

L'Intelligence Artificielle et le Bridge

[L'article au format PDF](#)

Le corps de cet article a été publié en 1984 dans la revue "Le Bridgeur". Il présentait les idées de base qui ont abouti, deux années de développement plus tard, à la réalisation d'un logiciel résolvant l'ensemble de la problématique du bridge, réputée insoluble à cette époque.

*Bien que datant de plus de 30 ans, ce logiciel, dont les idées fondatrices sont exposées ici plus en détail, reste d'actualité : aucun progrès n'a en effet été réalisé depuis cette époque dans le domaine de l'**Intelligence Artificielle (I.A.)** appliquée au Bridge malgré de nombreuses tentatives, notamment américaines ou universitaires plus récemment en France.*

Précisons toutefois que dans les années 90, plusieurs logiciels concurrents ont été réalisés et commercialisés aux Etats-Unis, mais sans qu'il s'agisse à proprement parler d'I.A., puisqu'utilisant par exemple la connaissance des 4 jeux ou appliquant systématiquement des algorithmes ou des heuristiques pas forcément adéquats, donc inefficaces.

Depuis lors, ces programmes s'affrontent chaque année en un championnat du monde très disputé des logiciels de bridge mais il faut bien reconnaître qu'au bout de plusieurs décennies de travail, on reste, pour ces logiciels, très loin des performances humaines ou de celles démontrées par la maquette de Philippe Pionchon.

Aujourd'hui en France, sous l'effet de la mode actuelle de l'"Intelligence Artificielle" et sans étude de l'"état de l'art" en la matière, profitant de l'engouement médiatique créé autour du concept savant de "réseaux de neurones", des recherches sont lancées dans certaines universités mais sans grand avenir, de l'avis de Philippe Pionchon, car, voulant adapter au domaine de "Résolution de problème" les techniques statistiques utilisées dans le domaine de "Reconnaissance de forme", on commet, dit-il, une erreur fondamentale à la fois de méthode et d'objectif.

Il existe en effet d'après lui plusieurs formes d'"Intelligence Artificielle" :
*- l'"**IA numérique**", basée uniquement sur du calcul, sans souci de "reproduire le comportement humain" et sans capacité d'"explication" de la solution trouvée.*

Cette méthode s'inspire de la métaphore biologique des neurones du cerveau humain pour constituer ce qu'il est devenu commun d'appeler les "réseaux de neurones".

C'est en cela et grâce à leur capacité d'"auto-apprentissage" que ces techniques de calcul statistique utilisent le vocable d'"Intelligence Artificielle".

*Très efficace dans certains cas, cette méthode intervient par exemple dans les calculs itératifs de correction d'erreur de l'"**apprentissage profond**" ("**deep learning**") pour enrichir le domaine de la "Reconnaissance de forme", par exemple, où, basée sur la "**force brute**" des ordinateurs, elle a démontré sa*

grande efficacité.

- L'"**IA analogique**" ne s'appuie pas sur des calculs complexes mais a pour vocation de simuler le processus de la réflexion humaine, ce qui est bien l'objectif fondamental de l'IA, en s'appuyant sur la **logique**.

C'est la méthode privilégiée normalement utilisée dans le domaine IA de la "Résolution de problème" où le contexte est très différent de celui de la "Reconnaissance de forme" (information souvent incomplète).

Grâce à ses investigations théoriques, cette approche logique, nécessairement mise en oeuvre par des experts du domaine étudié, est par définition susceptible de faire progresser l'objet de son analyse, ici le Bridge.

Elle a aussi l'immense avantage de fournir la plupart du temps une **explication à la solution proposée**.

Cette "explication" lui confère une intérêt pédagogique indispensable dans certains domaines, notamment celui du Bridge.

IA numérique et IA analogique

Pour éviter les erreurs de méthode dans l'utilisation de l'IA, il peut être intéressant d'insister sur les différences fondamentales entre « IA numérique » et « IA analogique ».

- L'**objectif de l'«IA numérique** » est de simuler le fonctionnement biologique et l'organisation du cerveau humain, les « réseaux de neurones » : ainsi dans l'ordinateur, à partir d'**éléments répétitifs de base**, les "**patterns**", que le programme aura lui-même mis en évidence dans son processus d'analyse de forme par exemple, des fonctions de **calcul parallèle** simulent le fonctionnement du cerveau humain en une somme de « **micro-processus** » et c'est cette métaphore qui fait dire qu'il s'agit d'« Intelligence Artificielle » lorsqu'elle est dotée de méthode d'apprentissage automatique, plus précisément d'**auto-apprentissage statistique**, lui permettant d'apprendre à partir d'exemples.

