

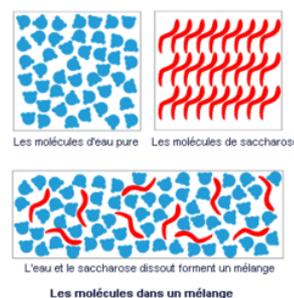
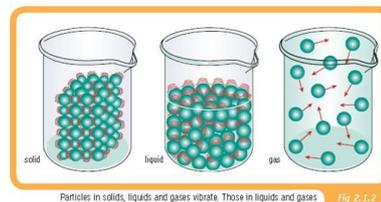
Livret ressources

Transformation de la matière

Tableau Périodique des Éléments

Métaux alcalins
Métaux alcalino-terreux
Métaux de transition
Lanthanides
Actinides
Métaux passives
Non-métaux
Gaz rares

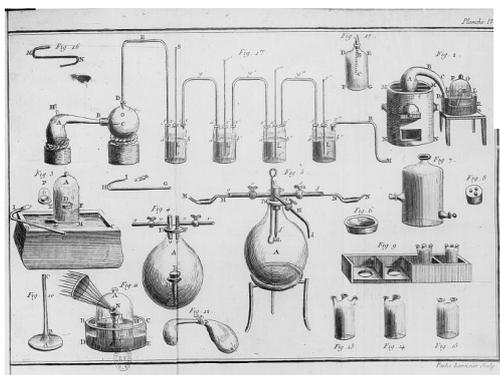
Solide
Liquide
Gaz
Métalloïde



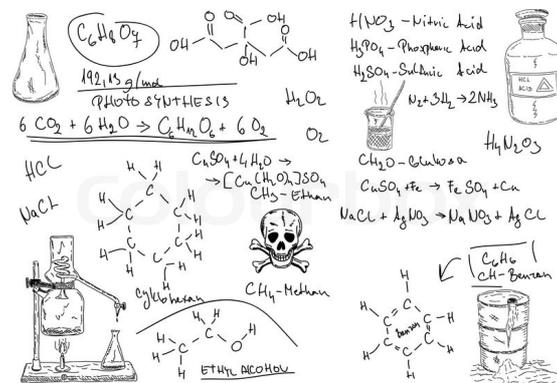
ACIDE CHLORHYDRIQUE HCl



Teneur minimum : 34 %
d : 1,17
M : 36,47
Environ 11M
R : 34-37 - S : 2-26



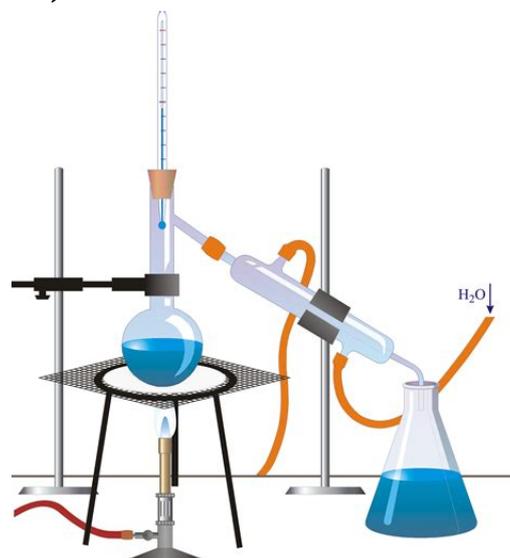
Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France



Partie 1 – Démarches de construction de savoir (recherches en classe)

Partie 2 – L'essentiel du cours

Partie 3 – Exercices d'entraînement

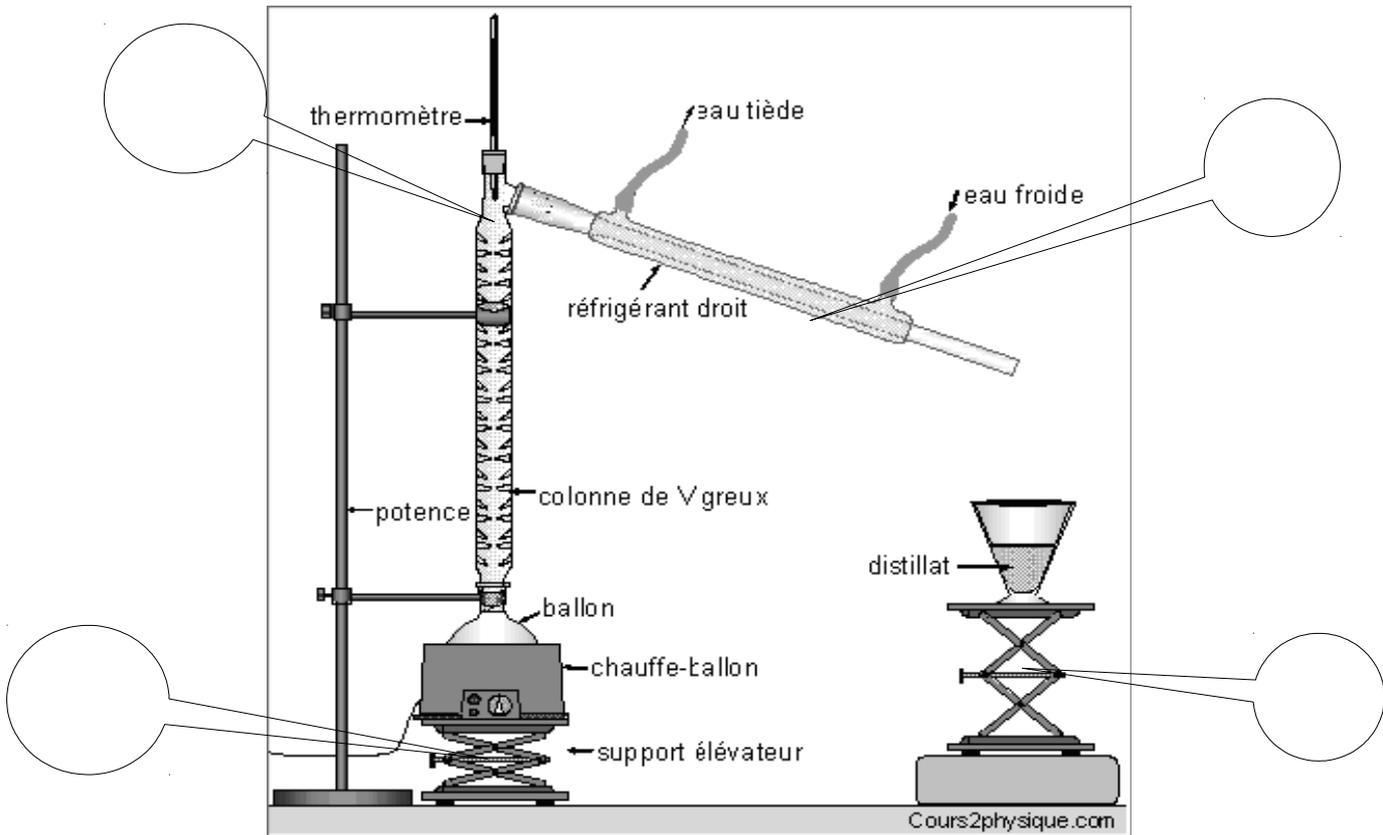


Les démarches, activités de recherche en groupes

Voir votre cahier de travail pour les traces de ces travaux et les bilans que vous en avez tiré.

1 - Distillation du picrate

On chauffe du « picrate », mélange d'eau, d'alcool, d'arômes et de colorants. L'alcool est celui qui s'évapore le plus facilement. Il est décondensé dans le tube réfrigérant. On récupère l'alcool dans le verre.



