gouttes de teinture de tournesol et observe.

Note ici tes observations :



Solutions témoins	Type d'acidité	Couleur observée
Esprit de sel	Acide	
Soude caustique	Basique	
Eau déminéralisée	Neutre	

Maintenant déterminons si l'eau pétillante est acide ou basique :

Voici tout le matériel dont nous aurons besoin :



- ✓ 2 erlenmeyers (50 ml) numérotés de 1 à 3
- ✓ de la teinture de tournesol (quelques gouttes)
- ✓ une bouteille d'eau minérale Spa Reine
- ✓ une bouteille d'eau minérale gazeuse Spa Barisart
- ✓ de l'eau déminéralisée
- ✓ des allumettes
- ✓ un bec bunsen
- ✓ un trépied muni d'une toile métallique

Mode opératoire :

- Ouvre la bouteille d'eau minérale et verse 30 ml de cet eau dans l'erlenmeyer n°1. Verse quelques gouttes de teinture de tournesol. Agite et observe.
- Ouvre la bouteille d'eau pétillante et verse 30 ml de cet eau dans l'erlenmeyer n°2. Verse quelques gouttes de teinture de tournesol. Agite et observe.

Résume tes observations dans le tableau ci-dessous et essaie de tirer une conclusion.



Type d'eau	Observations
Eau minérale	
Eau pétillante	
Eau déminéralisée (voir tableau ci-dessus)	



Conclusion :
.....
.....



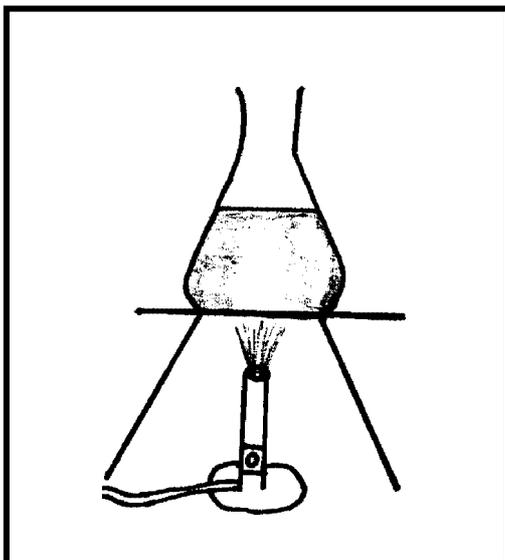
Interprétation des résultats :
En te basant sur tes résultats, essaie d'interpréter ceux-ci :
.....
.....
.....
.....
.....

Est-ce la présence de sels minéraux ou la présence de dioxyde de carbone dissous qui rend l'eau gazeuse acide ?
.....

Pour vérifier ta suggestion, quelle expérience pourrais-tu réaliser ?
.....
.....
.....
.....

Vérifions ta réponse par cette petite expérience :

Mode opératoire :



Dispose l'erlenmeyer n°2 sur le trépied (muni d'une toile métallique) situé au-dessus d'un bec bunsen.

Pendant que l'eau chauffe (et ce jusqu'à ébullition), observe.

Note tes observations :

.....



Conclusion :

.....



QUIZZ

Au terme de ces expériences, tu es capable d'expliquer pourquoi le dioxyde de carbone fait partie de la famille des **oxydes acides**.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

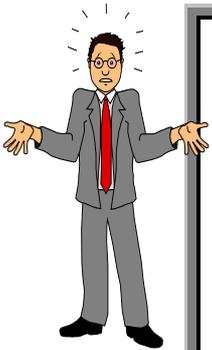
.....

.....

.....

.....

.....



Matière à réflexion

Est-il anormal que l'eau de pluie soit acide ? Qu'entend-on alors par "pluie acide" ?

Explique ta réponse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Et les oxydes basiques, existent-ils ?

Sans t'en rendre compte, tu as déjà réalisé une solution aqueuse basique à partir d'un oxyde, t'en souviens-tu ?

Indice : Il s'agit de la solution réalisée pour identifier le dioxyde de carbone.

.....

Pour vérifier cette propriété, teste cette solution avec l'indicateur coloré, la teinture de tournesol.

Note tes observations :

.....

Quelles substances a-t-on utilisées pour préparer l'eau de chaux ?

.....



Conclusion :

.....



QUIZZ

Au terme de ces expériences, tu es capable d'expliquer pourquoi l'oxyde de calcium fait partie de la famille des **oxydes basiques**.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Si l'on réalise la dissolution de la poudre de magnésie, la poudre blanche que l'on frotte dans ses mains pour faciliter les exercices physiques à la barre et qu'on la met en présence de quelques gouttes de teinture de tournesol, on peut observer que la solution devient bleue. Interprète ces résultats.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