Pour prendre une image, il s'agit si l'on veut, d'une approche de type "**hardware**", pourrait-on dire, de la structure humaine, utilisant la "force brute" des ordinateurs dans des domaines à **information complète**.

Cette méthode **essentiellement statistique** fait dire à certains experts qu'il s'agit davantage d'"**Intelligence Prévisionnelle**", d'analyse prédictive travaillant sur la modélisation des connaissances, que d'"Intelligence Artificielle" à proprement parler.

Peu importe, l'efficacité de l'"IA numérique" a récemment été brillamment démontrée dans le domaine de la « Reconnaissance de forme » ou de l'"Analyse d'image" : la puissance de plus en plus grande des ordinateurs faisant merveille pour traiter des "big data" beaucoup plus efficacement que ne saurait le faire le cerveau humain.

- En « **IA analogique** » il en va tout autrement et les objectifs sont beaucoup plus ambitieux.

Il s'agit ici de simuler le comportement humain, non pas dans sa structure élémentaire, mais dans son **fonctionnement logique** :

la machine devenant capable de raisonner par elle-même et d'apprendre de ses expériences.

Cette méthode est très complexe car elle nécessite une **analyse experte** du domaine étudié mais elle trouve toute son efficacité dans le traitement des problèmes de "réflexion à **information incomplète**":

reproduire le processus mental de la pensée, décomposer un objectif de résolution en étapes successives pour définir une stratégie, exactement comme le ferait un bridgeur "à la table", en s'appuyant, c'est l'idée de Philippe Pionchon, sur la **métacognition** et la **logique modale**.

Pour garder notre image, il s'agit d'une approche de type "**software**" du comportement humain, de « **macro-processus** » particulièrement bien adapté au domaine des jeux de stratégie de réflexion où il est question de planifier une action.

De plus, cette méthode, au plus proche du comportement humain, a l'immense avantage d'être **pédagogique** et, par les recherches théoriques qu'elle suppose sur le jeu de Bridge, elle est de surcroît susceptible de faire progresser la connaissance de ce jeu.

Pour résumer, en IA analogique la stratégie de résolution s'organise autour d'**experts**, ou "granules logiques" (voir plus loin), comme elle s'organise autour de **patterns**, ou "granules physiques", en IA numérique.

Application au Bridge

Pour le sujet qui nous concerne, cette différence d'approche est gigantesque : par son approche logique, l'IA analogique apporte une dimension pédagogique indispensable que n'apporte pas l'IA numérique, si toutefois on arrive un jour à démontrer l'efficacité de l'IA numérique au Bridge, ce qui est encore loin d'être établi malgré tous les moyens mis en oeuvre.

Finalement les deux questions fondamentales posées sont celles-ci :

. la méthode de **l'IA numérique est-elle pertinente** dans le domaine de « résolution de problème à information incomplète » ?

. et, même en cas de réussite, **quel intérêt** apporterait-elle à la pédagogie et à la connaissance de ce jeu ?

C'est donc la méthode de l'"IA analogique" que Philippe Pionchon avait choisi de développer et qui a permis, dans les années 80, à un modeste Tandy TRS80, de jouer avec succès des données fameuses de **H. Kelsey** par exemple, correspondant au meilleur niveau du jeu humain.

Le problème réputé insoluble du jeu de la carte au bridge était dès lors résolu, même si ce logiciel n'était pas terminé pour mériter une diffusion commerciale : la méthode choisie avait démontré, il y a plus de 30 ans, sa pertinence et son efficacité avec une machine de très faible puissance et un langage machine très rudimentaire.

Ce sont ces démonstrations sur TRS80 qui ont convaincu **Robert Lattès**, normalien, mathématicien de génie, écrivain scientifique et ancien Champion du Monde de Bridge (il avait été partenaire de **Bertrand Romanet**) alors Président de Paribas Technology, d'investir dans la création d'une société, Will-Bridge, destinée à terminer ces travaux, les parer d'une présentation commerciale et, bien sûr, éliminer les bugs et insuffisances du programme de l'époque, inévitables dans un logiciel très complexe, développé dans un langage machine primitif et auquel seules quelques années de travail avaient été consacrées.

Grâce à la réussite de tests improvisés choisis par un ancien Champion du Monde sur des données correspondant **au plus haut niveau des performances humaines**, le verdict était formel et pouvait justifier un risque industriel :

le gap technologique était franchi, le problème résolu, la bonne méthode démontrée, l'avenir prometteur...

Les objectifs de l'IA appliquée au Bridge

Reprenons les choses plus simplement.

