“ Penser c’est calculer ” : éléments pour une préhistoire de l’informatique

Mathieu Triclot

▶ **To cite this version:**

Mathieu Triclot. “ Penser c’est calculer ” : éléments pour une préhistoire de l’informatique. Journée d’études EDIIS, EDIIS, Lyon 1, Feb 2005, Lyon, France. hal-01526653

HAL Id: hal-01526653
https://hal.science/hal-01526653

Submitted on 23 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

« Penser c'est calculer » : éléments pour une préhistoire de l'informatique
Journée d'études Ediis, École doctorale informatique et information pour la société, Lyon 1
Lyon, 05/02/2005
Mathieu Triclot

Mon travail de recherche porte sur ce mouvement scientifique qui s'est appelé cybernétique dans les années 1940 1950 aux Etats-Unis. Plus précisément, j'étudie la constitution de la notion d'information dans ses aspects techniques, scientifiques mais aussi, par déformation professionnelle cosmologiques ou philosophique. Il se trouve que la cybernétique a partie liée avec les débuts de l'informatique, la théorie des télécoms…

Mais ce n'est pas du tout de cela que je veux vous parler aujourd'hui. Je souhaite revenir sur un épisode beaucoup plus ancien, ce qu'on pourrait appeler au 17e et au 18e siècle la « préhistoire de l'informatique ».
Alors, je veux justifier un peu pour commencer cette expression de « préhistoire de l'informatique ». Qu'est-ce que j'entends par là ?
En fait, si vous lisez des livres d'histoire de l'informatique, par exemple en français le petit livre de Philippe Breton ou en anglais le livre classique de Herman Goldstine qui a participé à la construction des premiers ordinateurs, vous verrez qu'ils accordent une place importante au 17e et au 18e siècle. Vous trouverez des exposés sur les premières machines automatiques à calculer : celles de Schickard, celles de Leibniz et bien entendu la plus célèbre celle de Blaise Pascal, qu'on appelle la pascaline. Le livre Goldstine s'intitule d'ailleurs « l'ordinateur de Pascal à Von Neumann ». C'est une période qui est bien balisée.
Je veux prendre les choses par un biais un peu différent et laisser de côté dans l'exposé d'aujourd'hui l'histoire des réalisations mécaniques pour m'intéresser à une autre histoire, qui me séduit plus facilement en tant que philosophe, qui est l'histoire des principes. Voilà donc ce que je vous propose : une petite enquête sur l'histoire des principes de l'informatique.

Qu'est-ce que j'appelle principes de l'informatique ? Je pense à un texte célèbre qui est le fameux article d'Alan Turing de 1936 sur les machines logiques. Le titre exact est « sur les nombres calculables avec une application au problème de la décision (entscheidungproblem) ». Cet article joue un rôle très important pour l'histoire de l'informatique puisqu'on le considère en général comme une des sources principales de la conception des ordinateurs modernes. Turing y introduit l'idée de machines capables en principe d'effectuer n'importe quelle opération calculable, autrement dit n'importe quel algorithme. Techniquement on dit que les machines de Turing sont la représentation formelle d'une notion informelle de calcul, la notion de calculabilité.

Dans ce texte, au moment où il introduit la description de ses machines, Turing mobilise deux thèses ou deux idées qu'il ne discute pas et qui semblent aller de soi. Turing nous dit deux choses : (1) la pensée est quelque chose comme un calcul, (2) ce calcul peut être implémenté par une machine ou un automate particulier. Vous avez là deux thèses qui sont fondamentales pour la conception des ordinateurs. Turing nous dit : un ordinateur fait la même chose que ce que fait un calculateur humain ou un être humain qui réfléchit en vue de résoudre un problème : il opère un calcul sur des symboles ou des informations.
Autrement dit nous avons une double réduction dont les deux branches sont solidaires l'une par rapport à l'autre : la pensée se réduit à un calcul, le calcul se réduit à une machine. Ces deux thèses apparaissent comme une sorte d'évidence et n'ont pas à être proprement

justifiées. Je précise que je simplifie et que je fais pour l'instant abstraction du contenu logique de l'article de Turing.

Ce que je vous propose de faire c'est de revenir aux sources de ces deux évidences là, dont j'espère vous avoir montré qu'elles sont en un certain sens fondatrice pour le domaine de l'informatique, avec l'idée d'essayer de dégager quels sont les enjeux de ces deux thèses, comment est-ce qu'elles apparaissent dans l'histoire de la pensée et qu'est-ce qu'elles impliquent ou qu'est-ce qu'elles éliminent comme thèses concurrentes. Il s'agit donc de revenir sur un événement ou un épisode de l'histoire intellectuelle : à partir de quand et pourquoi on s'est mis à dire que « penser c'est calculer » et que ce calcul est affaire d'automates. Voilà ce que j'appelais une enquête sur la préhistoire de l'informatique.

Dans cette enquête notre travail consiste moins à trouver les coupables, vous verrez qu'ils sont tous désignés, nous étudierons successivement 2 auteurs : Hobbes et Leibniz, qu'à revenir sur les lieux du crime en essayant de comprendre ce qui s'est passé, quels sont les mobiles réels et apparents des protagonistes. Pourquoi et comment s'est-on mis à dire que « penser c'est calculer » ?

Du point de vue des disciplines abordées, l'essentiel de l'enquête portera sur des éléments d'histoire de la logique, notamment lorsqu'il sera question de la réduction de la pensée ou du raisonnement à un calcul. Mais comme vous le verrez ce qui m'intéresse c'est moins ces éléments d'histoire de la logique pour eux-mêmes, que les enjeux disons philosophiques auxquels ils sont liés. Autrement dit nous allons étudier les décisions métaphysiques qui sont associées à un certain nombre de tournants dans l'histoire de la logique. En faisant cela, je n'ai pas l'impression de commettre un sacrilège monstrueux en ramenant la logique à de la métaphysique, cette chose un peu honteuse et brumeuse.
D'une part parce que métaphysique et logique ne constituent pas des disciplines étanches pour la science du 17^{e} et du 18^{e} siècle. Il faut vraiment attendre le 19^{e} siècle, voire le 20^{e} siècle pour que la logique devienne une science autonome, à partir du moment où les mathématiciens auront pris le relais des philosophes. D'autre part parce que ce qui m'intéresse ce sont les enjeux des événements que nous allons étudier dans l'histoire de la logique. Qu'est-ce qu'on dit, et y compris encore aujourd'hui, quand on dit que « penser c'est calculer » ? Voilà le type d'enquête.
Nous aurons donc constamment un pied dans l'histoire des sciences et un pied dans la philosophie des sciences.

Pour ce qui est de la notion d'automate dans la philosophie et la science du 17^{e} et du 18^{e}, j'avais d'abord prévu de vous en parler en m'appuyant sur la doctrine cartésienne des animaux-machines et la manière dont elle a été interprétée au 18^{e} siècle. Mais ça m'obligeait à faire une sorte de grand écart entre les questions de logique et qui des questions qui touchaient plutôt à la biologie ou à la physiologie. Donc j'y ai renoncé pour me concentrer sur les éléments d'histoire de la logique relatifs à la réduction du raisonnement à un calcul. Je préfère m'en tenir à cet aspect pour essayer de le présenter correctement. Si vous avez des questions sur le sujet des automates et de la doctrine des automates, je serai heureux d'y répondre en fin de séance ou à la pause. J'essayerai de maintenir un temps de questions à la fin de la séance.

Faisons donc entrer les suspects habituels, à commencer Thomas Hobbes. (‘9) [13h15]

Le premier auteur à réduire explicitement la pensée ou plutôt le raisonnement à un calcul. Deux formules célèbres et souvent citées, semblables dans Léviathan (1651) et De Corpore (1655). Hobbes écrit : « la raison n'est rien que le calcul… »

Hobbes est surtout – et je pense que vous le connaissez à ce titre – pour sa philosophie politique. Ici on va le prendre sous un autre regard, du point de vue de sa métaphysique, de sa logique et de son anthropologie.
En fait la philosophie de Hobbes se présente comme un système dont les deux premières parties sont la physique et l'anthropologie et la dernière la politique. C'est la structure de la grande œuvre de Hobbes qui s'appelle les Eléments de philosophie et qui regroupe trois textes : le De Cive de 1642, le De Corpore de 1655 et le De Homine de 1657. Le De Corpore présente la logique, la métaphysique et la physique, le De Homine l'anthropologie et le De Cive la politique.

Je ne sais pas si vous connaissez un peu la vie de Hobbes. Il naît en 1588 d'un père pasteur, il fait ses études à Oxford. Ca ne se passe pas très bien… et là il fait une rencontre. A 20 ans, il rentre au service de la famille Cavendish, une famille noble qui va avoir une grande importance pour toute sa vie. Il devient le précepteur du fils de la famille qui a juste deux ans de moins que lui. Avec les Cavendish il voyage, en France et en Italie notamment. Et là il est exposé à la nouvelle philosophie qui est en vogue en Europe continentale, celle de Galilée notamment, mais il rencontre aussi Mersenne, que vous connaissez comme correspondant de Descartes, mais qui surtout un des nœuds du réseau de l'Europe savante. Il connaît tout le monde, il sollicite les uns et les autres, etc. Donc, au cours de ses voyages, Hobbes est confronté à une toute autre philosophie que celle qui lui a été enseignée à Oxford, et qui était l'enseignement scolastique et rhétorique en usage dans les Universités.
Tout cela dure jusqu'au déclenchement de la guerre civile anglaise. Hobbes prend parti pour Charles Ier et s'exile en France en 1640 après la publication de ses Elements of Law, un de ses premiers textes politiques. En 1641, il est à Paris où il rédige à la demande de Mersenne les objections que vous connaissez aux Méditations Métaphysiques de Descartes. Il va rester 11 ans en France, où il écrit le De Cive et le Leviathan. La publication du Leviathan fait un scandale. Hobbes qui était jusqu'ici proche des royalistes, partisans de Charles Ier, exilés à Paris, se coupe d'une bonne partie de ses soutiens et s'attire une réputation sulfureuse d'athéisme. A ce moment là, Hobbes rentre à Londres. A partir de là, il s'engage dans une série de controverses, dont on aura à reparler. Il meurt en 1679.

Si on relit le passage du Léviathan (livre I, Chap. V), qu'est-ce que Hobbes appelle « calcul » ? Hobbes nous dit : la raison est un calcul, cela signifie que la raison opère des additions et des soustractions. Elle peut éventuellement multiplier et diviser, mais ce ne sont que des variations sur l'addition et la soustraction.

Définition à la fois restrictive et extensive :

- Restrictive : il n'y a plus qu'une seule modalité des opérations rationnelles. Soit c'est du calcul et c'est de la raison, soit c'est autre chose que de la raison. Toutes les opérations de la rationalité tombent sous le calcul.
- Extensive : la notion de calcul est étendue, comme calcul logique portant sur les noms. Le calcul numérique n'est plus qu'un exemple parmi d'autres de calculs sur les noms de nombres. L'exemple privilégié devient la géométrie qui procède par définitions et théorèmes.

