

## GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ ET LE SYSTÈME BINAIRE

Aleksandar Nikolić<sup>1</sup>

Faculté des sciences techniques

Institute des sciences fondamentales appliquées

Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Yougoslavie

### Abstract

Beside the short history of Leibniz' discovery of the binary arithmetic, the paper also deals with certain analogy between I Ching hexagrams and binary way of writing numbers. The facts which could support the thesis about binary number system as Leibniz' attempt to create a universal language - *Lingua universalis* - are also discussed. A symbolic binary picture of Genesis plays an important role in that.

*AMS Mathematics Subject Classification (1991):* 01A45, 01A50

*Key words and phrases:* analogie, hexagramme, nombre, langue, symbole, système binaire, trigramme, Yi-King, Yin-Yang.

---

<sup>1</sup>Remerciements. Cet article a été écrit à la suite d'un travail de séminaire fait au cours des études de maîtrise sous le titre "Inscription binaire du nombre réel chez Leibniz". Il a été présenté le 3 décembre 1986 à Belgrade lors d'une séance du Séminaire sur l'histoire de la science mathématique et mécanique, organisé par le docteur Dragán Trifunović, professeur. C'est lui qui, le premier, nous a orienté vers cette problématique et nous profitons de cette occasion pour le remercier de son aide inestimable.

## 1.

Le système de numération binaire, langue ayant le 0 et le 1 comme symboles de base et uniques caractères appartient au groupe des systèmes positionnés et est déterminé par la formule générale

$$(a)_2 = a_1 2^k + a_2 2^{k-1} + \dots + a_{k-1} 2^1 + a_k$$

où  $(a)_2$  est un nombre inscrit dans un système à base 2,  $a_i = 0, 1$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ .

Le moment-clef dans le développement de la numération positionnée pour la culture occidentale européenne est l'apparition, respectivement, des chiffres arabo-indiens (IIe siècle) et du zéro (IXe siècle). Le plus ancien manuscrit européen où l'on traite de la numération positionnée est le *Coder vigilanus*, écrit en Espagne en 976. Plus tard, ce système a été utilisé par Leonardo de Pise (*Fibonacci*) dans le livre *Liber Abaci* (1202) et par Luca Pacioli, dans l'œuvre *Suma de Arithmetica* (1494). Blaise Pascal dans sa discussion *Caractères de divisibilité des nombres* (1654) s'est servi de la même inscription positionnée, celle du nombre "a" pour démontrer la divisibilité du nombre "a" par le nombre "n". John Napier avait commencé à démontrer le système binaire dans une forme incomplète dans l'appendice à la *Rabdologie* (*Rabdologiae seu Numerationis per Virgulas Libri duo*, 1617) en introduisant un nouveau système numérique pour le calcul à base 2 et en le nommant *Arithmeticae localis*.<sup>2</sup> Dans ce système, les lettres de l'alphabet - numeri locales, numeri literales, literae locales - correspondent aux niveaux de la base 2.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	...
2 <sup>0</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>5</sup>	...
1	2	4	8	16	32	...

D'une manière semblable, Francis Bacon, dans son livre *De dignitate et augmentis scientiarum* (1623) a utilisé les lettres de l'alphabet et a préparé

<sup>2</sup> *Arithmeticae localis quae in Scacchiae abaco exercetur Liber unus*; dans *Rabdologiae seu Numerationis per Virgulas Libri duo. Cum appendice de expeditissimo Multiplicationis Promptuario. Quibus accessit & Arithmeticae localis Liber unus*. Edinburgh, 1617. p. 113-154.

un code spécial de 24 chiffres sur la base du système binaire.<sup>3</sup>

A	B	C	D	E	F	G	H	...
aaaaa	aaaab	aaaba	aaabb	aabaa	aabab	aabba	aabbb	...

Toutes ces contributions demeurent individuelles et en aucun cas ne diminuent l'originalité des premiers travaux et des textes sur le système binaire dont l'auteur reste Leibniz.

## 2.

H. J. Zacher (*Hans J. Zacher, Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz*, 1973, [14]) a donné dans sa monographie, un historique plus détaillé de la fondation du système binaire par Leibniz ainsi que des multiples aspects et réflexions s'y rapportant. Cette monographie résulte de l'observation et de l'analyse d'un grand nombre de lettres, documents et travaux relatifs à la conception du système binaire par Leibniz. Un chapitre en particulier et, peut-être le plus intéressant dans l'historique de l'arithmétique binaire, est celui où l'on traite de l'étape de la découverte de ressemblances et analogies frappantes entre la numération binaire de Leibniz et les hexagrammes qui apparaissent dans l'antique livre chinois "Yi-King" (*Livre des mutations*). Comme on a déjà suffisamment écrit, à l'époque moderne, sur ce phénomène de deux esprits chercheurs éloignés dans le temps par une période de six siècles et demi, vivant dans des parties opposées du monde et partant de fondements tout à fait différents et pourtant, arrivant aux mêmes schémas, comme en parle H. Wilhelm,<sup>4</sup> nous exposerons ici seulement les moments les plus importants de la fondation du système binaire de Leibniz ainsi que les principales conclusions faites jusqu'à maintenant sur l'analogie entre le système binaire et les hexagrammes du Yi-King. Le but principal de notre article est en effet l'étude de quelques aspects de cette analogie.

Le premier document écrit sur l'idée d'arithmétique binaire de Leibniz est le texte *De progressionem Dyadica*, daté du 15 mars 1678. Il est composé

<sup>3</sup>De Dignitate et augmentis scientiarum, London, 1623; in *The Works of Francis Bacon*, Collected and edited by J. Spedding, R.L. Ellis, D.D. Heath; Vol. 1, London, 1858, p. 423-837.

