

COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE

première et deuxième année
du Collège de Genève

Philippe BOESCH

Collège de Staël

André CHANAL

Collège Candolle

Nicolas LEUENBERGER

Collège Claparède

Denis MARGADANT

Collège André Chavanne

Didier PERRET

Université de Genève

Collège de Genève Université de Genève

- 2000 -

CONCEPTION	Philippe BOESCH André CHANAL Nicolas LEUENBERGER Denis MARGADANT Didier PERRET	Collège de Staël Collège Candolle Collège Claparède Collège André Chavanne Université de Genève
------------	--	---

REMERCIEMENTS	PILOTAGE DU PROJET: Charles DE CARLINI Jacques WEBER Jean-Pierre BLANC EXPERIENCES ADDITIONNELLES: Anne-Marie FOURNIER Brigitte HUBMANN Nadia NEY Florence SELITRENNY Michel CASANOVA Lucien GINET MATERIEL ET LOGISTIQUE: Henri JENNY Josiane MARZER CORRECTIONS ET SUGGESTIONS: Oscar QUINTAJE Les Présidents de Groupe de chimie du Collège de Genève	Collège Rousseau Université de Genève Collège Calvin Collège Alice Rivaz Collège Claparède Collège Claparède Collège Claparède Collège Candolle Collège André Chavanne Collège Candolle Dispositif de Recherche du Collège de Genève Collège Nicolas Bouvier Collège de Genève
---------------	--	--

MAQUETTE	Didier PERRET	Université de Genève
	Document réalisé sous Windows® 98 avec Corel® Ventura® 7 (textes, mise en page), Micrografx® Suite 2 et Corel® Suite 8 (dessins, images, animations), CS ChemOffice® Pro 4 (molécules), Microcal® Origin® 6 (graphiques), Adobe® Acrobat® 4 (fichiers portables), Adaptec® Easy CD Creator® (CD-ROM). Les illustrations et les animations du CD-ROM ont été réalisées avec l'aide de Kevin UDRISARD.	

L'objectif du COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE est d'inciter les étudiants de première et deuxième année du collège à aborder les notions de chimie par une approche intuitive plutôt qu'au travers de cours *ex cathedra*.

La chimie est, avec la physique et la biologie, une science expérimentale par excellence. Les buts de ce document sont, à cet égard, de mettre en évidence l'importance du raisonnement scientifique, de la démarche d'observation, ainsi que du sens critique, de manière pédagogique.

Le COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE ne se substitue aucunement au cours traditionnel. Il représente au contraire un complément indispensable à l'enseignement de la chimie en tant que science expérimentale.

Le COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE est disponible dans les collèges du canton de Genève sous la forme du cd-rom COURS-LABO (plates-formes pc et Mac). Le document est organisé en fiches classées par thèmes.

Chaque fiche, expérience ou exercice, comporte une première partie que l'enseignant imprime à partir du cd-rom et remet aux étudiants. Cette partie décrit les opérations à effectuer et comporte une série de questions susceptibles d'amener les étudiants à déduire ou approfondir les concepts abordés. Les rappels théoriques insérés dans les fiches permettent d'utiliser ces dernières en tant qu'aide-mémoire.

La seconde partie du module s'adresse au préparateur et à l'enseignant exclusivement et contient des indications sur la préparation de l'expérience, ainsi que la discussion relative aux questions posées dans la première partie.

Certaines fiches requièrent l'utilisation de matériel didactique (transparents, cassettes vidéo, programmes informatiques, documents annexes). Ce matériel est disponible dans les collèges du canton pour la pratique du COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE.

Le cd-rom COURS-LABO contient les fiches du COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE, sous la forme de fichiers portables (portable document files; extension .pdf) manipulables avec Adobe® Acrobat® Reader 4, ainsi que les illustrations des fiches, sous la forme de métafichiers (Windows metafiles; extension .wmf). Les fichiers portables peuvent être visualisés à l'écran et imprimés à haute résolution. Leur contenu peut être copié pour utilisation et modification avec la plupart des applications courantes, de même que les métafichiers. Les concepteurs du COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE n'assument cependant aucune responsabilité pour les modifications apportées aux documents originels.

Les auteurs peuvent être contactés directement pour toutes les questions relatives à la bonne exécution des expériences décrites dans les fiches.

