



**Chemundo®**  
Apprendre la chimie de manière ludique.

Le jeu de cartes  
du monde de  
la chimie

Connaissance de  
la chimie non  
requis

Gesellschaft für Pädagogik und Information e.V.  
Comenius  
Siegel  
2004  
Für Exemplarische Bildungsmedien

www.eduris.de

Table des matières	Page
I. Règles du jeu Chemundo® - Variante de base	2
II. Règles du jeu Chemundo® - Rami	6
III. Cartes de chimie minérale (tableau)	7
IV. Cartes de chimie organique (tableau)	8
V. Cartes d'actions avec les pictogrammes de danger SGH	8
Tableaux des pictogrammes de danger SGH	9

### Contenu du jeu

- ◆ 40 cartes chimie minérale (CM) (5x8),
- ◆ 40 cartes chimie organique (CO) (5x8),
- ◆ 21 cartes spéciales,
- ◆ 6 jokers (portraits des pionniers de la chimie)
- ◆ règles du jeu Chemundo®  
(24 pages; version allemande et anglaise).





A propos de la couverture:  
En juin 2004, Chemundo® a obtenu la distinction 'COMENIUS-Siegel', dans la catégorie des produits de ludification. Cette marque de reconnaissance a été attribuée par la Société pour la pédagogie et l'information de Berlin. Pour de plus amples informations, visitez le site [www.gpi-online.de](http://www.gpi-online.de) ou [www.eduris.de](http://www.eduris.de)

## Que peut-on apprendre en jouant à Chemundo®?

Tout d'abord, les notions de base de la chimie minérale, telles que la structure des sels composés de ions et leur nomenclature, la stœchiométrie des sels, la charge des ions.

Mais aussi les notions fondamentales de la chimie organique, telles que les séries homologues de composés, la nomenclature, la structure des molécules et leur représentation par des formules en 2D et 3D.

La signification des pictogrammes de danger (symboles de danger) et bien plus encore ....

## I. Règles du jeu du Chemundo® - Variante de base

### I.1. Généralités

Le but du jeu est de se débarrasser le premier de toutes ses cartes.

De 2 à 5 joueurs, Chemundo® peut être pratiqué indifféremment avec les cartes de chimie minérale (CM) ou avec les cartes de chimie organique (CO).

Avant d'ouvrir le jeu, les jokers (6 cartes: pionniers de la chimie) doivent être mis de côté. Un maître du jeu est nommé afin de vérifier la justesse des noms donnés aux différentes cartes. Pour ce faire, il pourra et/ou devra s'aider des tableaux aux pages 7–10 (Sect. III –V).

### I.2. Déroulement de la partie

Chaque joueur reçoit 7 cartes, le reste des cartes formant la pioche. La première carte de la pioche est retournée et posée à côté de la pioche, servant ainsi de base de départ du talon. Le voisin direct du donneur commence. Il doit poser sur le talon soit une carte chimie (voir Sect. I.3 et I.4) soit une carte d'action (voir Sect. I.6).

S'il ne peut satisfaire aux règles données ci-dessous, il doit alors tirer une carte dans la pioche. S'il ne peut pas la jouer non plus, il passe son tour. Lors de la pose d'une carte chimie, le joueur doit donner le nom du composé correspondant dans le cas des cartes de chimie organique (CO), ou le nom du composé et le rapport des ions (stœchiométrie), c'est-à-dire les indices remplaçant les points d'interrogation violets, dans le cas des cartes de chimie minérale (CM). En plus, le joueur doit décider s'il faut omettre les parenthèses violettes (CM). Le maître du jeu se doit d'apprécier la justesse de la réponse. En cas de réponse non appropriée, le joueur doit tirer une carte de la pioche. S'il ne peut pas la jouer non plus, il passe son tour.

Les règles d'annonce lors de la pose peuvent être simplifiées au préalable.

