

Revue Internationale de

ISSN 0980-1472

systemique

CONNAISSANCES IMPLICITES
ET
CONNAISSANCES EXPLICITES

Vol. 6, N° 1-2, 1992

afcet

DUNOD

AFSCET

Revue Internationale de
systemique

**Revue
Internationale
de Sytémique**

volume 06, numéro 1-2, pages 83 - 98, 1992

Connaissances implicites
et aides informatisées intelligentes

Paul Bourguine

Numérisation Afcset, août 2017.



Creative Commons

L. A. ZADEH, The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning, *Information Sci.*, **8**, Part I, 199-249, Part II: p. 301-357, 1975.

L. A. ZADEH, Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, *Fuzzy Sets and Systems*, **1**, p. 3-28, 1978.

L. A. ZADEH, A theory of commonsense knowledge, in *Issues of vagueness*, H. J. Skala, S. Termini, E. Trillas (eds.), Reidel, p. 257-296, 1984.

L. A. ZADEH, Syllogistic reasoning in fuzzy logic and its application to usability and reasoning with dispositions, *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics*, **15**, p. 754-763, 1985.

CONNAISSANCES IMPLICITES ET AIDES INFORMATISÉES INTELLIGENTES

R. BOURGINE

Banque De France.

Chercheur associé au GRASCE, URA CNRS 935 ¹

Résumé

Inévitable dans les relations humaines, l'implicite est tout aussi incontournable dans les rapports entre l'homme et la machine, et un système capable de réaliser des tâches dans un environnement complexe repose aussi sur de l'implicite.

Si l'on peut définir l'implicite comme ce qui n'est pas énoncé formellement dans un acte de communication, il faut encore distinguer plusieurs sortes d'implicite selon qu'il s'agit de certains savoir-faire, de connaissances partagées ou de non-dit volontaire.

L'implicite intéresse le modélisateur parce qu'il est présent dans la plupart des décisions de l'entreprise.

Quelques propositions pour les aides informatisées intelligentes sont énoncées : l'utilisation de la phase de validation est un moment essentiel de mise en évidence de l'implicite, la prise en compte des connaissances partagées peut se faire à l'aide d'un modèle de l'utilisateur; et les systèmes hybrides connexionnistes/symboliques peuvent aider à doter un système d'apprentissage et à utiliser de nombreux cas de validation.

Abstract

Every knowledge, every communication embody an explicit part. An artificial system, able to do some works in a complex environment, lies also on implicit. Implicit is unavoidable as well in human relationships as in man-machine interaction. Implicit is what is not said, but there are several kinds of implicit. There are also several manners to manage implicit during building knowledge bases. An exemple is given of designing a learning system using connexionnist technics for capturing implicit from the expert's validation of a knowledge based system.

1. Centre Forbin, 23 cours Gambetta, 13627 Aix-en-Provence Cedex 1.

Introduction

Il est inévitable dans les relations humaines, et probablement indispensable. Toile de fond de nos décisions, l'implicite ne peut qu'intéresser les modélisateurs. Il constitue une zone d'ombre et de mystère qui, laissant du champ aux articulations, permet les ajustements et les possibilités d'adéquation dans les interactions. Plus les situations que nous évoquons sont riches, plus elles contiennent d'implicite et, juste retour des choses, plus il est complexe à gérer et difficile à modéliser.

Un essai de définition du concept ne semble pas superflu : le terme a plusieurs facettes et le risque est grand de l'utiliser comme concept fourre-tout en y regroupant nos démons. Les liens entre les concepts d'implicite, de savoir-faire et de connaissances devraient être particulièrement éclairants.

L'implicite se rencontre dans tous nos échanges, dans tous nos actes. En modélisant ceux-ci, en reproduisant artificiellement nos décisions ou raisonnements, nous butons sur l'importance de l'implicite dans nos comportements. Il devient un point d'achoppement de la modélisation et on peut le considérer comme une des causes du fameux goulot d'étranglement que constitue l'extraction des connaissances. Dans cet article, nous entendrons connaissance comme connaissance symbolique et extraction comme cas particulier de l'élicitation, à savoir l'explicitation faite par l'expert lui-même en présence d'un tiers.

Si toute connaissance recèle de l'implicite, tout système capable de réaliser des tâches sur un environnement complexe repose aussi sur de l'implicite. Le phénomène, incontournable dans l'activité cognitive humaine, l'est aussi dans ses modélisations. Comment construire un tel système artificiel ? Celui-ci doit être capable d'acquérir un savoir-faire à partir de l'expérience et de le faire évoluer quand l'environnement change.

1. Qu'est-ce que l'implicite ?

1.1. Cerner le concept

Que nous dit le dictionnaire ? Implicite de *implicitus* qui n'est pas énoncé formellement mais qui est contenu virtuellement dans quelque chose, qui en découle naturellement; implicite s'oppose à formel. Et encore... explicite de *explicitus*, qui vient de *explicare* : expliquer. Se dit de ce qui est énoncé complètement et ne peut prêter à aucune contestation, qui est à la fois clair et précis, par exemple on dira les clauses du contrat sont explicites.

