UN DISPOSITIF DE FORMATION AUTOUR DU JEU DE GO

Antoine FENECH
Professeur de mathématiques, Capitaine de l'Equipe de France de Jeu de Go,
Collège International de l'Esplanade, Strasbourg
antoine.fenech@gmail.com

Richard CABASSUT
Maître de Conférences, Université de Strasbourg
LISEC EA 2310
richard.cabassut@unistra.fr

Un groupe IREM sur le jeu de go à l'école primaire a été mis en place à Strasbourg depuis 2018, et notamment durant la période de confinement liée à la situation sanitaire. Après avoir présenté le contexte de ce travail, nous précisons le cadre théorique, notamment sur le raisonnement. Nous indiquons des dispositifs de classe ou de formation qui mettent en œuvre une articulation entre le savoir mathématique des programmes de l'école primaire et le savoir du jeu de Go. Nous concluons sur l'intérêt de ces dispositifs pour l'enseignement des mathématiques à l'école primaire.

I. LE CONTEXTE

1 En France

En France le rapport Villani-Torossian (2018, p.15) encourage les activités associant mathématiques et jeux et a été soutenue la première thèse en didactique (Haye 2019) sur le jeu de Go en cycle 3 comme vecteur d'apprentissages mathématiques. L'association strasbourgeoise du jeu de Go a développé depuis près de 20 ans des règles de jeu de Go adaptées aux élèves de l'école primaire. Depuis le BOEN de 2012, le jeu d'échec est encouragé à l'école primaire. Or, le jeu de Go a des règles de jeu beaucoup plus simples qui rendent son introduction beaucoup plus facile à l'école primaire.

2 La recherche

Moyer)2001) ou Carbonneau et al. (2013) ont étudié l'importance des manipulations dans l'apprentissage des mathématiques. Poirier et al. (2009) ont montré la relation entre le jeu et l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire. Des recherches ont montré l'intérêt des jeux de stratégie pour l'enseignement des mathématiques (Movshovitz-Hadar 2011). Parmi ces jeux de stratégie, Jancarik (2017, p.226) a montré que « les domaines développés par les échecs sont avant tout le pouvoir de résolution de problèmes, mais aussi la pensée logique et la capacité de visualiser en géométrie »[1]. Des recherches à l'école primaire ont montré que le jeu de Go, un autre jeu de stratégie, développait les fonctions cognitives (Tachibana & al. 2012). Enfin Fenech et al. (2020) a montré que le jeu de Go était un moyen de participer à l'enseignement du programme mathématique de l'école primaire.

II. CADRE THEORIQUE

1 La double transposition

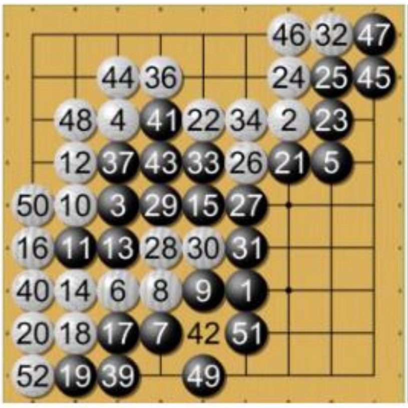
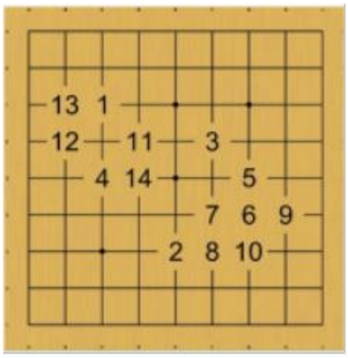
La théorie de la transposition didactique de Chevallard (Bosch & al. 2006) étudie les passages du savoir savant au savoir à enseigner, puis au savoir enseigné puis au savoir appris. Cabassut (2007) a introduit la notion de double transposition : le savoir du jeu de Go et le savoir mathématiques sont transposés dans

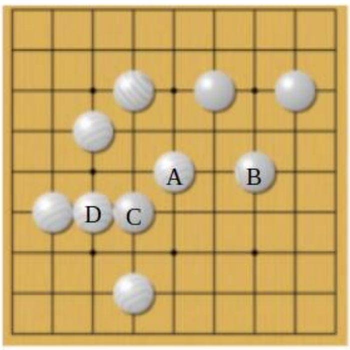
[1] Traduction française de R.C. : " the areas that are developed through chess are primarily problem-solving power but also logical thinking and ability to visualize in geometry"

un enseignement commun dès l'école primaire (Fenech & al. 2020). Le savoir mathématique peut être décrit dans les programmes de mathématiques de l'école primaire. Le savoir du jeu de Go peut être décrit par l'association strasbourgeoise de jeu de Go (Strasgo 2021).

2 Les registres de représentation

Duval (2006) dans sa théorie des registres de représentations sémiotiques, insiste sur trois compétences : savoir représenter un même objet dans plusieurs registres, savoir le traiter dans chaque registre (traitement intra-registre), savoir convertir la représentation d'un registre à l'autre (traitement inter-registres). Pour le jeu de Go plusieurs registres sont disponibles : le registre de l'action avec les pierres et le plateau de jeu (Goban), la langue orale quotidienne, la langue orale avec le seul vocabulaire spécifique, au jeu de Go autorisé le codage pour représenter une partie sur une feuille de papier quadrillée.

	
Codage figuratif d'une partie	Codage moins figuratif

	Pose une pierre blanche sur le Tengen. Cette pierre s'appelle A. Pose une pierre en Tobi à droite de A. Cette pierre s'appelle B. Pose une pierre en Keima en haut à droite de A, un autre en Keima en haut à gauche de A, une autre en Keima à gauche en haut de A. Pose une pierre en Kosumi en bas à gauche de A. Elle s'appelle C. Pose une pierre en Keima à gauche en bas de A. Elle s'appelle D. Pose une pierre en Keima en haut à droite de B. Pose une pierre en Tobi en bas de C. Pose une pierre en Nobi à gauche de D.
Représentation figurative	Codage en langage de jeu de Go de la représentation de gauche

Pour les savoirs mathématiques on utilise les registres traditionnels.