Dans le domaine de "Résolution de problème", qui nous intéresse donc ici, un authentique programme d'I.A. doit en effet, pour avoir une dimension pédagogique indispensable, reproduire aussi fidèlement que possible le comportement humain, c'est-à-dire pour le bridge :

- Jouer à **cartes cachées**
- Etre capable d'**expliquer**, à la demande, pour chaque enchère faite ou chaque carte jouée, pourquoi elles ont été choisies.

Au Bridge il ne s'agit pas de calcul mais d'analyse, d'intelligence.

Si on a "compris", on doit être capable d'expliquer, et le raisonnement qu'expose la machine témoigne alors de la qualité du jeu fourni et de sa capacité à démontrer sa compréhension globale du problème posé.

En matière de "Résolution de problème", cette justification est primordiale.

*"Ce que l'on conçoit bien, s'énonce clairement
Et les mots pour le dire arrivent aisément."*

On sait en effet depuis Boileau que la pertinence d'un commentaire est révélatrice de la qualité de sa pensée et s'il avait été bridgeur, il aurait très certainement ajouté à son Art Poétique un chapitre sur la qualité à exiger des programmes d'Intelligence Artificielle de Bridge :

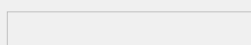
*"Avant donc que d'écrire, **apprenez à penser.**
Selon que notre idée est plus ou moins obscure,
L'expression la suit, ou moins nette, ou plus pure."*

*

Le Bridge : un domaine d'"expertise" et non de "force brute"

En 2018 Will-Bridge, société française créée en 1987 par Paribas, le Club Med et le Commissariat à l'Energie Atomique pour exploiter les travaux en Intelligence Artificielle de **Philippe Pionchon**, est leader mondial dans le domaine du jeu de Bridge en ligne.

Cette société a créé d'importantes avancées en Intelligence Artificielle.



Qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

L'Intelligence Artificielle est une discipline qui a pour vocation de simuler le comportement humain dans ses activités de perception, de

compréhension ou de décision.

Elle s'exerce dans différents domaines : reconnaissance de forme, reconnaissance de la parole, analyse du langage, résolution de problème, etc....

Il y a, d'après Philippe Pionchon, plusieurs façons de traiter cette simulation suivant le domaine traité et les objectifs recherchés :

l'IA numérique et l'IA analogique.

En ce qui concerne le domaine de "*résolution de problème*", qui nous intéresse ici, l'Intelligence Artificielle "analogique" choisie se caractérise par une approche originale dans le traitement informatique des problèmes qui consiste, non pas comme dans un système classique, à décrire *la résolution du problème*, ce qui nécessite de connaître l'algorithme de résolution, mais à mettre en place une structure informatique permettant à l'ordinateur de *résoudre lui-même le problème* :

cette structure étant en place, il suffira alors de **décrire le problème, et non plus la résolution du problème.**

Les Systèmes Experts

C'est là l'idée fondamentale qui a donné naissance aux « Systèmes Experts » destinés à traiter les problèmes dits de « **Connaissance** ».

Les Systèmes Experts sont des systèmes informatiques dans lesquels on a collecté la Connaissance des experts d'un domaine donné, et qui savent traiter cette connaissance en utilisant la puissance de calcul d'un ordinateur pour étudier les **corrélations** existant entre les éléments de cette Connaissance et en tirer des conclusions, des « **inférences** », qui viennent elles-mêmes compléter cette « Base de Connaissance », etc....

Dans de nombreux domaines en effet, la problématique de la Connaissance se pose en termes de corrélations et d'inférences entre les objets de ce domaine.

L'exploitation de cette Connaissance pourra même établir de nouvelles inférences qui viendront enrichir cette Connaissance en un processus d'**auto-apprentissage**.

Dans le traitement de ce genre de problèmes de type non algorithmique, ou se situant en univers non déterministe, il s'agit d'utiliser l'ordinateur non plus comme « esclave intelligent » obéissant à une logique procédurale, mais comme un *générateur d'inférences* travaillant à partir de "**prédicats**", c'est-à-dire d'une *logique décrivant le problème*.

Une véritable création de Connaissance pourra alors être produite par la machine dans la limite des règles de connaissance et des faits qui lui auront été fournis.

Des Systèmes Experts existent dans différents domaines comme par exemple la Médecine où la machine est capable de créer un véritable diagnostic médical, la Géologie où le travail produit par l'ordinateur sera comparable à celui que pourrait produire un expert géologue, etc...etc...

L'intérêt du Bridge

Dans le domaine de "résolution de problème", il faut distinguer deux problématiques très différentes :

- les problèmes de « **Connaissance** »
- et les problèmes de « **Réflexion** ».

