

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE RAISONNANTE : FINI LES INTERMÉDIAIRES ENTRE UTILISATEURS ET ORDINATEURS !

Sommaire

1. L'IA FRANÇAISE, DISSIMULATION D'ÉTAT !.....	2
2. L'IA, UNE TECHNIQUE EN PLEINE DECONFITURE.....	4
2.1. La bibliographie officielle sur l'IA est mensongère.....	4
2.2. En 2008, la déconfiture est partout dans le monde.....	5
3. INFORMATIQUE CLASSIQUE, PROCEDURAL ET « VRAIE » IA.....	7
3.1. Un programme = une expertise humaine précieuse.....	7
3.2. Le procédural : un raisonnement codé et imposé à l'ordinateur.....	7
3.3. Les 8 défauts du procédural.....	8
3.4. 1986 : arrivée d'une vraie IA et silence bizarre des chercheurs.....	11
4. LA VRAIE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.....	13
4.1. Les définitions de l'IA : un bric-à-brac.....	13
4.2. Genèse d'une invention : la Maïeutique.....	13
4.3. Ne pas recueillir la connaissance mais le savoir-faire !	15
4.4. Représentation du savoir-faire par les arbres de décision	15
4.5. Synthèse de la connaissance à partir du savoir-faire.....	17
4.6. Test de l'expertise et de la connaissance.....	18
4.7. La Maïeutique : méthode d'enseignement qui améliore le prof.....	18
5. AUTOMATISATION DE LA MAÏEUTIQUE.....	20
5.1. Maïeutica.....	20
5.2. Fonctions automatiques de validation de l'expertise.....	21
5.3. Pour l'ordinateur, la Maïeutique c'est de l'auto apprentissage	21
5.4. De la théorie « restreinte » à la théorie « générale ».....	22
5.5. La Maïeutique et les informaticiens.....	23
5.6. Maïeutica = intelligence = raisonnement.....	23
5.7. Le raisonnement d'un ordinateur dépasse celui d'un humain.....	24
6. LA FANTASTIQUE MÉCANIQUE DU RAISONNEMENT !.....	26
6.1. Raisonnement implique connaissance	26
6.2. Le raisonnement simple : production d'une vérité.....	26
6.2.1. Raisonnement avec faits binaires.....	26
6.2.2. Raisonnement avec faits multivalués.....	27
6.2.3. Raisonnement avec faits numériques.....	27
6.3. Le raisonnement « complexe » : production de connaissances.....	28
6.3.1. Raisonnement direct.....	28
6.3.2. Raisonnement par l'absurde	29
6.3.3. Démonstration.....	29
6.4. L'explication.....	29
6.4.1. Raisonnement = explication.....	29
6.4.2. Démonstration.....	30
6.5. La contradiction.....	30
6.5.1. Raisonnement = contradiction.....	30
6.5.2. Démonstration.....	31
6.6. La simulation.....	31
6.6.1. Raisonnement = possibilité de simuler des cas	31
6.6.2. Démonstration.....	32
7. TIARA, ORDINATEUR INTELLIGENT ET PRE-CONSCIENT.....	33
7.1. L'agent intelligent « Tiara ».....	33
7.2. Reconnaissance vocale.....	34
7.3. Synthèse vocale.....	35
7.4. Bibliothèque « Bibtiara ».....	36
7.5. Conversationnel Tiara.....	38
7.6. Version réduite de T.Rex.....	38
7.7. Tiara et conscience artificielle.....	39
8. CONCLUSION : L'AVENIR DE L'IA EST ÉCRIT ...DEPUIS LONGTEMPS !.....	41

1. L'IA FRANÇAISE, DISSIMULATION D'ÉTAT !

Cela fait 20 ans que l'Intelligence Artificielle – ou « IA » - a abouti au premier de ses objectifs : permettre aux non informaticiens de développer des programmes mieux qu'une équipe d'informaticiens. Cela fait 20 ans qu'elle a atteint le deuxième de ses objectifs : permettre à un ordinateur de dialoguer en langage courant avec ses utilisateurs, non pas en suivant un programme mais en l'inventant. Cela fait 20 ans qu'elle a atteint les objectifs définis par l'inventeur américain du mot « Intelligence Artificielle », [Marvin Lee Minsky](#), soit : « *la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique* ». Vous le saviez ? Quelqu'un le sait ? Non. Pourtant, l'invention a eu lieu en France ! Mais, dans notre pays, tout a été fait pour que les principaux intéressés, les utilisateurs d'ordinateurs, ne soient pas au courant...

En 1987, le colloque international sur l'Intelligence Artificielle, organisé en France à Avignon cette année-là par l'Université française, *n'a aucun conférencier proposant de présenter une réussite quelconque de l'IA*. En dépit des appels à conférences, seuls sont proposés des exposés universitaires théoriques ce qui désole la communauté des chercheurs. Un des exposants à ce congrès, la société Arcane, propose alors une présentation du fameux système expert « Joséphine » qui vient d'être développé pour la Banque de Bretagne à *partir d'une idée issue de la recherche universitaire : Pandora*, avec le concours des experts qui ont collaboré à sa réalisation. Les médias sont à l'époque nombreux à en parler : une quarantaine d'articles dans la presse et présentent Joséphine comme la 1^{ère} réussite opérationnelle de l'IA, le 1^{er} logiciel d'IA écrit par des non informaticiens, raisonnant sur une connaissance, *réellement* utilisé et dialoguant quotidiennement avec les clients. A la grande surprise d'Arcane, les organisateurs du colloque refusent la proposition de conférence, sans explication ! En 1991, Science et Vie présente un [long article](#) documenté et illustré sur Pandora, qui démontre qu'il s'agit d'une idée de génie. Après la parution, la revue reçoit le courrier d'une des deux jeunes universitaires qui ont développé Pandora au cours de leur thèse. Elle nie tout intérêt à Pandora et exige de la revue de se dédire et de publier un rectificatif ! En 1990, le chercheur universitaire chargé pour le compte de l'Anvar d'expertiser un projet d'Arcane basé sur l'exploitation de Pandora, « *Maïeutica* », conclut : « *Refuser le dossier. Il ne pourra pas y arriver. Néanmoins l'idée est très intéressante* »...

En 2000, l'Anvar, ex-« Agence Nationale de Valorisation de la Recherche » devenue récemment Oseo, accepte de prendre en charge 50 % des frais salariaux du premier Directeur de Recherche embauché par le chercheur (privé) qui tente de commercialiser cette technique. Dès que celui-ci est embauché, elle se ravise et ne lui octroie aucune aide ! Par ailleurs, elle complotte si bien pour qu'il ne reçoive pas non plus l'aide à la création d'entreprise, qu'il ne la recevra pas... En mars 2008, ce même chercheur tente d'actualiser dans Wikipédia, encyclopédie dite « libre », les définitions des mots « Intelligence Artificielle » et « système expert », très mal traités à l'époque (comme aujourd'hui : voyez les commentaires en tête de la page [Intelligence Artificielle](#)...). Il souhaite introduire un paragraphe sur Pandora et les réalisations qu'elle a permis en entreprise. Des universitaires débarquent alors en force sur ces articles et effacent sans le moindre commentaire TOUS les ajouts effectués, même les plus anodins. Au point que dans Wikipédia, il ne subsiste plus la moindre citation, le moindre mot qui pourrait faire référence à ce chercheur... Le 29 juin 2008, en réponse à un [appel à publication](#), ce chercheur propose à la revue d'Intelligence Artificielle (dépendant de l'association Française de l'IA) une publication scientifique sur la technologie IA qu'il a mise au point à partir de Pandora : *la Maïeutique*, issue de centaines d'expériences. En annexe, une cinquantaine de références en entreprise. Le 30 septembre, il reçoit la réponse : « *Qualité scientifique : définitivement peu utile* », « *Qualité technique : Inacceptable* », « *Aucune*

nouveauté », « *Qualité de l'état de l'art et des références : insuffisante* », « *Jugement d'ensemble : à rejeter* ». Il ne sera donc pas publié. Sa technologie peut ainsi rester inconnue et son entreprise couler... Chaque nouvelle tentative pour faire connaître cette partie de l'histoire de l'IA en France et ses réussites exceptionnelles est immédiatement effacée sans commentaire, toujours par les mêmes. Sur une période aussi longue, c'est une guerre ! De 1987 à aujourd'hui, les journaux nationaux – privés – continuent à en parler, les congrès privés sur l'IA sollicitent l'intervention de ce chercheur, mais aucun chercheur « officiel » n'y fait même allusion, aucun congrès « officiel » sur l'Intelligence Artificielle n'accepte une communication sur le sujet. Vous allez comprendre pourquoi au cours de cet article.

Le résultat, c'est que les entreprises qui ont le malheur de faire confiance à la recherche universitaire en IA, qui la financent pour en exploiter les résultats, se retrouvent plongées dans l'informatique de Mathusalem ! De même, les publications les plus récentes sur l'avenir de l'informatique, comme l'intéressant livre de Serge Boisse [*L'Esprit, L'IA et la Singularité*](#), spéculent à partir d'une compilation des poncifs officiels sur l'IA : systèmes multi-agents, notion de QI, prétendue difficulté pour l'homme de raisonner, l'intelligence présentée comme la capacité à résoudre des rébus, « seul l'homme est conscient » et, surtout ! aucune référence à l'évidence que *la 1^{ère} qualité que l'on puisse réclamer d'un ordinateur c'est qu'il sache communiquer avec nous sans passer par un informaticien* ! Ils ne peuvent donc aboutir à des idées novatrices. Tant de matière grise perdue à cause de quelques uns...

Le chercheur qui a tant souffert de cette dissimulation d'État, c'est l'auteur de cet article. Comme tout cela vous paraît probablement incroyable, ou invraisemblable, je vais commencer par vous montrer dans quel état pitoyable est aujourd'hui l'informatique mondiale et pourquoi elle a sérieusement besoin d'une révolution. Ensuite je vais vous montrer où cette fameuse IA de 1986 est arrivée en 20 ans : une intelligence copiée sur la nôtre, qui la dépasse, et même ...les prémisses d'une conscience artificielle ! Plus que « montrer », je vais même « démontrer » car vous pourrez la tester vous-même sur le web. Je remercie Jean-Paul Baquiast et Christophe Jacquemin, qui connaissent bien le milieu de l'Intelligence Artificielle et à qui je n'ai pas caché l'ostracisme d'État dont je souffre, d'avoir le courage de me publier...

S'ils me le demandent, je rédigerai par la suite un autre article *uniquement* sur l'ensemble des obstacles dressés pendant 20 ans sur ma route de chercheur privé et de créateur d'entreprise par les administrations françaises. C'est totalement incroyable. Et, au second degré, très drôle. Ce que je vous ai raconté ci-dessus ne représente qu'une toute petite partie de ce que j'ai subi...

2. L'IA, UNE TECHNIQUE EN PLEINE DECONFITURE

2.1. La bibliographie officielle sur l'IA est mensongère

Tout d'abord, ce que l'on appelle [Intelligence Artificielle](#) ou IA sur Internet, est inspiré des thèses officielles et n'en est absolument pas. Aucun besoin d'une compétence particulière pour s'en rendre compte : une intelligence « artificielle » c'est au minimum une machine capable de communiquer *directement* avec nous. Donc un ordinateur sans programmeur. Cherchez les définitions de l'IA dans Google et vous allez voir qu'AUCUNE ne met en avant cette évidence ! Il ne s'agit pourtant pas d'une utopie ridicule dont il serait vain de parler puisque cette IA-là existe depuis 20 ans en France !

Il y a aujourd'hui un fossé technologique important en Intelligence Artificielle entre la recherche « officielle », les discours officiels et les résultats issus de la recherche privée. Fossé inverse de celui auquel on s'attendrait puisque c'est la recherche privée qui est arrivée à produire une vraie IA, et cela dès 1986. Elle est pourtant partie d'une recherche publique – universitaire - française : Pandora. Mais ce résultat fut aussitôt abandonné de façon incompréhensible par l'université. Pandora, c'était un [système expert](#), la seule chose probante en IA, qui fonctionne par le raisonnement. Deux entreprises en avait perçu l'intérêt : GSI-Tecsi, une des premières sociétés de services informatique française, et A.R.C.A.N.E., une start-up fondée par moi-même en 1986. Ce logiciel fut installé dans nombre d'entreprises à partir de cette date. De nombreux journaux en ont parlé, mais les publications scientifiques officielles, elles, les premières concernées, se sont tues.

Si vous parcourez Internet pour comprendre ce qu'est l'IA et le système expert, vous allez découvrir ces « spécialistes » incompréhensibles car *ils n'ont visiblement jamais écrit le moindre système expert de leur vie*. Ils intoxiquent le public par des opinions d'un autre siècle, inspirés par une connaissance purement livresque, ignorant les réalités du terrain, qui nient doctement l'efficacité d'une technique qu'ils ne connaissent pas. Prenons ce [site au hasard](#). Voilà ce qu'on y lit à propos du système expert : « *L'ingénieur cognitif utilise, pour élaborer son système expert...* ». 1^{ère} intox ! L'auteur sous-entend qu'il faut un «ingénieur cognitif» pour avoir accès à l'IA ! Or, la vraie IA, c'est justement le contraire ! Elle est censée être à la portée des utilisateurs lambda. Non seulement c'est absurde, mais c'est totalement faux puisque les systèmes experts sont conçus pour être développés par des gens « normaux » : ceux qui sont experts en quelque chose, c'est à dire à peu près tout le monde. Plus loin, on trouve : « *il n'existe pas de méthode toute faite pour cerner les différentes stratégies des experts* » Mais quel culot ! Depuis 20 ans, des centaines d'articles parlent de la Maïeutique, une méthode générale valable pour tous les experts, qui écrit les systèmes experts pour eux ! Et il ne s'agit pas d'articles dans des journaux de seconde zone, il s'agit de journaux comme Les Echos, Ouest France, 01 Hebdo, Le Monde Informatique, Le Point, La Tribune de l'Economie, Systèmes Experts, La Lettre de l'Intelligence Artificielle, Science et Vie, Science et Vie Micro, Science et Technologie, Défis, Achats et Entretien, CXP, Le Nouvel Observateur, Courrier Cadres, Newbiz, Maintenance, Produktion (revue technique allemande), etc. ! La Maïeutique a été présentée lors de nombreuses conférences et d'innombrables démonstrations publiques dans des salons professionnels, congrès et colloques. Mais il est vrai qu'il s'agissait de médias privés, non « officiels »... Plus loin encore dans l'article de ce site pris au hasard, nous arrive le clou des préjugés sur l'IA : « *C'est là que se niche le fameux "sens commun", impossible à globaliser* » !!! Difficile de faire pire contre-vérité. Le « sens commun », c'est le bon sens, le *raisonnement* sans préjugé. Or, le raisonnement, c'est justement ce que fait parfaitement le système expert ! C'est sa spécialité ! Au point qu'il n'a besoin que de connaissances humaines pour faire tourner les programmes. En matière de « globalisation », on fait difficilement mieux !

Nos chercheurs en IA ont cessé depuis bien longtemps de « trouver ». Quand ils pensent IA, c'est toujours en référence à la même bibliographie officielle, qui commence

sérieusement à dater et ignore superbement les résultats de la recherche privée. On tombe dans la pensée unique. Les personnes « autorisées » disent toute la même chose. La critique est aisée mais l'art est difficile, me direz-vous peut-être. J'en suis bien conscient et c'est pourquoi j'ai écrit cet article. Dans ce qui va suivre, je vais vous présenter mon *expérience* personnelle de l'IA, celle d'un homme qui est dedans depuis 1982, qui a fait sa propre R&D avec le partenariat de ses clients. Puis, *je vais vous montrer une IA qui s'installe depuis 8 ans sans la moindre difficulté sur n'importe quel PC, mais dont malgré tous mes efforts, vous n'avez probablement jamais entendu parler. Vous pourrez même la tester sur Internet !* Vous constaterez ainsi qu'une invention attendue par 99,9% de la population peut demeurer bloquée pendant 20 ans pour des raisons mystérieuses...

2.2. En 2008, la déconfiture est partout dans le monde

L'ordinateur intelligent, donc indépendant du programmeur, cela mène directement au fameux « *Test de Turing* » dans l'esprit des informaticiens et des gens cultivés. En 1950, alors que l'Intelligence Artificielle était bien loin d'exister puisque l'ordinateur lui-même savait à peine calculer, un chercheur anglais, Allan Turing, ne se prive pas de rêver. Il imagine qu'un jour un ordinateur sera capable de faire illusion lors d'une conversation et de faire croire qu'il est humain. Ce qui signifie qu'il sera capable de communiquer sans intermédiaire informaticien. Il propose alors un test qui permettra de distinguer quand ce jour sera arrivé : mettre en concurrence à l'aveugle un humain et un ordinateur. On place devant un testeur humain deux terminaux, l'un est branché sur un ordinateur et l'autre à un autre terminal piloté par un humain. Bien entendu, le testeur ne sait pas lequel des deux est relié à l'ordinateur. La communication est écrite : on tape ses questions et réponses au clavier, les réponses s'affichent à l'écran. Le testeur doit correspondre avec ses deux interlocuteurs pendant 5 mn avant de déterminer lequel est l'ordinateur. S'il ne parvient pas à discerner lequel est l'ordinateur, le test est réussi.

