

# Covalion

Le jeu des liaisons chimiques.



### **COVALION**

**Logiciel de jeu éducatif.**

**Objet :** Liaisons chimiques fondamentales (liaisons covalentes et liaisons ioniques). Relation structure / propriétés.

**Niveau d'études concerné :** Enseignement secondaire général (Cours de Chimie, classes de 4<sup>e</sup>).

**Auteur du logiciel :** Gérard Swinnen (7P Soft) - Verviers (Belgique)

**Matériel requis, configuration minimale :** Ordinateur de type PC 486 DX100 ou Pentium, 8 Mo de mémoire RAM, environ 4 Mo d'espace disponible sur le disque dur, carte graphique superVGA acceptant le mode 256 couleurs, Windows 3.x ou Windows 95, souris.

**(C) 7P Soft / G.Swinnen & INFOREF A.S.B.L. – 1997.**

Program designed with Clarion 4 from Topspeed Corporation.

Dépôt légal : D:/1998/5599/26

### **7P Soft**

e-mail : [inforef@arcadis.be](mailto:inforef@arcadis.be)

<http://www.ulg.ac.be/cifen/inforef/swi>

*Le présent logiciel est le résultat de recherches et d'expérimentations menées dans différentes classes de l'enseignement secondaire. Il a déjà fait l'objet de remaniements et d'adaptations en fonction des avis recueillis auprès de divers professeurs, mais il ne peut évidemment pas prétendre à la perfection absolue. La mise au point d'un bon programme didactique est longue et difficile : c'est l'utilisation répétée avec des classes véritables qui permet d'en repérer les défauts résiduels et suggère des possibilités d'amélioration.*

*L'auteur se réserve donc le droit de continuer à apporter à ce logiciel toutes les modifications qu'il jugera utiles, sans préavis.*

*En conséquence, il peut se faire que les caractéristiques du programme que vous avez acquis soient légèrement différentes de celles qui sont décrites dans la présente documentation. Les modifications les plus importantes (s'il y en a) devraient être décrites dans un petit fichier annexe intitulé **READ\_ME.TXT** ou bien **LISEZ.MOI**.*

*Si vous avez acquis ce logiciel en "licence sur site", vous pouvez en faire jusqu'à 20 copies pour l'utilisation simultanée **dans un seul local**, sous votre direction personnelle. Vous n'êtes cependant pas autorisé à céder une quelconque de ces copies à autrui, et devez donc veiller à ce que toutes les copies distribuées vous soient rendues par les élèves à la fin de chaque séance de travail. N'installez pas le logiciel sur le disque dur de machines accessibles à d'autres que vous.*

*Le logiciel que vous avez reçu a été personnalisé à votre nom. La diffusion illicite de copies de votre version du logiciel engagerait votre responsabilité au regard de la législation concernant la protection des droits d'auteur.*

***7P SOFT** vous fournit toujours la mise à jour la plus récente du logiciel, au moment de l'achat. Si vous apprenez l'existence d'une nouvelle version, vous pouvez l'obtenir gratuitement (frais de support et d'expédition mis à part). Cette offre ne reste valable, toutefois, que durant les cinq années suivant immédiatement la date d'acquisition du logiciel.*

*Ni l'auteur, ni **7P SOFT** ne consentent aucune garantie et ne prennent aucun engagement quant aux dommages directs, indirects, spéciaux, accessoires ou incidents pouvant résulter de l'utilisation du logiciel, ou de l'impossibilité éventuelle d'utiliser le logiciel ou même sa documentation.*

*L'acquéreur ne reçoit qu'une licence d'utilisation du logiciel, lequel reste de toute façon la propriété exclusive de son auteur.*

*Toute tentative de copie illicite sera considérée comme une violation des droits d'auteur du programme, déliera **7P SOFT** de tout accord de service après-vente éventuellement conclu avec l'acquéreur, et pourra entraîner des poursuites judiciaires.*

## Table des matières

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
<b>PRÉSENTATION DU LOGICIEL</b>	<b>6</b>
<b>OBJECTIFS ET DIRECTIVES PÉDAGOGIQUES</b>	<b>7</b>
Une première approche de la liaison chimique	7
<b>INSTALLATION ET MAINTENANCE DU LOGICIEL</b>	<b>10</b>
Initialisation du logiciel.	10
Options de fonctionnement	10
<b>PRINCIPALES PAGES D'AIDE DE COVALION</b>	<b>11</b>
<b>Déroulement d'une partie de COVALION</b>	<b>12</b>
Attribution des jetons à chaque joueur	12
Démarrage du jeu	13
Elaboration du modèle moléculaire	14
Réalisation d'un lien ionique	14
Réalisation d'un lien covalent	15
Validation. Évaluation du modèle moléculaire élaboré par le joueur	16
Forme de la molécule	17
Cases spéciales - Fin de la partie	17
<b>Quelques rappels théoriques</b>	<b>18</b>
Structure électronique des atomes	18
<b>Programmation</b>	<b>22</b>
<b>Distribution du logiciel dans le monde</b>	Erreur! Signet non défini.
<b>Bibliographie</b>	<b>22</b>

## Avertissement

Destiné à accrocher l'intérêt de débutants en Chimie, **Covalion** est un jeu d'initiation dont l'objectif pédagogique est délibérément limité. Il n'a évidemment pas la prétention d'exploiter en profondeur une théorie complète des liaisons chimiques.