Si les S.E. sont adaptés pour traiter les problèmes de connaissance, ils sont à priori impuissants à traiter les problèmes de « réflexion ».

*A cet égard, il est intéressant de souligner à quel point le Bridge, avec ses trois phases très différentes que sont les **enchères, l'entame et le jeu de la carte**, couvre bien l'ensemble des aspects du domaine « résolution de problème » et constitue ainsi un terrain privilégié en investigations théoriques.*

Enchères et entame : problèmes de Connaissance

Règlons rapidement le problème de l'entame très simple à résoudre puisqu'il s'agit d'une problématique algorithmique qui ne présente aucune difficulté.

Le problème des enchères est plus délicat à traiter car il met en oeuvre une connaissance beaucoup plus vaste et plus complexe. Mais Dieu merci il s'agit purement d'un **problème de "connaissance"** et les "Systèmes Experts" sont parfaitement désignés pour traiter ce genre de problème.

De plus ces systèmes ont une **capacité pédagogique naturelle** et peuvent très facilement répondre aux questions :
« *Quelle enchère faire ?* » et « *Pourquoi cette enchère ?* ».

Ceci peut très facilement être expliqué en quelques mots.

Un Système Expert est composé d'une "base de connaissance", d'une "base de faits" et d'un **moteur d'inférences** destiné à rapprocher ces 2 bases pour en étudier les corrélations et en déduire une conclusion.

- La "**base de connaissance**" rassemble la connaissance de l'expert du domaine étudié, ici donc le système d'enchères utilisé.

Cette base de connaissance s'exprime sous forme de règles très simples du type : "Si A et B alors C".

Par exemple : "Si j'ai un jeu régulier, 15-17 H et pas de majeure 5ème alors j'ouvre de 1SA".

Ces règles de connaissance peuvent s'écrire en vrac dans la base, sans ordre pré-établi, être rajoutées ou supprimées à loisir, ce qui est bien pratique.

Une sorte de logique dynamique en quelque sorte, très facilement modifiable à souhait.

- La "**base de faits**", quant à elle, rassemble tous les paramètres du problème.

Cette base de faits contient les données de départ puis s'enrichit au fur et à mesure que le moteur d'inférences crée de nouveaux faits.

Par exemple "A existe" , "B existe" ou encore "J'ai 12 pts H", "J'ai 6 cartes à Pique", "La situation est forcing de manche", etc... etc...

Ainsi si on demande "Pourquoi C ?", le système expert répondra très simplement, au nom de la règle x :

"C existe parce que A et B existent", ou encore :

"J'ouvre de 1SA parce que j'ai 16 pts H, un jeu régulier et pas de majeure 5ème".

*Les systèmes experts sont des systèmes **naturellement pédagogiques** qui traitent très facilement l'**explication positive**.*

Le problème se complique lorsqu'il s'agit d'"explication négative" c'est-à-dire lorsqu'on lui demande "Pourquoi pas C ?".

Un problème d'expert

Dans les années 70 les recherches universitaires butaient irrémédiablement sur le problème de l'**explication négative**, une variante du "chaînage arrière".

L'idée appliquée à l'époque était la suivante :

"Si C n'existe pas c'est que dans la règle x soit A n'existe pas, soit B n'existe pas, soit aucun des 2 n'existe."

Si A et B ne sont pas instruits dans la base des faits, on regarde alors dans toutes les règles qui concluent à A d'une part, puis à B d'autre part, si l'une des prémisses, au moins, n'est pas vérifiée.

Par exemple s'il existe la règle "Si E et F alors A" et si l'on pose la question "non A ?" on regarde si l'on a soit "non E", soit "non F", soit les 2.etc...puis on fait de même pour toutes les règles qui concluent à E et F, etc... ainsi de suite. Idem pour B.

En pratiquant ce chaînage arrière systématique, on comprend immédiatement que l'on aboutit rapidement à une **explosion combinatoire** : cette méthode n'est pas la bonne méthode.

Une "force brute" qui ne fait pas intervenir l'expertise du domaine traité, est inefficace.

Insoluble pour un universitaire, ce problème était très simple pour un expert.

Au début des années 80, Philippe Pionchon a eu l'idée de doubler le moteur d'inférences du système expert d'un second moteur, d'"**inférences**

inverses".

L'idée était assez évidente puisqu'elle correspondait très exactement à ce qui se passe à une table de bridge, chaque joueur ayant en effet à faire 2 choses :

- produire une enchère (moteur d'inférences) : "Si A et B alors C"
- décoder l'enchère du partenaire (moteur d'inférences inverses) : "C = A et B".