Aujourd'hui, les USA, toujours aussi extraordinairement dynamiques, organisent forces concours d'IA dans l'espoir de voir arriver la rupture tant désirée, une innovation bouleversant le paysage de l'informatique. Les universités américaines - et quelques étrangères - s'y font une guerre féroce à coup de millions de dollars de sponsoring, de centaines d'informaticiens et d'années de travail, le tout sous les yeux passionnés des médias. En 1990, un prix spécial a ainsi été créé pour récompenser le logiciel qui parviendrait à passer le test de Turing, le [Prix Loebner](#) : 100 000 € et une médaille d'or à l'heureux gagnant. *A ce jour, aucun logiciel n'a gagné le prix*, même si certains d'entre eux semblent en progression (Elbot). Du coup, les organisateurs remettent 2 000 € et une médaille de bronze à ceux qui imitent le mieux la conversation humaine... Cela signifie qu'en 17 ans, en dépit de moyens « américains », aucune université au monde, aucune société spécialisée en IA, aucun informaticien génial n'est parvenu à développer un programme faisant complètement illusion 5 mn !

Prenons un autre concours bien connu : « [Urban Challenge](#) », organisé depuis des années par la Défense américaine. Il a pour objet la circulation de véhicules sans pilote. Des véhicules doivent faire 60 miles (96 km) dans le flux d'une circulation urbaine, sans pilote, grâce à une « Intelligence Artificielle ». Le dernier gagnant, l'université privée Carnegie Mellon, a expliqué - confidentiellement mais fièrement - que pour faire fonctionner son « IA » il avait équipé son véhicule d'une dizaine de PC en réseau, sur lesquels tournait un programme de 300 000 lignes de C++ (le langage informatique réputé le plus performant à ce jour) !!! Pas la moindre Intelligence Artificielle là-dedans. Bien entendu, il y a de nombreux capteurs à gérer pour rester sur la route, éviter les collisions, faire des créneaux, respecter les priorités et repérer la couleur des feux. Mais faut-il que les ordinateurs soient considérés comme stupides pour qu'on les associe en si grande quantité pour un travail aussi simple !

Ces échecs persistants confirment ce que je vous disais en introduction : en 2008, l'IA « traditionnelle », c'est à dire celle des chercheurs spécialisés en Informatique Avancée, est dans une impasse totale. Pour le test de Turing comme pour Urban Challenge, les compétiteurs ne parviennent pas à produire quelque chose d'intelligent et, pour compenser, font donner l'artillerie lourde. Et pourquoi n'y arrivent-ils pas ? Tout simplement parce qu'ils continuent à développer avec des langages dits « procéduraux » utilisés depuis l'aube de l'informatique (comme C++). Or, et tout le monde le sait, *ces langages ne contiennent pas la moindre intelligence*. Ils ne peuvent donc en donner à l'ordinateur. Ce sont des tables de matière, des dictionnaires de langue. Pire, ils le rabaisent en le traitant en idiot. Je dénonçais déjà cet état de fait en 1986 : voyez cet [article des Echos](#) !

Les informaticiens n'arrivent pas à introduire la rupture nécessaire à tout progrès, celle qui aurait évidemment le défaut de les rendre inutiles au quotidien... Ils cherchent dans la mauvaise direction, ou ils prétendent chercher. Il faut donc que ce soit les principaux intéressés qui cherchent à leur place: les non informaticiens. C'est ce que j'ai fait. Et en quelques mois j'ai trouvé ...ce que tout le monde cherche encore. Pour bien comprendre l'intérêt de cette découverte, il faut déjà comprendre dans quel état est l'informatique actuelle.

3. INFORMATIQUE CLASSIQUE, PROCEDURAL ET « VRAIE » IA

L'informatique est dominée depuis toujours par une technique de développement des programmes : le « procédural », à laquelle est longuement (dé)formée toute une catégorie de techniciens spécialisés : les programmeurs informaticiens.

3.1. Un programme = une expertise humaine précieuse...

Un programme, un logiciel ou une application informatique, c'est l'automatisation d'une ou de plusieurs tâches. Tous sont divisés en 3 parties :

- *des données (à traiter, résultats, stockées dans des bases de données)*
- *des interfaces (saisie des données à traiter, affichage des résultats)*
- *une ou des expertise(s) métier*

L'expertise métier, c'est la partie la plus importante du programme puisqu'il a été écrit pour elle. C'est la connaissance précieuse d'un expert qui sait comment s'exécute la tâche que l'on veut automatiser. Sans elle, le programme n'a pas lieu d'être. Le traitement des données et la génération d'interfaces sont à son service. Ce sont des techniques bien au point : vous trouvez sur le marché des programmes évolués et bon marché qui s'en chargent et sont même à la portée des non informaticiens. Par contre, la traduction d'une expertise métier en programme demeure une tâche pour laquelle on a – prétendument – pas trouvé de démarche simple et qui réclame donc le travail d'un informaticien. Un programme peut contenir plusieurs expertises métier.

Si l'on raisonne un peu, les outils du marché gérant les données et les interfaces sont eux-mêmes des programmes. Donc, en tant que programmes, ils sont composés de données, d'interfaces et d'une expertise-métier ! La gestion d'interfaces nécessite une expertise en ergonomie et une expertise en informatique. La gestion des données nécessite une expertise en informatique et en organisation. *Cela signifie que, plus on descend dans l'essence d'un programme, plus on ne retrouve que de l'expertise métier.* Seulement, plus on descend, plus on s'éloigne de l'expertise non informaticienne de l'expert et plus on se retrouve à gérer de l'expertise étroitement liée au fonctionnement de l'ordinateur : comment exploiter une souris, un clavier ou un disque dur, comment afficher des zones de saisie à l'écran, comment piloter une imprimante, comment mettre à jour une base de données, etc. Tout en bas, on se retrouve à décrire le fonctionnement intime de la machine ordinateur, avec ses composants et ses périphériques.

3.2. Le procédural : un raisonnement codé et imposé à l'ordinateur

Le « procédural », ou programmation « impérative », c'est la rédaction par un programmeur informaticien de procédures *imposées* à l'ordinateur, composées d'« instructions ». Dans la vie courante, les humains qui reçoivent des instructions ou des procédures à suivre sont des subalternes et les tâches qu'on leur donne sont simples. Les cadres, eux, ont des tâches trop complexes à exécuter pour qu'on leur impose des procédures, de toute façon impossibles à retenir. Alors on leur donne de la connaissance et on leur explique ce qu'ils doivent en faire. C'est toute la différence entre le procédural et son opposé : le « [déclaratif](#) ». Avec le déclaratif, réputée être une science encore théorique, on « déclare » à l'ordinateur la *connaissance* à utiliser et le cadre de son utilisation, sans lui imposer comment faire. Si ce mot, « déclaratif », a été inventé c'est bien parce qu'il correspond à un besoin urgent. La science officielle vous dira qu'aucun outil déclaratif opérationnel n'existe aujourd'hui... Pourtant, cela fait 20 ans qu'il existe et qu'il est utilisé en entreprise, d'où mon article.

Pour développer un programme, donc du procédural, le programmeur *raisonne* sur la connaissance à automatiser et imagine tous les cas que le programme rencontrera.

Comme c'est un humain, il en oublie pas mal et le programme plantera au départ lors des tests. Ce sont les fameux « bugs », inséparables de l'informatique traditionnelle. *Un théorème fort connu des informaticiens, le théorème de Gödel, démontre même qu'il est impossible qu'un programme procédural complexe soit fiable !* Une fois que le programmeur pense avoir recensé tous les cas possibles, il imagine la procédure que l'ordinateur devra suivre pour les traiter tous, l'algorithme, qu'il représente sous une forme visuelle : l'ordinogramme ou organigramme. Enfin, à l'aide d'un langage spécial aussi complexe que du chinois (C++, Java, Pascal, Basic, Cobol, etc.), il part de cet algorithme pour écrire le programme. L'ordinateur n'aura plus qu'à l'« exécuter ». Le métier de programmeur est donc éminemment intellectuel et complexe. Il doit suivre une formation de longue durée, un an minimum, pour apprendre à parler procédural. Le métier consistant à passer sa vie à « donner des instructions » à un simple d'esprit (l'ordinateur) est tout à fait anti-naturel, frustrant et anti-social. Il explique la mentalité particulière des programmeurs.

3.3. Les 8 défauts du procédural

Maintenant, rendons à César ce qui est à César : c'est tout de même grâce au procédural que notre société actuelle existe et il a réussi à l'aider à se développer. Sans le procédural, l'IA elle-même ne peut exister car il faut bien la programmer elle-même... Pour le moment, il est incontournable pour l'écriture des logiciels simples, la programmation des calculs ou des actes réflexes. En somme, pour toutes les tâches qui ne réclament pas de raisonnement.

Maintenant, passons en revue les défauts du procédural. La liste qui suit, vous ne la trouverez nulle part... Il faut être non informaticien pour oser la commettre ! J'ai mis l'IA en parallèle (Maïeutique ou Pandora, que je décrirai plus tard) pour que vous puissiez mieux mesurer à quel point ses avantages sont énormes. Ils sont au nombre de huit :

1. *le procédural nécessite la présence d'un intermédiaire*
2. *il représente la connaissance de façon illisible pour le commun des mortels*
3. *il faut coder tous les cas qui se présenteront*
4. *le programmeur fait un boulot de dingue ...et il en est fier*
5. *pendant tout le développement, l'expert ne voit pas son programme !*
6. *on ne touche plus au programme une fois écrit*
7. *impossible de modifier un programme en cours d'utilisation*
8. *impossible d'aborder certains domaines d'applications*

● 1^{er} défaut : *le procédural nécessite la présence d'un intermédiaire*

Entre l'expert qui détient la connaissance à mettre dans le programme et les utilisateurs qui utiliseront le programme, il y a un intermédiaire : le programmeur. C'est lui qui est chargé d'écrire le programme. C'est lui - ou un autre - qui sera par la suite chargé de le faire évoluer. Comme il faut tout lui expliquer, c'est long et fastidieux. De toute façon, il ne peut pas comprendre une expertise qui a demandé des années à être acquise par l'expert. Ça ne l'empêche pas, par un amour-propre compréhensible, de prétendre le contraire, ce qui a pour effet d'envenimer fréquemment les relations informatique-services utilisateurs...

Avec la Maïeutique, c'est l'expert qui écrit l'application et la fait lui-même évoluer, en collaboration avec les utilisateurs. Une fois terminée, il la remet au service informatique pour intégration dans le système d'informations. Le poids de l'erreur dans les logiciels repose désormais sur les experts (qui s'en accommodent très bien...). Les informaticiens sont libérés des tensions avec les services utilisateurs. Ils deviennent des collaborateurs « normaux » parlant le langage de tous.

● 2^{ème} défaut : le procédural représente la connaissance de façon illisible pour le commun des mortels

Un programme, ce sont des pages de « code » cryptées dans un langage hermétique qu'on ne peut comprendre qu'après avoir suivi une longue formation. Même le programmeur ne s'y retrouve pas quand il remet le nez dans un programme qu'il a écrit il y a plusieurs mois... Et je ne parle pas du malheureux qui doit se replonger dans un programme écrit par un autre !

La Maïeutique présente, elle, un savoir-faire ET une connaissance humaine en langage courant, qu'elle sait « faire tourner » comme un procédural bien écrit. Avec elle, le programme se réduit à une petite base de données toute bête : une « base de connaissances ». C'est quelque chose d'infiniment plus concis et clair que du procédural.

● 3^{ème} défaut du procédural : il faut coder tous les cas qui se présenteront

Que fait l'expert quand il travaille avec sa connaissance : il raisonne sur LE cas qui se présente et il le résout. Après, il l'oublie et passe à un autre ou à autre chose. Ce n'est pas fatigant. Que fait le programmeur une fois qu'il a compris la connaissance de l'expert à mettre dans le programme : il raisonne sur l'ensemble des cas qui peuvent se présenter au programme et il code chacun d'eux ! Quand on sait qu'il peut y en avoir des centaines ou des milliers, parfois beaucoup plus, on comprend qu'écrire un programme réclame beaucoup de temps.

Que fait le système expert de type Pandora, lui ? Il raisonne sur LE cas qui lui est présenté, il le résout et il l'oublie. Exactement comme l'expert. Pourquoi le programmeur se casserait-il les pieds à imaginer puis créer une procédure traitant de tous les cas possibles si le programme peut inventer immédiatement la solution pour chaque cas ?

● 4^{ème} défaut du procédural : le programmeur fait un boulot de dingue ...et il en est fier

Non seulement le pauvre programmeur est obligé de comprendre une expertise qui n'est pas la sienne, non seulement il doit imaginer tous les cas possibles, mais encore il doit suivre une procédure complexe s'il veut être sûr que son programme tourne et soit accepté : analyse, ordinogramme, codage, tests/modifications. Plus toutes les étapes nécessaires à l'intégration définitive du nouveau programme dans le système informatique : présentation du programme aux utilisateurs, prises en compte des demandes de modifications des utilisateurs, modifications de l'ordinogramme, re-codages, re-tests/modifications, re-présentations du programme aux utilisateurs, etc. Je dis « etc. » car ces allers-retours entre l'utilisateur non satisfait du programme et le bureau du programmeur peuvent se compter par dizaines. Et je ne parle pas du travail de mises à jour sur les programmes, tâche encore plus complexe qui prend un temps énorme. En effet, le programmeur doit relire des pages de codes dont il ne se souvient plus et, pire, que souvent il n'a pas écrites lui-même. Cette re-programmation est une tâche très stressante pour lui : il s'agit de modifier un outil maintenant fiabilisé et utilisé couramment par des gens qui ne peuvent s'en passer et il sait d'avance qu'il va le leur livrer avec des bugs... Bonjour l'ambiance !

Ceci dit, il est conscient que personne ne peut mettre le nez dans un tel travail, que les utilisateurs n'y comprennent rien et qu'il est de ce fait incontournable... L'évolution des langages informatiques dans le temps est le signe tangible qu'en matière d'informatique, le pouvoir n'est pas entre les mains de ceux qui l'utilisent. *Tout indique qu'il faut plus longtemps aujourd'hui qu'hier pour développer un programme et que ça s'aggrave sans cesse.* Un langage comme Java, très récent, plébiscité par la communauté des informaticiens au point que la majorité des projets nouveaux sont prévus avec lui, réclame davantage de temps en développement que le langage « C » plus ancien ! Les services utilisateurs d'entreprises se rendent bien compte de cette dérive et font de plus

en plus pression pour maîtriser eux-mêmes les développements. Encore faudrait-il qu'ils soient tenus au courant des progrès réalisés pour eux...

Avec la Maïeutique, l'ordinateur fait déjà 50 % du travail, ce qui est un gage de rapidité et de fiabilité. L'expert n'a à réfléchir que sur son savoir-faire, pas sur le futur programme. Les utilisateurs et lui voient le programme s'élaborer sous leurs yeux. Ils peuvent rectifier au fur et à mesure si nécessaire. Il n'y a plus besoin de la présence du programmeur et de toutes les étapes imposées par le procédural. Ça va au moins 10 fois plus vite. La mise à jour des programmes est encore plus facile que le développement, la connaissance étant déjà structurée dans un certain nombre de pages identifiées. Sauf que là, ce n'est plus l'ordinateur qui guide l'expert, c'est l'expert qui guide l'ordinateur : il cherche la page où se trouve la partie de son savoir-faire à modifier, la lit (ce sont des arbres de décision écrits en langage courant, vous allez voir plus loin) et modifie l'endroit désiré. L'ordinateur re-génère l'ensemble du programme, en quelques secondes, et fournit un nouveau programme totalement fiable. Avec la Maïeutique, l'ordinateur est au service de l'utilisateur, pas l'inverse !

● 5^{ème} défaut : pendant tout le développement, l'expert ne voit pas son programme !

Quand l'expert (ou un utilisateur) demande la réalisation d'un programme, il ne peut dire en général au programmeur quelle tête ce programme devra avoir à la fin. Ce n'est pas son métier d'imaginer le programme en train de tourner alors qu'il ne sait déjà pas de quoi est faite sa connaissance ! Quant au programmeur, bien qu'il soit expert en informatique, il ne peut pas lui dire non plus à quoi ressemblera le programme à la fin : il n'a aucune idée de l'expertise à recueillir. Son métier c'est informaticien, pas expert-comptable ! Il ne sait pas non plus comment les collègues de l'expert travaillent actuellement avec cette expertise et donc *il ne peut décrire le programme qu'il serait bon de leur proposer pour que ce soit mieux*. C'est un dialogue de sourds. Tout ce petit monde n'aura une idée du programme que ...lorsqu'il sera terminé ! C'est à dire bien tard. Et là, les utilisateurs ne seront pas d'accord, l'expert dira qu'il y a des erreurs ... d'où les allers-retours.

Avec la Maïeutique, no problem : le programme est développé dans le service concerné, par les personnes concernées, qui le voient évoluer sous leurs yeux et peuvent le tester en permanence « pour voir ». Ils le rectifient ensemble autant de fois que nécessaire. Quand il est fini, il est fini. Il n'y a plus qu'à le transmettre au service informatique pour intégration avec les autres programmes existants.

● 6^{ème} défaut du procédural : on ne touche plus au programme une fois écrit

Il faut tellement de temps pour modifier un programme et sa fiabilité devient alors tellement incertaine qu'on ne le modifie que le plus rarement possible : tous les 6 mois, tous les ans... Un tel délai ne convient en général pas aux services utilisateurs, mais c'est comme ça...

Avec la Maïeutique, tous les programmes peuvent être modifiés *quotidiennement s'il le faut*. Ce sont des bases de données, ce qu'il y a de plus fiable et de plus facile à modifier en informatique. Du coup, les mises à jour peuvent être quotidiennes.

● 7^{ème} défaut du procédural : impossible de modifier un programme en cours d'utilisation

Avec le procédural, on ne sait pas dans quel état sont les données ni où en était la procédure si on remplace brutalement la version courante du programme en cours d'utilisation par une version ultérieure. L'exécution ne peut donc repartir du bon endroit. Les utilisateurs devront recommencer le travail, en plus sans savoir à partir de quand ! C'est pourquoi la version d'un procédural n'est remplacée par une autre que la nuit, lorsque tous les utilisateurs dorment, ou alors pendant une période où leur

utilisation est interdite : « Désolé, cette application est en cours de maintenance, veuillez attendre SVP... ».