Seuls les liens covalents et ioniques sont modélisés dans le jeu, et il n'est possible d'y réaliser que des composés binaires.

Même la polarisation plus ou moins importante des liaisons covalentes n'y est pas indiquée.

Le jeu ne prend en compte que les 20 premiers éléments du tableau périodique, ce qui lui permet d'escamoter l'interprétation plus délicate des composés que forment les métaux de transition, les valences multiples, etc.

Les élèves utilisateurs doivent prendre conscience de ces limitations, et accepter la nécessité d'approfondir plus tard ces matières. Il leur est également conseillé de discuter avec leur professeur la **notion de modèle** en sciences. De nombreux modèles différents peuvent en effet être utilisés pour représenter une même réalité physique. Aucun d'entre eux n'est parfait. Aucun d'entre eux n'est la réalité ultime. Chacun de ces modèles est utile, cependant, parce que chacun illustre plus ou moins bien un certain aspect de cette réalité qu'il cherche à représenter. L'étudiant devra donc se faire à l'idée qu'un concept scientifique possède de multiples facettes, et que ses représentations sont à remettre en question sans cesse. Aucune connaissance scientifique n'est jamais définitive.

### Introduction

### Présentation du logiciel

Le but de ce jeu est d'aider les débutants en Chimie à assimiler quelques principes de base concernant la compréhension des liaisons chimiques fondamentales. Dans ce jeu, ils vont s'exercer à combiner les vingt premiers éléments du tableau périodique afin de construire des modèles moléculaires de composés binaires simples, dans lesquels n'interviendront que des liens de type **covalent** et/ou **ionique**. Il leur sera demandé surtout d'essayer de comprendre le rôle interprétatif de ces modèles, en relation avec les propriétés des composés correspondants.

#### Principe du jeu.

Une partie de **COVALION** se joue à deux, trois ou quatre joueurs.

Chaque joueur est représenté par un pion, qui avance sur le parcours de jeu en fonction des résultats d'un lancer de dés.

En début de partie, ainsi que dans certaines circonstances du jeu, les joueurs reçoivent des jetons qui représentent différents types d'atomes. D'autres jetons similaires vont apparaître en conséquence des déplacements effectués par les pions sur le plateau de jeu. Chacun devra alors s'efforcer de réaliser des modèles moléculaires corrects en combinant les jetons de sa réserve personnelle avec ceux qui se présentent, le but du jeu étant d'arriver à se débarrasser le plus vite possible de tous les jetons que l'on a reçus.

Le premier qui y parvient est le gagnant de la partie.

## Objectifs et directives pédagogiques

### *Une première approche de la liaison chimique*

par F. SCHOEBRECHTS, Conseiller Scientifique.

*«Ce qui est simple est toujours faux, ce qui ne l'est pas est inutilisable»*

(P.VALERY)

Cette citation un peu provocante résume bien le sort réservé au concept de liaison chimique en cette fin de XX<sup>ème</sup> siècle .

Depuis quelques années en effet, plusieurs professeurs d'université ont fortement contesté des modèles, datant de la première moitié de ce siècle ou des années 50 (la théorie de LEWIS, de GILLEPSIE, l'échelle d'électro-négativité de PAULING ... ) en dénonçant tantôt leur ambiguïté comme le modèle de VALENCE, leur incongruité comme la paire d'électrons, leur extension abusive à toutes situations comme l'électro-négativité ou leur incapacité à rendre compte de certaines propriétés (para- et dia-magnétisme par exemple).

D'autre part, il a été bien montré qu'à aucun moment dans l'enseignement secondaire les notions mathématiques acquises par l'élève ne permettent d'envisager le concept de liaison chimique de façon théorique et rigoureuse.

On a même été jusqu'à suggérer que, plutôt que de mal faire, il ne fallait rien faire du tout.

Or les programmes nous imposent non seulement d'aborder ce concept dès la quatrième mais en plus, et j'adhère totalement à cette démarche, de développer une chimie raisonnée ancrée le plus possible dans le quotidien et axée sur la démarche scientifique.

Il nous a donc paru intéressant, en collaboration avec le service de méthodologie des sciences chimiques de l'ULg (Professeur R. CAHAY) :

- D'une part, de proposer particulièrement pour les sections où le cours de sciences est limité à 2h/semaine, une approche du concept qui serait à la liaison chimique ce que l'ébauche est au dessin final ou le canevas à la commedia del arte.
- D'autre part, d'introduire le concept en tant que modèle interprétatif d'un certain nombre de propriétés comme le suggéraient déjà les travaux de R. MOUTON et ses collaborateurs à propos des liaisons ioniques.

**Le premier fil conducteur que nous avons adopté est le suivant:**

*La liaison chimique qui s'établit entre des atomes est le résultat des forces de répulsion et d'attraction électrique entre charges de mêmes signes et de signes opposés que sont les noyaux et les électrons.*

Nous pensons que ce principe peut facilement être introduit en 4e. En effet, à l'aide de la cassette vidéo sur les forces<sup>1</sup> par exemple, ou en classe à l'aide d'une latte en plastique et d'une boule de sureau, on peut facilement mettre en évidence ce type de forces et montrer que leur intensité est fonction de la distance.

D'autre part, il n'est pas difficile de raconter l'expérience de Rutherford et son interprétation principale, de manière à pouvoir parler du noyau, des protons et des électrons.