Par exemple , si mon partenaire ouvre de 1SA, je déduis qu'il a un jeu régulier et 15-17 H sans majeure 5ème".

Le problème de l'explication négative se résoud alors très élégamment de la façon suivante :

- Supposons qu'on ait les règles d'inférences :
 - . "Si j'ai 5 cartes à Pique et si je dois faire une enchère non forcing alors je dis 3P".
 - . "Si j'ai 4 ou 5 cartes à Pique et si je dois faire une enchère forcing alors je dis 3K".

Le moteur d'inférences inverses donne :

- . "3P = 5 cartes à Pique, enchère non forcing"
- . "3K = 4 ou 5 cartes à Pique, enchère forcing".
- Supposons que dans la base de faits on a 5 cartes à Pique et on doit faire une enchère forcing : la bonne enchère est donc "3K".
- On décode cette enchère avec le moteur d'inférences inverses:
"3K = 4 ou 5 cartes à Pique, enchère forcing".
- Si maintenant on pose la question "Pourquoi pas 3P ?", on décode 3P :
"3P = 5 cartes à Pique, enchère non forcing".

La comparaison des 2 inférences inverses donne immédiatement :

"3P ne serait pas forcing".

(Au besoin on affecte à chaque prémisse un coefficient de "préséance", si plusieurs règles concluent à 3K).

L'explication négative est résolue très simplement par la comparaison des inférences inverses.

La simulation au plus près du comportement **logique** humain, permet d'obtenir des performances intéressantes que ne saurait apporter un traitement par "force brute"... ou encore (moins sérieusement) :

« Le moteur d'inférences inverses n'est pas un moteur à explosion ! »

Au Bridge le traitement efficace de l'explication négative est primordial comme c'est d'ailleurs souvent le cas en matière d'**enseignement** quel qu'il soit.

L'explication négative doit toujours précéder l'explication positive.

Il est en effet difficile de se faire entendre d'un élève qui a envie de dire 3P lorsque vous voulez lui expliquer que la bonne enchère est 3K.

Il faut d'abord lui expliquer que 3P n'est pas correct pour qu'il soit disposé à vous écouter :

"3P n'est pas forcing, très bien, mais alors quelle enchère faire ?".

Ce précepte s'applique à tout domaine d'enseignement.

Les "expertons", variables stratégiques

Il est donc remarquable de constater la parfaite adéquation des Systèmes Experts au traitement des enchères de Bridge.

Regardons par exemple cette règle d'ouverture :

"Si j'ai un jeu régulier, 15-17 H et pas de majeure 5ème alors j'ouvre de 1SA", règle dans laquelle on remarque la présence de la variable "points H".

En inventant cette variable, **Milton Work** ne se doutait pas qu'il créait ce que plus tard Philippe Pionchon a appelé un "**experton**".

C'est autour de ces expertons, véritables "variables magiques", que l'expert organise son expertise, et plus d'expertons pertinents sont décelés par l'expert, plus le système expert sera concis et efficace.

Il a ainsi été créé bon nombre d'expertons du genre "Jouable à SA", "Fit majeur", "Faire une enchère forcing", "Manche certaine, chelem possible", "Situation forcing", "Manche et pas plus", etc...

Ces expertons sont des **variables stratégiques** autour desquelles le Système Expert de Will-Bridge a été construit et qui lui donne son efficacité.

Il est intéressant de noter, une fois de plus, que cela correspond tout à fait au comportement du joueur humain qui, sans le savoir, utilise inconsciemment ces variables.

*Construire un Système Expert revient à **créer les expertons** du domaine d'expertise traité, et la recherche de ces expertons permet d'**enrichir la connaissance** et la **pédagogie** de cette expertise.*

L'efficacité des "expertons"

C'est en utilisant ces expertons que le Système Expert pourra par exemple **prendre des initiatives**, "d'inventer" des enchères telles que la "4ème couleur" :

en décodant toutes les enchères qu'il pourrait faire dans sa situation, il constate qu'aucune n'est possible pour des questions par exemple de "forcing/non forcing", couleur non gardée, force de la main ou nombre de cartes dans une couleur, qu'il lui manque par conséquent des informations pour faire l'enchère adéquate (l'experton "Jouable à SA" n'étant par exemple pas satisfait) :

il pourra prendre tout simplement de lui-même l'initiative "**d'inventer**" la "**4ème couleur**".

Tout comme le ferait un joueur humain.

Le problème des enchères et de l'entame étant réglé, reste à en faire de même pour le problème du jeu de la carte, beaucoup plus complexe et surtout réputé insoluble en 1984...