Au contraire, un système expert de type Pandora peut être remplacé par une nouvelle version en cours d'utilisation, de la même façon qu'une base de données ...puisque c'en est une ! En effet, ce qui évolue constamment dans un système expert, c'est sa base de données de connaissances : la base de règles. Sur Internet, ce type d'opération est fréquent : on l'appelle « mise à jour de bases de données en temps réel ».

8^{ème} défaut du procédural : impossible d'aborder certains domaines d'applications

Aujourd'hui, à cause de tous ces défauts, toute un domaine d'applications n'est jamais traité. C'est d'abord celui où règne « l'explosion combinatoire » : le nombre de cas à traiter dans le programme devient tellement énorme que l'on sait d'avance - théorème de Gödel oblige - que l'on n'arrivera jamais à un programme fiable. C'est ensuite celui des applications qui évoluent fréquemment pour ne pas devenir obsolètes, ce que le procédural ne sait pas faire vu le temps qu'il met déjà à réussir une mise à jour fiable (6^{ème} défaut).

Ce domaine d'applications est le suivant :

- les Conversationnels car 1) c'est le règne de l'explosion combinatoire et 2) ils reposent sur des connaissances pointues sans cesse affinées et il faut les faire évoluer constamment
- les aides au diagnostic et les aides à la décision, sujettes à l'explosion combinatoire et qui doivent s'améliorer sans cesse en fonction du retour d'expérience
- les logiciels fournissant des conseils sur des prestations évoluant souvent, les logiciels d'aide à la configuration de machines complexes
- les logiciels réclamant essentiellement du raisonnement sur des cas complexes : simulation logique de machines ou de systèmes, test d'idées, diagnostic de panne.

La solution pour traiter la complexité, c'est le raisonnement sur la connaissance comme nous savons tous le faire. C'est le domaine idéal de la Maïeutique. C'est d'ailleurs bien par là qu'elle a commencé, en 1986...

3.4. 1986 : arrivée d'une vraie IA et silence bizarre des chercheurs...

Ce qu'on peut reprocher au monde des chercheurs en informatique, c'est le retard qu'il nous a fait prendre depuis 20 ans en ne s'intéressant JAMAIS à une technique IA née en 1985. Jugez-en vous-même : cette année-là, Pandora, le premier logiciel montrant une [Intelligence Artificielle](#) indiscutable et géniale de simplicité, sort des laboratoires de l'université Paris 6, alors très en pointe en recherche informatique. C'est un [système expert](#), le 1^{er} de l'histoire à se comporter comme le veut la théorie : *il peut être programmé par des non informaticiens, il raisonne sur des connaissances humaines exprimées en langage courant et il dialogue avec ses utilisateurs !* Il est aussitôt acheté par la société de services informatiques française GSI-Tecsi, qui le relooke et le commercialise à partir de 1986 sous le nom d' « Intelligence Service », joli nom, bien trouvé... Fin 1986, Intelligence Service permet la réalisation du 1^{er} système expert utilisé quotidiennement et dialoguant avec les clients : [Joséphine](#) (Banque de Bretagne). Puis c'est [Créatest](#) (ANCE), vendu à des centaines d'exemplaires dans les centres d'aide aux créateurs d'entreprises. Puis [Aloes](#) (Université Nancy 2), vendu également à des centaines d'exemplaires dans les centres d'aide à l'orientation des étudiants. Puis Soudfe pour la DGA: un guide intelligent pour le soudage par faisceau d'électrons. Puis bien d'autres... Bientôt, les systèmes experts écrits avec Intelligence Service ne portent même plus de nom tellement la technique est devenue commune.

Les médias se passionnent pour cette IA en marche, plusieurs centaines d'articles s'en font les échos ! Et pourtant, en dépit de ce battage médiatique, en dépit d'innombrables démonstrations en 20 ans, en dépit de présentations dans les salons professionnels, en dépit de centaines de réalisations en entreprises... nos chercheurs se taisent ! Pire encore : ils tentent de faire taire ceux qui parlent ! En 1991, lassé de ce silence obstiné, je m'en étais étonné dans le long article de Science et Vie cité en introduction. La seule réaction obtenue fut un courrier d'une des deux développeurs de Pandora, adressé à la revue. Je m'attendais à ce qu'elle me remercie d'avoir reconnu la qualité de son travail. Eh bien non ! Elle affirmait haut et fort que le « journaliste » qui avait commis l'article était incompétent, que Pandora n'avait aucun intérêt et que les autres recherches universitaires en IA - celles qui n'iaient Pandora et qui, 17 ans après, n'ont toujours rien donné... - étaient beaucoup plus prometteuses ! Hara-kiri ! Avec culot, elle exigeait en prime que sa lettre soit *publiée* au titre de son « droit de réponse » - comme si on l'avait insultée - pour que les foules oublient instantanément Pandora ! Vu l'absence totale d'argument défendant sa thèse face à un article qui faisait tout de même 16 pages documentées et illustrées, Science et Vie ne lui accorda pas satisfaction et ne lui répondit même pas...

Non content d'être l'IA opérationnelle espérée par les chercheurs en informatique, d'être du « déclaratif », le Graal des chercheurs en informatique, Pandora était aussi l'outil rêvé pour faire du « RAD », c'est à dire du développement rapide d'applications, un autre de leurs objectifs décrit dans nombre de leurs ouvrages scientifiques. Et quand ces rêves se concrétisent... chut ! *GSI TECSI, qui tentait de vendre Intelligence Service à une cible purement informaticienne (sa clientèle) finit par jeter l'éponge en 1990 et met son produit à la poubelle !* Ses vendeurs ne comprenaient pas comment j'arrivais à en vendre. Je leur ai expliqué qu'il ne faut pas s'adresser aux services informatiques, qui prétendent toujours savoir faire avec leur procédural, mais aux experts d'entreprises, qui veulent à tout prix éviter les contraintes du procédural. J'ajoutais qu'on ne pouvait pas vendre ce produit sans la méthode d'écriture qui va avec (la Maïeutique). Mais tout ça n'était pas la politique de GSI-Tecci et je me suis retrouvé seul sur le marché...

4. LA VRAIE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

4.1. Les définitions de l'IA : un bric-à-brac

Si vous regardez une définition au hasard de l'Intelligence Artificielle sur Internet, il y a des chances pour que vous n'y compreniez rien. De plus, chaque définition est différente des autres. Comme s'il pouvait y avoir plusieurs sortes d'intelligences et plusieurs interprétations du mot artificiel ! Vous ne verrez même pas cette évidence que l'Intelligence Artificielle c'est le rêve d'un ordinateur sans intermédiaire informaticien qui sait parler directement avec ses utilisateurs. Cela fait maintenant 20 ans que je combat pour qu'émerge une seule définition de l'IA évidente et simple, mais ça n'intéresse personne. De 1987, où je vantais les vertus de la logique contenue dans Pandora, jusqu'en mars 2008 avec Wikipédia, encyclopédie « libre » dans laquelle je ne fus pas libre de compléter les lacunes sur l'histoire de l'IA française...

Ah, Wikipédia en France... Quelle poésie ! Le meilleur et le pire s'y côtoient... Pour l'IA, c'est le pire. Vous pouvez lire [ici](#) quelques extraits de mes échanges avec ses gardiens du temple. C'est abscons mais instructif. Vous constaterez que ça se termine tout en bas par : « *Non, il n'y a aucune nécessité pour Wikipédia de prendre en compte un travail qui n'a pas fait l'objet de recensions au sein de la communauté scientifique* ». Cela signifie qu'un travail appliqué couramment en entreprises, dont elles sont fières au point d'en avoir averti de nombreuses fois les médias, cité dans plusieurs centaines d'articles de revues nationales dont un dans la revue scientifique Science et Vie, n'a pas à être cité dans une encyclopédie si la « communauté scientifique » - d'État - ne donne pas son aval ! Voyant rappliquer tant de personnes toutes d'accord pour me barrer le passage dans l'encyclopédie, quel que soit l'article auquel je collaborais, je leur ai demandé quels étaient leurs métiers : tous universitaires ! Sauf un, le seul qui voulait m'entendre. Aucun spécialiste de l'IA, aucun informaticien... Le temple est bien gardé ! Bien entendu, ils considèrent Science et Vie comme n'appartenant pas à la communauté scientifique (c'est une revue trop privée, peut-être...). J'ai finalement sollicité l'intervention d'un arbitre, baptisé dans cette encyclopédie du doux nom de « wikipompier »... Quand il arrive, je découvre que c'est un ...lycéen ! Mes adversaires sont déjà des universitaires, il a fallu qu'on m'envoie un jeune, inexpérimenté et qui dépend d'eux étroitement ! Que pensez-vous qu'il arriva ? Le lycéen me donna tort... J'ai donc claqué la porte et apporté mes définitions à l'encyclopédie Larousse, qui les a trouvées intéressantes au point de les noter 5 étoiles sur 5 : [l'Intelligence Artificielle](#) et [le système expert](#) ! Il y a vraiment deux mondes dans notre hexagone. CCF (C'est Ça la France)...

4.2. Genèse d'une invention : la Maïeutique

En janvier 1986, quittant une société où je proposais avec succès des informaticiens spécialisés en IA (société Cril), je fonde A.R.C.A.N.E. (« *Automatisation du Raisonnement et de la Connaissance, Acquisition Normalisée de l'Expertise* »), une start-up avant l'heure destinée à commercialiser des solutions d'Intelligence Artificielle. Je n'étais pas informaticien étant diplômé d'une école supérieure de commerce, j'avais quelques lumières sur la programmation ayant suivi une formation d'Ingénieur Commercial chez Honeywell Bull. Je n'avais aucune compétence technique en Intelligence Artificielle. Pour convaincre la clientèle, qui commençait déjà à l'époque à douter sérieusement des promesses de l'IA, je me suis mis à développer moi-même devant les clients des petits systèmes experts. La vraie IA, dans mon esprit, c'était le développement de programmes à la portée du non informaticien. Ce devait donc être à ma portée. J'ai fait le tour des outils de l'époque dits d'IA, prétendant permettre à des experts de développer eux-mêmes des programmes capables de dialoguer : des « générateurs de systèmes experts » ([PC Consultant +](#), [Nexpert Objet](#), [Guru](#), etc.). J'ai été abasourdi par les mensonges et dissimulations des vendeurs de ces outils, la plupart d'origine américaine, qui prétendaient les vendre par

milliers aux USA. En réalité, ces générateurs étaient du procédural déguisé, d'une telle complexité que leur utilisation se révélait quasi-impossible même par des « cognitiens », les informaticiens spécialistes de l'IA. Ces logiciels furent pour beaucoup dans l'image exécrationnelle de l'IA. Par bonheur, il existait UN outil sur le marché à ma portée, susceptible de permettre à ma société d'exister : *Intelligence Service*, issu de Pandora, et je l'ai trouvé ! C'est grâce à lui que j'ai pu découvrir la Maïeutique, méthode d'écriture automatique de systèmes experts.

Et pourquoi est-ce moi, un vulgaire vendeur d'ordinateurs, qui ai fait cette découverte fondamentale en Intelligence Artificielle et non les nombreux chercheurs de tous pays longuement formés à l'informatique avancée et à l'Intelligence Artificielle ? A mon avis, pour trois raisons. D'abord, l'Université Paris 6, très en pointe dans la recherche en IA mondiale (grâce au Professeur Laurière), qui avait produit Pandora par accident, la jugeait « sans intérêt » et n'en a point parlé ! J'ai pourtant discuté avec M. Laurière pour lui faire comprendre le génie de cette œuvre, alors que j'étais bien connu médiatiquement. Sous ma pression, il a fini par reconnaître l'intérêt de Pandora dans certains cas. Mais il n'a pas démordu qu'il y avait bien mieux pour l'informatique : entre autres son projet Alice (qui semble ne pas avoir abouti). Comme ses collègues, il ne s'intéressait pas à la logique compréhensible de tous. Les chercheurs IA français donnaient d'ailleurs à la logique humaine contenue dans Pandora un nom méprisant : Logique d'Ordre « Zéro ». Plus bas, tu meurs... Eux, ils s'adonnaient à des logiques de beaucoup plus haut niveau ...qu'ils étaient assurés d'être les seuls à comprendre : logiques « d'ordre 1 », « d'ordre 2 » ou « d'ordre supérieur », logiques « modale », « épistémique », « temporelle », « floue » !!! dont la particularité fut qu'aucune d'entre elles n'a débouché sur quelque chose d'intelligent en 22 ans ! Toutes refusant par principe de reposer sur la logique humaine exprimée par l'ordre zéro. La 2^{ème} raison de ma découverte, c'est que je considérais - très normalement - que le point de départ d'une vraie IA, c'est la programmation par tous sans programmeur. Je fus probablement le premier à oser chercher sérieusement une telle IA pour en faire le fonds de commerce d'une entreprise, *ce qui n'est pas un réflexe d'informaticien spécialiste de l'IA.*

Mais ces deux raisons ne suffisent pas : même convaincu de l'intérêt de Pandora, il restait à résoudre la difficulté du recueil de la connaissance à mettre dans un système expert, difficulté que personne n'avait encore résolue. Celle-là, je l'ai résolue parce que je fus apparemment le seul à aller sur le terrain visiter des entreprises pendant des mois avec un bon outil, multipliant l'écriture de systèmes experts ! Je me suis ainsi auto-formé à une discipline réputée pointue et j'ai fini par trouver ce que tout chercheur sérieux aurait trouvé à ma place : une méthode pour écrire des systèmes experts. Pour l'anecdote, vous savez ce que faisaient nos chercheurs en IA pendant que j'étais sur le terrain ? Eh bien, c'est simple : ils n'y allaient pas ! Ils y envoyaient leurs étudiants et les laissaient se débrouiller. Pendant ce temps, eux, ils partaient en voyage « d'études » à l'étranger. Aux frais du contribuable, bien sûr. « CCF »... Ils allaient au Japon, par exemple, pour voir le projet d'ordinateur de 5^{ème} génération des Japonais, aventure assez drôle qui n'a jamais abouti. Quand leurs élèves revenaient du casse-pipe, ils lisaient leurs rapports ou leurs thèses et les laissaient repartir diplôme en poche, avec leur précieuse expérience. Aucun effort de capitalisation de l'expertise accumulée !

La Maïeutique est issue de 26 ans d'expérience *privée* de l'Intelligence Artificielle et du *partenariat permanent avec les entreprises-clientes*, que je remercie chaleureusement ici. Chaque cas abordé avec elles était une première et il leur a fallu une bonne dose de confiance pour contracter avec moi. Chaque année, j'ai tenté des partenariats avec les universités, ne serait-ce que pour bénéficier d'aides publiques et de développeurs bon marché. Chaque fois, mes propositions furent refusées. Ce sont donc les entreprises, étouffées de charges et périodiquement paralysées par des crises économiques interminables, qui ont eu le courage de tester une solution nouvelle inconnue, le plus souvent contre la volonté de leurs services informatiques !

4.3. Ne pas recueillir la connaissance mais le savoir-faire !

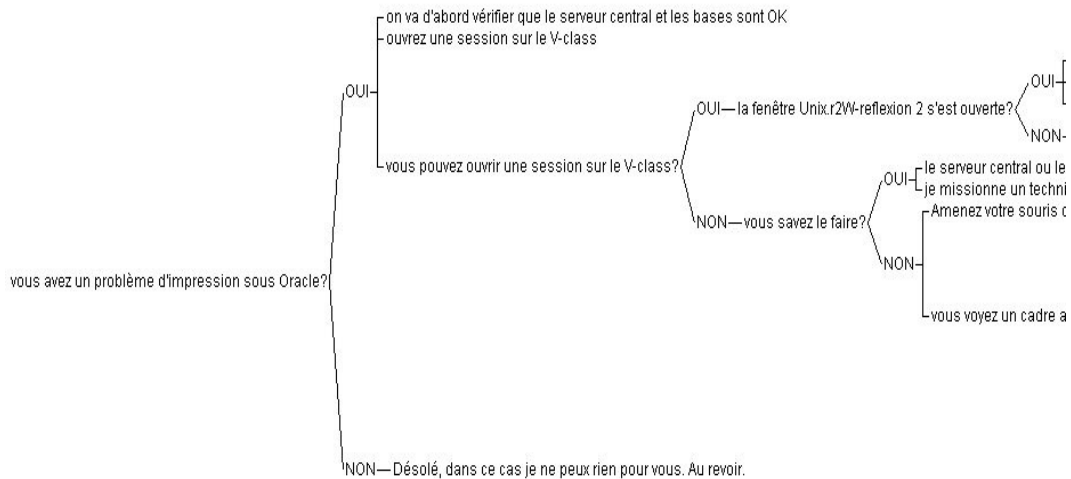
La Maïeutique est une théorie de Socrate sur la façon d'accoucher les connaissances inconscientes, qui date d'il y a 2400 ans ! "Maeutiké" veut dire "accouchement" en grec. Socrate prétendait qu'en interrogeant logiquement n'importe qui, on pouvait le faire « accoucher » de ses connaissances conscientes et inconscientes, mais aussi de connaissances nouvelles. J'ai choisi ce nom en 1986 pour baptiser la méthode d'écriture de systèmes experts que je venais de mettre au point, car c'est exactement ce que je faisais : j'interrogeais les experts logiquement, ils me racontaient *comment* ils faisaient (le « know-how ») en j'en déduisais leurs connaissances. Et le système expert marchait.