<sup>4</sup>... two speculative minds, apart in time for six and half centuries, living at the opposite corners of the world and starting from an altogether different foundations, had arrived at the same scheme, [12], p. 214.

de deux parties et l'on y donne le schéma de l'inscription des 100 premiers nombres dans le système binaire ainsi que des exemples d'opérations avec des nombres inscrits de cette façon. Au cours des années suivantes, Leibniz répète son idée initiale de l'arithmétique binaire, il la développe et la complète dans de nombreuses lettres et de nombreux manuscrits, mais il ne la mène pas à terme, comme il le dit lui-même, étant trop occupé par d'autres obligations et réflexions.<sup>5</sup> En préparant son *Essay d'une nouvelle science des nombres*<sup>6</sup> pour une conférence à l'Académie royale des sciences de Paris, le 22 avril 1701, il reprend son idée déjà vieille de 20 ans. Comme toujours, quand il est emporté par de nouvelles idées ou réflexions philosophiques, mathématiques, politiques ou d'instruction scientifique, cette fois-ci absorbé par son intérêt pour l'arithmétique binaire, il écrit à de nombreux collègues et amis. L'une de ces lettres a un intérêt particulier pour l'histoire de son travail l'arithmétique binaire - c'est celle du 15 février 1701, adressée au père Joachim Bouvet, missionnaire jésuite séjournant alors depuis déjà longtemps en Chine. Cette correspondance de plusieurs années entre Bouvet et Leibniz montre la ressemblance peut-être la plus frappante entre les cultures et pensées orientale chinoise et occidentale européenne.

### 3.

L'intérêt de Leibniz pour la culture, l'histoire et la philosophie chinoises commence déjà dans sa jeunesse. Les premiers livres qu'il a l'occasion de lire sur ce pays sont probablement le *China Monumentis illustrata* (1667) d'Athanasius Kircher, le *De re literaria sinensium* (1660) de Th. Spizelius, le *Sinarum Scientia* (1672) de Prosper Intorcetta et, pour lui peut-être le plus important, le *Confucius sinarum philosophus* (1687) de Philippe Couplet. Mais l'événement décisif dans l'intérêt de Leibniz pour la Chine est la rencontre en 1689, à Rome, du père jésuite Grimaldi, président du Conseil des mathématiques de Pékin. Grâce à cette relation, non seulement apprend-il beaucoup de détails qu'il ignorait sur la Chine, mais encore entre-t-il en contact avec le père Bouvet et quelques autres missionnaires<sup>7</sup> avec lesquels

<sup>5</sup>...mille autres occupations et méditations m'ayant empêché d'y travailler, je m'en ouvris enfin là dessus (quoique non encor dans aucun livre imprimé) afin qu'une pensée de cette conséquence ne perist point. Lettre des 2/3 avril 1703 de Leibniz à Bouvet, [14], p. 277.

<sup>6</sup>L'œuvre est terminée le 26 février 1701.

<sup>7</sup>Longobardi, Verjus, Visdelou, Fontaney.

il entretiendra plus tard une correspondance suivie. A la suite de ces contacts et de cette correspondance il fait paraître, en 1697, le texte *Novissima Sinica Historiam nostri temporis illustrata*, qui fera l'objet d'une nouvelle publication en 1699. L'œuvre la plus importante sur le point de vue de Leibniz sur la culture et la philosophie chinoises est le *Discours sur la theologie naturelle des Chinois*, paru au cours de l'année 1716 sous forme de deux lettres adressées à Nicolas-François Remond entre le 27 janvier et le 27 mars 1716. Le texte "Novissima Sinica" incite Bouvet à écrire à Leibniz le 18 octobre 1697. C'est ainsi que débute une fertile correspondance qui durera jusqu'en 1703.<sup>8</sup> Leibniz écrit encore quelques fois à Bouvet après cette date: le 28 juillet 1704 (lettre non envoyée), le 18 août 1706 et le 13 décembre 1707, mais il ne recevra plus de réponse. Les lettres-clef pour l'identification d'une certaine analogie entre la numération binaire de Leibniz et les hexagrammes du Yi-King sont celles de Leibniz du 15 février 1701 et des 2/3 avril 1703 et celle de Bouvet du 4 novembre 1701.

Dans leurs premières lettres Leibniz et Bouvet échangent des points de vue généraux sur la Chine, la philosophie, la religion et la langue. Ce n'est que dans la lettre du 15 février 1701 que Leibniz, pour la première fois, évoque et explique à Bouvet les principes de son arithmétique binaire. Bien qu'il soit déjà au courant de l'existence du *Livre des mutations* et des hexagrammes s'y trouvant, Leibniz ne les relie pas à l'inscription binaire des nombres.<sup>9</sup> Comme le dit lui-même Leibniz en plusieurs endroits, c'est Bouvet qui fait ce lien<sup>10</sup> et qui, lui décrivant cette découverte dans sa lettre du

<sup>8</sup> De leur correspondance, les lettres suivantes sont connues:

- |                                    |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Bouvet à Leibniz, 18.10.1697.   | 6. Bouvet à Leibniz, 19.9.1699.   |
| 2. Leibniz à Bouvet, 2.12.1697.    | 7. Leibniz à Bouvet, 15.2.1701.   |
| 3. Leibniz à Bouvet, janvier 1698. | 8. Bouvet à Leibniz, 4.11.1701.   |
| 4. Bouvet à Leibniz, 28.2.1698.    | 9. Bouvet à Leibniz, 8.11.1702.   |
| 5. Leibniz à Bouvet, 20.4.1699.    | 10. Leibniz à Bouvet. 2/3.4.1703. |

<sup>9</sup> Bouvet, dans sa lettre du 28 février 1698 à Leibniz, explique son opinion sur le sens des hexagrammes du Livre des mutations ([12] p. 207), alors que dans le travail de Couplet de 1687, "he could have seen a diagram of the "prior to heaven" arrangement of the trigrams and have read a description of the formation of the tri-grams by dichotomy of the concepts of perfection and imperfection. [1] p. 91.

