

## 0 Whodunit ?

Si vous êtes amateur de polars britanniques ou de séries américaines, vous savez que pour faire un bon suspect, il faut...

histoires d'informatique

Whodunit ?

le rêve de Leibniz



[hist-math.fr](http://hist-math.fr)

Bernard YCART

## 1 Motive v. Opportunity (1928)

le mobile, le moyen, et l'opportunité. Demandez donc à Miss Marple, c'est une spécialiste.

Motive v. Opportunity (1928)

Agatha Christie (1890-1976)



## 2 A-t-il inventé l'informatique ?

Le suspect, c'est Leibniz. La question : a-t-il inventé l'informatique ?

A-t-il inventé l'informatique ?

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)



### 3 Le mobile

Il en avait le mobile et il l'a exprimé à plusieurs reprises.

Par exemple quand il décrit sa machine arithmétique :

« Il est indigne que les heures d'hommes éminents soient perdues à un travail servile de calcul qui, si l'on emploie la machine, peut être tranquillement rendu accessible au commun des mortels. »

Ou bien plus tard :

« Cette même écriture serait une espèce d'algèbre générale et donnerait moyen de raisonner en calculant, de sorte qu'au lieu de disputer, on pourrait dire : comptons. »

Ça a été l'obsession de Leibniz pendant toute sa vie : automatiser le déroulement de la pensée, de manière à la rendre plus efficace, et pouvoir confier à une machine toutes les tâches répétitives. C'était ça le mobile de Leibniz pour inventer l'informatique.

### 4 Les moyens

Il s'en est donné les moyens, en inventant des algorithmes et des machines.

Le mot algorithme n'avait pas la même signification pour lui que pour nous. Pour lui un algorithme c'était ce que nous appelons un calcul, au sens de « calcul vectoriel » ou « calcul des propositions ». Il a inventé le calcul des déterminants, l'arithmétique binaire, c'est-à-dire le calcul en base 2, et le calcul différentiel.

Cela peut paraître très disparate, mais non : pour Leibniz dans les trois cas, il s'agissait de définir une automatisation de la pensée, grâce à des symboles, donc des notations. D'ailleurs nous utilisons toujours les notations de Leibniz pour les indices, les dérivées ou les intégrales. C'est bien une preuve qu'il ne se trompait pas de beaucoup.

Leibniz a aussi inventé des machines.

Il a passé une trentaine d'années à mettre au point sa machine arithmétique, qui étendait la machine de Pascal à la multiplication et la division.

Il parle aussi d'une machine à résoudre les équations algébriques, qu'il décrit.

Pour le calcul en base 2, il ne s'est pas contenté de la théorie. Il avait aussi compris que les opérations en base 2 pouvaient être automatisées, et même plus facilement qu'en base 10. Il a laissé les plans d'une machine à calculer en base 2, qui a depuis été réalisée, et qui fonctionne parfaitement.

Il avait bien compris qu'une machine n'était pas limitée au calcul. Il a aussi décrit les plans d'une machine à crypter et décrypter selon des codes polyalphabétiques : exactement ce que fera la machine Enigma au vingtième siècle.

Il a en plus imaginé une machine à tracer graphiquement des solutions d'équations différentielles.

#### Le mobile

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

Il est indigne que les heures d'hommes éminents soient perdues à un travail servile de calcul qui, si l'on emploie la machine, peut être tranquillement rendu accessible au commun des mortels.

*Machina Arithmetica (1685)*

Cette même écriture seroit une espèce d'Algebre generale et donneroit moyen de raisonner en calculant, de sorte qu'au lieu de disputer, on pourroit dire : comptons. lettre au duc de Hanovre (1689)

#### Les moyens

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

##### 1 algorithmes

- calcul des déterminants (1673)
- arithmétique binaire (1679)
- calcul différentiel (1684)

##### 2 machines

- machine arithmétique (1672)
- machine à équations algébriques (1679)
- machine dyadique (1679)
- machine cryptographique (1688)
- machine à équations différentielles (1693)

## 5 L'opportunité

Leibniz avait donc le mobile, et il s'est donné les moyens. Avait-il l'opportunité? Eh bien l'opportunité, c'est la période dans laquelle il a vécu : la seconde moitié du dix-septième siècle, qui est le siècle du rationalisme. C'est le moment où on s'est mis à réfléchir à l'organisation de la pensée et de la connaissance.

Les deux grands penseurs de la première moitié du dix-septième siècle sont Bacon et Descartes.

