DOI : https://doi.org/10.26034/cm.iptic.2025.11753

DEVELOPPER UNE PENSEE INFORMATIQUE ET ALGORITHMIQUE : OUTILS, DISPOSITIFS, TRACES, PUBLICS, USAGES ET RESPONSABILITES

Walter Nuninger, Université de Lille, France,
Walter.nuninger@univ-lille.fr

Olivier Neuhaus, Haute Ecole Fédérale en Formation Professionnelle, Suisse,
olivier.neuhaus@hefp.swiss

Mario Ramalho, Ecole de Métiers de Fribourg, Suisse,
mario.ramalho@edufr.ch

Préface

Ce court texte introduit le numéro thématique autour de l'apprentissage de la pensée informatique et algorithmique. Il résume l'orientation des textes retenus ; soit 30% des soumissions suite à un processus de double relecture en aveugle soutenu par 15 relecteurs (53% Suisse, 40% France, 7% Canada). Les coordinateurs tiennent à les remercier pour leur rigueur, les demandes d'amélioration aux propositions retenues et les conseils aux auteurs des travaux non retenus pour le numéro. Les coordinateurs remercient les auteurs pour l'intégration des remarques, propositions et améliorations de leurs propositions. Chaque article a fait l'objet de 3 à 5 relectures par le comité scientifique suivant :

Lionel Alvarez, *Université de Fribourg, Suisse*
Engin Bumbacher, *Haute Ecole Pédagogique Vaud, Suisse*
Morgane Chevalier, *Haute Ecole Pédagogique Vaud, Suisse*
Isabelle Collet, *Université de Genève, G-RIRE, Suisse*
Cédric Fluckiger, *Université de Lille, CIREL (ULR 4354), France*
Patrick Giroux, *Université du Québec à Chicoutimi, CRIFPE, Canada*
Sébastien Jolivet, *Université de Genève, IUFE et TECFA, Suisse*
Olivier Neuhaus, *Haute école fédérale en formation professionnelle HEFP, Suisse*
Walter Nuninger, *Université de Lille, CRIStAL (UMR 9189), France*
Yvan Peter, *Université de Lille, CRIStAL (UMR 9189), France*
Maud Plumettaz-Sieber, *Université de Genève, TECFA, Suisse*
Maude Pupin, *Université de Lille, CRIStAL (UMR 9189), France*
Mario Ramalho, *Ecole des métiers de Fribourg, Suisse*
Yann Secq, *Université de Lille, CRIStAL (UMR 9189), France*
Françoise Tort, *École Normale Supérieure de Paris Saclay*, France

1. Le numérique au cœur des compétences aujourd'hui et demain

La stratégie européenne « Europe 2020 » visait une croissance intelligente, durable et inclusive, soulignant l'importance de l'employabilité, de la mobilité territoriale et de l'intégration sociale. Dans ce contexte, l'éducation et la formation tout au long de la vie doit viser 8 compétences clefs dans le cadre de référence européen (2018/C 189/01) dont les compétences numériques incarnées par le référentiel européen DigComp 2.2 (Vuorikari, et al., 2022). Davies et al. (2011) présentent les compétences professionnelles du futur. Motivées par la digitalisation de la société, elles sont devenues essentielles depuis la crise sanitaire de 2019 qui a transformé l'usage du numérique dans les pratiques professionnelles et l'apprentissage. Lire, écrire, compter et coder relèvent des compétences classiques (Bardeau et Danet, 2014), mais l'expertise numérique, soit développer une pensée informatique et algorithmique (Shute et al., 2017) est devenu un impératif pour tous : il s'agit d'appréhender les outils et solutions numériques pour être en mesure de les utiliser, d'interagir avec le collectif et pour créer de la valeur tout en faisant évoluer sa pratique au regard des évolutions et innovations numériques actuelles et à venir, telles que l'intelligence artificielle, en étant conscient des risques des interactions collectifs.

Le plan d'action européen à l'horizon 2030 « *la voie à suivre pour la décennie numérique* » (UE, 2022) confirme ces objectifs pour le maintien en emploi, la formation des adultes et l'inclusion sociale. La pensée informatique est un « pouvoir-agir » pour atteindre un résultat spécifique grâce à la résolution de problèmes. Aujourd'hui enrichies, les compétences professionnelles futures comprennent d'une part les compétences transformatives liées aux définis sociétaux majeurs (changement climatique, crises globales) en lien avec la capacité d'innovation, le leadership visionnaire et la gestion des conflits et d'autre part, les compétences technologiques qui intègrent, pour les spécialistes, l'utilisation et le développement de technologies avancées comme l'analyse de données, l'intelligence artificielle et l'informatique quantique (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V., 2021).