Si le hasard de l'agitation thermique amène deux atomes au voisinage l'un de l'autre et qu'il en résulte une réaction conduisant à la formation de nouveaux corps possédant de nouvelles propriétés, cette réaction peut s'expliquer par l'interaction entre charges électriques de signe opposé.

**Nous arrivons ainsi à notre second fil conducteur :**

*Quelle visualisation peut-on donner de cette interaction au vu non pas de la structure ou des propriétés des atomes qui vont se rencontrer mais au vu des propriétés de la structure qui s'est formée ?*

La méthodologie d'un cours de sciences 2h/semaine implique pour nous:

- De réaliser des expériences simples, «parlantes» pour les élèves et observables par tous (c'est à dire des classes de 25 élèves) :

En collaboration avec R.CAHAY et le Laboratoire d'Enseignement Multimédia de l'Université de Liège, nous avons conçu et réalisé une cassette vidéo d'une durée de 24 minutes reprenant des expériences et des commentaires explicitant les fils conducteurs de notre démarche. Cette vidéo doit être considérée comme une première version et pourra s'enrichir à l'avenir des remarques et suggestions de ses utilisateurs. (Cette vidéo peut être acquise au prix de 500 FB auprès du L.E.M. ou de l'A.S.B.L. INFOREF).

- De trouver des moyens de rendre les élèves actifs dans la découverte d'un nouveau savoir. C'est la raison pour laquelle, avec l'aide de Luc JONIUS

---

<sup>1</sup> " Des forces à l'électricité " 1. Les forces. Electrabel.

(Petit Séminaire de Saint-Roch, Ferrières), Philippe VAN SULL (Institut Libre du Condroz, Ouffet), Française OTTEN (Collège Saint-Louis, Liège) et M.-T. PILLOIS, (Collège S-F-X II, Verviers), nous avons réalisé un prototype de jeu interactif permettant aux élèves :

- de construire des molécules ou des paires d'ions de corps binaires;
- de confronter leur construction aux propriétés de ces corps et d'en déduire le type de liaison;
- d'avoir une idée de la géométrie de la molécule.

Ce prototype a rencontré un succès certain auprès des élèves testés. Malheureusement, son encombrement, la multiplicité et la fragilité de ses pièces en rendaient la diffusion à grande échelle quasi impossible.

Nous avons alors proposé à G.Swinnen d'en développer une version informatique qui est devenue le présent logiciel.

Toutes celles et ceux qui ont participé à l'entreprise espèrent encore la faire progresser et souhaitent que les outils ainsi créés faciliteront la tâche de beaucoup de professeurs du deuxième degré.

### Installation et maintenance du logiciel

#### *Installation.*

Placez la disquette N°1 dans le lecteur approprié. Lancez l'exécution du programme INSTALL. Suivez les instructions qui apparaissent à l'écran.

#### *Initialisation du logiciel.*

Lors de sa première utilisation, vous devez débrider le logiciel en y introduisant vos coordonnées personnelles ainsi que le numéro de licence qui vous a été attribué par votre distributeur. Veillez à introduire ces données **exactement** telles qu'elles apparaissent sur l'accord de licence qui vous a été transmis. Les majuscules, accents, espaces, etc. doivent être reproduits à l'identique.

Cette opération débarrasse le logiciel des limitations et messages répétitifs qui caractérisent la version de démonstration. Il ne sera pas nécessaire de réintroduire encore ces données lors des utilisations ultérieures du logiciel, sauf en cas de réinstallation sur d'autres machines.

#### **Note importante :**

Vous pouvez librement dupliquer et diffuser le logiciel sous la forme où vous l'avez initialement reçu (c.à.d. les disquettes d'origine). Tant qu'il n'a pas été "débridé" par l'introduction de vos coordonnées et de votre numéro de licence personnel, il ne peut en effet fonctionner qu'en mode "démonstration".

Par contre, il vous est strictement interdit de diffuser la version débridée du logiciel (c.à.d. le logiciel complètement installé, dans lequel vous avez introduit vos coordonnées et votre numéro de licence personnels).

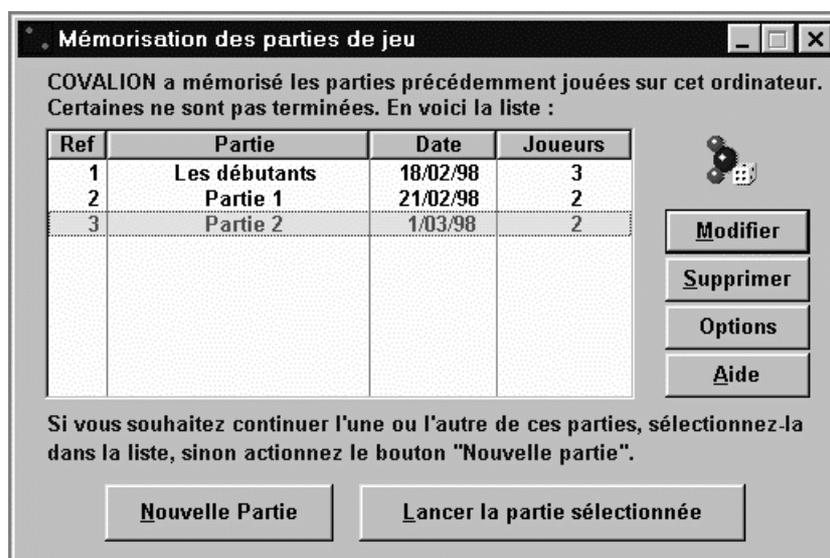
#### ***Options de fonctionnement***

Covalion est un logiciel didactique, configurable par le professeur, qui mémorise le travail effectué avec lui par les élèves.