<sup>10</sup> "...et quand, je la communiquai au R. P. Bouvet, il y reconnut d'abord les caractères de FOHY", lettre à Nicolas de Remond, [9] p. 127; "...Et il n'en fallut pas davantage pour le faire reconnoître que c'est la clef des figures de FOHY... On peut dire que ce père a déchiffré l'énigme de FOHY à l'aide de ce que je luy avois communiqué", Explication de l'arithmétique binaire..., [14] p. 293; "J'avois communiqué au père Bouvet ma manière de calculer par 0 et 1. Et il me répond d'avoir trouvé d'abord que c'est justement le sens des figures de FOHY..., lettre à A.J. Bignon du 7.4.1703, [14] p. 292.

4 novembre 1701, lui envoie la disposition circulaire et quadratique des hexagrammes

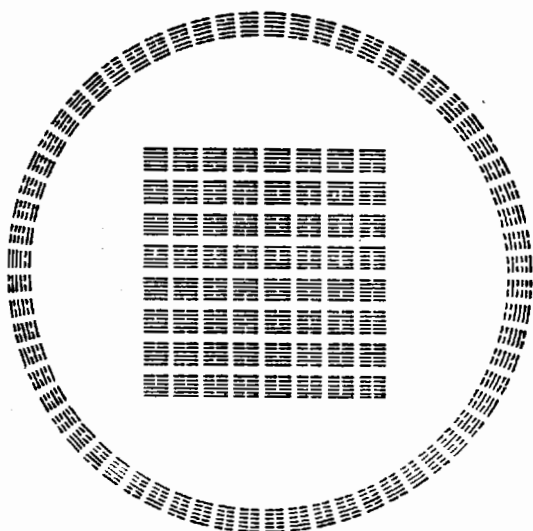


Fig. 1. Disposition des hexagrammes de Fou-Hi

qu'il considère comme très anciens (4000 ans) et lui dit que leur auteur est l'empereur Fou-Hi. Ne recevant cette lettre que le 1er avril 1703, Leibniz s'empresse de répondre à Bouvet (2/3 avril 1703) mais fait aussi parvenir, le 7 avril 1703, à l'Abbé Jean Bignon, une dissertation portant le titre *Explication de l'arithmétique binaire, qui se sert des seuls caractères 0 et 1, avec des remarques sur son utilité, et sur ce qu'elle donne le sens des anciennes figures chinoises de FO-HY* et destinée à être publiée dans le journal de l'Académie des Sciences de Paris.<sup>11</sup> Dans ce travail, il donne un tableau des 33 premiers nombres inscrits dans le système binaire et une explication sur leur ordre et leur inscription, ainsi que des exemples et des explications des opérations de calcul fondamentales.

Malgré cela que "on n'a point besoin non plus de rien apprendre par coeur icy... Mais icy tout cela se trouve et se prouve de source, comme l'on voit dans les exemples précédens..."<sup>12</sup> il ne recommande pas de remplacer le système décimal usuel par le système binaire, le système décimal étant

<sup>11</sup>Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique, (1703). p. 85-89.

<sup>12</sup>...on n'a point besoin non plus de rien apprendre par coeur icy... Mais icy tout cela se trouve et se prouve de source comme l'on voit dans les exemples précédens... Je ne

plus convaincant grâce à une inscription plus brève des nombres. Mais le système binaire demeure une base pour la science car il permet de nouvelles découvertes, ce à quoi Leibniz, vivant au siècle des découvertes et des prodiges, est vivement intéressé. Ceci explique son souhait et son désir de construire une machine à calculer.<sup>13</sup> Un tableau des correspondances numérolologiques entre les nombres et les figures de Fou-Hi, ainsi qu'une courte explication de cette découverte se trouvent aussi dans notre article. D'après Leibniz, on arrive à cette correspondance en remplaçant la ligne Yin par le 0 et la ligne Yang par le 1 et en "lisant" les trigrammes du bas vers le haut.

☰	☱	☲	☵	☳	☴	☶	☷
000	001	010	011	100	101	110	111
0	1	10	11	100	101	110	111
0	1	2	3	4	5	6	7

Fig. 2. Tableau des correspondances numérolologiques entre les trigrammes et les nombres

En reliant ces 8 trigrammes qui sont considérés comme des symboles des processus naturels et des phases de l'activité, on obtient les hexagrammes qui sont l'expression de différentes variantes des forces correspondantes et alternatives de l'ombre et de la lumière, du faible et du fort, du bas et du haut, du Yin et du Yang.

La plupart des travaux portant sur le rapport entre le système de numération binaire et les hexagrammes, en plus de l'historique de l'origine et de la logique des différentes dispositions des trigrammes et des hexagrammes qui apparaissent dans le *Livre des mutations* analysent surtout et justement cette potentielle correspondance numérolologique. Déjà, sur le tableau donné, on peut voir l'arbitraire d'une telle analogie. Ainsi, en observant, par exem-

ple le trigramme  $\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}$  que Leibniz égalise avec  $\begin{array}{c} 0 \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}$  c'est-à-dire avec

recommande point cette manière de compter pour la faire introduire à la place de la pratique ordinaire par dix. Explication de l'arithmétique binaire..., [14] p. 298.

<sup>13</sup>A ce sujet, voir: Jean Gebser: Fuh-Hi-G.W. Leibniz-Norbert Wiener, épilogue dans [9] p. 155; C. Müller, Die Leibnizsche Rechenmaschine. Leibniz-Feldpost,47, Hanover, 1916; Norbert Wiener, Kybernetik, Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und in der Maschine, Econ, Düsseldorf, 1983.