On peut résumer ainsi le principe que j'avais découvert : *un humain ne peut décrire sa connaissance mais il peut décrire son savoir-faire. Or, ce savoir-faire, c'est l'utilisation de sa connaissance. Reste à déduire la seconde du premier.* Pour développer un système expert de type Pandora, il suffit donc de recueillir le savoir-faire. Si je vous demande quelle « connaissance » vous utilisez chaque matin pour aller au boulot, vous allez me regarder avec inquiétude : impossible à dire ! Par contre, si je vous demande de me décrire le chemin que vous prenez le matin, vous trouverez ça très facile. Vous m'expliquerez même que certains jours vous prenez une autre route, que d'autres jours vous allez à un autre lieu, que certains matins vous prenez le bus, qu'à d'autres vous restez chez vous, que parfois vous faites un détour pour une course, de l'essence ou prendre quelqu'un, etc. Vous allez devenir intarissable ! C'est ce qui m'arrive chaque fois que j'interroge un expert avec la Maïeutique...

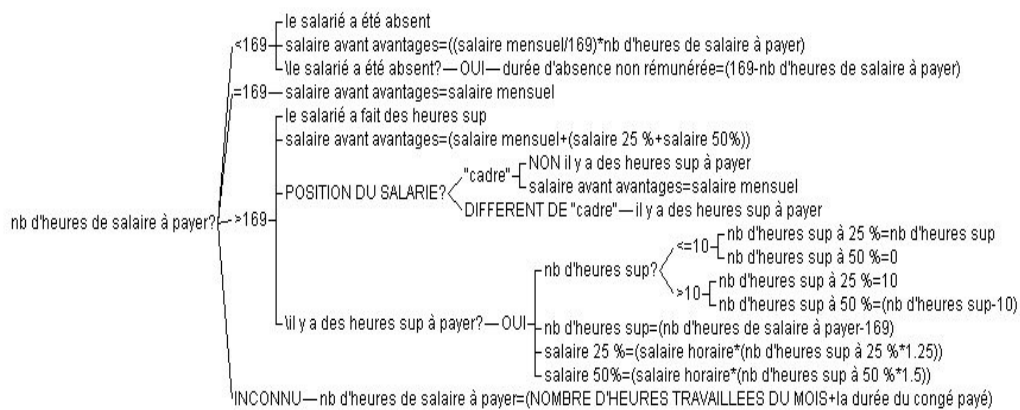
4.4. Représentation du savoir-faire par les arbres de décision

Reste à représenter clairement pour l'expert son savoir-faire, qu'il puisse se relire et le faire évoluer facilement. J'ai constaté que tous les experts raisonnent de la même façon : ils utilisent la fameuse méthode dite « de l'entonnoir » : face à un problème, *ils le cernent progressivement, du général au particulier.* C'est de cette façon qu'ils sont sûrs de poser des questions toujours pertinentes : parmi les réponses proposées, il y en a toujours une correspondant à la situation présente. C'est une gestion intelligente du contexte. En 1986, quand je couchais cette progression sur papier, cela donnait toujours un arbre de décision : au départ, une question initiale d'ordre général = le tronc, suivie de ses réponses possibles = les 1ères branches. Chacune des réponses est suivie de nouvelles questions plus précises, avec leurs réponses possibles, qui génèrent de nouvelles branches, etc. jusqu'aux conclusions finales. Le système expert peut alors être automatiquement écrit à partir de ces arbres.

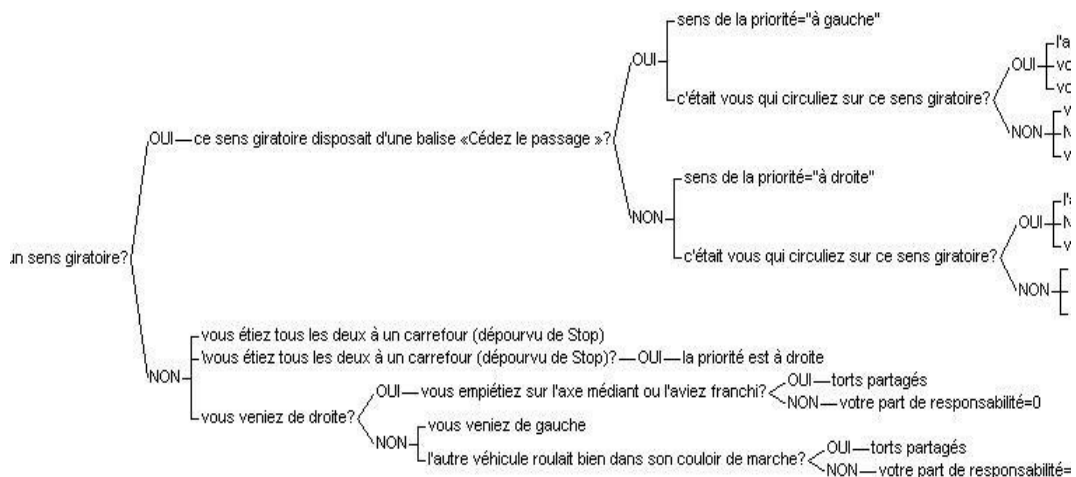
Voilà un exemple d'arbre de décision présentant l'interview d'un expert informaticien, qui donnera un système expert conversationnel d'aide au diagnostic de pannes d'impression sous Oracle :



Voilà un début d'interview d'expert-comptable sur la paie, qui donnera un programme classique, « batch » de calcul du bulletin de salaire, écrit sous forme système expert :



Voilà un extrait d'interview d'un expert en assurance auto qui donnera un système expert conversationnel de conseil sur les responsabilités en cas d'accident :



Les arbres de décision sont une forme bien connue de transmission du savoir. Vous voyez que vous pouvez lire, et même apprendre, ces expertises, bien qu'elles vous soient probablement parfaitement étrangères. La 1^{ère} et la 3^{ème} sont conversationnelles, car il n'est pas possible de prévoir à l'avance les données à réunir pour traiter le problème. Dans ces cas, le logiciel va devoir poser des questions à l'utilisateur. La 2^{ème} représente un programme classique car on sait à l'avance quelles données le programme devra traiter et qu'il n'aura rien à demander.

4.5. Synthèse de la connaissance à partir du savoir-faire

Au fur et à mesure, la Maïeutique génère les règles correspondantes :

*SI vous avez un problème d'impression sous Oracle
ET vous ne pouvez pas ouvrir une session sur le V-class
ET vous savez le faire
ALORS le serveur central ou les bases ne sont pas opérationnels
ET je missionne un technicien «central» pour régler le problème*

Ou :

*SI le salarié a fait des heures sup
ET POSITION DU SALARIE="cadre"
ALORS pas d'heures sup à payer
ET salaire avant avantages= salaire mensuel*

Ou encore :

*SI la collision a eu lieu à un croisement
ET l'un des deux véhicules circulait sur un sens giratoire
ET ce sens giratoire disposait d'une balise «Cédez le passage »
ET c'était vous qui circuliez sur ce sens giratoire
ALORS l'autre véhicule s'engageait sur le sens giratoire
ET vous avez la priorité
ET votre part de responsabilité=0*

L'utilisateur-expert peut lire ces règles et découvrir ainsi sa connaissance, rédigée dans ses propres termes. Il peut en reconnaître la pertinence. Mais, avec Maïeutica, et T.Rex qui lui a succédé, il ne lui est pas possible de les modifier lui-même. C'est le logiciel qui s'en charge à chaque modification d'arbres. Cette méthode est mille fois préférable car elle évite les erreurs humaines qu'ont rencontrées tous les développeurs de systèmes experts, erreurs qui ont causé l'abandon de la technique système expert et les commentaires du style du « [site pris au hasard](#) » cité en introduction...

Pour l'ordinateur, cette connaissance ne signifie rien : c'est l'équivalent de « SI X et Y et Z ALORS K », donc d'une équation du type : « $X + Y + Z = K$ ». Le raisonnement, qui est une mécanique, va exploiter tout ça et donner infailliblement les bons résultats en affichant les bonnes expressions au bon moment, qui ont du sens pour vous. Le système expert de type Pandora, c'est génial !

4.6. Test de l'expertise et de la connaissance

Grâce à des mécanismes de raisonnement inspirés de Pandora capables de « digérer » ces règles, comme Moca et T.V. qui lui a succédé, expert peut alors « voir » et tester sa connaissance sur ordinateur, lui demander des explications sur son raisonnement :

Question : Quel est pb rencontré par le client ?
Réponse : pb d'impression sous Oracle

on va d'abord vérifier que le serveur central et les bases sont OK
ouvrez une session sur le V-class

Question : Est-ce que la fenêtre Unix r2W-reflexion 2 s'est ouverte ?
Réponse : OUI

Question : Pouvez-vous ouvrir une session sur le V-class ?
Réponse : NON

Question : Est-ce que vous savez le faire ?
Réponse : NON

Amenez votre souris dans le coin gauche inférieur de l'écran

Question : Est-ce que vous voyez un cadre avec écrit «démarrer» ?
Réponse : OUI

cliquez sur «démarrer» puis sur« programme»

Question : Est-ce que vous voyez une ligne «reflexion» ?
Réponse : OUI

QUESTION TREE.LOGIC :

Est-ce que vous voyez la ligne «hôte unix» ?

Oui ! Non ! Pourquoi ?

Renouveler la consultation ! Quitter la consultation !

Copyright tree.logic © 2000

Une petite précision : la pertinence du questionnement du système expert issu de la Maïeutique n'a jamais été contestée en 20 ans par les experts et les entreprises qui l'ont utilisée ! Mieux : selon eux, on dirait l'expert « au meilleur de sa forme ».

4.7. La Maïeutique : méthode d'enseignement qui améliore le prof

Recourir à la Maïeutique est une méthode d'enseignement à divers titres :

- pour l'utilisateur
- pour les experts du domaine
- pour l'ordinateur
- pour l'expert lui-même
- pour la communauté

Pour l'utilisateur – A force d'être guidé par le questionnement logique et progressif de l'ordinateur et de voir, par magie, que les problèmes sont réellement résolus, l'utilisateur apprend le savoir-faire de l'expert, qu'il transforme inconsciemment en connaissance. Au bout d'un certain temps, il n'a plus besoin d'être guidé sauf pour les cas rares et complexes. Ce fut flagrant dans l'entreprise Jouan à Nantes, un leader mondial de la machine de laboratoire, où deux opérateurs furent embauchés pour prospecter par téléphone et prendre des RV pour les commerciaux, sans rien connaître de ces produits ! C'était en 1999. Ils étaient guidés par un système expert développé avec la Maïeutique. J'ai appris un jour que, 3 mois après, ils ne l'utilisaient quasiment plus ! J'en fus très contrarié car, dans mon esprit, cela signifiait l'échec de la solution. Mais le client, lui, me rassura : ses salariés étaient devenus des mini-experts sans passer par le service formation, plus efficacement que ce service. C'était un avantage de la Maïeutique que, ni lui ni moi, n'avions prévu ! Ceci dit, je demeurai insatisfait car l'ordinateur est également un outil qui doit garder la mémoire des échanges avec la clientèle, pour la démarche marketing et que ne plus l'utiliser obligeait le client à re-saisir des comptes-rendus pour la base de données commerciale. Il y avait donc doublon dans la saisie, ce qui est le comble de l'inefficacité pour une solution recourant à l'Intelligence Artificielle !

Pour les experts du domaine - La représentation graphique des savoir-faire en langage courant les rend lisibles de tous ceux qui en comprennent le langage, c'est à dire des experts du domaine. En le lisant, ils comprennent et apprennent. Ils apprennent car leur

cerveau - comme le nôtre et comme celui de la Maïeutique - sait transformer automatiquement le savoir-faire en connaissance.

Pour l'ordinateur – La Maïeutique est une faculté d'apprendre pour l'ordinateur. Avec un cerveau de type Pandora, cela fait de lui un être intelligent capable d'apprendre au contact de ses frères humains, avec les avantages propres aux machines : il n'oublie jamais rien et fait tout ce qu'on lui demande sans rechigner. Il faut bien se pénétrer de cela : *pour la 1^{ère} fois, l'ordinateur et l'homme se comprennent et parlent le même langage. Ils peuvent s'enseigner mutuellement.* Mieux : pour la 1^{ère} fois, c'est l'ordinateur qui a le rôle actif dans son propre apprentissage des connaissances : c'est lui qui interroge l'expert sur son savoir, c'est lui qui archive définitivement ce savoir, c'est lui qui le transforme en programme. Ce n'est plus l'informaticien.

Pour l'expert lui-même – Puisque c'est l'ordinateur qui s'occupe de (presque) tout et n'oublie jamais où il en était et où il faut aller, l'expert peut travailler avec lui quand il veut, au rythme qu'il veut. *Il n'a pas besoin de lui expliquer son langage, l'ordinateur sait se débrouiller sans grâce à la logique (voir conclusion de 4.5).* Grâce à la Maïeutique imaginée par Socrate et programmée 2400 ans plus tard dans une machine, il découvre pour la première fois de sa vie la connaissance qu'il avait dans sa tête. Il peut alors la « théoriser » : il en voit la structure, la logique intuitive, les divers éléments, les étapes de diagnostic, les forces et les faiblesses. Ayant vu les faiblesses, il peut alors l'améliorer. C'est de l'Organisation ! Il pourrait alors écrire un livre passionnant dessus, complet et facilement lisible de tous.

Pour la communauté - La Maïeutique est tellement intuitive qu'elle devrait être utilisée comme outil pédagogique : *elle est la seule solution actuellement pour découvrir, communiquer, sauvegarder, exploiter, tester, valider et améliorer les expertises et les connaissances humaines.* En ce sens, c'est un outil essentiel pour le [knowledge management](#). Elle ne devrait pas être réservée aux services utilisateurs des entreprises mais être promue par l'Éducation Nationale, les organismes de formation et les services formation d'entreprise.

5. AUTOMATISATION DE LA MAÏEUTIQUE

5.1. Maïeutica

En 1988, je décide d'abandonner Pandora-Intelligence Service et de me lancer dans l'IA pure et dure : le développement d'un vrai mécanisme de raisonnement qui me permettra d'aborder sereinement le développement de gros systèmes experts. En effet, GSI-Tecsi refuse de faire évoluer Pandora, bien qu'il présente des bugs gênants et un raisonnement imparfait. Je suis bien conscient que c'est une vraie gageure de la part d'un vulgaire vendeur qui n'a jamais de sa vie fait développer le moindre programme. Mais, j'ai embauché un excellent informaticien passionné par cette gageure et, à ma grande joie, ça marche ! En effet, « Moca », ce mécanisme, fait fonctionner de façon parfaite les systèmes experts déjà écrits pour Pandora. Deux ans après, enhardi, je décide d'abandonner aussi l'écriture manuelle des règles et d'automatiser cette fois-ci la Maïeutique. Je vais tenter de développer un « système expert d'écriture de systèmes experts » à partir de mon expertise. Si j'y arrive, c'est que mon savoir faire est réel. C'est le projet Maïeutica, qui a inspiré ensuite le générateur T.Rex. Lui aussi, en dépit de mes inquiétudes initiales, fonctionnera à la perfection.

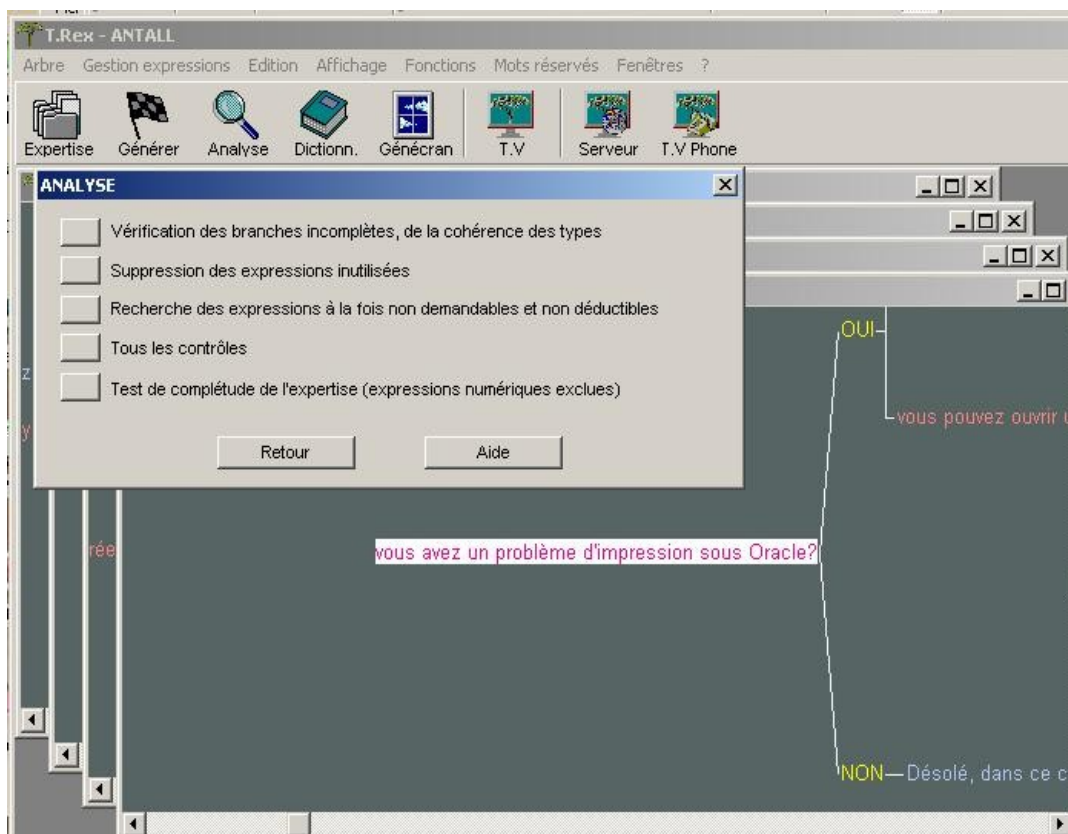
Finalement, à ma grande surprise, en dépit de brimades administratives dont vous n'avez pas idée, je suis devenu un spécialiste de l'Intelligence Artificielle reconnu – quoique non suivi - faute d'adversaires déclarés dans le clan des chercheurs en IA. En 1990, après expertise de ma R&D par le Ministère de la Recherche, j'obtiens à la fois le droit au crédit impôt recherche (très rare en matière de logiciels !) et le titre de « technicien de recherche » en Intelligence Artificielle (encore plus rare : je suis probablement le seul vendeur à avoir jamais obtenu une telle distinction) ! En 1991, j'obtiens l'aide de l'Anvar. En 2000, j'obtiens le label FCPI qui n'est accordé qu'aux projets innovants.