Au lancement du programme (après le logo d'ouverture), une petite fenêtre apparaît, qui demande aux utilisateurs de choisir un nom pour la partie de jeu :

Remarquons au passage que Covalion pourra ainsi mémoriser séparément les exercices effectués sur la même machine par différents utilisateurs.

A cet endroit du programme (et ici seulement), le professeur peut accéder à un ensemble de « fonctions cachées », en utilisant la combinaison de touches <CTRL-P> (Touches CTRL et P pressées simultanément au clavier). A la suite de cette manœuvre, des boutons supplémentaires apparaissent :



Les boutons **Modifier** et **Supprimer** permettent au professeur de gérer le fichier de mémorisation. Le bouton **Options** donne accès à la base de données de référence du logiciel (c.à.d. aux informations concernant les composés possibles) ainsi qu'à quelques paramètres de fonctionnement (Activation / Désactivation des effets sonores, par exemple).

**Note** : Le fichier dans lequel Covalion mémorise les données utilisateur se nomme **Atomuser.tps**. Ce fichier peut être effacé sans dommage.

## Principales pages d'aide de Covalion

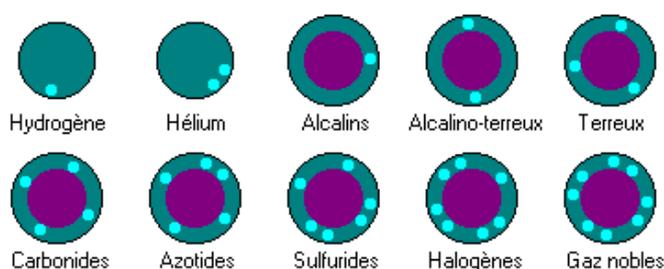
Les pages qui suivent reproduisent en grande partie ce que l'on peut trouver dans le système d'aide hypertexte de Covalion. Nous les avons incluses ici pour que vous puissiez éventuellement en fournir des photocopies à vos élèves.

### Déroulement d'une partie de COVALION

#### Attribution des jetons à chaque joueur

Avant que la partie ne commence véritablement, chaque joueur se voit attribuer un **pion** coloré qui représentera sa position sur le parcours de jeu, ainsi que six **jetons** "atomes" tirés au hasard. Il lui faut alors disposer correctement ces six jetons dans les cases correspondantes de sa propre réserve, par une simple opération de **glisser-lâcher** effectuée à l'aide de la souris.<sup>1</sup>

Il y a en tout dix types de **jetons**, chacun d'entre eux représentant une structure électronique particulière :



Les deux premiers types de jeton représentent les deux éléments de la première ligne du tableau périodique - hydrogène et hélium - lesquels ne possèdent respectivement qu'un seul ou bien deux électrons en tout et pour tout.

Les autres jetons représentent les différentes familles d'éléments du tableau périodique : alcalins, terreux, halogènes, etc. Le disque central symbolise le cœur d'atome (noyau + couches électroniques profondes). La couronne externe symbolise le contenu de la dernière couche d'électrons, suivant la représentation classique de **Lewis**.

---

<sup>1</sup> **Pour effectuer un glisser-lâcher à l'aide de la souris :**

Cliquer sur le centre de l'objet à transférer.

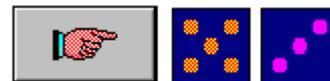
En maintenant enfoncé le bouton de la souris, déplacer le curseur jusqu'à destination (c.à.d. jusqu'à l'emplacement où l'on désire amener l'objet). Relâcher le bouton.

**Remarque** : Au cours du déplacement, le curseur de la souris prend l'aspect d'un panneau d'interdiction, qu'il conserve jusqu'à ce que l'on atteigne une "cible" autorisée. A ce moment, il prend l'aspect d'une flèche vers le bas. Il ne faut relâcher le bouton de la souris que lorsque cette condition est remplie.

## Démarrage du jeu

Lorsque chaque joueur a disposé correctement ses 6 jetons dans sa réserve personnelle, **Covalion** tire au hasard le nom de celui qui ouvre la partie de jeu proprement dite.

Ce joueur lance alors les dés, et son pion personnel se déplace automatiquement sur le parcours de jeu, d'un nombre de cases équivalent au nombre de points obtenus. Il arrive ainsi, soit sur une case marquée d'un symbole chimique, soit sur une case spéciale.



Lorsque le pion du joueur s'arrête sur une case marquée d'un symbole chimique, un jeton représentant cet élément apparaît sur l'aire centrale du plateau de jeu. **A ce moment, le joueur est invité à imaginer quelle combinaison moléculaire il pourrait réaliser à partir de cet élément et de l'un de ceux dont il possède lui-même des modèles dans sa "réserve".**

S'il pense pouvoir construire une telle combinaison, il sélectionne dans sa réserve le jeton qui lui semble convenir (simplement en cliquant dessus). Il doit ensuite décider quel élément chimique précis ce jeton va représenter (La plupart des jetons de la réserve peuvent en effet représenter plusieurs éléments de la même famille chimique).