Evidemment, il faut entendre ici calcul en un sens plus large que le seul calcul numérique. Un peu plus loin dans le chapitre, on lit : « [l'être humain] peut raisonner ou calculer, non seulement sur les nombres, mais dans tous les autres domaines où l'on peut additionner ou soustraire une chose d'une autre. »
C'est donc le calcul numérique qui apparaît maintenant comme un genre restreint de calcul. Le calcul numérique, pour lequel nous disposons des deux opérations supplémentaires de la multiplication et de la division, n'est qu'une espèce de ce calcul au sens large qu'est la raison. A côté du calcul numérique proprement dit, on trouve, dit Hobbes, d'autre genres de calculs qui n'impliquent pas directement des nombres. « De même que les arithméticiens enseignent l'addition et la soustraction des nombres, de même les géomètres enseignent la même chose avec lignes, figures (solides ou planes), angles, proportions, temps, degrés de vitesse, force, puissance, et ainsi de suite. »

Qu'est-ce qui rend fondamentalement possible cette extension du calcul ? C'est ce qui apparaît dans l'exemple suivant de Hobbes. Hobbes nous dit « Les logiciens enseignent la même chose avec des suites de mots, additionnant ensemble deux noms pour faire une affirmation, et deux affirmations pour faire un syllogisme, et plusieurs syllogismes pour faire une démonstration ; et de la somme ou conclusion d'un syllogisme, ils soustraient une proposition pour trouver l'autre ».
La condition pour la généralisation du calcul c'est de le considérer fondamentalement comme une opération d'addition et de soustraction sur des mots. Le terme de « mot » n'apparaît que lorsque Hobbes présente le calcul logique. Mais en réalité, le calcul numérique et le calcul géométrique ne sont eux-mêmes des calculs que parce qu'ils portent sur des mots ou des noms. Ils sont des espèces particulières du raisonnement, raisonnement qui se définit comme un calcul portant sur les noms des choses.
Nous avons une confirmation de cette hypothèse dans le passage suivant, qui est extrait du chapitre précédent concernant « la parole » : « le recours aux mots pour fixer la pensée est nulle part ailleurs plus apparent que dans la numération. Un simple d'esprit de naissance, qui n'aurait jamais pu apprendre l'ordre des noms numériques comme un, deux , trois, peut observer chaque battement d'une horloge, et faire un signe ou dire un, un, un ; mais il ne peut jamais savoir quelle heure sonne. […] De sorte que, sans les mots, il n'existe aucune possibilité d'effectuer un calcul des nombres, encore moins des grandeurs, de la vitesse, de la force et de ces autres choses dont le calcul est nécessaire à l'existence et au bien-être du genre humain. »
Ici on a une proposition fondamentale : toutes les espèces de raisonnement ne sont que des calculs sur les noms. Il n'y a donc aucune différence fondamentale entre l'arithmétique, la géométrie ou la logique.

Ici, on trouve l'expression de quelque chose d'extrêmement moderne, l'idée que les mathématiques sont intégralement réductibles à la logique. Ce que l'on appelait jusqu'ici calcul dans le sens restreint du calcul mathématique est maintenant résorbé dans un calcul plus vaste qui est le calcul logique portant sur des noms. C'est une proposition très forte parce qu'elle suppose une unicité du raisonnement humain. Partout où je raisonne, j'effectue un calcul, i.e une addition ou une soustraction portant sur des noms. Si je ne le fais pas c'est que je fais autre chose que raisonner.
Cela doit attirer notre attention sur le fait que Hobbes mène ici une opération de restriction : « Quand on raisonne on ne fait rien d'autre que… ». Cela a pour conséquence immédiate que même des secteurs du raisonnement qui semble extrêmement éloigné de la logique et du calcul passent sous la logique et le calcul.

C'est le dernier exemple de calcul que donne Hobbes. « Les écrivains politiques additionnent ensemble les contrats pour trouver les devoirs des hommes, et les juristes les lois et les faits pour trouver ce qui est bon ou mauvais dans les actions des personnes privées. En résumé, en quelque domaine que ce soit, là où il y a de quoi additionner ou soustraire, il y a aussi une place pour la raison, et, là où ces opérations n'ont pas leur place, la raison n'a rien à faire du tout. » Le calcul logique intègre par le bas l'arithmétique et la géométrie et par le haut le raisonnement politique et juridique. On trouve une illustration exemplaire de cette idée dans le fait que le contrat d'association qui instaure l'état civil ou la République est le résultat d'un calcul entre les hommes à l'état de nature. Cette idée que la politique est intégralement réductible à un calcul logique elle justifie le mode d'écriture même des œuvres politiques, à la manière des géomètres comme dit Hobbes.

Cette idée de réduire la théorie politique et juridique au calcul logique est une idée qui va extrêmement impressionner le jeune Leibniz comme on le verra. Au moment où Hobbes écrit, Leibniz qui est un adversaire politique de Hobbes, ils n'ont pas du tout les mêmes positions, se dit : « ce type là c'est l'ennemi, celui qu'il faut combattre, mais je ne pourrai le battre qu'avec ses propres armes. » Cette tentative de fonder la théorie politique comme un calcul logique, en accord avec la théorie du raisonnement, c'est donc quelque chose qui a été extrêmement impressionnant pour les contemporains de Hobbes. Cela suppose une thèse très forte sur l'unicité du raisonnement. Il n'y a plus des secteurs dans lesquels nous avons des modes de raisonnements séparés, l'ensemble du raisonnement passe sous le calcul logique.

Voir par opposition Aristote où la diversité du raisonnement, notamment jurisprudentiel. Ethique à Nicomaque. « Un charpentier et un géomètre font bien porter leur recherche l'un et l'autre sur l'angle droit, mais c'est d'une façon différente : le premier veut seulement un angle qui lui serve pour son travail, tandis que le second cherche l'essence de l'angle droit ou de ses propriétés. » En politique, on est dans la situation du charpentier. Le discours ou le raisonnement doit être toujours être adapté à la matière traitée dit Aristote. « En chaque cas particulier tendre à l'exactitude que comporte la matière traitée et seulement dans la mesure appropriée à notre investigation. »
Il y a une vraie question derrière tout cela et on peut se demander si on a raison de tenir la thèse de l'unicité du raisonnement (notamment en droit et en politique). Est-ce qu'on ne peut pas considérer qu'il y a une raison pratique qui ne se réduit pas à la pure et simple logique ?

La rationalité calculatoire n'est qu'un type de rationalité. On peut se demander dans quelle mesure la thèse de Hobbes ne constitue pas une sorte de coup de force, d'annexion impérialiste par la raison calculatoire de l'ensemble du domaine de la rationalité.

Cette question est aussi une question pratique : par exemple, jusqu'à quel point est-ce qu'on peut formaliser le jugement d'un médecin ou d'un juriste pour un système expert. Il y a un certain nombre de problèmes qui font obstacle au rêve de Hobbes : par exemple l'explosion combinatoire de la base de connaissance qui doit être implémentée, mais aussi au niveau des règles du moteur d'inférence la question du sens commun, c'est-à-dire de ces modes de raisonnement un peu flous mais efficaces en situation d'incertitude et qui semble caractériser l'intelligence humaine.

Si on revient sur la formule de Hobbes, « raisonner = calculer », il fait se demander si elle est légitime, si elle ne constitue pas une manière abusive de réduire la rationalité au seul mode calculatoire.

C'est d'autant plus gênant chez Hobbes que la très grande extension de la définition va avec une très grande faiblesse des moyens logiques mis en œuvre. Est-ce qu'on va pouvoir modéliser l'intégralité du raisonnement avec seulement l'addition et la soustraction ?

('30) [13h40]

Regardons maintenant d'un peu plus près ce que Hobbes appelle le calcul logique. En quoi consistent l'addition et la soustraction ? Je peux additionner deux noms pour construire une affirmation. L'opérateur d'addition c'est le verbe « être ». Quand j'affirme quelque chose j'ajoute une propriété à une chose. Par exemple si je dis « ce corps est animé », cela revient à ajouter ou additionner la propriété « animé » à « ce corps ». Il semble à ce moment là qu'on puisse faire des espèces de sommes continues. Par exemple, « corps + animé + doué de raison = homme ». Les concepts se composent donc par addition de propriétés. Dans le discours usuel cette addition se marque par l'usage du verbe « être ».
Cette logique d'addition donne forme à l'anthropologie de Hobbes qui est une anthropologie additive. Je pars des corps bruts chez Hobbes, matérialisme oblige, puis j'ajoute des propriétés comme la sensation ou le désir, et j'obtiens des corps animaux, si j'ajoute la raison ou le langage, j'obtiens un corps humain.
Mais on peut aussi faire des additions à un niveau supérieur en additionnant des affirmations entre elles. Hobbes nous dit que le syllogisme qui est la forme logique du raisonnement dans la logique traditionnelle héritée d'Aristote peut se réduire à une addition d'additions. Mais là tout de suite, cela devient beaucoup moins évident.
Essayons sur un exemple. « Socrate est un homme. Or tout homme est mortel. Donc Socrate est mortel. » Comment est-ce que je vais traduire la première affirmation en addition ? Ce qui est intéressant ici ce sont les quantificateurs, le fait que Socrate soit un terme singulier inclus dans le terme universel homme, que la propriété mortel soit inclus dans le concept homme, et ainsi de suite. On ne voit pas ce que cela apporte de considérer le syllogisme comme addition d'addition. Il semble qu'ici le calcul ne possède plus qu'une signification purement métaphorique. L'addition ne parvient pas à exprimer les règles logiques à l'œuvre dans le syllogisme.
Cela vaut pour le niveau suivant. Une démonstration nous dit Hobbes est une somme de syllogismes. De même pour la soustraction, le modèle n'est pas très probant. « De la somme ou conclusion d'un syllogisme, [les logiciens] soustraient une proposition pour trouver l'autre. » Ca renvoie à une fonction d'analyse. Autant au niveau des définitions cela marche, on peut par exemple régresser du corps humain au corps brut), autant au niveau du raisonnement ça ne me paraît pas non plus très opératoire.