3 Le raisonnement

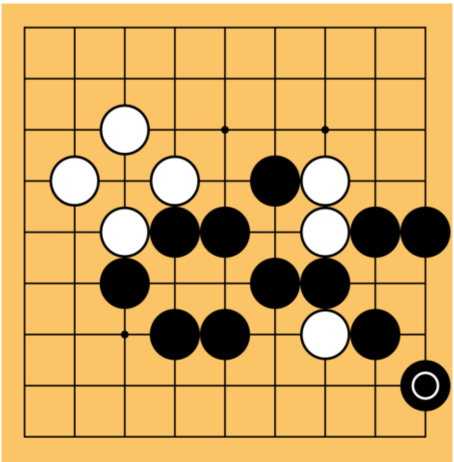
Différents types de raisonnements peuvent être envisagés. Cabassut (2005) distingue deux types de raisonnement. Le raisonnement de plausibilité permet d'affirmer qu'une proposition est plausible. Il est souvent construit suivant le schéma « ((si A alors B) vrai) et (B vrai), donc A est plausible ». C'est un raisonnement très utilisé dans le registre de l'action, en sciences expérimentales et dans la vie quotidienne.

Il est aussi utilisé en mathématiques dans la résolution d'un problème, notamment dans la phase heuristique, quand on travaille la compétence « chercher », en posant des conjectures ou en élaborant des essais. Le raisonnement de nécessité permet d'affirmer qu'une proposition est nécessairement vraie. Il est souvent construit suivant le schéma « ((si A alors B) vrai) et (A vrai), alors B nécessairement vrai » (appelé encore schéma déductif). C'est le raisonnement utilisé en mathématiques pour démontrer ou pour valider une procédure. Bien entendu on peut aussi utiliser le raisonnement déductif dans la phase heuristique, quand on cherche une solution au problème. Ce qui est important c'est que l'élève arrive à distinguer ces deux types de raisonnements pour accéder à la preuve mathématique qui repose sur les seuls raisonnements de nécessité. Haye (2020, p.278) construit avec le jeu de Go une ingénierie didactique visant le développement de ces raisonnements. De manière générale c'est en soumettant aux élèves ou aux formés des problèmes de jeu de Go, comme ceux de la partie IV de notre communication, et en discutant de l'argumentation des réponses proposées que l'on va travailler sur les différents arguments exposés dans les réponses.

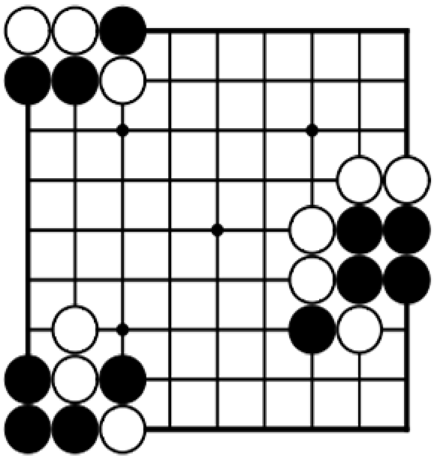
III. SAVOIR DU JEU DE GO ET SAVOIR MATHEMATIQUE

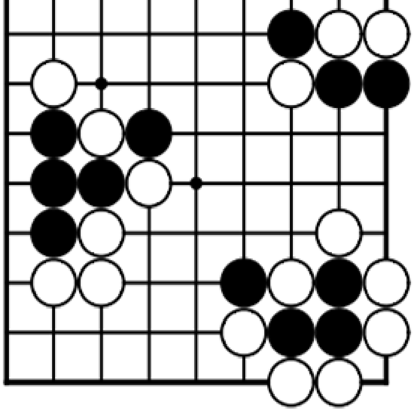
1 Le savoir du jeu de Go

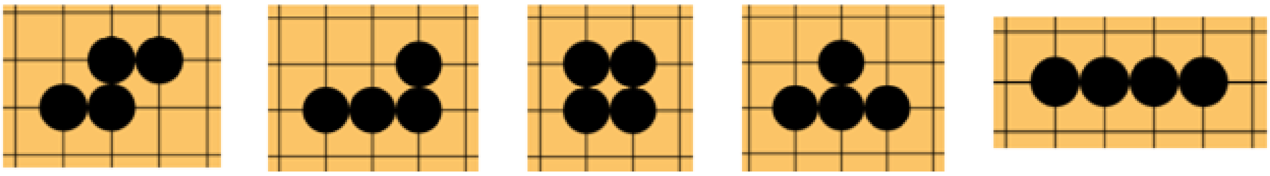
Rappelons les règles principales du jeu de Go. C'est un jeu de stratégie à 2 joueurs. Un joueur a les pierres noires et l'autre les blanches. Le joueur aux pierres noires débute la partie. Un joueur place à son tour une pierre sur un point d'intersection libre de la grille du plateau (Goban). Les pierres ne sont pas déplacées. Un joueur capture une pierre ou un groupe de pierres de l'autre couleur si elles sont entourées par des pierres sur tous les points orthogonalement adjacents. Un joueur peut passer son tour. À la fin du jeu le gagnant est celui qui a le plus grand nombre de pierres de sa couleur sur le plateau (règle intermédiaire par exemple : le premier qui a capturé 5 pierres). D'autres règles plus élaborées pourront être introduites ultérieurement



Il faut savoir reconnaître une chaîne entourée.