S'il ne trouve aucune possibilité de combinaison, il passe son tour de jeu en cliquant sur l'une des cases vides de sa réserve.

**Lorsque le joueur a décidé d'activer l'un de ses jetons, le plateau de jeu se présente comme suit :**

- Sur l'aire centrale du plateau de jeu, deux jetons "atomes" sont apparus, représentatifs des deux éléments à combiner.
- Sur le parcours des pions, les deux cases correspondant à ces éléments ont pris l'aspect de boutons-poussoirs. En cliquant sur ces boutons, on peut faire apparaître des jetons supplémentaires, de manière à réaliser des combinaisons des deux éléments choisis dans diverses proportions stoechiométriques. On pourra ainsi élaborer des modèles moléculaires comportant jusqu'à 7 atomes.



## Covalion

---

- Dans la barre d'outils en haut d'écran, des boutons supplémentaires sont apparus (voir ci-après).

### *Elaboration du modèle moléculaire*

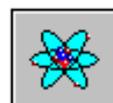
Le joueur construit son modèle de molécule en liant des atomes. Il est possible de réaliser **un seul, deux ou même trois liens** entre les atomes, et ces liens doivent obligatoirement être **du type ionique** ou **du type covalent**. (la marche à suivre est décrite ci-dessous).

- Pour arriver à une stoechiométrie correcte, il devra probablement faire appel à des jetons supplémentaires. Il peut en obtenir en cliquant sur les cases du parcours correspondant aux éléments choisis (voir ci-dessus).

- S'il se trompe en cours de route, il peut aisément recommencer à l'aide du bouton :



- A tout moment, il peut accéder aux informations du tableau périodique, en actionnant le bouton :



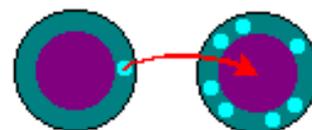
- Lorsqu'il pensera avoir réalisé une combinaison acceptable, il actionnera le bouton de validation :



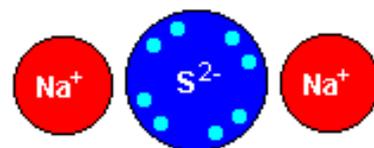
### *Réalisation d'un lien ionique*

On réalise une liaison ionique entre deux atomes, en transférant l'un des électrons célibataires choisi dans la garniture électronique de l'atome "donneur", jusqu' **au centre** de l'atome "accepteur", par une simple opération de "glisser-lâcher" que l'on effectue à l'aide de la souris :

- Cliquer sur l'électron à transférer (atome "donneur").
- En maintenant enfoncé le bouton de la souris, déplacer le curseur jusqu'au centre de l'atome "accepteur". Relâcher le bouton.



Les atomes changent de taille et de couleur : celui qui a donné l'électron est devenu un ion positif (rouge) et s'est ramassé sur lui-même; celui qui a reçu l'électron est devenu un ion négatif (bleu) et a nettement grossi. Étant des particules chargées d'électricité de signes contraires, les ions s'attirent fortement les uns les autres. Il en résulte donc bien une liaison chimique très solide.

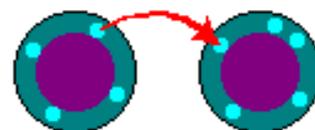


Dans la pratique, le composé résultant sera un solide (avec une température de fusion élevée), parce que tous les ions formés s'attirent les uns les autres pour former des assemblages gigantesques (à l'échelle atomique) que l'on appelle des solides cristallins.

**Remarque :** Au cours du déplacement de la souris, le curseur prend l'aspect d'un panneau d'interdiction, qu'il conserve jusqu'à ce que l'on atteigne une "cible" autorisée. A ce moment, il prend l'aspect d'une flèche vers le bas. Il ne faut relâcher le bouton de la souris que lorsque cette condition est remplie.

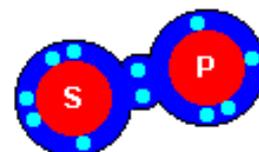
### Réalisation d'un lien covalent

Pour que l'on puisse réaliser une **liaison covalente**, il faut que les atomes concernés possèdent chacun un électron célibataire. Ces deux électrons seront alors mis en commun, de manière à former un **doublet de liaison** qui soudera les deux atomes. La technique à utiliser est celle du "glisser-lâcher" :



- Cliquer sur l'un des deux électrons célibataires que l'on désire appairier (n'importe lequel).
- En maintenant enfoncé le bouton de la souris, déplacer le curseur jusqu'à atteindre l'autre (c.à.d. l'électron célibataire de l'autre atome que l'on désire lier). Relâcher le bouton.

Les deux atomes apparaissent à présent attachés l'un à l'autre par l'intermédiaire d'une paire d'électrons, et leurs couleurs sont modifiées. Les "coeurs d'atomes", globalement positifs (couleur rouge), sont englobés à l'intérieur d'une structure électronique négative (couleur bleue), qui est partiellement fusionnée: les électrons du "doublet de liaison" ont interpénétré leurs orbitales.



