

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET JEU DE GO

Histoire(s) et enjeux de l'informagologie¹

Clément BENI

clement.beni@gmail.com

Résumé :

Le jeu de Go est à la fois l'un des plus vieux, l'un des plus simples, l'un des plus complexes et le dernier des jeux combinatoires à avoir « résisté à l'ordinateur ». Aujourd'hui, symbole des progrès du domaine, il est aussi un de ceux que l'intelligence artificielle (I.A.) a d'ores et déjà transformés.

Mots-clés :

Intelligence artificielle, jeu de Go



Cet article est un complément à la conférence du 18 janvier 2018².

LE JEU DE GO

L'un des jeux les plus vieux

« *Le monde est un jeu de Go dont les règles ont été inutilement compliquées* » (proverbe)

Pour les origines du jeu de Go, je vous renvoie vers un « bon article » : celui de Wikipédia³. Si l'on peut parfois lire que ce jeu est vieux de quatre millénaires, ce n'est pas avéré par les sources archéologiques, pour autant que j'en sache⁴ – sans être, pour autant, nécessairement faux.

En revanche ce qui est certain c'est qu'il est bien plus ancien que l'ère commune, ce que l'on sait car il est cité par certains textes, dont ceux de Confucius et que l'on a trouvé des traces dans certaines tombes.

Et ce qui semble également acquis et que le matériel utilisé existait par ailleurs : le plateau était très probablement un calendrier ou avait des utilisations mystiques.

L'un des jeux les plus simples

« *Alors que les règles baroques du jeu d'échecs n'ont pu être inventées que par les humains, les règles du Go sont si élégantes, si organiques, et si rigoureusement logiques que s'il existe des formes de vies intelligentes ailleurs dans l'univers, elles jouent très certainement au Go.* » (E. Lasker⁵)

¹ Référence à « Petite histoire de l'informagologie » (RFG n°138)

<http://rfg.jeudego.org/index.php/archives/liste-des-numeros/item/264-rfg-138>

² Conférence « I.A. et jeu de Go », lors de l'A.G. d'ADELI, par Tristan Cazenave et Clément Béni

<http://www.adeli.org/contenu/ia-et-jeu-go-video-conference>

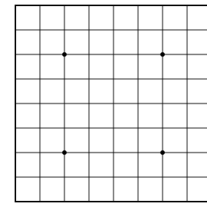
³ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Go_\(jeu\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Go_(jeu))

⁴ <https://www.domus-caesaris.com/jeux> (vidéo #10)

⁵ Emmanuel Lasker ou son cousin Edward Lasker, en fonction des sources.

Le Go est l'un des jeux les plus simples qui soient, du point de vue des règles. Il se pratique sur une grille, appelée « goban ».

Sur cette grille, qui est vide au début de la partie, les joueurs vont chacun leur tour poser une « pierre » de leur couleur (noir, blanc) sur l'une des intersections vides, passer leur tour ... ou abandonner.



Goban 9x9

Et dans le cas où les deux joueurs passent consécutivement leur tour, la partie s'arrête. On détermine alors le vainqueur, par décompte des points.

Tant qu'une pierre est reliée à (au moins) une intersection vide, elle peut rester sur le goban.

Dans le cas contraire elle est dite « capturée » et est retirée du jeu.

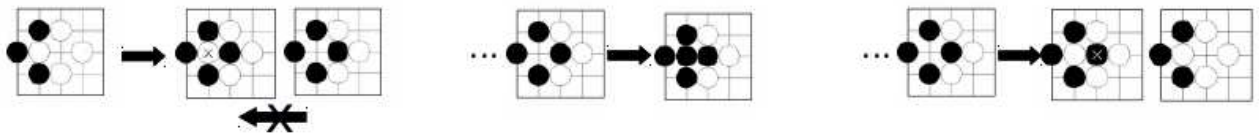
Sur la figure de gauche, la pierre blanche est reliée à 3 pierres noires et à une intersection vide. Si c'est à noir de jouer, il peut priver la pierre de cette intersection vide : la pierre est capturée.



Dans le cas où plusieurs pierres d'une même couleur sont reliées, elles forment ce que l'on appelle une « chaîne ». C'est désormais cette chaîne qui sera capturée ou pourra rester en jeu.