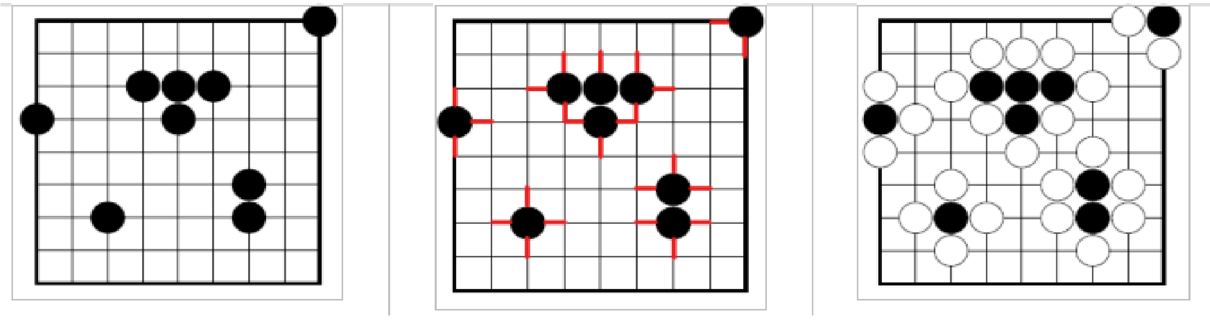






Géométrie

Il faut compter le nombre de libertés d'un ensemble des pierres noires qui se touchent, c'est-à-dire le nombre de pierres blanches à poser autour pour les capturer.

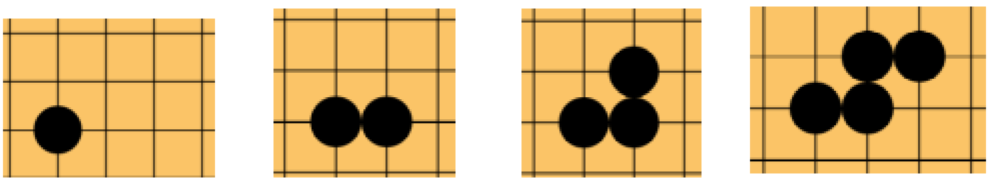


Les règles de fin de partie peuvent s'adapter à l'âge des joueurs ou aux situations (entraînement ou compétition).
Règle des grands : La partie s'arrête lorsque les deux joueurs passent de manière consécutive.
Autre règle : la partie s'arrête dès qu'un joueur a pris cinq pierres.

2 Savoir mathématique lié au jeu de Go

Voici quelques questions qui peuvent apparaître au cours du jeu et qui renvoient à des savoirs mathématiques. Un détail illustré est décrit dans (Fenech, Cabassut 2020).
Qui a gagné la partie ? Renvoie au concept de nombre comme mémoire de la quantité (savoir combien de pierres d'une couleur sont sur le goban) et mémoire de l'ordre (pour comparer les nombres de pierres blanches et noires restées sur le goban).
Comment comparer deux quantités ? Plusieurs procédures de comparaison : en retirant du goban, une à une, une pierre de chaque couleur, en procédant à des regroupements semblables des pierres avec un excédent d'une couleur sur l'autre, par comptage ...
Dénombrer avec les pierres de go: introduction d'une représentation du nombre.
Création de problèmes additifs et soustractifs :
Combien y a-t-il de pierres de chaque couleur sur le goban?
Blanc a gagné. De combien? Quel est l'écart?
Combien y a-t-il de pierres au total sur le goban?

En dehors du domaine des nombres évoqué par les questions précédentes, la géométrie peut être approchée par l'étude des formes ou de leur symétrie, l'algorithmique avec le codage de la construction d'une figure.



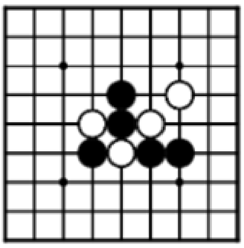
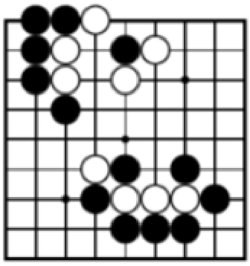
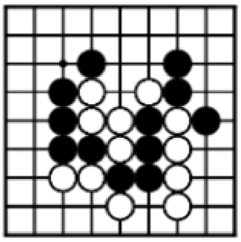
Algorithmique

IV. EXEMPLES D'ACTIVITES ET DE MODALITES

1 Le raisonnement

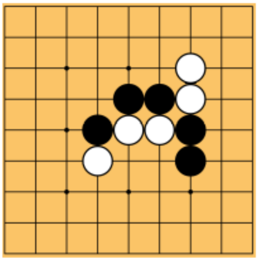
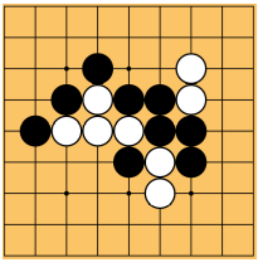
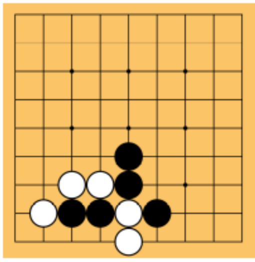
Voici un exemple de progression de problèmes qui permettront de travailler sur les raisonnements qui justifient les solutions proposées pour chacun des problèmes. Dans chacun des problèmes, sauf mention du contraire, c'est à noir de jouer.

Dans chaque diagramme, Noir joue et capture une chaîne blanche. Comment ?

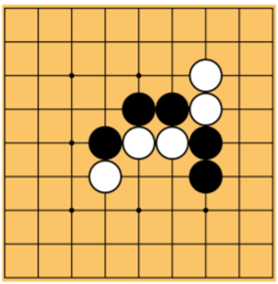
Sur cette activité on travaille en savoir de jeu de go la notion de capture par un enchaînement de raisonnements hypothético-déductifs : « si noir joue … alors blanc positionné en … est capturé ». La validation du raisonnement se fait par le jeu effectif, ou au contraire son invalidation se fait par une possibilité non anticipée.

