

Sommaire

Séquence 4

Les liquides et la conduction électrique

- Séance 1** Quels liquides utilisons-nous dans la vie quotidienne ?
- 1– Qu'est-ce qu'une « solution aqueuse » ?
 - 2– Tous les liquides ne sont pas des solutions aqueuses.
- Séance 2** Tous les liquides conduisent-ils le courant électrique ?
- Test de différents liquides
- Séance 3** Que sont les ions ?
- Comment le courant électrique circule-t-il dans les solutions aqueuses ioniques ?
- Séance 4** Les ions peuvent-ils se transformer en atomes ?
- 1– Une expérience avec une solution aqueuse de sulfate de cuivre
 - 2– Une autre application : la production d'un métal, le zinc, à partir d'une solution aqueuse de sulfate de zinc.
- Séance 5** Qu'appelle-t-on « liquides acides », « liquides basiques », « liquides neutres » ?
- 1– Pourquoi certains liquides sont-ils acides ?
 - 2– Qu'appelle-t-on « liquides neutres » et « liquides basiques » ?
 - 3– Qu'est-ce que le pH ?
 - 4– Comment le pH varie-t-il quand on dilue un acide ?

Séance 1

Quels liquides utilisons-nous dans la vie quotidienne ?

A Que vais-je apprendre dans cette séance ?

je sais déjà

En classe de cinquième, tu as étudié le plus abondant de tous les liquides : **l'eau**. Tu as vu qu'elle est partout autour de nous, et qu'elle représente environ 65 % du corps humain.

Tu as appris à détecter la **présence d'eau** au moyen du « test au sulfate de cuivre » : ce solide, de couleur blanche quand il est déshydraté, bleuit en présence d'eau.

Tu as appris à purifier l'eau : de l'eau distillée est très **pure**.

Tu as vu que l'eau peut exister dans **trois états** : solide, liquide, vapeur.

Tu as appris aussi que l'on peut **dissoudre** de nombreux solides dans l'eau (du sel, du sucre...) mais pas tous (le sable ne se dissout pas, par exemple).

En classe de quatrième, tu as appris que l'eau est faite de **molécules**, dont la formule chimique est H_2O . Cela veut dire que la **molécule** d'eau est constituée de 2 **atomes** d'hydrogène et 1 **atome** d'oxygène (figure f41.1).

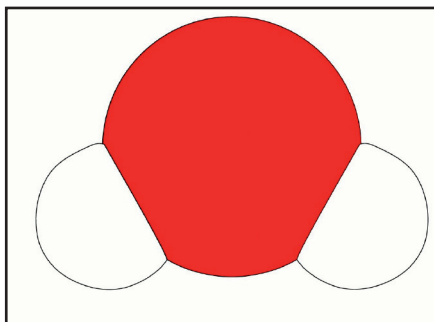


Fig. f41.1
Une molécule d'eau

Tu as vu aussi que l'état liquide est un **état « compact »** (les molécules d'eau sont serrées les unes contre les autres, c'est pour cela que l'eau est incompressible) et c'est aussi un **état « désordonné »** (les molécules d'eau peuvent bouger, et sont orientées dans toutes les directions comme le montre la figure f41.2).

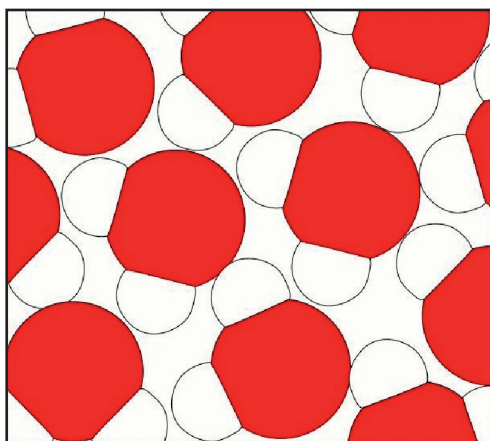


Fig. f41.2
Les molécules d'eau dans l'état liquide

Ce que je vais apprendre dans cette séance

Dans cette séance, tu vas apprendre à distinguer un type particulier de liquides : les « **solutions aqueuses** ». Tu verras également les pictogrammes qui signalent un liquide pouvant présenter un danger.

B Je découvre



Activité expérimentale

Qu'est-ce qu'une « solution aqueuse » ?

Supposons que l'on **dissolve** un solide dans l'eau, par exemple du sel. On dit que le liquide obtenu, l'eau salée, est une « **solution aqueuse de sel** » : c'est une « **solution** » parce que ce liquide est le résultat d'une dissolution, et elle est « **aqueuse** » parce que l'on a dissous le sel dans de l'eau (en latin *aqua* veut dire eau).

La figure f41.3 représente schématiquement une solution aqueuse. On reconnaît les molécules d'eau et, en gris, des substances dissoutes.

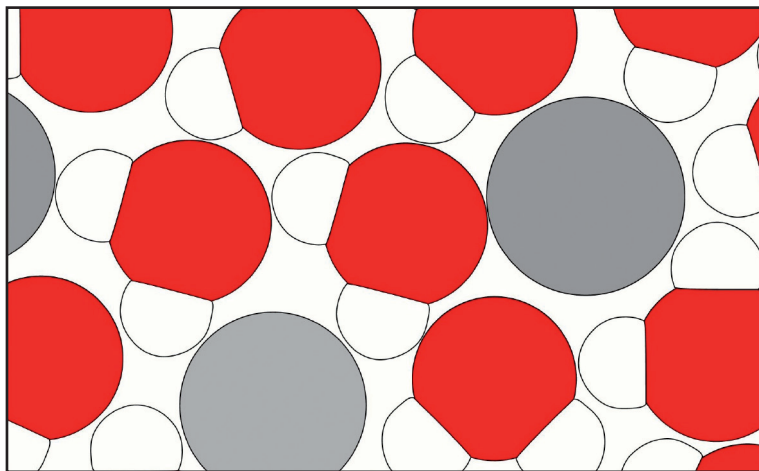


Fig. f41.3
Une solution aqueuse.

Je retiens (définition) : une « **solution aqueuse** », c'est de l'eau contenant une ou plusieurs substances dissoutes.

Qu'est-ce qu'une solution aqueuse « concentrée » ?

La « **concentration** » d'une solution aqueuse, c'est par définition la quantité de solide, exprimée en grammes, qui a été dissoute dans un litre d'eau. Par exemple, on dira que telle solution a une concentration de 20 g/L (20 grammes par litre).

Si une solution présente une forte concentration de substance dissoute, on dit que cette solution est « **concentrée** ».

Si elle présente une faible concentration de substance dissoute, on dit qu'elle est « **diluée** ».

Remarque : ces connaissances ne sont pas exigibles en classe de 3e. Tu n'as donc pas à les retenir par cœur.

Exercice 1

On prépare 4 solutions aqueuses de chlorure de sodium (autrement dit de sel de cuisine) :

- pour préparer la première (solution A) on dissout 10 grammes de sel dans 250 mL d'eau,
- pour préparer la deuxième (solution B) on dissout 20 grammes de sel dans 1 L d'eau,
- pour préparer la troisième (solution C) on dissout 30 grammes de sel dans 1 L d'eau,
- pour préparer la quatrième (solution D) on dissout 40 grammes de sel dans 0,5 L d'eau.