Le processus de la transformation que l'explication opère sur des concepts est fondamental : il s'agit du passage de l'implicite à l'explicite. Transformation complexe qui représente en fait un changement de nature. Carnap nous

en propose une caractérisation : « Par le procédé de l'explication, on entend la transformation d'un concept inexact, pré-scientifique, l'explicandum en un nouveau concept exact celui-ci : l'explicatum; bien que l'explicandum ne puisse être donné dans des termes exacts, il doit cependant être rendu aussi net que possible par des éclaircissements informels et par des exemples. »

Ce qui est implicite n'est pas dit expressément. Pourquoi n'est-ce pas dit ? Existe-t-il plusieurs types de « pas-dit » ? Comment les expliciter ? Essayons de caractériser les différents processus qui conduisent au « pas-dit ». Nous distinguerons dans ce qui n'est pas dit :

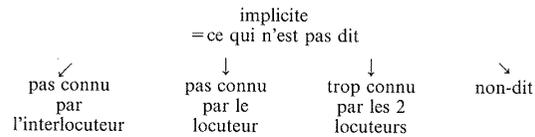
– *Le pas connu de l'interlocuteur* : il est fastidieux de tout expliquer à quelqu'un d'étranger au domaine. Illustrons cela par une situation prototypique : c'est celle qui correspond au « Parce que ! » abrupt et péremptoire que l'adulte finit en général par opposer à l'enchaînement des « Pourquoi ? » de l'enfant. Il faudrait expliquer tant de choses pour justifier un simple geste ou une simple phrase qu'on recule devant cet effort de justifications en chaîne. Elles n'auraient d'autre fonction que de renseigner un tiers étranger à l'action et à qui manquent trop d'éléments pour pouvoir recomposer les soubassements de la décision.

– *Le pas connu du locuteur* lui-même. Il existe, dans certaines expertises, des zones du savoir qui touchent aux frontières de la connaissance. L'implicite porte plus sur la borne de la connaissance, en tant que frontière que sur le contenu absent de la connaissance. C'est précisément une des caractéristiques de l'expertise de savoir gérer les interactions entre ces différentes zones et de savoir pallier tant bien que mal les connaissances manquantes. Ce type d'expertise est ainsi fondée d'une part sur des connaissances scientifiques, d'autre part sur l'expérience de décisions à prendre malgré l'inexistence du savoir correspondant.

– *Le trop connu du locuteur*, c'est ce qu'on oublie de dire parce que cela semble aller de soi pour celui qui parle. Il s'agit en fait de la description de tout un contexte de connaissances ou d'action qui accompagne pour lui une situation cognitive précise sans qu'il soit nécessaire de l'évoquer consciemment. Que l'interlocuteur par contre montre que lui ne connaît pas le contexte et celui qui parle va aussitôt préciser ce contexte sans aucune difficulté. Ce trop-connu recouvre notamment les connaissances partagées. L'implicite supposé connu des deux locuteurs, est néanmoins différent du sous-entendu, l'implicite n'est pas évoqué du tout alors que le sous-entendu suppose une évocation même très légère.

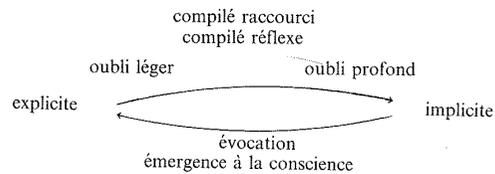
– *Le non-dit*, c'est ce qui n'est pas dit volontairement, par opposition, que celle-ci provienne de la volonté ou de l'identité. Il s'agira soit de respect

humain, soit de préserver un pouvoir, un prestige, etc. C'est ce qu'on refuse de formuler, consciemment ou inconsciemment. Ainsi la répartition des rôles dans un groupe professionnel, comme dans toute relation sociale repose souvent sur une partie de non-dit. Le non-dit à soi-même est par définition de l'ordre de l'inconscient; pourtant certains mécanismes pourraient faire penser à des mécanismes conscients : il y a lutte de soi-même pour ne pas savoir, donc autodéfense de la conscience de soi sans qu'il y ait pour autant volonté clairement exprimée.

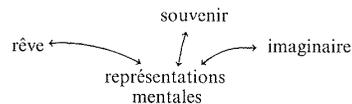


De façon transversale à ces quatre catégories d'implicite, on retrouvera plus ou moins présents le mode conscient et le mode inconscient, le caractère explicitable et le non explicitable, ainsi que le compilé, ou encore les connaissances communes. Certains de ces caractères comme celui d'être explicitable permet de passer de l'implicite à l'explicite. Pour opérer ce passage dans les deux sens, les processus cognitifs sont variés et complexes; essayons d'en situer quelques-uns à grands traits.

De l'explicite vers l'implicite on peut situer l'oubli ainsi que le compilé-raccourci et le compilé-réflexe, que nous définirons ultérieurement. Au contraire, de l'implicite vers l'explicite, on trouve l'évocation, l'émergence à la conscience.



Le caractère inexprimable de l'implicite peut être ressenti négativement : cependant il fait aussi de celui-ci le creuset de notre créativité qui contient tous les possibles à la marge de nos acquis, savoirs, représentations mentales, souvenirs...