Pour autant que l'enseignant anime judicieusement ses séances de COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE, en privilégiant les concepts scientifiques et la qualité des informations dispensées plutôt que leur quantité, la valeur formative du COURS-LABORATOIRE DE CHIMIE suscitera auprès des étudiants un intérêt pour la chimie (formation pour la science), si ce n'est pour le raisonnement scientifique (formation par la science).

1. MELANGES ET CORPS PURS

Séparation d'un mélange de solides	1.1
Séparation d'un mélange de pigments.....	1.2
Séparation d'un mélange de liquides.....	1.3
Combinaison d'éléments (A): cuivre et soufre	1.4a
Combinaison d'éléments (B): fer et soufre	1.4b
Combinaison d'éléments (C): magnésium et oxygène	1.4c
Combinaison d'éléments (D): cuivre et iode	1.4d
Décomposition	1.5

2. ATOMES ET MOLECULES

Les étapes de la naissance de la chimie	2.1
Le voyage atomique	2.2
Puissances de dix.....	2.3
Découverte des éléments (A): à l'aide de l'ordinateur.....	2.4a
Découverte des éléments (B): les éléments dans tous leurs états.....	2.4b
Dimensions atomiques (A): approche macroscopique.....	2.5a
Dimensions atomiques (B): approche microscopique.....	2.5b
Masse volumique et mole (A)	2.6a
Masse volumique et mole (B)	2.6b
Lumière et atomes.....	2.7
Architecture moléculaire.....	2.8

3. REACTIONS CHIMIQUES: OXYDES ET LEURS DERIVES

Combustible et comburant	3.1
Taux d'oxygène dans l'air	3.2
Conditions de combustion.....	3.3
Produits de combustion	3.4
Formation des oxydes, hydroxydes et acides	3.5
Fabrication de dioxyde de carbone.....	3.6
Caractéristiques du dioxyde de carbone	3.7
Acidité du dioxyde de carbone.....	3.8
Calcination du carbonate de calcium.....	3.9

4. REACTIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE

Eau et charges électrostatiques	4.1
Polarité de l'eau	4.2
Miscibilité et structure moléculaire	4.3
L'état dissous	4.4
Indicateur acide-base	4.5
Acidité et basicité de produits courants.....	4.6
Neutralisation acide-base (A): acide chlorhydrique et acide sulfurique	4.7a
Neutralisation acide-base (B): acide carbonique et hydroxyde de calcium.....	4.7b
Précipitation et redissolution	4.8
Précipitation stœchiométrique.....	4.9

5. REACTIONS CHIMIQUES: OXYDATIONS-REDUCTIONS

Rôle de l'oxygène dans l'oxydation.....	5.1
Le miroir d'argent	5.2
Lequel cède l'oxygène, lequel prend l'oxygène?	5.3
Lequel oxyde, lequel réduit?	5.4
Pile électrochimique et déplacement d'électrons.....	5.5
Electrolyse du dichlorure de cuivre	5.6
Dissociation de l'eau	5.7

6. EVOLUTION DES REACTIONS

Température, chaleur et énergie	6.1
Cinétique et chronomètre chimique (A)	6.2a
Cinétique et chronomètre chimique (B)	6.2b
Cinétique et chronomètre chimique (C).....	6.2c
Modèle d'un gaz et hypothèse d'Avogadro	6.3
La notion d'équilibre.....	6.4
Déplacement d'équilibre et contraintes externes	6.5
Force des acides et bases: équilibres acido-basiques.....	6.6

7. CHIMIE QUANTITATIVE

Décomposition thermique	7.1
Dilution des solutions	7.2
Dosage volumétrique (A): dosage du Coca-Cola	7.3a
Dosage volumétrique (B): dosage du vinaigre	7.3b
Dosage volumétrique (C): dosage des ions argent	7.3c
Neutralisation pH-métrique d'acides.....	7.4

8. APPROCHE DE LA CHIMIE ORGANIQUE

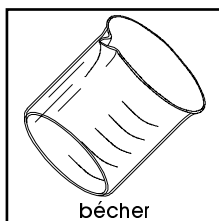
Identification de la matière organique	8.1
Construction de molécules organiques.....	8.2
Reconnaissance des alcènes.....	8.3
Identification de fonctions organiques.....	8.4
Oxydation des alcools	8.5