Un premier jeu, très utilisé en initiation, est l'**atari-go** : il consiste à être le premier à capturer à l'adversaire un certain nombre de pierres (1, 3, 5, ...). Dans le cas où l'on dispute une « vraie » partie de Go, il n'y a pas de limite : la partie prendra fin lorsque les deux joueurs passeront leur tour ou que l'un d'eux abandonne.

Dans ce cas, il convient d'ajouter la **règle du kô** : **il est interdit de jouer un coup qui reproduise une position ayant déjà eu lieu**. Sinon, le jeu pourrait « boucler » à l'infini.



Par exemple, dans la position de gauche, si noir joue il capture la pierre blanche. Si l'on permettait à blanc, à son tour, de capturer noir, on reviendrait sur la situation précédente et la séquence pourrait se répéter ... indéfiniment. On oblige alors blanc à jouer au moins un coup ailleurs : noir peut alors connecter sa pierre. Mais, si blanc trouve un coup qui incite noir à répondre, il pourra capturer la pierre noire.

En effet, deux coups ont été joués, la position est donc différente. Maintenant, c'est noir qui ne peut pas reprendre au coup suivant, etc. Bien évidemment, sur un plateau aussi petit ce n'est pas très parlant, mais ce type de situation donne des « combats de kô » dont l'enjeu est parfois l'issue-même de la partie. Concernant les règles, je n'en dirais pas plus : je vous renvoie à ma présentation du jeu⁶ et au site jeudego.org, par lequel j'ai personnellement appris à jouer – et à vous rendre dans l'un des clubs⁷, ce qui reste encore la meilleure manière de s'initier.

6 <http://clementbeni.fr/blog/2017/01/06/jeu-de-go-1-presentation-du-jeu/>

7 <http://ffg.jeudego.org/php/listeClubs.php> et <http://ffg.jeudego.org/php/selectDepartement.php>



Par contre, je vais poursuivre « l'expérience pédagogique » entreprise lors de la conférence, où j'ai tenté de présenter le Go par comparaison avec d'autres jeux, notamment le jeu de Hex⁸ :

- **On remplit / construit sur un plateau vide** : à ma connaissance, peu de jeux partagent cette caractéristique – le Go, le Hex et dans une certaine mesure l'Othello.
- **Le but est de dépasser l'adversaire et non de l'écraser**. Même si l'on peut avoir au Go des parties bien plus brutales et « sanglantes » que dans d'autres jeux, l'objectif n'est pas de supprimer l'adversaire (*dames françaises*) ou de décapiter l'armée adverse (*échecs, shogi, xian qi, ...*), mais bien de faire mieux que lui.

La réciproque est vraie : au Go, chercher à totalement supprimer l'adversaire est probablement la plus mauvaise stratégie qui soit (*j'ai quelques connaissances empiriques sur le sujet ...*).

Et puis il y a au Go, comme dans beaucoup de jeux en Asie, la volonté d'équilibrer les forces. C'est notamment le cas avec la notion de « handicap »⁹ pour équilibrer la partie entre des joueurs de niveaux différents ou avec les « *joseki* » : des séquences standards (*~ design patterns*) et qui ont ce statut car elles sont considérées comme équilibrées.

Enfin, **il suffit de quelques secondes d'explications pour commencer à jouer**.

L'un des jeux les plus complexes

« Combien y a-t-il de positions légales que l'on peut construire sur un plateau 19x19 ?

208 168 199 381 979 984 699 478 633 344 862 770 286 522 453 884 530 548 425 639
456 820 927 419 612 738 015 378 525 648 451 698 519 643 907 259 916 015 628 128
546 089 888 314 427 129 715 319 317 557 736 620 397 247 064 840 935 positions. »
(John Tromp)

Si le Go est *simple* à apprendre – au moins par les enfants – on ne peut pas en dire autant de sa « complexité », au sens combinatoire du terme : le nombre de positions possibles est astronomique. Littéralement.

En effet, on estime à 10^{80} le nombre de particules élémentaires dans l'univers visible. Aux échecs, il y a environ 10^{120} parties jouables. Au Go, il y a de l'ordre de 10^{170} positions possibles et 10^{800} parties jouables. Tous ces nombres dépassent bien évidemment l'entendement et je ne les cite que pour illustrer le fait qu'on ne peut pas y aller bêtement, en testant toutes les combinaisons, comme au morpion (voir les conférences sur AlphaGo¹⁰ et les vidéos en références de mon billet¹¹).