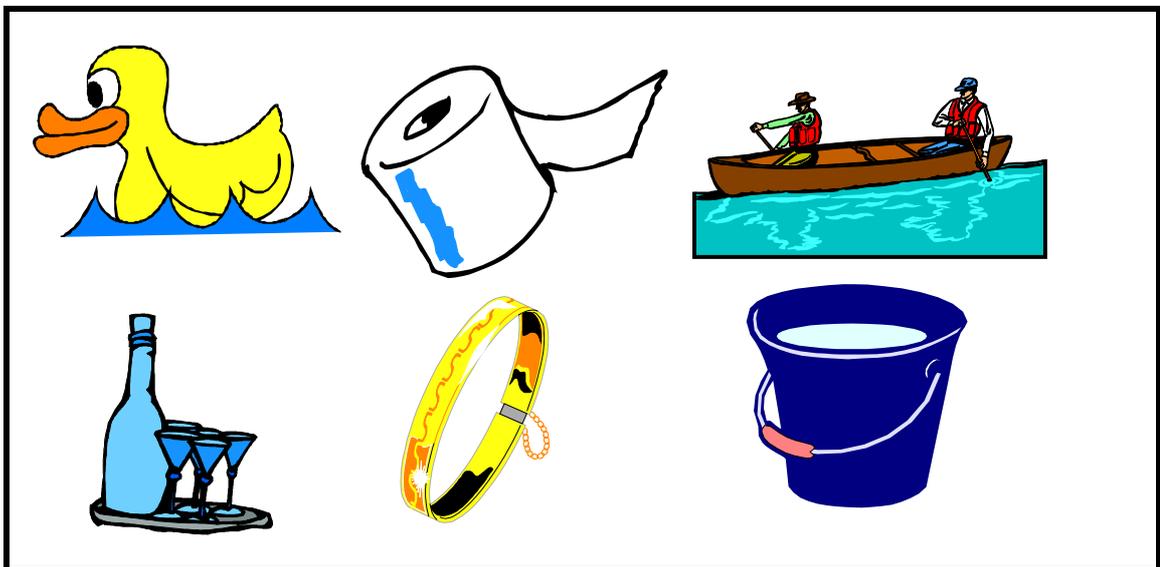
.....



Pouvons-nous imaginer ne trouver dans notre environnement que des matériaux qui se modifient au contact de l'eau ?

As-tu une idée de la réponse ? Indice : tu en côtoies certains chaque jour.

Pour t'aider à les retrouver, voici quelques dessins qui pourront te mettre sur la bonne voie :



Note ici ta réponse :

.....

.....

.....



Conclusion :

.....

.....

.....

.....



III. Synthèse générale



Il existe 3 types de substances :

- ✓ Celles qui se dissolvent dans l'eau (sels, sucre, ...)
- ✓ Celles qui réagissent chimiquement avec l'eau (oxydes, ...)
- ✓ Celles qui sont inertes vis-à-vis de l'eau (verres, matières plastiques, ...)



IV. Lexique

- ✓ **Ion** : particule chargée d'électricité. Il existe des ions chargés positivement et d'autres négativement. Dans un sel solide, les ions positifs sont associés aux ions négatifs; l'assemblage forme un sel neutre. Dans un sel dissous dans l'eau, tous les ions sont libres.
- ✓ **Oxyde acide** : oxyde qui forme une solution acide en réagissant avec l'eau.
- ✓ **Oxyde basique** : oxyde qui forme une solution basique en réagissant avec l'eau.
- ✓ **Soluté** : substance qui se dissout dans une autre substance liquide.
- ✓ **Solution** : mélange homogène constitué d'un solvant liquide qui dissout une substance appelée soluté.
- ✓ **Solution aqueuse** : solution dont le solvant est l'eau.
- ✓ **Solution saturée** : une solution saturée en un soluté est une solution dans laquelle on ne peut plus dissoudre de ce soluté dans le solvant.
- ✓ **Solvant** : substance liquide qui a le pouvoir de dissoudre d'autres substances solides, liquides ou gazeuses.



V. Annexe

1. Comment préparer de l'eau de chaux ?

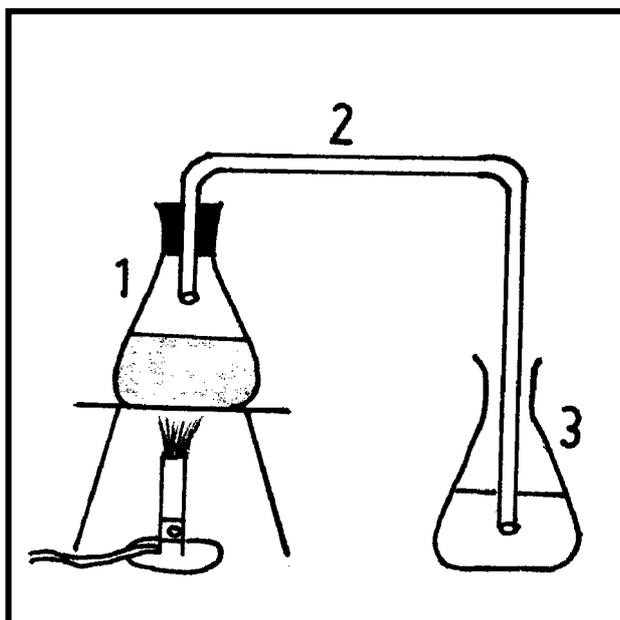
Usage : L'eau de chaux est utilisée pour détecter la présence de dioxyde de carbone. L'eau de chaux se trouble en présence de dioxyde de carbone.

Préparation : Mélanger vigoureusement 5 g d'oxyde de calcium et 100 ml d'eau distillée. Laisser reposer quelques heures. Filtrer au moment de l'emploi.

Remarque : Cette solution peut se conserver plusieurs semaines au réfrigérateur.

2. Comment dégazer une eau pétillante et identifier le gaz dissous ?

Réalise le montage suivant afin d'identifier le gaz :



Verser 100 ml d'eau pétillante dans un erlenmeyer¹, muni d'un bouchon percé d'un trou. Par ce trou, faire passer un tube en verre². L'autre extrémité de ce tube en verre plonge dans l'eau de chaux contenue dans un second erlenmeyer³.

Une fois le montage réalisé, placer l'erlenmeyer n°1 sur un trépied (muni d'une toile métallique) situé au-dessus d'un bec bunsen allumé.

Que se passe-t-il ?

.....

.....

.....