$(011)_2 = 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = (3)_{10}$ , on constate, si on connaît la philosophie et la logique de l'origine et de l'inscription du trigramme, qu'il peut tout aussi bien se lire à partir du bas, de telle sorte qu'il correspond au nombre  $(110)_2 = 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = (6)_{10}$ , et c'est ce que Leibniz fait dans sa lettre à Bouvet des 2/3 avril 1703.<sup>14</sup> C'est pourquoi nous serions porté à accepter l'affirmation selon laquelle la concordance numérique entre la disposition des hexagrammes de Fou-Hi et la **série** des nombres inscrits dans le système binaire serait formelle,<sup>15</sup> car si on obtient la table des nombres binaires par un rangement simplement vertical des séries 01, 0011, 00001111, 0000000011111111 etc., en allant de la droite vers la gauche et du haut vers le bas,<sup>16</sup> on peut aussi de la même façon, ranger les lignes — — et ——— obtenir une série correspondante d'hexagrammes. Ceci veut dire que, peu importe qu'on prenne le Yin (— —) et le Yang (——), comme deux éléments fondamentaux, le 0 et le 1, ou une paire d'éléments inscrits de quelque autre façon, on arrive inévitablement, en les combinant, aux trigrammes et aux hexagrammes, puis, à un niveau arbitrairement plus grand - à des "septagrammes", "octogrammes", etc., c'est-à-dire à une disposition déterminée de 0 et de 1 que nous considérons représenter les nombres dans le système à base 2.

Cette analogie naturelle mais quand même formelle ne nous permet pas encore d'affirmer résolument que chaque hexagramme pris individuellement ne peut pas représenter un nombre. Car l'affirmation contraire que chaque hexagramme est en effet un nombre inscrit dans le système binaire, c'est-à-dire ayant comme base 2 et — — et ——— comme symboles fondamentaux, est aussi vraisemblable. L'hexagramme n'a peut-être pas été imaginé comme un nombre, mais on peut de plein droit, tout à fait symboliquement, lui donner ce sens. Et c'est justement ce que fait Leibniz. Leur voyant une analogie certaine avec son système binaire, il donne aux hexagrammes la signification de nombres, et ce, de nombres dans le système décimal mais inscrits dans le système binaire. De la même façon qu'un hexagramme  $\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}$  pris arbitrairement n'est pas en lui-même un nombre, ainsi, la série 010010 lui correspondant ne l'est pas encore non plus. Elle le devient seulement si on

<sup>14</sup> Je commence dans le cercle par le bas du côté droit..., [14] p. 277.

<sup>15</sup> E.J. Aiton et E. Shimao considèrent que l'hypothèse suivante est inexacte ... the purely formal correspondence between the hexagrams and binary arithmetic implied that the hexagrams originated as representations of numbers in binary form. [1] p. 89.

<sup>16</sup> Lettre de Leibniz à Bouvet du 15 février 1701, [14] p. 244-245. Explication de l'Arithmétique Binaire..., [14] p. 297.



lui donne une telle signification ou, exprimé dans la langue mathématique, si on effectue une application bijective d'une série de zéros et d'unités, comme éléments d'un ensemble de toutes les séries obtenues à partir de deux éléments (0,1) sur un nombre déterminé comme élément d'un ensemble de tous les nombres inscrits dans ce système de numération décimale. Or, ce n'est qu'inscrit dans ce système que le nombre a une signification dont l'homme est conscient. Par conséquent, même si on disait que 010010 est un nombre inscrit sous la forme binaire, ceci ne signifierait encore rien pour nous, c'est-à-dire que nous n'aurions pas d'image quantitative claire de ce nombre. Mais si nous disions que ceci est l'inscription binaire du nombre 18, nous aurions alors à l'esprit une connotation exactement déterminée de ce concept.

#### 4.

Il existe différentes interprétations de la formation des trigrammes et des hexagrammes,<sup>17</sup> mais le plus vraisemblable est que, lors de leur formation dans l'esprit de leur créateur, que celui-ci soit Fou-Hi (environ 3000 ans avant notre ère), le roi Wen (1150 ans avant notre ère) ou quelque prophète anonyme qui aurait simplement copié des marques sur un morceau de carapace de tortue, marques provenant d'une méthode particulière de divination ou de prévision de l'avenir en usage de 1766 à 1123 avant notre ère, le plus vraisemblable donc, est que le concept de nombre n'était pas présent. Et si, au cours de l'histoire, l'hexagramme fut associé au nombre, ce n'était sûrement pas pour qu'on utilise le nombre comme concept mathématique avec lequel on se contenterait tout simplement de calculer, mais le nombre pris comme symbole de tout ce qui est créé et dans lequel se cachent les secrets cosmologiques de la vie, de la mort, du monde, du passé mais aussi de l'avenir. Ainsi dans le livre II du *Livre des mutations*, lisons-nous que le nombre du Ciel (Yang) est le nombre 1, celui de la Terre (Yin), le nombre deux, du Ciel, le nombre trois, de la Terre, le nombre quatre, du Ciel, le nombre cinq, de la Terre, le nombre six, du Ciel, le nombre sept, de la Terre, le nombre huit, du Ciel, le nombre neuf, de la Terre, le nombre dix. Les nombres du Ciel et de la Terre sont conformes et réciproques. La somme des nombres du Ciel s'élève à 25, la somme des nombres de la Terre s'élève à 30. La somme totale des nombres du Ciel et de la Terre s'élève à

<sup>17</sup>Voir [5] p. 162 et [7] p. LVIII.

55. L'évolution et le secret de l'univers se déroulent à travers ces nombres.<sup>18</sup> Et Shao-Yung<sup>19</sup> dit que la fin ultime est l'unité sans mouvement. Elle crée le double et ce double est le spirituel... Le spirituel crée les nombres, les nombres créent les symboles et les symboles créent les outils (c'est-à-dire les choses particulières). Ces nombres et ces symboles sont représentés sur le diagramme.<sup>20</sup> Nous croyons que cette approche de Shao Yung aux hexagrammes et aux nombres est justement ce qui est analogue à l'approche de Leibniz à ces mêmes concepts.

