

DISPOSITIF DE FORMATION UTILISANT LE JEU DE GO POUR ENSEIGNER LES MATHÉMATIQUES À L'ÉCOLE PRIMAIRE

Antoine Fenech, Richard Cabassut

Capitaine de l'équipe de France de jeu de Go, collège international de l'Esplanade, Strasbourg
Université de Strasbourg, LISEC EA 2310 et Université de Strasbourg, LISEC EA 2310

Nous présentons les premiers résultats d'un groupe de l'IREM¹ de Strasbourg qui a réfléchi à l'enseignement des mathématiques dans les écoles primaires françaises en utilisant le jeu de Go. Ce groupe réunit joueurs de Go, enseignants et chercheurs pour produire des ressources pédagogiques, les mettre en œuvre dans la classe et réfléchir à l'évaluation et l'amélioration de ces ressources. Grâce aux différents registres de représentation offerts par le jeu de Go, différents domaines mathématiques peuvent être étudiés : nombre, géométrie, grandeurs, raisonnement, algorithmique. Pour analyser les ressources et les pratiques, nous proposons le cadre de la théorie anthropologique du didactique.

Le jeu est un moyen d'apprendre avec plaisir, comme le rappelle le rapport Villani-Torossian : « Afin de ne pas laisser s'installer l'anxiété face à la tâche scolaire en mathématiques, inspirons-nous du Canada, de Singapour, des États-Unis ou encore du Nord de l'Europe, où les activités scolaires en mathématiques sont la plupart du temps associées à la notion de plaisir. Jeux, énigmes, concours, défis et histoires sont au rendez-vous ! » (Villani *et al.*, 2018, p.15). 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) 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 »² (Ibidem. P.226). Des recherches à l'école primaire ont montré que le jeu de Go, un autre jeu de stratégie, développait les fonctions cognitives (Tachibana *et al.*, 2012). Le but du groupe est d'étudier les possibilités offertes par le jeu de Go pour apprendre les mathématiques et de proposer un cours de formation d'enseignants pour mettre en œuvre le jeu de Go dans les écoles primaires françaises conformément au programme français.

CADRE THÉORIQUE

En utilisant la terminologie de la théorie anthropologique du didactique de Chevallard (Bosch *et al.*, 2006), nous considérons que le Club de Jeu de Go de Strasbourg (Strasgo, 2019) est une institution qui produit la connaissance des règles de Jeu de Go et des techniques de jeu. Les règles adaptées, mises au point pour le niveau primaire, sont celles qu'on appelle dans la communauté internationale des joueurs de Go, les règles strasbourgeoises. L'école primaire française est une autre institution où le programme de mathématiques est enseigné. Nous étudions la double transposition de la connaissance du jeu de Go et du programme mathématique à l'école primaire française. Nous étudions différentes tâches d'enseignement proposées en classe, la manière de les réaliser et de les justifier³ du point de vue du jeu de Go et du point de vue mathématique. Nous utilisons les problèmes offerts par le jeu de Go comme une nouvelle approche pour apprendre les mathématiques, car nous supposons que, dans ce contexte, « le plaisir, l'exaltation et la

¹Institut de recherche sur l'Enseignement des Mathématiques de l'Université de Strasbourg.
<https://mathinfo.unistra.fr/irem/groupes/jeu-de-go/>

² 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”.

³ Ce que les anthropologues appellent des praxéologies (Bosch *et al.*, 2006).

satisfaction se produisent »⁴ (Debellis *et al.*, 2006, p.134). De plus, le matériel utilisé dans le jeu de Go (plateau et pierres) permet de travailler dans un nouveau registre de représentations. « La compréhension mathématique commence lorsque la coordination des registres commence. [...] Les processus de pensée mathématiques dépendent d'une synergie cognitive des registres de représentation »⁵ (Duval 2006, p.126). Nous supposons que le contexte du jeu de Go aidera à apprendre des mathématiques.

MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

Cette recherche a lieu dans un IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des mathématiques) : « Indépendantes des départements de mathématiques, mais proches de ceux-ci, ces structures universitaires accueillent mathématiciens universitaires, enseignants, formateurs d'enseignants, didacticiens et historiens des mathématiques qui travaillent en collaboration à temps partiel dans des groupes thématiques, en développant la recherche action, des sessions de formation pour enseignants basées sur leurs activités et en produisant du matériel pour l'enseignement et la formation des enseignants »⁶ (Artigue *et al.*, 2019 p.13). Nous utilisons la méthodologie de l'ingénierie didactique : « une phase d'analyse préliminaire et de conception, une phase d'expériences d'enseignement et une phase d'analyse rétrospective »⁷ (Margolinas *et al.*, 2015, p.901). Une fois par mois, le groupe de recherche se réunit avec les phases suivantes : jeu et apprentissage du jeu Go, compte rendu des expériences en classe et partage des ressources produites, réflexion sur les expériences et conception de nouvelles expériences à mettre en œuvre avant la prochaine réunion. Pour analyser l'expérience d'enseignement, nous avons utilisé la méthodologie de la double approche : « Cette méthode propose une double approche: d'une part - dans une approche centrée sur la didactique - nous avons développé un cadre général d'analyse des pratiques enseignantes en prenant en compte deux éléments très étroitement liés, les activités des élèves et la gestion de la classe par l'enseignant, [...] ; et d'autre part - dans une approche d'ergonomie cognitive - nous avons considéré l'enseignant comme un professionnel effectuant un travail spécifique »⁸ (Robert *et al.*, 2005, p. 270).

EXEMPLES D'ACTIVITÉS

Le groupe de recherche regroupe des membres variés : un universitaire, chercheur en didactique des mathématiques, un enseignant de mathématiques post-secondaires, membre du club de Go de Strasbourg, un enseignant de collège, capitaine de l'équipe de France de Jeu de Go, et une dizaine d'enseignants de l'école primaire. Certains enseignants n'ont aucune expérience du jeu de Go, alors que d'autres pratiquent avec les élèves le jeu de Go, dans un club en dehors de la classe et des cours obligatoires et remarquent la motivation des élèves à jouer car la règle du jeu est facile à comprendre. Certains élèves ayant des difficultés linguistiques (le français n'étant pas leur langue maternelle) ont plus de facilité à s'exprimer pendant le jeu.

⁴ Traduction française de R.C. : “pleasure, elation and satisfaction occur”.

⁵ Traduction française de R.C. : “ Mathematical comprehension begins when coordination of registers starts up. [...] Mathematical thinking processes depend on a cognitive synergy of registers of representation”.

⁶ Traduction française de R.C. : “ Independent from, but close to mathematics departments, these university structures welcome university mathematicians, teachers, teacher educators, didacticians and historians of mathematics who collaboratively work part-time in thematic groups, developing action-research, teacher training sessions based on their activities and producing material for teaching and teacher education.

⁷ Traduction française de R.C. : “ a phase of preliminary analysis and design, a phase of teaching experiments, and a phase of retrospective analysis”.

⁸ Traduction française de R.C. : “This method proposes a twofold approach: on the one hand – in a didactics-centred approach – we developed a general frame-work for analyzing teachers’ practices taking into account two elements that are very closely linked, students’ activities and the teacher’s management of the class, [...]; and on the other hand – in a cognitive ergonomics approach – we have considered the teacher as a professional who is performing a specific job”.

APPRENTISSAGE DES CONNAISSANCES DU JEU DE GO

Brève présentation du jeu

Introduisons brièvement le jeu de Go. C'est un jeu de stratégie pour deux joueurs, l'un ayant les pierres⁹ noires et débutant la partie, et l'autre les blanches, qui seront déposées sur un plateau. Le plateau, appelé Goban, est constitué d'un quadrillage carré et sa taille pourra être choisie en fonction de la durée de la partie et de la complexité souhaitées pour le jeu. Un joueur, à son tour, place une pierre sur un point d'intersection vide du quadrillage du Goban. Les pierres ne sont pas déplacées. Ce joueur capture une pierre ou un groupe de pierres de l'autre couleur quand elles sont entourées de ses pierres sur tous les points adjacents orthogonalement. À la fin de la partie, le gagnant est le joueur qui a le plus grand nombre de pierres sur le plateau. Les variantes des règles du jeu suggérées ici sont celles du Club de Go de Strasbourg (Strasgo, 2019).