### I.3. Jeu avec les cartes CM (chimie minérale)

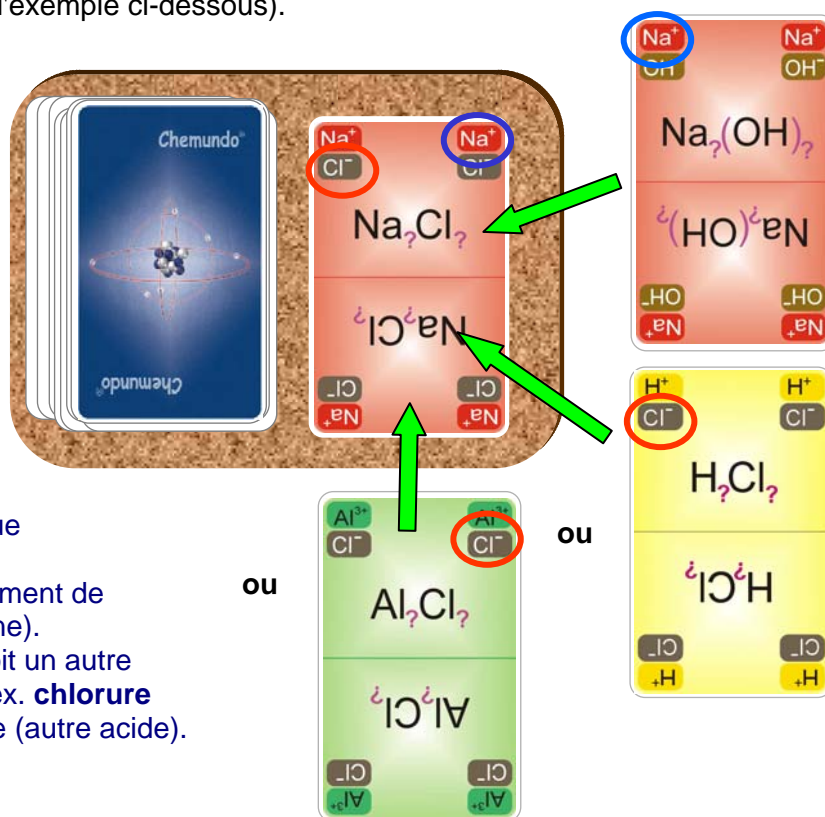
Le joueur doit poser une carte CM et une seule dont l'anion ou le cation est identique à celui présent sur la carte découverte du haut du talon. La couleur de la carte dépend du cation (voir tableau dans la Sect. III et l'exemple ci-dessous).

#### Exemple:

La carte retournée sur le haut du talon est la carte **chlorure de sodium** (carte rouge). On peut alors jouer soit un composé relevant du sodium (Na), par exemple l'hydroxyde de sodium (**NaOH**, carte rouge), soit relevant du chlore (Cl), par exemple l'acide chlorhydrique (**HCl**, carte jaune).

Dans ce dernier cas, un changement de couleur s'opère (de rouge à jaune).

Le joueur suivant devra jouer soit un autre composé contenant du chlore (ex. **chlorure d'aluminium**) ou de l'hydrogène (autre acide).