## Covalion

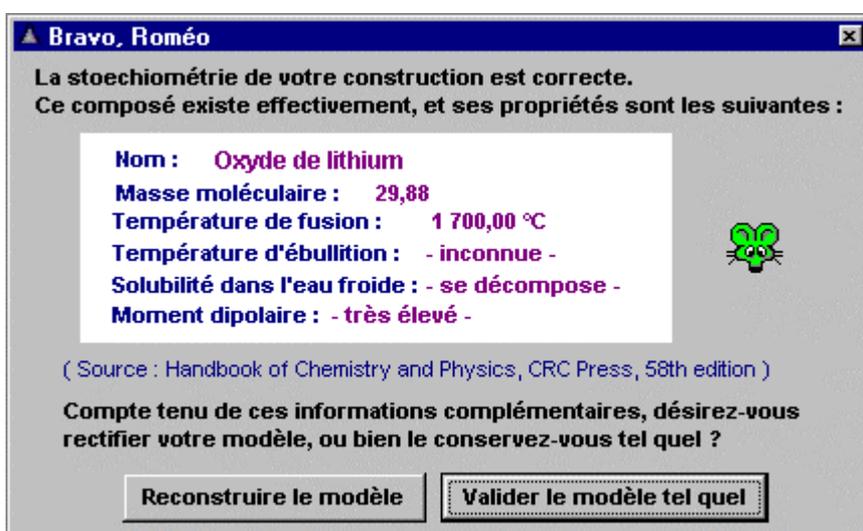
---

Les atomes concernés sont fortement liés, mais l'ensemble ne porte pas de charge électrique (en première approximation : il faudra reconsidérer ce point plus tard). Les **molécules** ainsi formées ne s'attirent donc pas beaucoup les unes les autres, et le composé résultant pourra donc être un liquide ou un gaz.

### **Validation. Évaluation du modèle moléculaire élaboré par le joueur**

Lorsque le joueur décide d'actionner le bouton de validation, une première évaluation du modèle réalisé est effectuée par la machine:

- Si la combinaison est inacceptable (stœchiométrie incorrecte), le joueur passe son tour et reçoit de la banque les deux jetons correspondant aux deux éléments qu'il essayait de combiner.
- Si la combinaison est plausible, mais que le composé chimique n'existe pas réellement, il peut rejouer.
- Si le composé existe réellement, **Covalion** affiche ses principales propriétés. Au vu de celles-ci, le joueur peut encore rectifier éventuellement sa construction (opter pour un modèle ionique plutôt qu'un modèle covalent, par exemple).

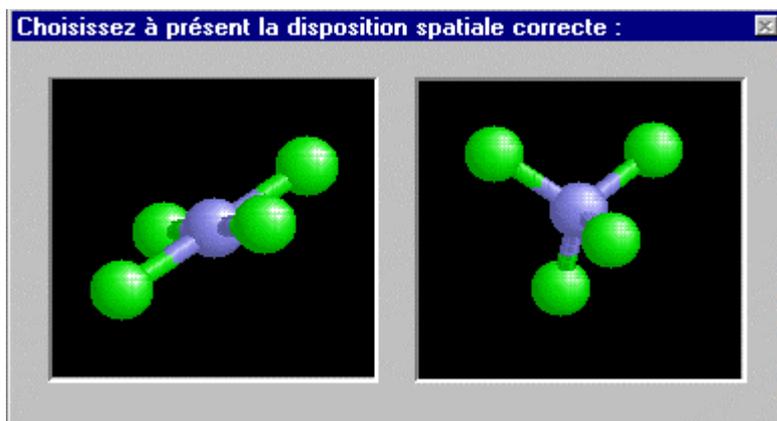


Lorsque le joueur a confirmé ses choix, le verdict définitif tombe :

- S'il est favorable (c.à.d. si le modèle moléculaire construit par le joueur est correct), tous les jetons présents sur le plateau de jeu sont éliminés : au bilan, le joueur a donc ainsi écarté l'un de ses jetons.
- Dans le cas contraire (c.à.d. si le modèle est incorrect), le plateau de jeu est vidé, mais la banque restitue au joueur le jeton qu'il avait mis en œuvre. Cela équivaut donc pour lui à passer son tour.

## Forme de la molécule

Pour certains composés, Covalion demande également au joueur de préciser la disposition spatiale des atomes dans la molécule. Des animations en 3D lui sont présentées, afin qu'il puisse bien évaluer la différence de structure qu'on lui demande de percevoir.



Évaluer correctement la forme d'une molécule dans l'espace est en effet essentiel pour arriver à déterminer si cette molécule peut être assimilée à un dipôle, ou non. (Cfr. **rappels théoriques**).

## Cases spéciales - Fin de la partie

Lorsque le pion du joueur atterrit sur la case correspondant à un gaz noble, il est autorisé à éliminer un des jetons "gaz nobles" de sa réserve (au choix).

Le parcours de jeu présente également des cases spéciales. Lorsque le pion du joueur atteint l'une d'entre elles, il peut lui arriver de passer son tour, de rejouer, de recevoir un jeton supplémentaire ou au contraire d'être autorisé à en écarter un de sa réserve, etc.

**Lorsque l'un des joueurs est arrivé à éliminer tous ses jetons, il est déclaré gagnant et la partie est terminée.**

### *Quelques rappels théoriques*

**Note :** Le texte ci-dessous n'est qu'un résumé très sommaire de la théorie des liaisons chimiques. Veuillez donc consulter vos ouvrages de référence habituels pour de plus amples informations.