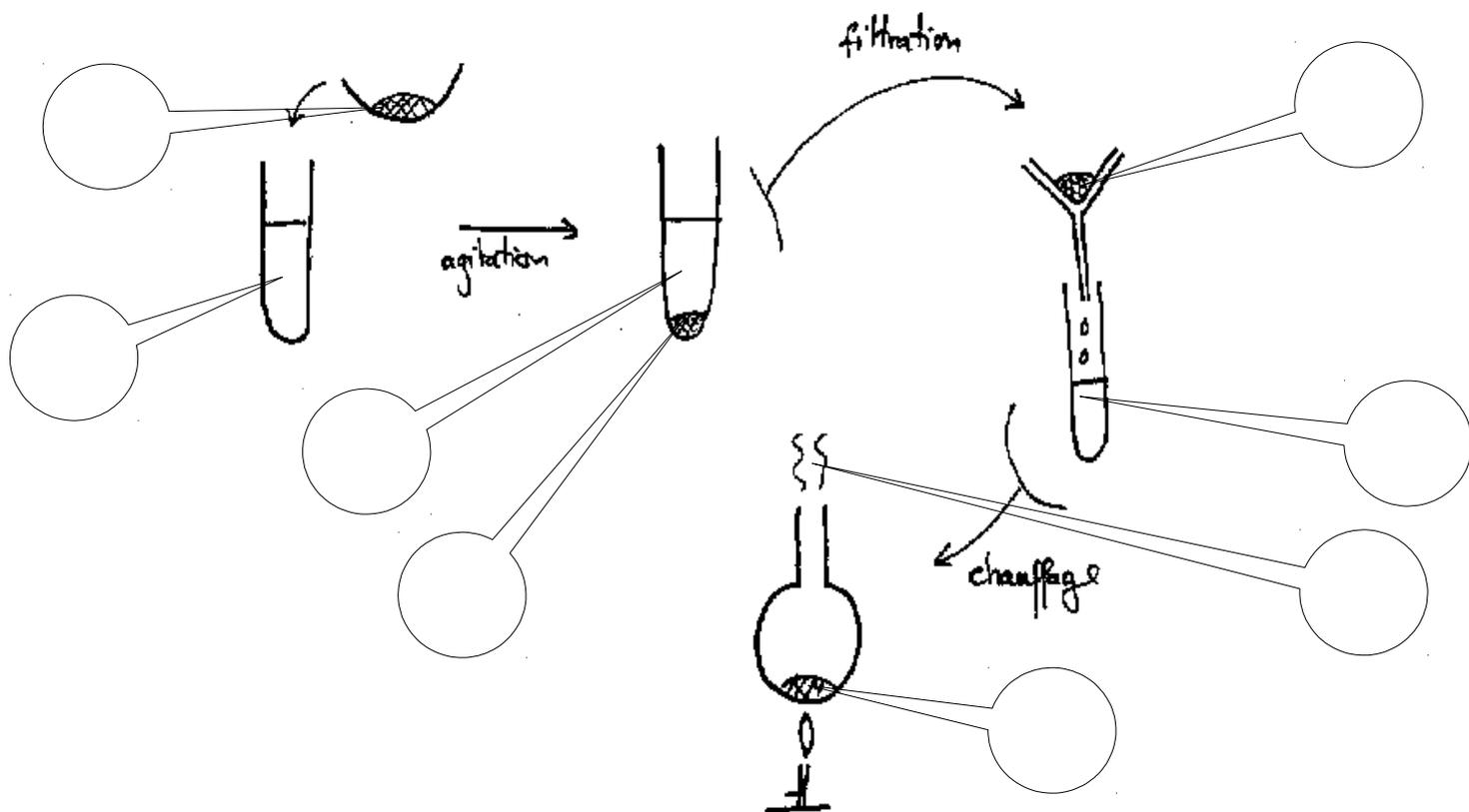
Explications

- Rôle u tube réfrigérant :

- Evolution de la température en tête de colonne :

2 - Séparation du sable et du sel

Comment séparer du sel et du sable mélangés ? On met de l'eau dans un mélange de sel en poudre et de sable. On agite pour dissoudre le sel. Le tout est versé dans un filtre. Le liquide filtré est ensuite chauffé pour être évaporé. Il ne reste à la fin que le sel sous forme solide !

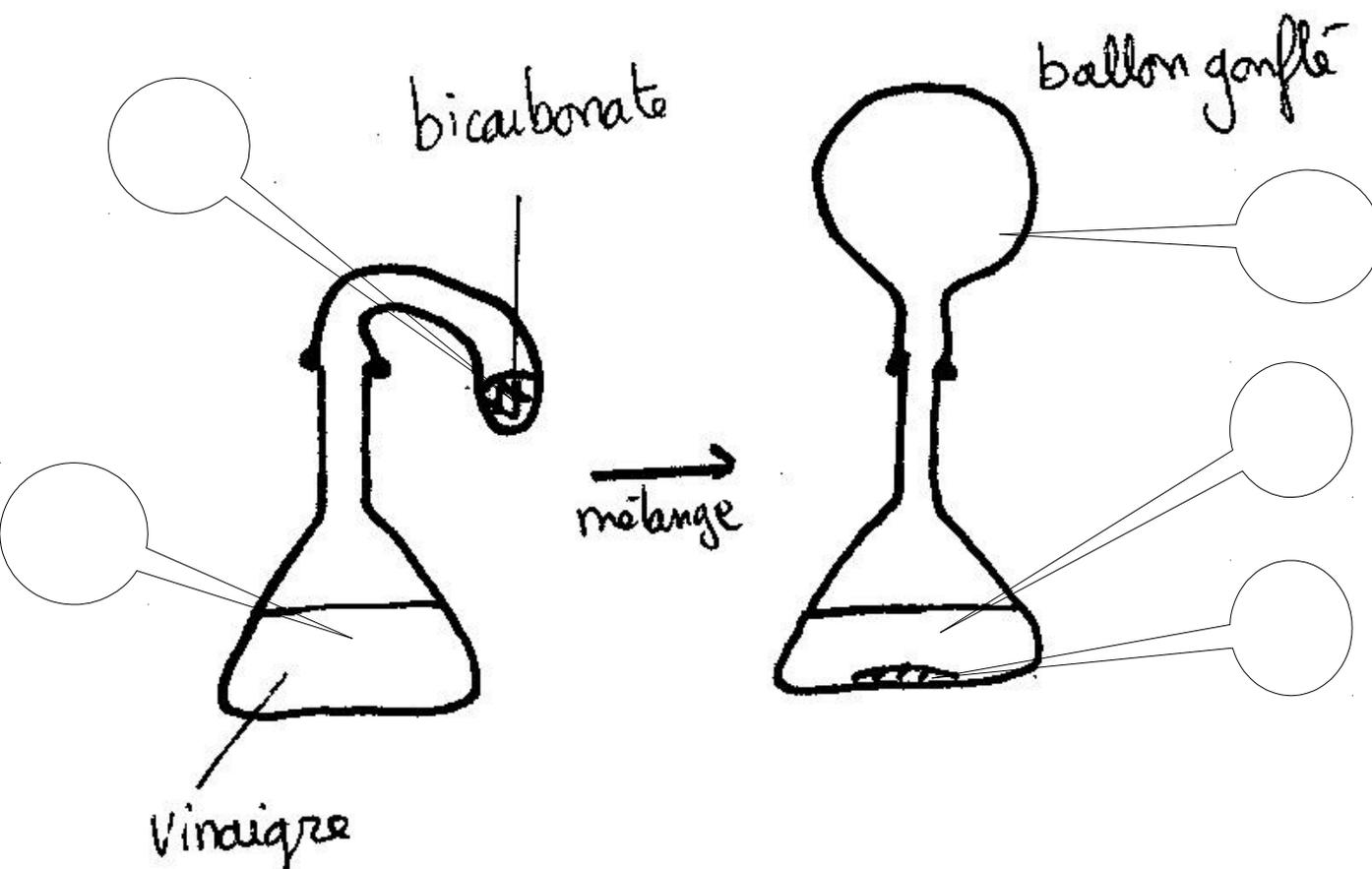


Explications

- Résumer en quelques lignes la technique de séparation
 - Dissolution :
 - Filtration :
 - Evaporation :

3 - Vinaigre + bicarbonate

On verse du bicarbonate de sodium en poudre dans du vinaigre (mélange d'eau et d'acide éthanoïque). Il y a une réaction chimique entre l'acide et le bicarbonate de sodium pour former du dioxyde de carbone gazeux.



Questionnement

- Que reste-t-il dans l'erenmeyer (récipient en verre) ? Ca dépend des quantités mélangées. On peut faire deux type d'observation : s'il reste ou pas de la poudre ; si le liquide est acide ou pas (mesures de pH). Expliquer les deux situations possibles.