Leibniz est arrivé à la même notion et à la même idée, sûrement indépendamment de Shao Yung, à la seule différence que pour lui, la clef et le centre du problème est le nombre alors que pour Shao Yung, c'est l'hexagramme, dans toute sa complexité et son sens profond. Cette différence provient de l'histoire, du niveau de la culture, de l'atmosphère, de la religion, enfin de l'environnement général dans lequel chacun vivait. Ainsi, le résultat ou la conséquence de la découverte des hexagrammes d'un côté et du système binaire de l'autre est tout à fait différente. Les hexagrammes, par un aspect spécifiquement synchronique sur la nature et la vie de l'homme, conduisent à une méthode dynamique de prévision de l'avenir et du destin du monde et de l'homme dans le monde, destin déterminé par des lois universelles interactives de comportement individuel, de libre arbitre et de prédétermination dans l'espace et le temps alors que le système binaire de Leibniz conduit à l'élaboration d'une "ordinaire" machine à calculer et à un regard sur le monde mécaniquement déterminé et rigoureusement conditionné par les causes et les conséquences. Ceci correspond tout à fait aux aspirations des civilisations où ces découvertes ont été faites. Mais à l'origine, le système de Leibniz a, en plus d'un sens pragmatique et mathématique, une signification de plus, signification que le niveau de développement mécaniste de la civilisation occidentale européenne a un peu négligé. Or, c'est justement dans cette signification du système binaire que réside la véritable analogie avec les significations essentielles et les hexagrammes du Yi-King. Nous pensons

---

<sup>18</sup>Heaven is one, earth is two; Heaven is three, earth four; heaven is five, earth six; heaven is seven, earth eight; heaven is nine, earth ten. There are five heavenly numbers. There are also five earthly numbers. When they are distributed among the five places, each finds its complement. The sum of the heavenly numbers is twenty-five, that of the earthly numbers is thirty. The sum total of heavenly numbers and earthly numbers is fifty-five. It is this which completes the changes and transformations and sets demons and gods in movement. [7] p. 309-310.

<sup>19</sup>Shao Yung (1011-1070) philosophe néoconfucéen du cosmos.

<sup>20</sup>[5] p. 307.

donc à une interprétation du *Livre des mutations* et de la signification des hexagrammes, mais sans prétendre à la considérer comme la seule correcte, car, comme le dit Leibniz, son origine est obscure comme la signification des lignes brisées de Fou-Hi qu'il reste à redécouvrir et il ajoute qu'il serait très heureux de connaître le sens des caractères chinois (hexagrammes) ajoutés à chaque nombre dans la disposition de Fou-Hi.<sup>21</sup>

## 5.

Le Livre des mutations comme collection de 64 hexagrammes représente l'essentiel de la sagesse chinoise et de la philosophie du dualisme, Ces 64 hexagrammes représentent 64 situations typiques différentes, archétypales de situations de la vie englobant une image complète du macrocosme - ciel et terre - et du microcosme de toutes les relations et interactions possibles. Chaque hexagramme a sa propre substance et sa force individuelle naturelle qui arrivent à leur pleine expression en coordination avec l'état subjectif et psychique de l'homme. C'est un sens semblable que Leibniz donne à son système binaire. En plus de savoir que la réalité matérielle peut se confirmer et comprendre à l'aide des sens et des lois du monde physique exprimés par les nombres et les formules mathématiques, il soutient que la réalité spirituelle peut, elle aussi, se vérifier seulement si elle est représentée par des nombres. Il estime que tous les événements de la vie et les catégories de pensée ne sont pas limités par l'espace, le temps et la causalité, mais qu'on peut comprendre tout ce qui existe, dans le monde autant matériel que spirituel en le considérant du point de vue d'une harmonie prédéterminée (*Harmonia preestabilitas*) à laquelle correspond l'harmonie parfaite des nombres. Ceci lui permet de relier sans hésitation le nombre et le monde immatériel et il désigne dans son système binaire, l'unité créative par l'unité dont la plus haute expression est Dieu et le néant du chaos sans forme par le zéro.<sup>22</sup> A partir de ce raisonnement, il tente de lier son système de pensée et celui de Shao Yung et de rendre absolue la vérité spirituelle des hexagrammes en les rangeant à l'aide de symboles mathématiques. On arrive ainsi à une relation indissociable entre sa mathématique entière et sa métaphysique.

<sup>21</sup>... les origines ont été enfin entièrement obscurcies, encor plus que dans les lignes brisées de Fo-Hi, dont on avoit perdu l' intelligence, que nous venons de retrouver. Je serois bien aise de savoir ce que signifient les caractères Chinois ajoutés à chaque nombre dans la figure de Fo-Hi..., lettre des 2/3 avril 1703 de Leibniz à Bouvet, [14] p. 282.

<sup>22</sup>Plus détaillé dans [13] p. 217.

L'un des thèmes centraux de cette métaphysique est Dieu et la création du monde. En élaborant cette question, il utilise très souvent des démonstrations et des comparaisons mathématiques. C'est ainsi qu'il est convaincu que l'idée du monde créé du néant par Dieu ne peut être confirmée qu'à l'aide des mathématiques. D'après lui, Dieu est un créateur parfaitement sage qui, concevant le monde, matérialise les nombres et agit comme le mathématicien idéal. Ainsi, les nombres et leurs bases représentent le fondement du monde. Or un ordre parfait et une parfaite harmonie règnent dans les nombres, ainsi d'après cette pensée de Leibniz, dans le monde comme dans les nombres, tout est intimement lié dans une suite infinie de conséquences - effets.<sup>23</sup> S'il existe un certain effet, dit-il dans les *Essais de Théodicée*,<sup>24</sup> c'est que la cause qui l'a provoqué existe aussi. Et ce qui est à un moment donné effet devient immédiatement la cause d'un nouvel effet. Cette causalité est une nécessité qui est déterminée tout à fait mathématiquement.