Problèmes de réflexion : les jeux de stratégie

Historiquement dans le traitement informatique des jeux de stratégie, les premières réalisations de l'Intelligence Artificielle (dans les années 1970) se sont portées sur les **Echecs**, qui ont pourtant la réputation d'être un jeu beaucoup plus difficile que le Bridge.

Alors que rien n'avait été fait pour le Bridge, aux Echecs de nombreuses petites machines individuelles existaient avec un important succès commercial et la question qui intriguait les journalistes de l'époque était alors :

"Pourquoi existe-t-il des machines performantes aux Echecs, jeu très compliqué, et pas au Bridge qui est plus simple ?"

La réponse est : « Justement... » et constitue le « **paradoxe de la difficulté** ».

Le paradoxe de la difficulté

Il y a plusieurs différences importantes entre la problématique du jeu d'Echecs et celle du jeu de la carte au Bridge.

La principale vient du fait qu'au Bridge il existe des **éléments cachés** alors qu'aux Echecs tout est « sur la table ».

Pour jouer aux Echecs une machine n'a pas besoin d'être « intelligente », il lui suffit de savoir calculer et d'utiliser sa "force brute".

Pour cela, un ordinateur est imbattable.

Du point de vue combinatoire, le jeu d'Echecs est infiniment plus vaste que celui du bridge.

Il l'est même tellement que l'on peut dire que **jamais les hommes ne pourront maîtriser ce jeu.**

En d'autres termes, l'analyse complète et exhaustive d'une situation aux Echecs ne peut être faite par aucun expert au monde et il serait plus juste de dire qu'aux Echecs **l'ordinateur joue mal mais personne ne s'en rend compte.**

C'est d'ailleurs leur mauvaise qualité de jeu qui a fait leur succès commercial : si ces machines avaient joué à un haut niveau, elles auraient été invendables parce qu'inutilisables.

De la même façon qu'un robot de tennis de très bon niveau serait

inutilisable pour le commun des mortels, incapable de lui renvoyer la balle.

Aux Echecs, la machine ayant décidé tel mouvement en cours de partie, personne n'est capable de dire s'il existe un autre mouvement supérieur à tous les autres.

Si l'on excepte les problèmes de fin de partie du type "Mat en x coups" par exemple, on peut dire qu'**une partie d'Echecs n'a pas de solution** et par conséquent le jeu produit par une machine est difficilement critiquable.

On pourra seulement constater *In fine* que la machine a mieux joué, ou moins bien, que son adversaire, sans plus.

Cette impossibilité d'appréhension globale est si vraie que, dans une partie d'Echecs, un joueur choisira tel mouvement simplement parce qu'il est « *réputé bon* » ou parce qu'il « *permet un développement agréable* » : les développements ultérieurs sont trop nombreux pour qu'il puisse en faire l'analyse complète.

*Dès lors, et cela devient paradoxal, il est beaucoup plus facile de faire une machine qui joue aux Echecs puisque cela revient à **lui soumettre un problème dont personne ne connaît la solution !***

Le Bridge est plus simple donc plus compliqué...

Pour bien jouer le jeu de la carte du Bridge, il faut « réfléchir »...
Etre capable de faire une analyse globale du problème posé.
A l'époque, le problème était réputé insoluble.

De plus pour le traiter, il faut tenir compte des probabilités, ce qui est relativement facile pour une machine, mais surtout travailler en **logique modale**, comme disent les mathématiciens, c'est-à-dire faire appel aux théories des possibilités, de crainte, de nécessité... etc

Autant de domaines qui sont loin d'être maîtrisés en Intelligence Artificielle.

Mais il y a plus grave...

Au Bridge, il y a « obligation de résultat »

Au Bridge la plupart des donnes peut être **facilement analysée** après coup, à cartes ouvertes, par des joueurs de niveau même faible.

Le jeu que produit une machine se trouve dès lors facilement critiquable. Si à un moment donné une carte et une seule carte doit être jouée, tout joueur le verra : la machine doit donc absolument la trouver. Elle a « **obligation de résultat** ».

En conclusion, et là est le paradoxe, aux Echecs, puisque le jeu est très compliqué, quand la machine joue mal personne ne le voit alors qu'au

Bridge parce que ce jeu est plus simple, tout le monde peut facilement s'en rendre compte.

Une machine a une « obligation de résultat » au Bridge qu'elle n'a pas besoin d'avoir aux Echecs.

Comment traiter cette obligation de résultat ?

La problématique du jeu de la carte

La problématique du jeu de la carte est très différente de celle des enchères, ce qui confère au Bridge un intérêt tout à fait exceptionnel pour les investigations en recherches théoriques d'IA.