## 6 Francis Bacon (1561–1626)

Commençons par Francis Bacon. Il définit une nouvelle manière d'organiser la pensée, pour rechercher la vérité plus efficacement que par les syllogismes hérités d'Aristote : c'est la méthode empirique. Pour cela il doit d'abord réfléchir à la manière *d'exprimer* la pensée.

## 7 The two bookes (1605)

En 1605, il publie ses deux livres sur l'avancement de la connaissance.

## 8 The two bookes (1605)

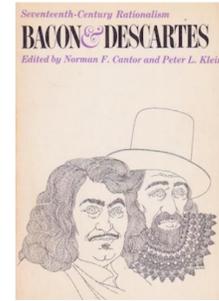
Voici ce qu'il y dit.

Il parle des lettres et des mots, et comprend qu'il n'est pas nécessaire que les pensées soient exprimées par des mots. Elles pourraient l'être par quoi que ce soit qui puisse détecter suffisamment de différences, en particulier des *Characters*, c'est-à-dire des symboles.

Il prend l'exemple des Chinois qui écrivent avec des idéogrammes qui ne sont ni des lettres ni des mots, mais des symboles. L'avantage est que deux personnes qui ne parlent pas la même langue peuvent comprendre les mêmes symboles.

### L'opportunité

le siècle du rationalisme

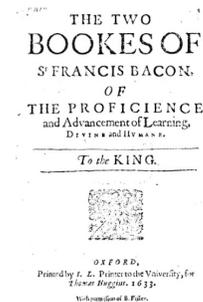


### Francis Bacon (1561–1626)



### The two bookes (1605)

Francis Bacon (1561–1626)



### The two bookes (1605)

Bacon, The two bookes (1605)

For the Organ of Tradition, it is either Speech or Writing: For Aristotle saith well: Words are the Images of Conceptions, and Letters are the Images of Words: Wit yet is not of necessity, that Conceptions be expressed by the Profession of Words. For whatsoever is capable of sufficient differences, and thus perceptible by the sense, is in Nature competent to expresse Conceptions: And therefore were it in the Commerce of barbarous People, that understood not one anothers language, and in the practice of divers that are dum-be and deaf, their minds are expressed in gestures though not exactly, yet to fence the name. And wee understand further that it is used of Chynas, and the Kingdomes of the High Levant, to write in Characters read, which expresse neither Letters, nor words in speech, but Things or Relations: in so much as Counties and Provinces, which understand not one anothers language, can nevertheless read one anothers writings, because the Characters are accepted more generally, then the Languages doe extend; and therefore they have a vast multitude of Characters, as many (I suppose) as Radical words.

## 9 René Descartes (1596–1650)

L'autre grand nom de la première moitié du dix-septième siècle est René Descartes. On connaît bien sûr le Discours de la méthode, qui date de 1637. Mais il avait commencé à réfléchir à l'organisation de la pensée, bien avant.

Ayant reçu un projet de langue universelle, voici ce qu'il écrit à Mersenne, en 1629.

### René Descartes (1596–1650)



## 10 un ordre entre toutes les pensées

« Au reste, je trouve qu'on pourrait ajouter à ceci une invention, tant pour composer les mots primitifs de cette langue, que pour leurs caractères; en sorte qu'elle pourrait être enseignée en fort peu de temps et ce par le moyen de l'ordre, c'est-à-dire, établissant un ordre entre toutes les pensées qui peuvent entrer en l'esprit humain, de même qu'il y en a un établi entre les nombres. »

Et voici l'analogie avec le calcul mathématique qu'il reprendra souvent. Si on veut fabriquer une langue universelle, il faut commencer par mettre de l'ordre dans les pensées, comme on le fait avec les nombres.

### un ordre entre toutes les pensées

Descartes, lettre à Mersenne (1629)

Au reste, ie trouve qu'on pourroit ajouter à cecy vne inuention, tant pour composer les mots primitifs de cette langue, que pour leurs caracteres; en sorte qu'elle pourroit estre enseignée en fort peu de tems & ce par le moyen de l'ordre, c'est à dire, établissant vn ordre entre toutes les pensées qui peuvent entrer en l'esprit humain, de mesme qu'il y en a vn étably entre les nombres.