Comment capturer en deux coups ?

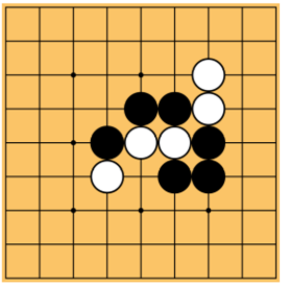
Par rapport à l'exercice précédent, le raisonnement se complexifie et se fait en deux étapes.

Quelle chaîne blanche a exactement deux libertés ?



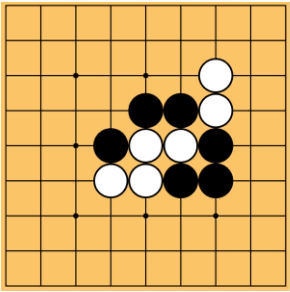
Ici on travaille en savoir de jeu de Go la notion de nombre de libertés. Le travail sur le raisonnement est dans la justification de ce nombre et la validation de la justification se fait par passage à l'action en posant les pierres sur les nœuds pour entourer complètement la chaîne.

Blanc n'a plus qu'une liberté. S'il passe et laisse noir jouer, il sera capturé. Vrai ou faux ?



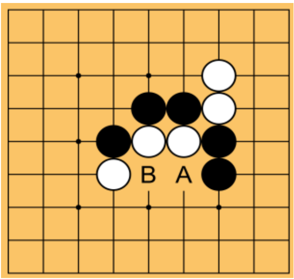
Ici les savoirs de jeu de go travaillés sont le nombre de libertés et la capture. En mathématiques on travaille le raisonnement pour un jeu en un coup.

La chaîne blanche a 3 libertés. Noir ne peut pas la capturer en deux coups. Vrai ou faux ?



Même savoirs mis en jeu que précédemment mais on raisonne sur deux coups. La complexité du raisonnement augmente.

Quel est le bon coup entre A et B ?



Pour déterminer le bon coup entre A et B noir doit penser à séparer les chaînes blanches et donc raisonner sur plusieurs coups. Par rapport aux précédents exercices on augmente la complexité.

2 Dispositifs de classe mis en place

Plusieurs dispositifs de classes sont envisagés :

- un couple de joueurs avec un observateur éventuel

- un travail collectif au tableau,

- un travail en groupe avec restitution au tableau,

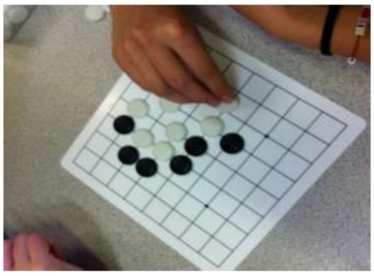
- un tournoi inter-classes,

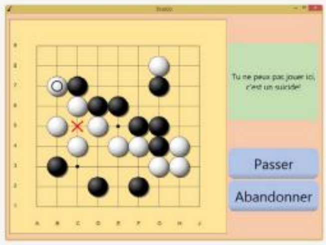
- un travail sur l'algorithmique avec Scratch (voir annexe 1),

- un travail individuel avec le logiciel en ligne,

- un travail à distance : des vidéos en lignes (https://www.youtube.com/watch?v=ywUxOW0H0W0) ,

Une plate-forme de jeu en ligne est actuellement en cours de développement pour permettre aux élèves d'une même classe mais également de différentes écoles de jouer à distance avec les règles adaptées. Elle





permettra également aux enseignants d'exploiter du contenu mathématique à partir des parties jouées (voir annexe 2).

La variation des dispositifs et modalités de travail permet de varier les objectifs d'enseignement suivant la modalité choisie : un dispositif collectif permettra de repérer les niveaux d'élèves ; des dispositifs individuels ou par couple permettront de différencier : choisir des couples de même niveau, différencier le travail individuel en fonction du niveau de l'élève ...

3 Dispositifs de formation

Nous utilisons de cadre théorique précisé par Guille-Biel Winder *et al.* (2019). Nous présentons les différentes stratégies utilisées dans le groupe IREM jeu de Go, qui peuvent inspirer différentes actions de formation :

- les stratégies culturelles : les spécialistes[2] du savoir du jeu de Go, du savoir mathématique ou du savoir de didactique des mathématiques, interviennent à l'occasion lors des réunions du groupe IREM jeu de Go pour exposer de manière dialoguée des connaissances sur les différents savoirs en jeu ;

- les stratégies basées sur la monstration : des extraits de parties sont montrées ; des membres du groupes rapportent les mises en œuvre effectuées dans leurs classes (avec le projet d'enregistrements vidéos de ces mises en œuvre perturbé par la COVID) ; des membres du groupes jouent en direct devant les autres membres une partie ;

- les stratégies basées sur l'homologie : les participants jouent entre eux au jeu de Go, notamment pour apprendre les règles du jeu de Go, soit une partie complète, soit la poursuite d'une partie à partir d'un état donné ;

- les stratégies basées sur la transposition : les participants au groupe IREM se regroupent par niveau de classe et préparent ensemble une activité ou une séance d'enseignement utilisant le jeu de Go, en précisant les hypothèses et les objectifs d'enseignement. Ils essaient d'adopter la démarche d'ingénierie didactique : "une phase d'analyse et de conception préliminaires, une phase d'expérimentations pédagogiques et une phase d'analyse rétrospective " (Margolinas & al. 2015, traduction). Ce sont différents groupes de groupe de « lesson-study » (Takahashi 2020) dont le travail a été perturbé par le confinement et l'impossibilité d'aller observer des mises en œuvre.