2. Apprentissage de l'informatique

L'apprentissage de l'informatique, de l'école primaire à l'université et son utilisation dans l'entreprise et au quotidien, révèlent des dilemmes et des écarts d'interprétation (Drot-Delange et al., 2019). La pluralité des attentes se manifeste dans l'utilisation de l'informatique comme outil d'apprentissage et comme objet de savoir (Fluckiger, 2019). Pour développer les compétences numériques retenues et les niveaux cibles en fonction des publics dans les parcours de formation, le curriculum peut couvrir les matériels (hardware), les logiciels (software) mais vise avant tout les concepts de base de l'informatique (affectation des variables, lecture et écriture, alternative et itération (PIAF, 2021)) permettant la représentation des données et le traitement des flux de contenus. Il s'enrichit du langage de description des algorithmes (pseudo-code) et de la modélisation fonctionnelle (Integrated Computer Aided Manufacturing, IDEF0) de l'ingénierie logicielle pour l'assemblage. L'accent est mis sur la conception et la résolution de problème ce qui conduit à l'appropriation des méthodes de développement (notamment par les tests unitaires) pour la performance (code sans erreur et maintenable (Martraire et al., 2022)). La réalisation opérationnelle est illustrée à l'aide de langages de programmation spécifiques et adaptés aux traitements visés. La réalisation s'adapte au contexte de formation (temps et ressources disponibles) et repose sur des choix pédagogiques (exemples structurés de difficultés croissances, apprentissage par problème…) et des environnements et solutions matérielles en lien avec les orientations des filières (Baron et al., 2015).

Pour développer la pensée informatique et algorithmique, des solutions de simulation avec ou sans ordinateur sont utilisées (Vincent et Collectif Tangente, 2018). Les systèmes no-code ou low-code et le langage naturel permettent de s'affranchir des langages de programmation. L'immersion dans des environnements virtuels 3D offre de nouvelles possibilités en termes d'accessibilité et de coût (Alvarez, 2023).

L'intégration de l'intelligence artificielle dans les dispositifs pour soutenir l'apprentissage individuel et collectif questionne les compétences et les pratiques (Kloos et Alario-Hoyos, 2021). Premièrement, les environnements d'apprentissage instrumentés permettent d'analyser la performance des réalisations (production numérique). Deuxièmement, le feedback semi-automatisé pour les développeurs évolue en « tuteurs intelligents » ou Code Companion (ChatBot enrichis par les Large Language Models) qui soutiennent véritablement la réalisation et l'appropriation des concepts selon le principe « apprendre en faisant » (Alario-Hoyos et al., 2024). Ainsi, même si le parti pris de ce numéro n'est pas d'aborder l'impact

de l'intelligence artificielle dans les articles retenus, les perspectives sont bien d'évaluer la pertinence des dispositifs pour l'apprentissage et la pratique professionnelle au regard des enjeux sociétaux en termes de pensée informatique et algorithmique (Kloos et al., 2024).

3. Focus sur trois dispositifs et perspectives

Ce numéro thématique présente des dispositifs mis en place dans différents champs de formation, quels que soient les niveaux et les publics cibles.

Le premier article d'Etcheverry et al. (France) se penche sur une approche ludique pour soutenir l'apprentissage de l'informatique avec des ateliers *katas* pour aborder les concepts de base de l'algorithmique auprès d'un public d'étudiants de baccalauréat. L'intérêt de l'approche réside dans sa conception, la ludification et l'utilisation d'un environnement d'apprentissage pour motiver un apprentissage progressif et réflexif.

Le second article d'Housni et al. (Belgique) s'intéresse au développement de la pensée informatique dans le cadre de la formation au Master de Sciences de l'Éducation, public qui sera amené à accompagner des débutants sur ces mêmes compétences. Le mérite du dispositif est de mettre en situation d'apprenant les futurs formateurs à la Pensée Informatique et Algorithmique (PIA) et de les questionner sur leur sentiment de réussite. Les perspectives sont d'explorer alors leur sentiment de capabilité à aborder de tels concepts avec les futurs élèves.

Enfin, le troisième et dernier article par Neuhaus et Ramalho (Suisse) présente une expérimentation utilisant l'analyse vidéo mise en place pour développer les compétences de débogage informatique des futurs professionnels du domaine. L'intérêt est d'allier la confrontation des pairs et l'outil vidéo pour aider la co-identification des étapes essentielles du processus de validation et de débogage propre au métier de développeur.

4. Conclusion

Les articles retenus révèlent des stratégies pédagogiques innovantes, centrées sur l'apprenant et mises en œuvre de manière opérationnelle avec différents publics en milieu écologique (il n'y a donc pas de groupe permettant la comparaison relativement aux questions de recherche). Dans une approche d'amélioration continue, les choix et résultats concrets sont questionnés. Ils méritent une attention qui, malgré les limites liées aux contextes d'expérimentation, permettent aux auteurs d'apporter leur contribution pour soutenir la pensée informatique et algorithmique. Ainsi, les dispositifs proposés influent bien sur la performance des étudiants, ouvrent des perspectives pour renforcer la résolution de problème, la production numérique et la maîtrise des outils existants et à venir. En centrant sur l'apprenant, la ludification, les approches collaboratives et le regard des pairs, ils sont des atouts indéniables. Cependant, il convient d'identifier les leviers moteurs des évolutions individuelles et collectives, robustes aux contextes et aux constitutions de groupes. Comme pour toute approche active, le constat est bien de renforcer l'accompagnement en situation, par l'humain ou en s'appuyant sur les outils d'analyse de code et la rétroaction semi-automatisée afin de soutenir l'apprentissage mais aussi la pratique professionnelle (Nuninger, 2025).