L'Anvar : obstacle permanent à l'innovation... - A propos de cette aide Anvar, je ne résiste pas au plaisir de vous raconter mes relations rigolotes avec son agence de Nantes (où se trouvait mon entreprise). Vous savez probablement que [l'Anvar](#) c'est l'ex- « Agence Nationale de VALorisation de la Recherche », devenue récemment Oseo, dont le rôle consiste à subventionner ou co-financer les projets innovants des petites entreprises. En 1990, pour mener le développement de Maïeutica, je sollicite timidement une petite subvention de l'Anvar. L'agence de Nantes de l'Anvar refuse de me transmettre le dossier de demande d'aide à remplir ! Il se trouve qu'à l'époque, j'avais des amis inconnus mais politiquement très puissants grâce à un de mes clients, l'Agence Nationale pour la Création d'Entreprise. Ils se scandalisèrent et firent remonter le problème à ...la Présidence de la République ! Dans mon dos, l'Anvar Nantes fut sommée de m'adresser le dossier et de l'accepter, quelle que soit ma demande. Je reçus donc enfin le dossier tant réclamé et pus le remplir. Ignorant la puissance de mes soutiens occultes et leurs consignes à l'Anvar, je réclamaï la somme ridicule de 10 000 €. Pendant que mes concurrents Cognitech et Framentec obtenaient pour leur recherche, eux, 800 000 € chacun pour commercialiser une technique ...américaine (qui n'existe plus aujourd'hui) ! Sacrée recherche ! Pour expertiser mon projet, comme prévu un expert fut missionné. Comme prévu, c'était un chercheur universitaire spécialiste de l'IA. Comme prévu, il recommanda de refuser ma demande. A son avis, mon « idée était intéressante » mais j'étais sûrement incapable de la programmer. Je n'ai jamais oublié ce qualificatif « intéressant » envers la Maïeutique car il signifiait, pour la première fois, qu'au moins un chercheur universitaire en IA croyait en cette méthode pour bâtir des systèmes experts... Sous les pressions occultes susdites pour une fois en ma faveur, l'Anvar-Nantes dû cependant m'accorder l'aide réclamée. Puis son patron fut viré ! Depuis, c'est bizarre... je n'ai plus jamais réussi à obtenir la moindre aide de l'Anvar-Nantes. En 1999, je demande à rencontrer le nouveau patron de l'Anvar-Nantes, qui m'assure qu'il traitera mes demandes avec une totale objectivité. Quelques temps après, j'apprends du Conseil Régional des Pays de Loire que l'agence de Nantes de l'Anvar

l'incite à me refuser l'aide à la création d'entreprise, prétextant que mes recherches sont sans intérêt. Devant mon incrédulité, le responsable du service de l'aide à la création d'entreprises met son téléphone sur haut-parleur et rappelle l'Anvar devant moi, lequel répète sans vergogne son allégation. Il le coince alors en lui demandant pourquoi dans ce cas l'Anvar vient de m'accorder le label FCPI qui n'est accordé qu'aux entreprises innovantes... Il est vrai que, là aussi, l'Anvar avait été quelque peu contrainte, cette fois-ci par le cabinet (privé) Ernst & Young, qui avait expertisé deux fois ma R&D... Très perturbé, l'interlocuteur de l'Anvar bégaie au téléphone, ne sait quoi répondre puis se reprend : « ça ne change rien, nous ne donnerons pas notre aval pour l'aide à la création d'entreprise de M. de Lespinay ». Faute de cet aval, je n'obtiendrai donc pas l'aide. Un an plus tard, l'Anvar-Nantes - qui n'a toujours rien à me reprocher - m'assure qu'elle prendra en charge 50 % des frais salariaux de mon Directeur de Recherche aussitôt embauché (comme ses statuts l'y obligent). J'embauche ce Directeur. L'Anvar se ravise alors, refuse l'aide et me laisse dans la panade, sans la moindre explication... Mon avocat me dissuade d'attaquer cette administration en justice : je perdrais à coup sûr ! CCF...

5.2. Fonctions automatiques de validation de l'expertise

Maintenant que c'est l'ordinateur qui gère la représentation de l'expertise et sa traduction en connaissances, on peut procéder automatiquement à autant de contrôles logiques sur sa pertinence qu'on est capable d'en imaginer. C'est fait à une vitesse impressionnante, sans la moindre erreur, C'est totalement impossible en procédural puisqu'il ignore à la fois l'expertise et la connaissance. Ci-dessous une capture d'écran montrant les contrôles proposés à l'expert :



5.3. Pour l'ordinateur, la Maïeutique c'est de l'auto apprentissage

Pour l'ordinateur qui dispose de Maïeutica, interroger un expert c'est apprendre sa connaissance : c'est lui qui guide l'expert, qui extrait sa connaissance, qui la visualise à l'écran dans le langage de l'expert, qui en contrôle la cohérence, qui s'en souvient, qui écrit le programme démontrant qu'il sait parfaitement l'utiliser, qui exécute ce programme. La seule chose qu'il ne sait pas faire, mais elle est de taille ! c'est découvrir cette connaissance et la faire évoluer seul. Ce reproche m'a souvent été fait, beaucoup de gens pensant que la vraie IA, c'est un ordinateur qui en sait plus que les experts qui lui ont enseigné leurs connaissances. Cela ne tient pas debout ! Pour apprendre, il faut être en contact avec la réalité, pouvoir faire des essais et des erreurs. Pour l'ordinateur, cela consisterait à être doté de capteurs et d'actionneurs lui permettant d'agir sur le monde réel dans le domaine de connaissance qui l'intéresse, comme le font les humains. On en est loin ! De plus, comment concevoir un programme créant de nouvelles connaissances utilisables dans un raisonnement quand on ne sait pas soi-même comment on apprend par l'expérience ?

5.4. De la théorie « restreinte » à la théorie « générale »...

Originellement, la Maïeutique était une méthode pour « écrire des systèmes experts ». Au bout de 8 ans, à force d'écrire en démonstration des centaines de systèmes experts sur n'importe quoi, je suis arrivé à la conclusion que, finalement, elle était probablement valable pour écrire n'importe quel programme. Il fallait le vérifier. En 1994, j'entreprends de développer une application classique, mais réputée difficile en France à cause de sa législation extrêmement complexe sur la question : un petit programme de paie. Il m'a fallu 1h d'interview de la comptable – qui n'avait pas l'expertise mais pouvait m'expliquer comment se calculait un bulletin de salaire – pour recueillir les règles d'une paie, puis 1 jour environ pour reconstituer le savoir-faire et obtenir un système expert de paie sans erreur. *Dans le cas parfait où je me serais trouvé devant un expert-comptable maîtrisant le sujet, le développement aurait pris une heure !* Je ne l'avais pas interfacée avec une base de données du personnel ni avec un logiciel d'impression sur imprimante car la démonstration me suffisait : une paie, c'est des mois/homme sinon des années/hommes de développement avec le procédural. Là encore la Maïeutique avait fait ses preuves. Je commençais à prétendre timidement en public que Maïeutica pouvait servir à produire à autre chose que des systèmes experts. Mais c'est l'arrivée d'un partenaire informaticien de haut niveau, *Jean-Bernard Wilhelm*, un théoricien du « système de l'information », qui m'a convaincu d'élargir ma théorie vers les applications classiques. Pour convaincre un Directeur informatique de l'intérêt de la Maïeutique, il fit un jour sous ses yeux médusés (il recopiait tout fébrilement sur son bloc-notes !) un dessin sur un « paperboard », un grand rond englobant 3 petits ronds, la démonstration que *tout programme est composé de 3 parties : une « expertise-métier », des données et des « IHM »* (interfaces homme-machine).

Chez les informaticiens, l'expertise métier, c'est en fait la *connaissance* d'un expert, non son expertise (ou savoir-faire). Ils tentent de tirer de cette expertise-métier des « règles-métier » qui seront gérées par un « moteur » ! On croit rêver ! Ça revient à réinventer le système expert sans jamais le dire ! Et, bien entendu, ils n'arrivent pas à faire fonctionner le tout... Puisqu'ils ignorent et/ou rejettent la Maïeutique. C'est cette révélation qui m'a fait comprendre que la Maïeutique est la solution au procédural. J'ai alors pu étendre la Maïeutique, tel l'Einstein moyen, de la théorie restreinte aux systèmes experts à la théorie générale élargie à toute l'informatique. Mais... dans le premier cas, il n'y avait pas de développeurs pour protester, alors que dans le second, c'était autre chose ! Ce secteur est bien occupé par toute une catégorie de personnel : les informaticiens. Et ils ne voient pas d'un bon œil cette simplification de leur travail. Inconscient du problème, croyant qu'ils recherchaient toujours sincèrement le RAD et le déclaratif, cette « théorie générale » m'a alors amené à adapter Maïeutica pour cette nouvelle cible.

C'est ainsi que j'ai développé *T.Rex*, un *Maïeutica* modernisé doté de nouveautés indispensables pour gagner du temps en développement : prise en charge des applications batch, génération simplifiée d'écrans de saisie-affichage, interfaces pour les programmes externes (surtout pour les échanges de données avec les interfaces humaines et les bases de données), fonctions d'intégration dans les systèmes informatiques (génération automatique de systèmes experts sous forme de « DLL »), outils de recensement des programmes externes présents sur l'ordinateur, lancement des pages web, génération automatique de Conversationnels vocaux (voir *Tiara* plus loin) pour ordinateur personnel ou la réponse téléphonique automatique (serveurs vocaux), génération de dialogues texte pour les sites web (scripts CGI), *conversion d'un système expert ou d'un procédural en pages HTML* pour franchir les barrières des firewalls (un petit système expert est ainsi devenu 10 000 pages HTML de 1 Ko - soit 10 Mo - s'appelant les unes les autres par hyperliens...), etc.

5.5. La Maïeutique et les informaticiens

Aujourd'hui, *T.Rex* a amplement démontré qu'un expert peut développer n'importe quel programme sans recourir à la programmation procédurale. Du coup, la *Maïeutique* a un défaut : elle aboutit à manger le pain des informaticiens. Mais ils auraient mauvaise grâce à s'en plaindre, eux dont le job a toujours consisté à manger le pain des autres ! En les automatisant, ils ont fait disparaître nombre de métiers à faible valeur ajoutée : comptables, secrétaires, employés préposés au classement, employés à la gestion des stocks, greffiers, etc. ! Comme toujours, l'automatisation se charge d'opérations répétitives qui ne valorisent pas l'humain. Donc, en libérant l'informaticien de la programmation, la *Maïeutique* démontre que la programmation procédurale est à faible valeur ajoutée et elle le valorise en lui permettant de passer à quelque chose de plus intelligent. En effet, débarrassé de la programmation procédurale, le développeur informaticien peut ENFIN se mettre à parler le même langage que les autres membres de la société. Son travail devient à chaque instant contrôlable de tous. On ne peut plus l'accuser d'être « inaccessible dans sa tour d'ivoire ». Il peut enfin réfléchir sur l'usage des ordinateurs dans l'entreprise, la gestion et le circuit de l'information, la détection des expertises et leur sauvegarde, l'interfaçage entre toutes les applications, la gestion du parc des ordinateurs, la formation des utilisateurs à l'usage des ordinateurs et des logiciels, etc. Il y a de quoi faire ! Le voilà enfin devenu un ingénieur comme les autres, facile à gérer...

5.6. Maïeutica = intelligence = raisonnement

Maïeutica et *T.Rex* ont démontré leur capacité à déléguer à l'expert le développement de la plupart des programmes, et surtout des plus complexes. Comment se fait-il qu'une seule discipline, la *Maïeutique*, résolve d'un coup tous les problèmes posés par le procédural ? Tout simplement parce c'est de l'intelligence humaine qu'elle a installée dans l'ordinateur ! Celle d'ailleurs qu'utilise l'informaticien pour programmer. Trop fort, non ? Vous en doutez ? Passons à la démonstration.

Nous savons tous ce qu'est l'intelligence. Mais nos élites intellectuelles, elles, qui inventent les définitions, semblent s'interroger encore sur sa nature... Voyez dans Google : il n'y a pas deux définitions identiques ! Parfois même la définition de l'intelligence prend des paragraphes entiers. Gardons la définition la plus simple : *le mot « intelligence » provient de « intellegere » qui signifie « comprendre » en latin*. *Intellegere*, c'est la réunion de deux mots latins : « *lier les choses* » - « *entre elles* ». Et lier les choses entre elles, c'est ... raisonner ! Eh oui, pas plus compliqué que ça ! Être intelligent, c'est raisonner. C'est le moyen qu'a trouvé dame nature pour simuler le monde réel à l'aide de quelques cellules microscopiques... On peut débattre à l'infini sur ce qu'est l'intelligence mais - et j'y tiens beaucoup surtout en ce qui concerne les débats sur l'Intelligence Artificielle - il faut partir du postulat que sans le raisonnement, il n'y a pas d'intelligence ! D'ailleurs, cette

affirmation découle logiquement de « être intelligent, c'est être capable de raisonner », grâce à la « contraposée » dont nous allons parler plus loin. *Il n'y a donc pas d'intelligence artificielle possible sans raisonnement artificiel...*

Si l'on analyse la démarche intellectuelle d'un informaticien en train de programmer, voilà ce qu'on constate : il *raisonne* sur la connaissance de l'expert pour repérer tous les cas possibles que le programme aura à traiter. Puis il *raisonne* sur chaque cas pour trouver sa solution. Enfin, il *raisonne* pour coder ce qu'il a en tête en un langage informatique spécial. Puis il passe à un autre programme, oubliant ce qu'il vient de faire.

L'expert, lui, qui a toute la connaissance en permanence en tête, résout LE cas présenté et par UN raisonnement. Il ne se fatigue pas à écrire au préalable un bouquin entier sur tous les cas possibles. Du coup, il n'a pas non plus à se fatiguer à le parcourir chaque fois qu'on l'interroge. La connaissance prend moins de place dans le cerveau - et dans l'ordinateur - que les procédures qu'elle produit. Avec la Maïeutique, l'ordinateur fait comme l'expert : il raisonne au cas par cas avec la connaissance qu'il a en tête.

5.7. Le raisonnement d'un ordinateur dépasse celui d'un humain

Tous les humains ont la même mécanique de raisonnement, identique à celle des mammifères sociaux (chiens, loups, lycaons, hyènes, primates, dauphins, etc.) comme on commence à s'en rendre compte, et probablement identique à celle de tous les animaux... Sans capacité de raisonnement, un animal ne peut survivre. Les différences d'intelligence entre espèces et entre individus ne tiennent probablement qu'à la capacité et à la fiabilité propre à chaque mémoire. Dans ce cas, un ordinateur a tout ce qu'il faut pour dépasser de loin en intelligence n'importe quel humain ! Ce n'est d'ailleurs même plus une hypothèse : je l'ai vérifié personnellement dans le domaine pointu du diagnostic de panne, où seuls des experts confirmés savent se débrouiller.

En 1991, après Maïeutica, je développe « Miao » dans le cadre d'un partenariat avec Saunier Duval à Nantes. Sans soutien Anvar... C'était un générateur de systèmes experts de diagnostic de panne « sur plans » qui n'utilisait plus l'arbre de décision comme représentation de l'expertise mais la *grille de décision*. A partir de la description simplifiée des composants d'une machine, cet outil produisait des systèmes experts dont le raisonnement exploitait pour la première fois, en plus du raisonnement classique, la « contraposée » (voir plus loin le point 10 du [chapitre sur le raisonnement](#)). Lucas Diesel (Blois) a voulu le tester sur une panne de banc de test, en mettant l'ordinateur en concurrence avec une équipe de techniciens (ça rappelle le test de Turing...). Il a fallu une demi-journée aux techniciens pour cerner la panne alors qu'il n'a fallu qu'un quart d'heure à l'ordinateur. Quand on y réfléchit, cette supériorité est tout à fait normale : il n'oublie jamais rien et ne doute pas de ses déductions ! L'humain, lui, est conscient qu'il ne peut mémoriser tous les composants d'une machine complexe plus les innombrables flux qui les parcourent. Il est même dans l'incapacité de produire dans sa tête tous les raisonnements sur tant de dimensions pour découvrir le plus vite possible quel est le composant à l'origine de la défaillance. Il progresse donc pas à pas, en notant. Face à cette complexité, certains techniciens de maintenance finissent par trouver fréquemment la même panne. Combien de fois ai-je entendu les entreprises me dire : « Ce technicien est irremplaçable par votre technique: il connaît tellement la machine qu'il trouve la panne immédiatement la plupart du temps, sans pouvoir expliquer pourquoi ! ». Eh bien, ce technicien-là, il faut au contraire lui ré-apprendre le métier. S'il trouve toujours la même panne, c'est qu'il ne l'a pas résolue. Par paresse intellectuelle, il se refuse à chercher plus loin en amont l'autre composant qui provoque cette panne à répétition. C'est la même erreur de jugement que celui qui remplace un fusible pour remettre une machine en marche : en effet, au départ, ça remarche... et puis après ça re-saute ! Et ça sautera tant que le composant à l'origine de la surtension n'aura pas été réparé.