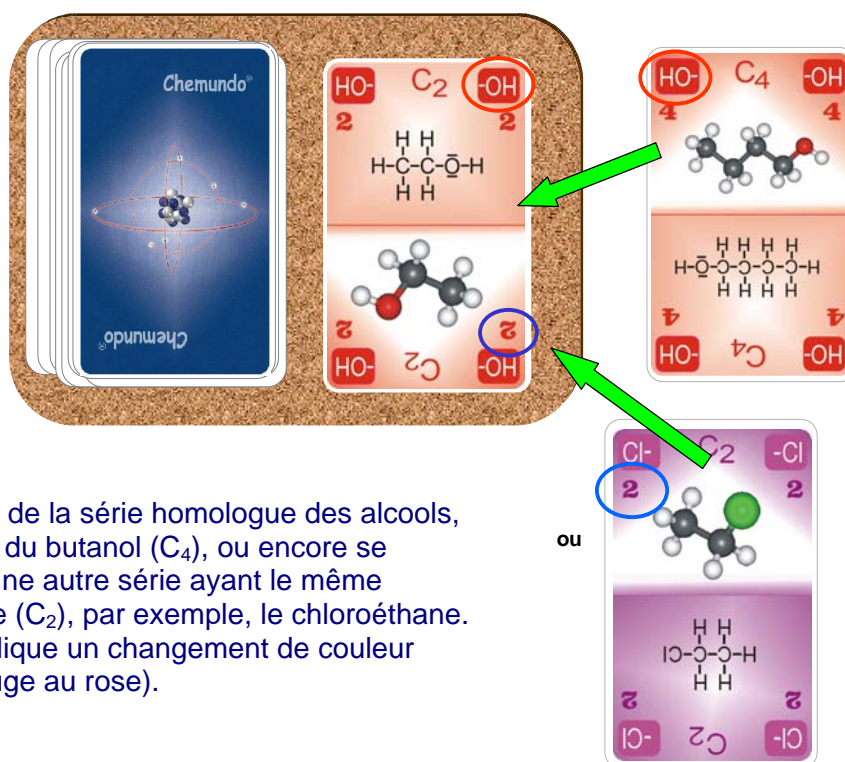


### I.4. Jeu avec les cartes CO (chimie organique)

Chaque série homologue de composés a sa propre couleur (voir tableau dans la Sect. IV et l'exemple ci-dessous). Le jeu consiste à déposer sur le talon une carte de la même série homologue que celle précédemment avancée ou bien une correspondant à une autre série homologue ayant le même nombre d'atomes de carbone.

#### Exemple:

La carte retournée sur le haut du talon représente l'éthanol (C<sub>2</sub>). Le joueur peut donc déposer une carte de la série homologue des alcools, comme par exemple la carte du butanol (C<sub>4</sub>), ou encore se défausser avec une carte d'une autre série ayant le même nombre d'atomes de carbone (C<sub>2</sub>), par exemple, le chloroéthane. Le changement de série implique un changement de couleur (passage dans ce cas du rouge au rose).



### I.5. Fin du jeu

Lorsqu'un joueur ne possède plus qu'une seule carte, il doit annoncer au plus vite et à haute voix "Chemundo". S'il oublie de le faire, il doit tirer une carte de la pioche. Le gagnant est celui qui, le premier, a réussi à se débarrasser de toutes ses cartes.

### I.6. Cartes d'action

Si une carte d'action est jouée à la place d'une carte chimie, le joueur suivant doit exécuter l'action décrite sur la carte, à moins qu'il ne joue une carte d'action de défense. Les cartes avec des pictogrammes (symboles) de danger (pictogrammes SGH, voir tableaux dans la Sect. VI) doivent être nommées convenablement (mention de danger) sous peine de devoir tirer une carte de la pioche.

Quelques cartes d'action ne peuvent être déposées que sur des cartes d'une certaine couleur. Il ne s'ensuit donc aucun changement de couleur ou alors un changement restreint de couleur. Voici les cartes d'action:



Carte **Passer son tour** (symboles: sens interdit et pictogramme SGH; 2 cartes)

Le joueur suivant doit passer son tour. Le joueur après ce dernier peut déposer une autre carte 'passer son tour' et ainsi changer la couleur de jeu (même symbole, mais changement de couleur).



Carte **+1 all** (symboles: +1 all (all = tous) et pictogramme SGH; 2 cartes)

Tous les joueurs doivent piocher une carte. Le joueur suivant peut contrer cette action par une carte d'action de défense.



Carte **Réaction d'équilibre** (symboles: flèches et 5 éprouvettes; 2 cartes)

Lorsqu'une carte 'réaction d'équilibre' est posée, le sens du jeu, donc la séquence des joueurs, est changé. Les éprouvettes colorées indiquent sur quelles couleurs cette carte peut être posée et quelles couleurs peuvent être jouées par la suite. Le joueur qui pose la carte décide de la couleur.



Carte **Chance** (symboles: trèfle à quatre feuilles, X et photo; 3 cartes)

Cette carte permet de se défausser *immédiatement* de n'importe quelle carte ou encore de donner une de ses cartes à un joueur de son choix. Ceci peut permettre de se débarrasser, par exemple, du Pierre noir.

**Les quatre types de cartes d'action suivantes peuvent être déposées sur n'importe quelle autre carte (symbole commun: 5 éprouvettes colorées):**



Carte **Pierre noir** (symboles: 5 éprouvettes colorées et bonhomme avec le symbole de l'atome de carbone C; 1 carte)

Le joueur possédant cette carte doit essayer aussi longtemps que possible de ne pas la jouer ou bien la donner à un autre joueur après l'utilisation d'une carte 'chance'. Si un joueur pose cette carte, il reçoit une carte de chacun des autres joueurs, mais il peut choisir la couleur de jeu.