#### *Structure électronique des atomes*

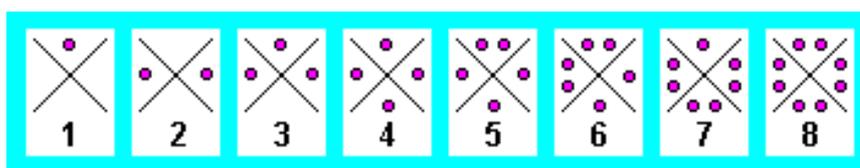
Chaque atome est formé d'un noyau, extrêmement petit et dense, autour duquel tournent des électrons extrêmement rapides. Le noyau est constitué d'un certain nombre de protons (qui sont chargés d'électricité positive) et de neutrons (qui sont électriquement neutres). Autour de ce noyau qui est donc globalement positif, les électrons (négatifs) occupent l'espace un peu à la manière d'un nuage : ils sont tellement petits et rapides que chacun d'eux manifeste à tout moment sa présence dans un volume important autour du noyau. On appelle ce volume une **orbitale** électronique.

Les orbitales électroniques ont différentes formes, et se répartissent autour du noyau en un certain nombre de couches superposées, auxquelles correspondent différents niveaux d'énergie. Les représenter correctement est une tâche fort abstraite et fort complexe. Il existe cependant des modèles simplifiés, tel le **modèle de Lewis** que nous utilisons dans ce jeu.

Dans ce type de représentation, on considère que les seuls électrons véritablement importants sont ceux qui occupent la couche la plus externe (aussi appelée dernière couche électronique). Ces électrons sont les plus éloignés du noyau, ce sont eux qui possèdent le plus d'énergie, et donc ce sont eux qui ont le plus de chances d'entrer en interaction avec le monde extérieur (c.à.d. avec d'autres atomes, pour former des liaisons chimiques).

Or il se fait que pour n'importe quel atome, cette couche externe ne comporte jamais plus de huit électrons. Si l'on excepte le cas des deux premiers éléments du tableau - Hydrogène et Hélium - qui ne contiennent respectivement qu'un seul et deux électrons en tout et pour tout, les atomes peuvent donc être classés en huit **familles** qui se caractérisent par la structure de leur dernière couche.

La théorie moderne de l'atome explique en outre que cette dernière couche se subdivise en quatre orbitales, chacune d'entre elles pouvant contenir un ou deux électrons. Dans la représentation de Lewis, les quatre orbitales sont très simplement représentées par les quatre secteurs que l'on obtient en traçant deux lignes à angle droit, en "croix de Saint André". On place dans chacun de ces secteurs un ou deux points représentant les électrons :



**Modèles de Lewis pour les 8 familles d'éléments**

Lorsqu'une orbitale n'est occupée que par un seul électron, celui-ci est dit **célibataire**. Les électrons célibataires sont dans un état énergétique relativement instable, ce qui les rend disponibles pour interagir avec d'autres atomes (et donc former des liaisons). Les deux types de liaison chimique pris en compte par **Covalion** (voir ci-dessous) se réalisent toujours à partir de ces électrons célibataires.

Dans certaines conditions, deux électrons peuvent occuper la même orbitale. On dit alors qu'ils sont **appariés** ou qu'ils forment un **doublet**. Cette disposition des électrons en doublets contribue à stabiliser l'atome, particulièrement si les quatre orbitales sont remplies, comme c'est le cas pour les gaz nobles.

Dès lors, il est facile d'imaginer que les atomes vont avoir une tendance naturelle à s'échanger ou à partager certains de leurs électrons, de manière à :

- appairer les électrons célibataires présents, pour former des doublets ;
- essayer d'acquérir la configuration électronique des gaz nobles, c.à.d. posséder 8 électrons dans la dernière couche (On traduit cela en disant que **les atomes tendent à réaliser l'octet**).

Plusieurs mécanismes peuvent être mis en jeu pour satisfaire ces tendances, mais nous n'en retiendrons ici que deux :

## La liaison ionique

Un atome possédant déjà sept électrons sur sa dernière couche peut réaliser l'octet en prenant un électron à un autre atome. Si cet électron est le seul que possède l'autre atome sur sa dernière couche, l'octet est réalisé pour lui

## Covalion

---

aussi, puisqu'il ne lui reste plus alors que les couches précédentes (lesquelles sont remplies). Les deux protagonistes sont donc stabilisés tous les deux.

De la même manière, on peut imaginer aussi que des atomes possédant six électrons sur leur dernière couche cherchent à s'en procurer deux ailleurs, que ceux qui en possèdent cinq cherchent à s'en procurer trois, etc.

Le partenaire qui gagne ainsi un ou plusieurs électrons devient **un ion négatif**. Sa taille augmente, par suite de l'accroissement de la répulsion entre charges de même signe dans le nuage d'électrons qui forme l'essentiel du volume atomique.

A l'inverse, le partenaire qui cède un ou plusieurs électrons devient **un ion positif**, nettement plus petit.

Ainsi chargés d'électricité de signe contraire, les ions s'attirent fortement les uns les autres et s'agglomèrent en populations immenses. Il se forme ainsi **un composé ionique**, lequel est donc toujours un solide à la température ordinaire.

La liaison ionique ne peut se concevoir cependant qu'entre atomes suffisamment dissemblables. Classiquement, ce seront donc surtout les éléments des familles I, II et III qui réagiront ainsi avec les éléments des familles VI, VII et VIII.