Qu'est-ce qui est gênant, qu'est-ce qui est décevant dans le modèle logique de Hobbes ? Il me semble que c'est un modèle qui est vaguement valable pour gérer la sémantique, c'est-à-dire la définition des termes. C'est un modèle pour l'engendrement des définitions. D'ailleurs lorsqu'on lit Hobbes, on le voit insister en permanence sur le fait que les débats sont faussés parce que les gens n'ont pas les mêmes définitions ou n'ont pas les bonnes définitions. Dans le Léviathan, il y a toute une partie du chapitre 5, consacré à la raison et la science, qui est destinée à présenter des règles de prudence quant à l'usage des définitions. Ca me parait tout à fait congruent avec la logique de la logique de Hobbes.
Hobbes dit : « Les plus sujets à l'absurdité sont ceux qui font profession de philosopher. [Attaque en règle contre la philosophie scholastique comme mauvais usage des noms]. Car rien n'est plus vrai que ce que Cicéron dit d'eux quelque part, à savoir qu'il n'est rien de plus absurde que ce qu'on peut trouver dans les ouvrages des philosophes. Et la raison en est manifeste. Car il n'en est pas un parmi eux qui fasse reposer ses ratiocinations sur les

définitions et les explications des noms qu'il emploie, ce qui est une méthode que seule la géométrie utilise et dont les conclusions ont été, par cela même, rendues indiscutables. Je trouve la première cause des conclusions absurdes dans le manque de méthode, dans le fait qu'ils ne font pas partir leur ratiocination des définitions. C'est-à-dire des significations établies des mots, comme s'ils pouvaient faire des comptes sans connaître la valeur numérique des mots un, deux, et trois. »
En revanche, dès qu'on quitte le domaine des définitions, la logique de Hobbes n'a pas grand-chose à nous dire au-delà de la syllogistique aristotélicienne. Or qu'est-ce que c'est l'intérêt du calcul ? C'est de faire passer la sémantique sous la syntaxe. C'est l'opérativité. Quand je calcule, je n'ai pas besoin de réaliser la signification de chacun des termes, j'applique des opérations de manière mécanique. Parfois j'ai besoin de faire appel à l'intuition, mais le plus souvent cela gêne le déroulement du calcul. Quand je calcule, j'applique des règles de manipulations sur des signes. Je peux même remplacer les nombres, par des signes vides, comme des lettres, a, b, c ou x qui ne désigne rien. Ca ne m'empêche pas de calculer. C'est pour cela que le calcul hobbesien reste extrêmement décevant. C'est une sorte de calcul sémantique alors que l'intérêt du calcul semble résider du côté de la syntaxe et de l'opérativité. Ca serait un vrai calcul si une fois les définitions mises en place, je pouvais les laisser de côté pour arriver à un résultat mécaniquement par simple et addition et soustraction comme le propose Hobbes. On peut se dire que Hobbes passe à côté de ce qui fait l'intérêt même d'un calcul.
La logique se réduit à des conseils de prudence concernant les définitions. Bien en deçà de ce qu'un véritable calcul logique pourrait offrir.

Ceci vous explique que les commentaires du « raisonner c'est calculer » à la manière de Hobbes sont en général extrêmement narquois. Autant l'idée de réduire la pensée ou le raisonnement à un calcul est une idée extrêmement novatrice et ambitieuse, autant la réalisation pratique et les modèles proposés frisent le ridicule. Comment est-ce que l'addition ou la soustraction des propriétés pourraient constituer un modèle effectif pour tout raisonnement ? Si on cherche la moindre concrétisation logique de l'identification entre raisonnement et calcul, on est extrêmement déçu.

A cela il faut ajouter que Hobbes était tout sauf un mathématicien de talent. En témoigne sa controverse avec Wallis. Quand je vous ai dit tout à l'heure que Hobbes avait passé les dernières années de sa vie, après son retour en Angleterre, à soutenir diverses controverses, c'était une manière polie de qualifier les échanges d'insultes par livres interposé qui ont duré 10 ans avec Wallis. Comment ces deux-là se sont disputés ? Ca commence à la publication du De Corpore en 1655. Wallis publie un petit texte dans lequel il recense et dénonce toutes les erreurs mathématiques de Hobbes, et plus généralement son manque de rigueur. Hobbes corrigea quelques erreurs pour la publication anglaise du texte, mais contre-attaqua avec un opuscule « six leçons aux professeurs de mathématiques » en 1656. Nouvelle réponse de Wallis, évidemment. Tout cela s'envenime avec la publication en 1657 d'un nouveau texte de Hobbes qui nous montre qu'il a vraiment un caractère de cochon, qui s'appelle : « *Marks of the Absurd Geometry, Rural Language, Scottish Church Politics, and Barbarisms of John Wallis, Professor of Geometry and Doctor of Divinity*. » La querelle s'apaise au moment où Hobbes compose son traité de l'Homme… mais c'est Hobbes qui prend la décision de relancer la dispute en attaquant un nouveau texte de Wallis sur les principes des mathématiques. A partir de 1660, nos amis se remettent à s'écharper en public à coup de réponses aux réponses aux réponses des réponses de l'un ou de l'autre.
Au niveau mathématique, Hobbes est persuadé d'avoir trouvé la solution du problème de la duplication du cube, qui est un vieux problème mathématique de l'Antiquité (dont on trouve

trace chez Platon par exemple). Il s'agit de déterminer un cube dont le volume est le double d'un cube donné. Doubler le volume d'un cube. C'est un problème qui ne se résout pas simplement à la règle et au compas. La solution de Hobbes était notoirement insuffisante… mais il s'est entêté.
Toujours est-il que la controverse avec Wallis a marqué l'interprétation traditionnelle du « penser c'est calculer ». Exemple : jugement de Blanché ou Wagner. Autant Leibniz a révolutionné la logique, autant Hobbes n'a proposé qu'une logique triviale. Ce n'est pas étonnant vu comme il n'y connaissait rien en mathématiques.

Je veux vous montrer que le « penser c'est calculer chez Hobbes » est beaucoup plus intéressant que cela. On se plante je crois en réduisant la formule de Hobbes à une sorte de trivialité infralogique. Non pas que la signification logique de la formule soit particulièrement puissante, comme je vous l'ai montré, mais ce que les évaluations narquoises manquent c'est l'extraordinaire portée métaphysique de la formule de Hobbes.

Le « penser c'est calculer » est associé à deux thèses majeures de Hobbes. (a) un matérialisme et (b) un nominalisme radical. Peut-être que du point de vue contemporain, il y a plus de choses à trouver dans la métaphysique de Hobbes, dans son matérialisme et dans son nominalisme que dans la logique de Leibniz.

('45) [13h55]

C'est évidemment extrêmement intéressant et important que la formule « raisonner c'est calculer » apparaisse dans un contexte matérialiste. « Penser c'est calculer » c'est solidaire chez Hobbes d'une réduction du mental ou de l'esprit à la matière ou plus précisément au corps. C'est tout à fait intéressant de trouver ces deux thèses solidaires chez Hobbes. De ce point de vue là, ça préfigure ce qu'on va retrouver à partir de la cybernétique et dans les sciences cognitives au 20^{e} siècle. « Penser c'est calculer » c'est le cheval de Troie du matérialisme dans l'esprit, la clé pour un matérialisme cognitif.

Voyons pourquoi penser c'est calculer est une formule matérialiste.
La thèse la plus célèbre et la plus scandaleuse du matérialisme de Hobbes c'est l'affirmation que Dieu est un corps. Simplement c'est un corps dont les parties matérielles sont tellement petites qu'on ne peut pas le voir. Ca lui a valu d'être accusé d'athéisme.

On voit pas tellement comme Dieu pourrait être chose qu'un corps chez Hobbes, puisque pour Hobbes il n'y a que des corps.
Certains possèdent des propriétés remarquables. D'où le développement systématique de sa philosophie à partir de la physique. On a une logique de complexification qui va des corps simples jusqu'à l'Etat, considéré comme un corps politique, en passant par les corps animaux et les corps humains. D'où la fameuse métaphore du Léviathan, composé d'une multitude d'hommes. L'Etat lui-même doit s'analyser comme un corps. Le texte de l'introduction du Léviathan est absolument génial.
« La nature qui est l'art pratiqué par Dieu pour fabriquer le monde et le gouverner, est imitée par l'art de l'homme, qui peut, ici, comme en beaucoup d'autres domaines, fabriquer un animal artificiel. Puisqu'en effet la vie n'est que mouvement des membres, dont l'origine est dans quelque partie interne, pourquoi ne pourrait-on dire que tous les automates (ces machines mues par des ressorts et des roues comme dans une montre) ont une vie artificielle ? ». C'est une citation qu'on pourrait apposer telle qu'elle à la théorie des automates de Von Neumann. La technique humaine produit des automates doués d'une vie

artificielle. Si on peut parler d'une vie artificielle c'est que la vie n'est que mouvement. C'est typique de cette philosophie automaticienne du 17e et 18e siècle qui trouve son débouché dans l'informatique et la cybernétique dans les années 1940-1950. Les formules de Hobbes sont ici à la fois extrêmement radicales et extrêmement modernes. Ici on a un point de jonction entre la possibilité de réduire la pensée à calcul et le corps vivant et pensant à un automate.
On va pouvoir rendre compte de la vie en termes d'automates, de l'esprit en termes de corps.

En quoi le « penser c'est calculer » est-il lié à ce matérialisme hobbesien qui s'étend de la physique à la politique en passant par l'anthropologie ? Il y a un aspect de la notion de calcul que nous n'avons pas pris en compte.
Calcul c'est un mot qui a la même origine que le mot cailloux. Calculer c'est opérer des petits cailloux. Je peux les grouper, en enlever un pour le mettre dans un autre groupe, etc. Cette étymologie commune calcul-caillou, vous la retrouvez quand on parle de calculs rénaux.
Hobbes est pleinement conscient de cette dimension matérielle du calcul. Il n'y a pas de calcul qui s'opère sans ce que Hobbes appelle des marques.
Dans le Léviathan, chapitre 4, vous avez un beau passage qui dit : « les mots sont les jetons (tokens) des sages qui ne font que calculer avec eux ; mais ils sont la monnaie des ânes pour qui ils n'ont de valeur qu'en vertu de l'autorité d'un Aristote, d'un Cicéron, ou d'un Thomas, ou de tout autre docteur en ce que l'on voudra, mais qui n'est jamais qu'un homme. »
Les opérations de la pensée rationnelle sont intégralement explicable en termes matérialistes. Comme des opérations sur des marques matérielles. Quand je calcule, je trace, j'écris. Hobbes insiste sur cette dimension matérielle du calcul. On croit que c'est une opération de l'esprit, le calcul, l'opération de l'esprit par excellence. En réalité c'est une opération de l'ordre de la manipulation sur des marques. C'est une illusion de croire que l'on peut calculer, raisonner, sans écrire.

Réévaluation totale du statut de la raison : dénaturalisation et artifice. « La raison n'est pas née avec nous comme la sensation ou la mémoire ; elle n'est pas non plus acquise par l'expérience seulement comme la prudence, mais on l'atteint par l'art. » La raison est un artifice humain.

La rupture est complète non seulement avec la philosophie antique qui nous dit que la raison est la partie supérieure de l'âme qui nous vient des Dieux, mais aussi avec le cartésianisme contemporain.