La longue période de confinement et les limitations de visites d'observateurs dans les écoles ont considérablement perturbées la mise en œuvre de ces modalités.

CONCLUSION

Nous avons montré qu'il est possible d'apprendre des mathématiques de l'école primaire en jouant au Go. Différents domaines (nombre, numération, géométrie, algorithmique) et différentes compétences

[2] Antoine Fenech, capitaine de l'équipe de France de Jeu de Go et professeur de mathématiques en collège, et Albert Fenech, président de l'association du jeu de Go de Strasbourg (http://www.gostrasbourg.fr/) et professeur de mathématiques en classes préparatoires, interviennent comme spécialistes du jeu de Go et des mathématiques ; Richard Cabassut, maître de conférences en didactique des mathématiques intervient comme spécialiste de la didactique des mathématiques.

(chercher, raisonner, calculer, représenter, communiquer) sont travaillées. D'autres bénéfices extra-mathématiques sont observés chez les élèves par les professeurs du groupe IREM. La motivation chez les élèves est accrue à cause de l'intérêt des élèves pour jouer du fait que les règles sont faciles à comprendre ; la communication est facilitée par l'usage du matériel (pierres et goban) : les élèves allophones peuvent s'exprimer plus facilement en jouant. L'estime personnelle se développe : les élèves avec des difficultés en mathématiques peuvent réussir en jouant. Les relations sociales dans la classe sont confortées : les interactions sociales augmentent dans la classe avec les partenaires de jeu, pour raconter sa partie ou lors de l'organisation d'un tournoi.

Le jeu de Go offre un matériel spécifique et des situations de manipulation, différents registres de représentation. Des outils numériques (logiciel en ligne, plate-forme) sont développées pour permettre un travail à distance dans le cas de contraintes sanitaires ou de choix pédagogiques. Des dispositifs variés de formation permettent de former à cet enseignement et de proposer des ressources pour l'accompagner. Il reste à retrouver le chemin de formations présentielles pour approfondir le travail de conception de scénarios, d'observation des mises en œuvre et de retour réflexif sur ces mises en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

Artigue M. & al. (2019). The French Didactic Tradition in Mathematics. In Blum W. & al. (Eds.) European Traditions in Didactics of Mathematics. Springer. ICME-13 Monographs.

Bosch, M., Gascón, J. (2006). 25 years of didactic transposition. ICMI Bulletin, 58, 1-2-3, 51-64. https://www.mathunion.org/fileadmin/ICMI/files/Publications/ICMI_bulletin/58.pdf

Cabassut, R. (2005) Raisonnement plausible versus raisonnement de nécessité : où est la frontière ?, in Actes du XXXIIe Colloque COPIRELEM, 17- 19 mai 2004, Foix, IREM de Toulouse, mai 2005

Cabassut, R. (2007). La double transposition dans l'enseignement des mathématiques : l'exemple de la rencontre entre la validation mathématique et les validations non mathématiques. Actes du IIe Congrès international sur la Théorie Anthropologique du Didactique. 31 octobre 2007 à 3 novembre 2007, Uzès, France

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. Journal of Educational Psychology, 105, 380-400

Debellis, V., & Goldin, G. (2006). Affect and Meta-Affect in Mathematical Problem Solving: A Representational Perspective. Educational Studies in Mathematics, 63(2), 131-147.

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. Educational Studies in Mathematics (2006) 61: 103–13.

Fenech, A., Cabassut, R. (2020) Dispositif de formation utilisant le jeu de Go pour enseigner les mathématiques à l'école primaire, in Actes du 46e colloque de la Copirelem. Lausanne : juin 2019. Edition ARPEME.

Guille-Biel Winder C., Mangiante-Orsola, C., Masselot, P., Petitfour, E., Simard, A., Tempier, F. (2019). Construire une expertise pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire. Tome 1. Editions ARPEME.

HAYE, T. (2019) Etude des conditions et des contraintes d'implémentation d'un jeu de société à l'école, comme vecteur d'apprentissages mathématiques. Cas du jeu de Go au cycle 3. Thesis. Universiy of Montpellier.

Jancarik Antonin (2017) The potential of the chess environment in mathematics education – pre-service teachers' perspective. In J. Novotna, & H. Moraova (Eds.), International Symposium Elementary Maths Teaching. SEMT'17. Proceedings, 225-235. Prague : Charles University, Faculty of Education.

Margolinas, C., Drijvers, P. (2015). Didactical engineering in France; an insider's and an outsider's view on its foundations, its practice and its impact. ZDM Mathematics Education (2015) 47: 893–903.

Millett, A., Brown, M., Askew, M. (2007) Primary Mathematics and the Developing Professional. Springer.

Ministère de l'Education Nationale (2016) Compétences travaillées en mathématiques : raisonner. EDUSCOL. Mars 2016.
https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Competences_travaillees/83/6/RA16_C4_MATH_raisonner_547836.pdf

Movshovitz-Hadar, N. (2011). Bridging between mathematics and education courses: Strategy games as generators of problem solving tasks. In O. Zaslavsky & P. Sullivan (Eds.), Constructing knowledge for teaching secondary mathematics: Tasks to enhance prospective and practicing teacher learning, 117-140, Springer.