9. EXPERIENCES COMPLEMENTAIRES

Purification de l'eau	9.1
Stations d'épuration des eaux usées.....	9.2
Carburant en gel	9.3
L'argent caméléon	9.4
Détermination de la composition d'un engrais.....	9.5
Gravure sur cuivre	9.6
Métaux, placage et alliage	9.7
La puissance du déboucheur de lavabos.....	9.8
Etude gustative d'une pâte à crêpes	9.9

Fiche	Titre	Type de fiche	Annexe	Durée
MELANGES ET CORPS PURS				
1.1	Séparation d'un mélange de solides	expérience	-	60 min
1.2	Séparation d'un mélange de pigments	expérience	-	45 min
1.3	Séparation d'un mélange de liquides	expérience	-	90 min
1.4a	Combinaison d'éléments (A): cuivre et soufre	expérience	-	15 min
1.4b	Combinaison d'éléments (B): fer et soufre	expérience	-	15 min
1.4c	Combinaison d'éléments (C): magnésium et oxygène	expérience	-	10 min
1.4d	Combinaison d'éléments (D): cuivre et iode	expérience	-	30 min
1.5	Décomposition	démo	-	10 min
ATOMES ET MOLECULES				
2.1	Les étapes de la naissance de la chimie	réflexion	transparent	30 min
2.2	Le voyage atomique	réflexion	vidéo	30 min
2.3	Puissances de dix	calculs	vidéo	45 min
2.4a	Découverte des éléments (A): à l'aide de l'ordinateur	réflexion	programme	90 min
2.4b	Découverte des éléments (B): les éléments dans tous leurs états	réflexion	livre	60 min
2.5a	Dimensions atomiques (A): approche macroscopique	expérience	-	60 min
2.5b	Dimensions atomiques (B): approche microscopique	calculs	transparents	30 min
2.6a	Masse volumique et mole (A)	expérience	-	20 min
2.6b	Masse volumique et mole (B)	expérience	-	30 min
2.7	Lumière et atomes	expérience	-	30 min
2.8	Architecture moléculaire	modèles	-	30 min
REACTIONS CHIMIQUES: OXYDES ET LEURS DERIVES				
3.1	Combustible et comburant	expérience	-	45 min
3.2	Taux d'oxygène dans l'air	expérience	-	30 min
3.3	Conditions de combustion	expérience	-	15 min
3.4	Produits de combustion	expérience	-	60 min
3.5	Formation des oxydes, hydroxydes et acides	expérience	-	60 min
3.6	Fabrication de dioxyde de carbone	expérience	-	30 min
3.7	Caractéristiques du dioxyde de carbone	expérience	-	15 min
3.8	Acidité du dioxyde de carbone	expérience	-	15 min
3.9	Calcination du carbonate de calcium	expérience	-	20 min
REACTIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE				
4.1	Eau et charges électrostatiques	expérience	-	15 min
4.2	Polarité de l'eau	expérience	-	15 min
4.3	Miscibilité et structure moléculaire	expérience	-	40 min
4.4	L'état dissous	expérience	-	60 min
4.5	Indicateur acide-base	expérience	-	60 min
4.6	Acidité et basicité de produits courants	expérience	-	45 min
4.7a	Neutralisation acide-base (A): acide chlorhydrique et acide sulfurique	expérience	-	40 min
4.7b	Neutralisation acide-base (B): acide carbonique et hydroxyde de calcium	expérience	-	20 min
4.8	Précipitation et redissolution	expérience	-	20 min
4.9	Précipitation stœchiométrique	expérience	-	75 min
REACTIONS CHIMIQUES: OXYDATIONS-REDUCTIONS				
5.1	Rôle de l'oxygène dans l'oxydation	expérience	-	45 min
5.2	Le miroir d'argent	expérience	-	30 min
5.3	Lequel cède l'oxygène, lequel prend l'oxygène?	expérience	-	45 min
5.4	Lequel oxyde, lequel réduit?	expérience	-	60 min
5.5	Pile électrochimique et déplacement d'électrons	expérience	-	90 min
5.6	Electrolyse du dichlorure de cuivre	expérience	-	45 min
5.7	Dissociation de l'eau	expérience	-	40 min