Classe ces quatre solutions aqueuses de la plus concentrée à la moins concentrée.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Étude de document n° 1

Exercice 2

Recherche documentaire :

L'eau de mer est une solution aqueuse. La principale substance dissoute est le chlorure de sodium. Recherche la « salinité », c'est-à-dire la masse de sel dissoute par litre d'eau de mer, dans les mers ou océans suivants :

- Mer Méditerranée
- Manche
- Océan Atlantique
- Mer Morte



Étude de document n° 2

Tous les liquides ne sont pas des solutions aqueuses.

Tout d'abord, l'eau pure n'est pas une solution aqueuse puisque si elle est pure, par définition, elle ne contient aucune substance dissoute.

Ensuite, il y a des liquides qui ne contiennent pas du tout d'eau, comme les huiles (d'arachide, d'olive, de noix, etc..) ; le pétrole, et les liquides qui en sont extraits (essence, fioul, kérosène, white spirit, etc.), ne contiennent pas d'eau non plus ; on peut citer aussi l'alcool pur (éthanol). Ces liquides ne peuvent donc pas être des solutions aqueuses.

Certains liquides présentent des dangers

1- Les pictogrammes de sécurité (ou symboles de sécurité)

Voici les principaux pictogrammes de danger (figure f41.4) que l'on pouvait rencontrer avant 2010 sur des flacons contenant des liquides, et leur signification :



Fig. f41.4

Les pictogrammes de danger les plus courants pour des liquides

- Inflammable : qui peut s'enflammer facilement en présence d'une source d'énergie (flamme, étincelle, point chaud...). Exemples : éthanol (alcool pur), alcool à brûler, white spirit, acétone...
- Corrosif : qui peut, en contact avec des tissus vivants, exercer une action destructrice sur eux. Exemples : acides concentrés, eau de Javel concentrée, solution d'hydroxyde de sodium (ou « soude caustique », servant de déboucheur de canalisations), certains dé moussants pour les dalles de jardin...
- Irritant : non corrosif, mais pouvant, par contact immédiat, prolongé ou répété avec la peau ou les muqueuses, provoquer une réaction inflammatoire. Exemples : eau oxygénée, certains désherbants ou insecticides...
- Nocif : substance pouvant, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, entraîner la mort ou nuire à la santé de manière aiguë ou chronique. Exemples : chloroforme, essence de térébenthine, certains insecticides...
- Toxique : entraînant la mort par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, ou nuisant à la santé de manière aiguë ou chronique.
- Nuit à l'environnement : substance particulièrement polluante pour l'environnement. Exemple : certains insecticides...

Un nouveau système de classification et d'étiquetage des produits chimiques à l'échelle mondiale, le « système général harmonisé », est entré en application (2010 en Europe). Les pictogrammes de danger, notamment, changent d'aspect. En voici un extrait.

Pictogramme	Signification
	Ces produits peuvent s'enflammer : - au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique... ; - sous l'effet de la chaleur, de frottements... ; - au contact de l'air ; - au contact de l'eau, s'ils dégagent des gaz inflammables (certains gaz s'enflamment spontanément, d'autres au contact d'une source d'énergie : flamme, étincelle).
	Ces produits peuvent provoquer ou aggraver un incendie, ou même provoquer une explosion s'ils sont en présence de produits inflammables. On les appelle des produits comburants.
	Ces produits sont corrosifs, suivant les cas : - ils attaquent ou détruisent les métaux, - ils peuvent ronger la peau et/ou les yeux en cas de contact ou de projection.
	Ces produits empoisonnent rapidement, même à faible dose. Ils peuvent provoquer des effets très variés sur l'organisme : nausées, vomissements, maux de tête, perte de connaissance ou d'autres troubles plus importants entraînant la mort.
	Ces produits chimiques peuvent avoir un ou plusieurs des effets suivants : - ils empoisonnent à forte dose ; - ils sont irritants pour les yeux, la gorge, le nez ou la peau ; - ils peuvent provoquer des allergies cutanées (eczémas) ; - ils peuvent provoquer des somnolences ou vertiges.
	Ces produits provoquent des effets néfastes sur l'environnement, en particulier sur les organismes du milieu aquatique : poissons, crustacés, algues et autres plantes aquatiques.
	Ces produits... peuvent provoquer le cancer,... modifier l'ADN des cellules,...être toxiques pour la reproduction..., modifier le fonctionnement de certains organes (foie, système nerveux), attaquer les poumons, être mortels s'ils pénètrent dans les voies respiratoires..., provoquer des allergies (asthme).

Exercice 3

Exercice de réflexion :

Supposons que tu achètes un insecticide liquide portant la mention « nocif ». Quelles précautions dois-tu prendre pour le manipuler et l'utiliser ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2- L'étiquette des produits chimiques dangereux

Conformément à la réglementation française et européenne, les produits chimiques dangereux doivent porter une étiquette précisant obligatoirement :

- le nom du produit,
- le nom et les coordonnées du fabricant ou du fournisseur,
- le ou les symboles de danger,
- les « phrases de risque » qui détaillent les risques encourus,
- les « phrases de sécurité » qui précisent les mesures de prévention, ainsi que la conduite à tenir en cas d'accident.



Étude de document n° 3

Observe et lis les deux documents concernant l'acide chlorhydrique concentré puis réponds aux questions de l'exercice 4.

1- L'étiquette

Acide chlorhydrique 34%	
Autres noms: Acide muriatique, chlorure d'hydrogène HCl M : 36,47	
Teneur : 34% d = 1,17 Environ 11 M Liquide incolore ou légèrement jaunâtre, odeur piquante Risques / Sécurité : R: 34-37 S: 1/2-26-27-36/37/39-45	 

Fig. f41.5

2- Le tableau des risques et consignes de sécurité

	Risques particuliers		Consignes de Sécurité
R7	Peut provoquer un incendie	S1	Conserver sous clé
R23	Toxique par inhalation	S2	Conserver hors de portée des enfants
R28	Très toxique en cas d'indigestion	S26	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste
R34	Provoque des brûlures	S27	Enlever immédiatement tout vêtement souillé ou éclaboussé
R35	Provoque de graves brûlures	S36	Porter un vêtement de protection approprié
R36	Irritant pour les yeux	S37	Porter des gants appropriés
R37	Irritant pour les voies respiratoires	S39	Porter un appareil de protection des yeux et du visage

Fig. f41.6

Exercice 4

1- Quel pictogramme de danger l'étiquette d'un flacon d'acide chlorhydrique concentré porte-t-elle ?

.....

2- Pour manipuler un tel acide, faut-il porter des lunettes ? des gants ? des vêtements appropriés ?

.....

.....

.....

3- Que faut-il faire en cas de contact avec les yeux* ?
*ou avec la peau, les consignes sont les mêmes.

.....

.....

Je retiens

Une « **solution aqueuse** », c'est de l'eau contenant une ou plusieurs substances dissoutes.

Sur l'étiquette d'un produit chimique dangereux, on peut voir notamment :

- le ou les **pictogrammes de danger**,
- les **phrases de risque**,
- les **phrases de sécurité**.

Un **acide concentré** est **corrosif** ; pour le manipuler, il faut :

- porter des lunettes,
- des gants,
- des vêtements appropriés,

En cas de contact avec les yeux ou avec la peau, il faut rincer immédiatement et abondamment à grande eau puis consulter un spécialiste.

 Je vérifie mes connaissances**Exercice 5**

Coche la case correspondant à la bonne réponse puis vérifie la correction.