Moyer P. S. (2001) Are We Having Fun Yet? How Teachers Use Manipulatives To Teach mathematics. Educational Studies in Mathematics47:175–197, 2001

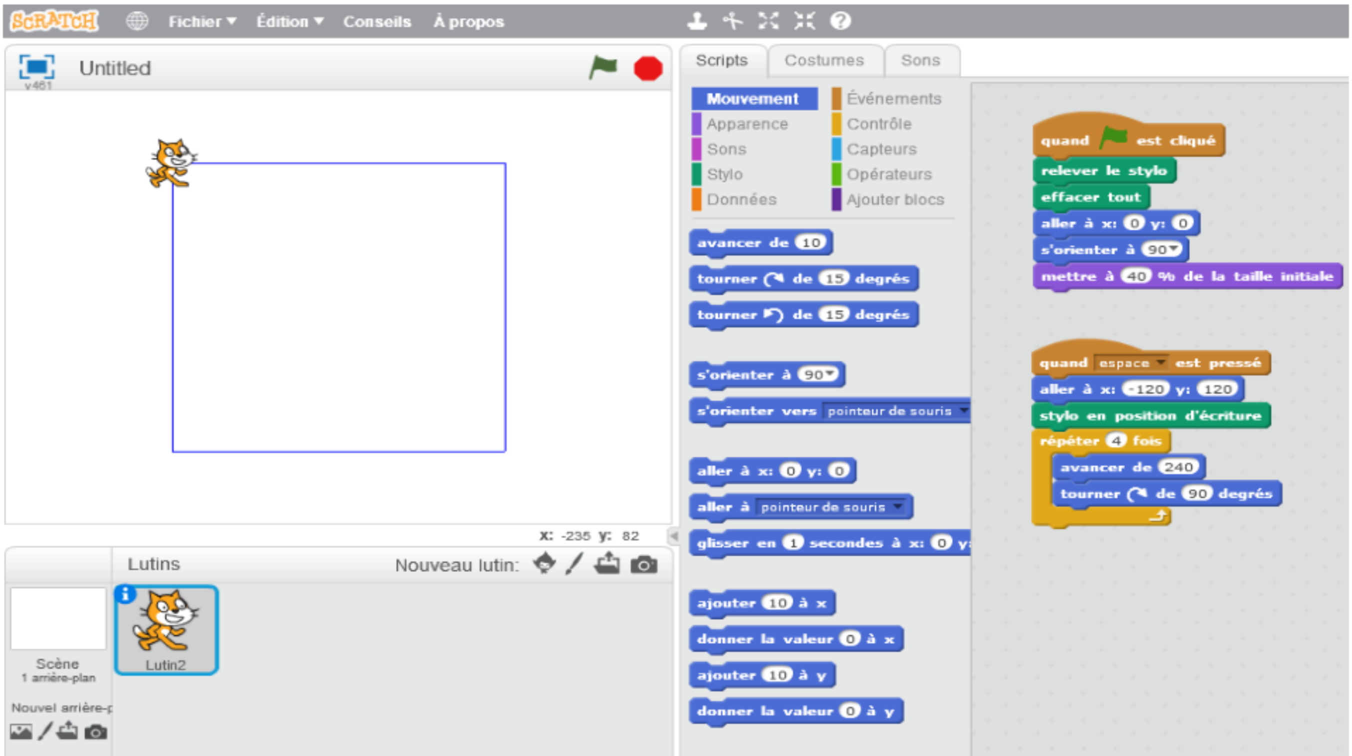
Poirier, L., Novotna, J., Godmaire, C. (2009). Games and learning mathematics. In J. Novotná, H. Moraová (Eds.), International Symposium Elementary Mathematics Teaching SEMT'09 (pp. 277–278). Prague: Charles University, Faculty of Education.

Robert, A., Rogalski, J. (2005). A Cross-analysis of the mathematics teacher's activity. an example in a French 10th-grade class. Educational Studies in Mathematics, 59: 269–298

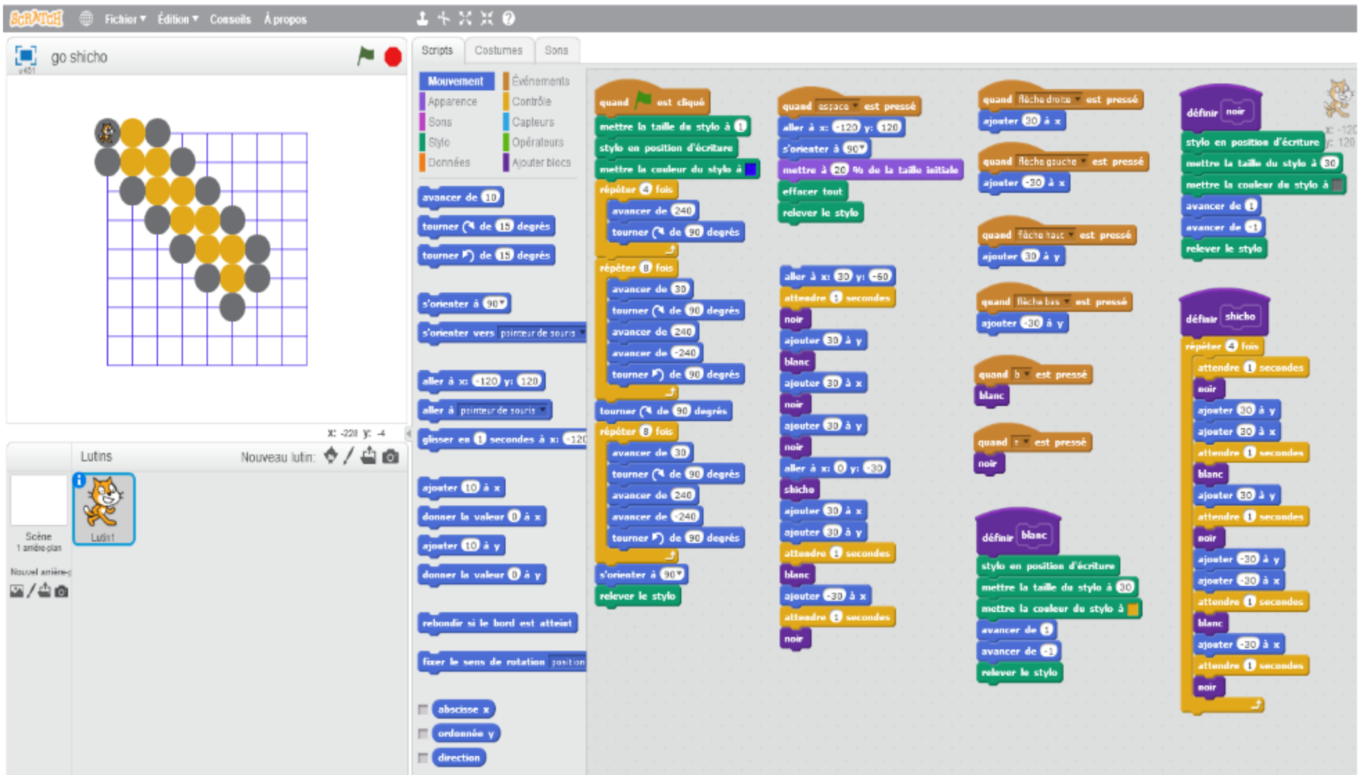
Strasgo (2019, March 28) An application brought to you by the Strasbourg Go Club to discover the game of Go. Retrieved from http://strasgo.gostrasbourg.fr/index_en.html .

