

CollaboPracTICE : un environnement virtuel collaboratif pour l'apprentissage pratique

Laboratoire d'accueil : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) – UMR 5505 CNRS

Directeur de thèse : Julien Broisin (MCF HDR).

Co-encadrants : Azzeddine Benabbou (MCF) ; Cathy Pons-Lelardeux (IR, Docteure en informatique)

Collaboratrice externe : Teresa Iuculano (CR CNRS, LaPsyDÉ)

Contexte

Les TP s'appuient sur les théories constructivistes et socioconstructivistes de l'apprentissage [2] pour faciliter le développement de compétences et habiletés pratiques, du travail et de l'esprit d'équipe [17], de compétences professionnelles et sociales [12], mais aussi pour cultiver l'intérêt pour l'apprentissage des sciences [16]. Les cursus universitaires consacrent une part de plus en plus importante à ce type d'activité, comme en témoigne le nouveau Bachelor Universitaire de Technologie (BUT) des IUT qui intègre deux fois plus d'heures de projets tuteurés que l'ancien DUT. Toutefois, le nombre de laboratoires dans lesquels se déroulent les TP reste inchangé, et les équipes pédagogiques demeurent à effectif constant.

Par rapport aux activités pratiques traditionnelles, celles qui se déroulent dans un laboratoire distant présentent de nombreux avantages [11] : elles peuvent être utilisées par un grand nombre d'étudiants répartis dans plusieurs établissements ; un large éventail d'équipements est accessible à tout moment et en tout lieu ; une grande quantité de données peut être collectée et analysée ; les étudiants bénéficient d'un temps d'interaction plus long avec les équipements et d'une expérience renouvelable à souhait ; les résultats antérieurs d'étudiants peuvent être réutilisés comme hypothèse de départ pour d'autres étudiants, tandis que les stratégies d'apprentissage peuvent être étudiées et servir de support pédagogique.

Malgré ces avantages, l'utilisation des laboratoires à distance présente encore des limites. Dans une étude réalisée par [11], les résultats ont montré que les étudiants se sentaient moins encouragés à interagir les uns avec les autres lorsqu'ils utilisaient des laboratoires distants plutôt que des laboratoires traditionnels. Dans une autre étude [5], les auteurs ont constaté que la qualité de la collaboration entre pairs est l'un des facteurs médiateurs qui expliquent l'efficacité de ces technologies. Cela renforce les conclusions de [11] et souligne la nécessité d'examiner comment les objectifs pédagogiques des laboratoires distants "*can be achieved through the improvement of a group's collective learning process*" [5, p. 2065].

Objectifs scientifiques et techniques

Cette thèse étudiera comment l'apprentissage collaboratif médiatisé par ordinateur peut être intégré dans les environnements virtuels de formation dédiés aux travaux pratiques pour soutenir efficacement les acteurs de l'apprentissage (apprenants, enseignants/tuteurs) au cours du processus d'apprentissage. Le projet de thèse vise à initier la prochaine génération des environnements virtuels en abordant la question de recherche suivante : **comment améliorer les laboratoires distants existants en concevant et en coordonnant efficacement les activités de collaboration entre apprenants, et entre apprenants et enseignants ?** Pour répondre à cette question, nous allons (1) concevoir un nouveau système de laboratoire distant afin de permettre et encourager la collaboration entre les étudiants mais également avec les enseignants/tuteurs, et (2) intégrer des stratégies pédagogiques dans ce système permettant de piloter (automatiquement) la collaboration et d'améliorer la participation et la performance des étudiants dans les travaux de groupe, en particulier dans le contexte des activités de travaux pratiques, et (3) évaluer le système dans des conditions réelles d'apprentissage au sein de différents départements d'IUT (département de chimie et MMI à Castres, département de génie chimique et génie des procédés, et d'informatique à Toulouse), avec des groupes collaboratifs de taille variée (de 2 à 4 collaborateurs). Des données cérébrales viendront compléter les données qualitatives et quantitatives qui seront respectivement collectées au travers de questionnaires et des interactions des utilisateurs avec l'environnement proposé.