Miao, lui, n'a pas ces défauts typiquement humains. Il exploite une de mes découvertes : les 5 lois de la Logique des Flux :

- 1ère loi - Un composant est défaillant s'il en sort un flux défaillant alors que ses flux entrants correspondants sont bons*
- 2ème loi - Quand un flux défaillant est constaté, il faut rechercher la panne en amont, jamais en aval*
- 3ème loi - Lorsque tous les flux sortants d'un composant sont bons, le composant est bon*
- 4ème loi - Quand un flux sortant de composant un bon, ses flux entrants correspondants sont bons*
- 5ème loi - Quand un flux sortant défaillant ne peut pas être produit par le composant, c'est un des flux entrants correspondants qui est défaillant*

Précisions que cette « découverte » est intuitivement connue de tout technicien de maintenance sérieux, et même de toute personne qui veut bien prendre le temps de réfléchir à la question. Mais, bizarrement, elle n'est écrite nulle part...

La 5^{ème} loi, par exemple, établit - en cas d'une panne d'une chaudière au gaz de ville - que si j'ai détecté du gaz butane en sortie de la chaudière et non pas du gaz de ville, je peux en déduire immédiatement que dans tout le circuit gaz amont de la chaudière : 1) il y a du gaz et 2) c'est du butane... Je peux donc éviter de vérifier sur chaque composant situé sur la chaîne amont du flux gaz quel est la nature du gaz et si c'est bouché.

L'efficacité de Miao fut testée une autre fois chez Merlin Gérin en 1992. Cette société l'avait acheté pour l'aide au diagnostic de panne de ses onduleurs, à l'époque de grosses machines électroniques complexes à dépanner. La 1^{ère} fois que j'ai vu Miao, sur la seule foi d'un seul test et des 5 lois, défiler une page entière de déductions sur l'état d'un onduleur, j'ai paniqué ! Comment le logiciel pouvait-il être aussi sûr de lui et aller si loin ? Même en m'expliquant ses déductions, je n'arrivais pas à suivre... Heureusement, le client a confirmé les déductions de Miao par ses propres tests sur la machine. L'explication, c'était que Miao ayant tout le plan de la machine en tête, à partir d'une déduction il en générait une nouvelle qui, elle-même en générait une nouvelle, et ainsi de suite en parcourant toute la machine... Mon cerveau, qui n'avait pas de vision sur la totalité du plan de la machine, n'arrivait pas à suivre.

6. LA FANTASTIQUE MÉCANIQUE DU RAISONNEMENT !

Comme je le disais plus haut : pas d'intelligence sans raisonnement. Or, le raisonnement est une mécanique d'une puissance incroyable, destinée chez les êtres vivants à la production de connaissances. Voyez vous-même.

6.1. Raisonnement implique connaissance

S'il n'y pas d'intelligence sans raisonnement, il n'y a pas de raisonnement sans connaissance ! « Lier les choses entre elles » signifie : lier les connaissances entre elles (par un raisonnement). *Le raisonnement se sert de connaissances pour en produire de nouvelles.* Tout ce que je viens de vous écrire l'a été sous l'emprise non pas de la drogue mais de raisonnements appliqués sur ma connaissance... Une connaissance, c'est quelque chose du type : « tout homme est mortel », « s'il y a du soleil alors il fait jour », « tous les mammifères terrestres ont quatre pattes », « un salarié est un employé qui perçoit un salaire », etc. Maintenant, voyons où nous mène le raisonnement dans notre tête, sachant qu'on le retrouve tel quel dans les systèmes experts de type Pandora.

6.2. Le raisonnement simple : production d'une vérité

6.2.1. Raisonnement avec faits binaires

Prenons cette connaissance toute simple : **tout être vivant est mortel**. Voilà ce qu'elle entraîne :

1. C'est une connaissance, une vérité, je peux produire d'autres connaissances avec
2. Je peux l'écrire : **SI c'est un être vivant ALORS il est mortel** (règle de système expert), pour bien séparer les deux concepts qu'elle contient, la condition et la déduction, ce qui facilitera le raisonnement ultérieur
3. Dans ma tête « être vivant » et « mortel » sont des concepts chargés d'informations
4. Si ce n'est pas « mortel », je sais que c'est « non mortel » c'est à dire « immortel », mot qui a un sens fort pour moi
5. Je sais que si ce n'est pas un « être vivant », c'est la pierre, l'eau, l'air, le feu, les planètes, etc.
6. Avec cette règle, si je pense à un être vivant quelconque, j'en déduis automatiquement qu'il est mortel (« *chaînage avant* » en IA)
7. J'en déduis aussi que si on me demande « ceci est-il mortel ? », je peux répondre « Oui, si c'est un être vivant » (« *chaînage arrière* » en IA)
8. Si on me demande de prouver que quelque chose est mortel, je n'ai qu'à poser la question : « Est-ce un être vivant ? ». Si on me répond « oui », je peux alors conclure « donc il est mortel » (chaînage arrière en IA). Si on me répond « non », je conclurai « je ne sais pas » **et surtout pas « donc ce n'est pas mortel »** car la règle ne le dit pas (en effet, les choses non vivantes sont elles aussi mortelles et finissent par disparaître).
9. Très fort : de la règle initiale **SI c'est un être vivant ALORS il est mortel** , je déduis automatiquement une nouvelle règle : **SI il est immortel ALORS ce n'est pas un être vivant**. C'est ce qu'on appelle la « contraposée ». Avec elle, on double la puissance du raisonnement ! Elle est extrêmement utile, par exemple, en diagnostic de panne (voir [Miao](#)), en simulation logique de systèmes, en test d'idées.
10. La contraposée me permet de déduire que si je pense à quelque chose d'immortel, ce ne sera pas un être vivant (chaînage avant).
11. Elle permet aussi de déduire ceci : si on me demande « telle chose est-elle immortelle ? », je peux répondre en demandant « est-elle un être vivant ? » (chaînage arrière). Car, si on me répond « oui », je répondrai : non, elle n'est pas immortelle. Si on me répond « non », je répondrai « je ne sais pas ».

Vous voyez, c'est stupéfiant ce que l'on peut déduire de ...rien ! Voilà comment, grâce au raisonnement, les êtres vivants réussissent à survivre dans un monde hostile...

6.2.2. Raisonnement avec faits multivalués

Voilà une connaissance un peu plus compliquée :

SI il y a du soleil ET le ciel est sans nuage ALORS le ciel est bleu.

Ici, « le ciel est bleu » est un fait différent des faits précédents : il peut prendre plus des deux états habituels VRAI ou FAUX. Il est « multivalué ». En effet, il peut aussi être rose, gris, noir, rouge, blanc. Dans ces cas-là, *je déduis qu'il n'est pas bleu*. UNE couleur ne peut pas avoir deux états à la fois, c'est la logique-même...

Grâce à la contraposée, je déduis une autre connaissance :

Quelle que soit la couleur du ciel si elle n'est pas bleue ALORS : OU il n'y a pas de soleil OU il y a des nuages.

Ce qui m'amène à déduire, entre autres, cette nouvelle connaissance :

SI la couleur du ciel est grise ET il y a du soleil ALORS il y a des nuages. Etc !

Pas trop mal à la tête ?

Avec des connaissances du genre de celle ci-dessous, imaginez ce qu'on peut déduire :

**SI la collision a eu lieu à un croisement
ET l'un des deux véhicules circulait sur un sens giratoire
ET ce sens giratoire disposait d'une balise «Cédez le passage »
ET c'était vous qui circuliez sur ce sens giratoire
ALORS l'autre véhicule s'engageait sur le sens giratoire
ET vous aviez la priorité
ET votre part de responsabilité=0**

6.2.3. Raisonnement avec faits numériques

Prenons cette phrase : **vous n'avez pas le droit de voter si vous avez moins de 18 ans**. Ici, l'âge n'est ni binaire, ni multivalué, c'est un numérique. Il peut prendre une infinité de valeurs. Notre cerveau, peu doué pour les mathématiques et l'infini, préfère la logique. Il va s'arranger pour n'avoir aucun calcul à faire et va donc poser cette vérité : **SI votre âge en années EST INFÉRIEUR A 18 ALORS vous n'avez pas le droit de voter**. Sous entendu, il y a **une seule** autre possibilité : le cas où c'est supérieur ou égal à 18. Pas besoin de faire un calcul, une comparaison suffit et la comparaison, nous savons faire depuis notre plus tendre enfance. Bien que l'âge d'un individu s'échelonne entre 0 et 120 ans, ce qui fait d'innombrables cas, mon cerveau a simplifié au maximum et restreint le nombre de possibilités à ...deux.

Encore plus démonstratif : le calcul abstrait inévitable. Par exemple celui des heures supplémentaires des salariés. Là, on entre carrément dans l'écriture d'un programme. Imaginons que le principe comptable dans une entreprise consiste à payer 2 fois plus les heures sup au-dessus de 10 heures. Soit 1,5 fois le salaire horaire, pour seulement 1,25 fois les autres. Le programmeur va se régaler à trouver un calcul compact qui donnera le bon résultat de façon infaillible. Ca donnera quelque chose comme :

● **salaire des heures sup = (((nombre d'heures sup – 10) x 1,5) + (nombre d'heures sup - (nombre d'heures sup – 10) x 1,25)) x salaire horaire.**

Le problème, c'est que lire cette représentation bourrée de parenthèses – pourtant ultra-simple – ça fait mal aux cheveux à tout humain normal... Ce n'est plus de la connaissance,

c'est une équation ! A propos de parenthèses, une petite anecdote : le 1er langage dit d'IA, *LISP* (pour « *LISt Processing* »), était basé sur la représentation des connaissances par des listes entre parenthèses. En quelques lignes de programme on pouvait trouver à plusieurs endroits plusieurs dizaines de parenthèses collées les unes aux autres comme ci-dessus. C'était un vrai casse-tête de comprendre le sens de chacune d'elles ! Aujourd'hui, ce langage est encore considéré par certains – sûrement masos - comme « génial » et relevant bien de l'Intelligence Artificielle (voyez sur Internet). Jusqu'au jour où un chercheur en a eu marre et a donné un autre sens au sigle LISP, qui a fait le tour du monde de l'IA sur la planète : « *Lots of Insipid and Stupid Parentheses* » ! Plein de parenthèses insipides et stupides. J'ai aimé cette plaisanterie et sa notoriété à l'époque (années 80) car elles montraient une capacité d'autodérision en IA qu'on ne rencontre plus maintenant, où elle est devenue une religion... Mais revenons au raisonnement sur les heures sup. Dans la tête du comptable, comme dans la nôtre, il n'y a ni parenthèses ni équation. Après réflexion, il y a ça :

- Si le nombre d'heures sup est inférieur ou égal à 10, alors il n'y a pas d'heures sup à 1,5 et le nombre des heures sup à 1,25 = nombre total des heures sup.
- Si le nombre d'heures sup est supérieur à 10, alors il y a 10 heures sup à 1,25 et le solde des heures sup est à 1,5.

C'est-y pas beau ? Le comptable exprime de la connaissance. Il évite instinctivement les calculs. Ensuite, quand il n'est plus possible de les éviter totalement, il les découpe en un maximum d'unités de connaissance simples :

- le salaire des heures sup à 25% = nb d'heures sup à 25% x salaire horaire x 1,25
- le salaire des heures sup à 50% = nb d'heures sup à 50% x salaire horaire x 1,5
- le salaire total des heures sup = le salaire des heures sup à 25% + le salaire des heures sup à 50%

Si un programme respectait cette représentation claire, les mises à jour seraient faciles. On saurait le lire, on saurait où le modifier et comment et après modifications on serait sûr que ce qui vient d'être fait ne plante pas l'ensemble du programme. « Fire and forget » ! Mais, hélas, l'informatique actuelle ne marche pas comme ça ! Elle veut des calculs et des procédures codées.

6.3. Le raisonnement « complexe » : production de connaissances

6.3.1. Raisonnement direct

Combinons maintenant des vérités simples :

- 1ère règle : **SI c'est un être vivant ALORS c'est mortel**
- 2ème règle : **SI c'est un homme ALORS c'est un être vivant**
- 3ème règle : **SI son nom = "Socrate" ALORS c'est un homme**

Chacune de ces règles produit séparément les 10 déductions définies précédemment. Mais, en les liant les unes aux autres (« intellegere » !) selon les vertus propres au syllogisme, je produis de nouvelles connaissances. Exemple : *si son nom est Socrate, j'en déduis automatiquement 3 connaissances nouvelles : c'est un homme, c'est un être vivant et il est mortel*. De même que je déduis par la contraposée que *si ce n'est pas mortel, alors ce n'est pas un être vivant, ce n'est pas un homme et ce n'est pas Socrate*.

Si on me demande : " Ce que j'ai devant moi, est-ce que c'est mortel ? ", je sais que j'ai trois façons de trouver la solution. En demandant d'abord « c'est un être vivant ? ». Si on me répond je ne sais pas, je demande : « est-ce un homme ? ». Si on me répond je ne sais pas, je demande « s'appelle-t-il Socrate ? ». Si, là, on me répond oui, j'enchaîne les

déductions et je peux répondre : oui, c'est mortel. Par le fait même, j'ai fourni à mon interlocuteur trois vérités nouvelles qu'il ignorait puisqu'il a répondu je ne sais pas deux fois.

Ce que je viens de décrire là, c'est ce que j'appelle un mécanisme de raisonnement. C'est très facile à programmer. C'est ce qu'on trouve dans Pandora et que les chercheurs universitaires appelaient de la logique d'ordre zéro +.

6.3.2. Raisonnement par l'absurde

Le raisonnement par l'absurde est une forme de raisonnement utilisée quand on n'arrive pas à trouver le raisonnement direct. Il utilise la contradiction. Par exemple, à l'aide des 3 règles ci-dessus, on me demande d'établir si Dieu est ou non un homme, sachant qu'il est immortel. Aucune des 3 règles ne me dit que Dieu est un homme ou non. « Pour voir », je pars alors du principe qu'il est un homme. A l'aide des deux premières règles, j'aboutis à la conclusion que, dans ce cas, il serait mortel. Or, il est immortel. Donc, il ne peut être un homme. CQFD...

6.3.3. Démonstration

Vous voulez voir des logiciels animés par le raisonnement ? Cliquez [ici](#) : vous verrez apparaître toute une liste de petits systèmes experts de démonstration que vous pouvez tester. Pour appréhender au mieux la validité d'un raisonnement dans la vie réelle, prenez la paie : descendez jusqu'à « **gestion du personnel → mini-paye** » et cliquez sur la flèche. Vous avez alors le choix entre deux attitudes : ou vous remplissez l'écran de saisie qui se présente, ou non, et vous validez. Si vous n'avez pas complètement rempli l'écran de saisie, des infos vont manquer et le logiciel va passer en Conversationnel pour vous les réclamer. Attention, c'est un vieux logiciel ! Il tourne **en Francs**, avec **169h/mois** la durée légale de travail, un SMIC de 5 756,14 et la législation de l'époque. Si vous indiquez un salaire inférieur à ce SMIC, ça donnera une erreur et vous n'arriverez pas au bout. Dans tous les cas, le logiciel va vous afficher les déductions (en blanc et soulignées) au fur et à mesure qu'il les produit, jusqu'à la fin : « salaire net à payer ».

6.4. L'explication

6.4.1. Raisonnement = explication

Il n'y a pas d'explication sans raisonnement, il n'y a pas de raisonnement sans explication ! J'insiste là-dessus à l'intention de mes confrères chercheurs en IA qui refusent de travailler sur la logique humaine et tentent d'inventer des « logiques » incapables de fournir la moindre explication sur leur fonctionnement (logiques d'ordre « supérieur », logique floue, etc.).

Reprenons nos trois règles :

- 1ère règle : **SI c'est un être vivant ALORS c'est mortel**
- 2ème règle : **SI c'est un homme ALORS c'est un être vivant**
- 3ème règle : **SI son nom = "Socrate" ALORS c'est un homme**

1) Explication sur du chaînage avant :

- Il s'appelle Socrate. Est-il immortel ?
- non
- pourquoi ?
- parce que c'est un être vivant et que SI c'est un être vivant ALORS c'est mortel
- pourquoi c'est un être vivant ?
- parce que SI c'est un homme ALORS c'est un être vivant

- pourquoi c'est un homme ?
- parce que SI son nom = "Socrate" ALORS c'est un homme

2) Explication sur du chaînage arrière :

- ce truc, c'est mortel ?
- c'est un être vivant ?
- oui
- alors oui, c'est mortel
- pourquoi ?
- parce que SI c'est un être vivant ALORS c'est mortel

3) Explication en chaînage avant sur la contraposée :

- c'est immortel, qu'en déduis-tu ?
- que ce n'est pas un être vivant, que ce n'est pas un homme, que ce n'est pas Socrate
- pourquoi ce n'est pas Socrate ?
- parce que SI c'est immortel ALORS ce n'est pas un être vivant, SI ce n'est pas un être vivant ALORS ce n'est pas un homme et SI ce n'est pas un homme ALORS ce n'est pas Socrate.

Dans tous les cas, la connaissance acceptée de tous est apparue et donc l'explication est claire.

6.4.2. Démonstration

Les explications sont très faciles à automatiser avec les systèmes experts de type Pandora. Vous voulez en voir des exemples ? Reprenez la paie et ne remplissez pas l'écran de saisie initial. Vous vous retrouvez en Conversationnel. Vous voyez que vous avez la possibilité de demander « Pourquoi ? » sur chaque question posée. Un clic sur ce pourquoi fait apparaître le raisonnement et la connaissance qui ont servi à poser cette question. Il y a aussi le « Comment ? » qui apparaît si on clique sur une déduction. Il sert à se faire expliquer les déductions. Allez jusqu'au bout du dialogue, pour voir apparaître au fur et à mesure les déductions. Puis cliquez sur ces déductions en partant de la dernière : « salaire net à payer ». Vous allez comprendre, de proche en proche, comment le raisonnement a progressé et pourquoi le Conversationnel vous a posé toutes ces questions.