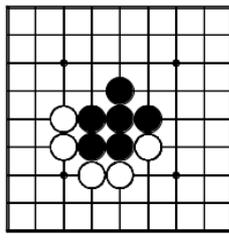
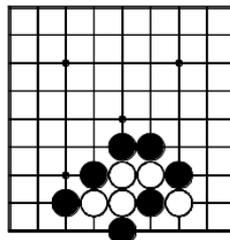
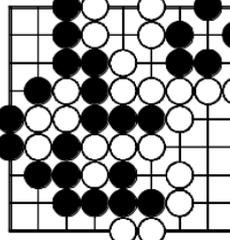
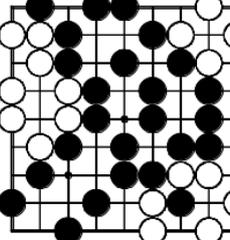
Il existe des règles du jeu de go différentes suivant les pays et les traditions. Les règles dites strasbourgeoises ont été créées pour permettre aux enfants de découvrir ce jeu. Elles sont faciles à comprendre et bien adaptées à une introduction progressive à l'école primaire. Lors de la première réunion du groupe de recherche, différentes notions ont été introduites (but du jeu et capture d'une chaîne de pierres en particulier).

Le but du jeu : le vainqueur est le joueur qui a le plus grand nombre de pierres sur le plateau à la fin de la partie. La discussion porte sur la manière dont les élèves comparent les deux nombres de pierres.

Une chaîne est constituée de pierres qu'on ne peut pas capturer séparément. Une chaîne encerclée est capturée et retirée du plateau. Le nombre de libertés d'une chaîne est le nombre de pierres adverses nécessaires pour la capturer.

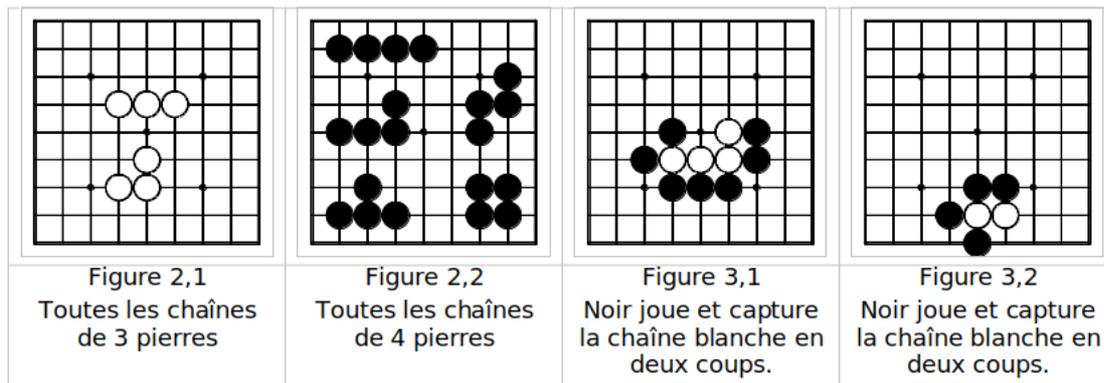
Ici des exercices de différents types sont proposés.

Exercices d'observation : compter les libertés d'une chaîne, capturer une chaîne en un coup, reconnaître une chaîne capturée, déterminer le vainqueur d'une partie (figures 1.1 à 1.4).

			
<p>Figure 1,1 Combien la chaîne noire a-t-elle de libertés? Termine son encerclement.</p>	<p>Figure 1,2 Noir joue et capture une chaîne blanche.</p>	<p>Figure 1,3 Quelle est la chaîne capturée?</p>	<p>Figure 1,4 Lequel des deux joueurs a le plus de pierres sur le plateau?</p>

Premiers exercices de raisonnements : dénombrer les chaînes de 3 ou 4 pierres (figures 2.1 et 2.2), capturer une chaîne en 2 coups (figures 3.1 et 3.2).