## 11 cela feust receu par tout le monde

« Et si quelqu'un avait bien expliqué quelles sont les idées simples qui sont en l'imagination des hommes, desquelles se compose tout ce qu'ils pensent, et que cela fût reçu par tout le monde, j'oserais espérer ensuite une langue universelle fort aisée à apprendre, à prononcer et à écrire. »

En clair : commençons par définir clairement les concepts, on en déduira ensuite une langue universelle.

### cela feust receu par tout le monde

Descartes, lettre à Mersenne (1629)

Et si quelqu'vn auoit bien expliqué quelles sont les idées simples qui sont en l'imagination des hommes, desquelles se compose tout ce qu'ils pensent, & que cela fust receu par tout le monde, i'oserois esperer ensuite vne langue vniuerselle fort aisée à apprendre, à prononcer & à écrire...

## 12 dans le pays des romans

« Or je tiens que cette langue est possible [...] Mais n'espérez pas de la voir jamais en usage; cela présuppose de grands changements en l'ordre des choses, et il faudrait que tout le monde ne fût qu'un paradis terrestre, ce qui n'est bon à proposer que dans le pays des romans. »

Descartes ne se fait pas d'illusion : il sait bien que la langue universelle est une utopie.

### dans le pays des romans

Descartes, lettre à Mersenne (1629)

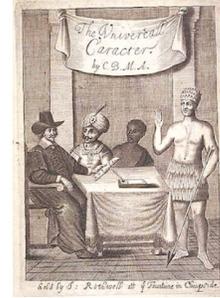
Or ie tiens que cette langue est possible [...] Mais n'esperez pas de la voir iamais en vsage; cela presupose de grans changemens en l'ordre des choses, & il faudroit que tout le monde ne fust qu'vn paradis terrestre, ce qui n'est bon à proposer que dans le pays des romans.

## 13 The universal character (1657)

Cette utopie va être à la mode pendant toute la seconde moitié du siècle. Plusieurs auteurs la reprennent. Par exemple Cave Beck et son *Universal Character*. Comme chez Bacon il faut comprendre « Character » comme « symbole ». C'est donc une symbolique universelle. Et on voit sur le frontispice des hommes manifestement de continents différents qui discutent entre eux.

### The universal caracter (1657)

Cave Beck (1623–1706)

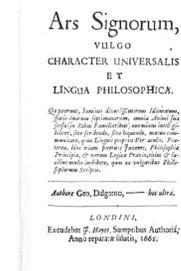


## 14 Ars signorum (1661)

Il y a eu aussi Georges Dalgarno et son Art des Signes, ou « symbolique universelle », ou encore « langue philosophique ». Les trois expressions sont synonymes de « langage universel ».

### Ars signorum (1661)

George Dalgarno (1616–1687)



## 15 John Wilkins (1614–1672)

John Wilkins est l'auteur de la tentative la plus poussée. C'est un évêque de la religion anglicane.

### John Wilkins (1614–1672)

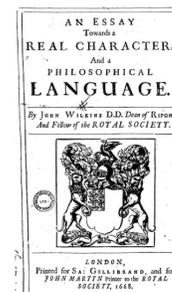


## 16 An essay towards a real character (1668)

Il écrit en 1668 un « Essai vers la symbolique réelle », où il entend bien traiter à fond le problème de la langue universelle.

### An essay towards a real character (1668)

John Wilkins (1614–1672)



## 17 Prononciation

Il commence par la phonologie : il définit les différents phonèmes, à savoir les sons dont se composent toutes les langues, et la manière de les produire. Sur la gravure que vous voyez ici, des têtes prononcent chacune des lettres avec un petit panache de traits noirs qui représente l'air sortant de la bouche ou du nez, selon la lettre.

### Prononciation

Wilkins, An essay towards a real character (1668)



## 18 Alphabet

Une fois les sons classifiés, il passe à l'alphabet qui code des combinaisons de sons.

### Alphabet

Wilkins, An essay towards a real character (1668)

## 19 Notre Père

Et il arrive enfin à une langue capable de tout exprimer, y compris bien sûr, et comme sa fonction l'y oblige, le Notre Père.

Je ne crois pas que quiconque ait jamais prié dans la langue de Wilkins, même pas Wilkins lui-même d'ailleurs.

### Notre Père

Wilkins, An essay towards a real character (1668)

## 20 Schéma général

Ce qui est intéressant, c'est sa manière d'organiser le vocabulaire. Il classe les concepts dans une structure d'arbre, un peu comme le fera Linné au siècle suivant pour la classification des êtres vivants. C'est comme une taxonomie de la pensée.