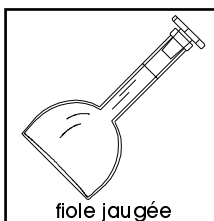
Fiche	Titre	Type de fiche	Annexe	Durée
EVOLUTION DES REACTIONS				
6.1	Température, chaleur et énergie	expérience	-	20 min
6.2a	Cinétique et chronomètre chimique (A)	expérience	-	30 min
6.2b	Cinétique et chronomètre chimique (B)	expérience	-	60 min
6.2c	Cinétique et chronomètre chimique (C)	expérience	-	20 min
6.3	Modèle d'un gaz et hypothèse d'Avogadro	expérience	programme	90 min
6.4	La notion d'équilibre	expérience	programme	60 min
6.5	Déplacement d'équilibre et contraintes externes	expérience	-	50 min
6.6	Force des acides et bases: équilibres acido-basiques	expérience	-	60 min
CHIMIE QUANTITATIVE				
7.1	Décomposition thermique	expérience	-	30 min
7.2	Dilution des solutions	expérience	-	30 min
7.3a	Dosage volumétrique (A): dosage du Coca-Cola	expérience	-	60 min
7.3b	Dosage volumétrique (B): dosage du vinaigre	expérience	-	40 min
7.3c	Dosage volumétrique (C): dosage des ions argent	expérience	-	40 min
7.4	Neutralisation pH-métrique d'acides	expérience	-	60 min
APPROCHE DE LA CHIMIE ORGANIQUE				
8.1	Identification de la matière organique	expérience	-	45 min
8.2	Construction de molécules organiques	modèles	-	30 min
8.3	Reconnaissance des alcènes	expérience	-	60 min
8.4	Identification de fonctions organiques	expérience	-	60 min
8.5	Oxydation des alcools	expérience	-	60 min
EXPERIENCES COMPLEMENTAIRES				
9.1	Purification de l'eau	expérience	-	60 min
9.2	Stations d'épuration des eaux usées	expérience	-	60 min
9.3	Carburant en gel	expérience	-	30 min
9.4	L'argent caméléon	expérience	-	60 min
9.5	Détermination de la composition d'un engrais	expérience	-	60 min
9.6	Gravure sur cuivre	expérience	-	30 min
9.7	Métaux, placage et alliage	expérience	-	60 min
9.8	La puissance du déboucheur de lavabos	expérience	-	75 min
9.9	Etude gustative d'une pâte à crêpes	détente	-	60 min