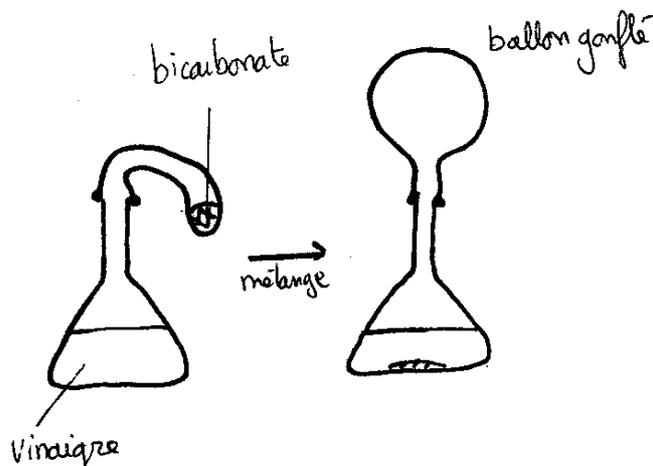
4 - Modélisation particulaire Vinaigre + bicarbonate

Le vinaigre est un mélange d'eau et d'acide-éthanoïque. Le bicarbonate-de-sodium est un solide en poudre.

Lorsque l'acide-éthanoïque et le bicarbonate-de-sodium se rencontrent, ils réagissent pour former du dioxyde-de-carbone et de l'éthanoate-de-sodium.

On mélange du vinaigre et du bicarbonate de sodium selon le schéma ci contre. Des bulles apparaissent dans le flacon et le ballon se gonfle. On vérifie avec de l'eau de chaux qui se trouble que le gaz produit est bien du dioxyde de carbone.

Chacun des 4 schéma ci contre représente la matière à un moment de cette expérience.



Consignes

- Annoter les schémas pour expliquer ce qui est représenté et pourquoi c'est représenté ainsi.
- Indiquer une légende avec la couleur de chaque particule
- Donner un titre à chaque schéma pour dire ce qui est globalement représenté.

5 - Extraction liquide-liquide

Le problème à résoudre

Vous disposez d'un liquide coloré mauve qui contient de l'eau (le solvant) et deux colorants dissout :

- du **sulfate de cuivre** (bleu)
- du **rouge de méthyle** (orangé)

On vous demande de **séparer les deux espèces chimiques** dissoutes.

Impossible de prendre un microscope et de séparer les molécules une à une !!! Alors comment faire ???

En utilisant un autre solvant ! Mais encore faut-il comprendre quel solvant choisir.

Le principe

Découper les vignettes montrant comment se répartissent les deux types de molécules (sulfate de cuivre et rouge de méthyle) entre les deux solvant et les remettre dans le bon ordre.

Solubilité des espèces chimiques à séparer

Une espèce chimique est **plus ou moins soluble** dans un solvant. Cette solubilité est liée à la quantité d'espèce chimique que l'on peut dissoudre dans le solvant.

	Eau	cyclohexane
Rouge de méthyl	peu	Beaucoup
Sulfate de cuivre	Beaucoup	Pas du tout

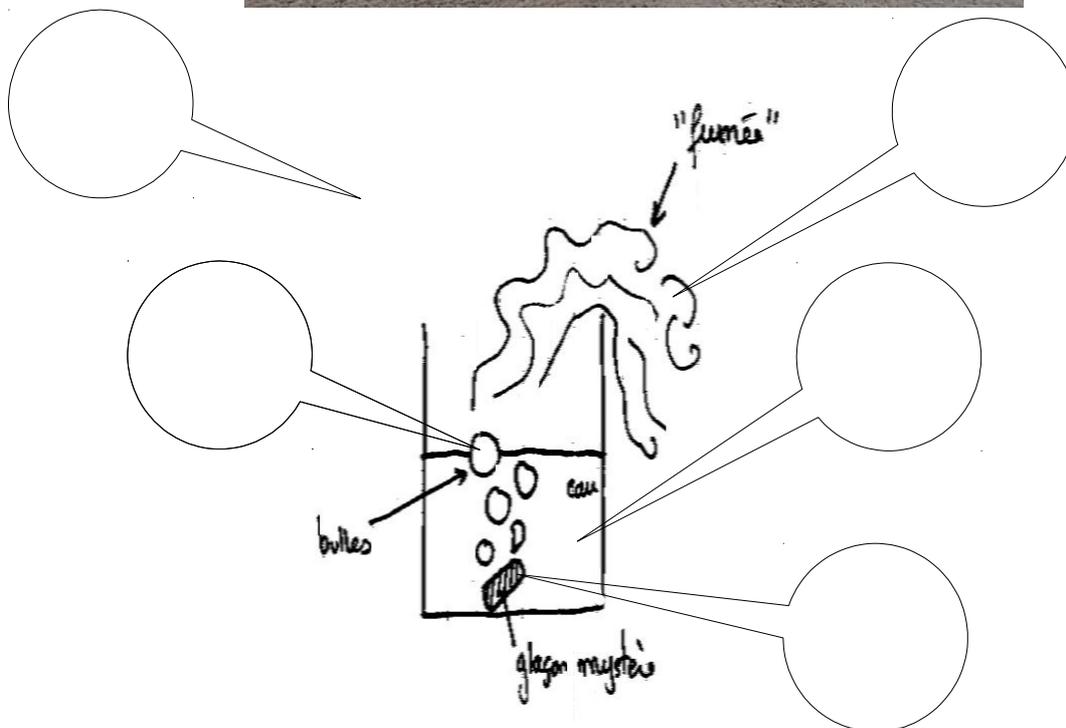
Modélisation de la séparation

Mélange initial	Ajout du solvant	Après agitation	Récupération première phase	Récupération deuxième phase

6 - Le glaçon mystère

On met un morceau de « glace carbonique » dans de l'eau.

Ce glaçon à une température de -70°C . Contrairement à un glaçon normal, il coule. Des bulles se forment autour de lui. Une « fumée » se forme au dessus du verre.



7 - Neutralisation d'un acide

Le problème

Presti'cirque SARL

Matériel de cirque et tours clefs en main

Document de travail

PROJET L'homme invincible – les produits chimiques

Après avoir exploité les tours de la planche cloutée (NOTICE N° 11) et du verre pilé (NOTICE n°12), nous proposons de renforcer la croyance dans les capacités surhumaine de notre « homme invincible » en montrant la « résistance aux produit chimiques ».

MATERIEL NECESSAIRE

- Bouteille d'acide chlorhydrique du commerce
- Pastilles de soude
- Eprouvette graduée
- Bouteilles de 1L.

DEROULEMENT

Deux produits chimiques préalablement conditionnés dans deux bouteilles sont présentés, l'acide chlorhydrique et la soude. On insiste bien sur leur dangerosité : ces deux produits sont bien connu comme de puissants produits ménagers, premier sert à détartrer les surface en attaquant le calcaire et le second à déboucher les tuyaux en rongant les bouchons de saleté.

Les deux produits sont mélangés et « L'homme invincible » boit ensuite le contenu du mélange.

PRINCIPE

Si le mélange est fait soigneusement en respectant les bonnes quantités, l'acide et la soude se neutralisent pour former de l'eau salée. La boire est certe désagréable (ainsi vous n'aurez pas trop à vous forcer pour « souffrir ») mais pas dangeureux pour votre santé.

En mélangeant x g de soude avec un volume de y mL d'acide chlorhydrique diluée au 1/10e on réalise le bon mélange qui n'est plus dange... eux.

DANGERS

Ils est impératif de respecter avec un maximum de précision les dosages indiqués dans le tableau joint pour la préparation des liquides. Sans quoi le mélange serait encore nocif et pourrait entrainer de grave brulures d'estomac.

Ne pas répéter le tour trop souvent. La quantité d'eau salée ingérée ne doit pas être trop importante et régulière. Cela pourrait entrainer quelques problèmes de santé (hypertension ou rétention d'eau).

→ Justifier cette affirmation
et trouver la valeur ~~de~~ cachée
par la tâche.