	Oui	Non
1- L'eau salée dans laquelle on fait cuire les pâtes est-elle une solution aqueuse ?	☐	☐
2- Aqueux veut-il dire sans eau ?	☐	☐
3- L'eau pure est-elle une solution aqueuse ?	☐	☐
4- Est-ce que tous les liquides sont des solutions aqueuses ?	☐	☐
5- Peut-on dire que les huiles alimentaires, l'essence, le fioul ne sont pas des solutions aqueuses ?	☐	☐
6- Pour manipuler un acide concentré reconnu corrosif, faut-il porter des gants, des lunettes et des vêtements appropriés ?	☐	☐
7- Si un produit corrosif est en contact avec la peau ou les yeux, faut-il rincer immédiatement et abondamment à grande eau ?	☐	☐

Séance 2

Tous les liquides conduisent-ils le courant électrique ?

A Que vais-je apprendre dans cette séance ?

Dans cette séance, nous allons comparer le caractère plus ou moins conducteur de différents liquides, et en particulier de certaines solutions aqueuses.

Exercice 6

Dans la séquence 3, nous avons étudié un circuit électrique permettant de voir si des **solides** sont plus ou moins **conducteurs** (corrigé de l'exercice 6).

Adapte ce montage pour qu'il permette de tester si des **liquides** sont plus ou moins **conducteurs**.

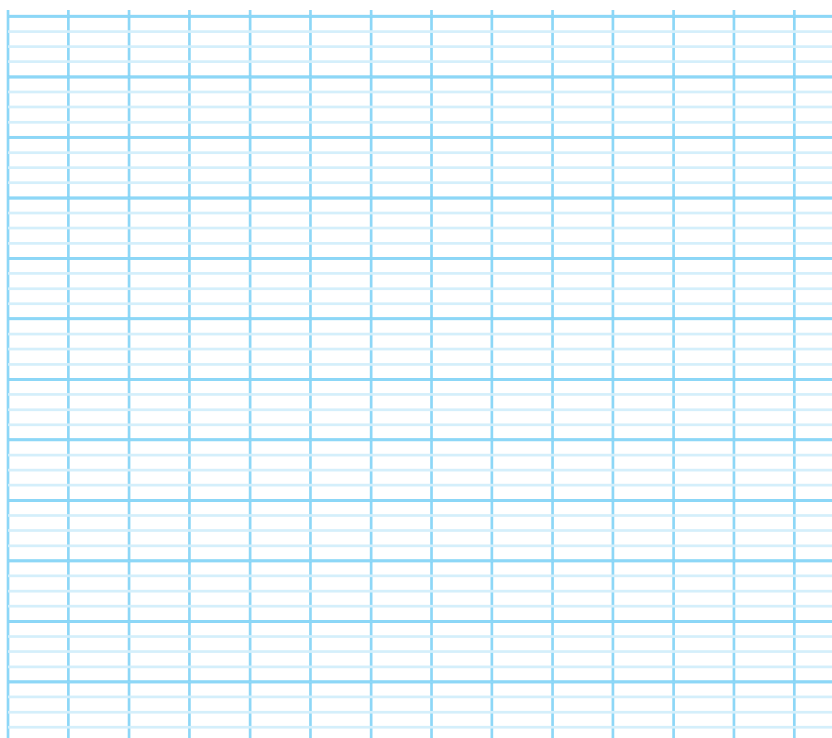


Fig. f42.1

Un circuit pour tester le caractère conducteur ou isolant d'un liquide

B Je découvre**Activité expérimentale****Test de différents liquides**

Soumettons différents liquides au test conducteur/isolant, à l'aide du montage que nous venons de décrire (vois la figure f32.2). Voici les résultats de l'expérience :

liquide testé	état de la lampe	intensité électrique (mA) *
1- Liquides à base d'eau		
eau du robinet	éteinte	7
eau pure (eau distillée)	éteinte	0
eau distillée + un peu de « sucre blanc » (saccharose)	éteinte	0
eau distillée + beaucoup de saccharose	éteinte	0
eau distillée + un peu de sel de cuisine (chlorure de sodium)	moyennement allumée	320
eau distillée + beaucoup de chlorure de sodium	fortement allumée	400
eau distillée + un peu de sulfate de cuivre	faiblement allumée	190
eau distillée + beaucoup de sulfate de cuivre	fortement allumée	350
2- Liquides anhydres**		
huile d'olive	éteinte	0
huile de noix	éteinte	0
essence pour voiture	éteinte	0
éthanol (alcool pur)	éteinte	0

* Rappel : mA veut dire « milliampère » ; 1 mA = 0,001 A.

** Un liquide anhydre est un liquide qui ne contient pas du tout d'eau.

Exercice 7

À partir des résultats du tableau précédent, réponds à ces trois questions (justifie tes réponses) :

1- L'eau pure (distillée) est-elle conductrice ?

.....

.....

2- Toutes les solutions aqueuses sont-elles conductrices (justifie) ?

.....

.....

3- Certaines solutions aqueuses sont-elles conductrices (justifie) ?

.....

.....

Pourquoi certaines solutions aqueuses sont-elles conductrices, et d'autres non ?

Les chimistes ont constaté que les solutions aqueuses sont **conductrices** à condition que les substances dissoutes soient constituées d'**ions**. C'est le cas du chlorure de sodium (sel de cuisine), ou du sulfate de cuivre, par exemple. L'eau du robinet contient également des ions. Les solutions aqueuses qui contiennent ainsi des ions sont appelées « **solutions aqueuses ioniques** ». Dans la prochaine séance, tu vas découvrir ce que sont les **ions**.

Si les substances dissoutes sont faites de **molécules**, et non pas d'ions, la solution aqueuse n'est pas conductrice. C'est le cas du saccharose (sucre blanc).

Je retiens

- L'eau pure (distillée) n'est pratiquement pas conductrice du courant électrique.
- Quand on dissout certaines substances dans l'eau, comme par exemple du sucre, la solution aqueuse obtenue n'est pas plus conductrice que l'eau pure.
- Quand on dissout d'autres substances dans l'eau, comme par exemple du chlorure de sodium (sel de cuisine), ou du sulfate de cuivre, la solution aqueuse obtenue est conductrice, et elle l'est d'autant plus que la quantité de solide dissoute est grande.
- Les solutions aqueuses sont **conductrices** à condition que les substances dissoutes soient constituées d'**ions**.
- Si les substances dissoutes sont faites de **molécules**, la solution aqueuse n'est **pas conductrice**.

Je vérifie mes connaissances

Exercice 8

Coche la case correspondant à la bonne réponse puis vérifie la correction.

	Oui	Non
1- Pour étudier le caractère conducteur d'une solution, peut-on utiliser deux électrodes plongeant dans la solution étudiée ?	☒	☒
2- Toutes les solutions aqueuses sont-elles conductrices ?	☒	☒
3- Une substance formée d'ions peut-elle rendre une solution aqueuse conductrice une fois dissoute ?	☒	☒
4- Une substance formée de molécules peut-elle rendre une solution aqueuse conductrice une fois dissoute ?	☒	☒
5- Peut-on dire que plus on dissout de substance formée de molécules, plus la solution aqueuse devient conductrice ?	☒	☒
6- Peut-on dire que plus on dissout de substance formée d'ions, moins la solution aqueuse devient conductrice ?	☒	☒

Exercice 9

- 1- Soient trois liquides A, B, C. Indique s'ils sont conducteurs ou isolants. Justifie tes réponses.