Tachibana Y, Yoshida J, Ichinomiya M, Nouchi R, Miyauchi C, Takeuchi H. (2012) A GO intervention program for enhancing elementary school children's cognitive functions and control abilities of emotion and behavior: study protocol for a randomized controlled trial. Trials 2012. 13:8.

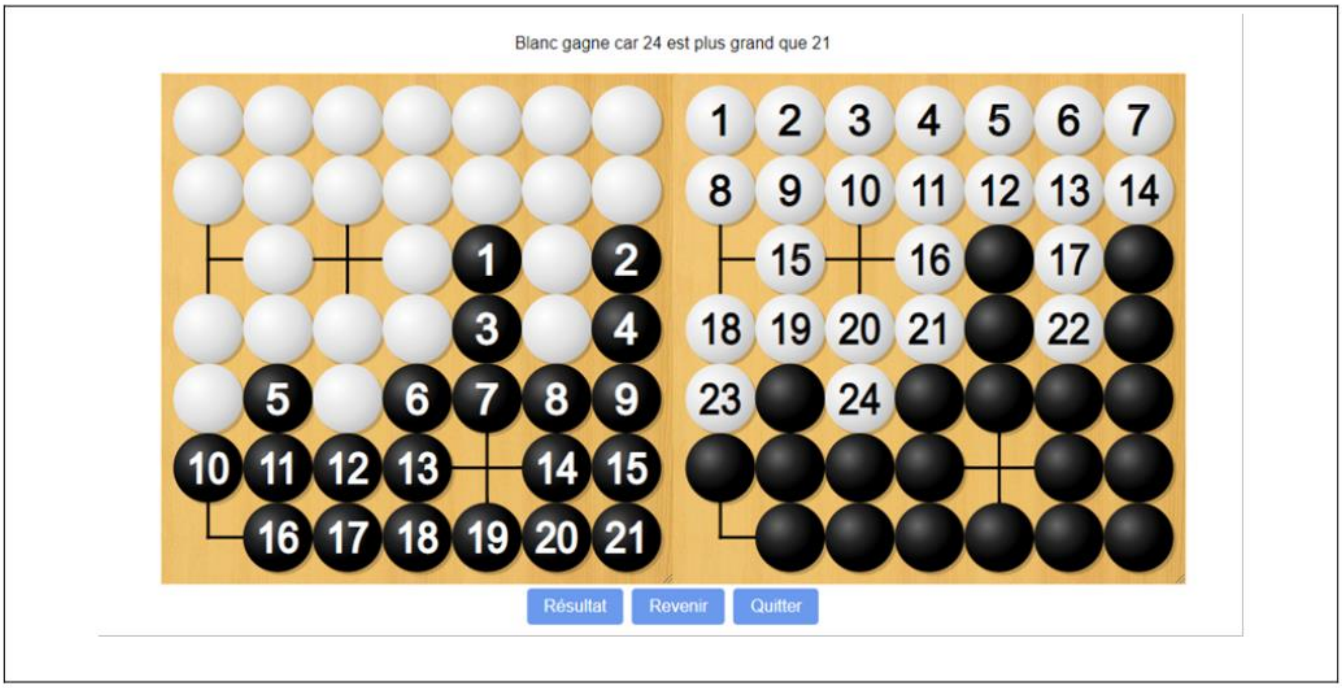
ANNEXE 1 : UN TRAVAIL ALGORITHMIQUE AVEC SCRATCH



Construction d’un goban

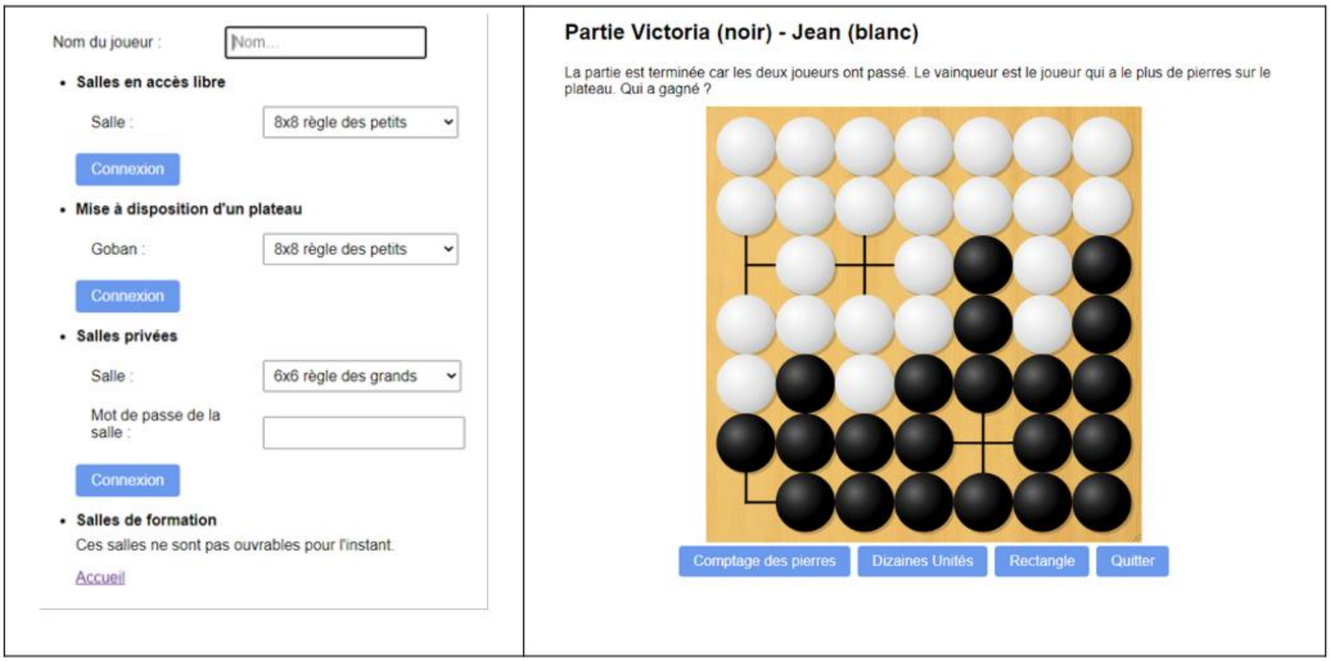


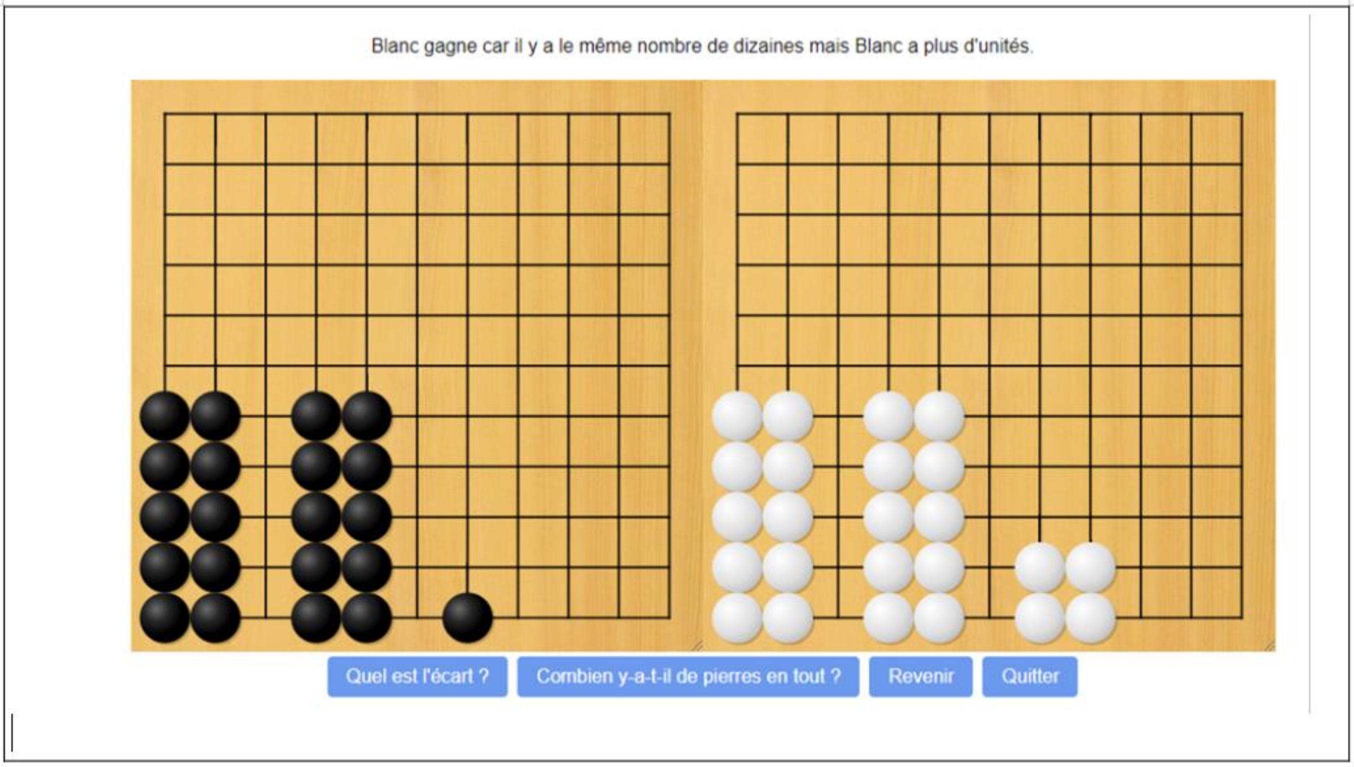
Reproduction d’un jeu


Blanc gagne car 24 est plus grand que 21
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
Résultat
Revenir
Quitter

ANNEXE 2 : PLATE-FORME DE JEU EN LIGNE

Voici des captures d'écran d'une plate-forme de jeu en ligne, avec des règles adaptées et l'exploitation du contenu mathématique. C'est un projet qui s'est développé du fait du confinement mais qui pourra être exploité en situation normale pour jouer en ligne.




Blanc gagne car il y a le même nombre de dizaines mais Blanc a plus d'unités.
Quel est l'écart ?
Combien y-a-t-il de pierres en tout ?
Revenir
Quitter