Les deux questions de recherche

- *Comment est-ce possible d'avoir, en mélangeant de l'acide et de la soude, de l'eau salée buvable sans danger ?*
- *Est-ce que toutes les proportions de mélange sont sans danger ? Comment déterminer les bonnes proportions ?*

Indices

- Les étiquettes sur les bouteille des deux produits

Solution d'acide chlorhydrique HCl 20 g/L	Solution d'hydroxyde de sodium (Soude) NaOH 40 g/L
--	---

- Formule de l'eau H_2O et du sel (chlorure de sodium) NaCl
- La classification périodique (dernière page)
- La modélisation particulaire de la transformation (p 9)
- La liste de matériel disponible et ses spécificités (voir p 13)

Etude expérimentale

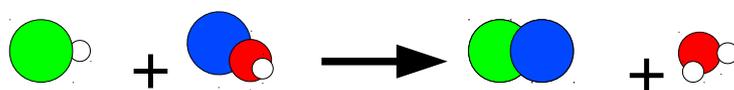
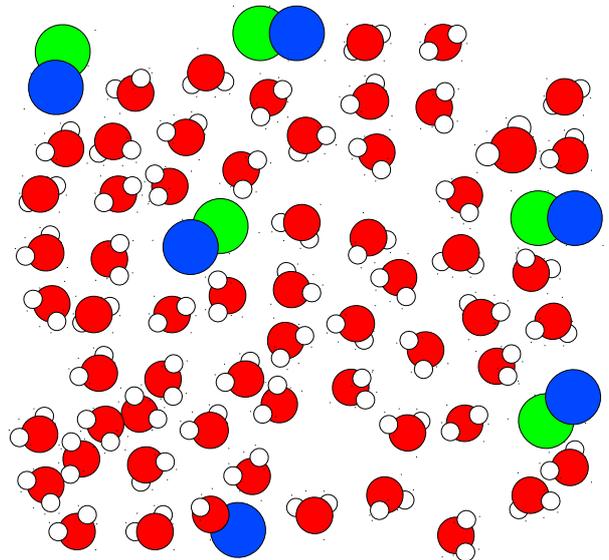
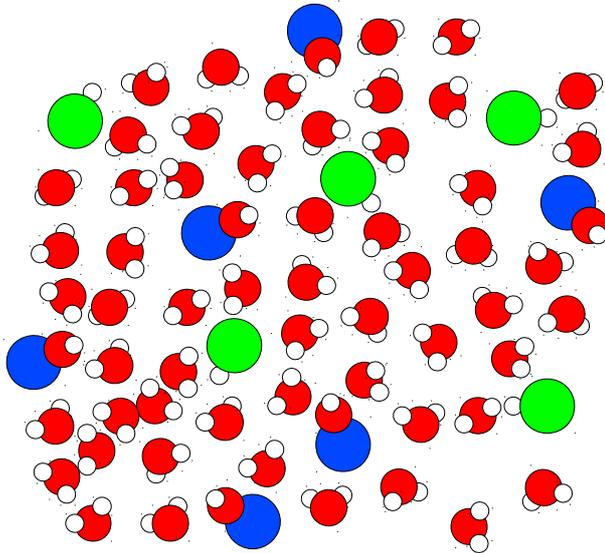
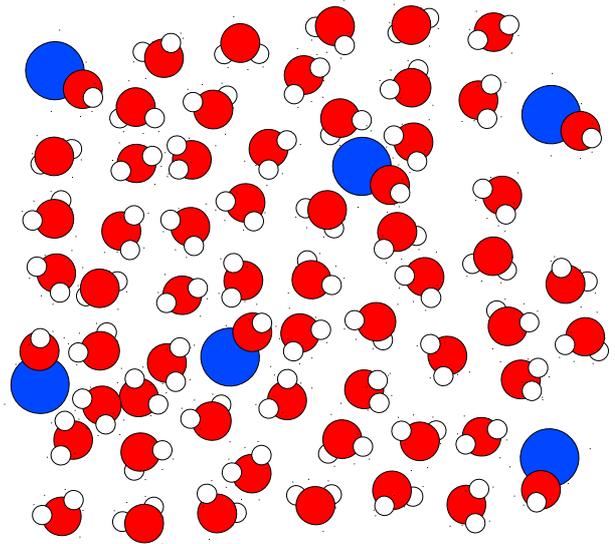
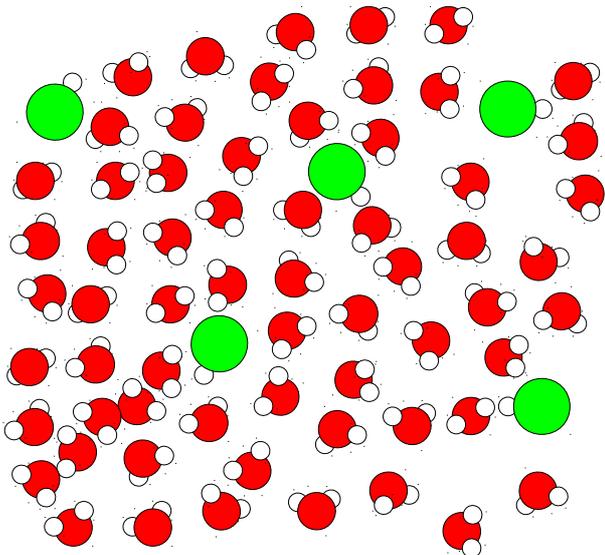
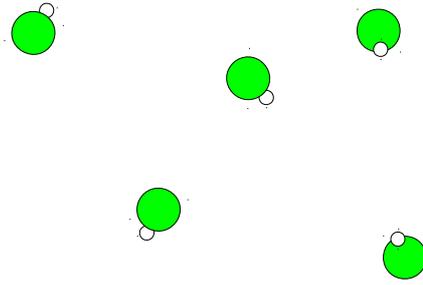
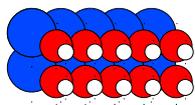
- Faire des expériences utiles, riches en enseignements, pour pouvoir résoudre le problème
- Chaque manipulation devra être soigneusement décrite et les enseignements et questions en suspends clairement rédigées sur une (belle) affiche.
- Objectif : prouver qu'il existe une bonne proportion de mélange où celui-ci n'est pas dangereux et donner un encadrement de ce résultat.

Etude théorique

- Proposer une explication de pourquoi il est possible d'avoir un mélange non dangeureux, indiquant la nature de la transformation chimique.
- Trouver un moyen de calculer les bonnes proportions à partir des indications sur les bouteilles.

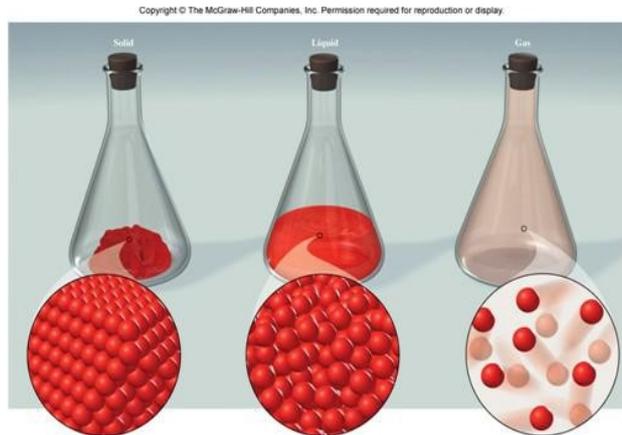
Modélisation particulaire

Que représentent les différents schémas ?

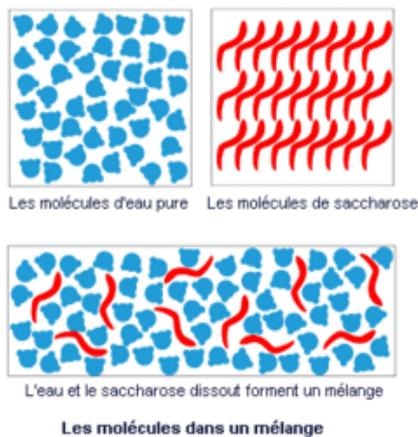


1 - Modélisation particulaire* de la matière

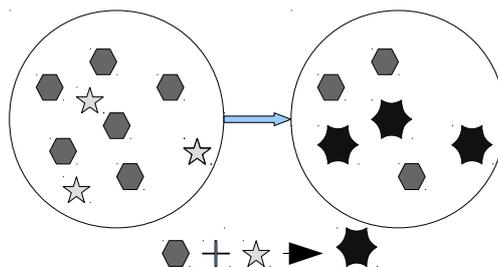
- Une **modélisation particulaire** consiste à représenter la matière avec des particules pour tenter d'expliquer ses propriétés.
- On explique les états **solide**, **liquide**, **gaz** avec l'agencement des particules. Lors d'un **changement d'état** on garde les mêmes particules, seul leur agencement change.



- Un **mélange** est formé de particules différentes. Si il n'y a qu'un seul type de particules, le produit est **pur**.



- Lors d'une **réaction chimique**, des particules disparaissent pour que d'autres apparaissent (les particules se transforment).



