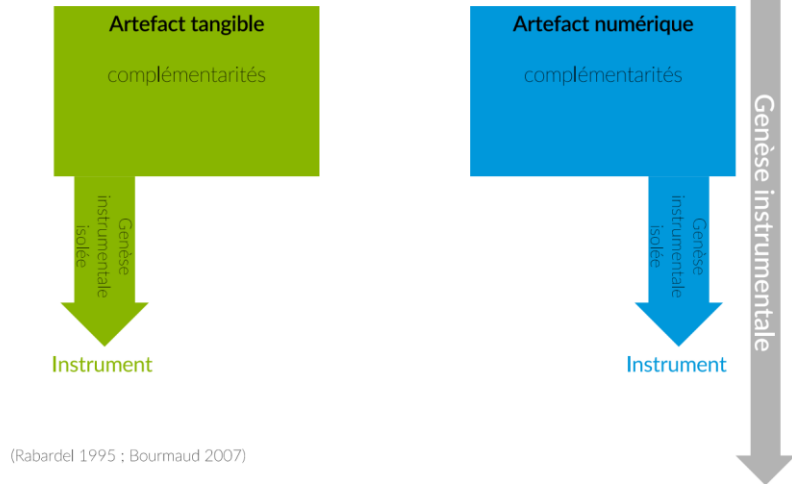


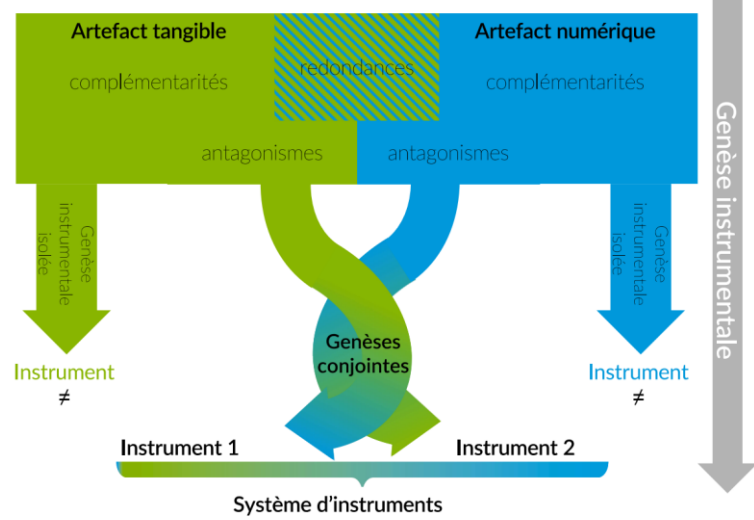
Deux artefacts



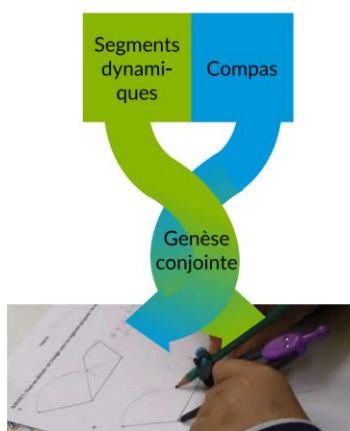
(Rabardel 1995 ; Bourmaud 2007)

21

Duo d'artefacts



Analyse du duo formé par les segments dynamiques et le compas



Complémentarités

Dissociation des deux mouvements, translation et rotation, lors du déplacement des segments dynamiques

Le compas met l'accent sur les extrémités des segments et leur trace lorsqu'ils tournent

Redondances

Rotation et extrémités des segments

Antagonismes

Entre la géométrie dynamique et le papier-crayon, les segments ne sont plus dynamiques. Les élèves doivent développer une nouvelle stratégie pour fermer la ligne brisée et former le triangle.

23



UN ASSISTANT POUR L'APPRENTISSAGE ET L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU CYCLE 2

POUR L'ÉCOLE
DE LA CONFIANCE

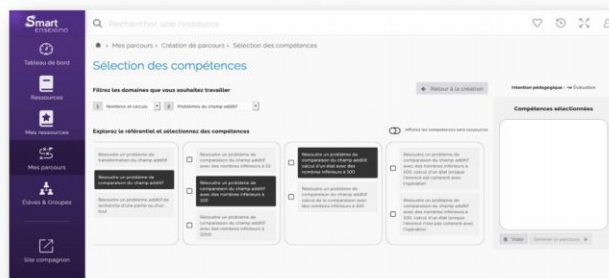
PARTENARIAT d'INNOVATION INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Partenariat d'innovation pour l'acquisition d'un assistant pédagogique basé sur l'intelligence artificielle à destination des enseignants et des élèves du cycle 2



24

Un référentiel de compétences pour organiser les ressources et suivre les apprentissages des élèves



(Croset et al. 2021)

Quelle organisation et description des connaissances et compétences en mathématiques au cycle 2 retenir ? En particulier pour la géométrie ?