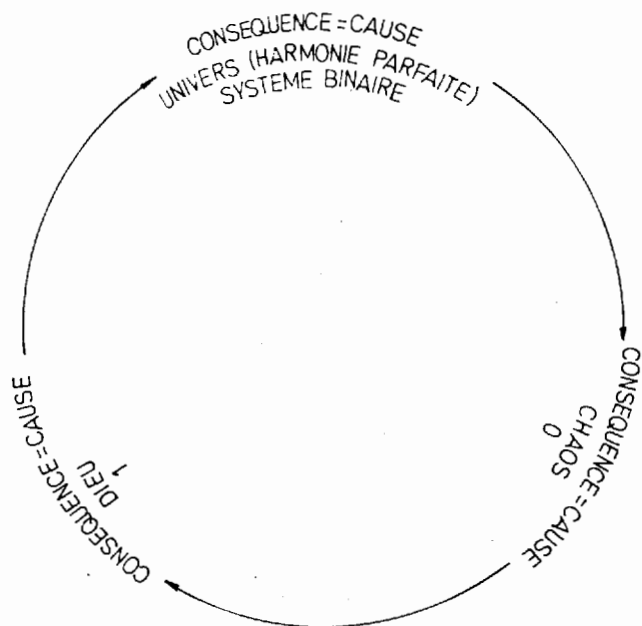


Fig. 3. Représentation binaire de la création du monde

<sup>23</sup> Sur l'ordre parfait du système binaire, Leibniz a écrit: ...que les nombres étant réduits aux plus simples principes, comme 0 et 1, il paroist par tout un ordre merveilleux. Explication de l'Arithmétique binaire..., [14] p. 294.

<sup>24</sup> *Essais de Théodicée*, p. 140; dans [11] p. 51.

Il est maintenant clair que le système binaire de Leibniz (avec les symboles de base 0 et 1) peut représenter le modèle mathématique de la création du monde, plus généralement, les liens de cause à effet.

Leibniz croit que le système des trigrammes comme celui des hexagrammes ont cette même signification, c'est-à-dire que Fou-Hi, créateur de ces signes, pense à la création que représente l'histoire de la Genèse où tout commence par le 1 et le Néant (0). Car le 0 peut symboliser le Néant qui précède la création du Ciel et de la Terre et les sept jours suivants dont chacun représente ce qui existe et ce qui est déjà accompli quand le jour commence. Au début du premier jour existait le 1 qui désigne Dieu. Au début du deuxième jour, le Ciel et la Terre déjà conçus le premier jour. A la fin, au début du septième jour, tout existe déjà. C'est pourquoi le dernier jour est le plus parfait et jour de repos (Sabbat) car tout est créé et accompli; le 7 est donc inscrit par 111, sans 0.<sup>25</sup>

Ici, il faut souligner deux faits. Le premier est que le chaos n'est pas simplement la cause de l'existence de Dieu, mais plutôt la cause de son action de création du monde, comme harmonie parfaite, monde ainsi fait qu'il va inévitablement vers sa destruction, qu'il retourne au chaos. Le deuxième est que, pour Leibniz, Dieu est, de par sa nature, la cause première et fondamentale de toutes choses et aussi, la seule qui soit libre. Libre d'influences extérieures mais liée de l'intérieur par sa nature même qui, parfaite, le pousse continuellement à faire de l'état de chaos un état d'harmonie. Ceci ne se fait pas en étapes rigoureusement distinctes - chaos - Dieu - harmonie - chaos, mais plutôt simultanément, synchroniquement. Dieu crée l'harmonie qui, en se développant donne naissance à un chaos embryonnaire, qui, plus il est grand, plus intensivement induit l'activité ultérieure de Dieu. Dieu, quoique omniprésent est un peu hors de cette continuité, car il n'a pas d'action directe sur la dissolution de l'harmonie en chaos; il permet plutôt simplement à ce processus de se dérouler. Mais, pour que le chaos retourne à l'ordre et à l'harmonie, son activité ultérieure et constante est nécessaire, comme conséquence du renforcement du chaos, qui est la cause de cette ac-

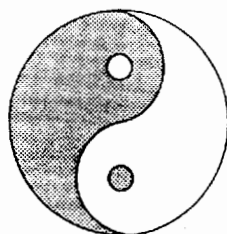
---

<sup>25</sup> ...FO-HY a eu en vue la création, en faisant tout venir de l'un et du Néant, et qu'il a même poussé le rapport à l'Histoire de la Genèse. Car le 0 peut signifier le vuide, qui précède la création du ciel et de la terre, puis suivent les sept jours, dont chacun marque ce qui existoit et se trouvoit fait, quand ce jour commençoit. Au commencement du premier jour existoit 1, c'est à dire Dieu. Au commencement du second deux, le ciel et la terre, estant créés, pendant le premier. Enfin, au commencement du septième existoit le tout; c'est pourquoy le dernier est le plus parfait et le sabbat, car tout s'y trouve fait et rempli, ainsi 7 s'écrit par 111 sans 0. Lettre de Leibniz à Bouvet des 2/3 avril 1703, [14] p. 285.

tivité. Leibniz présuppose à cette causalité un parallèle complet et établi à l'avance entre les événements à l'intérieur du monde et l'oeuvre de Dieu. Et c'est justement dans une telle idée de l'essence de la vie, de la mort et du monde que se trouve la plus importante similitude avec l'essence de la philosophie dualiste du Yin-Yang représentée par le signe connu qui symbolise la domination tantôt du Yin, tantôt du Yang qui régularisent l'harmonie du monde par leur interaction.

*Le Yang dans un mouvement circulaire revient à son origine, le Yin atteint son sommet et se retire devant le Yang.*

Kuei Ku Tzum IV<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Fig. 4.