Ces distinctions semblent gratuites. Apparemment peu satisfaisantes quand elles sont embryonnaires, elles méritent d'être poursuivies car elles sont le soubassement de méthodes et d'activités différentes en ingénierie cognitive pour passer de l'implicite à l'explicite.

1.2. *Implicite, savoir et savoir-faire*

Il ne s'agit pas ici, de tenter de définir de façon exhaustive les concepts de savoir, de savoir-faire et de connaissance, nous ne les aborderons ici que pour les mettre en regard de l'implicite. C'est un des paradoxes de celui-ci que d'être à la fois une caractéristique des connaissances (au sens de savoir) en émergence, encore en germe dans le savoir-faire, et des connaissances très élaborées sous la forme de raccourci cognitif. Nous allons considérer ces deux aspects, avant d'évoquer par deux exemples les règles d'action ou d'observation qui tiennent à la fois du savoir et du savoir-faire.

L'expert a des connaissances implicites qu'il n'éprouve pas le besoin de communiquer, même pas à lui-même c'est-à-dire qu'il n'éprouve pas le besoin de rappeler dans sa mémoire à court terme, soit parce qu'elles sont évidentes pour lui, et font partie du contexte, soit parce qu'elles sont compilées et qu'il ne sait plus qu'il les utilise. On peut supposer avec Pitrat et Leplat qu'il s'agit de connaissances compilées à force de s'en servir, un raccourci cognitif se met en place qui élimine une partie du cheminement cognitif qui permettrait d'arriver à la même conclusion. Les connaissances compilées, caractéristiques de l'expertise selon Dreyfus, sont acquises sans le vouloir à force d'habitude, c'est pourquoi les experts débutants peuvent encore donner des règles pendant leurs premières années de fonctionnement. Grâce à une « compilation » qui extrait de multiples configurations de la même famille des invariants pour lesquels se forge peu à peu un raccourci, on aboutit donc à un automatisme très élaboré parce qu'il est très spécialisé et les conditions de son application sont variées. Ce raccourci est inconscient et concerne plutôt des raisonnements, c'est-à-dire des manipulations de symboles. Nous ne parlons pas de situations où les boucles sensori-motrices sont en jeu de façon importante : comme la conduite d'engin impliquant de l'adresse manuelle ou corporelle.

L'expertise dont nous parlons en intelligence artificielle est composée essentiellement de savoir-faire mêlé à des connaissances et d'expérience. Le savoir-faire inclut souvent des aspects pragmatiques et sensoriels. Il est associé aussi à beaucoup de connaissances implicites, disparates qui sont souvent explicitées difficilement. Le savoir-faire est aussi constitué d'expérience et se construit pendant que celle-ci s'acquiert. Cependant, comme l'exprime Jules Renard de façon lapidaire et pertinente, « l'expérience est un cadeau très utile qui ne sert à rien ». Par nature, l'expérience ne se transmet pas, elle est, comme le

savoir-faire, prisonnière d'un individu. Constitutive du savoir-faire, elle est nécessaire mais non suffisante pour obtenir de l'expertise. Si tout savoir-faire est issu de l'expérience et si toute expérience donne un certain savoir-faire, des expériences similaires ne donnent pas le même savoir-faire. La composante individuelle est ici essentielle.

Accoler les deux termes *connaissance* et *implicite* peut sembler quelque peu contradictoire car si on admet qu'une connaissance est un construit et que ce construit est enseignable, il lui est difficile d'être implicite : elle peut être utilisée implicitement dans un raisonnement ou bien être la justification implicite d'un lien logique qui est fait mais sa caractéristique première n'est pas d'être de l'implicite. Si elle était de l'implicite, elle serait non pas une connaissance mais un savoir-faire enfermé dans une pratique humaine personnelle prisonnière d'un individu et qui nécessite à chaque transmission une réappropriation par l'apprentissage. Les savoir-faire se transmettent différemment des connaissances, ils s'acquièrent en se mettant « en situation » (Delbos et Jorion, 1984).

On peut considérer le passage du savoir-faire au savoir (étape nécessaire pour le faire-savoir) comme une émergence ou une explication. Le savoir-faire est incarné et entièrement de l'ordre de l'implicite. Le savoir est de l'ordre de l'explicite, il est facilement communicable. « Ceux qui savent faire quelque chose le font, les autres l'enseignent » : cette position caricaturale citée par Duneton (1976) sur l'enseignant illustre ce qu'a écrit Dreyfus (1984) : seul l'apprenti-expert sait dire des règles, expliciter des processus, donc enseigner. Constatons au passage que le fait de savoir dire les règles, dont une des applications est la pédagogie, est un savoir-faire complémentaire qui s'ajoute au savoir-faire du domaine.

Le caractère implicite d'une connaissance est parfois une caractéristique de la façon de la communiquer ou de la façon dont elle est associée à d'autres connaissances par celui qui la détient. Mais ce n'est pas une caractéristique hors contexte de la connaissance, c'est-à-dire que toute connaissance peut être tour à tour implicite ou explicite. La connaissance n'est implicite à un moment donné que par rapport à l'opérationnalité des connaissances explicites avec lesquelles elle est en interaction.

