



Pédagogie active basée sur l'apprentissage par projet et la formation par la recherche dans l'étude de comportements humains

Frédéric Vanderhaegen^{1,2*}

¹ Univ. Polytechnique Hauts-de-France, LAMIH, CNRS UMR 8201, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

² INSA Haut-de-France, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex 9, France

*Auteur de correspondance : frederic.vanderhaegen@uphf.fr

Résumé : *L'article propose une approche de mise en œuvre de la pédagogie active. Celle-ci est basée dans un premier temps sur de l'apprentissage expérientiel mixant travaux dirigés et pratiques à partir de supports de cours mis à disposition des apprenants sur des langages de programmation. Cette première étape de validation de compétences permet de tester et découvrir les caractéristiques de ces langages à partir d'exercices simples. Elle s'enrichit avec une phase d'apprentissage par projet qui inclut une démarche de formation par la recherche en ingénierie des facteurs humains. Le projet en question consiste à spécifier et développer, avec les langages de programmation étudiés en première phase, une simulation complexe nécessitant une expérimentation avec des participants et une analyse de données pour comparer les résultats obtenus avec des références bibliographiques mises à disposition par l'enseignant. Les échanges avec celui-ci en fin de formation ont permis d'identifier les points positifs et les limites de trois projets réalisés par des étudiants en licence ou master.*

Mots clés : pédagogie active, apprentissage expérientiel, apprentissage par projet, expérimentation, retour d'expérience, formation par la recherche.

Abstract: **An active teaching based on project-based learning and research-based training for studying human behaviors**

This article proposes an approach for active teaching. Initially, this approach relies on experiential learning, combining guided exercises and practical activities using educational resources provided to students on programming languages. This initial skills assessment phase allows

students to test and explore the features of these languages through simple exercises. This initial phase is then complemented by a project-based learning component, incorporating a training approach focused on human engineering research. This project involves designing and developing, using the programming languages studied in the first phase, a complex simulation that requires experimentation with participants and data analysis, in order to compare the results obtained with relevant literature provided by the teacher. Discussions with the instructor at the end of the course allowed us to identify the strengths and limitations of three projects completed by undergraduate and graduate students.

Keywords: active teaching, experiential learning, project-based learning, experimentation, feedback of experience, research-based training.

1. Introduction

Même si la pédagogie active a montré son efficacité, il semble que sa définition reste floue [1]. Toutefois, un des points communs dans sa mise en œuvre est l'application du principe de faire faire pour mieux apprendre en laissant l'apprenant acteur de sa formation. Plusieurs démarches peuvent être développées pour apprendre de la pratique plutôt que de subir un enseignement théorique [2-10] :

- Le constructivisme : l'apprenant construit ses propres connaissances.
- La résolution de problème pour la mise en pratique des connaissances.
- L'autonomisation pour étendre les connaissances et développer l'autonomie et les capacités créatives de l'apprenant.
- L'autoformation pour apprendre à partir de recherches individuelles ou collectives.
- Le jeu sérieux pour découvrir par le jeu des points essentiels de la formation.
- L'étude de cas pour la compréhension de scénarios résolus.
- L'usage de différents supports technologiques pour faciliter les recherches et l'apprentissage.
- L'apprentissage inclusif pour adapter la formation à n'importe quel apprenant.
- L'implication dans un projet depuis la conception jusqu'à l'évaluation des développements et résultats.
- La formation par la recherche pour confronter des hypothèses scientifiques.

L'approche de pédagogie active proposée se base sur les deux derniers points. Elle est présentée dans la section 2 de l'article. Les sections suivantes donnent trois exemples d'application de la phase d'apprentissage par projet basée sur la corrélation entre les capacités perceptives et la fréquence cardiaque.