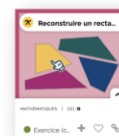
25

Prendre en compte l'environnement numérique de résolution

Par un choix de genre de tâche, de variables didactiques et une formulation des types de tâches adaptés (cadre théorique T4TEL (Chaachoua 2019))

Polygones	Propriétés	Dimensions	Position
Carré	Côtés	Surfaces 2D	Prototypique
Rectangle	Angles	Lignes 1D	Non prototypique libre
Triangle	Multiplés	Points 0D	Non prototypique fixée
Triangle rectangle			
Polygone quelc.			

« Construire un rectangle à partir de surfaces, en position non prototypique libre en contrôlant ses angles »



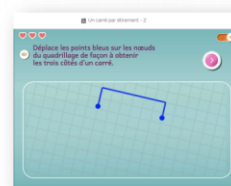
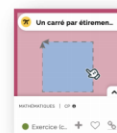
26

Prendre en compte l'environnement numérique de résolution

Par un choix de genre de tâche, de variables didactiques et une formulation des types de tâches adaptés (cadre théorique T4TEL (Chaachoua 2019))

Polygones	Propriétés	Dimensions	Position
Carré	Côtés	Surfaces 2D	Prototypique
Rectangle	Angles	Lignes 1D	Non prototypique libre
Triangle	Multiplés	Points 0D	Non prototypique fixée
Triangle rectangle			
Polygone quelc.			

« Construire un carré à partir de côtés, en position non prototypique fixée en contrôlant ses côtés »



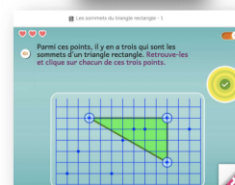
27

Prendre en compte l'environnement numérique de résolution

Par un choix de genre de tâche, de variables didactiques et une formulation des types de tâches adaptés (cadre théorique T4TEL (Chaachoua 2019))

Polygones	Propriétés	Dimensions	Position
Carré	Côtés	Surfaces 2D	Prototypique
Rectangle	Angles	Lignes 1D	Non prototypique libre
Triangle	Multiplés	Points 0D	Non prototypique fixée
Triangle rectangle			
Polygone quelc.			

« Construire un triangle rectangle à partir de points, en position prototypique et en contrôlant ses angles »



28

Conclusion sur la géométrie dynamique incluse dans des environnements plus complets

Avec Smart Enseigno, la géométrie dynamique est intégrée dans un assistant pour l'enseignant

Environnement de travail géométrique avec des tâches de type résolution de problème, des rétroactions et des aides (qui ne donnent pas la solution)
Possibilité de diagnostiquer les compétences
Organisation de parcours d'apprentissage pour les élèves



Mais la question de l'appropriation par les enseignants se pose toujours !

29

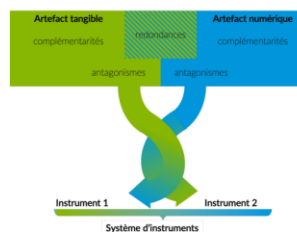
Conclusion sur les duos d'artefacts

Comment concevoir un duo d'artefacts tangibles et numérique ?

Sélectionner ou concevoir deux artefacts, avec des complémentarités, des redondances et des antagonismes
Choix pragmatique : un artefact tangible qui apporte les rétroactions haptiques et les gestes et un artefact numérique qui apporte les rétroaction relatives aux procédures et les possibilités d'évaluation
Elaborer des situations didactiques, nécessaires pour amener l'usage des deux artefacts et initier une genèse instrumentale conjointe

De nouvelles questions pour la recherche

Quels artefacts prendre en compte dans l'analyse d'une situation existante avec le modèle de duo d'artefacts ?
Quel duo d'artefacts concevoir pour une connaissance donnée ?



30

Conclusion sur la géométrie dynamique et son usage pour apprendre et enseigner

Pas de doute sur le fait que la géométrie dynamique permet d'offrir aux élèves de riches expériences d'apprentissage

Mais nous n'avons pas encore trouvé comment aider les enseignants à s'approprier toutes ses potentialités !