Les savoir-faire comportent des règles opérationnelles qui sont souvent des raccourcis caricaturaux du point de vue des savoirs et qui fonctionnent comme des « recettes » qu'on peut considérer comme une catégorie particulière de connaissances. De telles règles d'action recouvrent beaucoup d'implicite. La relativisation de leur caractère abrupt et sommaire ne vient pas de l'explicitation de leurs soubassements mais des conditions et des contextes d'application et du fait qu'elles sont innombrables et donc relativisées par des concurrentes

(un peu comme des articles de jurisprudence qui laissent libre cours à un exercice humain que ne permettrait pas une application non interprétative d'un règlement). Ce sont des connaissances opérationnelles qui cachent souvent des connaissances implicites de deux ordres; soit elles ne sont pas connues de l'acteur soit elles sont connues mais incomplètes. En voici deux exemples pris dans le savoir-faire de l'agriculteur :

a) « si le labour change de couleur on peut rentrer sur la parcelle avec des outils. »

Cet exemple de règle d'action cache des connaissances implicites. Ce qui n'est pas dit, ne l'est pas à la fois parce que ce n'est pas rationnel, parce qu'il y a des connaissances non maîtrisées et parce que c'est suffisamment opératoire sans être explicite. Cette règle contient des connaissances opératoires implicites mais connues du praticien qui l'applique (sans être toujours capable de l'énoncer), mais elle recouvre aussi des connaissances scientifiques, non connues du praticien, qui peuvent la justifier.

b) Voici un proverbe (en patois normand, pour les besoins de la rime)

« rougie du sé
met la mare à sé
rougie du matin
met la mare au ch'min »

Dans cet exemple de règle de prévision météorologique l'implicite porte autant sur l'applicabilité que sur des connaissances implicites techniques et scientifiques. Il s'agit d'observations accumulées et transmises au fil des générations et dont on ne connaît pas encore l'explication mais l'implicite ne porte pas tant sur les connaissances dont personne ne se soucie (les spécialistes de la météorologie nationale sont-ils capables d'expliquer cela scientifiquement?) que sur la croyance : utiliser ce dicton implique que je le crois capable de prédire le temps pour deux raisons :

1. s'il existe c'est qu'il repose sur des observations que les générations qui m'ont précédée ont fait et ces observations ont fait émerger et se transmettre ce dicton;

2. j'ai vérifié moi-même ce dicton par X observations et je trouve ce nombre suffisant pour admettre la véracité de la prédiction.

Le proverbe n'est pas un savoir, il est relié à un corpus de savoirs très vagues. Il n'est pas un savoir-faire non plus (ou alors celui de savoir observer la nature) : il est le résultat d'un savoir-faire, lui-même « recette » de savoir-faire. Il possède la particularité d'être non incarné, de dépasser l'usage personnel.

2. En quoi l'implicite nous intéresse-t-il ?

L'implicite n'est pas seulement une part de l'expertise, c'est une part de toute décision humaine, on retrouve donc cet implicite aussi chez les utilisateurs et chez les décideurs. Il nous intéresse donc particulièrement pour construire des systèmes d'aide à la décision.

L'implicite qui entoure les décisions de gestion doit être cerné (pas forcément explicité) pour comprendre la façon dont les dirigeants prennent **effectivement** leurs décisions. Par exemple comprendre pourquoi les PME ont des difficultés à gérer leurs trésoreries, pourquoi elles exportent peu, etc... implique de faire apparaître des éléments, des contextes de décisions qui sont implicites dans les situations de décision évoquées. Il faut s'attacher à comprendre les mécanismes de gestion concrets, c'est-à-dire tels qu'ils existent effectivement dans les entreprises. L'implicite concerne sans doute davantage la rationalité procédurale que la rationalité substantive.

L'acteur qui remplit une fonction la charge de savoir-faire, de points de vue et d'implicites personnels. Une fonction, même exercée suivant des méthodes semblables, « s'incarne » dans l'acteur qui l'exerce et l'entreprise tissu d'hommes et d'interactions est aussi un tissu d'implicites dans lequel se constitue la culture d'entreprise.

2.1. L'implicite dans l'entreprise

L'essentiel des activités des organisations humaines devient une action collective qui se manifeste notamment par l'utilisation du téléphone, du fax ou la tenue des réunions, il consiste d'une part en échange d'information, d'autre part en activités relationnelles. L'entreprise vue comme un réseau d'acteurs, est un lieu d'implicite partagé. La *culture d'entreprise* n'est-elle pas elle-même constituée essentiellement d'une forme d'implicite ? L'entreprise est un lieu de confrontation entre différentes sortes d'implicites partagés : celui de la direction des ressources humaines n'est pas le même que celui du service financier qui n'est pas non plus le même que celui de la production, etc... Dans ce contexte, simuler une expertise individuelle revient à simuler la « poche » de savoir-faire de l'organisation que constitue ce savoir-faire individuel. Mais même considérée comme telle, l'expertise ou le savoir-faire ne sont pas isolés au sein de l'entreprise : ils se sont obligatoirement développés sur un substrat commun. Nous proposons à la discussion deux exemples de traitement de l'implicite dans l'entreprise. Le premier est l'illustration d'une résistance à l'explicitation que l'entreprise exige de l'individu pour les besoins de l'action. Le second est une illustration d'une résistance organisationnelle que l'entreprise oppose à ses propres tentatives d'explicitation pour en limiter les effets pervers.