2. Démarche générale de pédagogie active

La démarche proposée repose sur trois phases principales (Figure 1) :

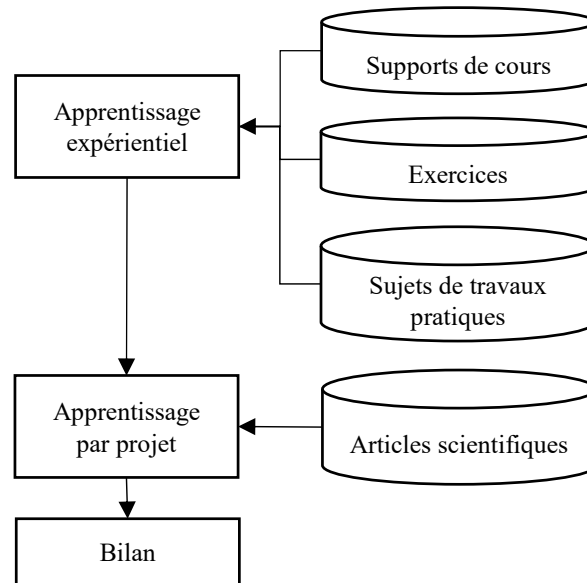


Figure 1. Démarche générale de pédagogie active

- Une phase d'apprentissage expérientiel. Les apprenants ont à leur disposition des supports de cours et une série d'exercices. Les supports concernent les caractéristiques de langages de programmation tels que Visual Basic, version VBA sous Excel pour le niveau licence et JAVA pour le niveau master. Ce sont ceux proposés par l'enseignant et des cours numériques peuvent être utilisés via la plateforme Moodle ou d'autres liens hypertextes. Une trentaine d'exercices sont à réaliser individuellement ou en binôme afin de comprendre et maîtriser les langages de programmation. Cette phase se termine avec la réalisation seul ou en groupe de travaux pratiques en sélectionnant un des sujets proposés. Elle s'organise sur 36h en présentiel durant lesquelles une vingtaine d'étudiants doivent d'abord implémenter à leur rythme les algorithmes des exercices proposés afin de maîtriser les caractéristiques des langages de programmation, et ce en consultant la documentation mise à disposition si besoin. Des corrigés ou une assistance peuvent également être demandés à l'enseignant en cas de difficulté. Ensuite les étudiants travaillent en autonomie sur l'implémentation d'un des sujets de travaux pratiques qui fait l'objet d'un compte-rendu détaillé pour évaluation.
- Une phase d'apprentissage par projet. Celui-ci consiste à s'inspirer d'articles et de résultats scientifiques en lien avec l'interprétation de la variabilité de la fréquence cardiaque en termes de fatigue, charge de travail, vigilance, attention ou conscience de la situation [11-18]. Il s'agit ensuite de spécifier une configuration de système qu'un humain doit contrôler et de l'implémenter en VBA ou JAVA. Le développement doit prévoir l'enregistrement de données afin de les analyser et comparer les résultats.
- Une phase de bilan. Le suivi par l'enseignant et la soutenance du projet permettent d'identifier les acquis ou les limites des contributions des apprenants. Ce bilan ouvre également des perspectives d'amélioration ou d'adaptation de la démarche vers d'autres sujets de recherche.

Plus précisément, le projet se base sur les travaux menés sur l'impact de la synchronisation du comportement d'alarmes clignotantes et sonores sur la fréquence cardiaque [16-18]. La Figure 2 montre les résultats de deux campagnes expérimentales sur des Interfaces Cœur-Ordinateur (ICO) pour quatre niveaux de charge mentale, i.e. niveau 1 pour une charge faible jusqu'au niveau 4 pour une charge élevée. Les participants devaient contrôler certains événements dynamiques et réaliser plusieurs tâches sur un ou plusieurs écrans. Lorsque les alarmes apparaissaient, ils étaient invités à valider leur perception en appuyant sur un bouton poussoir.

Les clignotements et les sons des alarmes correspondaient aux battements du cœur des participants en condition synchrone alors qu'en condition asynchrone, ils étaient accélérés. Pour les deux campagnes expérimentales impliquant plus de 10 sujets dans chacune des conditions, les erreurs de détection des alarmes sont significativement plus importantes en condition synchrone qu'en condition asynchrone.