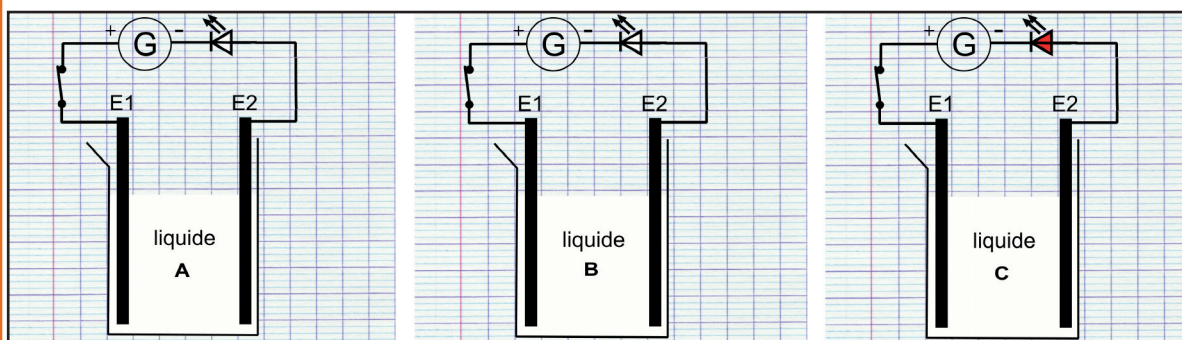


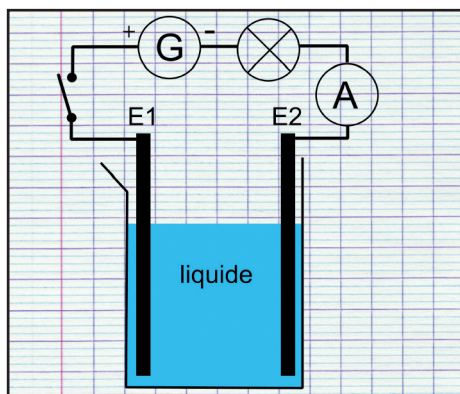
Fig. f42.4

- 2- Dans ces trois liquides, il y a de l'eau sucrée, de l'eau salée et de l'eau distillée. Identifie les trois liquides en justifiant tes réponses.

Exercice 10

On utilise ce montage pour étudier le passage du courant dans différents liquides.

En circuit fermé, les résultats des mesures d'intensité sont indiqués dans le tableau.



Liquide	I (mA)
Eau pure	1,6
Eau sucrée	1,5
Eau salée	250,5
Huile	1,2
Sulfate de cuivre	189,6

1- Quels sont les liquides bons conducteurs du courant électrique ?

.....

.....

2- À quoi peut être dû la différence d'intensité au niveau des liquides bons conducteurs ?

.....

.....

.....

3- Pourquoi certains liquides conduisent-ils très faiblement le courant électrique ?

.....

.....

.....

Séance 3

Que sont les ions ?

Comment le courant électrique circule-t-il dans les solutions aqueuses ioniques ?

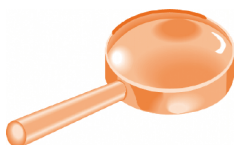
A Que vais-je apprendre dans cette séance ?

Tu as vu dans la séance précédente seules les **solutions aqueuses ioniques** sont conductrices du courant électrique.

Dans cette séance, tu vas découvrir ce que sont les **ions**.

Tu vas apprendre également de quoi est fait le courant électrique dans ces solutions (tu te souviens (voir séquence 3) que dans les métaux, il s'agit d'un déplacement d'électrons).

B Je découvre



Étude de document n° 1

Que sont les ions ?

1- Je retiens (définition) :

Un **ion** c'est un atome, ou une molécule, qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons, et qui par conséquent n'est plus électriquement neutre.

2- Un exemple : l'ion chlorure

Un **atome** de chlore (figure f43.1), de formule chimique Cl , possède 17 électrons : chaque électron ayant une charge électrique égale à -1 , la charge totale des électrons vaut -17 . Le noyau de l'atome de chlore possède, quant à lui, une charge électrique égale à $+17$. Au total la charge électrique de l'atome de chlore est donc nulle ($+17 - 17 = 0$). C'est normal : tous les atomes sont électriquement neutres, comme tu l'as vu dans la séquence 3, séance 3.

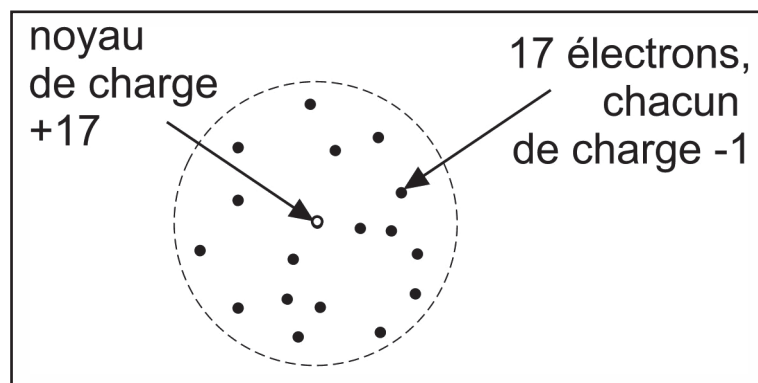


Fig. f43.1
Un atome de chlore

Mais, pour des raisons que tu étudieras au lycée, l'atome de chlore peut facilement **capturer un électron supplémentaire** (cet électron, il le prend à un atome qui donne facilement un électron, comme par exemple un atome de sodium). L'atome de chlore possède maintenant 18 électrons, soit une charge électrique de -18 . Mais le noyau, lui n'a pas changé, sa charge électrique vaut toujours $+17$ (figure f43.2).

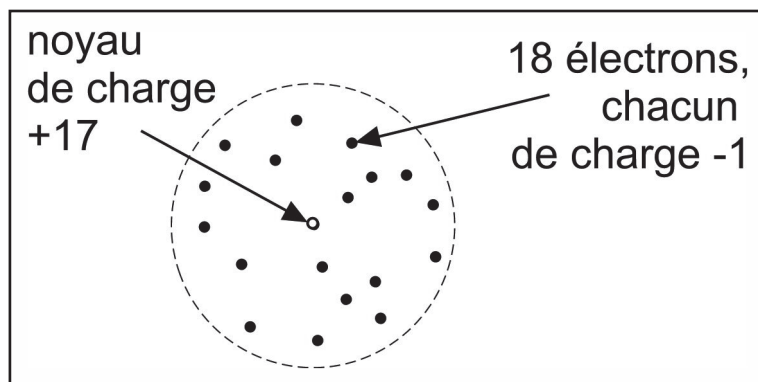


Fig. f43.2

Un ion chlorure

Au total, la charge électrique de l'atome vaut $+17 - 18 = -1$. L'atome de chlore est devenu un ion, et sa formule chimique s'écrit Cl^- , le signe $-$ en haut signifiant que sa charge électrique totale vaut -1 .

Exercice 11

Complète les phrases du texte ci-dessous :

- 1- Un atome de sodium, de formule chimique Na , possède 11 électrons : chaque électron ayant une charge électrique égale à, la charge totale des électrons vaut
- 2- Le noyau de l'atome de chlore possède, quant à lui, une charge électrique égale à
- 3- Au total la charge électrique de l'atome de chlore est nulle ($+ \dots - \dots = 0$).
- 4- Mais, pour des raisons que tu étudieras au lycée, l'atome de sodium peut facilement donner un électron (cet électron, il le donne à un atome qui peut facilement capturer un électron, comme par exemple un atome de chlore).
- 5- L'atome de sodium possède maintenant électrons, soit une charge électrique de $- \dots$. Mais le noyau, lui n'a pas changé, sa charge électrique vaut toujours $+ \dots$.
- 6- Au total, la charge électrique de l'atome de sodium vaut $+ \dots - \dots = \dots$.
- 7- L'atome de sodium est devenu un ion, et sa formule chimique s'écrit, le signe en haut signifiant que sa charge électrique totale vaut.....