Carte **Changement de couleur** (symbole: 5 éprouvettes colorées et 5 éprouvettes sur le support; 2 cartes)

En posant cette carte, le joueur peut choisir la couleur de jeu. En même temps, il doit décider de la famille de composés chimiques, par exemple, sels de sodium, sels d'aluminium, alcanes, alcools, etc.

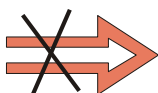
**+2**

Carte **+2/+3** (symboles: 5 éprouvettes colorées, +chiffre et pictogramme SGH; 5 cartes)

**+3**

Le joueur suivant doit tirer 2 respectivement 3 cartes de la pioche. Le joueur ayant déposé la carte choisit la couleur, respectivement la série de composés à jouer.

Cependant, si le joueur suivant est en possession d'une autre carte +2 ou +3 et choisit de la poser (+2 sur +2 ou +3; +3 sur +2 ou +3), il peut passer l'action au joueur suivant qui se devra de piocher la somme des cartes indiquée soit 4, 5 ou 6 cartes. Mais ce dernier joueur peut également passer l'action au joueur suivant en posant une carte +2 ou +3, etc.



Carte **Défense** (symboles: 5 éprouvettes colorées, flèche barrée et pictogramme d'obligation de protection, 4 cartes)

Ces cartes possèdent la particularité de neutraliser presque toutes les cartes d'action sauf le Pierre noir et la carte 'passer son tour'.

Exemple: Un joueur pose une carte +3. Le suivant peut alors poser une carte défense: il n'est plus obligé de piocher 3 cartes, et de plus, pourra choisir la couleur de jeu. Ces cartes peuvent être également utilisées comme carte de changement de couleur, sans se défaire d'une action.





## II. Règle du jeu du Chemundo® - Rami

Pour jouer au Rami, toutes les cartes d'action (voir Sect. I.6) doivent être retirées du jeu, mais les 6 jokers restent inclus dans le jeu.

Chacun des 3 à 5 joueurs reçoit 11 cartes qu'il cache aux autres joueurs, le reste formant la pioche au centre.

Le but du jeu consiste à arranger ses cartes en combinaisons (carrés, brelan ou série) et à les abaisser devant soi.

Le jeu se termine lorsqu'un joueur a pu abaisser toutes ses cartes.

Les combinaisons doivent comporter au minimum:

- ♦ **3 cartes CO avec le même nombre d'atomes de carbone,**
- ♦ **3 cartes CO de la même série homologue (p. ex. 3 alcanes),**
- ♦ **3 cartes CM avec le même anion,**
- ♦ **3 cartes CM avec le même cation et les anions ayant la même terminaison:**  
~ure ou ~yde (p. ex. chlorure de sodium, bromure de sodium,  
 iodure de sodium et/ou hydroxyde de sodium),  
~ate (p. ex. nitrate de magnésium, sulfate de magnésium,  
 carbonate de magnésium et/ou phosphate de magnésium).

Le voisin de gauche du donneur commence à jouer: c'est lui qui, le premier, tirera une carte de la pioche et en posera une autre, face découverte, à côté de la pioche, servant ainsi de base de départ du talon.

Les joueurs ont la possibilité de découvrir leur(s) combinaison(s) après la fin du premier tour de jeu.

Pour pouvoir découvrir pour la première fois une combinaison, les conditions suivantes doivent être remplies:

- ♦ **une combinaison de 3 cartes CO (minimum) et**  
**une combinaison de 3 cartes CM (minimum)**  
**ou**
- ♦ **une combinaison de 4 cartes CO (minimum)**  
**ou**
- ♦ **une combinaison de 4 cartes CM (minimum).**

Après la première pose, les cartes peuvent être abaissées les unes après les autres. Il est tout à fait possible de compléter vos combinaisons existantes, voire celles appartenant à un autre joueur. Cependant, les cartes CO ne peuvent être déposées que dans une combinaison où un nombre d'atomes de carbone voisin existe. La carte propane ( $C_3$ ) peut être déposée, par exemple, avec la combinaison butane-pentane-heptane ( $C_4$ ,  $C_5$  et  $C_7$ ). Au moment de découvrir les différentes combinaisons, il est important de nommer les séries homologues, les sels, les acides ou les bases en présence. Si un joueur l'oublie ou fait une faute dans l'énonciation des noms, il doit passer un tour ou tirer une carte de la pioche.