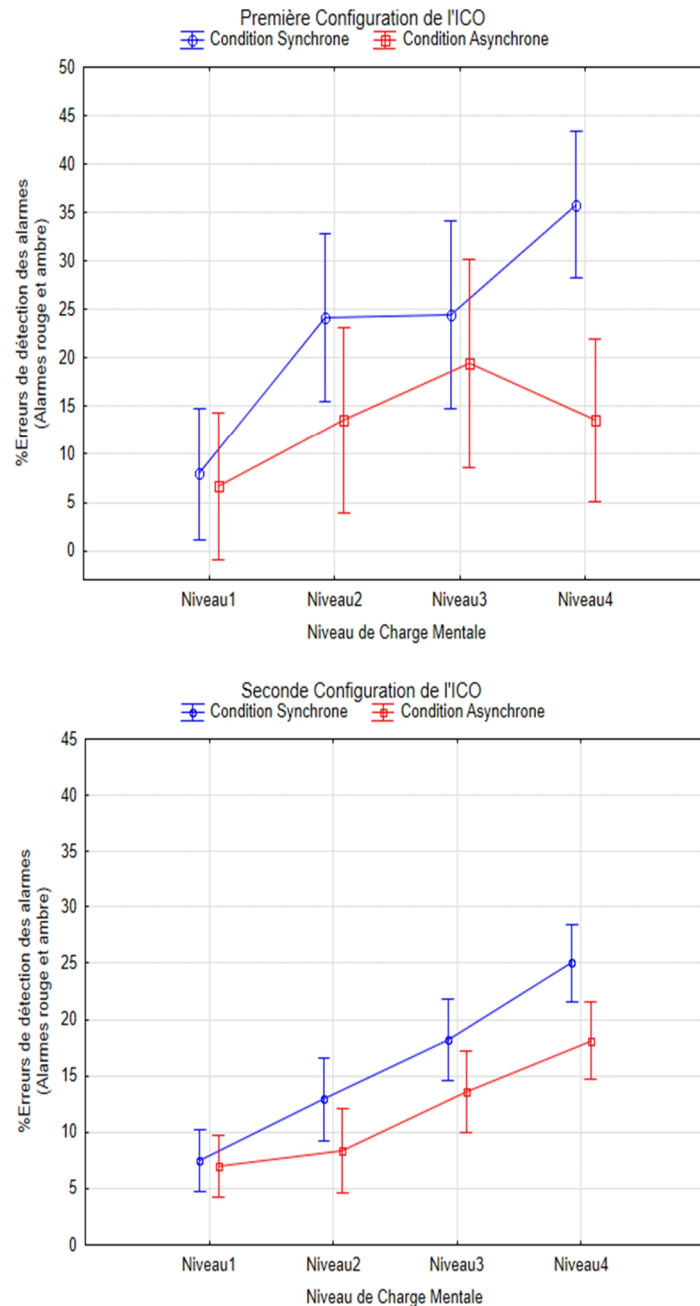


Figure 2. Résultats de l'impact de la synchronisation d'alarmes avec la fréquence cardiaque, d'après [16-18]

La suite de l'article résume les contributions de trois projets réalisés entre 2020 et 2023, les deux premiers s'intéressent à l'attention distribuée entre plusieurs tâches en intégrant la fréquence cardiaque en temps réel alors que le troisième étudie l'attention focalisée sur une tâche en se basant sur la fréquence cardiaque en début d'expérimentation. La Figure 3 récapitule

le descriptif de chaque projet en termes de nombre d'acteurs, de nombre d'heures (incluant le Travail Personnel Encadré) et du niveau de formation.

	Nombre d'étudiants	Nombre d'heures	Niveau d'études
Projet 1	2	250	Master 2
Projet 2	2	200	Master 1
Projet 3	1	150	Licence 3

Figure 3. Récapitulatif des projets

3. Projets réalisés et bilan

Le premier projet est un travail de binôme en 2^e année de Master [19-20]. Les étudiants ont développé une interface de conduite de train mettant en œuvre cinq tâches à réaliser (Figure 4) : le contrôle de la vitesse, le contrôle de l'éclairage, le contrôle des portes, le contrôle de la température et le contrôle de la présence humaine équivalent au système homme-mort pour confirmer la présence du conducteur en cabine. Pour chacune des tâches à réaliser, des alarmes apparaissent pour inviter le participant à réagir et effectuer la tâche en question. Les temps de réaction aux alarmes ont été sauvegardés. Quinze personnes ont participé à la campagne expérimentale dans chaque mode pour deux configurations : la première avec deux tâches comprenant le contrôle de la vitesse et le contrôle de la présence humaine, la seconde avec l'ensemble des tâches excepté le contrôle des portes puisque le scénario proposé est sans arrêt.