Hobbes est en complète opposition à la tradition cartésienne sur le rapport entre la pensée et le langage. Pour Descartes ou Spinoza, le langage vient après la pensée, ce n'est qu'une sorte d'artifice second qui est un risque pour la pensée, un risque de confusion, que la pensée soit prise au piège des mots. A l'inverse les idées de l'entendement et leurs liaisons n'ont aucun caractère linguistique. On est dans des doctrines où le langage doit être exclu de la connaissance du vrai. La vérité est à elle-même son propre signe comme le dit Spinoza. Le seul moyen d'asseoir notre savoir c'est de maintenir la pensée immédiatement présente à elle-même. Il y a une autosuffisance de l'entendement qui rend totalement inessentiel l'appareil matériel du langage. Le langage est une sorte d'instrument extérieur à la pensée, qui ne dispose d'aucune vertu propre dans la connaissance, mais qui est au contraire un obstacle à la pensée.
Pour Hobbes, la raison est complètement liée à l'appareil matériel du langage.

Qu'est-ce que ça veut dire que la raison est artifice ? Dire que la raison est artifice ouvre la possibilité de réalisations artificielles de la raison. Cela ne signifie pas que c'est faisable

(pauvreté de la logique hobbesienne), mais cela devient pensable. Le raisonnement se réduit à des opérations sur des symboles matériels. Etre sage c'est mettre en ordre ces jetons que l'on appelle des mots.
D'autres corps ou d'autres dispositifs matériels pourraient bien être susceptibles de raisonner. On n'en connaît pas d'autres… mais plus rien ne s'y oppose sur le principe. Vous avez ici la possibilité de construire des machines qui calculent et raisonnent comme les hommes. Il me semble qu'ici vous avec un lien très fort entre ce qu'on trouve chez Hobbes et ce qu'on trouvera chez Turing et les premiers concepteurs des machines informatiques. Le fait de penser la pensée comme calcul autorise comme on le voit chez Hobbes la possibilité de réalisations artificielles de la raison. On ne doit plus considérer la pensée ou la raison comme des propriétés cachées ou mystérieuses de l'esprit humain, mais comme le résultat d'un certain nombre de dispositifs matériels. Il faut se représenter la rupture que cela implique vis-à-vis d'une certaine image de l'homme, comme la seule créature douée de pensée, fait à l'image de Dieu, etc.
De ce point de vue là, il y a une dette, sans doute ignorée, de l'informatique vis-à-vis de la logique du 17e et de ses prises de position philosophiques.
J'espère vous avoir montré à quel point la thèse logique de Hobbes sur la nature du raisonnement engage un certain nombre de prises de positions métaphysiques qui ne sont pas dissociables de la thèse logique.

Nominalisme de Hobbes. ('60) [14h15]

La formule « penser c'est calculer » est solidaire d'une refonte complète du statut des signes et du langage, de la doctrine qui liait les mots et les choses dans la philosophie scolastique héritée d'Aristote. La réduction de la pensée à un calcul ouvre chez Hobbes un abîme entre les mots et les choses.

Le nominalisme c'est la thèse qui affirme qu'il n'y a d'universel que dans les noms. En général quand on parle de nominalisme, on pense à un auteur du 14e siècle, Guillaume d'Occam, dont vous connaissez peut-être le célèbre rasoir. « Le rasoir d'Occam » c'est la métaphore qui désigne le fait de se débarrasser de toutes les choses universelles que la philosophie avait pu postuler, à commencer par les idées platoniciennes.

En réalité le nominalisme de Hobbes est une radicalisation du nominalisme classique d'Ockham. Ockham maintient un universel en pensée au niveau des concepts. Le nominalisme de Hobbes est donc la conjonction de deux thèses : l'une qui est partagée avec le nominalisme classique – il n'y a pas d'universel dans les choses, l'autre qui est spécifique à Hobbes – il n'y a pas de concepts universels dans la pensée. Quand je comprends le nom universel cheval, par exemple, pour Hobbes, je lui associe toujours l'image d'un cheval particulier. Je n'ai pas d'autres moyens de comprendre ce que cheval veut dire.

Le nominalisme de Hobbes est le résultat d'une rupture considérable avec la conception aristotélicienne et scholastique du langage. Rupture du contrat qui liait la pensée et le langage dans la philosophie scolastique héritée d'Aristote. Il y a là un scandale aussi grand que celui du matérialisme hobbesien. Hobbes a cassé le lien entre le langage, la pensée et le réel qu'avait façonné la philosophie d'Aristote.
Dans le traité de l'interprétation (peri hermeneias), qui est le second traité de la logique d'Aristote, après les catégories, Aristote présente sa théorie du signe linguistique. Aristote nous dit les « sons émis par la voix sont les symboles des états de l'âme, et les mots écrits les symboles des mots émis par la voix. Et de même que l'écriture n'est pas la même chez tous

les hommes, les mots parlés ne sont pas non plus les mêmes, bien que les états de l'âme dont ces expressions sont les signes immédiats soient identiques chez tous, comme sont identiques aussi les choses dont ces états sont les images. Ce sujet a été traité dans notre livre de l'Ame car il intéresse une discipline différente. »
Si on regarde bien chez Aristote, on voit que la théorie du signe linguistique est construite sur deux rapports complètement différents. D'un côté nous avons le rapport de symbole. Les sons vocaux sont les symboles des états de l'âme ou des concepts. Les mots écrits sont les symboles des sons vocaux. Ce qui caractérise le rapport symbolique c'est que c'est un rapport conventionnel et arbitraire. Aristote prend position dans le débat du Cratyle qui oppose les tenants d'une position conventionnaliste ou naturaliste quant aux signes linguistiques. Les mots écrits ou prononcés sont des symboles d'institution arbitraire. Autrement dit il n'y a aucune parenté naturelle entre le son « cheval » et le concept de cheval dans mon esprit. Il n'y a pas plus de parenté naturelle entre le son « cheval » et le signe écrit qui le représente. Tout cela est le résultat de conventions arbitraires. Là-dessus Hobbes est évidemment d'accord.
Mais il y a une seconde partie dans la théorie d'Aristote. Nous avons un autre rapport. Les états de l'âme sont les images des choses nous dit Aristote. Or ce rapport d'image, par opposition au rapport de symbole, n'est plus du tout un rapport arbitraire. A ce point Aristote renvoie au Traité de l'Ame et à la théorie de la sensation pour expliciter ce rapport d'image. Ce qu'on apprend dans le traité de l'âme c'est que la sensation nous donne la forme de la chose qui passe de la chose à moi sous forme de ce qu'Aristote appelle une espèce sensible, comme une chose laisse sa forme dans la cire.
Les noms écrits ou vocaux sont les symboles des états de l'âme qui sont eux l'image des choses. Toute la philosophie d'Aristote repose sur l'idée d'une coïncidence naturelle entre l'ordre de l'être et l'ordre du discours ou de la pensée. Il y a naturellement adéquation entre notre connaissance et l'être. Si vous regardez par exemple le livre gamma de la métaphysique, vous verrez que le principe de contradiction est à la fois un principe pour mon discours et pour les choses.

Par opposition la philosophie de Hobbes déploie ce qu'un commentateur qui s'appelle Yves Zarka a appelé une « métaphysique de la séparation ». Il y a coupure radicale entre l'ordre de la connaissance, du discours et l'ordre de l'être qui me reste largement inaccessible. La théorie des marques linguistiques chez Hobbes se fonde contrairement à Aristote sur un double arbitraire : les noms sont les représentations arbitraires des représentations, mais les représentations sont elles-mêmes des images, phantasmes qui n'ont plus aucun rapport avec la chose telle qu'elle est. L'opération de transfert de forme qui fondait la théorie aristotélicienne de la sensation est perdue chez Hobbes. Je n'ai plus qu'un système de productions d'images qui sont le résultat de ma réaction physiologique et non l'expression directe et sans médiation de la chose elle-même.

La théorie des marques linguistiques chez Hobbes est donc caractérisée par un double arbitraire qui disloque complètement le rapport du mot à la chose qu'avait réussi à construire la philosophie d'Aristote.
La question c'est qu'est-ce qu'il reste de la vérité dans ce système là ? Une théorie est vraie si elle est cohérente dans l'usage qu'elle fait des noms et qu'elle ne contredit pas les sensations singulières. Autrement dit on serait avec Hobbes dans une position conventionnaliste radicale. Notre discours est une convention sur les choses. Je ne peux plus accéder à une vérité absolue fondée sur les choses mêmes. Tout ce que je peux faire c'est d'avoir des théories cohérentes qui collent à l'expérience. Mais le pire c'est que dans cette optique plusieurs théories concurrentes peuvent exister sans que l'on soit en état de trancher.

On est ici encore à l'exact opposé de la démarche cartésienne qui est une démarche visant à fonder ou à refonder par-delà Aristote notre connaissance dans l'être. Chez Descartes ça s'appuie sur une théorie de l'évidence intellectuelle qui me permet de saisir directement la chose. Descartes ne comprend rien à la théorie de Hobbes. Il la rejette comme une aberration sceptique. « Ce philosophe ne se condamne-t-il pas lui-même lorsqu'il parle des conventions que nous avons faites à notre fantaisie touchant la signification des mots ? Car s'il admet que quelque chose est signifiée par les paroles, pourquoi ne veut-il pas que nos discours et raisonnements soient plutôt de la chose qui est signifiée, que des paroles seules ? » (3e objections).

Transformation complète du statut de la raison qui ne se définit plus par son adhésion à l'être, mais par sa puissance autonome d'invention. La philosophie de Hobbes pose la question de la signification d'une pure manipulation symbolique. On retrouve le problème de Hobbes dans le test de Turing et ses critiques. Si l'ordinateur ne fait que manier des symboles, peut-on dire qu'il pense au sens où la pensée semble impliquer une certaine compréhension des choses elles-mêmes ? Est-ce que les critiques de Turing ne rejouent pas un vieux débat entre Hobbes et Descartes ?
Hobbes démantibule la théorie de la signification, les fondations anciennes et modernes de la pensée et du discours. On y perd une signification étendue de la vérité. On y gagne la libération de la puissance d'invention et d'expression du discours. La connaissance ne se modèle plus sur l'ordre des choses, elle met de l'ordre.

On n'a pas encore la raison artificielle, mais on a la possibilité d'une raison artifice. Artifice au sens matérialisme car elle est le produit sur un corps humain particulier de ces marques que sont les mots. Artifice au sens nominaliste du terme car elle se sépare de l'être pour dégager un domaine propre de l'invention, de la convention et de l'artifice.

Transition (1'16) [14h30]

Nous avons donc vu ce qu'on pourrait appeler l'échec du projet hobbesien de réduction de la raison à un calcul. Mais cet échec ouvre une série de questions :

- à quelles conditions va-t-on pouvoir concevoir un calcul effectif qui dépasserait les simples indications de Hobbes ?
- quelles formes peuvent prendre les projets de raison artificielle au 17e siècle ?

On verra comment la logique de Leibniz prend en charge ses questions et dépasse de très loin ce que Hobbes avait pu proposer. Avec Leibniz, nous avons le précurseur tout désigné, même si la notion de précurseur est extrêmement problématique comme nous le verrons, du projet de l'informatique. Quelqu'un comme Norbert Wiener, qui est le père de la cybernétique dans les années 1940-1950, ne s'y est pas trompé et il met une attention toute particulière à se proclamer leibnizien.
Il nous faut donc examiner pourquoi à plusieurs siècles de distance les pères fondateurs de l'informatique ont pu se dire leibniziens.