⁹ Dans le jeu on utilise le mot pierre pour désigner un jeton.



Pour la règle adaptée aux niveaux Maternelle (de 3 à 6 ans) à CE1 (8 à 9 ans), la partie est terminée lorsqu'un joueur a capturé au moins 5 pierres en tout. Les joueurs comparent alors les pierres sur le plateau pour connaître le vainqueur (fig. 4). A partir du CE2 (9 à 10 ans) on fait évoluer en cours d'année la règle définissant la fin de la partie pour pouvoir introduire des notions plus complexes.

Lors des réunions suivantes du groupe de recherche, d'autres notions sont présentées dans cette formation d'enseignant pour être transposées dans l'activité de la classe.

APPRENTISSAGE DES CONNAISSANCES MATHÉMATIQUES

Pour **les nombres**, les procédures de comparaison sont proposées, en regroupant les pierres en rectangles ou en lignes sans qu'il soit nécessaire de compter (figure 4) ou en énumérant (figure 5).

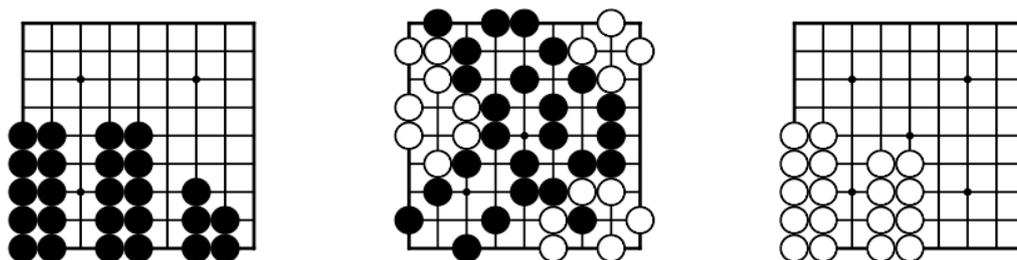


Fig. 4-12: Comparer sans compter

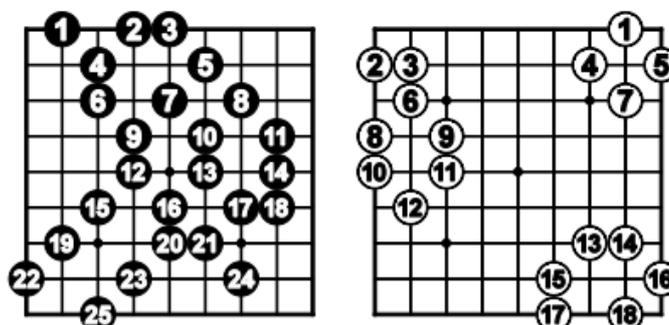


Fig. 5 : Compter en énumérant

Le regroupement des pierres peut offrir des registres de représentation (Duval 2006) pour différentes notions mathématiques. Le regroupement en lignes de même longueur peut constituer un registre de représentation de la multiplication compris comme l'itération d'une addition (par exemple $20 = 5 + 5 + 5$

+ 5). Le regroupement dans un rectangle peut être un registre de représentation de la multiplication compris comme le produit de deux grandeurs (par exemple $20 = 5 \times 4$). Le regroupement en 2 lignes de 5 pierres ou en 1 ligne de 10 pierres peut constituer un registre de représentation du système de nombres décimaux.

La géométrie (Fig. 11) peut être travaillée avec des lignes (les pierres forment-elles une ligne droite ?), avec la reconnaissance de formes (triangle, rectangle ...). Le territoire entouré (frontière, zone) peut permettre de travailler des grandeurs (longueur, aire ...).

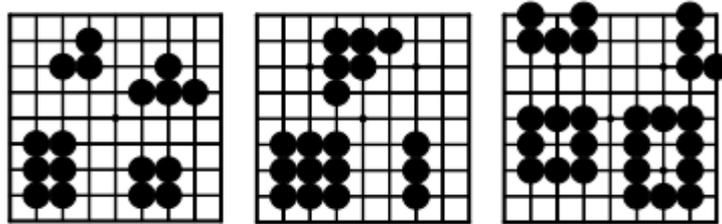


Fig. 13 : Configurations géométriques

D'autres domaines peuvent être travaillés : raisonnement avec les stratégies de jeu, coordonnées sur le tableau de Go, organisation des données avec les résultats d'un tournoi de jeu de Go, algorithmique et programmation. ...