Quel est alors l'impact de l'intelligence artificielle sur les dispositifs présentés ? Nous avons choisi de ne pas inclure dans ce numéro thématique de proposition autour de l'intelligence artificielle : les évolutions sont rapides et modifient les modes d'apprentissage, les dispositifs et les pratiques d'enseignement. Ce numéro n'aborde donc pas les compétences technologiques propres au traitement des données en nombre, aux grands modèles de langages (LLMs) et à leur exploitation : sont-elles incluses suffisamment dans DigComp au titre de la capacité à produire numériquement en exploitant des solutions existantes ou demandent-elles une dimension supplémentaire spécifique qui s'appuie sur le numérique mais nécessite d'autres connaissances, la reproductibilité, une veille législative et la prise en compte des enjeux durables ? Pour la formation, l'enjeu réside bien aujourd'hui dans l'analyse de la performance et de la robustesse des solutions basée sur les LLMs en ayant conscience des possibilités nouvelles, des risques et de la responsabilité sociétale et éthique des systèmes d'intelligence artificielle notamment pour l'éducation (Directive 2001/95).

Nous vous souhaitons beaucoup de plaisir à la découverte de ces articles.

5. Bibliographie

Alario-Hoyos, C., Kemcha, R., Kloos, C. D., Callejo, P., Estévez-Ayres, I., Santín-Cristóbal, D., Cruz-Argudo, F., et López-Sánchez, J. L. (2024). *Tailoring Your Code Companion : Leveraging LLMs and RAG to Develop a Chatbot to Support Students in a Programming Course.* IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 1-8. https://doi.org/10.1109/TALE62452.2024.10834365.

Alvarez, J. (2023). *Serious Game, un "carcan ludique" ? Jeux vidéo, travail, instrumentalisations*. Editions Loco.

Bardeau F. et Danet N. (2014). *Lire, Écrire, Compter, Coder*. Edition Fyp Presence.

Baron, G.-L., Bruillard, É. & Drot-Delange, B. (2015). *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Presses universitaires Blaise Pascal.

Davies, A., Fidler, D. et Gorbis, M. (2011). *Future Work Skills 2020*. Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute. https://legacy.iftf.org/futureworkskills/

Drot-Delange, B., Pellet, J.-P., Delmas-Rigoutsos, Y. et Bruillard, É. (2019). Pensée informatique : points de vue contrastés. *STICEF, 26*(1), 1-24. https://doi.org/10.23709/sticef.26.1.1

Fluckiger, C. (2019). *Une approche didactique de l'informatique scolaire*. Presses universitaires de Rennes.

Kloos, C.D, et Alario-Hoyos, C. (2021). *Educational Pyramids Aligned: Bloom's Taxonomy, the DigCompEdu Framework and Instructional Designs*. Actes de World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council (WEEF/GEDC), Madrid, Spain, 110-117, doi: 10.1109/WEEF/GEDC53299.2021.9657335.

Kloos, C. D., Alario-Hoyos, C., Estévez-Ayres, I., Callejo-Pinardo, P., Hombrados-Herrera, M. A., Muñoz-Merino, P. J., Moreno-Marcos, P. M., Muñoz-Organero, M., et Ibáñez, M. B. (2024). *How can Generative AI Support Education ?* IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1-7. https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578716

Martraire, C., Thiéfaine, A, Bartaguiz, D., Hiegel, F. et Fakih, H (2022). *Software craft : TDD, Clean Code et autres pratiques essentielles*. Dunod.

Nuninger, W., (2025). *Performance Indexes for Assessing a Learning Process to Support Computational Thinking with Peer Review*. Actes of the 17th Int. Conf. on Computer Supported Education – Vol. 2, ISBN 978-989-758-746-7, ISSN 2184-5026.

PIAF Consortium (2021). *Pensée Informatique et Algorithmique dans l'enseignement Fondamental*. https://piaf.loria.fr/contributions/referentiel-des-competences/

Shute, V. J., Sun, C., et Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, *22*, 142-158. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (2021). *Future Skills 2021*. https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-2021

Union Européenne-UE (2022). *Programme d'action pour la décennie numérique à l'horizon 2030*. https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2022/2481/oj

Vincent, J.-M., et Collectif Tangente. (2018). *L'informatique débranchée : Le numérique sans ordinateur – Activités de découverte du primaire au lycée*. Pole.

Vuorikari, R., Kluzer, S. et Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2 : The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Office of the European Union. doi:10.2760/490274, JRC128415. C.