Mais, comme j'ai essayé de vous le montrer, pour Leibniz, la reprise et le dépassement du projet de Hobbes suppose de surmonter un obstacle qui est celui de la fondation des symboliques. Comment une pure manipulation symbolique pourrait-elle retrouver quelque chose de l'ordre des choses ? Comment la manipulation machinale des signes pourrait-elle exprimer l'essentiel de ce que c'est que penser ? Je laisse pour après la pause l'examen de la manière dont Leibniz a surmonté cette difficulté là.

Leibniz [14h40]

Place de Leibniz par rapport à Hobbes et Descartes. C'est sur Leibniz que l'on met l'accent lorsque l'on cherche des précurseurs à la notion moderne de calcul logique. Wiener ne s'y trompe pas. Il fait référence à de très nombreuses reprises à Leibniz dans son œuvre et il voit l'ancêtre de la cybernétique. Hobbes est plutôt oublié. C'est Leibniz qui tient le beau rôle dans une histoire longue de l'informatique. Il a inventé des machines à calculer, il passe pour le précurseur de la logique moderne, il a écrit comme je vous le montrerai ce qui peut passer pour un des premiers programmes informatiques, etc.

En effet. Qu'est-ce qui distingue Leibniz de Hobbes ? Leibniz ne s'est pas contenté de dire que la raison consistait en un calcul sur des noms, mais il a tenté de concevoir des formalismes effectifs dans lesquels on retrouve ce qui fait la force de la notion de calcul. Chez Hobbes, le calcul signifiait une sorte de méthode pour accéder à la vérité en neutralisant les intérêts et les passions humaines. Chez Leibniz, calculer cela signifie disposer d'une méthode effective pour résoudre une question. Quand je calcule, je sais exactement quelle procédure j'emploie. En vertu des signes choisis, j'ai des moyens pour vérifier systématiquement le résultat de mon calcul… Voilà les propriétés que Leibniz voudrait voir transférer au raisonnement.

Une des phrases les plus célèbres de Leibniz, que l'on ne peut pas rattacher à un texte précis, il la répète sous des formes diverses pendant toute sa vie. Il décrit son projet de logique et dit : « 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. » Lorsque nous avons une controverse, sous entendu sur n'importe quel sujet, nous devrions pouvoir la résoudre au moyen d'un calcul destiné à remplacer le raisonnement naturel, qui est par trop ambigu.

Je vous propose d'examiner : (a) En quoi consiste précisément le projet leibnizien de réduction du raisonnement au calcul. Quelle est la portée ? Quelles en sont les réalisations effectives ? (b) Je veux vous montrer comment ce projet, qui apparaît d'une modernité extraordinaire, s'ancre dans un certain nombre de présupposés de nature métaphysique.

En général pour illustrer le projet leibnizien on fait toujours référence à la même œuvre de jeunesse de Leibniz qui est le De arte combinatoria, traité à moitié de mathématiques et de logique qu'il écrit dans sa jeunesse en 1666. Décalage d'une génération par rapport à Hobbes. A ce moment là il a tout juste 20 ans. Comme les grands génies, il fait l'essentiel de ses découvertes entre 20 et 30 ans. Vous voyez qu'il ne nous reste plus beaucoup de temps à perdre. On reviendra sur le De arte combinatoria plus tard, pour l'instant je veux vous signaler un texte qui paraît encore plus dans l'esprit de la résolution des controverses par le calcul. Leibniz a cherché à appliquer les règles de la combinatoire à des questions politiques. Il prend notamment partie en 1669 dans l'élection du roi de Pologne. Une grande partie de l'activité de Leibniz qui a d'abord une formation de juriste est une activité de diplomate. Leibniz c'est quelqu'un qui a conçu énormément de projets pratiques. Il est très éloigné de la vision du philosophe comme pur théoricien. Il y a son projet de construction de chars à voile pour aller commercer avec la Chine en traversant la Russie qui est un peu connu. Il a été administrateur des mines de Hartz où il a du réprimer des grèves engendrées par la volonté d'introduire de nouvelles machines. Je me souviens aussi de lettres où il propose de lever des corsaires contre la flotte espagnole. Tout y est chiffré jusqu'à la moindre dépense. Ca fait partie de ces auteurs extrêmement prolifiques pour qui on se retrouve avec les listes de courses à déchiffrer en se demandant si c'est de la métaphysique ou autre chose. Ca vous explique aussi que ce soit un

des rares auteurs pour lesquels on ne dispose pas d'œuvres complètes achevées et en bon et due forme. Il reste encore des masses de manuscrits à Hanovre.

Revenons à l'élection du roi de Pologne. Il s'agit d'un texte 1669 dont le titre exact est Specimen demonstrationum politacarum pro eligendo rege Polonorum. C'est un texte de jeunesse dans lequel le modèle à suivre en politique reste encore Hobbes. Leibniz cite à plusieurs reprises le De Cive. Mais c'est aussi un tournant, le moment où le jeune Leibniz est en train de dépasser sa première philosophie politique inspirée de Hobbes et aussi de dépasser le projet de la logique hobbesienne tout court.

On a affaire à ce qui est sans doute un des premiers programmes informatiques jamais écrit. En tout cas c'est un texte tout à fait étrange qui est censé produire la décision par lui tout seul. André Robinet qui commente ce texte en parle comme du « premier écrit de cybernétique décisionnelle » (A. Robinet, Le meilleur des mondes possibles par la balance de l'Europe, p. 69) Comment est-ce que ça fonctionne ? Leibniz calcule les chances des quatre candidats déclarés au trône de Pologne. Cela suppose un recensement exhaustif de toutes les qualités des candidats, de toutes les qualités requises par le poste, avec la possibilité de combiner certaines qualités pour effectuer des sortes de pondération. Par exemple dans la liste des qualités, on peut être : catholique, juste, prudent, expert, savoir le latin, être un adulte, être sain de corps et d'esprit, non belliqueux, modeste, avoir une famille respectée, ne pas avoir de dispositions au despotisme…
Au final le texte produit une sorte de grille complexe à travers laquelle le profil des candidats comme on dirait aujourd'hui est analysé. Leibniz retient dans ce petit texte une soixantaine de paramètres qui sont censés modéliser l'état de la Pologne contemporaine, sur les rapports entre le roi et la noblesse, sur les ennemis extérieurs de la Pologne, etc.
A partir de la matrice polonaise et du portrait-robot des candidats on obtient un processus de décision automatique. On n'a plus qu'à appliquer le programme, à faire le calcul et le résultat nous est donné. Dans le détail, ça fait que Leibniz refuse le Tsar de Moscou parce qu'il n'est pas un génie notoire, c'est un enfant de 16 ans, il n'est pas catholique romain, il semble barbare de coutumes, il a porté tort à la Pologne, etc ! Condé lui a un sens douteux de la justice et de la prudence, c'est un excité, il n'est ni tranquille ni modeste, il fait opposition au monde chrétien, il a gravement lésé les Polonais, etc. Charles de Lorraine n'est pas sans génie, mais il n'a pas d'expérience et il vient d'une famille turbulente. Au final on en arrive au candidat idéal pour Leibniz : le comte du Palatinat (qui doit être son employeur de l'époque ou proche de son employeur de l'époque). Lui est dans la grille : il est d'un notable génie, il est catholique, il est prudent, expert, fort en langues, de corps vigoureux, etc.
Est-ce que ça a marché ? Ca fait partie des fiascos historiques. L'éditeur n'a pas réussi à sortir le texte avant la réunion de la Diète de Varsovie qui procède à l'élection. C'est aucun des quatre candidats qui a été élu, mais un candidat qui avait été éliminé dès le départ par la grille leibnizienne.
En dépit de tout ça, Leibniz est resté assez fier de son spécimen de combinatoire géopolitique, estimant qu'il avait dépassé de loin le type de calcul qu'avait pu mener Hobbes.
Il ne s'agit pas du tout d'un texte isolé. Non seulement au niveau du calcul logique, mais même de la politique. Pendant toute sa vie Leibniz a repris par exemple le même projet de donner une présentation axiomatisée du droit qui permette de résoudre les questions de manière automatique. Encore une fois, il s'agit de calculer pour parvenir à une décision. Le calcul suffit à épuiser l'intégralité de la rationalité. La pensée est fondamentalement un calcul. Il n'y a aucune sphère ni théorique ni pratique qui n'échappe en droit à la logique du calcul pour Leibniz.

Mais au fond, tous les tenants de la mathématique universelle ne nous disent pas autre chose. Encore faut-il voir examiner ce que c'est que calculer pour Leibniz. L'originalité Leibniz c'est moins d'avoir dit que la pensée est calcul, que de l'avoir en quelque sorte fait, d'avoir réalisé des calculs en lieu et place de raisonnement. Qu'est-ce que c'est que le calcul pour Leibniz ? Qu'est-ce que ça implique ?

On va examiner successivement 3 dimensions du projet de calcul leibnizien : (1) le projet d'une mathématique universelle, (2) la caractéristique universelle, c'est-à-dire le formalisme leibnizien, c'est notre gros morceau, et puis (3) les projets d'encyclopédie.

Le fait que la logique soit d'abord conçue par Leibniz comme une mathématique universelle, ça nous renvoie évidemment aux rapports entre mathématiques et logique. Ca nous pose la question du statut du calcul leibnizien.

Comme chez Hobbes ou comme chez Descartes, on retrouve un même éloge des mathématiques comme science certaine, modèle à adopter pour les autres disciplines… Il ne faut évidemment pas oublier qu'au moment où Leibniz écrit tout le monde a en tête les succès fracassants que rencontre l'application des mathématiques à la science de la nature ou à la physique. Pourquoi ne pas faire de même pour le logique ou le monde de l'esprit.
Autant tout le monde est d'accord sur le constat (les mathématiques sont la science la plus certaine), autant sur la cause de cette certitude, les doctrines divergent. Pourquoi les mathématiques présentent-elles un tel degré de certitude ?

Il faut savoir que Leibniz, contrairement à Hobbes, c'est moins vrai pour Descartes, a une œuvre de mathématicien très riche derrière lui. Il est notamment l'un des inventeurs du calcul infinitésimal. Je dis l'un des inventeurs, car il est conflit avec Newton pour une question de priorité. Newton a sans doute été le premier, mais le calcul leibnizien possède une généralité et une effectivité beaucoup plus grande que le calcul de Newton. Surtout c'est encore la notation et le symbolisme de Leibniz que nous utilisons encore aujourd'hui.
Grosso modo, on a un essor prodigieux des mathématiques au 17^{e} siècle. Pourquoi les mathématiques sont-elles capables d'atteindre à un tel degré de certitude absolue là où la métaphysique échoue ? Pour Leibniz la raison : les objets mathématiques peuvent fonctionner comme support d'un raisonnement formel. La certitude mathématique ne doit rien au caractère intuitif des objets ou des raisonnements. Ce n'est pas de leur évidence que les propositions mathématiques reçoivent leur validité mais de leur enchaînement logique. A la base de la logique leibnizienne une critique de l'épistémologie de Descartes qui part elle aussi d'une expérience mathématique. Le calcul différentiel leibnizien a pour caractéristique d'être très peu intuitif, contrairement à la géométrie cartésienne, mais en revanche parfaitement opératoire grâce à l'institution d'un formalisme et d'un symbolisme adéquat, qu'on utilise encore aujourd'hui. Critère de rigueur formelle.