Exercice 12

Complète le tableau ; n'hésite pas à rechercher les informations manquantes dans les autres lignes si besoin.

	ATOME			ION formé			
	Nom de l'atome	Nombre d'électrons *	Formule chimique de l'atome	Nom de l'ion	Nombre d'électrons	Nombre d'électrons perdu (-) ou gagné (+)	Formule chimique de l'ion
1	Oxygène	8 e ⁻	O	Ion oxygène			O ²⁻
2	Magnésium		Mg	Ion magnésium (II)	10 e ⁻	-2 e ⁻	Mg ²⁺
3	Brome	35 e ⁻	Br	Ion bromure		+1 e ⁻	
4	Cuivre	29 e ⁻		Ion cuivre (II)	27 e ⁻		Cu ²⁺
5	Zinc	30 e ⁻	Zn	Ion zinc (II)	28 e ⁻		
6	Aluminium			Ion aluminium	10 e ⁻		Al ³⁺
7	Fer	26 e ⁻	Fe	Ion fer (II)		-2 e ⁻	
8	Fer			Ion fer (III)			Fe ³⁺

Remarque :

Le nom des ions Cu²⁺ est « ions cuivre (II) » (prononce : « ions cuivre deux ». On met le chiffre romain « II » à côté du nom pour préciser que la charge électrique de ces ions vaut 2+ : il est important de la préciser car il existe également d'autres ions cuivre, de formule Cu⁺. Ces derniers ont été appelés, fort logiquement, « ions cuivre (I) ».

Tu retrouveras ces distinctions assez souvent : ainsi il existe les ions de formule Fe²⁺ ou ions fer (II) et ceux de formule Fe³⁺ ou ion fer (III)



Étude de document n° 2

Comment le courant électrique circule-t-il dans les solutions aqueuses ioniques ?

1- Quel est le signe des ions dans une solution aqueuse ionique ?

Je retiens (propriété) :

La nature est ainsi faite : **toute solution aqueuse ionique est électriquement neutre**. Elle ne peut donc pas contenir que des ions négatifs, ou que des ions positifs : elle contient forcément à la fois des ions négatifs et des ions positifs.

2- Quel est le rôle des ions dans le passage du courant électrique ?

Pour comprendre ce qui se passe, il faut te rappeler des lois concernant les charges électriques (tu les as déjà rencontrées dans la séquence 3, séance 4) :

1. des particules de charge négative se repoussent,
2. des particules de charge positive se repoussent,
3. des particules de charges contraires s'attirent.

Dans une solution aqueuse ionique, les ions de charge positive sont donc attirés par l'électrode de charge négative, et inversement.

La figure f43.3 représente ce qui se passe quand on réalise le circuit de test conducteur/isolant pour un liquide :

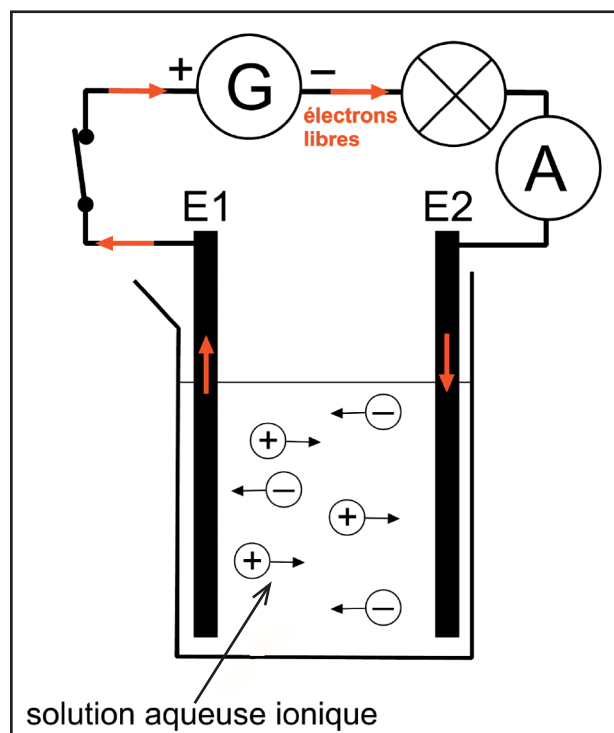


Fig. f43.3

La circulation du courant électrique dans un circuit comportant une solution aqueuse ionique

Le schéma montre les déplacements des ions dans la solution. Il montre aussi que dans les fils électriques ce sont, comme tu l'as appris dans la séquence 3, des électrons libres qui circulent. Dans les électrodes de carbone, tu vois que ce sont également des électrons libres qui circulent. Comme la charge électrique des électrons est négative, ils vont nécessairement de la borne - du générateur vers la borne +.

Je retiens

- **Toute solution aqueuse ionique est électriquement neutre.** Elle contient forcément à la fois des ions négatifs et des ions positifs. La charge électrique positive totale des ions positifs **compense** la charge électrique négative totale des ions négatifs.
- Dans une solution aqueuse ionique, les ions de charge électrique positive se déplacent vers l'électrode de charge électrique négative, et inversement. C'est ce **mouvement à double sens** qui constitue le **courant électrique** dans un liquide.

Je vérifie mes connaissances

Exercice 13

Coche la case correspondant à la bonne réponse puis vérifie la correction.

	Oui	Non
1- Un ion est-il une molécule qui a perdu ou gagné un ou plusieurs atomes ?	☐	☐
2- Après la formation d'un ion, le noyau de l'ion conserve-t-il le même nombre de charges électriques positives que l'atome dont il est issu ?	☐	☐
3- Un atome est-il électriquement neutre ?	☐	☐
4- Un ion est-il électriquement neutre ?	☐	☐
5- Le « 2+ » dans l'écriture Cu^{2+} signifie-t-il que l'atome de cuivre a perdu deux électrons ?	☐	☐
6- L'atome de chlore devient-il l'ion chlorure Cl^- s'il perd un électron ?	☐	☐
7- Une solution aqueuse ionique est-elle électriquement neutre ?	☐	☐
8- Y a-t-il autant de charges électriques positives que de charges électriques négatives dans une solution aqueuse ionique ?	☐	☐
9- Une solution aqueuse ionique est électriquement neutre. Peut-on dire que c'est qu'il y a autant d'ions de charge positive que d'ions de charge négative ?	☐	☐
10- Dans une solution aqueuse ionique, les ions de charge électrique positive se déplacent-ils vers l'électrode reliée à la partie négative du circuit électrique ?	☐	☐
11- Dans une solution aqueuse ionique, les ions de charge électrique négative se déplacent-ils vers l'électrode reliée à la partie positive du circuit électrique ?	☐	☐
12- Dans une solution aqueuse ionique, est-ce que c'est le mouvement des ions de charge électrique positive qui est à l'origine du courant électrique ?	☐	☐

Exercice 14

Complète le tableau suivant, puis vérifie la correction.

ion	fer (II)	chlorure	cuivre (II)	fer (III)
symbole	Fe^{2+}			

Exercice 15

Réponds aux questions puis vérifie la correction.

L'atome de cuivre contient 29 électrons.

1- Que signifie l'expression « L'atome de cuivre est électriquement neutre » ?

.....

.....

.....

.....

2- Combien l'ion cuivre (II) Cu^{2+} contient-il d'électrons ?