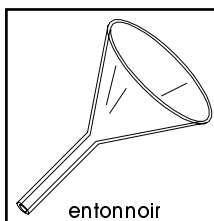
bécher



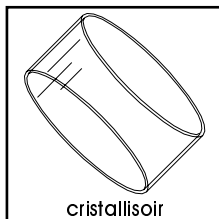
erlenmeyer



fiolle jaugée



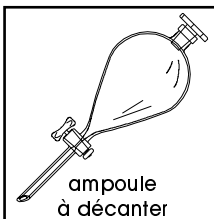
entonnoir



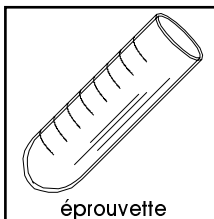
cristallisoir



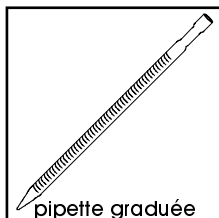
erlenmeyer à vide



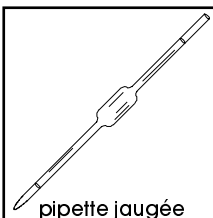
ampoule
à décanter



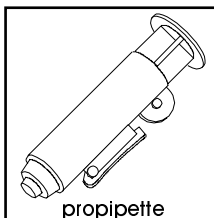
éprouvette



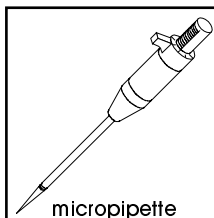
pipette graduée



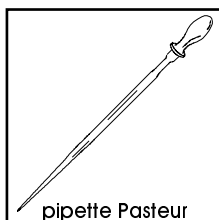
pipette jaugée



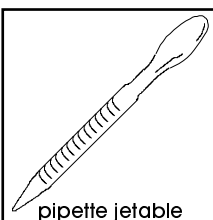
propipette



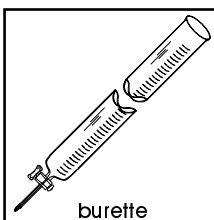
micropipette



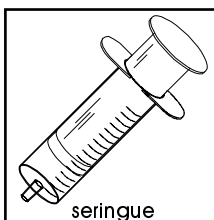
pipette Pasteur



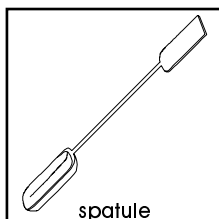
pipette jetable



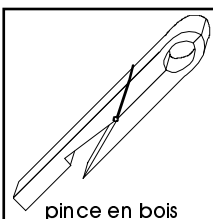
burette



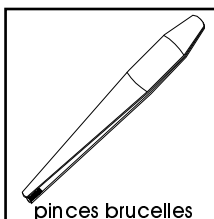
seringue



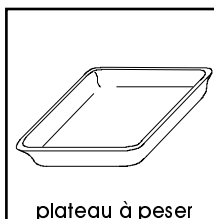
spatule



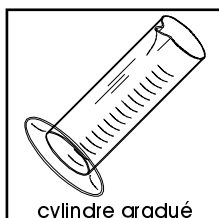
pince en bois



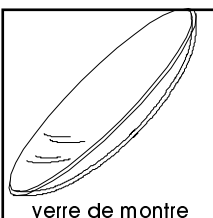
pinces brucelles



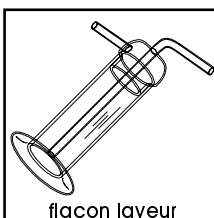
plateau à peser



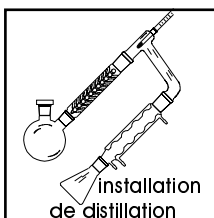
cylindre gradué



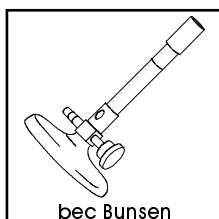
verre de montre



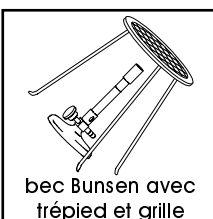
flacon laveur



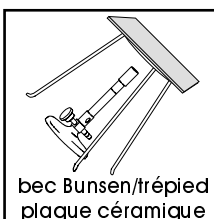
installation
de distillation



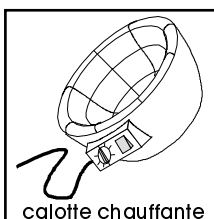
bec Bunsen



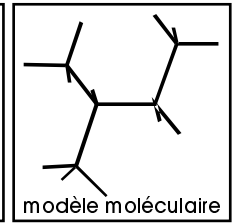
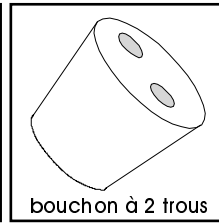
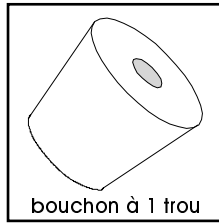
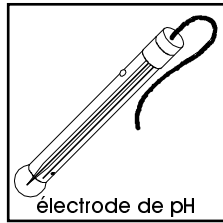
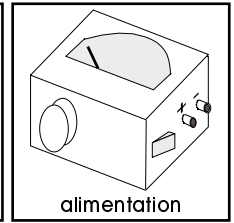
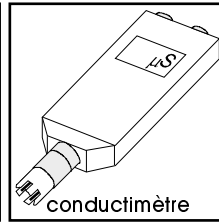
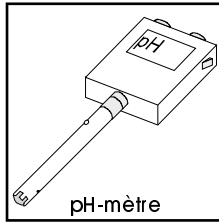
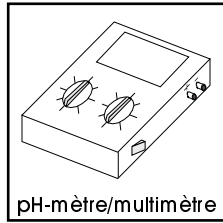
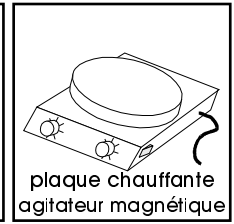
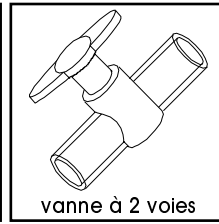
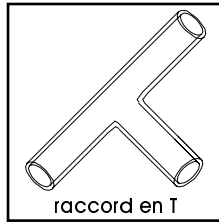
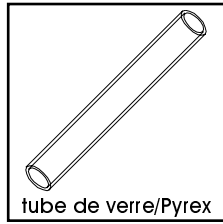
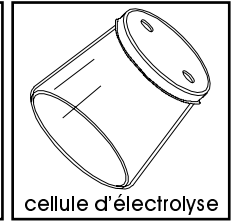
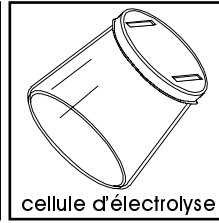
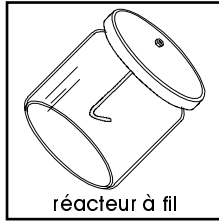
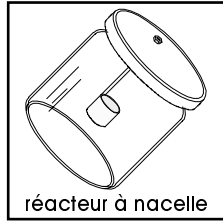
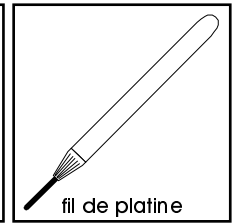
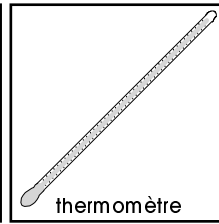
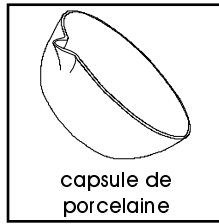
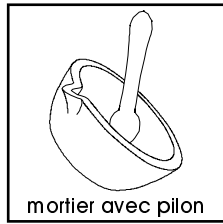
bec Bunsen avec
trépied et grille