Pour le jeu de la carte, il ne s'agit pas d'un problème purement de connaissance comme pour les enchères, mais d'un problème de d'analyse, de réflexion et comme cela est expliqué plus loin, de "métaconnaissance".

De plus, cette problématique est assez complexe car le jeu à Sans-Atout est très différent du jeu à la couleur.

- **A Sans-Atout** il, le jeu est souvent plus simple car l'absence d'atout fait que tout se passe dans le même « espace mathématique », comme disent les scientifiques :

maniements de couleur, problèmes de communications, jeux de sécurité, évites d'adversaire dangereux, etc...

Le problème est « **tactique** » et se résume souvent à une **manipulation de cartes** à l'intérieur d'une couleur.

Grâce à une **analyse dynamique** tour à tour de chacune des couleurs simulant le processus mental humain, la machine est capable de détecter les caractéristiques de ces couleurs :

disymétriques, orientées, sujettes à blocages, etc...

et trouver d'elle-même le comportement adéquat en fonction des objectifs et des paramètres fournis.

- **A la couleur**, traduisant le fait qu'on ne travaille pas dans un même espace mathématique, il y a en plus combinaison de plans, c'est-à-dire **manipulations de couleurs**, s'ajoutant aux manipulations de cartes d'une couleur :

l'approche est plus complexe, plus globale, plus « **stratégique** ».

L'analyse dynamique précédente est alors complétée par une **analyse statique** de la structure des mains connues qui, mise à la disposition d'un "Système Expert de plans", détectera les donnes « **typées** » pour lesquelles le plan de jeu est trivial (double coupe, mort inversé, élimination-placement de main, cumul de chances, etc..) ou, dans les autres cas, se fondera sur les probabilités et proposera plusieurs plans de jeu à explorer.

*Finally the problem of the card game consists in determining **against which configuration of cards one must play.***

*This configuration is determined by a **dynamic analysis**, completed by a **static analysis**, to come and feed a "System Expert of plans", instructed elsewhere by the « **metaknowledge** » which, often, will place the cards and the distributions according to the context detected (possibility, necessity, security, fear, urgency, probability, etc..).*

On comprend aisément qu'il serait beaucoup trop réducteur, d'après Philippe Pionchon, de limiter le calcul de cette configuration à un simple traitement statistique.

L'idée de base : la métaconnaissance

La métaconnaissance est la « connaissance de la connaissance », c'est-à-dire la connaissance que l'on possède sur la connaissance.

Si par exemple on vous demande si Monsieur Smith a été président des Etats-Unis, il s'agit d'un problème de connaissance.

Si vous possédez la connaissance, c'est-à-dire si vous possédez la liste des présidents, vous pouvez répondre par oui ou par non.

Si maintenant on vous pose la question « Est-ce que Madame Smith a été président des Etats-Unis ? », vous allez immédiatement répondre « non » alors que vous ne possédez pas cette liste, parce que vous savez qu'aucune femme n'a été président des Etats-Unis.

La métaconnaissance suffit, vous n'avez **pas besoin de la connaissance** pour résoudre votre problème.

C'est là typiquement une partie importante de la problématique du jeu de la carte au Bridge et, travaillant chez IBM sur la théorie des machines intelligentes, Philippe Pionchon s'est intéressé à ce jeu un peu par hasard parce qu'il présentait l'avantage d'être pertinent, aisément critiquable et facilement modélisable.

Rien ne valait en effet le jeu de la carte du Bridge, **réputé insoluble à l'époque**, pour mettre sa théorie à l'épreuve.

*« Le Bridge est, à ma connaissance,
le jeu au monde le plus scientifique qui soit :
il utilise tous les champs de la logique modale
et les bridgeurs passent leur temps, sans le savoir,
à raisonner en métaconnaissance. »*

déclarait-il avant de développer son idée de base : bâtir une théorie des machines intelligentes sur un **Système Expert de métaconnaissance**.

Des "**inférences établies sur la métaconnaissance**" :

*n'est-ce pas là **la définition même de l'intelligence ?***

Grâce à ces inférences, la machine détermine, conformément à la logique modale, une **suspicion de cartes et de distributions cachées** pour calculer le plan de jeu final par essais successifs à la manière du processus mental d'un joueur humain.

Possibilités, nécessités, craintes, probabilités, voilà en effet de quoi est fait le quotidien des bridgeurs :

- « *Je ne sais pas qui a le Roi de Trèfle, mais je sais qu'Est a Passé d'entrée et a déjà montré 11 points d'honneur : il n'a donc pas le Roi de Trèfle.* »

- « *Je ne sais pas qui a le Roi de Trèfle, mais si ce Roi de Trèfle est à droite, je ne peux pas gagner. Puisque mon objectif est de gagner, le Roi de Trèfle est donc à gauche, par nécessité.*

Je joue donc comme s'il était à gauche de façon certaine.