Un cas particulier de savoir-faire compilé reposant essentiellement sur des connaissances implicites est le *savoir-faire réflexe* qu'on pourrait aussi appeler *savoir-faire action*. Qu'entendons-nous par savoir-faire réflexe ? C'est un savoir-faire qui doit s'acquérir très vite : l'acteur est poussé par les nécessités de l'action. Il faut donc, consciemment, volontairement, créer un automatisme : l'acteur sait qu'il doit avoir un réflexe, que réfléchir est néfaste et qu'il doit se forger un « flair ». Ce type de compilation s'exerce quand il faut exécuter rapidement une phase extraction de symboles pertinents de l'environnement, puis celle de la manipulation de symboles puis celle de l'action. Tout se passe comme si la phase du milieu était supprimée : il y a en général apprentissage par essai-erreur. Comment l'entreprise peut-elle supporter un tel type d'apprentissage ?

Dans les entreprises il arrive souvent qu'une décision ou une action soit nécessaire quelle que soit sa qualité ou ses effets ou sa nature : même si elle est très mauvaise, il faut néanmoins que quelqu'un soit là pour la prendre et qu'elle soit prise ce jour là. D'une part cela formera l'acteur qui occupe la fonction d'autre part on rattrapera toujours les dysfonctionnements et effets néfastes d'une mauvaise décision. L'essentiel c'est que l'activité continue impérativement et que l'entreprise « fasse face », existe. Dans la plupart des cas, de mauvais fonctionnements sont parfaitement tolérés par la vie économique : nous en avons tous des centaines d'exemples en tête et, sauf pour les entreprises en situation fragile, les décisions ou l'activité d'un agent qui peuvent sembler contestables s'avèrent parfois fructueuses (il n'y a pas **une** façon de faire, la bonne décision est multiple) ou porteuses d'effets négatifs parfaitement compensables.

On peut concevoir le développement de certaines méthodologies ou la décomposition de certains processus de production comme des formes d'explicitation organisationnelle. Ainsi on retrouve en informatique ou dans d'autres domaines, par exemple la production d'émissions télévisées, une décomposition des tâches, une formalisation des étapes, des compétences et de leur traitement social afférent. Ces évolutions dans l'organisation des savoir-faire ont pour but de donner à l'entreprise les garanties de reproductibilité, de maintenance, de contrôle des compétences humaines et de gestion d'activité. Cependant, cela finit par alourdir tellement les coûts qu'on voit apparaître parallèlement une tendance qui va à l'encontre de celle-ci et qui consiste à sous-traiter à de petites unités très spécialisées qui permettent des gains importants en souplesse et en coût parce qu'elles travaillent artisanalement. Faut-il voir dans ce phénomène une nécessité d'explicitation telle qu'elle finit par se figer dans certaines procédures et que son coût devient si élevé qu'on cherche à l'éviter en exportant hors de l'entreprise certaines réalisations ?

Quelques méthodes nouvelles de management comme la « hansonisation ¹ » prônée par certains groupes d'Harvard ne répondent-elles pas à ce problème ?

2.2. *Connaissance implicite et extraction de connaissances*

Quand on parle de connaissance implicite en extraction de connaissances, on parle de celles que l'expert utilise et qu'il ne dit pas. Ce manque provoque un dysfonctionnement dès qu'on passe à un cas similaire mais non strictement identique parce qu'on n'a pas précisé au système artificiel tout ce qui faisait aboutir à cette conclusion. On regroupe en fait, sous ce terme d'*implicite* tout ce qui est difficile à obtenir de l'expert. Il y a pourtant un biais important : devient implicite tout ce qui est difficile à obtenir pour le cognitifien : à la fois, ce qui est connaissance élémentaire du domaine, qu'il n'a pas et que l'expert s'ennuie à lui donner, et ce que l'expert ne pense pas à dire et qu'il faudrait recomposer si on voulait obtenir tout un cheminement intelligent dans le raisonnement simulé. Certes on peut pallier en partie ces inconvénients en choisissant par exemple un cognitifien formé dans le domaine, ou en ayant une phase d'imprégnation longue, en recourant à des méthodes variées d'ingénierie cognitive, néanmoins, une solution importante consiste à accepter de modéliser des pans très limités de l'expertise.

Souvent l'implicite est inexprimable, non-explicitable, c'est une des difficultés de l'extraction. Si on insiste trop auprès de l'acteur qui doit s'expliquer, les arguments recherchés pour lever une ambiguïté sont sans rapport avec ce qui justifie effectivement la décision. Bien souvent les *bonnes raisons* de décider ne sont pas rationnelles, c'est pourquoi les faire dire à un acteur est une gageure : non seulement par respect humain, mais surtout parce qu'il est difficile de formaliser même pour soi-même des justifications qui échappent à la rationalité. La part de l'irrationnel qui nous guide reste en-deçà des mots, donc des pensées, des paroles et des écrits. Ceci est bien connu en gestion et éclairé notamment par la théorie de la rationalité limitée de Simon.