RETOUR D'EXPÉRIENCES PÉDAGOGIQUES

Premières observations

Les expériences montrent que différentes parties du programme peuvent être travaillées avec le Jeu de Go, par exemple dès le CP (cours préparatoire) : addition (complément à 10) ou lignes (horizontales, verticales, diagonales). Les élèves semblent mieux représenter la notion dans le contexte familier du jeu de Go. Certains enseignants considèrent les avantages généraux du jeu de Go. La règle morale est importante : ne trichez pas lorsque vous jouez. Les élèves habiles avec le jeu de Go ne sont pas toujours ceux qui sont habiles en mathématiques. Les élèves jouent entre eux et changent de partenaire de jeu. La vie sociale de la classe est améliorée. Un enseignant a travaillé sur l'algorithmique et la programmation en travaillant dans des situations optimales avec le langage de programmation Scratch (Fig. 12).



Fig. 14 : Programmation avec Scratch

Modalités de travail

Les élèves peuvent jouer ou réfléchir **en groupe**, par exemple un couple de joueurs et un arbitre (Fig. 13). Une discussion **collective** en utilisant le tableau de la classe (Fig. 14) aide beaucoup les élèves en difficulté. Les difficultés peuvent être du côté du jeu pour comprendre les règles ou du côté mathématique pour

comprendre une idée mathématique. Un travail **individuel** sur ordinateur (Fig.15) est possible à l'aide du logiciel développé par le Club de Go de Strasbourg (Strasgo, 2019) :

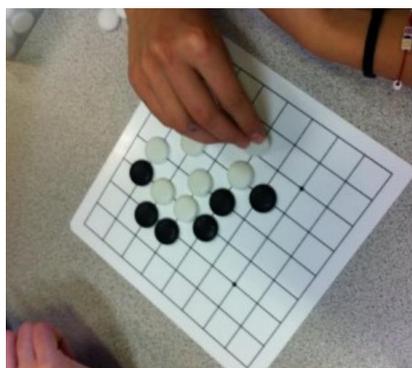


Fig. 15

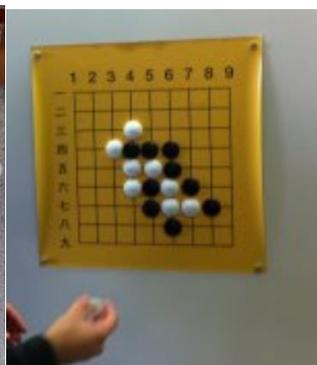


Fig. 16

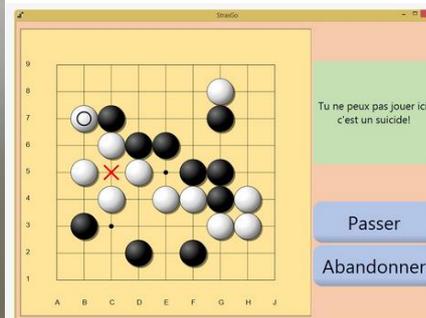


Fig. 17

Enfin on peut travailler sur des **activités décrochées** où seul le matériel du jeu de Go est utilisé sans que ce soit une partie de Go qu'on analyse ou joue. Un enseignant a adapté le bâton de comptage (Millet *et al.*, 2007, p. 138) pour apprendre les tables de multiplication avec des étiquettes représentant les nombres avec des rectangles de pierres de Go (Fig.16).



Fig. 18 : Rectangles de pierres pour une table de multiplication

Suite à la remarque des participants de l'atelier de la COPIRELEM, lors des prochains colloques et salons, on privilégiera en formation des maîtres, la présentation des activités accrochées au Jeu de Go.