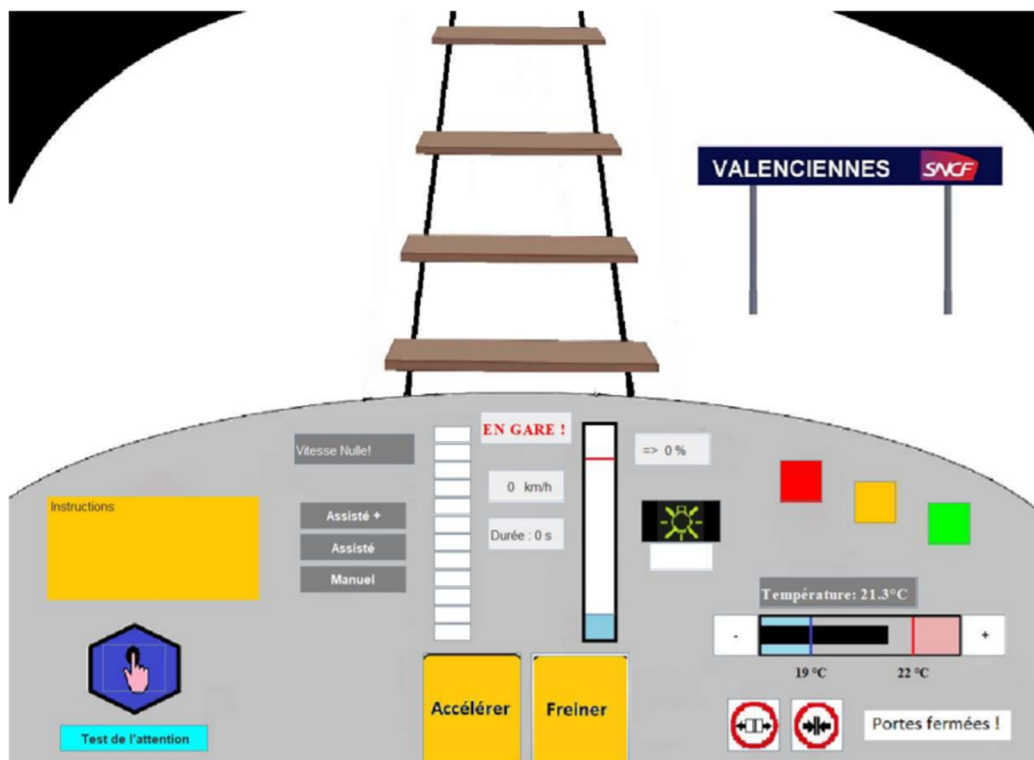


Figure 4. Interface de conduite de train développée en JAVA

La Figure 5 donne les moyennes des temps cumulés de réaction aux alarmes. Les participants du mode synchrone réagissent moins vite que ceux du mode asynchrone, cet écart étant plus significatif avec quatre tâches [20].

	Mode synchrone	Mode asynchrone
Deux tâches	32 secondes	27 secondes
Quatre tâches	78 secondes	54 secondes

Figure 5. Temps de réaction cumulés pour chaque mode

Le deuxième projet a été réalisé par un binôme en 1^{ère} année de Master [21]. Il s'agit d'une simulation de contrôle de l'état de cuves dont le niveau d'eau doit rester entre 20% et 80%, (Figure 6). En dehors de ces seuils, des alarmes se déclenchent pour que le participant réagisse en remplissant ou vidant la cuve via les boutons adéquats. Une campagne expérimentale a été effectuée avec un seul sujet par mode, avec deux cuves, puis quatre et enfin six à contrôler. Les modes synchrone et asynchrone sont définis comme précédemment.



Figure 6. Interface de contrôle de cuves en JAVA

La Figure 7 présente les résultats sur les temps cumulés de réaction du participant pour les trois configurations. Les résultats sont comparables à ceux du projet précédent, à savoir les temps de réaction cumulés sont plus importants en mode synchrone qu'en mode asynchrone.

	Mode synchrone	Mode asynchrone
Deux cuves	18 secondes	15 secondes
Quatre cuves	105 secondes	95 secondes
Six cuves	210 secondes	195 secondes

Figure 7. Temps de réponse cumulés pour chaque mode

Enfin le dernier projet a été effectué en VBA par un étudiant en 3^e année de licence [22]. Il s'agit d'une simulation de battements cardiaques et les participants sont invités à les compter pendant une durée déterminée. Au cours de la seule tâche de comptage à réaliser, des images non prévues apparaissent à l'écran (Figure 8). Le mode synchrone est défini de la même manière que précédemment : l'affichage des pics correspond aux battements du cœur du sujet. Un nouveau mode est ici étudié : le mode aléatoire qui se base sur la fréquence cardiaque initiale du sujet pour déterminer le nombre de pics à compter mais ceux-ci apparaissent aléatoirement sur l'interface.