2 - Les mots à savoir utiliser

Pour représenter avec des particules un ... (1) il faut ... (2)

Propriété à représenter (1)	Dans la représentation particulière on doit voir ... (2)
Mélange	
Pur	
Solide	
Liquide	
Gaz	
Réaction chimique	

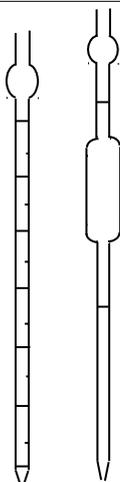
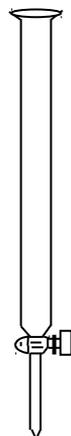
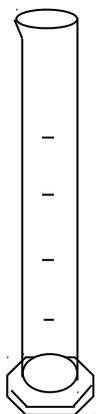
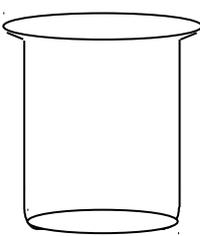
3 - Les techniques d'extraction, de séparation et de purification

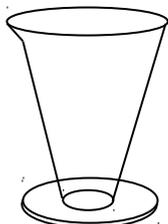
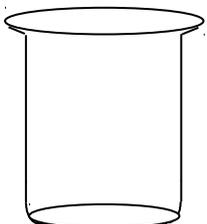
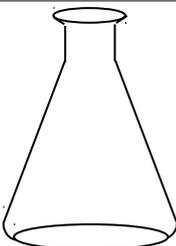
Plusieurs exemples de techniques de séparation ont été étudiées. Elles utilisent des propriétés physico-chimiques différentes des différentes espèces chimiques mélangée :

- Température d'ébullition différentes
- Solubilité différentes
- Solide ou dissout
- ...

4 - La verrerie

- Pour **mesurer leur volume** (plus ou moins précisément)
- Pour **manipuler les échantillons de matière** (souvent liquides)

	PIPETTES	BURETTE	EPROUVETTES	BECHER
Pour mesurer des volumes de liquide				
Précision	$\pm 1/10e$ mL	$\pm 1/10e$ mL	± 1 mL	$\pm \square$ mL (environs)
Divers	Pour prélever un volume donné	Pour mesurer un volume versé progressivement	Mesure volume moyennement précis	Mesure volumes approximatifs.

	VERRE A PIED	BECHER	ERLENMEYER	
Pour manipuler des liquides (mélanges, déchets, ...)				
Usage	Poubelle à liquide	Divers ...	Mélange en agitant	

5 - Les mesures de pH

- Le pH mesure l'acidité d'un liquide (inf à 7 **acide**, sup. à 7 **basique**, autour de 7 **neutre**) **qui est liée à la quantité d'acides dans le mélange.**

Méthode	Intérêt	inconvénient
Papier pH	Estimation du pH rapidement	Manipulations
Indicateur coloré	Facile pour savoir si pH inférieur ou supérieur à une valeur	Pas de valeur exacte
PH mètre	Valeur précise	Nécessité de l'étalonner. Doit être entretenu.

6 - Récapitulatif démarche « neutralisation d'un acide »

Le problème posé

Selon, le « tour de magie » de Presti'Cirque SARL on peut boire un mélange de deux produits dangereux, s'il est fait dans les bonnes proportions.

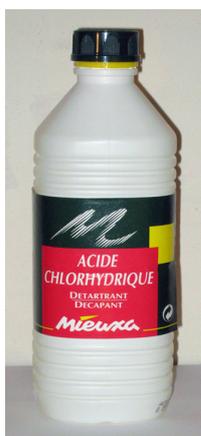
- Comment est-ce possible d'obtenir de l'eau salée buvable en mélangeant dans les bonnes proportions des solutions d'acide chlorhydrique et de soude caustique ?
- Et comment déterminer ces bonnes proportions ?

Première approche

Ce qu'on mélange :

- **Acide chlorhydrique** (utilisé comme détartrant puissant)

A l'état pur, c'est un gaz. Par commodité on le manipule dissout dans de l'eau (voir ci dessus bouteille du commerce). Au lycée, on l'utilise dissout dans de l'eau et la préparatrice nous a indiqué sur le récipient la masse d'acide dissoute dans 1L de liquide : **20 g/L**



ACIDE CHLORHYDRIQUE
HCl



Teneur minimum : 34 %

d: 1,17

M : 36,47

Environ 11M

R : 34-37 - S : 2-26

- **La soude caustique** (utilisé comme déboucheur de canalisation)

A l'état pur, c'est un solide blanc. Il est fourni dissout dans de l'eau et la préparatrice nous a indiqué sur le récipient la masse d'acide dissoute dans 1L de liquide : **40 g/L**



Les formules chimiques indiquées sur les bouteilles

Acide chlorhydrique	Soude caustique ou hydroxyde de sodium	Sel de cuisine ou chlorure de sodium	Eau (ou hémioxyde d'hydrogène)
HCl	NaOH	NaCl	H ₂ O

? Que veulent dire ces formules chimiques ?

On peut faire le lien avec la **classification périodique** :

Diagram illustrating the components of an element's box in the periodic table:

- A**: nombre de masse de l'isotope le plus abondant
- Z**: nombre de charge (ou numéro atomique)
- X**: symbole de l'élément
- M**: nom
- m** (circled in red): masse molaire atomique de l'élément ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Utilisée plus loin pour les calculs des bonnes proportions

1 H 1 hydrogène 1,0	23 Na 11 sodium 23,0	16 O 8 oxygène 16,0	35 Cl 17 chlore 35,5
--	---	--	---

? En quoi ça peut permettre d'expliquer la transformation ?

La mesure de l'acidité

Un « acide » ? On se souvient du collègue où on mesurait le pH avec du papier pH. On peut aussi utiliser un **pH mètre** ou bien un **indicateur coloré** (comme le BBT) qui change de couleur en fonction du pH.

	acide	neutre	basique
pH	< 7	= 7	> 7
Indicateur coloré	jaune	vert	bleu

Quelques expériences

Mesures de pH de quelques liquides

Solution d'acide chlorhydrique	Eau salée	Solution de soude
pH = 1	pH = 7	pH = 14

? Qu'est-ce que ça nous apporte ?

Estimation du volume de solutions à mélanger pour que ce soit neutre.

Protocole

On mélange progressivement l'acide avec 10 mL de soude en mesurant régulièrement le pH.

Quand le pH est proche de 7, on relève le volume versé.

Précautions

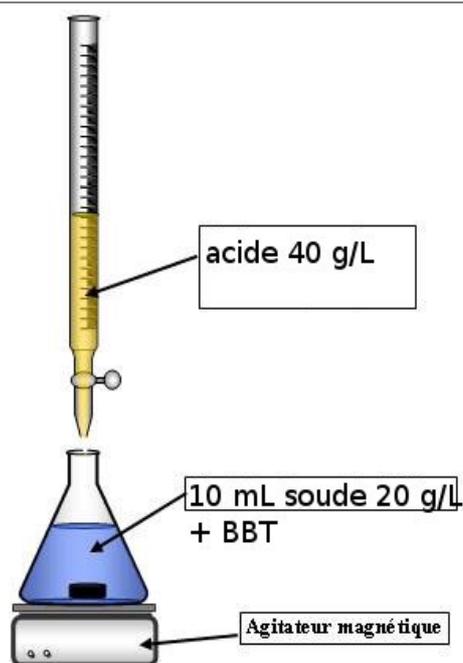
On utilise des verreries qui mesurent à 0,1 mL près.

Donc avec des manipulation soigneuse on peut escompter un résultat avec cette précision.

Résultats

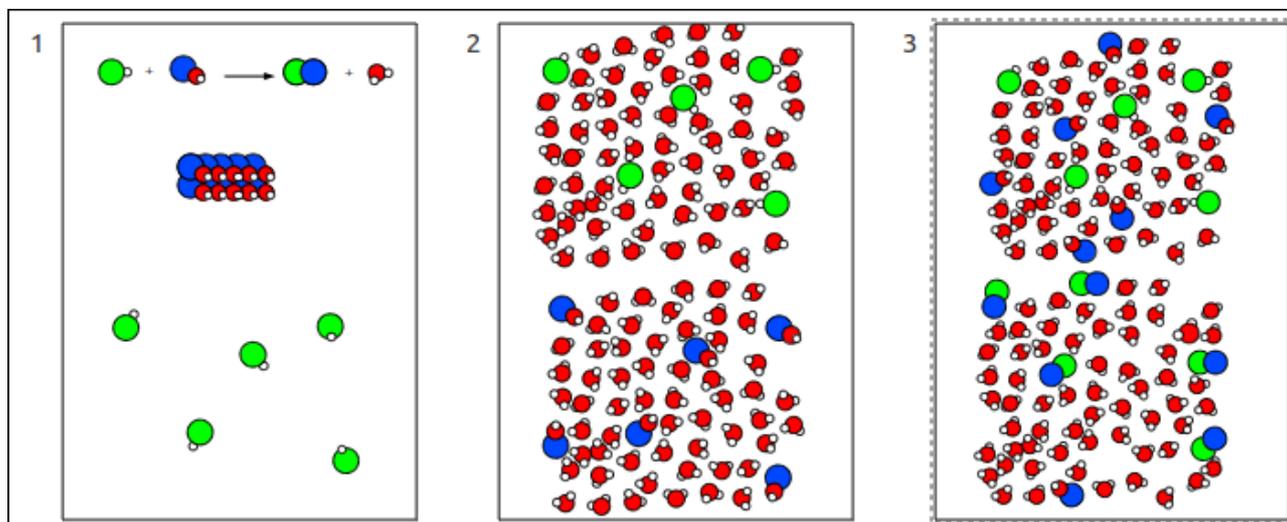
Pour 10 mL de soude il faut entre 17 et 19 mL d'acide, selon les groupe.