.....

3- Quelle différence de nombre d'électrons existe-t-il entre l'atome de cuivre et l'ion cuivre (II) ?

.....

Exercice 16

Complète les phrases en suivant l'exemple fourni puis vérifie la correction.

1- 3Fe^{2+} signifie trois ions fer (II)

2- Quatre ions cuivre (II) se note

3- Un ion chlorure s'écrit

4- 2Cu correspond à

5- Un atome de fer s'écrit

J'approfondis

Exercice 17

Soit une solution aqueuse ionique contenant :

1- des molécules d'eau (formule H_2O)

2- des ions sodium (formule Na^+)

3- des ions calcium (formule Ca^{2+})

4- des ions chlorure (formule Cl^-).

Dans un bécher contenant cette solution, on plonge deux électrodes : l'électrode A est reliée à la borne positive du générateur, l'électrode B est reliée à la borne négative du générateur. Explique dans quel sens les ions vont se déplacer (justifie tes réponses).

.....

.....

.....

Séance 4

Les ions peuvent-ils se transformer en atomes ?

A Que vais-je apprendre dans cette séance ?

Dans la séance précédente, tu as vu que le courant électrique dans une solution aqueuse ionique est un **déplacement d'ions**.

Dans cette séance, tu vas voir que ce déplacement d'ions peut, de plus, s'accompagner d'une **transformation chimique des ions**.

B Je découvre



Activité expérimentale

Une expérience avec une solution aqueuse de sulfate de cuivre

1- Quels sont les ions présents dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre ?

Une solution aqueuse de sulfate de cuivre contient :

1. des molécules d'eau (de formule H_2O),
2. des ions cuivre II (de formule Cu^{2+})
3. des ions sulfate (de formule SO_4^{2-}).

Cette solution est de couleur bleu azur : ceci est dû à la présence des ions Cu^{2+} .

Remarque : Le nom des ions Cu^{2+} est « ions cuivre (II) » (prononce : « ions cuivre deux »). On met le chiffre romain « II » à côté du nom pour préciser que la charge électrique de ces ions vaut 2+ : il est important de le préciser car il existe également d'autres ions cuivre, de formule Cu^+ . Ces derniers sont appelés, fort logiquement, « ions cuivre I ».

Tu retrouveras ces distinctions assez souvent : ainsi il existe les ions de formule Fe^{2+} (ions fer II) et ceux de formule Fe^{3+} (ions fer III).

Exercice 18

On a dit que la solution aqueuse de sulfate de cuivre contient, outre les ions cuivre (II), des ions sulfate de formule SO_4^{2-} .

Dans cette formule, que signifient :

1. la lettre S ?
2. la lettre O ?
3. le chiffre 4 (écrit en bas) ?
4. l'indication 2- (écrite en haut) ?

2- Expérience : passage du courant électrique dans une solution de sulfate de cuivre

On installe le dispositif photographié à la figure f44.1. On reconnaît : un générateur, des fils électriques, une lampe (qui détecte le passage du courant électrique dans le circuit), et un bécher contenant une solution de sulfate de cuivre (on reconnaît sa couleur bleu azur), dans laquelle plongent deux électrodes en carbone.

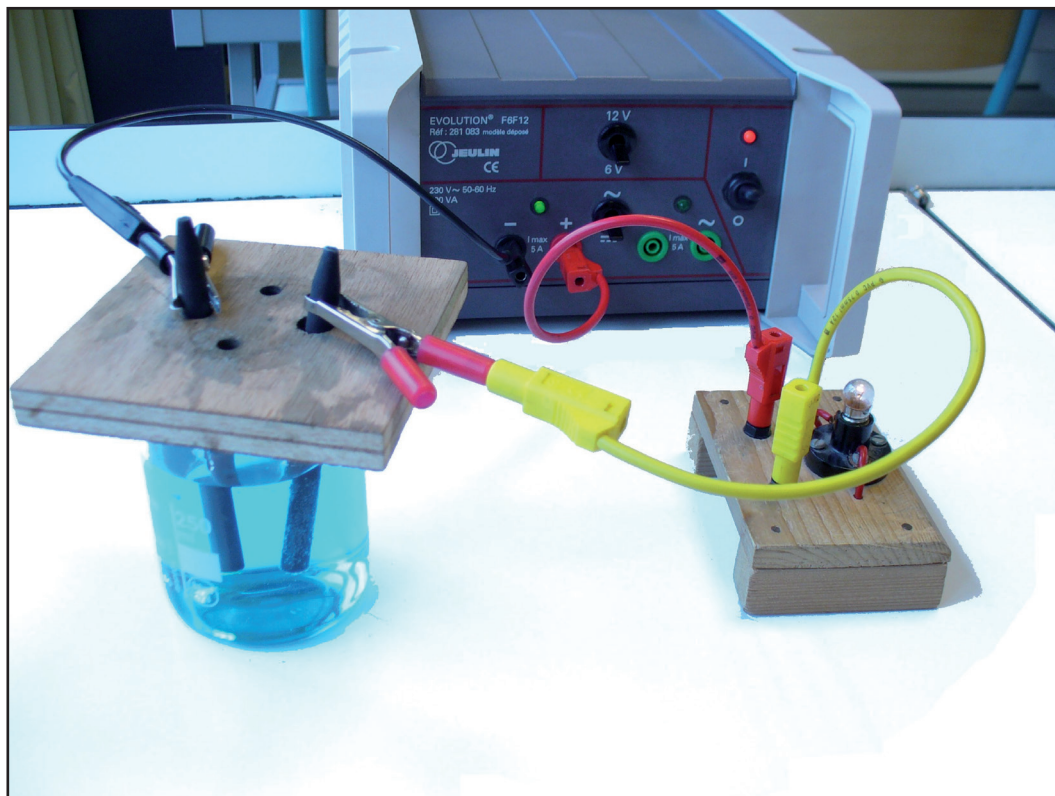


Fig. f44.1

Le passage du courant électrique dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre

Comme dans la séance 3, nous appellerons E1 l'électrode de carbone reliée à la borne positive du générateur, et E2 celle qui est reliée à la borne négative.

Laissons passer le courant électrique quelques minutes dans le circuit, puis retirons les électrodes du bécher : on observe alors sur E2 un joli dépôt de couleur orangée (figure f44.2). Cette couleur est celle du cuivre : comment est-il possible que ce métal se soit déposé sur l'électrode ?

Réfléchissons par étapes :

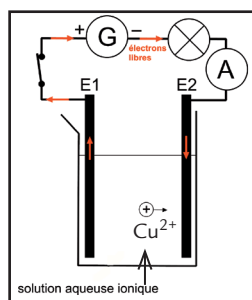


Fig. f43.3 bis

La circulation du courant électrique dans un circuit comportant une solution aqueuse ionique

- 1- La solution contient des ions sulfate, de charge négative, et des ions cuivre (II) de charge positive. Ces derniers sont attirés par E2.
- 2- Mais comment les ions cuivre (II), arrivés au contact de E2, peuvent-ils se transformer en atomes de cuivre ? Pour cela, il faut qu'ils puissent récupérer 2 électrons.
- 3- La figure f43.3 (rapportée ci-contre) nous montre que justement, des électrons arrivent dans l'électrode E2 en provenance du générateur. Chaque ion cuivre (II) peut ainsi récupérer 2 électrons et se transformer en atome de cuivre qui se dépose sur l'électrode E2. En notant e^- le symbole d'un électron, on peut donc écrire l'équation de ce qui s'est passé : $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \longrightarrow \text{Cu}$ (remarque : cette équation n'est pas au programme de la classe de 3e, tu n'as donc pas à la retenir).