### La liaison covalente

Il existe un autre moyen pour les atomes de réaliser l'octet : c'est la mise en commun d'électrons célibataires afin de réaliser un ou plusieurs **doublets de liaison**. Dans ce processus, que l'on appelle **liaison covalente**, chacun des partenaires apporte un des électrons célibataires de sa dernière couche. Le doublet ainsi réalisé va occuper une orbitale spéciale, qui entourera les deux atomes à la fois. Ce nuage électronique commun liera solidement les deux partenaires, et l'on pourra affirmer que ceux-ci partagent désormais leurs électrons de liaison.

Dans les composés covalents, les atomes forment de véritables **molécules** ne contenant qu'un petit nombre d'atomes. Ces molécules sont globalement neutres (elles ne portent pas de charge électrique globale) et ne s'attirent donc pas les unes les autres. Suivant ce raisonnement un peu simpliste, les composés covalents devraient donc toujours être des gaz à la température ordinaire.

En fait, lorsque les deux partenaires de la liaison sont des atomes différents, la liaison covalente est presque toujours **polarisée** : le partage du doublet de

liaison y est inégal, et il en résulte des charges électriques de signes contraires sur les atomes partenaires. Il apparaît ainsi un **dipôle** électrique dans la molécule. S'il y a plusieurs liaisons polarisées dans une même molécule, il se peut que cette molécule ait un dipôle résultant assez considérable, ou au contraire un dipôle global nul : cela dépend de la disposition spatiale de toutes ses liaisons. Il est donc important d'appréhender la forme des molécules covalentes. On comprendra aisément que les molécules possédant un dipôle électrique global s'attirent les unes les autres, et qu'elles peuvent donc former des liquides, voire même des solides à la température ordinaire, alors que les molécules sans dipôle forment plutôt des gaz.

### Choix du modèle ionique ou du modèle covalent

C'est à partir des **propriétés** des combinaisons formées que l'on détermine le type de liaison auquel on a affaire. Voilà pourquoi **Covalion** vous propose deux ou trois étapes pour la construction de votre modèle moléculaire :

- D'abord, vous devez établir la stœchiométrie du composé à partir du nombre d'électrons mobilisables par chaque atome partenaire.
- Si la stœchiométrie est correcte, Covalion vous présente les principales propriétés du composé. Au vu de celles-ci, vous devez alors opter pour le modèle ionique ou le modèle covalent.
- Dans le cas d'un composé covalent, il faut aussi que vous soyez capable d'évaluer la géométrie de la molécule, parce qu'elle joue un rôle essentiel dans la détermination du caractère polaire ou non de ce composé.

### ***Programmation***

**Covalion** a été entièrement programmé à l'aide de Clarion 4 (version professionnelle), générateur d'application et langage de programmation de la société américaine TopSpeed. Le programme source comporte environ 14000 lignes de code.

Les dessins ont été réalisés à l'aide de Rasmol 2, MS Paint ou Corel Draw! Version 3, puis retravaillés et convertis à l'aide de Lview Pro Version 1.D2 et Gif Animator 2 de Ulead Systems Inc.

Le système d'aide a été réalisé à l'aide du logiciel Wysi-Help Composer Version 2.202 de Udico.

Le logiciel d'installation est LSP-SFX 2 de Linder Software.

### ***Bibliographie***

**Chimie** (2e édition)

Bruce H. Mahan, Trad. de P. L'écuyer & M. Lefrançois  
Editions du renouveau pédagogique Inc.  
Montréal, Paris, 1970.

**CRC Handbook of Chemistry and Physics** (58th edition)

CRC Press, Cleveland, 1977.

## Distribution du logiciel

### *En France :*

#### **Génération 5**

82, Rue du Bon Pasteur, 73000 Chambéry  
Tél. : +33 479969959 Fax : +33 479969653  
<http://www.generation5.fr>

### *En Belgique :*

#### **Inforef A.S.B.L.**

Rue E. Wacken, 1B, 4000 Liège  
Tél. : +32 42210465 Fax : +32 42370997  
<http://www.ulg.ac.be/cifen/inforef/swi>

### *Au Canada :*

#### **Diffusion Multimedia Inc.**

1200, avenue Papineau, bureau 321  
Montréal (Québec) H2K 4R5  
Tél. : (514) 527 0606 Fax : (514) 527 4646  
<http://www.diffm.com>

Autres logiciels **7P Soft** disponibles :

<b>ECOJOB :</b>	Gestion simulée d'un écosystème.
<b>BACTOLAB :</b>	Simulation d'un laboratoire de bactériologie.
<b>REFLEXARC :</b>	Etude des fonctions nerveuses élémentaires.
<b>DROSOLAB :</b>	Initiation à la génétique. Croisements de drosophiles.
<b>FROGMEW :</b>	Approche de l'hormonologie par l'étude expérimentale de la métamorphose, chez la grenouille.
<b>WAVELAB :</b>	Etude des ondes se propageant dans un milieu à deux dimensions.
<b>VOLTAKIT :</b>	Etude des circuits à courant continu.
<b>GRAVILAB :</b>	Etude expérimentale de la gravitation.
<b>COLORKIT :</b>	Etude de la théorie trichromique des mélanges de couleurs.
<b>AQUADATA :</b>	Gestion d'une base de données concernant la qualité de l'eau.
<b>DIDAKIT :</b>	L'assistant didactique. Gestion des corvées du professeur : journal de classe, interrogations, carnet de notes, bulletins. (avec une banque de questions de plus de 4000 qcm).