L'extraction se situe entre l'implicite et l'explicite, l'extraction rend explicite ce qui est explicitable, donc une partie seulement de l'implicite. Encore s'agit-il d'une petite part de l'implicite : celle qui est facilement accessible, celle que l'expert oubliait de dire. L'implicite explicitable est une propriété transversale aux quatre catégories que nous avons distinguées : on pourra l'extraire suivant la catégorie dont il relève par des méthodes différentes, mais on ne peut pas l'associer à une seule d'entre elles.

1. On peut résumer cette méthode par le slogan suivant : A tous les niveaux, choisissez des dirigeants compétents et ensuite laissez-les travailler.

3. Comment pouvons-nous traiter l'implicite lors de nos modélisations ?

S'il faut se garder de chercher à toujours expliciter l'implicite son explication n'est pas un faux problème : le trouvant sans cesse aux bornes des connaissances que nous voulons modéliser, nous sommes en permanence confrontés soit aux problèmes que posent sa modélisation soit à ses interférences avec nos modèles. Examinons, à travers des exemples, trois moyens différents de piéger et de modéliser l'implicite.

3.1. *Implicite/extraction/validation : piéger l'implicite*

Une partie de l'implicite peut devenir explicite par l'extraction le plus souvent d'ailleurs plutôt lors d'un retour d'extraction ou bien lors de la validation. Dans tous les cas, celle-ci est une étape importante de mise à jour de l'implicite. Même si par différentes méthodes d'extraction, on parvient à faire expliciter le plus possible d'implicite à l'expert lors du recueil d'expertise, la nature même de l'implicite fait qu'il est capté plutôt lors d'étapes ultérieures. Nous allons regarder deux types de situation dans lesquelles on peut piéger l'implicite.

Premier exemple : une règle énoncée par l'expert s'applique et donne de mauvaises conclusions parce que les conditions d'utilisation n'avaient pas toutes été envisagées. Deux cas de figure se présentent :

a) l'expert donne l'explication de sa divergence avec le système expert, on a alors de nouvelles règles qui viennent affiner les conditions d'utilisation de la première. On est dans le cas de l'implicite explicitable : la validation est un bon moyen de le traquer, après tout il ne s'agit que de conditions particulières d'application d'une règle. La difficulté réside dans le fait que ces conditions particulières n'ont surgi qu'à la validation, ce qui signifie qu'il faut que tous les cas possibles aient été testés pour qu'on soit sûr du domaine de validité de la règle. Le problème peut se régler soit entre deux granules de connaissances d'un même niveau soit entre une granule de connaissance et une métaconnaissance.

b) l'explication ne peut pas se donner. Prenons un exemple dans un ensemble de bases de connaissances du système expert HIRONDELLE ², une cotation d'enquête d'opinion donne comme interprétation pour une cotation de 2,76 « baisse notable », alors que en situation l'expert a envie de dire « baisse sensible ». Dans ce cas la divergence est due à la nature de

2. Système expert développé à la Banque De France, présenté à la page suivante.

l'expertise qui est composée de diagnostic et de capacité de rédaction. En fait la rédaction prévaut sur le diagnostic (c'est aussi ce qui fait que c'est une expertise et non un classement) et l'expert peut difficilement justifier son comportement. La situation est représentative et intéressante en ce sens que d'une part l'expert ne veut pas modifier la règle, d'autre part il ne peut pas être d'accord avec son application. Il s'agit d'implicite non-énonçable, non explicitable. Pour le mettre à jour on peut essayer par certaines méthodes d'extraction de l'expliquer un peu mais le plus simple est de choisir plutôt des méthodes qui ne modélisent pas le processus mais établissent une correspondance entre les entrées et les sorties.

Deuxième exemple d'implicite : un changement de point de vue, de contexte, peut changer toute la connaissance. Par exemple dans le projet HIRONDELLE, pour le mois de septembre où l'activité économique reprend après les congés, les soldes d'opinion s'interprètent différemment. (Ceci nous renvoie au concept de « situated cognition » proposé par Clancey.) Il s'agit là non pas d'une divergence sur un point précis, mais du changement de tout un éclairage qui produit un glissement d'application des règles. Dans le premier exemple, on pouvait modifier la condition d'application d'une règle locale par une méta-règle, dans ce deuxième exemple, il faudrait revoir presque toute la base de connaissances avec une orientation particulière comme cela a été fait dans MYCIN et GUIDON.

3.2. *Le modèle de l'utilisateur : une explication obligatoire*

Une des fonctions des systèmes experts, actuellement reconnue dans l'entreprise, est de faire expliciter les connaissances, il s'agit en fait de retomber les organisationnelles du travail effectué sur le savoir-faire du « métier ». Il s'agit notamment de décoder l'implicite pour :

- transformer certains savoir-faire en connaissances;
- les rendre généralisables et adaptables;
- augmenter la communicabilité entre acteurs;
- permettre un point de vue critique et des remises en cause : les faire émerger à la conscience de l'entreprise (ou équipe professionnelle).