31

Références

- Baccaglioni-Frank, A., & Mariotti, M. A. (2010). Generating Conjectures in Dynamic Geometry : The Maintaining Dragging Model. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(3), 225-253.
- Balacheff, N. (1999). Apprendre la preuve. In J. Sallantin & J.-J. Szczeciniarz (Éds.), *Le concept de preuve à la lumière de l'intelligence artificielle*, p. 197-236.
- Balacheff, N., & Margolinas, C. (2005). CKe Modèle de connaissances pour le calcul de situations didactiques. In C. Margolinas & A. Mercier (Éds.), *École d'Été de Didactique des Mathématiques*. La pensée Sauvage Grenoble, France.
- Baulac, Y., Bellemain, F., & Laborde, J.-M. (1988). *Cabri-géomètre, un logiciel d'aide à l'enseignement de la géométrie, logiciel et manuel d'utilisation*. Paris : Cedic-Nathan.
- Bellemain, F. (2014). Análise de ambientes de geometria dinamica colaborativa do ponto de vista da orquestração instrumental. *Nuances: estudos sobre Educação*, 25(2), 18-38.
- Bourmaud, G. (2007). L'organisation systématique des instruments : Méthodes d'analyse, propriétés et perspectives de conception ouvertes. *Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive - ARCo'07: Cognition - Complexité - Collectif*, 61-76.
- Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. La pensée Sauvage.
- Chaachoua, H. (2019). T4TEL un cadre de référence didactique pour la conception des EIAH, in J. Pilet & C. Vendeira, Eds., *Actes du séminaire national de l'ARDM*, p. 5-22.
- Coutat, S. (2006). *Intégration de la géométrie dynamique dans l'enseignement de la géométrie pour favoriser la liaison école primaire collège : Une ingénierie didactique au collège sur la notion de propriété*. [Thèse de doctorat]. Université Joseph Fourier.
- CREEM. (1992). *Activités mathématiques avec imagiciels, classes de premières et terminales cinq volumes, volume 5 Geoplan*. CRDP de Poitou-Charentes.
- Croset, M.-C., Soury-Lavergne, S., & Terouanne, S. (2021). Les concepts didactiques comme outils de conception pour l'intelligence artificielle en éducation. *47^e colloque de la COPIRELEM Dispositifs et collectifs pour la formation, l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques*. Grenoble.
- Duval, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : Développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 5-53.
- Gawlick, T. (2004). Towards a Theory of Visualization by Dynamic Geometry Software Paradigms, Phenomena, Principles. *Proceedings of ICME10*.
- Healy, L., & Kynigos, C. (2010). Charting the microworld territory over time : Design and construction in mathematics education. *ZDM*, 42(1), 63-76.
- Hölzl, R. (1996). How does « dragging » affect the learning of geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(2), 169-187.
- Jackiw, N. (1989). *The Geometer's Sketchpad (Computer Software)*. Berkeley: Key Curriculum Press.
- Komatsu, K., & Jones, K. (2018). Task Design Principles for Heuristic Refutation in Dynamic Geometry Environments. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Kortenkamp, U. (1999). *Foundations of Dynamic Geometry* (PhD Thesis). Swiss Federal Institute of Technology Zurich.
- Laborde, C., & Capponi, B. (1994). Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1.2), 165-210.
- Laborde, C. (2000). Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *ESM*, 44, 151-161.

32

Références

- Laborde, C., & Laborde, J.-M. (2008). The development of a dynamical geometry environment Cabri-Géomètre. In M. Heid & G. Blume (Éds.), *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics* (p. 31-52).
- Mariotti, M. A. (2000). Introduction to proof : The mediation of a dynamic software environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44, 25-53.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings : Learning cultures and computers*. Kluwer Academic Publishers.
- Olivero, F. (2002). *The proving process within a dynamic geometry environment* [PhD Thesis]. Graduate School of Education.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes & les technologies : Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Richter-Gebert, J. & Kortenkamp, U. (1999). *The interactive geometry software Cinderella. Book & CD- ROM* Berlin: Springer-Verlag
- Rouche, N., & Skilbecq, P. (2004). Apprenti Géomètre : Un nouveau logiciel. *Mathématique et Pédagogie*, 149, 69-84.
- Sacristan, A.-I. (2017). Technological innovations in schools : The gap between theory and practice. *ICTMT13 Conference*, Lyon
- Sinclair, N., Bartolini Bussi, M. G., de Villiers, M., Jones, K., Kortenkamp, U., Leung, A. & Owens, K. (2016). Recent research on geometry education: an ICME-13 survey team report. *ZDM*, 48(5), pp. 691- 719
- Sinclair, N., & Robutti, O. (2012). Technology and the Role of Proof : The Case of Dynamic Geometry. In M. A. Clements, A. J. Bishop, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Éds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (p. 571-596). Springer New York.
- Soldano, C., & Arzarello, F. (2016). Learning with touchscreen devices: Game strategies to improve geometric thinking. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 9-30.
- Soury-Lavergne, S. (2006). Instrumentation du déplacement dans l'initiation au raisonnement déductif avec Cabri-géomètre. In N. Bednarz (Éd.), *Espace Mathématique Francophone EMF2006*. Université de Sherbrooke.
- Soury-Lavergne, S. (2007). Utilisation de la géométrie dynamique pour l'introduction du raisonnement déductif en 6e . In G. Gueudet & Y. Matheron (Éds.), *Actes du Séminaire national de l'ARDM*
- Soury-Lavergne, S., & Maschietto, M. (2015). Articulation of spatial and geometrical knowledge in problem solving with technology at primary school. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 47(3), 435-449.
- Soury-Lavergne, S. (2020). *La géométrie dynamique pour l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques*. CNESCO-Cnam.
- Soury-Lavergne, S. (2021). Duos of Digital and Tangible Artefacts in Didactical Situations. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 7(1), 1-21.
- Voltofini, A. (2018). Duo of digital and material artefacts dedicated to the learning of geometry at primary school. In L. Ball, P. Drijvers, S. Ladel, H.-S. Siller, M. Tabach, & C. Vale (Éds.), *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education : Tools, Topics and Trends* (p. 83-99).