Les résultats attendus sont multiples. **Sur le plan scientifique**, le projet vise à (1) Fournir des méthodes pour l'intégration d'une collaboration de *qualité* en termes de participation, *awereness* et coordination dans les laboratoires distants. Nous nous appuyerons sur des approches telles que celles proposées par [8] ou [13] ; (2) Fournir des méthodes d'analyse des apprentissages (i.e., *learning analytics*) pour mesurer la collaboration dans les activités de résolution de problèmes en petits groupes, y compris à partir de données cérébrales. **D'un point de vue technique**, le projet s'attachera à (1) Proposer des recommandations pour les concepteurs de systèmes d'apprentissage collaboratif concernant les fonctionnalités à intégrer pour une collaboration efficace à long terme entre les acteurs de l'éducation ; (2) Assurer une interopérabilité avec les LMS largement répandus dans l'éducation (e.g., Moodle) ; (3) Fournir un environnement collaboratif prêt à l'emploi pour les travaux pratiques en informatique, chimie et génie chimique.

Approche / Enjeux / Originalité

Approche. Cette thèse adoptera une approche **centrée utilisateur** pour la conception de l'environnement, et s'appuiera la méthode **Design-Based Research** [1] largement répandue dans le domaine des EIAH afin de bénéficier d'un cadre systématique pour effectuer différentes itérations. Chaque itération comprendra l'étude de la littérature et

la formulation d'hypothèses, la conception du système, les expérimentations en situation écologique, et l'analyse des résultats qui combine des méthodes mixtes articulant analyses qualitatives et analyses quantitatives.

Enjeux. Alors que les étudiants sont de moins en moins attirés par les sciences, une collaboration efficace et des supports de tutorat pour les activités pratiques dans les environnements d'apprentissage apporteront un nombre significatif d'avantages : promouvoir l'engagement des apprenants dans l'investigation, en particulier dans les disciplines STIM ; avoir un impact positif sur l'apprentissage et l'enseignement des sciences à l'université ; soutenir le développement de compétences procédurales, factuelles et analytiques.

Originalité. A notre connaissance, il n'existe pas d'environnements intégrant de réels artefacts et méthodes dédiés à la mise en œuvre d'une collaboration de qualité dans les laboratoires distants (voir ci-dessous).

Positionnement

Par rapport à l'état de l'art. Un grand nombre d'initiatives ont vu le jour au cours de la dernière décennie afin d'étudier comment les activités pratiques traditionnelles peuvent être proposées aux apprenants à distance. Toutefois, les recherches s'efforcent principalement à fournir des solutions technologiques à des problèmes informatiques complexes [14, 18], comme en témoigne le projet [Erasmus+ PILAR](#). Peu d'initiatives s'intéressent au soutien pédagogique à apporter aux apprenants, même si "*the scaffolding around the lab may be at least as important as the lab itself*" [5, p. 2056]. Le projet [Erasmus+ CORELA](#) avait l'objectif de fournir un laboratoire distant collaboratif pour l'apprentissage de l'électronique. Toutefois, les contributions relatives à la collaboration sont difficilement identifiables et aucun socle réutilisable pour la mise en œuvre de la collaboration dans ces environnements n'est proposé [7, 10]. D'autres propositions s'appuient sur des solutions adhoc telles que Zoom pour mettre en œuvre la collaboration [9]. Finalement, les méthodes d'analyse des données d'apprentissage étudient les interactions entre les apprenants et les laboratoires [19], mais ne concernent pas les interactions entre apprenants. Les tableaux de bord proposés dans la littérature se concentrent sur les actions individuelles et non collectives [6].

Par rapport aux priorités thématiques du projet ciblé. Ce projet de thèse est au cœur du projet ciblé PILOT et en particulier du thème 1 puisqu'il étudie de futures pratiques collaboratives dans le domaine de l'enseignement hybride et à distance. Le projet s'attachera à comprendre comment la collaboration prend place dans les environnements de TP à distance et à proposer des cadres conceptuels pour intégrer une collaboration de qualité.

Organisation du projet, durée, jalons

Durée : 36 mois.

Année 1. (1) Revue de littérature de T0 à T0+6. Jalon : article scientifique de synthèse (*systematic literature review*).

(2) Développement de l'environnement de T0+6 à T0+12. Jalon : 1^{ère} version du prototype.

Année 2. (1) 1^{ère} expérimentation sur au moins 1 terrain d'expérimentation (semestre 1) de T0+13 à T0+16. Jalons : protocoles expérimentaux. (2) Analyse des expérimentations de T0+17 à T0+20. Jalons : articles scientifiques. (3) Réingénierie de l'environnement de T0+21 à T0+24. Jalon : 2^{ème} version du prototype.

Année 3. (1) 2^{ème} expérimentation sur les 3 terrains (semestre 1) de T0+25 à T0+28. Jalons : protocoles expérimentaux. (2) Analyse des expérimentations de T0+29 à T0+32. Jalons : articles scientifiques. (3) Rédaction du manuscrit de T0+33 à T0+36. Jalon : manuscrit de thèse.