L'utilisation de l'intelligence artificielle peut permettre, outre celle de l'expert, d'autres explicitations. Une explicitation importante est la construction en machine d'un modèle de l'utilisateur. Il s'agit de l'explicitation des savoirs de l'utilisateur face au système (reproduisant un modèle de l'expertise) donc de l'explicitation de leur **savoir partagé**. Construire un modèle de

l'utilisateur revient à modéliser le processus spéculaire entre l'utilisateur et la machine :

- La machine sait que l'utilisateur sait A.
- L'utilisateur sait que la machine sait A.

Il s'agit du degré de spécularité élémentaire : le degré 1. Dès ce degré il y a une part de savoir partagé, on n'a pas besoin de tout expliciter, on garde donc toute une part d'implicite entre l'utilisateur et le système. Cependant ce savoir commun non explicité n'est plus utilisé comme tel dès qu'il y a besoin de se justifier, d'expliquer; il faut alors faire référence aux connaissances partagées. On retrouve là une situation générale, on peut même dire générale, qui est la justification principale de l'importance du mimétisme ou de l'apprentissage en situation.

Le modèle de l'utilisateur est une représentation explicite dans le système d'interaction produit en machine; y correspond dans le système cognitif du décideur cette automodélisation implicite de lui-même qu'est la connaissance de soi. On introduit là des niveaux supplémentaires de spécularité. Pour obtenir une véritable aide à la décision, on peut proposer (Bourgine, 1989) d'intégrer, dans les systèmes interactifs d'aide à la décision intelligents un modèle de l'utilisateur capable d'une gestion des degrés de spécularité. C'est partir d'un constat simple : on ne peut pas ne pas tenir compte du diagnostic implicite que l'acteur qu'on prétend aider porte sur lui-même. Cette connaissance de soi est une connaissance implicite au cœur de l'action : ce que la personne pense d'elle-même et de ses possibilités d'action et d'interaction avec le monde extérieur, quoique jamais évoquée, sert de référence, de filtre et permet de faire les choix, de prendre les décisions. Cette connaissance suppose de connaître, au sens de Varela ce qui est soi et ce qui ne l'est pas (le non-soi).

3.3. *Des systèmes hybrides : l'explication contournée*

Pour résoudre la difficulté de modélisation de l'implicite, une solution consiste à ne pas l'expliquer mais à le modéliser « encapsulé », ou à reproduire ses effets. On se contente alors de recueillir et de formaliser les entrées et sorties de l'expertise, allant jusqu'à ne pas expliciter du tout les processus. L'inconvénient d'une telle façon de faire serait de perdre tout contrôle sur le système simulateur autrement que par ses résultats. Pour dialoguer avec l'expert, pour que celui-ci continue à exercer une validation de haut niveau sur le système il peut être intéressant de joindre un niveau d'explicitation aux performances de fonctionnement de l'implicite.

Le système expert HIRONDELLE construit actuellement à la Banque De France consiste en une aide à la lecture et à la rédaction d'enquêtes de

conjoncture. L'aide à la rédaction permet d'accumuler chaque mois l'association de trois éléments :

- à une série de chiffres représentant les soldes d'opinion;
- une proposition de rédaction faite par le système expert;
- la rédaction finale faite par l'expert à partir de la proposition.

La nature même de l'aide apportée par le module rédaction de HIRONDELLE fournit chaque mois et sans aucune opération supplémentaire une validation des bases de connaissances. Il faut constater que ces validations seront d'emblée faites, saisies, archivées par l'expert sur le poste même qui fournit la proposition issue du système expert. Il s'agit de concevoir l'évolution du système de telle sorte que soient facilitées à la fois sa maintenance, son évolutivité et sa sophistication, en exploitant cette richesse de données. Pour que le système tire lui-même de cette richesse de validation, de correction faite par l'expert mois après mois, il faudrait qu'il soit doué d'apprentissage.

Les écarts que le système pourra constater entre la proposition de rédaction et la rédaction définitive concernent d'abord les erreurs de choix des phrases à trous et d'expression des trous. Plus importants seront les écarts dus à l'apparition de nouveaux squelettes et de nouvelles expressions. L'apprentissage se ferait à partir des cas où un écart a été constaté. Plusieurs experts, voire le même, peuvent produire des commentaires différents pour une même situation. Des contradictions peuvent donc se cotoyer dans la base d'exemples. Aussi serait-il préférable d'utiliser une méthode d'apprentissage connexionniste plutôt que symbolique. Il est possible d'extraire les règles logiques fonctionnellement équivalentes au réseau connexionniste obtenu (Bochereau *et al*, ce numéro).

Cette possibilité conduit à des systèmes hybrides apprenant à l'aide d'un réseau connexionniste, mais susceptibles de fonctionner et d'expliquer leur fonctionnement de façon symbolique (Konfé). L'expert, au vu d'une version logique inexacte de son propre fonctionnement, peut choisir parmi les exemples ceux qui sont adéquats pour que le système corrige rapidement ses écarts. La situation présente une certaine analogie avec les rapports novice/expert, dans lesquels le novice croit entrevoir des règles générales que l'expert récuse en présentant des contre-exemples : une telle situation est assez stimulante pour l'expert et peut le conduire à éduquer activement le novice; on peut espérer qu'il en serait de même avec un système hybride.