3- Conclusion de l'expérience

Le déplacement des ions cuivre (II) dans la solution s'accompagne, lorsque ces ions atteignent l'électrode négative, de leur **transformation chimique** en **atomes de cuivre**.

Remarque : les ions sulfate subissent eux aussi, au contact de l'électrode positive, une transformation chimique. Tu l'étudieras au lycée.

Une application : la métallisation des objets

Dans l'artisanat ou dans l'industrie, on utilise la méthode que tu viens de découvrir et de comprendre aux paragraphes ci-dessus pour recouvrir des objets d'un dépôt métallique : on appelle cela la « **métallisation** ».



Étude de document

Une autre application : la production d'un métal, le zinc, à partir d'une solution aqueuse de sulfate de zinc.

Exercice 19

Lis le texte ci-dessous puis réponds à la question :

La fabrication du zinc

Une partie du zinc produit dans le monde est obtenue en faisant passer du courant électrique dans une solution aqueuse de sulfate de zinc (elle-même préparée à partir des minerais de zinc). L'opération est réalisée dans de très grandes cuves en plastique. Pour avoir un beau dépôt de zinc, on travaille avec une tension faible (environ 3 volts) mais l'intensité peut être considérable (jusqu'à 100 000 ampères). Le zinc se forme sur des électrodes en aluminium qui ont la forme de grandes plaques. Toutes les 24 heures environ, une machine vient racler ces électrodes et récupérer le zinc.

Question :

Sachant que les ions zinc ont pour formule Zn^{2+} , les électrodes en aluminium où le zinc va se déposer doivent-elles être reliées à la borne positive ou à la borne négative du générateur (justifie) ?

.....

.....

.....

Je retiens

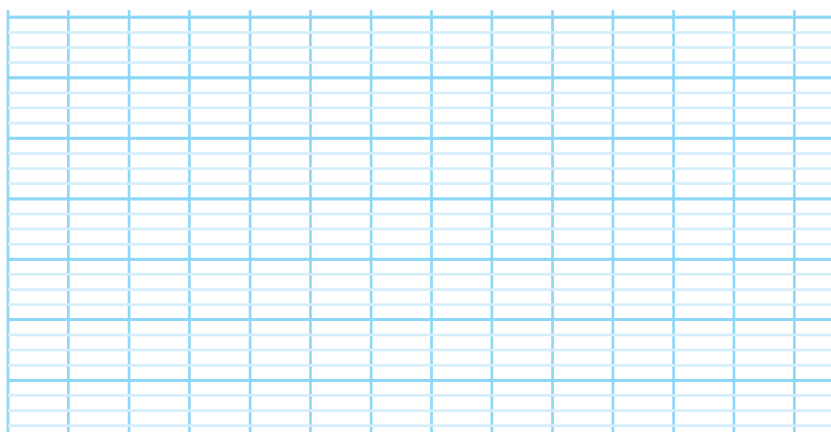
- Le déplacement des ions de charge positive et d'origine métallique dans la solution s'accompagne, lorsque ces ions atteignent l'électrode négative, de leur **transformation chimique en atomes métalliques**.
- C'est ce principe qui est utilisé dans la **métallisation**, ou la production de métal (ex Zn)

Je vérifie mes connaissances

Exercice 20

Dans une solution de sulfate de zinc, on plonge deux électrodes E1 et E2 reliées à un générateur. E1 est connectée à la borne positive du générateur et E2 à sa borne négative.

1- Fais le schéma du montage.



2- Donne les formules chimiques des ions présents dans la solution.

.....

.....

3- Au niveau de quelle électrode observera-t-on un dépôt de zinc ? Justifie.

.....

.....

.....

.....

Séance 5

Qu'appelle-t-on « liquides acides », « liquides basiques », « liquides neutres » ?

A Que vais-je apprendre dans cette séance ?

***j**e sais déjà* _____

Le mot « acide » évoque certaines boissons (jus de citron, jus de pamplemousse, jus d'orange...) ou ingrédients alimentaires (vinaigre...) qui ont un petit goût piquant !

Le mot acide évoque aussi certains liquides dangereux : il y a de l'acide dans les batteries de voitures, et les détartrants ménagers « anticalcaires » contiennent également de l'acide, capable justement de réagir avec le tartre pour l'éliminer.

Tu as vu dans la séquence 4, séance 1, qu'un acide concentré est **corrosif**, et qu'il faut prendre des précautions pour l'utiliser.

Exercice 21

Recherche sur les étiquettes des bouteilles, ou dans un dictionnaire, le nom scientifique des acides contenus dans :

- le vinaigre :
- une boisson genre coca :
- le jus de citron :
- les batteries de voiture :
- un liquide ménager anticalcaire :

***C**e que je vais apprendre dans cette séance* _____

Tu vas voir dans cette séance ce qui fait que certains liquides sont « acides ».

Tu verras aussi qu'il existe des liquides « neutres », et d'autres « basiques ».

Tu verras enfin à quoi sert un nombre appelé « le pH ».

B Je découvre

Étude de document n° 1

Pourquoi certains liquides sont-ils acides ?

Exercice 22

Si l'on applique le test de la conduction électrique (fig. f42.1) à un acide, on constate qu'il est positif : l'ampèremètre indique une valeur non nulle et, si l'acide est suffisamment concentré, la lampe s'allume. Quelle conclusion tires-tu de cette expérience ?

.....

Exercice 23

Lis le texte ci-dessous puis répond aux questions :

Les chimistes ont découvert que tous les liquides acides (jus de fruits, vinaigre, acide sulfurique, acide chlorhydrique, etc.) ont un point commun : ils contiennent tous des **ions hydrogène** de formule chimique H^+ . Et que plus ces ions sont nombreux, plus le liquide est acide, plus il est **concentré**.

Ce sont donc bien les ions hydrogène H^+ qui sont responsables de l'acidité : ce sont eux qui nous piquent la langue dans les jus de fruits ou dans le vinaigre, ce sont encore eux qui attaquent le tartre quand on fait agir un liquide détartrant, ce sont eux aussi qui réagissent avec le fer, comme nous le verrons dans une prochaine séquence... Décidément, ces ions hydrogène sont vraiment très actifs !

Par ailleurs, si un liquide acide est trop concentré et que l'on veut le **diluer**, il faut toujours **verser l'acide dans l'eau**, et non l'inverse (si l'on fait le contraire, il se produit un échauffement brutal, pouvant provoquer des projections d'acide).

Réponds ou complète (les réponses sont dans le texte ci-dessus) :

- 1- Quels sont les ions responsables de l'acidité (nom et formule) ?
- 2- Quand un liquide acide contient beaucoup de ces ions, on dit qu'il est
- 3- Quand un liquide acide contient peu de ces ions, on dit qu'il est

Vérifie bien tes réponses dans le livret de corrigés et retiens-les.



Étude de document n° 2

Qu'appelle-t-on « liquides neutres » et « liquides basiques » ?

Les chimistes classent les liquides en **trois catégories** :

- 1- Les liquides **neutres** sont ceux qui ne contiennent aucun ion hydrogène ni aucun ion hydroxyde, ou alors qui en contiennent des quantités rigoureusement égales.
- 2- Les liquides **acides** sont ceux qui contiennent plus d'ions **hydrogène** de formule chimique H^+ . Ces liquides sont conducteurs du courant électrique puisqu'ils contiennent des ions.
- 3- Les liquides **basiques** sont ceux qui contiennent plus d'ions **hydroxyde** de formule chimique HO^- . Ces liquides sont également conducteurs du courant électrique.