La précision est encore faible.



Modélisation microscopique de la transformation

Pour identifier les molécules, on regarde le nombre d'atomes (2 pour HCl et 3 pour NaOH)



Légende des différentes schématisation ci dessus :

1	2	3
Acide + soude → sel + eau	L'acide chlorhydrique en solution dans l'eau	Le mélange des solution avant que ça se transforme
La soude solide	La soude en solution dans l'eau	Le mélange des solutions après que ça se transforme.
L'acide chlorhydrique pur gazeux		

Calcul des « bonnes proportions »

L'idée générale est de mettre les mêmes « quantités » d'acide et de soude pour que ça se neutralise bien.

L'expérience montre que pour 10 mL de soude il faudra entre 17 et 19 mL d'acide.

Hypothèse 1 : il faut mettre le même volume d'acide et de soude (10 mL chaque par ex).

L'expérience montre que c'est faux.

Du coup, on pense à tenir compte des concentrations (en « g/L ») portées sur les bouteilles.

L'acide à une concentration de **20 g/L** et la soude de **40 g/L**.

Hypothèse 2 : l'acide est deux fois moins concentré donc il en faudra un volume deux fois plus que la soude.

Soit 20 mL d'acide pour 10 mL de soude. L'expérience est pas loin de cette valeur mais il semble qu'il faille un peu moins ...

Une autre idée consiste à se dire qu'il faut tenir compte des masses des molécules ...

D'après la modélisation moléculaire, le mélange sera neutre si on a mélangé le même nombre de molécules d'acide et de soude.

Si les molécules n'ont pas la même masse, ça ne fera pas la même masse d'acide et de soude.

Les masses des atomes disponibles dans la classification périodique.

$$\text{Masse HCl} = 36,5 \quad \text{Masse NaOH} = 40$$

? Comment expliquer le résultat expérimental à partir des masses des molécules ?

Exercices d'entraînement

1 - Extraction liquide-liquide

Le problème à résoudre

Vous disposez d'un liquide coloré mauve qui contient de l'**eau** (le solvant) et deux colorants dissout :

- du **sulfate de cuivre** (bleu)
- du **rouge de méthyle** (orangé)

On vous demande de **séparer les deux espèces chimiques** dissoutes.

Impossible de prendre un microscope et de séparer les molécules une à une !!! Alors comment faire ???

En utilisant un autre solvant ! Mais encore faut-il comprendre quel solvant choisir.

Consignes

Vous disposez de trois **solvants** différents (voir tableau de données).

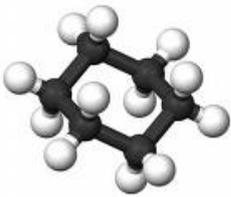
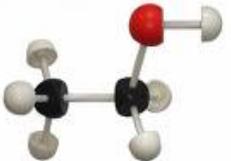
- Du cyclohexane
 - De l'acétone
 - De l'éthanol
- ➔ Vous devez choisir le solvant adapté à partir des données ci-dessous et rédiger un court texte expliquant votre choix

Indications

- Deux liquides sont dit **miscibles** si ils se mélangent facilement entre eux. Dans le cas contraire, celui qui a la **densité** la plus faible flotte sur l'autre. Si on agite ces deux solvants, ils vont lentement reprendre leur positions initiales (on parle de **décantation**).
- Plus une espèce chimique est **soluble** dans un solvant plus il sera facile de la mettre en solution (dissoudre) dans ce solvant. Si une espèce chimique est mise en contact de deux solvant (lors d'une agitation par exemple), elle ira se dissoudre dans le solvant où elle est la plus *soluble*.

Données physico-chimiques

Les espèces chimiques servant de solvant

Nom	Formule chimique	Propriétés physiques	Pictogrammes sécurité	Modèle moléculaire
Cyclohexane	C_6H_{12}	Masse molaire : 84 g/mol Densité : 0,78 T° fusion: 6,6 °C T° ébullition: 80,7 °C Non miscible avec l'eau	  	
Ethanol	$C_2H_4O_2$	Masse molaire : 46 g/mol Densité : 0,79 T° fusion : -117°C T° ébullition: 80,7 °C Miscible avec l'eau		
Acétone	C_3H_6O	Masse molaire : 46 g/mol Densité : 0,78 T° fusion : -94°C T° ébullition: 56 °C Miscible avec l'eau	  	
Eau	H_2O	Masse molaire : 16 g/mol Densité : 1 T° fusion : 0°C T° ébullition : 100°		

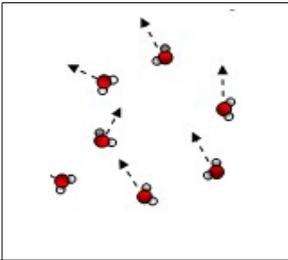
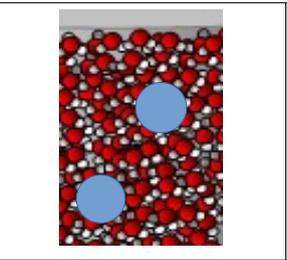
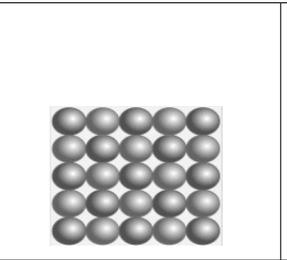
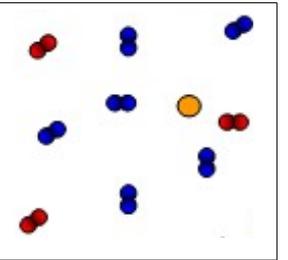
Solubilité des espèces chimiques à séparer

Une espèce chimique est **plus ou moins soluble** dans un solvant. Cette solubilité est liée à la quantité d'espèce chimique que l'on peut dissoudre dans le solvant.

	Eau	Ethanol	cyclohexane	acétone
Rouge de méthyl	peu	moyen	Beaucoup	beaucoup
Sulfate de cuivre	Beaucoup	Moyen	Pas du tout	Pas du tout

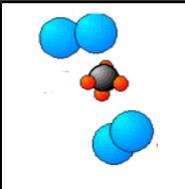
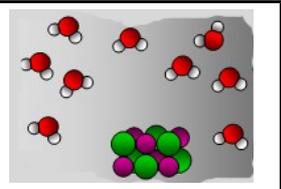
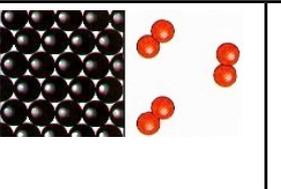
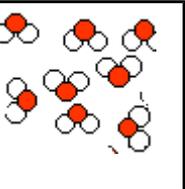
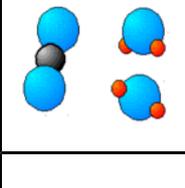
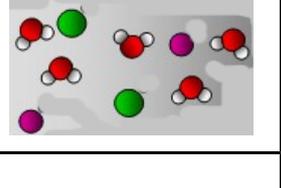
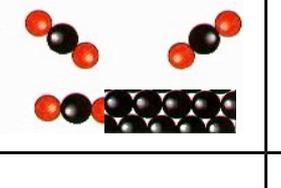
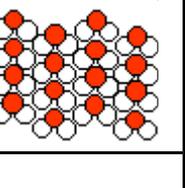
2 - Modélisation moléculaire de la matière *

- Entourer les mentions qui conviennent dans le tableau pour préciser ce que chaque schéma représente.

Chaque boule représente un atome.				
Pur ou mélange ? (Entourer la bonne réponse)	Pur mélange	Pur mélange	Pur mélange	Pur mélange

- Faire une phrase pour justifier globalement vos réponses en expliquant ce que signifient « pur » et « mélange ».