Partage de matériel et de ressources

Un logiciel (Strasgo, 2019) est disponible et permet de s'entraîner individuellement sur un ordinateur (Fig. 15). Certains enseignants utilisent des vidéos, sur des histoires de dragons ou de mangas, disponibles sur le site (Strasgo, 2019) pour motiver les élèves et intégrer le contexte culturel.

RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Avec les premières expériences, il est possible de déplacer le jeu de Go d'activités volontaires hors programme et hors la classe vers des activités obligatoires à l'intérieur de la classe et dans le cadre du programme. Pour la connaissance du jeu de Go, les expériences montrent qu'il est possible d'apprendre des règles de Go adaptées et de jouer au jeu de Go dès la première classe de l'école élémentaire (CP), voire même en maternelle. La progression proposée dans le groupe pour apprendre la règle du jeu de Go a été bien adaptée à la diversité des situations de classe. Du point de vue des élèves, les expériences montrent que la motivation, le plaisir, le comportement social se développent à travers des activités de jeu de Go. Pour le savoir mathématique, de nombreuses parties du programme français de l'école primaire peuvent être enseignées à l'aide du jeu de Go. Le jeu de Go apporte des registres de représentation intéressants (Goban ou pierres réelles, représentations planes d'un Goban et des pierres, codage d'une partie, description dans la langue du jeu de Go, description en langue naturelle ...) et le changement de registres est un bon moyen de comprendre les concepts et les procédures.

Pour la plupart des enseignants et des élèves, ce fut une première rencontre avec le jeu de Go, et l'année prochaine, la familiarité et la confiance aideront l'enseignement et l'apprentissage. L'évaluation des expériences doit devenir plus précise. Le groupe développe des ressources et de nouvelles situations en

adéquation avec le programme. Pour l'instant, ce projet de recherche est en phase d'exploration avec une évaluation qualitative. L'évaluation devrait mieux préciser les compétences développées et les critères à respecter pour vérifier le développement de ces compétences, en précisant l'analyse a priori et l'analyse *a posteriori* de l'ingénierie didactique proposée. Il serait intéressant de disposer d'un groupe de contrôle n'utilisant pas le jeu de Go et d'observer s'il existe des différences significatives pour certaines évaluations. Les collègues intéressés peuvent contacter les auteurs. Des recherches plus académiques pourront approfondir la problématique envisagée (Haye, 2019).

BIBLIOGRAPHIE

- Artigue, M., Bosch, M., Chaachoua, H., Chellougui, F., Chesnais, A., Durand-Guerrier, V., Knipping, C., Maschietto, M., Romo-Vazquez, A. & Trouche, L. (2019). The French Didactic Tradition in Mathematics. Dans W. Blum *et al.* (dir.), *European Traditions in Didactics of Mathematics*. ICME-13, Monographs. Springer.
- Bosch, M. & Gascon, J. (2006). 25 years of didactic transposition. *ICMI Bulletin*, 58, 51–65.
- 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*, 61(1-2), 103-131.
- Jancarik, A. (2017). The potential of the chess environment in mathematics education – pre-service teachers' perspective. Dans J. Novotna & H. Moraova (dir.), *International Symposium Elementary Maths Teaching. SEMT'17. Proceedings* (p.225-235). Prague : Charles University, Faculty of Education.
- 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*. Thèse. Université de Montpellier.
- 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*, 47, 893-903.
- Millett, A., Brown, M. & Askew, M. (2007). *Primary Mathematics and the Developing Professional*. Springer.
- Movshovitz-Hadar, N. (2011). Bridging between mathematics and education courses: Strategy games as generators of problem solving tasks. Dans O. Zaslavsky & P. Sullivan (dir.), *Constructing knowledge for teaching secondary mathematics: Tasks to enhance prospective and practicing teacher learning*, (p.117-140). Springer.
- Poirier, L., Novotna, J. & Godmaire, C. (2009). Games and learning mathematics. Dans J. Novotná, H. Moraová (dir.), *International Symposium Elementary Mathematics Teaching SEMT'09* (p.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). *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). Doi : [10.1186/1745-6215-13-8](https://doi.org/10.1186/1745-6215-13-8).
- Villani, C. & Torossian, C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. Ministère de l'Éducation Nationale. France.