Dans les faits, on peut être plus précis que cela : c'est ce qu'a fait John Tromp en calculant précisément le nombre de positions légales au Go¹² (*voir ci-dessus*).

Et pour ce qui est de la complexité « calculatoire », je vous renvoie à la conférence « Math Park »¹³ d'Olivier Teytaud où il explique qu'en fonction de la formulation des règles, la complexité varie ... énormément !

8 <http://animations.jeudego.org/2017/08/02/hex-et-go-ex-aequo-en-principes-oui/>

9 http://jeudego.org/php/jeu_a_handicap.php

10 <http://animations.jeudego.org/conferences-alphago/>

11 <http://rfq.jeudego.org/index.php/item/278-regard-sur-le-match-alphago-fan-hui-3-5-alphago-et-le-computer-go>

12 <http://tromp.github.io/go/legal.html>

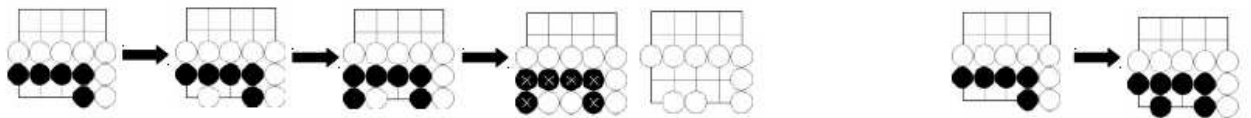
13 <http://www.ihp.fr/fr/seminaire/mathpark-video>

Le dernier des jeux combinatoires à avoir « résisté » à l'ordinateur

« Le jeu de Go sur ordinateur ? – en plus de programmer un ordinateur pour jouer une partie raisonnable, et pas seulement une partie conforme aux règles – il est nécessaire de formaliser les principes d'une bonne stratégie, ou de concevoir un programme capable d'apprendre. Les principes sont plus qualitatifs et mystérieux qu'aux échecs et dépendent plus du jugement. Je pense qu'il sera plus difficile de programmer un ordinateur pour jouer une partie raisonnable au Go qu'aux échecs. » (Irvin John Good)

Dès 1965, le diagnostic était déjà posé ; de même que la solution : le « machine learning ». On pourrait également remonter à Alan Turing : je vous renvoie pour cela aux vidéos de Science4all¹⁴, à mon billet sur le compUter-go¹⁵ et la conférence donnée chez Mozilla¹⁶. Je vais d'ailleurs reprendre les exemples donnés pendant cette conférence pour tenter de vous faire « sentir » ce qui a posé problème au développement des IA.

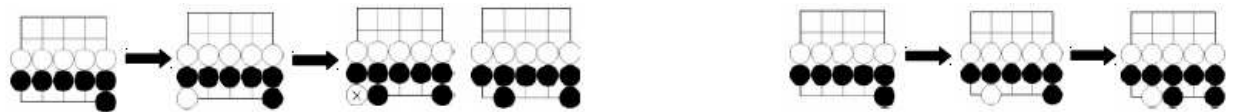
Il existe des groupes comparables au *chat de Schrödinger* : ni mort, ni vivant (à l'instant T) :



Cela demande de bien regarder la position pour s'en convaincre, ce qui permet déjà d'imaginer la difficulté qu'il y a à implémenter ce type de règle dans un logiciel.

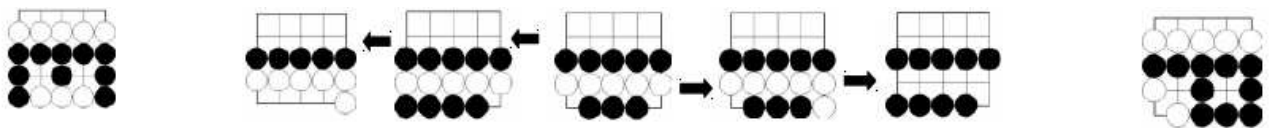
Et si vous « voyez » de quoi je veux parler ... vous comprendrez qu'il n'est pas simple de faire « voir » quelque chose à un programme. Chez nous, l'œil et le cerveau font le boulot !