- Dans chaque colonne, faire une croix dans la case qui correspond au type de transformation modélisée.

État initial				
État final				
Transformation chimique (réaction)				
Changement d'état				
Dissolution				

- Faire une phrase pour expliquer la différence entre un changement d'état et une transformation chimique

3 - Explication de la transformation **

Expliquer comment il est possible qu'en mélangeant de l'acide chlorhydrique et de la soude, deux produits dangereux, on puisse obtenir un mélange non dangereux. /!\ Vous rédigez vos explications comme si vous vous adresser à quelqu'un qui n'a pas connaissances particulières en physique.

Indications : formule acide HCl formule soude NaOH

4 - Déterminer les bonnes proportions

Deux élèves discutent en cours de chimie :

« Elève 1 - Pour que l'acide et la soude se neutralisent il faut en mettre la **même quantité**.

Elève 2 - Tout à fait d'accord.

Elève 1 - Donc on va mettre 20 mL d'acide avec les 20 mL de soude. **Le même volume**.

Elève 2 - Non ! Il ne faut pas mettre le même volume, mais **la même masse** d'acide et de soude. Comme la solution d'acide est deux fois moins concentrée (en g/L) , on doit en mettre deux fois plus soit 40mL.

Ils réalisent l'expérience et trouve que le mélange se neutralise entre 34 et 38 mL.

Elève 2 – C'est bizarre, on ne trouve pas 40 mL d'acide. On a du faire une erreur dans l'expérience.

Elève 1 – A moins que ce soit notre raisonnement qui soit faux et qu'il faut bien mettre un peu moins de 40 mL. »

- Quelle est votre opinion dans ce débat entre les deux élèves ? Développez votre point de vue en argumentant
- Données :
 - concentration de l'acide 20 g/L concentration de la soude 40 g/L
 - Masses atomiques H = 1 ; O = 16 ; ; Na = 23 ; Cl = 35,5

5 - Raconter une démarche scientifique

- Raconter la démarche scientifique vécu en classe autour de la **neutralisation d'un acide** : quels problèmes avons nous cherché à résoudre, qu'est-ce qui a été fait, pourquoi, dans quel ordre, avec quels objectifs et résultats, quels raisonnements ...

Votre texte devra entre autre faire ressortir les points suivants :

- expliquer les problèmes à résoudre et les solutions proposées
- montrer les étapes de la réflexion, le point de départ, l'arrivée et les étapes
- distinguer la pratique expérimentale et la réflexion théorique

6 - Etude d'une transformation chimique entre un métal et un acide ***

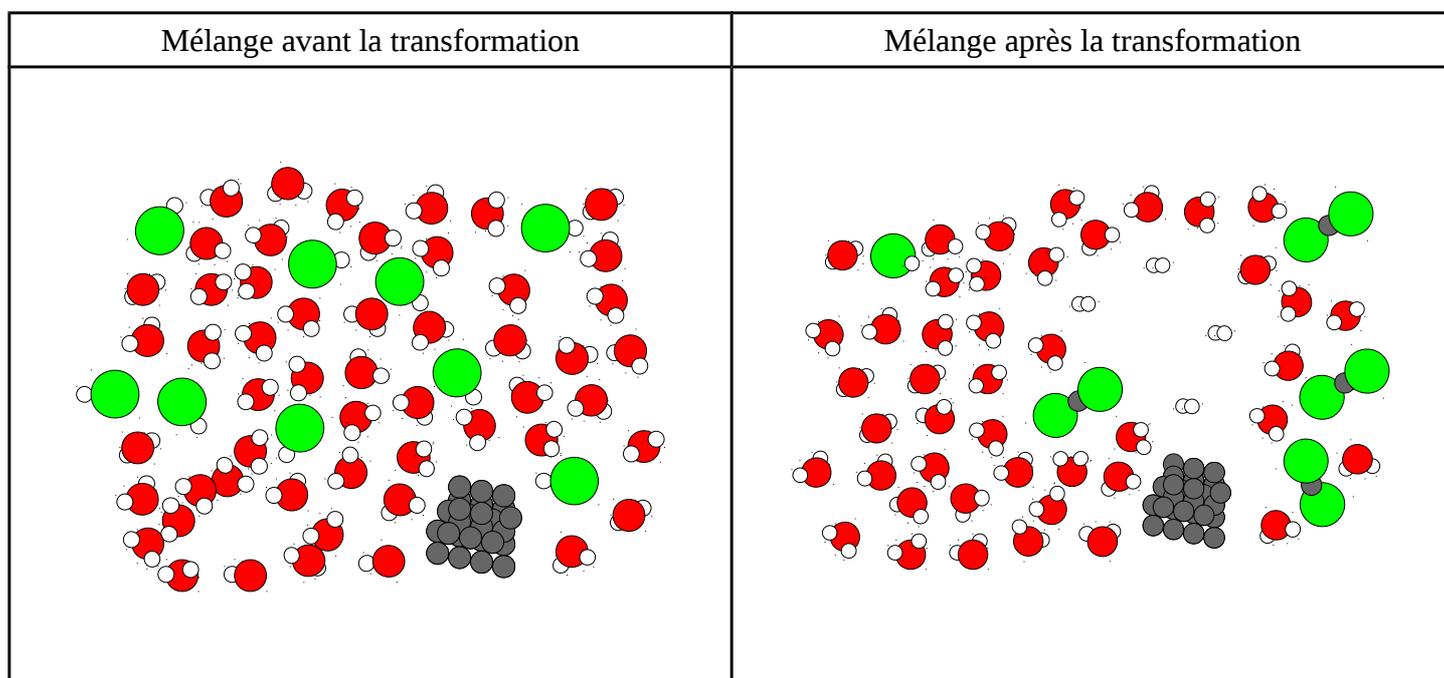
On met un morceau de **Magnésium** dans un tube à essai. On y ajoute quelques mL d'une solution concentrée en **acide chlorhydrique**.

Le magnésium n'est pas soluble dans l'eau mais il réagit avec l'acide. Un gaz apparaît qui est ensuite récupéré pour être identifié. A la fin de la transformation il reste du magnésium solide dans l'expérience réalisée.

On donne les formules chimiques suivantes (relevées sur les flacons) :

- Acide chlorhydrique (HCl dissout dans l'eau H₂O)
- Magnésium Mg

Les schémas microscopiques fournis ci-dessous permettent de modéliser cette transformation :



- **Légènder** ces deux schémas ci-dessus avec toutes les indications que vous pourrez.
- Indiquer ci-dessous les noms et formules chimiques des *réactifs* et des *produits*.

- Essayer d'écrire l'**équation** de la réaction (A titre d'exemple, celle étudiée en classe entre acide et soude était $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$)

7 - C'est quoi le feu ?

REVISIONS DE COLLEGE.

CONSIGNE : à partir des documents ci dessous rédiger un texte expliquant « c'est quoi le feu » d'un point de vue chimique. En choisissant quelques exemples, vous écrirez quelques réaction de combustion.

Doc 1 - Définition de « combustion »

Réaction chimique entre un combustible et le dioxygène de l'air.

Doc 2 - Quelques « formules chimiques »

Dioxygène	O ₂	Gaz naturel (méthane)	CH ₄
Dioxyde de carbone	CO ₂	Cire de bougie	C ₁₂ H ₂₄
		charbon (carbone pur)	C

Doc 3 - La matière organique

La matière organique est issue de la matière vivante. Elle est susceptible de brûler, notamment les formes « fossiles » que sont le charbon, le pétrole et le gaz naturel. Elle contient des molécules carbonées (à base d'atomes de carbone).