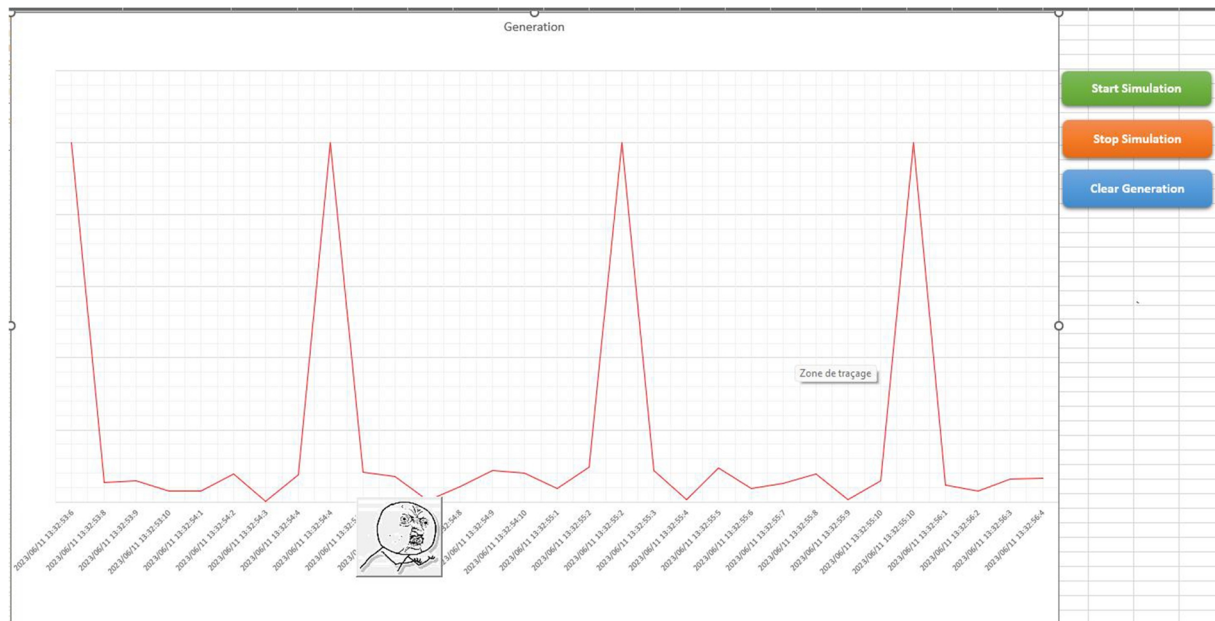


Figure 8. Interface de simulation de battements cardiaques avec affichage d'une image

La Figure 9 donne les résultats obtenus pour dix-neuf participants dans chaque mode en termes d'erreur de comptage des pics et d'erreurs de détection des images. Les ressources attentionnelles focalisées sur une seule tâche semblent donc mieux mobilisées en mode synchrone qu'en mode aléatoire dans lequel les participants sont beaucoup plus perturbés.

	Mode	Mode
Erreur de comptage	14 pics d'écart (soit 2,8%)	40 pics d'écart (soit 7,8%)
Erreur de détection	15 images non détectées (soit 2,6%)	32 images non détectées (soit 56,1%)

Figure 9. Erreurs cumulées de comptage et de détection

Le bilan de la Figure 10 est une synthèse sur les apports de cette démarche en termes de montée en compétences. Il est basé sur les différents échanges entre l'encadrant et les apprenants et des discussions lors de la soutenance orale qui conclut l'avancement du projet.