Autre exemple avec, ce coup-ci, un groupe de pierres qui est « non-capturable » ... pour peu que noir réponde au coup de blanc :



En effet, nous avons vu précédemment ce qu'était un *kô* : si blanc joue ici une « menace de *kô* » et que noir n'y répond pas – pour connecter son *kô* – alors blanc pourra capturer les pierres noires. Le *kô* étant, d'ailleurs, l'une des configurations qui a souvent posé problèmes aux logiciels.

Enfin, pour terminer ce bestiaire¹⁷, voici des exemples de positions où aucun des joueurs n'a intérêt à jouer (sauf à vouloir sacrifier ses pierres). On parlera de « vie mutuelle » ou « *seki* ».



Toutes les situations présentées ici ne sont là qu'à titre d'illustration : il n'est pas besoin de les avoir comprises pour commencer à jouer. Bien au contraire !

14 <https://www.youtube.com/playlist?list=PLtzmb84AogRTI0m1b82gVLcGU38miqdrC>

15 <http://rfq.jeudego.org/index.php/item/278-regard-sur-le-match-alphago-fan-hui-3-5-alphago-et-le-computer-go>

16 <https://air.mozilla.org/jeu-de-go-progres-de-lintelligence-artificielle-et-perspectives-sociales/>

17 <http://denisfeldmann.fr/bestiaire.htm> pour plus d'exemples.

LES IMPACTS D'ALPHAGO

« On est très impressionné par le fait que Lee Sedol a été battu par AlphaGo, mais le jeu de Go n'est absolument pas l'apex de l'intelligence humaine. [...] Penser une seule seconde que l'intelligence humaine se mesure au jeu de Go c'est se fourvoyer complètement et l'IA nous ramène à cette réalité » (Idriss Aberkane)¹⁸

Lors de la conférence chez Mozilla, j'avais repris les arguments sur les conséquences sociétales de l'IA présentés dans l'émission Bibliothèque Médecis¹⁹. Au départ, je voyais cela comme une simple *ouverture*, mais dès la conférence suivante au « carrefour numérique » de la cité des sciences²⁰ c'était déjà devenu la question centrale. En effet, cette dernière avait lieu quelques heures après la 3^e victoire d'AlphaGo. L'IA avait gagné.

Les aspects sociétaux de l'IA sont aujourd'hui devenus un élément clé du débat public – comme avec le rapport de la CNIL²¹ ou le premier forum parlementaire sur l'intelligence artificielle²². Aussi, je ne m'attarderai pas dessus et vais seulement présenter deux conséquences propres au Go :

- **Le Go est un symbole des progrès du domaine de l'IA** : aujourd'hui on ne parle plus de Kasparov-DeepBlue, mais bien de Lee Sedol-AlphaGo. Et pour cause : le Go est le jeu le plus « complexe » de sa catégorie (les jeux combinatoires²³) et c'est un très bon sujet pour comprendre la problématique des IA. D'où l'intérêt de l'intervention de Tristan Cazenave.
- **Le Go est un domaine que l'IA a d'ores et déjà transformé** : loin d'avoir rendu le Go inintéressant, AlphaGo l'a redynamisé. En effet, on parle d'un « style AlphaGo » et les joueurs professionnels tentent aujourd'hui dans leurs parties des coups joués par AlphaGo.

Pour son apport au Go, AlphaGo a été comparé à certains grands maîtres – les « saints du Go » – qui ont en leur temps joué et renouvelé le jeu en explorant de nouveaux coups : c'est bien le cas.

18 <https://www.youtube.com/watch?v=NrQ0dSusGrQ>

19 <https://www.publicsenat.fr/emission/bibliotheque-medecis/intelligence-artificielle-10856>

20 <https://www.math-info-paris.cnrs.fr/bibli/12032016-conference-et-debat-sur-le-jeu-de-go-a-loccasion-du-match-alphago-contre-lee-sedol/>

21 <https://www.cnil.fr/fr/comment-permettre-lhomme-de-garder-la-main-rapport-sur-les-enjeux-ethiques-des-algorithmes-et-de>

22 <https://www.economie.gouv.fr/premier-forum-parlementaire-intelligence-artificielle>

23 <https://www.youtube.com/watch?v=AATtI59xfmQ>