### Carte **Joker**

Le jeu comporte 6 cartes joker représentant certains pionniers de la chimie et de la physique atomique.

Ces cartes peuvent être utilisées comme jokers et remplacent alors les cartes CM ou CO afin de compléter les combinaisons. La valeur du joker, c'est à dire la carte qu'il remplace doit être clairement énoncée. Si un joueur possède cette carte énoncée, il peut l'échanger contre le joker dès que c'est son tour.

## III. Les cartes de chimie minérale (CM)

		<b>Na<sup>+</sup></b> ...de sodium	<b>Mg<sup>2+</sup></b> ...de magnésium	<b>Ca<sup>2+</sup></b> ...de calcium	<b>Al<sup>3+</sup></b> ...d'aluminium
<b>H<sup>+</sup></b>		-----des bases-----			
<b>H<sub>2</sub>O</b> eau	<b>OH<sup>-</sup></b> hydroxyde...	<b>NaOH</b>	<b>Mg(OH)<sub>2</sub></b>	<b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>	<b>Al(OH)<sub>3</sub></b>
<b>acide...</b>		-----des sels-----			
<b>HCl</b> chlorhydrique	<b>Cl<sup>-</sup></b> chlorure...	<b>NaCl</b>	<b>MgCl<sub>2</sub></b>	<b>CaCl<sub>2</sub></b>	<b>AlCl<sub>3</sub></b>
<b>HBr</b> bromhydrique	<b>Br<sup>-</sup></b> bromure...	<b>NaBr</b>	<b>MgBr<sub>2</sub></b>	<b>CaBr<sub>2</sub></b>	<b>AlBr<sub>3</sub></b>
<b>HI</b> iodhydrique	<b>I<sup>-</sup></b> iodure...	<b>NaI</b>	<b>MgI<sub>2</sub></b>	<b>CaI<sub>2</sub></b>	<b>AlI<sub>3</sub></b>
<b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> carbonique	<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> carbonate...	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	<b>MgCO<sub>3</sub></b>	<b>CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b> phosphorique	<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b> phosphate...	<b>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>	<b>Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>AlPO<sub>4</sub></b>
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> sulfurique	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b> sulfate...	<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>MgSO<sub>4</sub></b>	<b>CaSO<sub>4</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b>
<b>HNO<sub>3</sub></b> nitrique	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> nitrate...	<b>NaNO<sub>3</sub></b>	<b>Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	<b>Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>

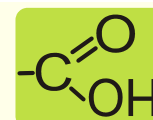
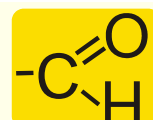
Exemple: une carte montre

le cation: **Ca<sup>2+</sup>**  
et l'anion: **Br<sup>-</sup>** Le joueur doit énoncer:  
**bromure de calcium**  
et la formule: **CaBr<sub>2</sub>**

ou par exemple le joueur doit énoncer:

pour: **H<sup>+</sup>**  
**CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** **acide carbonique**  
et la formule: **H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

## IV. Cartes de chimie organique (CO)



chloroalcanes	C <sub>x</sub> x	alcanes	alcools	aldéhydes	acides carboxyliques
chloro~	<b>1</b>	méthan~e	~ol	~al <sup>1)</sup>	acide ...~oïque <sup>3)</sup>
chloro~	<b>2</b>	éthan~e	~ol	~al <sup>2)</sup>	acide ...~oïque <sup>4)</sup>
1-chloro~	<b>3</b>	propan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
1-chloro~	<b>4</b>	butan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
1-chloro~	<b>5</b>	pentan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
1-chloro~	<b>6</b>	hexan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
1-chloro~	<b>7</b>	heptan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
1-chloro~	<b>8</b>	octan~e	...-1-ol	~al	acide ...~oïque
p. ex. C <sub>3</sub> :					
1-chloropropane	<b>x=3</b>	propane	propan-1-ol	propanal	acide propanoïque