Pour chaque projet, la Figure 11 indique les limites ressenties par les étudiants dans le déroulement de leur projet. L'absence d'analyse statistique des données recueillies est une faiblesse commune aux projets. A l'avenir, une sensibilisation à l'analyse de données complètera le module. Un seul participant a testé la simulation dans le deuxième projet qui a subi les contraintes de confinement en raison de la pandémie de COVID-19. Les étudiants du premier projet se sont inspirés d'un travail préalable pour définir leur simulation [23], ce qui a permis de réduire le temps de la programmation. Ils estiment néanmoins qu'ils auraient pu développer un système plus complexe intégrant d'autres mesures d'attention et un scénario avec

des arrêts en gare. Par contre, pour les deux autres projets, le temps de la programmation est ressenti comme important, ce qui a pu nuire à la phase d'expérimentation ou d'analyse des données. Pour le deuxième projet, outre les difficultés liées au confinement, les étudiants ont trouvé tardivement une solution pour récupérer en temps réel la fréquence cardiaque via une montre connectée. Enfin, l'étudiant du dernier projet regrette ne pas avoir étudié un 3^e mode périodique asynchrone et reconnaît que l'hypothèse d'une fréquence cardiaque constante sur la durée de la simulation n'a pas été validée.

	Projet 1	Projet 2	Projet 3
Développement d'une simulation numérique	Oui	Oui	Oui
Recherche documentaire	Oui	Oui	Oui
Intérêt pour la recherche scientifique	Oui	Oui	Oui
Conception d'un protocole expérimental	Oui	Oui	Oui
Recrutement de participants	Oui	Non	Oui
Analyse statistique de données	Non	Non	Non
Autonomie dans le travail	Oui	Oui	Oui
Travail d'équipe	Oui	Oui	N/A
Présentation synthétique auprès de l'encadrant et en soutenance	Oui	Oui	Oui

Figure 10. Bilan synthétique de l'apprentissage par projet en termes de montée en compétence

	Limites exprimées par les étudiants
Projet 1	• Pas d'analyse statistique des données • Pas d'exploitation d'autres facteurs attentionnels tels que la variabilité de la fréquence cardiaque ou la fréquence respiratoire • Scénario proposé trop simple sans arrêt en gares intermédiaires
Projet 2	• Pas de réunion en présentiel en raison des contraintes de confinement liées à la COVID-19 • Données limitées à un seul participant pour les mêmes raisons • Temps trop important dédié à la programmation • Difficulté pour récupérer la fréquence cardiaque en temps réel d'une montre connectée
Projet 3	• Temps trop important pour la programmation • Pas de test d'une 3^e modalité : le mode périodique asynchrone • Prise en compte de la fréquence cardiaque en début de simulation en supposant qu'elle restera constante en raison de la courte durée de la simulation • Pas d'analyse approfondie des données

Figure 11. Limites exprimées par les étudiants

4. Conclusion

La démarche de pédagogie active basée sur l'apprentissage par projet et sur des études scientifiques a été présentée et mise en œuvre en deux temps. Le premier temps est une phase d'apprentissage expérientiel avec des classes complètes, et le second temps implique un seul étudiant ou des binômes. Les résultats de trois projets ont permis d'élaborer quelques hypothèses. Tout d'abord, dans les deux premiers projets dans lesquels l'attention est distribuée entre plusieurs tâches, les acteurs du mode périodique synchrone présentent des performances plus dégradées que ceux du mode périodique asynchrone en termes de temps de réaction aux alarmes. Ces résultats convergent avec ceux obtenus dans [16-18]. Le dernier projet, quant à lui, introduit une nouvelle hypothèse : dans le cadre d'une attention focalisée sur une seule tâche, les participants dans le mode périodique synchrone ont de meilleures performances de comptage et de détection par rapport à ceux du mode aperiodique aléatoire. Ces résultats montrent donc une variabilité de performances dans des contextes de focalisation ou de partage de ressources attentionnelles lorsque des événements dynamiques s'affichent ou se produisent en corrélation ou non avec des données physiologiques telles que la fréquence cardiaque.

De futurs projets en VBA ou JAVA sont à venir pour conforter ces hypothèses ou en élaborer d'autres, et également en s'intéressant au concept de dissonance humain-machine. Celui-ci concerne l'occurrence de conflits décisionnels possibles entre des systèmes d'aide à la conduite et un conducteur. Une nouvelle base d'articles est disponible sur ce sujet [24-28] et les projets associés concerneront le développement de supports numériques pour le diagnostic ou le pronostic de ces conflits ainsi que leur simulation. Cette nouvelle étape va permettre de sensibiliser les apprenants à la vulnérabilité ou la résilience des systèmes sociotechniques [26, 29-30]. Enfin, ces futures études doivent permettre également de compléter les méthodes dédiées à l'étude de la fiabilité humaine [31-38].