Chaque feuille de l'arbre du *General scheme* que vous voyez ici, correspond elle-même à un arbre qu'il va développer.

### Schéma général

Wilkins, An essay towards a real character (1668)

## 21 le temps qu'il fait

Voici l'arbre du temps qu'il fait, qui est un des plus simple. On y retrouve classés les concepts de base à propos du temps, tout au moins en Angleterre : le brouillard, le crachin, la neige, le vent, la tempête.

C'est ce contexte d'organisation de la pensée et du langage dans la seconde moitié du dix-septième siècle, qui constitue l'opportunité de Leibniz. Il en est conscient d'ailleurs. Vers la fin du siècle il écrit ceci.

## 22 avant le livre de Mr. Wilkins

« J'avais considéré cette matière avant le livre de M. Wilkins, quand j'étais un jeune homme de dix-neuf ans, dans mon petit livre *de Arte combinatoria*, et mon opinion est que les caractères véritablement réels et philosophiques doivent répondre à l'Analyse des pensées. »

C'est l'idée générale exprimée depuis Bacon et Descartes, selon laquelle avant de définir la symbolique d'un langage universel, il faut d'abord analyser la pensée rationnellement.

## 23 De Arte Combinatoria (1666)

Le texte auquel il fait référence est son premier ouvrage, écrit effectivement alors qu'il n'avait que 19 ans. Il y décrit une manière de combiner les concepts, inspirée à la base par le Grand Art de Ramon Llull. Mais alors que Llull se contentait de combiner deux à deux les concepts de deux ensembles de toutes les façons possibles, Leibniz va plus loin.

### le temps qu'il fait

Wilkins, *An essay towards a real character* (1668)

VI. WILKINS. VI. By WEATHER is meant the state and condition of the Air; the several kinds of which, not sufficiently expressible by any words in the preceding Table, are considered either as  
1. The Air's Transparency, Opacity.  
2. CLEARENESSE, open, serene.  
3. HAZENESSE.  
The various Meteors whereinto it may be affected; whether  
Name  
Simply and by it self; either  
(Dry, little, or great.)  
1. SMELING, drizzle.  
2. SHOWR.  
3. STEW.  
4. SPOUT.  
Mixed (with violent Winds, or with Snow.)  
5. STORM.  
6. SLEET.  
Winds, considered according to its  
(Quality; whether excessively cold, or mixed with maximum heat.)  
7. BLASTING.  
Quantity; being either  
(Little, or not sufficient to ruffle the waters.)  
8. GENTLE GALE, breeze.  
9. CALM, still, Halcyon.  
10. STIFF GALE, high wind.  
11. TEMPEST, storm, flume, blustering, boisterous.

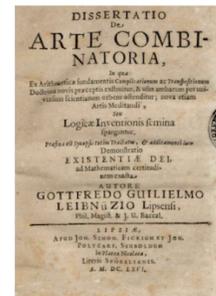
### avant le livre de Mr. Wilkins

Leibniz, lettre à Burnett (1697)

J'avois consideré cette matiere avant le livre de Mr. Wilkins, quand j'estois un jeune homme de dix-neuf ans, dans mon petit livre *de Arte combinatoria*, et mon opinion est que les Caracteres véritablement réels et philosophiques doivent répondre à l'Analyse des pensées.

### De Arte Combinatoria (1666)

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)



## 24 une sorte d'alphabet idéographique

« On constituera ainsi une sorte d'alphabet idéographique, composé d'autant de symboles qu'il y a de concepts élémentaires ou catégories. Dès lors, chaque concept complexe ou dérivé sera représenté par la combinaison des signes qui figurent ses éléments simples. Comme les concepts simples sont en assez petit nombre, il suffira de savoir par cœur l'alphabet logique pour pouvoir lire et comprendre à première vue un texte écrit dans ce système, sans avoir besoin d'aucun dictionnaire. »

En clair, Leibniz reprend l'analogie arithmétique, pour déclarer qu'il y a des concepts simples, comme il y a des nombres premiers. Et que tout concept complexe ou dérivé est une combinaison de concepts simples. Il suffira d'associer un symbole à chaque concept simple, pour construire l'ensemble du langage en combinant ces symboles. Mais ce n'était, en 1666, que la première étape. Voici ce qu'il écrit vingt ans plus tard.