La possibilité de représenter la Genèse à l'aide du 0, du 1 et du système binaire sert à Leibniz de confirmation certaine de la justesse qu'il y a à mathématiser la réalité globale. Ainsi la connaissance des mathématiques donne la possibilité de prédire l'avenir, ce dont Leibniz a un désir très fort. Il y a encore ici une analogie entre l'idée du monde du système binaire de Leibniz et les hexagrammes du *Livre des mutations* qui servaient aussi, comme il est dit plus tôt, à prédire l'avenir. Il y a aussi une importante différence. Ainsi, comme le pense Leibniz, il est possible de prévoir l'avenir au moyen des mathématiques et dans le monde tout arrive mathématiquement, c'est-à-dire infailliblement de telle sorte qu'à la vérité, si quelqu'un pouvait avoir une assez grande vision de l'intérieur des choses et avec cela assez d'intelligence et de raison pour prévoir toutes les incidences et les introduire dans le calcul, il deviendrait prophète et, dans le présent, verrait l'avenir, clairement, comme dans un miroir",<sup>26</sup> en réalité, il ferme le monde avec son système binaire. Tout ce qui existe matériellement ou spirituellement, ainsi que tout ce que l'on peut imaginer devoir exister dans l'avenir reçoit par quelque loi, un certain nombre ayant un sens et une valeur statiques. Cependant, comme le dit Kurt Gödel, dans son théorème (sur les relations indécidables), seule la mathématique est un système logiquement ouvert et il n'existe pas d'ensemble formalisé de vérités mathématiques dont on puisse déduire tout le reste. Les sages chinois, en créant les hexagrammes et le Yi-King, considéraient que le monde est un système ouvert et ils ont introduit dans la vie du Yi-King, plusieurs interprétations et actions

<sup>26</sup>[6] VII, p. 118., dans [11] p. 52.

philosophiques et polysémiques pour chaque nombre-hexagramme. On obtient ainsi une relation complexe et corrélationnelle de 64 signes - symboles dont l'interprétation exprime l'avenir non pas simplifié, noir et blanc, mais en nuances sensibles et à l'aide de mots qui sont des symboles éveillant en nous une énergie déterminée selon notre niveau d'éducation, l'état de notre conscience, nos désirs et nos indifférences inconscients. On obtient finalement ainsi une image très fluide et élastique de l'avenir qui permet autant de s'y tenir aveuglément que, si on en a la force, de s'en libérer. Le Yi-King enseigne donc que l'avenir est déterminé mais qu'on peut le changer et qu'il existe encore quelque chose d'autre et encore quelque chose dans l'intervalle.

Le *Livre des mutations* compris comme un ensemble de symboles-hexagrammes qui, combinés donnent une image dynamique du passé, du présent et de l'avenir du macrocosme-monde et du microcosme de toutes choses et de tous les liens et relations possibles dans l'univers d'un côté et la possibilité déjà mentionnée de représenter la Genèse par un alphabet universel spécifique de l'autre côté, cet alphabet étant le système binaire avec 0 et 1 comme symboles fondamentaux, nous conduit inévitablement à un autre aspect du parallélisme entre le symbolisme du système binaire et celui des hexagrammes du Yi-King. C'est avec cela que le travail de Leibniz sur la réforme de la science, de la langue, de la logique et de la pensée, sur la recherche et le perfectionnement d'un alphabet et d'une écriture universels, c'est-à-dire, de signes par lesquels on exprimerait des idées et non pas des mots, est en relation.

## 6.

Leibniz aspire à la création d'une nouvelle science universelle *Scientia generalis* dont le prérequis serait l'analyse et la mathématisation de toute la pensée et de toute la connaissance humaines et qui serait à la fois une langue universelle - *Lingua generalis*. Cette science contiendrait une nouvelle logique - *Calculus rationalis*, *Calculus ratiocinator* qui exige un ensemble particulier de signes, de symboles - *Characteristica generalis* qui sous-entend un calcul spécifique (avec des symboles). C'est un calcul plus important que ceux contenus dans l'arithmétique et la géométrie et qui dépend de l'analyse des idées. "Ce serait le *Characteristica generalis* dont l'apprentissage, me semble-t-il, serait l'une des choses les plus importantes que l'on puisse entreprendre",

dit Leibniz.<sup>27</sup> Comme symboles devant exprimer clairement et précisément tous les concepts, idées et positions fondamentaux, le plus naturel pour lui est de prendre les nombres ainsi que tous les autres signes utilisés en arithmétique, algèbre, analyse et géométrie. Il nomme l'aptitude à compter avec ces signes, symboles et caractères *Ars Characteristica*. Un tel choix de symboles fondamentaux est tout à fait en accord avec sa compréhension de l'univers comme empire infini des mathématiques où les nombres sont les substances des choses comme des êtres caractéristiques. De cette façon, autant dans le microcosme que dans le macrocosme, tout dépend des nombres qui représentent, avec leurs relations, la base immuable et éternelle du monde.

En réfléchissant au système de symboles le plus opportun, Leibniz examine l'écriture chinoise ainsi que les hiéroglyphes, mais même s'ils satisfont, dans une certaine mesure, ses exigences pour la description des idées et des relations entre les choses, il ne les considère pas comme les plus pratiques à cause de leur trop grand nombre de caractères et de symboles. C'est qu'il a besoin d'une écriture si régulière et si exacte qu'il serait facile de l'apprendre sans l'aide de dictionnaire et sans étudier les mots ou la grammaire. Si on utilise déjà des symboles mathématiques comme base d'une langue universelle, c'est l'analyse combinatoire qui donnera les meilleures règles de combinaison de concepts simples et qui permettra de découvrir l'essence de toutes les vérités du monde. En plus, l'analyse combinatoire, pense-t-il, rend possible la formation de "tables" ou de "séries" très utiles à l'examen des choses naturelles et à leur meilleure connaissance. Par le calcul de l'analyse combinatoire, on compte "le nombre de variations possibles que des signes généraux peuvent admettre".<sup>28</sup>

La présentation de Leibniz du système binaire avec la table de "classification" 0 et 1, avec toutes les connotations philosophiques et religieuses générales n'est-elle pas justement un modèle pratique de toutes ses observations théoriques sur la *Lingua generalis*? Nous pensons que le système binaire, comme écriture symbolique née de la variation des symboles fondamentaux 0 et 1, est une tentative de Leibniz de créer une langue universelle à l'aide de laquelle on pourrait décrire la réalité entière de telle sorte qu'elle ne se différencierait pas beaucoup de la formule mathématique et que l'image symbolique de la Genèse et du monde binaire lui est juste-

<sup>27</sup>Réponse sur l'observation du système de l'harmonie préétablie, dans la deuxième édition du Dictionnaire critique m. Bayle, dans l'article *Rorarius* (1702), [8] p. 242.