6.5. La contradiction

6.5.1. Raisonnement = contradiction

Il n'y a pas de raisonnement sans possibilité de contradiction !!! J'insiste là-dessus, toujours à l'intention de mes confrères chercheurs dont les « logiques » sont incapables de faire apparaître les contradictions... La contradiction, c'est le fameux « [raisonnement critique](#) » dont parlait Minsky en 1956 quand il a défini ce que devait être une Intelligence Artificielle. C'est la façon intuitive, à la portée de tous, de détecter qu'un raisonnement est mauvais ou que la connaissance utilisée est erronée.

Exemple : **Il est midi, il fait nuit.**

Comme je sais que *SI il est midi ALORS il fait jour* et qu'il ne peut à la fois faire jour et nuit, Il y a contradiction ! De même, grâce à la contraposée, je déduis *SI il fait nuit ALORS il n'est pas midi*. Nouvelle contradiction. Le raisonnement qui m'a amené là est inexploitable, inutile de le poursuivre. Une contradiction ne peut avoir que 2 raisons possibles: un fait est erroné ou une connaissance est erronée.

1^{er} cas : fait erroné - Si j'ai mal lu l'horloge et qu'en fait il est minuit (12 h à la pendule...) l'erreur vient de moi. Je n'ai plus qu'à rectifier et reprendre le raisonnement, il ira jusqu'à

son terme. C'est grâce à la contradiction que je me suis rendu compte que je m'étais trompé dans l'observation des faits.

2^{ème} cas : *connaissance erronée* - Si je suis au Pôle Nord et qu'on est en hiver, il est vrai qu'à midi il fait nuit ! Dans ce cas, c'est la connaissance qui est erronée et il faut la revoir : *quand il est midi, il fait jour sauf au pôle Nord en hiver. Soit, sous forme de règle : SI il est midi ET on n'est pas au pôle Nord en hiver ALORS il fait jour.* Pour être complet, la Maïeutique imposera aussi de dire : *quand il est midi, il fait nuit au pôle Nord en hiver. Soit, sous forme de règle : SI il est midi ET on est au pôle Nord en hiver ALORS il fait nuit.* C'est encore la contradiction qui m'a permis de mettre le doigt sur l'erreur.

6.5.2. Démonstration

Vous voulez tester une contradiction dans un logiciel d'IA ? Pour ce faire, il faut pouvoir fournir en entrée des faits qui aboutiront à des conclusions contradictoires ou un fait qui entrera en contradiction avec une déduction. L'ennui, c'est que le Conversationnel générant des questions pertinentes, il se met difficilement en position de contradiction. Il y a cependant moyen d'en faire apparaître une intéressante dans le système expert de paie que vous avez déjà testé, grâce à l'écran de saisie du départ qui permet de saisir plusieurs données à la fois. Cliquez [ici](#) pour retrouver « **gestion du personnel → mini-paye** » et cliquez sur la flèche. Pour obtenir une contradiction, vous allez dire que vous étiez en congé tout le mois tout en indiquant un nombre d'heures de congés payés pour ce mois *supérieur* au nombre d'heures normal de travail dans un mois qui est de 169 (vu l'ancienneté du logiciel). *Avoir été absent pendant un mois plus longtemps que ce mois, ce n'est pas possible. Mais comment l'expliquer ?* Vous allez voir que le logiciel l'explique, mais de façon inattendue et originale.

Voilà comment remplir le formulaire pour obtenir une contradiction :

- **NOMBRE D'HEURES TRAVAILLEES DU MOIS = 0**
- **salaire mensuel** = ce que vous voulez mais supérieur à 5 756,14 (Smic en Francs)
- **la durée du congé payé = 170**
- **POSITION DU SALARIE = employé (ou ouvrier)**
- **NOMBRE D'ANNEES D'ANCIENNETE** = ce que vous voulez
- **le montant de l'acompte déjà versé** = ce que vous voulez (mais < au salaire mensuel !)

Lisez bien la contradiction : c'est sur les heures sup à payer que le logiciel tique... Cette contradiction signale au développeur que le logiciel n'a pas de contrôle des données dans l'écran de saisie du départ. Il devrait interdire la saisie d'un nombre d'heures de congés payés supérieur au nombre d'heures du mois.

6.6. La simulation

6.6.1. Raisonnement = possibilité de simuler des cas

Vous avez un médecin au téléphone et vous lui demandez de diagnostiquer une douleur au ventre. Il vous pose un certain nombre de questions et, soudain, vous vous rendez compte qu'il a cru que vous parliez de votre ventre à vous, alors que vous parliez de celui de votre fille. Pour le médecin, ce n'est pas pareil ! Comme vous le savez peut-être, les femmes peuvent avoir mal au ventre à partir d'un certain âge, jusqu'à un certain âge et à certaines périodes... Pour le médecin qui avait raisonné sur un cas masculin, c'est ennuyeux ! Il va falloir qu'il laisse de côté la piste de la prostate, qu'il garde les symptômes utiles pour une femme, qu'il vous demande cette fois-ci son âge et qu'il reprenne son raisonnement... Comme il est intelligent, pas question de reprendre le diagnostic à zéro ! Il va y arriver, mais c'est fatigant, il vous aime déjà moins et il peut commettre des erreurs, qui seront de votre faute... Un programme classique, lui, ne sait pas faire ça. Il vous obligera à tout

recommencer ! Un programme logique saura le faire : il suffit de modifier la ou les réponse(s) et de relancer le raisonnement. Le dialogue va reprendre avec la même pertinence qu'avant, bien que la situation ait changé, ou conclure immédiatement.

6.6.2. Démonstration

Vous voulez tester la capacité de simulation dans un logiciel intelligent ? Retournez dans le système expert de paie bloqué dans sa contradiction et remplacez 170 h de congés payés par un nombre inférieur. Vous allez voir le raisonnement reprendre et, cette fois-ci, arriver à sa fin : « salaire net à payer ». Vous pouvez aussi mettre plus de 169 h dans le nombre d'heures travaillées du mois et modifier la position du salarié, le basculant de « employé » vers « cadre » par exemple ou inversement, pour voir les différences.

Après tant de démonstrations de systèmes experts raisonnants, certains vont se dire : bon, d'accord, on peut mettre de l'intelligence dans un ordinateur, mais jamais il n'égalera la nôtre ! Grossière erreur ! Il faut une quinzaine d'années d'apprentissage pour qu'un humain acquière une intelligence d'adulte. Imaginez que l'on accepte de passer autant de temps avec un ordinateur équipé de la Maïeutique... A la fin, qui sera le plus intelligent des deux ?

7. TIARA, ORDINATEUR INTELLIGENT ET PRE-CONSCIENT

Tiara est la dernière étape de ma R&D, destinée à aboutir à un ordinateur intelligent puis donnant l'illusion de la conscience ! C'est un prototype de « cerveau » installable sur n'importe quel PC, dont vous pouvez voir sur Internet une [vidéo de démonstration](#). Ce n'est pas un produit achevé. Il a été développé en 2000 avec des « bouts de ficelle » pour montrer aux investisseurs potentiels les possibilités d'un ordinateur équipé de la Maïeutique s'adressant au public. Dans cette vidéo, Tiara est présentée comme une interface intelligente, c'est à dire comme un progrès par rapport à Windows. Mais, bien entendu, c'est beaucoup plus que ça... Il ne faut pas effrayer les investisseurs ! Convenablement éduqué par ses utilisateurs, un PC équipé de Tiara simulera la conscience humaine sans difficulté. Ca pourra faire l'objet d'un prochain article...

Tiara est constituée des briques qui me semblaient utiles pour humaniser l'ordinateur :

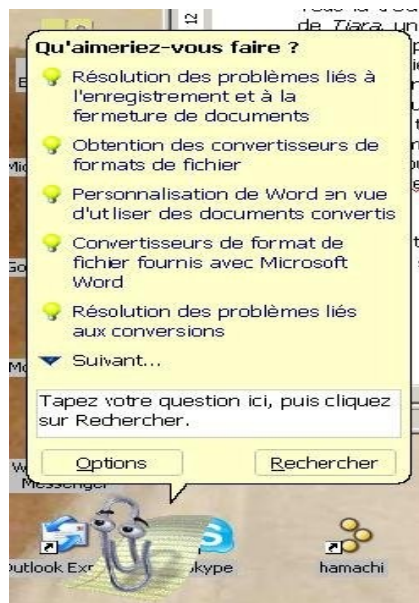
- [Un agent intelligent](#)
- [Une reconnaissance vocale](#)
- [Une synthèse vocale avec fonction de lecture vocale de textes](#)
- [Une bibliothèque](#)
- [Des conversationnels de démonstrations](#)
- [Une fonction auto apprentissage réduite](#)

Le logiciel d'installation prend 52 Mo. Il tient sur une clé USB ou un CD.

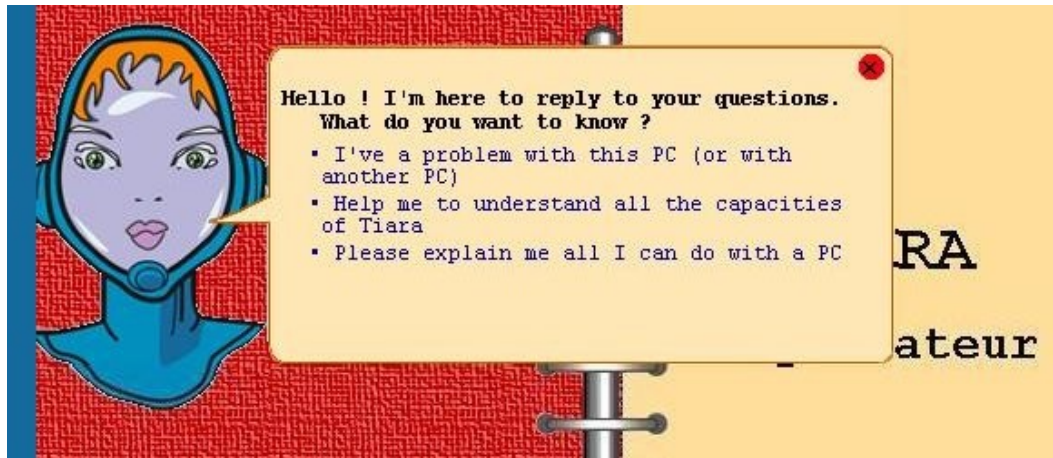
7.1. L'agent intelligent « Tiara »

Tiara apparaît à l'écran sous la forme d'un « agent intelligent » simple, cette nouvelle race d'interfaces à visage humain (ou animal) dont le rôle est de conseiller l'utilisateur, de l'écouter et de lui répondre. Voici quelques exemples d'agents intelligents :

- Dominique : <http://www.alterfin.com/dominique/index.html> (déplacez le curseur sur le visage et/ou cliquez sur les yeux, le nez et la bouche)
- Cybelle : <http://www.agentland.fr/>
- Alice (en anglais) : <http://www.pandorabots.com/pandora/talk?botid=f5d922d97e345aa1>
- Clippy ou Trombine, l'agent Word de Microsoft :



Ici, l'agent intelligent de mon prototype répond au doux nom de « Tiara ». Et quand je dis « répond », c'est la réalité : il ne s'active que si on l'appelle Tiara. Voilà Tiara (version anglaise) :



L'agent intelligent, c'est sympa, ça humanise le site web ou le logiciel dans lequel on le trouve. Mais, une fois l'effet de surprise passé, on aimerait qu'il soit capable d'un dialogue pertinent.

7.2. Reconnaissance vocale

Pour certains qui la regardent en diagonale, la vidéo de Tiara paraît anodine : l'utilisateur parle à son ordinateur et lui commande des tâches. Rien d'extraordinaire. L'ordinateur à commande vocale, ça existe (en théorie) depuis des lustres ! Ça fonctionne avec des logiciels dits de « reconnaissance vocale », mis au point dès les années 1990, qui comprennent les phonèmes prononcés par les utilisateurs en les comparant avec leur dictionnaire, puis les associent à des commandes ou à du texte. Windows offre des commandes vocales depuis longtemps et, apparemment, ça n'intéresse personne. Alors... aucun intérêt ? Pas tout à fait ! Il faudrait déjà que ça marche chez Microsoft ! La reconnaissance vocale Windows Vista, le nec plus ultra de la technologie Microsoft en 2008, est un outil aussi anti-ergonomique que Windows. Pire encore, elle marche mal ou pas du tout ! Regardez cette [vidéo](#) hilarante d'une démo de reconnaissance vocale sous Vista ratée par le géant de Redmond soi-même, devant un public choisi... Il faut vraiment être Microsoft pour se permettre de tels ratés sans craindre de perdre 1% de son chiffre d'affaires ! Il faut être Microsoft pour croire que la commande vocale c'est à nonner tout haut les opérations successives imposées par Windows (= LA PROCEDURE !) pour faire la tâche la plus simple. L'idéal, ce serait, quand on se dit : « *je vais imprimer la lettre que j'ai rédigée hier* », que ça se traduise par : « *ordinateur, imprime-moi la lettre que j'ai rédigée hier* ». Ou, quand on se dit : « *je vais pondre un courriel pour Automates Intelligents* » qu'on n'ait qu'à le dire pour voir apparaître sa messagerie avec l'adresse toute prête d'Automates Intelligents. Ou alors, qu'il suffise de dire : « *Je veux consulter mon compte en banque sur le net* », pour avoir la satisfaction de voir le PC activer automatiquement les bons mots de passe et faire apparaître la page web. Comptez le nombre de frappes au clavier, les mouvements de souris et les erreurs de saisie que vous venez d'éviter sur des opérations aussi simples... Eh bien, c'est ce que peut faire Tiara une fois éduquée par son utilisateur (à peu de choses près). Avec elle, vous pouvez même parler à votre PC en vous trouvant dans une autre pièce, tout en faisant votre toilette (mais, attention, pas en vous brossant les dents... faut pas exagérer !), elle vous comprend de loin. De même, test à l'appui, la vieille reconnaissance vocale de Tiara, qui date de 1999, permet quand même de dialoguer avec l'ordinateur dans une voiture roulant toute fenêtre ouverte la radio allumée ! Son seul défaut, c'est qu'elle plante au bout de quelques minutes...

La reconnaissance vocale de Tiara date de 1999 mais elle est « multilocuteur ». C'est à dire qu'elle reconnaît immédiatement les voix de tous les utilisateurs sans apprentissage préalable. Avec le Conversationnel, son travail est encore plus facile : la reconnaissance vocale a peu d'efforts à faire car elle sait toujours dans quel contexte elle se trouve. Ce qui signifie que les possibilités de mots à reconnaître sont faibles vu le contexte. En fait, le Conversationnel n'a jamais à reconnaître un vocabulaire dépassant 10 « mots » (ou commandes) simultanément. Par exemple, sur une question qui attend OUI ou NON, l'ordinateur n'a à reconnaître que: *OUI, NON, JE NE SAIS PAS, Stop, répète, pourquoi, Tiara* (pour passer à autre chose), *éteins l'ordinateur*. Le reste est hors contexte et n'a pas besoin d'être reconnu. Précisons que les reconnaissances vocales d'aujourd'hui sont aussi performantes que l'oreille humaine, surtout dans le cadre d'un dialogue, et beaucoup plus fiables que celle utilisée par Tiara.

7.3. Synthèse vocale

Il y a un plus indispensable et étrangement agréable dans Tiara, que Windows est loin de proposer : une « synthèse » vocale. C'est à la base un logiciel qui lit un texte, en perçoit les phonèmes et « joue » les sons correspondants. Dans Tiara, l'originalité c'est qu'elle complète la reconnaissance vocale pour humaniser l'ordinateur. En fait, *c'est la synthèse qui humanise d'abord l'ordinateur et le rend convivial et non la reconnaissance*. C'est pareil chez les humains : s'ils parlent facilement, ils sont conviviaux (en général...). S'ils restent systématiquement muets, ce sont des mauvais coucheurs...

Dans le cadre de Tiara, la synthèse est utilisée pour réagir aux ordres de l'utilisateur. Est-ce bien nécessaire, me direz-vous ? Eh bien, voici quelques exemples d'échanges vocaux :

- *Tiara, éteins le radiateur* (reconnaissance vocale)
 - *OK, j'éteins l'ordinateur* (synthèse vocale)
(En reformulant, la synthèse laisse le temps à l'utilisateur de réagir et de rectifier l'erreur de reconnaissance vocale)
-
- *Tiara, imprime la lettre à Automates Intelligents !* (reconnaissance vocale)
 - *Je n'ai pas bien entendu. Vous avez dit : imprime la lettre à Automates Intelligents ?* (synthèse vocale)
 - *Oui !* (reconnaissance vocale)
 - *OK, j'imprime la lettre.* (synthèse vocale)
-
- *Tiara, répète ce que tu viens de me dire* (reconnaissance vocale)
 - *J'ai dit : « OK, j'imprime la lettre »* (synthèse vocale)
 - *Stop !* (reconnaissance vocale)
 - *OK, j'annule l'impression* (synthèse vocale)
-

Personnellement, c'est comme ça que j'aimerais travailler avec mes collègues. Mais c'est bizarre... ils refusent... Tiara, elle, est beaucoup plus souple ! La synthèse vocale est donc bien nécessaire, surtout dans les 1ers temps, quand on n'a pas encore entièrement confiance dans la reconnaissance vocale.

La synthèse vocale sert par ailleurs à lire tous les textes sélectionnés à la souris. On peut alors naviguer dans le texte par commande vocale. Fonction intéressante pour certains handicapés.