### une sorte d'alphabet idéographique

Leibniz, *De Arte Combinatoria* (1666)

On constituera ainsi une sorte d'alphabet idéographique, composé d'autant de symboles qu'il y a de concepts élémentaires ou catégories. Dès lors, chaque concept complexe ou dérivé sera représenté par la combinaison des signes qui figurent ses éléments simples. Comme les concepts simples sont en assez petit nombre, il suffira de savoir par cœur l'alphabet logique pour pouvoir lire et comprendre à première vue un texte écrit dans ce système, sans avoir besoin d'aucun dictionnaire.

## 25 une espèce de calcul

« J'ai commencé à avoir certaines vues toutes nouvelles, pour réduire tous les raisonnements humains à une espèce de calcul, qui servirait à découvrir la vérité [...] Cette sorte de calcul général donnerait en même temps une espèce d'écriture universelle qui aurait l'avantage de celle des Chinois, parce que chacun l'entendrait dans sa langue [...] Pour arriver donc à cette Écriture ou Caractéristique qui contient un calcul si surprenant, il faut chercher des définitions exactes des notions. »

Le plan de Leibniz est donc le suivant. Commençons par rechercher des définitions exactes, c'est-à-dire comme Descartes, à mettre de l'ordre dans la pensée. Ensuite, on formera l'ensemble des concepts par combinaison des concepts primitifs. Ceci définira la langue universelle. On pourra alors se mettre à *calculer*, c'est-à-dire à rechercher la vérité en combinant des concepts, et ce de manière systématique, c'est-à-dire automatisable.

### une espèce de calcul

Leibniz, *lettre au duc de Hanovre* (1689)

J'ai commencé à avoir certaines vues toutes nouvelles, pour réduire tous les raisonnements humains à une espèce de calcul, qui servirait à découvrir la vérité [...] Cette sorte de calcul général donnerait en même temps une espèce d'écriture universelle qui aurait l'avantage de celle des Chinois, parce que chacun l'entendait dans sa langue [...] Pour arriver donc à cette Écriture ou Caractéristique qui contient un calcul si surprenant, il faut chercher des définitions exactes des notions.

## 26 la caractéristique générale

« Si je trouve un jour assez de loisir, je veux achever mes méditations sur la *caractéristique générale*, ou manière du calcul universel, qui doit servir dans les autres sciences, comme dans les Mathématiques. J'en ai déjà de beaux essais. [...] et partout je procède par lettres, d'une manière précise et rigoureuse, comme dans l'algèbre, ou dans les nombres. [...] On en pourrait encore donner des essais en Morale, et j'en ai déjà dans la Jurisprudence. »

Leibniz avait une formation initiale en théologie et en droit, d'où la jurisprudence. Il ne doute de rien : il est évident pour lui que son calcul des concepts doit s'appliquer de manière universelle. D'ailleurs il l'a déjà appliqué, et les déterminants et les différentielles en sont le produit. Mais il y en a d'autres. Il a aussi cherché à appliquer sa méthode à la géométrie. Il a défini une symbolique des figures géométriques, et il s'est demandé comment les combiner entre elles. En combinant des segments de droites, il est arrivé tout près du calcul vectoriel qui n'a été inventé que deux siècles après lui. De la même façon, en logique il a anticipé le calcul des propositions et l'algèbre de Boole.

### la caractéristique générale

Leibniz, *lettre à Arnauld* (1688)

Si je trouve un jour assez de loisir, je veux achever mes méditations sur la *caractéristique générale*, ou manière du calcul universel, qui doit servir dans les autres sciences, comme dans les Mathématiques. J'en ai déjà de beaux essais. [...] & par-tout je procède par lettres, d'une manière précise & rigoureuse, comme dans l'Algebre, ou dans les nombres. [...] On en pourroit encore donner des essais en Morale, & j'en ai déjà dans la Jurisprudence.

## 27 L'art d'inventer (1689)

En 1689 il écrit ce « Discours touchant la méthode de la certitude et l'art d'inventer », pour finir les disputes et pour faire en peu de temps des grands progrès. Il y décrit à nouveau son rêve.

## 28 l'objet de la *science generale*

« Et une longue expérience et des réflexions sur toutes sortes de matières, accompagnée d'un succès considerable dans les inventions et dans les découvertes, m'a fait connaître, qu'il y a des secrets dans l'art de penser, comme dans les autres arts. Et c'est là l'objet de la *science générale*, que j'entreprends de traiter. »

En clair, après avoir donné suffisamment d'exemples du fonctionnement de sa caractéristique universelle, Leibniz va maintenant s'attaquer à l'étape suivante : la *science générale*, qui sera la version automatisée finale de la pensée humaine.