Attention : ici, le mot « neutre » n'a pas du tout le même sens que dans l'expression « électriquement neutre ».

Exemples :

L'eau de Javel est un liquide basique. Les liquides basiques peuvent être corrosifs, tout autant que les liquides acides, quand ils sont concentrés.

De l'eau pure (distillée) est un liquide neutre. Certains savons ou shampoings sont neutres également : cela te montre que « neutre » ne veut pas dire « potable », loin de là !

Exercice 24

Une solution aqueuse contient les ions suivants : fer (II) (de formule Fe^{2+}), chlorure (de formule Cl^-), et sodium (de formule Na^+). Cette solution est-elle acide, neutre ou basique (justifie la réponse) ?

.....

.....



Activité expérimentale n° 1

Qu'est-ce que le « pH » ?

Le **pH** est un **nombre** qui exprime le degré d'acidité ou de basicité d'un liquide.

L'échelle des **pH** va de 0 à 14 :

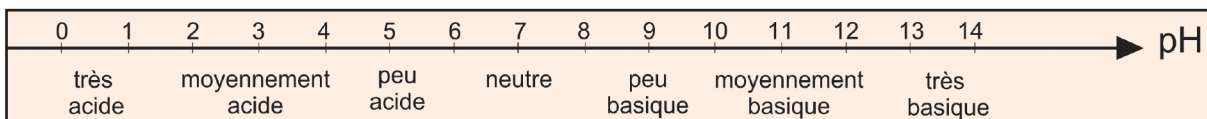


Fig. f45.a

La mesure du pH

Pour mesurer le pH, on peut utiliser du « papier indicateur de pH », une sorte de papier buvard imbibé de produits chimiques qui a la propriété de changer de couleur suivant le degré d'acidité ou de basicité. Il suffit de déposer une goutte du liquide à tester (figure f45.1) et d'observer la couleur du papier par rapport à une palette de référence (figure f45.2) :



fig. f45.1

L'utilisation du papier indicateur de pH



fig. f45.2

La gamme de couleurs d'un papier indicateur de pH

Remarques :

- 1- Selon les fabricants de papier indicateur de pH, la gamme de couleurs des papiers peut être légèrement différente.
- 2- En l'absence du compte-gouttes sur le flacon, on peut utiliser un agitateur qui au contact de la solution permet le prélèvement d'une goutte que l'on dépose ensuite sur le papier indicateur de pH.
- 3- Il existe un appareil électronique, appelé pH-mètre, qui permet de mesurer la valeur du pH avec une précision meilleure que celle donnée par le papier indicateur.

Exercice 25

Voici le résultat de quelques mesures de pH :

- eau de Vichy : pH = 8
- liquide « anticalcaire » : pH = 1
- jus de citron : pH = 2
- Coca-Cola : pH = 2
- eau de Contrexéville : pH = 7
- limonade : pH = 3
- acide pour batterie : pH = 0
- lessive liquide : pH = 11
- vin blanc : pH = 4
- eau distillée : pH = 7
- liquide déboucheur : pH = 14
- shampooing : pH = 7
- eau du robinet : pH = 8
- eau de Javel : pH = 13

1- Quels sont les liquides acides (classe-les du plus acide au moins acide) ?

.....

.....

2- Quels sont les liquides neutres ?

.....

3- Quels sont les liquides basiques (classe-les du plus basique au moins basique) ?

.....

.....



Activité expérimentale n° 2

Comment le pH varie-t-il quand on dilue un acide ?

Exercice 26

Pressons un citron et mesurons le pH de son jus : le papier indicateur nous donne la valeur $\text{pH} = 2$. Maintenant, diluons ce jus en y rajoutant un certain volume d'eau distillée, et prenons le pH de ce mélange : on obtient $\text{pH} = 5$. Avec davantage d'eau, on obtient $\text{pH} = 6$.

1- Ces résultats te paraissent-ils normaux ? Justifie.

.....

.....

2- À ton avis, si on dilue beaucoup le jus de citron, atteindra-t-on la valeur $\text{pH} = 7$? Justifie ?

.....

.....

Vérifie bien tes réponses dans le livret de corrigés et retiens-les.

Je retiens

- Un liquide acide est conducteur du courant électrique. Il contient donc des ions.
- Les ions responsables de l'acidité s'appellent les **ions hydrogène**. Leur formule est H^+ .
- Les ions responsables de la basicité s'appellent les ions **hydroxyde**. Leur formule chimique est HO^- .
- Les liquides **neutres** peuvent ne contenir **aucun** ion hydrogène ni hydroxyde, ou alors les contenir en **quantités rigoureusement égales**.
- Quand un liquide acide contient beaucoup d'ions hydrogène, on dit qu'il est **concentré**.
- Quand un liquide acide contient peu d'ions hydrogène, on dit qu'il est **dilué**.
- Le **pH** est un **nombre** qui exprime le degré d'acidité ou de basicité d'un liquide.
- L'**échelle des pH** va de 0 à 14 :
- Quand on **dilue** un acide, son pH **augmente**.

Je vérifie mes connaissances

Exercice 27

Coche la case correspondant à la bonne réponse puis vérifie la correction.

	Oui	Non
1- Les solutions aqueuses ioniques acides sont-elles conductrices du courant électrique ?	☐	☐
2- Les ions hydrogène H^+ sont-ils responsables de l'acidité ?	☐	☐
3- Un liquide acide qui contient beaucoup d'ions hydrogène H^+ est-il dit dilué ?	☐	☐
4- Un liquide acide qui contient peu d'ions hydrogène H^+ est-il dit concentré ?	☐	☐
5- Peut-on dire que les liquides basiques contiennent des ions hydroxyde de formule chimique HO^- ?	☐	☐
6- Peut-on dire que certains liquides neutres ne contiennent aucun ion hydrogène ni aucun ion hydroxyde ?	☐	☐
7- Est-ce que l'eau de Javel est un liquide neutre ?	☐	☐
8- L'eau pure (distillée) est-elle un liquide neutre ?	☐	☐
9- Est-ce que l'échelle des pH va de 0 à 14 ?	☐	☐
10- Peut-on dire qu'il y a deux façons de mesurer le pH, par le papier indicateur et par le pH-mètre ?	☐	☐
11- L'acidité diminue-t-elle quand on ajoute de l'eau ?	☐	☐
12- Le pH diminue-t-il quand on ajoute de l'eau ?	☐	☐

Exercice 28

Complète ou surligne la bonne réponse. Puis vérifie la correction.

- 1- Une solution aqueuse basique a un pH **supérieur** / inférieur à 7.
- 2- Le pH d'une solution aqueuse neutre vaut
- 3- Une solution aqueuse est acide si son pH est
- 4- En diluant une solution acide, le pH **augmente** / diminue.
- 5- La soude est une solution **basique** / acide.
- 6- Une solution aqueuse est d'autant plus basique que la quantité d'ions hydroxyde dans un même volume est plus **faible** / importante.

- 7- Le pH se mesure au moyen ou au moyen
- 8- Le jus de citron et le vinaigre sont des liquides
- 9- L'eau de Javel et la soude sont des liquides
- 10-S'il y a plus d'ions hydroxyde dans une solution, alors la solution est dite
- 11-S'il y a plus d'ions hydrogène dans une solution, alors la solution est dite
- 12-Si la solution est neutre alors il y a autant d'ions que d'ions