Leibniz à la princesse Sophie. « On me demandera où est donc ce beau moyen qui peut nous garantir des chutes ? J'ai quasi peur de le dire : cela paraît trop bas, mais enfin je parle à Votre Altesse qui ne juge pas des choses sur l'apparence. C'est en un mot, de ne faire que des arguments qu'in forma. » (Cité Knecht, p.127).
Des mathématiques Leibniz ne tire pas seulement l'idée d'une démonstration rigoureuse, mais d'une démonstration formelle.

Logique formelle : ensemble des procédés de raisonnement qui permettent de conclure indépendamment du contenu des propositions. S'oppose à logique naturelle. Logique d'Aristote est une logique formelle en ce sens.
Logique formalisée : abandon de la langue naturelle au profit d'une langue artificielle et introduction corrélative de la notion générale d'algorithme ou de calcul. Le formalisme opère sur les termes et les règles de la logique non plus comme le langage commun sur les expressions du discours, mais comme agit la mathématique à l'égard des nombres ou plus généralement des symboles qui en représentent les concepts. Intention de mathématisation de la logique totalement absente chez Aristote.

Rapport circulaire entre logique et mathématiques : la logique est une partie des mathématiques : il faut réduire la logique à l'arithmétique grâce aux nombres caractéristiques, à la géométrie par le moyen de schémas linéaires, à l'algèbre par le moyen de la combinatoire et de la symbolisation, à la mécanique par l'utilisation de machines logiques. La mathématisation est une formalisation, c'est-à-dire la conversion du raisonnement en un calcul, de la pensée en un algorithme opérant sur des symboles.
Cela conduit Leibniz à concevoir une logique qui dépasse de beaucoup la logique d'Aristote et ne se réduit comme chez Hobbes à l'étude des syllogismes : « [la syllogistique] est une espèce de mathématique universelle dont l'importance n'est pas assez connue ; et l'on peut dire qu'un art d'infaillibilité y est contenu […]. Or il faut savoir que par les arguments en forme, je n'entends pas seulement cette manière scolastique d'argumenter dont on se sert dans les collèges, mais tout raisonnement qui conclut par la force de la forme et où l'on n'a besoin de suppléer aucun article, de sorte qu'un sorite, un autre tissu de syllogisme qui évite la répétition, même un compte bien dressé, un calcul d'algèbre, une analyse des infinitésimales me seront à peu près des arguments en forme, parce que leur forme de raisonner a été prédémontrée, en sorte qu'on est sûr de ne s'y point tromper. » (NE, IV, XVII, 4)

Mais en même temps la mathématique ne subsiste qu'en tant que logique appliquée : l'algèbre n'est qu'un cas particulier de la combinatoire, la géométrie ne reçoit sa valeur que des procédés logiques qui permettent sa déduction et son exposition. Beaucoup de découvertes mathématiques qui sont chez Leibniz le fruit de sa réflexion logique à commencer par les notations du calcul infinitésimal, mais on peut aussi penser au calcul binaire, au calcul des probabilités… On trouve même un certain nombre de travaux leibniziens qui sont très proches dans l'esprit du programme logiciste contemporain dans sa tentative de réduire intégralement les mathématiques à la logique. Par exemple chez Leibniz, il y a la volonté explicite de dériver les mathématiques du principe d'identité (mais il faut dire que chez Leibniz tout dérive du principe d'identité, ce qui en fait plus qu'un simple principe logique).

On peut concevoir logique et mathématiques comme deux aspects complémentaires d'une même science : les mathématiques constituent un calcul sur des quantités, la logique sur des qualités, des notions.

Chez Leibniz on trouve une logique mathématisée sous le nom de mathématique universelle. Occurrence dans les Nouveaux Essais.
La forme des dialogues dans l'exposé de la science classique. Comparer à Galilée et à la reprise du dialogue platonicien avec un représentant de l'auteur, un adversaire et un honnête homme qui finit par défendre la position de l'auteur mieux que son représentant déclaré. Théophile (qui aime Dieu) a convaincu Philalèthe (qui aime la vérité) qui s'exclame : « Je commence à me former une toute autre idée de la Logique que je n'en avais autrefois. Je la

prenais pour un jeu d'écolier, et je vois maintenant qu'il y a comme une Mathématique Universelle de la manière que vous l'entendez. » (NE, IV, XVII, 9)
Deux caractères à transposer de la mathématique : méthode axiomatico-déductive et le caractère formel et algorithmique. Les méthodes propres des mathématiques doivent s'étendre à toutes les disciplines du savoir par l'intermédiaire de la logique.

Quelle forme prend le projet de mathématique universelle leibnizienne ? Comment ça se concrétise ?
Deux grands champs de travail : la logique de l'objet ou du concept et la logique de la relation.

La théorie du concept se résume dans l'idée que tous les concepts sont dérivés de concepts simples indécomposables. Idée fondamentale du de Arte Combinatoria. Base de toute pensée constituée par des notions simples et générales, indépendantes entre elles, qui constituent l'Alphabet des pensées humaines. Elles engendrent par combinaison toutes les notions concevables et complexes. « Ayant le catalogue des pensées simples, on sera en état de recommencer a priori et d'expliquer l'origine des choses, prises de leur source d'un ordre parfait et d'une combinaison ou synthèse absolument achevée. » (De la sagesse, cité Knecht p. 106)
L'origine de cette construction est à chercher dans une interprétation de la proposition comme inclusion du prédicat dans le sujet. « Dans toute proposition affirmative véritable, nécessaire ou contingente, universelle ou singulière, la notion du prédicat est comprise en quelque façon dans celle du sujet, praedicatum inest subjecto ; ou bien je ne sais ce que c'est que la vérité. » (Lettre à Arnauld du 14 juillet 1686, cité par Knecht p. 106). Je le mentionne maintenant parce qu'il s'agit du fondement de la combinatoire leibnizienne, mais qu'on retrouvera cette thèse du côté de la métaphysique. C'est un des points d'articulation essentielle du rapport entre logique et métaphysique chez Leibniz.

Sur cette théorie du concept que se développe la logique comme art combinatoire. La combinatoire est la méthode appropriée au sein de la mathématique universelle pour la formalisation de la théorie analytique du concept.

Moins développée conceptuellement, la théorie de la relation marque en profondeur la pensée logique de Leibniz. Penser les êtres en termes de structures et de relations plutôt que de substances. Un être se définit par un faisceau de relations.

Leibniz soumet les relations à une étude métathéorique et axiomatique en vue de dégager les lois et les propriétés formelles qui règlent et déterminent leur usage. Dégager les propriétés de symétrie et de transitivité qui caractérisent plusieurs relations géométriques. On peut les représenter par des signes et les combiner.
D'où la nouveauté du de arte combinatoria : le calcul ne se confine plus aux grandeurs purement quantitatives, mais s'étend aussi bien aux qualités qu'aux relations.

Comment ça fonctionne exactement dans le de arte combinatoria ? Leibniz représente les notions directement par des entiers sur lesquels il opère des décompositions en facteurs premiers. Ailleurs on trouve des représentations des termes avec des majuscules affectées d'indices indiquant leurs relations mutuelles.

Je prends l'exemple du De arte combinatoria qui est bien connu. La thèse fondamentale est que nos concepts sont composés d'idées simples. Ces idées simples doivent être en petit nombre comme les lettres de l'alphabet ou encore les facteurs premiers. On pourrait donc en dresser le tableau et les numéroter.
C'est ce que fait Leibniz pour les concepts de la géométrie. Il dégage un certain nombre d'idées primitives de premier ordre. Par exemple le point est noté 1, l'espace 2, 3 désigne ce qui est situé entre, 9 désigne la partie, 10 le tout, 14 le nombre, 15 la pluralité.
A partir de là on peut combiner ces termes de premier ordre deux à deux pour obtenir des termes de second ordre. La quantité par exemple va se définir comme le nombre des parties, soit 14 composé avec 9. On peut faire des combinaisons de 3^{e} ordre en combinant les concepts trois par trois. Par exemple l'intervalle est l'espace (2) situé dans (3) un tout (10), et ainsi de suite pour des combinaisons de 4^{e}, 5^{e} ordre, etc.
On peut résoudre des problèmes du type : « étant donné un sujet trouver tous ses prédicats possibles ; étant donné un prédicat trouver tous ses sujets possibles » en suivant une décomposition d'un nombre en ses facteurs premiers. Si on divise un terme en ses facteurs premiers, puis si on cherche toutes les compositions de ces facteurs premiers, on obtiendra tous les prédicats possibles. Par exemple les prédicats possible d'intervalle sont (2) l'espace, (3) l'intersituation, (10) le tout, d'abord pris un à un, puis par combinaison, 2.3 l'espace intersitué, 2.10 l'espace totale, 3.10 l'intersituation dans l'espace. Par combinaison de niveau 3 j'obtiens la définition de l'intervalle 2.3.10.
Le problème inverse, trouver tous les sujets d'intervalle, c'est-à-dire tous les sujets qui sont des intervalles, revient à trouver toutes les combinaisons où entrent 2, 3 et 10. Evidemment ces combinaisons ne peuvent figurer que dans des notions complexes d'un rang supérieur à celui d'intervalle, terme du 3^{e} ordre. Par exemple la ligne qui est l'intervalle de deux point est un terme du 4^{e} ordre qui se définit par les 4 termes primitifs : 2, 3 et 10 pour l'intervalle et 1 pour le point.
Leibniz applique ce principe combinatoire d'un dénombrement ordonné à la logique, l'arithmétique, l'astronomie, la médecine, l'acoustique, la jurisprudence, la métaphysique, etc. En métaphysique vous avez un essai célèbre qui repose sur le calcul binaire et qui consiste à partir de deux termes fondamentaux : Dieu et le néant. Dieu étant représenté par le signe 1 et le néant par 0. Si on pouvait encore être leibnizien aujourd'hui on devrait se dire que nos ordinateurs sont engagés dans un immense calcul métaphysique.

Au-delà du de arte combinatoria, le projet de Leibniz consiste en une caractéristique universelle. C'est là que s'exprimer de façon complète le projet d'une logique formalisée dont la combinatoire n'est qu'un essai ou une réalisation particulière.