<sup>28</sup>[6] VII, p. 354., dans [11] p. 165.



ment la preuve de la justesse de son choix. Il est cependant difficile de dire si l'alphabet dyadique est le plus opportun et quelles sont les motivations réelles d'un homme qui crée une telle écriture et une telle langue universelles, mais le fait est que l'alphabet binaire est aujourd'hui la base de la cybernétique moderne comme moyen de communication spécifique. Car toute langue d'ordinateur est "traduite" dans la machine dans la langue de l'arithmétique binaire, langue ayant comme base le 0 et le 1. Grâce à l'art de combiner et au développement de la mathématique et de la logique symbolique, Leibniz prévoit la possibilité de construire de telles machines à calculer qui utiliseraient la mathématique, la logique et les symboles linguistiques. C'est pourquoi Norbert Wiener dans son œuvre *Kybernetik, Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und in der Maschine*, dit: "S'il me fallait, indépendamment de l'histoire de la science, choisir un patron de la cybernétique, c'est Leibniz que je nommerais. Sa philosophie tourne autour de deux concepts intimement liés - une symbolique universelle et un calcul de la raison. Les signes mathématiques et la logique symbolique de notre temps viennent de ces deux concepts. De la même façon qu'on a obtenu une mécanisation de pointe à partir du calcul arithmétique en passant par les règles à calcul et les machines à calculer et en allant jusqu'aux automates à calcul fulgurant d'aujourd'hui, le *Calculus ratiocinator* de Leibniz contient le germe de la 'machina ratiocatrix', la machine logique."<sup>29</sup>

C'est ainsi que d'une certaine façon, on peut dire que le rêve de Leibniz se réalise car c'est la langue binaire de la machine à calculer qui devient une langue universelle, langue ayant un alphabet de deux symboles seulement, le 0 et le 1 - système binaire de Leibniz. Mais un autre de ses rêves se réalise. C'est celui d'une encyclopédie qui serait la somme de toutes les connaissances et qui serait écrite dans une langue mathématique universelle. C'est justement dans cette direction que se développent les systèmes des ordinateurs qui relient les grandes banques de données et représentent une encyclopédie électronique particulière ayant à sa base, une langue binaire universelle. Et Leibniz considère le *Livre des mutations*, le Yi-King, comme un trésor de sagesse et de science - encyclopédie de l'Orient antique, transcrite par un profond symbolisme et la complexité du sens des 64 hexagrammes.

---

<sup>29</sup>[11] p. 178.

## 7.

D'après nous, la question de l'analogie entre les nombres du système binaire de Leibniz et les hexagrammes du Yi-King, pourtant plus souvent analysée, a cependant moins d'importance que celle de l'analogie spirituelle, philosophique et cosmologique entre les deux systèmes. En effet, à la source des deux systèmes se trouve la même aspiration éternelle à décrire la réalité entière à partir de l'origine, de la création du monde, jusqu'à la prédiction de l'avenir et des événements futurs. Peut-être le travail de Leibniz sur l'encyclopédie, somme de toutes les connaissances et sur une science et une langue universelles - "Scientia generalis" - ayant comme moyen et outil de base les mathématiques - algèbre et logique - pourrait-il servir de preuve à cette idée. Nous pensons que c'est un domaine qui peut encore être exploré.

## References

- [1] Aiton, E. J., Shimaō, E., Gorai Kinzo's study of Leibniz and the I Ching hexagrams, *Annals of Science*, 38 (1981), 71-92.
- [2] Barde, R., Recherches sur les origines arithmétique du Yi-King, *Archives internationales d'Histoire des Sciences* 5 (1952), 234-281.
- [3] Bernard, H., Comment Leibniz découvrit le Livre des Mutations, *Bulletin de L'Université de l'Aurore*, (3) 5 (1944), 432-445.
- [4] Blofeld, Dž., *Knjiga promene, Dečije Novine*, G. Milanovac, 1982.
- [5] Fung Ju Lan, *Istorija kineske filozofije*, Nolit, Beograd, 1977.
- [6] Gerhardt, C. I., *Die philosophischen Schriften von G. W. Leibniz*. Herausgegeben von C. I. Gerhardt. Weidemannsche Buchhandlung Berlin, 1875-1890. Bd. 1-7.
- [7] *I Ching or Book of Changes*, The Richard Wilhelm translation, rendered in to English by Cary F. Baynes, foreword by C.G. Jung. Routledge & Kegan Paul, London, 1951.
- [8] Leibniz, G. W., *Izabrani filozofski spisi*, Naprijed, Zagreb, 1980.

- [9] Leibniz, G. W., Zwei Briefe über das Binäre Zahlen System und die Chinesische Philosophie, aus dem Urtext neuediert, übersetzt und kommentiert von Renate Loosen und Franz Vonessen, mit einem Nachwort von Jean Gebser, Belsler-Press, Stuttgart, 1968.
- [10] Nikolić, A., Lajbnicov binarni zapis broja, Seminar za istoriju matematičkih i mehaničkih nauka, Beograd, 3.12.1986.
- [11] Šajković, R., Lajbnic i opšte dobro, Prosveta, Beograd, 1975.
- [12] Wilhelm, H., Leibniz and the I Ching, *Collectanea commissionis Synodalis in Sinis*, 16 (1943), 205-219.
- [13] Wilhelm, H., The Concept of Time in the Book of Changes, *Man and Time, Papers from The Eranos Yearbooks*, 1951, 212-232.
- [14] Zacher, H. J., Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz, Frankfurt-am-Main, 1973.

*Received by the editors October 13, 1992.*