IUPAC préfère les noms suivants: <sup>1)</sup> formaldéhyde, <sup>2)</sup> acétaldéhyde  
<sup>3)</sup> acide formique, <sup>4)</sup> acide acétique

## V. Neuf cartes d'action avec les nouveaux pictogrammes SGH pour produits dangereux.

### V.1. Introduction au système SGH

En 1992, l'ONU a organisé à Rio de Janeiro la 'Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement'. Il en est ressorti un système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques appelé **SGH** (en anglais: **G**lobally **H**armonized **S**ystem of Classification and Labelling of Chemicals, GHS). Le but est d'atteindre une harmonisation universelle au niveau de la classification et désignation des produits chimiques. Ce system devra être appliqué en Europe dès décembre 2010. Cela signifie, par exemple, que les produits chimiques devront tous être classifiés d'après les prescriptions SGH (Règlement (CE) N° 1272/2008).

L'exemple suivant d'une étiquette montre que l'étiquetage SGH est plus complexe mais plus précis que l'étiquetage selon les ordonnances précédentes puisqu'il inclut maintenant une 'mention de danger' et une 'mention d'avertissement' comme 'danger' ou 'attention'.

<div style="background-color: #cccccc; padding: 2px; text-align: center;"><b>Catégorie 1</b></div> <div style="padding: 2px;">Flam. Lig. 1; H224</div> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; padding: 2px;"><b>Danger</b></div> <div style="padding: 2px;">Liquide et vapeurs extrêmement inflammables.</div>	<p>← catégorie de danger</p> <p>← code de la classe et catégorie de danger; code de la mention de danger</p> <p>← pictogramme de danger</p> <p>← mention d'avertissement</p> <p>← mention de danger</p>
--	---








## V.2. Cartes d'action contenant des pictogrammes SGH



Les tableaux suivants décrivent les nouveaux attributs pour les produits chimiques dangereux dont les pictogrammes de danger SGH apparaissent sur 9 cartes d'action (voir Sect. I.6). Dans ces tableaux, les 'pictogrammes de danger' se trouvent dans la première colonne, les 'codes de la mention de danger' (H = hazard en anglais) dans la deuxième colonne et un choix de 'mention de danger' dans la troisième colonne.



Le joueur qui joue une carte contenant un pictogramme SGH doit énoncer une des 'mention de danger' compilées dans ces tableaux, faute de quoi il doit tirer une carte de la pioche.

### I. Dangers physiques – Physikalische Gefahren



	H200 H202	Explosif instable. Explosif; danger sérieux de projection.	Instabil, explosiv. Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
	H220 H224 H225 H226 H228	Gaz extrêmement inflammable. Liquide et vapeurs extrêmement inflammables. Liquide et vapeurs très inflammables. Liquide et vapeurs inflammables. Matière solide inflammable.	Extrem entzündbares Gas. Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar. Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Flüssigkeit und Dampf entzündbar. Entzündbarer Feststoff.
	H270 H271	Peut provoquer ou aggraver un incendie; comburant. Peut provoquer un incendie ou une explosion; comburant puissant.	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel. Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
	H280	Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur.	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erhitzen explodieren.
	H290	Peut être corrosif pour les métaux.	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

### IIa) Dangers pour la santé: toxicité aiguë— Akute gesundheitliche Gefahren

	H300	Mortel en cas d'ingestion.	Lebensgefahr bei Verschlucken.
	H310	Mortel par contact cutané.	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
	H330	Mortel par inhalation.	Lebensgefahr bei Einatmen.
	H301 H311 H331	Toxique en cas d'ingestion. Toxique par contact cutané. Toxique par inhalation.	Giftig bei Verschlucken. Giftig bei Hautkontakt. Giftig bei Einatmen.
	H302	Nocif en cas d'ingestion.	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
	H312	Nocif par contact cutané.	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.
	H332	Nocif par inhalation.	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.

	H314	Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires.	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
	H318	Provoque des lésions oculaires graves.	Verursacht schwere Augenschäden.
	H315	Provoque une irritation cutanée.	Verursacht Hautreizungen.
	H319	Provoque une sévère irritation des yeux.	Verursacht schwere Augenreizung.