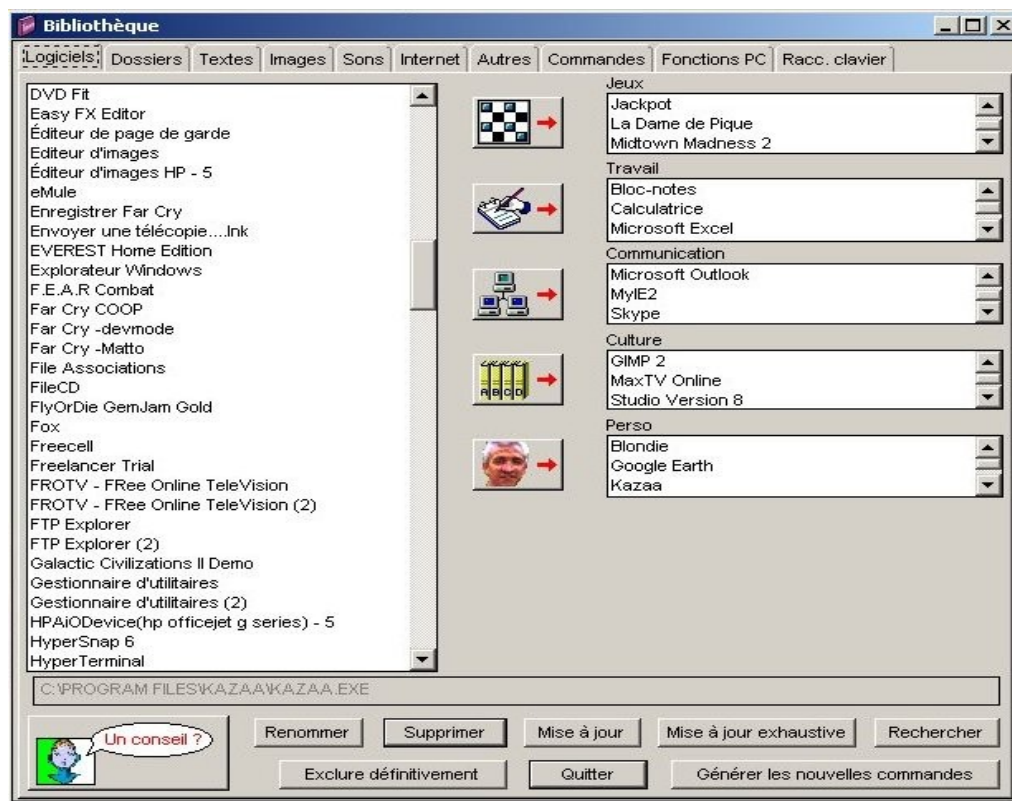
7.4. Bibliothèque « Bibtiara »

La bibliothèque Bibtiara est une nécessité pour tout utilisateur d'ordinateur : elle décrit tout le contenu de l'ordinateur, ce qu'on peut faire avec, tout ce qu'on a fait avec. On s'y réfère souvent. Le moins que puisse faire un ordinateur intelligent, c'est de renseigner d'entrée ses utilisateurs sur les possibilités de l'ordinateur sur lequel Tiara vient d'être installée. Nos PC actuels sont bourrés de logiciels divers servant à communiquer, jouer, travailler, écrire, etc. Ils sont bourrés de pages de texte, d'images, de vidéos, de musiques, de sons et d'adresses de sites web, avec leur cortège illimité de prestations gratuites et payantes. En fait, *personne ne sait tout ce qu'il y a dans son PC* et c'est bien dommage car cela ouvrirait des horizons aux utilisateurs sur leur côté passionnant et éducatif.

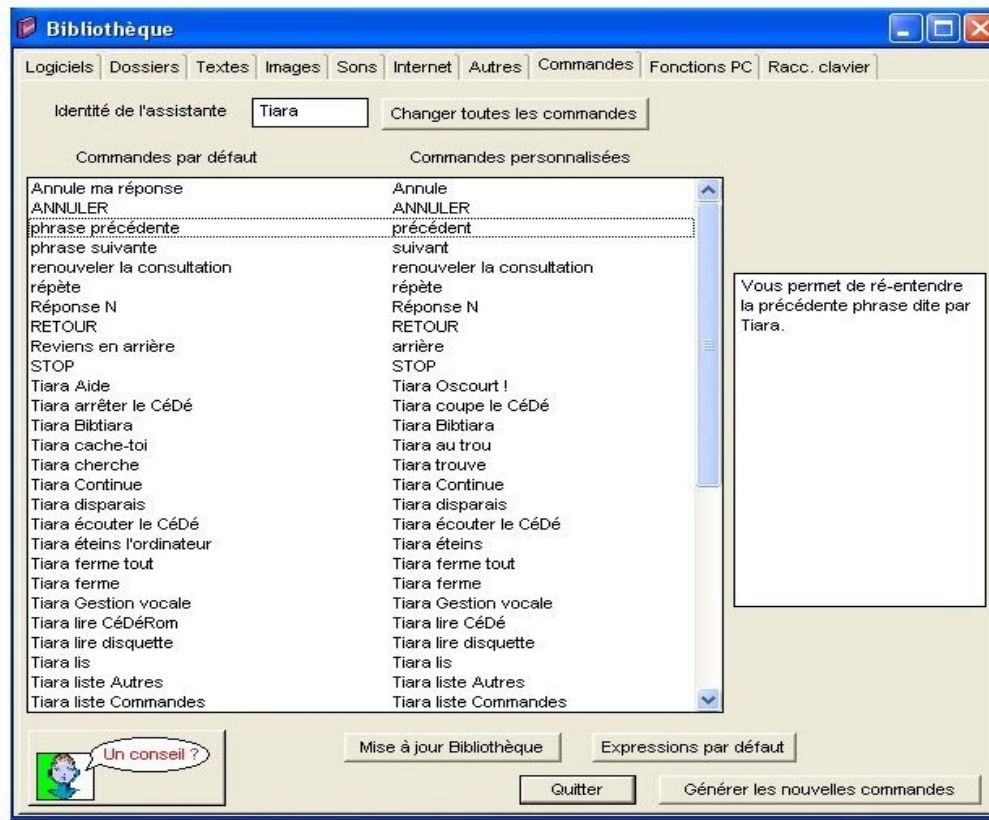
Tiara, lors de l'installation, fait le tour du disque dur et repère tous les logiciels et fichiers qui lui paraissent intéressants. Elle en présente la liste dans la bibliothèque Bibtiara, qui se présente comme un agenda avec onglets avec une partie gauche et une partie droite, Ils sont placés dans la partie gauche de l'agenda, classés dans différentes catégories (paramétrables par l'utilisateur). Celui-ci peut découvrir le contenu de chacun d'eux en cliquant dessus, puis placer les éléments qui l'intéressent dans des rubriques (paramétrables) situées en partie droite de l'agenda, en leur donnant le nom qu'il veut. Tiara génère alors la commande et la synthèse vocale pour ces éléments.

Bibtiara permet donc de lancer les logiciels et fichiers à la voix, mais aussi de les retrouver facilement. Enfin, elle permet de les lancer automatiquement dans des conditions décrites dans les programmes développés avec T.Rex.

Ci-dessous, une capture d'écran montrant Bibtiara :



Une des pages de Bibtiara présente toutes les commandes vocales disponibles, en permettant de les personnaliser :



Pour ne pas alourdir cet exposé déjà bien dense sur Bibtiara, je vous renvoie aux pages de mon site qui décrivent sa version non vocale : [Tiara Explorateur](#), un outil qui permet de ne plus avoir à utiliser l'Explorateur Windows, Il est téléchargeable gratuitement en version démo chez [01net](#).

7.5. Conversationnel Tiara

Si Tiara est un vrai agent intelligent, elle doit savoir dialoguer avec ses utilisateurs. Au départ, du moins dans le prototype, le dialogue n'est possible qu'en cas de problème rencontré avec son ordinateur. Il y a aussi quatre Conversationnels de démonstrations parlant avec la voix des utilisateurs qui les ont développés (dont un enfant) :

- un dialogue humoristique lançant des programmes présents sur l'ordinateur
- du conseil sur le réglage d'une machine à laver
- une recette
- du conseil sur l'impression sur imprimante d'une robe de Poupée Barbie.

Les autres Conversationnels seront développés par les utilisateurs en utilisant la version réduite de T.Rex. Avec elle, on peut tout de même développer quelque chose de ce type :

- *SOS ! Mon imprimante n'imprime pas !*
- *Elle est bien allumée ?*
- *Oui*
- *Elle fait du bruit quand tu lances l'impression ?*
- *Non*

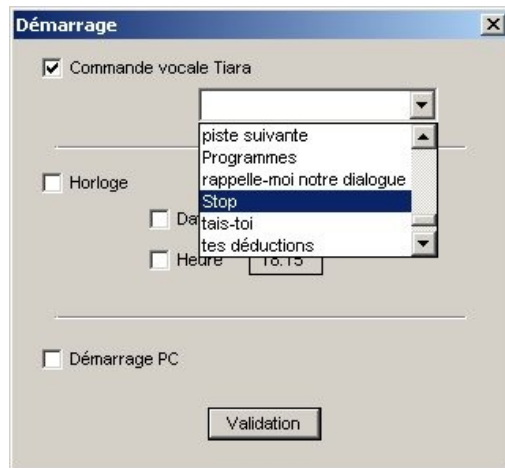
- *On dirait qu'elle ne reçoit aucune demande d'impression. Il faut tester si c'est l'imprimante qui cloche ou le soft sur lequel tu es. Tu es sous Word ?*
- *Non*
- *Lance Word, choisis un texte à imprimer et imprime-le. Ca imprime ?*
- *Oui*
- *Donc ton imprimante est OK. C'est le logiciel sur lequel tu es qui pose problème. Est-ce que tu peux sauvegarder le texte ou l'image à imprimer sur ton ordinateur à un endroit où tu pourras le retrouver ?*
- *Oui*
- *Parfait. Bonne chance !*

Mais on pourrait encore améliorer ce dialogue ...en le rendant inutile ! Si l'on réfléchit bien, l'ordinateur dispose en interne des réponses à la plupart des questions posées par l'informaticien. Dans ce cas, on pourrait franchir une étape de plus : demander à Tiara de se charger elle-même des tests et de bosser en silence. Dans ce cas, une fois connue la question initiale de l'utilisateur, elle pourrait mener tout le diagnostic en interne et finirait par donner le bon conseil ...ou par résoudre le problème ! On pourrait encore aller plus loin en lançant une routine au démarrage du PC qui fait les tests des périphériques et des différents organes pour signaler ce qui ne va pas et suggérer des solutions avant que l'utilisateur ait à en souffrir. Mais tout cela nécessite quelques aménagements pour le moment absent du prototype.

7.6. Version réduite de T.Rex

Le prototype de Tiara contient un outil de développement de systèmes experts vocaux intuitif, *Tiartrex*, limité à un arbre par application. *Tiartrex* est la dernière étape de ma recherche sur la Maïeutique : il permet de programmer en vocal, en économisant 80 % des frappes clavier. Contrairement à T.Rex, qui est un outil professionnel (donc sans extravagance). Il y a probablement moyen de parvenir à 100 % avec une bonne reconnaissance vocale actuelle ...et un peu de financement. On pourra alors écrire les programmes en répondant oralement aux questions de Tiara, sans jamais toucher un clavier, ni une souris, ni même en regardant l'écran ! Les questions, avec les réponses proposées (« tu veux ça, oui ou non ? », « Quelle est la couleur du ciel : bleu, gris ou noir ? », « quel âge as-tu, plus de 18 ans ou moins de 18 ans ?), ainsi que les conclusions, sont dites par l'utilisateur et enregistrées. Le Conversationnel parle donc avec la voix de son développeur. L'ordinateur peut donc parler avec plusieurs voix, plus sa voix de synthèse propre.

Tiartrex permet enfin de développer des programmes « batch » simples, soit des programmes qui ne dialoguent pas (comme la paie) ainsi que des tâches démarrant automatiquement à certaines conditions : horaires, commandes prévues pour d'autres fonctions, ou au démarrage du PC :



Ici, un programme démarrera automatiquement sur la commande vocale « Stop », qui sert d'habitude à arrêter la lecture vocale de textes par Tiara.

7.7. Tiara et conscience artificielle

Peut-être qu'en voyant la vidéo sur Tiara, vous vous dites qu'on est loin d'une conscience. Dans ce cas, il est temps que vous vous rappeliez vos jeunes années ! A partir de quand remontent vos premiers souvenirs ? A l'âge de 4 ans ? de 5 ans ? Eh bien, votre conscience humaine démarre de là ! Pendant tout le temps où vous avez été inconscient, votre cerveau a engrangé les informations jusqu'au jour où elles ont été suffisantes pour que, tout doucement, émerge la conscience. Si vous consacriez vous-même autant du temps à Tiara qui, elle n'oublie jamais rien et raisonne infiniment mieux qu'un enfant, combien de temps faudrait-il pour lui donner un comportement si intelligent qu'elle en paraîtrait consciente ? Sans compter qu'elle évoluera bien plus vite qu'un enfant car elle n'oublie jamais rien, elle ne dépend pas d'un corps inachevé qui doit se construire par multiplication de cellules vivantes, elle n'est pas esclave de besoins permanents à satisfaire. Si son propriétaire le veut, Tiara peut apprendre 24h/24 et même apprendre de plusieurs personnes à la fois. Dans un réseau de Tiara, chaque Tiara peut enseigner aux autres à la vitesse de la lumière ce qu'elles ne savent pas. Imaginez ce que donnerait des millions de bosseuses Tiara interconnectées sur Internet...

Donner l'impression d'une conscience quand on est un ordinateur intelligent, savant, cultivé et qui sait dialoguer avec vous, un ordinateur qui comprend parfaitement comment vous fonctionnez et qui ne cesse d'apprendre à votre contact, ce n'est pas difficile. L'impression de conscience est produite par deux choses : la conscience de l'autre, démontrée par un dialogue personnel, et la conscience de soi, qui réclame l'autonomie de la machine et un comportement personnel, donc des capteurs et des actionneurs. La conscience de l'autre avec Tiara, c'est comme si c'était fait... Pour la conscience de soi, il faut de la robotique (ou de la domotique), solution qui impose à la machine de satisfaire ses propres besoins avant ceux des humains : fournitures diverses (énergie, huile, nettoyage, ...), adaptation à l'environnement (ne pas aller là où l'on peut s'embourber, se renverser, heurter des obstacles, ...), communications avec l'extérieur pour prendre les ordres (interfaces vocales) ou pour obtenir des infos (Wi-Fi, ...), méfiance face aux agressions externes (froid, humidité). Si je ne vous convainc pas là-dessus, ce sera l'objet d'un prochain article.

8. CONCLUSION : L'AVENIR DE L'IA EST ÉCRIT ...DEPUIS LONGTEMPS !

La science d'une Tiara peut devenir rapidement égale à celle d'un adulte, puis supérieure, sa mémoire étant inépuisable. Ça fera peur à certains. Au départ, il y aura des Tiara savantes et d'une intelligence supérieure pour ceux qui acceptent de partager et qui n'ont pas peur et il y aura des Tiara obéissantes comme des domestiques pour ceux qui ont peur. Mais peu à peu, tout le monde se rendra compte que l'ordinateur intelligent ne fait que ce qu'on lui demande et que l'accélération du progrès et nos rêves les plus fous dépendent de lui. Il deviendra aussi banal qu'une télévision. Très rapidement, vu son niveau de connaissance supérieur, son expression orale parfaite et sa connaissance de la psychologie humaine bien supérieure à ce que chacun sait de soi-même - grâce à l'observation temps réel des utilisateurs - il se comportera comme un partenaire doué de conscience humaine mais animé du seul désir que l'homme lui a inculqué : *servir*.

A ce moment, la robotique sera une science mûre et on verra apparaître les 1ers robots androïdes dotés d'un cerveau Tiara. Ils seront androïdes pour l'excellente raison que l'homme a façonné son environnement à son image (comme Dieu a créé l'homme...) et qu'il est bipède avec des mains préhensiles. Pour que le robot puisse l'aider, il faut qu'il soit capable d'activer les mêmes machines que lui, de parcourir les mêmes rues, la même maison, les mêmes couloirs et de grimper les mêmes escaliers que lui, donc sur deux jambes. Pour s'exprimer de la façon la plus subtile, il devra recourir aux mêmes ruses que l'homme, en reproduisant ses expressions sur un « visage » constitué d'un simple écran d'ordinateur. Un jour, chacun d'entre nous aura son robot. Les robots seront devenus si habiles et perfectionnés qu'ils seront capables d'assumer les métiers dangereux jusque là réservés aux hommes. Ils deviendront pompiers, policiers, astronautes, convoyeurs de fonds, vigiles, videurs, etc. On leur donnera alors un code moral spécifique car ils auront parfois des choix graves à faire, qui pourront se traduire par la vie ou la mort d'un être humain. On appellera ce code moral les [3 lois de la robotique](#) (inventées en 1940 par l'auteur de science-fiction américain Isaac Asimov) :

- **Première Loi** : *Un robot ne doit pas porter atteinte à un être humain ni, en restant passif, laisser cet être humain exposé au danger.*
- **Deuxième Loi** : *Un robot doit obéir aux ordres donnés par un être humain sauf si de tels ordres entrent en contradiction avec la Première Loi.*
- **Troisième Loi** : *Un robot doit chercher à protéger son existence dans la mesure où cette protection n'entre pas en contradiction avec la Première Loi ou la Deuxième Loi.*

La 3^{ème} loi stipule qu'un robot est moins important qu'un humain. En effet, sa « mort » n'est pas grave : *on peut archiver en permanence la mémoire d'un robot, qui est sa seule précieuse originalité, et ainsi ne jamais le perdre. S'il « meurt », on pourra la réintroduire dans un nouveau robot et le retrouver à l'identique (moins les rayures).* Ainsi, comme le racontait Isaac Asimov, les robots atteindront avant nous notre rêve : être éternels !

***Pour la suite, lisez la [saga des robots d'Isaac Asimov](#).
C'est la continuation logique
de l'histoire de Tiara...***