Conclusion

Ce n'est pas un hasard si beaucoup de connaissances restent implicites. Dans bien des cas, expliciter des connaissances n'améliore pas leur opérationnalité. Résumons : l'implicite c'est drôlement pratique, ça marche vite et bien ! Outre la performance d'exécution, d'autres raisons s'opposent à l'explicitation; ainsi, certaines collaborations sociales n'y survivraient pas !

L'élaboration de systèmes experts a contribué à mettre en évidence la complexité des savoir-faire. Le coût élevé de l'explicitation des connaissances liées aux savoir-faire peut être limité en explicitant à bon escient et avec les techniques adéquates.

L'implicite nous donne une leçon d'humilité en ce sens qu'il nous apprend à limiter nos ambitions dans la modélisation symbolique de l'intelligence et de l'expertise. Mieux vaut peut-être limiter nos ambitions de modélisation et relever d'autres défis, notamment celui de l'intégration de ces modèles dans le fonctionnement effectif des organisations humaines. C'est une invitation à simuler de petits modules intelligents, mais qui participent effectivement à l'intelligence globale de nos organisations.

Bibliographie

- L. BOCHEREAU, P. BOURGINE, G. DEFFUANT, Un protocole d'élicitation de l'expertise, *RIS*, 6, 115, 1991.
- J. H. BOOSE, Personnel construct theory and the transfer of human expertise, in *Advances in Artificial Intelligence*, O'Shea Tim, North-Holland, p. 51-60, 1984.
- R. BOURGINE, *Contribution à une théorie de l'automodélisation*. Thèse d'Université, Aix-Marseille III, ingénierie des organisations économiques, 1989.
- L. CARNAP, *Logical foundations of probability*.
- G. DELBOS, P. JORION, *La transmission des savoirs*, Ed de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1984.
- H. L. DREYFUS, *Intelligence artificielle, mythes et réalités*, Flammarion, Paris, 1984.
- C. DUNETON, *Je suis comme une truie qui doute*. Points, Seuil, Paris, 1976.
- J.-P. DUPUY, Common knowledge, Common Sense, p. 37-63, in *Theory and Decision*, 27, N° 1/2, Kluwer Academic Publishers.
- K. A. ERICSSON, H. A. SIMON, *Protocol Analysis, Verbal reports as data*, the MIT Press, 1984.
- A. KONFÉ, *Contribution au traitement automatique de la polysémie*, Thèse de l'Université de Caen, UFR de Sciences, Juin 1991.
- J. LEPLAT, The elicitation of expert knowledge, in *Intelligent decisions support in process environments*, Hollnagel *et al.* (eds), Berlin, Springer-verlag, p. 107-124, 1986.

J.-L. LE MOIGNE, *Intelligence des mécanismes, mécanisme de l'intelligence*, Fayard, Fondation Diderot, Paris, 1986.

J.-L. LE MOIGNE, *Sur la capacité de la raison à discerner. Rationalité substantive et rationalité procédurale*. NR du GRASCE n° 91-24.

J. PITRAT, *Métacognition : futur de l'intelligence artificielle*. Hermès, Paris, 1990.

J.-C. PLANÈS, G. VEDRENNE, Un système d'analyse en langage naturel et de génération de textes de synthèse pour les enquêtes de conjoncture de la Banque De France. Avignon, EC2, mai 1991.

H. SIMON, *Models of discovery*, Pallas paperbacks D. Reidel publishing company.

T. WINOGRAD, F. FLORES, *L'intelligence artificielle en question*, PUF, Paris, 1989.

APPRENTISSAGE ET CONNAISSANCES IMPLICITES

A. ANDREEWSKY

LIMSI-CNRS ¹

Résumé

L'utilisation de méthodes d'apprentissage dans la construction des systèmes d'intelligence artificielle a pour but, en principe, d'éviter tout un travail de description exhaustive des données, objets et relations diverses indispensables au fonctionnement de ces systèmes. En d'autres termes, à l'aide d'une métastructure explicitement définie avant la phase d'apprentissage, on cherche une intégration automatique implicite de tous les éléments qui complètent le système et le rendent opérationnel.

Abstract

For Artificial Intelligence systems, learning may avoid the full description of the data, objects and relations required for these systems. We present on the concrete example of syntax learning, how such a learning process should be built upon an implicit syntactical knowledge.

1. Rappels

Dans ce qui suit on désigne par *système*, un ensemble d'éléments (qui peuvent être des objets quelconques) assujettis à des relations ou dépendances de n'importe quelle nature. Les notions de système et d'éléments en relation sont difficiles à définir indépendamment l'une de l'autre et sont acceptées comme étant des notions premières ou primitives. En mathématiques, les systèmes sont étudiés d'une manière axiomatique et formelle et ne sont pas rattachés au concret, tandis qu'en systématique on s'attache davantage au passage de la réalité à sa description formelle.

1. B.P. 133, 91403 Orsay Cedex.