bec Bunsen/trépied
plaque céramique



calotte chauffante



CONSIGNES
DE SECURITE

Les fiches d'expériences mentionnent, le cas échéant, des informations essentielles sur la toxicité des réactifs, selon les directives européennes et suisses, les recommandations générales et spécifiques pour la bonne exécution des manipulations, ainsi que les voies d'élimination des substances après usage.

Il est impératif que les étudiants soient sensibilisés à la pratique adéquate des manipulations en laboratoire et soient informés sur les dangers d'opérations inappropriées, afin d'assurer leur sécurité et celle des autres.

Les consignes de sécurité mentionnées dans les fiches doivent notamment être clairement mises en évidence par l'enseignant en début d'expérience, puis être suivies scrupuleusement par les étudiants.

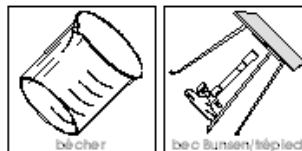
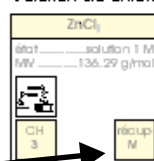
L'exemple ci-dessous indique l'emplacement des informations relatives aux consignes de sécurité.

10.1 CHAPITRE 10

EXPERIENCE 10.1

BUTS Chauffer une solution puis la diluer.

MATERIEL 2 béchers de 100 ml, 1 bec Bunsen, allumettes, gants à usage unique.

REACTIFS Solution de chlorure de zinc ($ZnCl_2$ 1 M)directives européennes
et suisses sur la toxicité

élimination des déchets

recommandations
généralespictogrammes et
consignes spécifiques

RECOMMANDATIONS Manipuler avec précaution la solution de chlorure de zinc. Ne pas ingérer ou mettre en contact avec la peau.

MANIPULATIONS
ET DISCUSSION

1. Introduire 30 ml de solution de chlorure de zinc dans un bécher. Allumer le bec Bunsen et porter la solution à ébullition.
2. En portant des lunettes de sécurité et des gants jetables, transvaser cette solution chaude dans un second bécher contenant 30 ml d'eau.

RECUPERATION
ET NETTOYAGE

Récupérer la solution de chlorure de zinc dans le récipient de déchets M (métaux lourds).
Laver la verrerie utilisée à l'eau, puis la rincer à l'eau déminéralisée.

élimination des déchets

La signification des informations mentionnées dans les fiches est discutée dans les pages qui suivent.

TOXICITE: DIRECTIVES EUROPEENNES



SUBSTANCES EXPLOSIBLES

Substances pouvant exploser dans des conditions déterminées. Eviter les chocs, secousses et frictions, la formation d'étincelles et l'influence de la chaleur.



SUBSTANCES FAVORISANT L'INCENDIE

Substances pouvant enflammer les substances combustibles ou provoquer des incendies compliquant la lutte contre l'incendie. Eviter tout contact avec des substances combustibles.