Références

- [1] Sanders, K., Boustedt, L., Eckerdal, A. et al. "Folk pedagogy: nobody doesn't like active learning", *Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research (ICER '17), Tacoma, Washington (USA), August 2017 pp.145-154*.
- [2] Hood Cattaneo, K. "Telling active learning pedagogies appart: from theory to practice", *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(2), 144-152 (2017).
- [3] Ascone, C., Vanderhaegen, F. « Rétro-ingénierie orientée par les usages de systèmes conversationnels : un cadre applicatif combinant pédagogie active et jeu sérieux », *Journal de l'Enseignement des Sciences et Technologies de l'Information et des Systèmes (J3EA)*, 22, 1002 (2023).
- [4] Piard, J., Moyon, M., « Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d'une Unité d'Enseignement de chimie expérimentale », *Didactique*, 2024, 5 (2), 151-205.
- [5] Muthukumar, S. L. "Creating interactive multimedia-based educational courseware: cognition in learning", *Cognition Technology & Work*, 7, 46-50 (2005).
- [6] Vanderhaegen, F., « Pédagogie active et inclusive pour l'analyse de dangers de systèmes d'aide à la conduite basée sur la recherche de dissonances », *Journal de l'Enseignement des Sciences et Technologies de l'Information et des Systèmes (J3EA)*, 21, 2053 (2022).
- [7] Vanderhaegen, F., "Pedagogical learning supports based on human-systems inclusion applied to rail flow control", *Cognition Technology & Work*, 23, 193-202 (2021).

- [8] Freeman Scott, et al. "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(238410–8415 (2014).
- [9] Schmid Megan E., et al. "Promoting student academic achievement through faculty development about inclusive teaching", *Change: The Magazine of Higher Learning* 48(5), 16-25 (2016).
- [10] Dewsbury, B. M., Swanson, H. J., Moseman-Valtierra, S. et al., "Inclusive and active pedagogies reduce academic outcome gaps and improve long-term performance", *PLOS One*, 2022, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268620>.
- [11] Frazier, S., Pitts, B.J. & McComb, S. "Measuring cognitive workload in automated knowledge work environments: a systematic literature review", *Cognition Technology & Work* 24, 557–587 (2022).
- [12] Vanneste, P., Raes, A., Morton, J. et al., "Towards measuring cognitive load through multimodal physiological data", *Cognition Technology & Work* 23, 567–585 (2020).
- [13] Zhou, X., Han, J., Qin, H. et al., "Research on multilevel situation awareness changes under the cumulative effect of mental fatigue", *Cognition Technology & Work* 25, 203–215 (2023).
- [14] Samima, S., Sarma, M., Samanta, D. et al., "Estimation and quantification of vigilance using ERPs and eye blink rate with a fuzzy model-based approach", *Cognition Technology & Work* 21, 517–533 (2019).
- [15] Sun, W., Jiang, W., Li, C. et al., "Study on identification method of driver fatigue considering individual ECG differences", *Cognition Technology & Work* 26, 301–312 (2024).
- [16] Vanderhaegen, F., Wolff, M., Mollard, R., "A heartbeat-based study of attention in the detection of digital alarms from focused and distributed supervisory control systems", *Cognition Technology & Work* 25, 119–134 (2023).
- [17] Vanderhaegen, F., Wolff, M., Mollard, R., "Non-conscious errors in the control of dynamic events synchronized with heartbeats: A new challenge for human reliability study", *Safety Science*, 129 (2020,) <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104814>.
- [18] Vanderhaegen, F., Wolff, M., Mollard, R., "Repeatable effects of synchronizing perceptual tasks with heartbeat on perception-driven situation awareness", *Cognitive Systems Research*, 81, 80-92 (2023).
- [19] Defrance, C., Tanghe, A., « Commande vocale et gestuelle en conduite de systèmes », *Rapport de projet de fin d'étude. Master 2^e année Transport Mobilités Réseaux, Valenciennes*, 2023.
- [20] Vanderhaegen, F., Ascone, C., « Humain connecté pour l'étude de l'attention à partir d'interfaces cœur-ordinateur », *ERGO'IA 2023, 10-13 Octobre, Biarritz, France* (2023).
- [21] Marion, G., Berlemont, G. « Contrôle de l'attention par fréquence cardiaque », *Rapport de projet de fin d'étude. Master 1^{ère} année Transport Mobilités Réseaux, Valenciennes*, 2020.
- [22] Zhang, X. « Etude de l'attention par fréquence cardiaque par Excel VBA », *Rapport de projet, 3^e année licence GEII, Valenciennes*, 2023.
- [23] Defrance, C., Deparpe, M., Pamelard, M., Song, L., Toilliez, T., Zhang, H. « Réseau de plateformes de simulation, de contrôle et de supervision », *Rapport de projet de fin d'étude. Master 1^{ère} année Transport Mobilités Réseaux, Valenciennes*, 2021.
- [24] Vanderhaegen, F., "Dissonance engineering: a new challenge to analyse risky knowledge when using a system", *International Journal of Computers Communications & Control*, 9(6), 750-759 (2014).
- [25] Vanderhaegen, F., "A rule-based support system for dissonance discovery and control applied to car driving", *Expert Systems With Applications*, 65, 361-371 (2016).