Partenariat : présentation et rôle des co-encadrants

Julien Broisin étudie depuis plus de 10 ans les laboratoires distants. Il a encadré deux thèses sur ce sujet, et proposé des solutions favorisant l'awareness collective [4]. **Azzeddine Benabbou** étudie la génération automatique de scénarios d'apprentissage dans les environnements virtuels [3]. **Cathy Pons Lelardeux** a réalisé une thèse proposant un environnement virtuel collaboratif destiné à la formation à la gestion des risques liés à des défauts de communication ou de prises de décision [15], et a travaillé sur le sujet de laboratoire distant en génie mécanique [16].

Références

- [1] Anderson, T. and Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational researcher*, 41(1) :16–25.
- [2] Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- [3] Benabbou, A., Lourdeaux, D., & Lenne, D. (2021). Automated dilemmas generation in simulations. *Cognition, Technology & Work*, 23, 161-175.
- [4] Broisin, J., Venant, R., & Vidal, P. (2017). Lab4CE: a remote laboratory for computer education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27, 154-180.
- [5] Corter, J. E., Esche, S. K., Chassapis, C., Ma, J., & Nickerson, J. V. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, 57(3), 2054-2067.
- [6] García-Zubía, J., Cuadros, J., Serrano, V., Hernández-Jayo, U., Angulo-Martínez, I., ... & Alves, G. (2019). Dashboard for the VISIR remote lab. In *Proceedings of the 5th Experiment International Conference (exp. At'19)* (pp. 42-46). IEEE.
- [7] Gleich, D., Sarjaš, A., Malajner, M., Miteva, P., Josifovska, J. S., Bozinovska, N., ... & Pavosević, M. (2020). CORELA collaborative learning environment for electrical engineering education. In *2020 International Conference on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP)* (pp. 169-172). IEEE.
- [8] Gravier, C., Fayolle, J., Lardon, J., & O'Connor, M. J. (2012). Adaptive system for collaborative online laboratories. *IEEE Intelligent Systems*, 27(4), 11-17.

- [9] Jaksic, N. I. (2021). Pair-to-Pair Peer Learning: Comparative Analysis of Face-to-Face and Online Laboratory Experiences. In 2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access.
- [10] Kokolanski, Ž., Velkovski, B., Shuminoski, T., Dimcev, V., & Taškovski, D. (2021). 190. Collaborative learning platform with integrated remote laboratory environment in vocational education. *Journal of Electrical Engineering and Information Technologies*, 117-123.
- [11] Lowe, D., Newcombe, P., & Stumpers, B. (2013). Evaluation of the Use of Remote Laboratories for Secondary School Science Education. *Research in Science Education*, 43(3), 1197-1219.
- [12] Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review. *ACM Computing Surveys*, 38(3), 7-es.
- [13] Michinov, N., Morice, J., & Ferrières, V. (2015). A step further in Peer Instruction: Using the Stepladder technique to improve learning. *Computers & Education*, 91, 1-13.
- [14] Orduña, P., Rodriguez-Gil, L., Angulo, I., Hernandez, U., Villar, A., & Garcia-Zubia, J. (2020). WebLabLib: new approach for creating remote laboratories. In *Cyber-physical Systems and Digital Twins: Proceedings of the 16th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation* (pp. 477-488). Springer.
- [15] Pons Lelardeux, C. (2017). *Real-time virtual collaborative environment designed for risk management training: communication and decision making* (Doctoral dissertation, Université Toulouse 3 Paul Sabatier).
- [16] Potier, V., Lagarrigue, P., Lalanne, M., Lelardeux, C. P., & Galaup, M. (2016). Undesigned cooperation within a serious game observations during a mechanical engineering course. In *2016 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)* (pp. 143-147). IEEE.
- [17] Singer, S.R., Hilton, M.L., & Schweingruber, H.A. (Eds.). (2005). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, DC: National Academies Press, 254p.
- [18] Soll, M., Haase, J., Helbing, P., & Nau, J. (2022). What are we Missing for Effective Remote Laboratories? In *2022 IEEE German Education Conference (GeCon)* (pp. 1-6). IEEE.
- [19] Tulha, C. N., Carvalho, M. A. G., & de Castro, L. N. (2022, June). LEDA: A Learning Analytics Based Framework to Analyze Remote Labs Interaction. In *Proceedings of the Ninth ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 379-383). ACM.