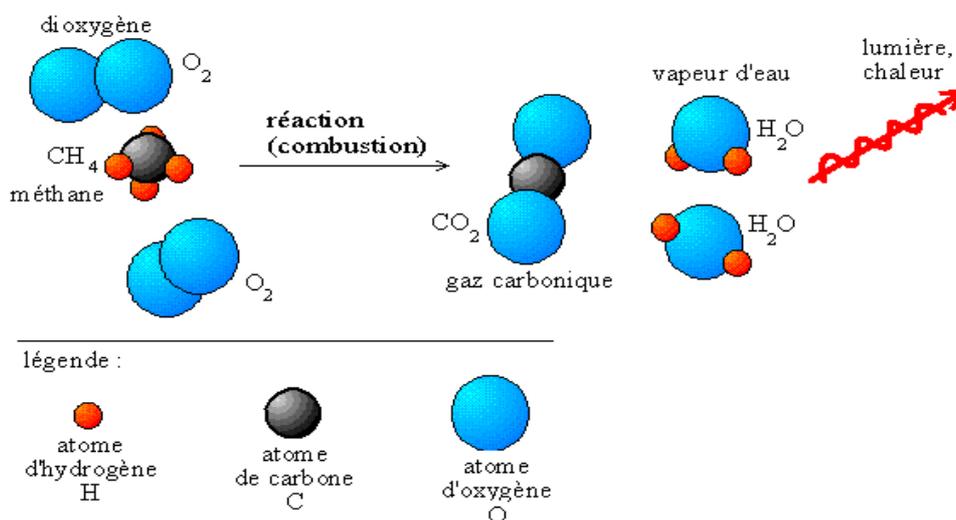
Doc 4 - L'air

C'est essentiellement un mélange de deux gaz : le diazote à 80 % (formule N₂) et le dioxygène à 20 % (formule O₂). Il y a aussi d'autres gaz mais en très faible quantité.

Doc 5 - La flamme

L'énergie libérée par la réaction de combustion chauffe les gaz produits à une très haute température. Une matière très chaude émet de la lumière. Ce gaz incandescent constitue une flamme.

Doc 6 - Combustion du méthane



Classification périodique des éléments

↑ colonnes ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	¹ ₁ H hydrogène 1,0																	⁴ ₂ He hélium 4,0
2	⁷ ₃ Li lithium 6,9	⁹ ₄ Be béryllium 9,0												¹² ₆ C carbone 12,0	¹⁴ ₇ N azote 14,0	¹⁶ ₈ O oxygène 16,0	¹⁹ ₉ F fluor 19,0	²⁰ ₁₀ Ne néon 20,2
3	²³ ₁₁ Na sodium 23,0	²⁴ ₁₂ Mg magnésium 24,3												²⁸ ₁₄ Si silicium 28,1	³¹ ₁₅ P phosphore 31,0	³² ₁₆ S soufre 32,1	³⁵ ₁₇ Cl chlore 35,5	⁴⁰ ₁₈ Ar argon 39,9
4	³⁹ ₁₉ K potassium 39,1	⁴⁰ ₂₀ Ca calcium 40,1	⁴⁵ ₂₁ Sc scandium 45,0	⁴⁸ ₂₂ Ti titane 47,9	⁵¹ ₂₃ V vanadium 50,9	⁵² ₂₄ Cr chrome 52,0	⁵⁵ ₂₅ Mn manganèse 54,9	⁵⁶ ₂₆ Fe fer 55,8	⁵⁹ ₂₇ Co cobalt 58,9	⁵⁸ ₂₈ Ni nickel 58,7	⁶³ ₂₉ Cu cuivre 63,5	⁶⁴ ₃₀ Zn zinc 65,4	⁶⁹ ₃₁ Ga gallium 69,7	⁷⁴ ₃₂ Ge germanium 72,6	⁷⁵ ₃₃ As arsenic 74,9	⁸⁰ ₃₄ Se sélénium 79,0	⁷⁹ ₃₅ Br brome 79,9	⁸⁴ ₃₆ Kr krypton 83,8
5	⁸⁵ ₃₇ Rb rubidium 85,5	⁸⁸ ₃₈ Sr strontium 87,6	⁸⁹ ₃₉ Y yttrium 88,9	⁹⁰ ₄₀ Zr zirconium 91,2	⁹³ ₄₁ Nb niobium 92,9	⁹⁸ ₄₂ Mo molybdène 95,9	⁹⁸ ₄₃ Tc technétium 98,9	¹⁰² ₄₄ Ru ruthénium 101,1	¹⁰³ ₄₅ Rh rhodium 102,9	¹⁰⁶ ₄₆ Pd palladium 106,4	¹⁰⁷ ₄₇ Ag argent 107,9	¹¹⁴ ₄₈ Cd cadmium 112,4	¹¹⁵ ₄₉ In indium 114,8	¹²⁰ ₅₀ Sn étain 118,7	¹²¹ ₅₁ Sb antimoine 121,7	¹³⁰ ₅₂ Te tellure 127,6	¹²⁷ ₅₃ I iode 126,9	¹²⁹ ₅₄ Xe xénon 131,3
6	¹³³ ₅₅ Cs césium 132,9	¹³⁸ ₅₆ Ba baryum 137,3	L	¹⁸⁰ ₇₂ Hf hafnium 178,5	¹⁸¹ ₇₃ Ta tantalum 180,9	¹⁸⁴ ₇₄ W tungstène 183,9	¹⁸⁷ ₇₅ Re rhenium 186,2	¹⁹² ₇₆ Os osmium 190,2	¹⁹³ ₇₇ Ir iridium 192,2	¹⁹⁵ ₇₈ Pt platine 195,1	¹⁹⁷ ₇₉ Au or 197,0	²⁰² ₈₀ Hg mercure 200,6	²⁰⁵ ₈₁ Tl thallium 204,4	²⁰⁸ ₈₂ Pb plomb 207,2	²⁰⁹ ₈₃ Bi bismuth 209,0	²¹⁰ ₈₄ Po polonium ~209	²¹⁰ ₈₅ At astate ~210	²²² ₈₆ Rn radon ~222
7	²²³ ₈₇ Fr francium ~223	²²⁶ ₈₈ Ra radium 226,0	A	²⁶¹ ₁₀₄ Ku kurchatovium ~261	²⁶² ₁₀₅ Ha hahnium ~262	¹⁰⁶ ₁₀₆ Sg seaborgium ~	¹⁰⁷ ₁₀₇ Ns nibelsorium ~	¹⁰⁸ ₁₀₈ Hs hassium ~	¹⁰⁹ ₁₀₉ Mt meitnerium ~	X ₁₁₀	X ₁₁₁	X ₁₁₂	X ₁₁₄	X ₁₁₆	X ₁₁₈	X ₁₁₈	X ₁₁₈	X ₁₁₈

L = Lanthanides : 57 à 71						
139	¹⁴⁰ ₅₇ La lanthane 138,9	¹⁴¹ ₅₈ Ce cérium 140,1	¹⁴¹ ₅₉ Pr praseodyme 140,9	¹⁴² ₆₀ Nd néodyme 144,2	¹⁴⁶ ₆₁ Pm prométhium ~145	¹⁵² ₆₂ Sm samarium 150,4
153	¹⁵³ ₆₃ Eu europium 152,0	¹⁵⁸ ₆₄ Gd gadolinium 157,2	¹⁵⁹ ₆₅ Tb terbium 158,9	¹⁶⁴ ₆₆ Dy dysprosium 162,5	¹⁶⁵ ₆₇ Ho holmium 164,9	¹⁶⁶ ₆₈ Er erbium 167,3
237	²³⁷ ₈₉ Ac actinium ~227	²³² ₉₀ Th thorium 232,0	²³¹ ₉₁ Pa protactinium 231,0	²³⁸ ₉₂ U uranium 238,0	²³⁷ ₉₃ Np néptunium ~237	²⁴⁴ ₉₄ Pu plutonium ~244
243	²⁴³ ₉₅ Am américium ~243	²⁴⁴ ₉₆ Cm curium ~247	²⁴⁷ ₉₇ Bk berkélium ~247	²⁵¹ ₉₈ Cf californium ~251	²⁵⁴ ₉₉ Es einsteinium ~254	²⁵⁷ ₁₀₀ Fm fermium ~257
258	²⁵⁸ ₁₀₁ Md mendélévium ~258	²⁵⁹ ₁₀₂ No nobélium ~259	²⁵⁹ ₁₀₃ Lr lawrencium ~260			

A = Actinides : 89 à 103						
227	²²⁷ ₈₉ Ac actinium ~227	²³² ₉₀ Th thorium 232,0	²³¹ ₉₁ Pa protactinium 231,0	²³⁸ ₉₂ U uranium 238,0	²³⁷ ₉₃ Np néptunium ~237	²⁴⁴ ₉₄ Pu plutonium ~244
243	²⁴³ ₉₅ Am américium ~243	²⁴⁴ ₉₆ Cm curium ~247	²⁴⁷ ₉₇ Bk berkélium ~247	²⁵¹ ₉₈ Cf californium ~251	²⁵⁴ ₉₉ Es einsteinium ~254	²⁵⁷ ₁₀₀ Fm fermium ~257
258	²⁵⁸ ₁₀₁ Md mendélévium ~258	²⁵⁹ ₁₀₂ No nobélium ~259	²⁵⁹ ₁₀₃ Lr lawrencium ~260			