- [26] Vanderhaegen, F., “Towards increased systems resilience: new challenges based on dissonance control for human reliability in Cyber-Physical&Human Systems”, *Annual Reviews in Control*, 44, 316-322 (2017).
- [27] Vanderhaegen, F., “Heuristic-based method for conflict discovery of shared control between humans and autonomous systems - A driving automation case study “, *Robotics and Autonomous Systems*, 136, (2021), <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103867>.
- [28] Vanderhaegen, F., “Weak signal-oriented investigation of ethical dissonance applied to unsuccessful mobility experiences linked to human-machine interactions”, *Science & Engineering Ethics* 27, 2 (2021), <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00284-y>.
- [29] Enjalbert, S., Vanderhaegen, F. “A hybrid reinforced learning system to estimate resilience indicators”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 64, 295-301 (2017).
- [30] Ouedraogo, A., Enjalbert, S., Vanderhaegen, F, “How to learn from the resilience of Human-Machine Systems?”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(1) 24-34 (2013).
- [31] Vanderhaegen, F., “A non-probabilistic prospective and retrospective human reliability analysis method – application to railway system”, *Reliability Engineering and System Safety*, 71, 1-13 (2001).
- [32] Vanderhaegen, F., « Analyse et contrôle de l’erreur humaine », *Hermès Science, Paris, France*, ISBN 2-7462-0722-2 (2003).
- [33] Vanderhaegen, F., “Human-error-based design of barriers and analysis of their uses”, *Cognition Technology & Work*, 12, 133-142 (2010).
- [34] Hickling, E.M., Bowie, J.E., “Applicability of human reliability assessment methods to human-computer interfaces”, *Cognition Technology & Work* 15, 19–27 (2013).
- [35] Rangra, S., Sallak, M., Schön, W., Vanderhaegen, F., “A Graphical Model Based on Performance Shaping Factors for Assessing Human Reliability”, *IEEE Transactions on Reliability*, 66 (4), 1120-1143 (2017).
- [36] de Winter, J.C.F., Eisma, Y.B., Cabral, C.D.D, Hancock, P. A., Stanton, N. A., “Situation awareness based on eye movements in relation to the task environment”, *Cognition Technology & Work* 21, 99-111 (2019).
- [37] Kandemir, C., Celik, M., “A human reliability assessment of marine auxiliary machinery maintenance operations under ship PMS and maintenance 4.0 concepts”, *Cognition Technology & Work*, 22, 473–487 (2020).
- [38] Fürstenau, N., Radüntz, T., “Power law model for subjective mental workload and validation through air traffic control human-in-the-loop simulation”, *Cognition Technology & Work* 24, 291–315 (2022).

Biographie des auteurs

Frédéric Vanderhaegen a soutenu son doctorat en Automatique Industrielle et Humaine en 1993 et son Habilitation à Diriger des Recherche en 2003. En début de carrière, il a passé 10 ans au CNRS comme Chargé de Recherche et il est actuellement Professeur des Universités à l’INSA Hauts-de-France de l’Université Polytechnique Hauts-de-France à Valenciennes. Il est entre autres coéditeur en chef de la revue internationale *Cognition Technology & Work* et est président du Groupement d’Intérêt Scientifique en Automatisation Intégrée et Systèmes Humain-Machine (GIS GRAISyHM). Ses recherches s’intéressent aux interactions et partage d’autonomie entre humains et systèmes autonomes, à la fiabilité et erreur humaines, aux assistances à base d’Intelligence Artificielle, et à la résilience des systèmes sociotechniques.