S'il y est, j'ai gagné.

S'il n'y est pas, j'ai perdu mais de toutes façons je ne pouvais pas gagner : je n'ai donc rien perdu. »

- « *Seule une distribution 4-0 des atouts adverses met mon contrat en danger. Je considère donc qu'ils sont 4-0 et je cherche une stratégie qui soit également gagnante lorsqu'ils sont 2-2 ou 3-1.* »

Bien sûr le traitement de la métaconnaissance s'il permet dans de nombreux cas de traiter intelligemment le problème des éléments cachés, n'est pas suffisant mais peut être **complété** ensuite par un système simple de calcul où la machine trouvera elle-même la solution dans d'autres domaines comme par exemple le maniement de couleurs ou le traitement des **jeux de sécurité**.

- "Je n'ai pas le Roi de Trèfle.

Existe-t-il un maniement de couleur qui gagne que ce Roi de Trèfle soit indifféremment à droite ou à gauche ?"

La machine le place donc à la fois à droite et à gauche, avec l'instruction bien sûr de ne l'utiliser qu'une seule fois, et, si la solution existe, elle trouvera elle-même le maniement de couleur adéquat...

Tout comme, encore une fois, le ferait un joueur humain.

Voilà comment avait été résolu le problème des enchères, de l'entame et du jeu de la carte au bridge, il y a maintenant plus de 30 ans.

Tout étant pour le mieux dans le meilleur des mondes, quelle suite a été donnée à toutes ces avancées technologiques ?

Prématuré

Il y a 30 ans, l'Intelligence Artificielle n'était pas à la mode, contrairement

à ce qui se passe aujourd'hui.

Bien pire, il sagissait même à l'époque d'un véritable tabou, une lubie de scientifiques.

La difficulté de se faire entendre est bien résumée par cette anecdote arrivée à Philippe Pionchon à la fin des années 80.

Les journalistes scientifiques de l'époque s'intéressaient beaucoup aux petites machines commercialisées pour jouer aux Echecs.

L'un d'eux, spécialiste bien connu, lui demanda un jour :

- *"Aux Echecs lorsqu'on joue mal contre une machine, elle est "déstabilisée" et se met elle aussi à mal jouer..."*

"Qu'en est-il de votre machine de bridge ?"

Philippe Pionchon lui expliqua d'abord qu'aux Echecs le problème était très différent.

Dans une partie d'Echecs, tous les experts sont d'accord pour dire qu'il y a 3 phases : le début de partie (où l'on "récite" les coups connus), le milieu de partie (très délicat) et la fin de partie où le peu de pièces restantes facilite le calcul arborescent.

La difficulté consiste à définir quand passe-t-on d'une phase à l'autre, fameux "problème aux limites" que connaissent bien les physiciens.

Pour chacune de ces 3 phases, le logiciel applique des stratégies différentes et une règle communément admise dit qu'on passe en deuxième phase dès qu'on a "roqué" : ainsi par exemple en début de partie, il suffit de "roquer" prématurément pour que la machine se croit en milieu de partie et avance imprudemment son Roi au centre de l'échiquier ! Elle n'est pas "déstabilisée".

- *"Que se passe-t-il avec ma machine de bridge ? Ecoutez, je n'en sais rien mais faisons un essai..."*

Le journaliste composa donc un problème et donna uniquement bien sûr à la machine, le déclarant, le jeu de Sud et celui de Nord.

Il entama et quelques plis plus tard, avec les cartes d'Est et d'Ouest inconnues de la machine, il fit exprès de donner une levée au déclarant. La machine encaissa le pli et déclara... *"Merci beaucoup !"*

Tout le monde semblait ravi de cette démonstration et Philippe Pionchon s'attendait à quelques publications flatteuses dans la presse spécialisée... Rien ne se passa.

Deux années plus tard le hasard fit que Philippe Pionchon rencontra à nouveau ce journaliste et lui demanda :

- *"Vous rappelez-vous notre essai il y a 2 ans ? Qu'en aviez-vous pensé ?"*

Le journaliste lui répondit alors très intéressé :

- *"En effet je m'en souviens très bien mais, dites-moi, cela s'est passé il y a 2 ans, vous pouvez bien me le dire maintenant :*

comment avez-vous fait pour tricher ?"

Il était bien nécessaire de devoir attendre encore 30 ans...

« - **Insoluble, insoluble...** »

« - **Vous avez dit insoluble, mon cher cousin ?
Comme c'est étrange...** »