SUBSTANCES FACILEMENT INFLAMMABLES

Substances spontanément inflammables: Eviter le contact avec l'air. Substances gazeuses facilement inflammables: Empêcher la formation de mélanges gaz-air inflammables et éloigner les causes d'inflammation.

Substances sensibles à l'humidité: Eviter le contact avec l'eau et l'humidité.

Liquides combustibles: Tenir éloigné des flammes nues, des sources de chaleur et des étincelles.



SUBSTANCES TOXIQUES

Substances provoquant de graves désordres de la santé ou même la mort après inhalation, ingestion, pénétration ou absorption par voie cutanée.

Eviter tout contact corporel et, en cas de malaise, consulter immédiatement un médecin.



SUBSTANCES NOCIVES OU IRRITANTES

Substances nocives provoquant de faibles altération de la santé: Eviter tout contact corporel ainsi que l'inhalation des vapeurs et, en cas de malaise, consulter un médecin.

Substances irritantes provoquant une irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires: Ne pas respirer les vapeurs et éviter tout contact avec la peau et les yeux.



SUBSTANCES CORROSIVES

Substances au contact desquelles les tissus vivants et les matériaux se détruisent.

Ne pas respirer les vapeurs et éviter tout contact avec la peau, les yeux et les vêtements.

TOXICITE: DIRECTIVES SUISSES



CLASSE DE TOXICITE 1

Substances corrosives, caustiques ou irritantes.

Dose létale: < 0.35 g (pour un individu de 70 kg).

Substances cancérigènes, mutagènes ou tératogènes, même si la dose létale est supérieure à 0.35 g.

Etiquette: bande noire, tête de mort, POISON.



CLASSE DE TOXICITE 2

Substances corrosives, caustiques ou irritantes.

Dose létale: 0.35-3.5 g.

Etiquette: bande noire, tête de mort, POISON.



CLASSE DE TOXICITE 3

Substances corrosives, caustiques ou irritantes.

Dose létale: 3.5-35 g

Etiquette: bande jaune.



CLASSE DE TOXICITE 4

Dose létale: 35-140 g

Etiquette: bande rouge.



CLASSE DE TOXICITE 5

Dose létale: 140-350 g

Etiquette: bande rouge.



HORS CLASSE DE TOXICITE SUISSE

Dose létale: > 350 g.

PICTOGRAMMES



PORT DE LUNETTES DE SECURITE

Dans tous les cas, le port de lunettes de sécurité est obligatoire en laboratoire.

Lorsque ce pictogramme est indiqué, la manipulation concernée implique l'utilisation de substances toxiques, corrosives, caustiques ou irritantes.

Un regain d'attention est nécessaire.



PORT DE GANTS JETABLES

Lorsque ce pictogramme est indiqué, la manipulation concernée implique l'utilisation de substances toxiques, corrosives, caustiques ou irritantes.

Un regain d'attention est nécessaire.



TRAVAIL SOUS CHAPELLE VENTILEE

Lorsque ce pictogramme est indiqué, la manipulation concernée implique l'utilisation de substances gazeuses ou l'émanation de vapeurs toxiques, corrosives, caustiques ou irritantes.

Dans la mesure du possible, travailler sous chapelle ventilée.

Un regain d'attention est nécessaire.



ATTENTION PARTICULIERE

Lorsque ce pictogramme est indiqué, la manipulation concernée implique un danger potentiel.

Un regain d'attention est nécessaire.

RECUPERATION ET DECHETS

VERRERIE A USAGE UNIQUE ET VERRERIE ENDOMMAGEE

Récupérer les pipettes Pasteur et la verrerie cassée dans une poubelle pour verre usagé.

DECHETS SOLIDES NON DANGEREUX

Eliminer ces déchets dans une poubelle.

SOLUTION NON DANGEREUSES

Eliminer ces solutions dans l'évier, sous courant d'eau.



DECHETS SOLIDES DANGEREUX

Eliminer ces déchets dans une poubelle pour déchets solides.



SOLVANTS ORGANIQUES

Eliminer ces solvants dans un récipient pour solvants organiques.



SOLVANTS ORGANIQUES CHLORES

Eliminer ces solvants dans un récipient pour solvants organiques chlorés.



SOLUTIONS DE METAUX LOURDS

Eliminer ces solutions dans un récipient pour métaux lourds.