« Si je trouve un jour assez de loisir, je veux achever mes méditations sur la Caractéristique générale ou manière de calcul universel, qui doit servir dans les autres sciences comme dans les Mathématiques. » (A Arnauld, 14 janvier 1688, Knecht p. 150).
Originalité profonde de Leibniz : intégration d'un symbolisme à caractère mathématique et d'une méthode opératoire algorithmique.
« Toutes les recherches qui dépendent du raisonnement se feraient par la transposition de ces caractères et par une espèce de calcul ; ce qui rendrait l'invention des belles choses tout à fait aisée. Car il ne faudrait pas se rompre la tête autant qu'on est obligé de faire aujourd'hui, et néanmoins on serait assuré de pouvoir faire tout ce qui serait faisable, ex datis. » (Knecht 150).

Notion de caractéristique universelle recouvre notre concept de formalisme. On part d'un alphabet de base (des lettres et des signes logiques). Par composition on obtient des mots.

Parmi ces assemblages on distingue entre expressions bien formées et mal formées. Parmi les expressions bien formées, qui sont conformes aux règles de construction des mots) on définit les formules démontrables, les théorèmes, qui s'obtiennent à partir d'axiomes par application automatique des règles ou des schémas de déduction.
Toutes ces dimensions sont explicitement présentes dans la caractéristique leibnizienne. Leibniz propose des règles de formations des mots par coalition qui est une composition de caractère et l'apposition qui est une concaténation ordonnée et non commutative.

A un moment donné, Leibniz qui s'est intéressé à tout a cru que les Chinois avaient déjà réalisé son projet que les caractères chinois représentaient une sorte de caractéristique universelle oubliée et muette dont on pourrait retrouver la signification. Une sorte d'immense code muet.

Une fois qu'on a ces assemblages on passe d'un assemblage de signe à un autre en suivant des règles de transition. On a remplacé le raisonnement intuitif par ce que Leibniz appelle de façon laudative une pensée aveugle, c'est-à-dire une manipulation mécanique opérée sur des caractères.
On peut même mécaniquement dépister les erreurs. « Ceux qui écriront dans cette langue ne se tromperont pas pourvu qu'ils évitent les erreurs de calcul et les barbarismes, solécismes et autres fautes de grammaire et de construction. » (Knecht, p. 133). Voilà qui réalise le plan d'un pur calcul pour résoudre les controverses. « Cette langue aura pour propriété merveilleuse de fermer la bouche aux ignorants. Car on ne pourra pas parler ni écrire en cette langue que de ce qu'on entend : ou si on ose le faire, il arrivera de deux chose une, ou que la vanité de ce qu'on avance soit manifeste à tout le monde, ou qu'on approuve en écrivant ou en parlant. » (Knecht p. 133) « Les chimères que celui qui les avance n'entend pas ne pourront pas être écrites en ces caractères. Un ignorant ne pourra pas s'en servir, ou s'efforçant de le faire, il deviendra savant par là même. » (Lettre à l'abbé Jean Galloys, décembre 1678, Knecht p. 133)

Le projet de caractéristique universelle repose sur une théorie du signe qui est diffère à la fois de ce qu'on trouvait chez Aristote et chez Hobbes.

Mais qu'est-ce que c'est qu'un signe chez Leibniz ? Leibniz définit le signe comme une entité directement perçue qui renvoie à entité qui ne l'est pas. C'est une marque matérielle qui représente soit la réalité extérieure, soit la réalité conceptuelle. Les concepts sont eux-mêmes des signes représentant la réalité.
Le signe est la condition fondamentale de la raison. Double intérêt du signe : fonctionne comme abréviation, permet la mécanisation ou l'algorithmisation.

Refus d'un nominalisme à la Hobbes. Universalité de la vérité mathématique en dépit de la diversité nationale et linguistique des mathématiciens. Les propriétés et les relations des nombres qu'expriment les théorèmes de l'arithmétique sont indépendantes du choix de la base de numération.
Comment rendre compte de la correspondance mystérieuse qui s'instaure en le signe et la réalité si on admet le caractère absolument conventionnel du signe ? A la relation d'image qui est la base de la logique d'Aristote, mais qui a été ruinée par Hobbes, Leibniz substitue celle d'expression. Lettre à Arnauld du 9 octobre 1687. « Une chose exprime une autre (dans mon langage) lorsqu'il y a un rapport constant et réglé entre ce qui se peut dire de l'une et de l'autre. »

L'expression marque une analogie non plus au niveau des objets mêmes qu'elle met en rapport, mais à celui de la structure. Par exemple une carte exprime un lieu géographique. Au niveau de la structure il y a des propriétés communes qui sont retenues par la carte comme expression du lieu géographique.
La carte n'est pas une image du paysage ou du lieu. Elle ne ressemble pas au paysage comme un tableau ou une photographie. Elle exprime un certain nombre de propriétés structurelles des paysages. Ce qui se conserve de la carte au lieu c'est un certain nombre de relations entre les éléments. Ce qui est invariant ce n'est plus comme dans le rapport d'image chaque chose par rapport à son représentant qui lui ressemble, mais le rapport entre l'ensemble des signes et l'ensemble des choses.
Dans d'autres textes Leibniz prend l'exemple de transformations géométriques. La figure transformée ne ressemble plus forcément à la figure d'origine, mais cela n'empêche pas qu'un certain nombre d'invariants structurels soient conservés.

Autrement dit le signe seul n'est rien, contrairement au symbole. On trouve sous le nom de symbole chez Leibniz la tentative de construire des signes qui représentent directement les choses. Symbole désigne à ce moment là le rapport d'image ou de ressemblance, contrairement à ce qu'on trouvait chez Aristote. Un symbole c'est un signe aristotélicien, c'est-à-dire un signe qui nous renvoie à la chose. Mais il ne faut pas confondre chez Leibniz le symbole et le caractère. Le caractère dans la caractéristique universelle reçoit sa signification non pas de la relation terme à terme qu'il entretient avec la chose signifiée, mais de l'ensemble des relations qui le lie aux autres caractères du système formel. Si en plus le caractère peut-être symbole ça serait bien. C'est pour cela que Leibniz a essayé. Mais il s'est rendu compte que maintenir la dimension symbolique gênait la constitution du formalisme et faisait peser des contraintes trop lourdes sur les règles de construction.

On ne peut donc même pas dire que le signe soit signe de quelque chose. Le rapport du signe au sens ne peut être défini par aucune correspondance terme à terme, mais uniquement au niveau de l'économie du système formel.
« Il vaut donc mieux placer la vérité dans le rapport entre les objets des idées. Cela ne dépend point des langues et nous est commun avec Dieu et les Anges. C'est donc dans ce rapport qu'on doit placer la vérité, et nous pouvons distinguer entre les vérités qui sont indépendantes de notre bon plaisir et entre les expressions que nous inventons comme bon nous semble. » (NE, IV, V, 2).
Le sens d'un signe c'est le réseau de relations dans lequel il est inséré. L'avènement du sens s'accomplit à deux conditions : (a) le signe doit être intégré dans une structure formelle, (b) cette structure doit correspondre ou exprimer des relations réelles. La sémantique est reconduite au niveau de la syntaxe.
Dire que la sémantique est réduite à la syntaxe cela ne désigne pas tant une sorte de réussite logique du projet leibnizien, on n'a que des essais chez Leibniz, mais ça décrit le centre même du projet de Leibniz.
De ce point de vue là on peut dire que Leibniz a retenu la leçon de Hobbes et la destruction du rapport d'image, mais qu'il l'a dépassé aussi bien du point de vue de la construction de formalismes locaux, que du point de vue du projet en réintroduisant ce rapport d'expression entre le discours et les choses.
La sémantique aristotélicienne qui repose sur une correspondance terme à terme est dépassée, mais au profit d'un isomorphisme entre la structure des signes et la structure du monde.

Mais dans cette dernière formule, vous pouvez peut-être commencer à percevoir ce qui distingue la logique formalisée de Leibniz et la logique moderne. On a un indice de l'ancrage métaphysique de la logique de Leibniz.

Le rapport entre la métaphysique et la logique il me semble qu'il se réalise de façon exemplaire au niveau du projet encyclopédique de Leibniz. C'est par ce biais là que je veux vous présenter les choses.
L'encyclopédie chez Leibniz, ça ne doit pas s'entendre au sens moderne, ni au sens de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert. Dans l'idée d'Encyclopédie chez Leibniz il faut entendre l'idée d'un savoir total, de la mise à disposition, de la mise à plat de la totalité du savoir sur le monde. S'il devait y avoir une encyclopédie leibnizienne vous pouvez imaginer qu'elle devrait pas procéder par simple juxtaposition d'articles rangés selon l'ordre alphabétique comme c'est le cas aujourd'hui, mais par engendrement et composition de l'ensemble des concepts à partir des concepts simples de l'alphabet des pensées humaines. L'encyclopédie chez Leibniz ce n'est pas une sorte de recueil statique du savoir des hommes, mais l'exposé du savoir absolu selon sa logique propre. S'il y a des encyclopédies au sens premier, ça ne peut être que comme étapes préparatoires au projet encyclopédique au second sens, qui consiste à retranscrire le mouvement du savoir dans sa dynamique propre.

Il s'agit d'un projet complètement énorme qui ressemble à une utopie. Chez Leibniz c'est conçu comme une œuvre collective qui devrait rassembler toutes les sociétés savantes de l'époque, mais aussi une œuvre historique à continuer au fil du temps et de l'invention des connaissances. L'encyclopédie elle-même doit participer à la découverte de vérités nouvelles.

Dans son projet d'Encyclopédie, Leibniz est tributaire de toute tradition religieuse ou mystique du savoir total. Dès le de arte combinatoria Leibniz fait référence à ce qui s'appelle l'Ars Magna de Raymond Lulle et qui avant l'encyclopédie leibnizienne était le prototype même de l'idée d'un savoir total. Leibniz est tout à fait au courant des tentatives hermétistes pour construire par exemple une langue universelle qui soit le symbole de toute la connaissance. Je pense par exemple aux travaux du Père Kircher. C'est à lui que Leibniz doit d'ailleurs ses recherches sur les caractères des Chinois.
Le travail de Leibniz rend obsolète les tentatives antérieures par la formalisation qu'il emploie. Pour ce qui est de Lulle, c'est un moine franciscain du 13^{e} et 14^{e} siècle qui avait conçu une sorte de méthode pour découvrir tous les attributs d'un sujet donné. Vous voyez que c'est ce modèle ou ce type de problèmes qui est repris dans la combinatoire de Leibniz. Le système de Lulle reposait sur des cercles concentriques qu'on pouvait faire tourner pour constituer des assembles de symboles donnant la réponse à la question cherchée. Les symboles étant tracés sur les bords des différents cercles. Le projet de Lulle a une fonction apologétique. Il s'agit pour contrer l'islam de constituer une science générale et universelle ayant réponse à toutes les questions possibles.

Leibniz est l'héritier de cette tradition, non pas du point de vue des méthodes, mais du point de vue du projet. La logique est au service ou se confond quasiment avec le projet d'une science totale.

Il me semble qu'on peut discerner 3 points sur lesquels le rapport entre métaphysique et logique dans l'encyclopédie apparaît de manière flagrante.