Il ne fait donc aucun doute que Leibniz a eu le mobile, les moyens, et l'opportunité pour inventer l'informatique. Cela fait de lui un beau suspect, mais est-il coupable ? Eh bien on n'en sait rien. Pour transformer un suspect en coupable l'idéal pour Miss Marple, est qu'il avoue.

## 29 Le fonds Leibniz

Or, voici ce qu'on lit sur le site du centre de recherche d'Hanovre :

« La succession scientifique de Leibniz comporte environ 50 000 pièces, approximativement 100 000 feuilles, dont environ 20 000 lettres reçues par Leibniz respectivement adressées par environ 1 300 correspondants. »

Ce que le site ne dit pas c'est que les feuilles, qu'elles soient écrites en latin, en français ou en allemand, sont extrêmement difficiles à déchiffrer : il y a des erreurs, des reprises, des surcharges, des ratures : pour comprendre une page de Leibniz, il faut des *jours* de travail. Des dizaines de livres ont déjà été publiés, avec dans chacun quelques centaines de pages de manuscrit édités. Mais on est encore loin d'avoir lu tout ce que Leibniz a laissé.

### L'art d'inventer (1689)

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)



### l'objet de la *science generale*

Leibniz, L'art d'inventer (1689)

Et une longue experience & des reflexions sur toute sorte de matieres, accompagnée d'un succès considerable dans les inventions & dans les découvertes, m'a fait connoitre, qu'il y a des secrets dans l'art de penser, comme dans les autres arts. Et c'est là l'objet de la *science generale*, que j'entreprends de traiter.

### Le fonds Leibniz

Centre de recherches leibniziennes d'Hanovre

La succession scientifique de Leibniz comporte environ 50 000 pièces, approximativement 100 000 feuilles, dont environ 20 000 lettres reçues par Leibniz respectivement adressées par environ 1 300 correspondants. A peu près 40 % sont écrits en latin, environ 35 % en français, le reste pour la plupart en allemand. Le fonds se conserve au département des manuscrits de la Niedersächsische Landesbibliothek Hannover.

## 30 une machine à calcul littéral

Voici un exemple des phrases éparées que l'on trouve ici ou là dans les manuscrits de Leibniz.

« Je réfléchis souvent à une Machine Combinatoire, ou encore Analytique, grâce à laquelle le calcul littéral aussi pourrait être effectué. Tout comme s'il y a un certain nombre d'équations, et le même nombre d'inconnues, il s'agit d'éliminer dans l'ordre toutes les inconnues jusqu'à la dernière. »

Il avait donc déjà imaginé une machine pour le calcul littéral, peut-être pour mettre en œuvre son calcul des déterminants.

Il n'est pas exclu que l'on trouve un jour un manuscrit où Leibniz donne les plans de la machine qui implémente sa caractéristique universelle, c'est-à-dire de l'ordinateur. Est-ce que ce manuscrit existe ? on l'ignore.

## 31 références

On ne saura peut-être jamais jusqu'où Leibniz est allé dans son anticipation de l'informatique. Mais il nous aura au moins fait rêver, un peu à la mesure de son propre rêve. Et tant qu'on y est à rêver, j'aimerais bien voir la réaction de Leibniz face à un ordinateur, s'il revenait parmi nous.

### une machine pour le calcul littéral

Leibniz, fragment non daté, traduction Ch. Marnat

Je réfléchis souvent à une Machine Combinatoire, ou encore Analytique, grâce à laquelle le calcul littéral aussi pourrait être effectué. Tout comme s'il y a un certain nombre d'équations, et le même nombre d'inconnues, il s'agit d'éliminer dans l'ordre toutes les inconnues jusqu'à la dernière.

### références

- L. Couturat (1901) *La logique de Leibniz*, Paris : Alcan
- L. Couturat, L. Léau (1903) *Histoire de la langue universelle*, Paris : Hachette
- D. Cram (1985) Universal language schemes in 17-th century Britain, *Histoire Épistémologie Langage*, 7(2), 35-44
- R. Jermolowicz (2003) On the project of a universal language in the framework of the XVII century philosophy, *Studies in logic, grammar and rhetoric*, 6(19), 51-61
- J. Maat (2004) *Philosophical languages in the seventeenth century : Dalgarno, Wilkins, Leibniz*, Dordrecht : Springer