**IIb) D'autres dangers pour la santé, CMR\* et toxicité spécifique pour certains organes cibles\*\* – Weitere gesundheitliche Gefahren, CMR\* und Zielorgan-Toxizität\*\***

	H335	Peut irriter les voies respiratoires.	Kann die Atemwege reizen.
	H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges.	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
 (CMR*/STOT**)	H350	Peut provoquer le cancer	Kann Krebs erzeugen.
	H351	Susceptible de provoquer le cancer	Kann vermutlich Krebs erzeugen.
	H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes	Schädigt die Organe.
	H371	Risque présumé d'effets graves pour les organes	Kann die Organe schädigen.

\* Cancérogènes, mutagènes ou toxique pour la reproduction – cancerogen, mutagen oder reprotoxisch.

\*\* Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Gesundheitsgefahren für spezielle Zielorgane – en anglais STOT = Specific Target Organ Toxicity.

**III) Dangers pour l'environnement – Umweltgefahren**

	H400	Très toxique pour les organismes aquatiques.	Sehr giftig für Wasserorganismen.
	H410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
	H411	Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.	Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.

Ref.:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:FR:PDF>

Termes officiels extraits du règlement (CE) No 1272/2008	Offizielle Begriffe aus der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (sogenannte CLP-Verordnung)
SGH – système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques	GHS – Global-harmonisiertes System (engl.: Globally Harmonized System) zur Klassifizierung und Kennzeichnung von Chemikalien
mention de danger	Gefahrenhinweis
conseil de prudence	Sicherheitshinweis
pictogramme de danger	Gefahrenpiktogramm
mention d'avertissement	Signalwort
toxicité aiguë	Akute Toxizität
toxicité pour certains organes cibles	Zielorgantoxizität
mutagénicité sur les cellules germinales	Keimzellmutagenität
cancérogénicité	Karzinogenität
toxicité pour la reproduction	Reproduktionstoxizität
pictogramme SGH	GHS-Piktogramm
dangers pour le milieu aquatique	gewässergefährdend
cancérogène (ou cancérigène), mutagène et reprotoxique; CMR	Cancerogen (oder karzinogen), mutagen, reprotoxisch (krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend); CMR

#### Sources d'illustrations:

Les portraits (dessins ou photos) de Marie Curie, Ernest Rutherford, Niels Bohr et John Dalton ont été mis à disposition par le musée de Munich, et ceux de August Kekulé et de Justus von Liebig par le Prof Dr Fritz Vögtle.

#### Remerciements:

Mes remerciements s'adressent tout particulièrement au Prof Dr Hans Joachim Bader et aux étudiants de l'Institut de la chimie didactique de l'Université Johann Wolfgang Goethe de Francfort/Main, Jasmina Baliz, Constantinos Chaloulos, Simone Fischer, Sonja Hattemer, Sigrid Kaiser, Kuno Mayer, Miriam Plattner et Michael Riedel, pour la coopération au projet Chemundo®, et à Jasmina Baliz pour le graphisme original de la carte du Pierre noir.

Mes remerciements les plus sincères vont aussi aux traducteurs de ce livret: le Prof Dr Joachim Bargon et Mme Beatrice Schelcher pour la version anglaise, et M. Philippe Rychen et Mme Claire Chabloz pour la version française, version révisée par le Dr Christophe Provent, le Dr Jean Gobet, M. Claude Taranta et le Dr Maurice Cosandey.

Enfin, un grand merci aussi au Dr Marianne Sgoff du lycée Georg-Büchner de Bad Vilbel pour sa participation active à l'élaboration du concept d'apprentissage du monde de la chimie à partir du jeu Chemundo® en cours de chimie, à Mme Christiane Stark du Umweltbundesamt (UBA) pour son aide lors de la rédaction des textes explicatives concernant les pictogrammes SGH et au Dr Ursula Bünzli-Trepp, membre du 'IUPAC Advisory Subcommittee of the Chemical Nomenclature and Structure Representation Division', pour la vérification de la nomenclature.

Dr. Reiner Kober  
Fußgönheim, Avril 2009

