

Symboles pour systèmes formels symboliques

Importance épistémologique des systèmes formels symboliques

Le paradoxe du barbier de cette ville

Je vous invite un instant à réfléchir à ce problème très sérieux et qui a fait couler beaucoup d'encre. Il s'agit du paradoxe du barbier de cette ville : *Cet homme rase tous les hommes qui ne se rasent pas eux mêmes, et la question est de savoir qui rase le barbier ?*

Importance des systèmes formels : David Hilbert et la crise des mathématiques

Ce casse-tête du barbier est plus qu'une boutade, c'est un des paradoxes qui ont embêté les mathématiciens à la fin du 19^{ème} siècle. À la conférence de Paris en 1900, le mathématicien allemand David Hilbert recense 23 problèmes de l'époque, et prône, entre autre, une reformalisation des mathématiques au moyen des systèmes formels.

Les systèmes formels constituent une base fondamentale de l'IA, mais aussi de la logique et des mathématiques. Ainsi, Bertrand Russell et Alfred North Whitehead dans *The Principia Mathematica (1910-1913)* s'attachent à reformuler les mathématiques à partir de la logique symbolique qui repose elle-même sur les systèmes formels.

La notion de symbole

Comme leur nom l'indique, à la base des systèmes formels, on trouve le terme *forme* qui renvoie à la notion de symbole, c'est pourquoi nous allons préciser cette notion.

Signe et forme : deux aspects des symboles

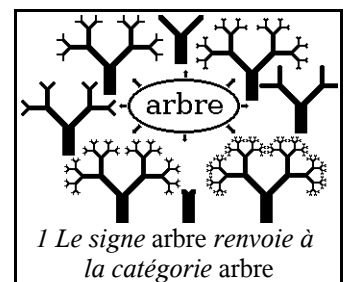
Les symboles présentent deux facettes indissociables : le signe et la forme. Le signe porte la *signification* et la forme (shape en anglais) correspond à sa topologie dans les trois dimensions de l'espace.

L'aspect signification d'un symbole

Au sein d'un symbole, le signe a pour rôle de porter le sens, la signification. C'est le contenu intentionnel¹ qu'il représente, la catégorie² vers lequel le signe renvoie.

L'aspect formel d'un symbole

Au sein d'un symbole, la forme tridimensionnelle sert à son décodage, i.e. à le reconnaître, à le distinguer parmi les autres.



Symbole vient de *symbolon*

C'est le nom grec du morceau de bois que deux amis cassaient au moment de se quitter. Chacun gardait un bout de son côté, et quand ils se retrouvaient, ils symbolisaient leur amitié en joignant les deux parties.

Définition de la notion de symbole (Lexique de philosophie)

Du grec *symbolon* : signe de reconnaissance entre deux personnes formé par un objet brisé en deux, et dont deux hôtes conservaient chacun une moitié, qu'ils léguaient à leurs enfants ; ceux-ci, en rapprochant les deux moitiés, reconnaissaient l'ancienne hospitalité des parents. D'où : *ce qui représente autre chose en vertu d'une correspondance analogique, manifeste ou cachée.*

Utilisation d'outil de comptabilité symbolique dans la France du siècle dernier³

1 Au sens linguistique.

2 La classe d'objets équivalents.

3 D'après les mémoires de Thérèse Lucas (La Payse). Communication personnelle.

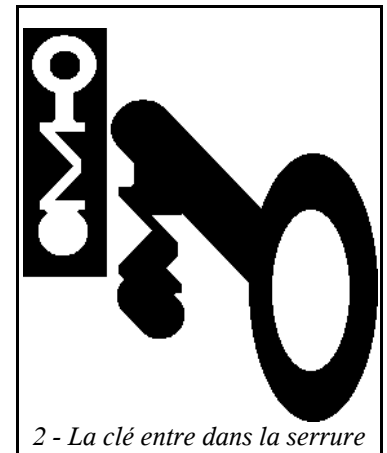
« Au grenier le blé attendait d'aller au moulin. Avant la guerre, nous faisons *l'échange*. Le boulanger recevait la farine et nous donnait le pain en échange. Les boulangers passaient dans les campagnes faire leur livraison plusieurs fois par semaine. Pour noter le nombre de pains reçus en *échange* de la farine, il ne se servait pas d'un crayon et d'un carnet mais d'une *règle*, détail qui vaut d'être raconté : la *règle* ou *coche*, était une baguette de bois d'environ cinquante centimètres de long. Fendue en deux, la moitié était accrochée dans le camion du boulanger, l'autre moitié chez le client. A chaque pain que nous prenions, il joignait les deux baguettes face à face, et faisait une entaille. Chacun reprenait sa moitié. Ainsi, pas d'erreur ou de tricherie possible. »

Construction des symboles

Aspect formel des symboles

En général dans les mathématiques, et en particulier dans un ordinateur, un symbole est comme la clé d'une serrure, il ne prend de sens que par sa forme. Donc, à la base de ce décodage, on trouve une opération de comparaison par rapport à deux seuils analogiques (le maximal et le minimal).

En biologie, le principe de décodage d'une hormone est aussi formel. En fonction de sa géométrie elle vient s'encaster dans un récepteur, comme une clé dans la serrure. Mais il faut faire attention, si cette étape est symbolique, tout le reste de la chaîne de traitement est analogique et donc sub-symbolique. En effet, quand le symbole est décodé, quand le niveau d'hormone dans le milieu dépasse un certain seuil, il commute le fonctionnement de son vecteur (de l'être qui le porte).



Aspect agrégatif des symboles

Quand on essaie d'ouvrir une porte au moyen d'une clé, chacune de ses dents doit être à la bonne taille. Il suffit qu'une seule comparaison basique échoue pour condamner l'opération globale.

En informatique, en base 10, quand le symbole 12 est comparé à 12 , on compare les 1 entre eux, et on fait de même pour les 2. Il suffit qu'une seule comparaison basique échoue pour conclure à la différence des symboles.

Ainsi un symbole est composé de plusieurs sous-symboles élémentaires, et la loi qui préside à cet assemblage est la fonction logique ET, notée \wedge : il faut que la comparaison 1-1 fonctionne, et que la comparaison 2-2 fonctionne, etc.

Définition de la notion de symbole par le dictionnaire (Lalande)

Maintenant, au travers des exemples précédents, on comprend mieux la définition suivante :

Ce qui représente autre chose en vertu d'une correspondance analogique.

Introduction d'un concept d'épistémologie : la mobilité des symboles

Dans un ordinateur, un symbole qui est dans l'accumulateur peut être présenté au bus de données, puis mémorisé dans la mémoire vive. Ainsi, il s'est dupliqué, et une de ses instances a traversé le bus et est allé s'inscrire dans la RAM. Ce phénomène s'appelle *la mobilité des symboles*⁴.

Cette caractéristique de mobilité n'est pas réservée aux symboles digitaux de l'ordinateur, les mots du langage peuvent aussi se propager de bouche à oreilles. Il faut cependant noter que cette mobilité des symboles constitue le marqueur d'un traitement intentionnel⁵ de l'information.

Conclusion

Après avoir introduit la notion de symbole, nous disposons maintenant d'une base pour présenter les systèmes formels dans la suite de ce cours.

4 En toute rigueur, on devrait dire : *mobilité des instances de symbole*.

5 Intentionnel au sens de l'informatique, notion que nous détaillerons quand nous traiterons les agents. Un agent est intentionnel s'il gère (positionne ou efface) des états internes. Ces derniers peuvent être codés chimiquement (peur, faim ...) ou par des états mentaux (amour de quelqu'un, peur d'une situation ...).