1. Au niveau du rapport d'expression de l'ordre des choses par l'ordre du discours. On a vu que ce rapport d'expression fondait le projet formaliste leibnizien. Or, pour que le rapport

d'expression fonctionne encore faut-il en quelque sorte que le monde lui-même soit exprimable. De cela nous avons une garantie dans la philosophie de Leibniz du fait que le monde soit considéré comme le résultat d'un calcul. Dieu chez Leibniz a fait le monde en calculant. Il y a un branchement ici entre une thèse de théologie et une thèse logique.
C'est une des thèses les plus célèbres de Leibniz. Vous la connaissez peut-être par la version ironique qu'en donne Voltaire dans Candide via le personnage de Pangloss.
La version canonique ou en tout cas la plus frappante se trouve dans un ouvrage très important de Leibniz qui s'appelle la théodicée. C'est un ouvrage de théologie qui porte sur la question du mal : pourquoi Dieu qui est tout-puissant a-t-il permis qu'il y ait du mal sur terre ? Vous voyez qu'on est en apparence tout à fait éloigné des questions de logique. Mais à la fin de ce texte on trouve une sorte de petit roman de métaphysique absolument incroyable. C'est l'histoire d'un personnage qui s'appelle Théodore et qui est transporté par magie dans le palais des destinés. Ce palais c'est une demeure infinie qui représente l'ensemble des mondes possibles. Théodore visite différentes pièces et dans chaque pièce il y a un état du monde légèrement différent de celui de la pièce d'à côté. Ce qui est absolument génial dans cette histoire c'est que chaque pièce contient un grand livre qui est l'histoire de ce monde. Chaque pièce possible à son encyclopédie.
Le palais est construit sous la forme d'une pyramide dont la base va à l'infini. Dans la dernière chambre, la chambre du haut, le monde est tellement beau et tellement parfait que Théodore doit boire un petit remontant pour arriver à s'y habituer. Evidemment ce monde c'est le notre, c'est le résultat du calcul infini de Dieu qui a choisi le meilleur des mondes possibles. Autrement dit s'il y a des maux c'est qu'ils sont nécessaires au meilleur du point de vue de Dieu.
Voilà le principe de la théodicée. Leibniz en profite pour inventer une sorte de science-fiction métaphysique. En quoi cette idée est-elle liée à la logique de Leibniz ? Si une logique formalisée est possible ou possède un intérêt pour Leibniz c'est parce que le monde lui-même est le résultat d'un calcul divin. Dieu a créé le monde en logicien et en calculateur. C'est ce qui fonde le rapport d'expression entre ma pensée et le monde. Ma pensée peut exprimer formellement le monde car le monde est déjà en quelque sorte un discours, le résultat d'une pensée, celle de Dieu.
Si on voulait employer une métaphore informatique, on pourrait dire que notre logique est comme un code court pour exprimer de manière simplifiée le code complet ou le chiffre du monde.
« On ne doit point s'étonner que je tache d'éclaircir ces choses par des comparaisons prises des Mathématiques pures, où tout va dans l'ordre, et où il y a moyen de les démêler par une méditation exacte, qui nous fait jouir, pour ainsi dire, de la vue des idées de Dieu. »
(Théodicée, 242. Voir aussi Discours de métaphysique, VI).

2. Cette manière de concevoir le processus de formalisation, dans ses enjeux et dans sa légitimité même, est complètement étrangère aux formalismes contemporains. Quand on axiomatise une théorie on insiste plutôt sur le caractère de convention intégrale du formalisme employé. On étudie les propriétés des systèmes formels indépendamment de toutes les interprétations possibles. Ce qui fait qu'on peut s'intéresser à des systèmes formels alors même qu'ils n'ont pas d'interprétations immédiates dans l'intuition du moment qu'ils demeurent parfaitement cohérents d'un point de vue formel. En faisant cela, un des intérêts du formalisme c'est qu'un formalisme qui a été conçu à partir d'un domaine donné peut fonctionner dans un autre domaine très éloigné à partir du moment où les relations entre les termes restent de même type.

Par opposition, pour Leibniz, non seulement le système formel que constitue la logique doit nécessairement être interprété, mais en plus il doit recevoir une et une seule interprétation : représenter le monde tel qu'il est, c'est-à-dire tel qu'il est écrit par Dieu.

3. Toute la logique de Leibniz repose sur le principe d'inclusion du prédicat dans le sujet. Cf. la lettre à Arnauld déjà citée. Or cet axiome qui fonde la logique reçoit chez Leibniz une interprétation métaphysique immédiate.
Leibniz distingue entre deux types de propositions. Il y a d'abord les propositions universelles et nécessaires comme sont les propositions des mathématiques. Or ces propositions sont pour Leibniz intégralement analytiques, c'est-à-dire qu'elles se déduisent en un nombre fini d'étapes de définitions premières ou de proposition tautologiques. A l'inverse elles peuvent toujours être ramenées à des propositions tautologiques. C'est l'équivalent au niveau des principes de la réduction des concepts aux concepts simples.
Mais il y a une deuxième classe de proposition chez Leibniz pour lesquelles l'analyse est en revanche infinie. Ce sont les propositions que Leibniz appelle les propositions contingentes, c'est-à-dire qui auraient pu ne pas arriver. Par exemple des propositions historiques du genre « César a franchi le Rubicon » ou « je suis venu en cours aujourd'hui », tout cela aurait pu ne jamais arriver, par opposition par exemple à « 2+2=4 ». Mais ce que nous explique Leibniz c'est que ces propositions sont réductibles à l'identité du point de vue de Dieu, qui a calculé le monde. Pour Dieu toute l'histoire est comme une vérité mathématique et découle avec la même nécessité de propositions identiques fondamentales. Cela c'est pour Leibniz la conséquence poussée jusqu'à son terme de l'inclusion logique du prédicat dans le sujet.

Le fait que les propositions contingentes ne soient analysables de façon complète que du point de vue de Dieu cela doit s'entendre en deux sens. D'une part cela restreint évidemment la portée de nos formalismes puisque notre entendement ou notre intelligence finie ne peut effectuer une analyse infinie au même titre que Dieu. Notre formalisme sera toujours marqué par un inachèvement radical. Si nous pouvions faire l'analyse ultime de tous les concepts ou de toutes les propositions alors nous pourrions nous hisser au point de vue de Dieu. Ce qui est après tout le terme ultime de l'encyclopédie, ce qui vous explique le lien de longue date entre le projet de l'encyclopédie et la mystique religieuse. Nous devrons donc nous contenter de formalismes locaux dans lesquels les termes simples ne sont pas les termes vraiment ultimes mais les termes premiers relativement à nous et à l'inachèvement de notre connaissance.
La thèse métaphysique de Leibniz sur le calcul infini de Dieu se présente de ce point de vue comme une thèse de limitation.

Mais en même temps il faut bien voir que nos formalismes locaux ne sont possible et n'ont d'intérêt pour Leibniz que par rapport à cet horizon d'un formalisme total, de ce code complet qu'est l'encyclopédie ou le savoir de Dieu.

Par ailleurs, il existe pour Leibniz des procédés qui permettent de maîtriser de manière finie, l'infini, à commencer par les procédés du calcul infinitésimal. Knecht qui est un des commentateurs de la logique de Leibniz fait allusion notamment à des tentatives d'appliquer les procédures du calcul infinitésimal à l'analyse des concepts ou des propositions. Est-ce qu'on ne pourrait pas avoir des outils logiques pour opérer un passage à la limite du fini à l'infini se demande Leibniz. Le 17^{e} siècle c'est le grand siècle de la maîtrise de l'infini d'un point de vue mathématique.

De tout cela il me semble qu'on peut retenir une petite leçon d'histoire des sciences. Il faut d'abord se méfier grandement de la notion de précurseur. Ici vous voyez que si la logique de

Leibniz présente bien un certain nombre de traits qui la rapproche des logiques modernes, elle en diffère complètement du point de vue du projet et de l'interprétation. Disons que j'ai essayé de vous présenter une histoire sans précurseurs.
De plus, on voit sur le cas de la logique de Leibniz comment un certain nombre de conceptions métaphysiques fonctionnent comme condition d'une révolution dans la pensée logique, la révolution de la formalisation intégrale du calcul logique. Exigence qui sera largement oubliée après Leibniz et redécouverte bien plus tard à la fin du 19^{e} siècle.

Conclusion.

J'ai essayé de vous présenter quelques sources lointaines de l'informatique dans le projet utopique, et pour une large part inachevé du 17e siècle de réduction du raisonnement à un calcul. J'espère que ce petit voyage en pays lointain ne vous a pas trop déboussolés et que vous avez pu surmonter la présence des quelques hydres ou serpents de mer métaphysiques que nous avons croisé.

Nous avons vu comment la doctrine du « penser c'est calculer » a fini par s'imposer chez Leibniz, mais tout en maintenant une difficulté fondamentale : comment fonder le sens de nos symboles si nous réduisons la pensée à une pure manipulation symbolique ? L'examen des doctrines successives de Hobbes et de Leibniz ouvre une sorte d'alternative entre d'un côté conventionnaliste ou nominaliste radicale et de l'autre une position qui repose sur la notion d'expression, mais qui trimballe de ce fait des casseroles métaphysiques non négligeables.

D'où peut-être le paradoxe de la situation contemporaine si on cherche à la penser à partir des enseignements qu'on peut tirer de Hobbes et Leibniz : nous avons conservé la définition formaliste du calcul leibnizien, mais dans le paysage métaphysique désolé qui est celui de Hobbes. D'où la question lancinante de la fondation de nos symboles. Si on perd le Dieu de Leibniz, on ne voit pas plus comment une pure manipulation syntaxique sur des symboles pourrait nous dire quoi que ce soit du monde, ce qui est précisément la critique que des philosophes comme Searle font à Turing et à l'idée que les machines puisse penser.
Pour nous modernes qui avons même inventé un mot, information, pour dire ce dégagement de la forme pure, par opposition au sens, comment est-ce qu'on va réinventer cette jonction de la forme et du sens qui est au cœur de l'acte de penser ? Que dit-on encore aujourd'hui quand on dit que penser c'est calculer, proposition qui me parait attachée de façon constitutive au projet de l'informatique ?

Je vous signale en guise de remarque conclusive que si on voulait vraiment rendre de la préhistoire de l'informatique comme j'ai essayé de le faire au 17e siècle par une étude d'éléments de philosophie de la logique, il faudrait revenir sur la notion d'automate qui est présente en arrière-plan des questions que nous avons traité. Nous avons vu Hobbes expliquer que les corps vivants ou même les Etats ou les corps politiques sont des automates. Leibniz quant à lui parle d'automates spirituels pour qualifier les monades et les êtres vivants. De fait pour concevoir des machines informatiques il ne suffit pas de dire que le raisonnement est un calcul, encore faut-il disposer de machines capables de réaliser un tel calcul. Or cette seconde grande idée possède elle aussi son histoire longue qui se confond avec celle des automates… mais comme on dit, c'est une autre histoire…