

Simulation informatique et formation classique : cas des travaux pratiques d'automatisme au secondaire technique industriel au Cameroun

VICTORIEN NKAMGNIA

*CY Cergy Paris Université – France, Laboratoire BONHEURS - EA 7517
Site INSPE-Académie de Versailles, 1 Avenue Bernard Hirsch, 95000 Cergy
vicky02milla@gmail.com, victorien.nkamgnia@etu.u-cergy.fr*

Résumé

Approche Par Compétences et Simulation Informatique sont les innovations majeures apportées à la formation initiale des techniciens en maintenance électromécanique du secondaire technique industriel au Cameroun. Notre objectif est d'examiner l'effet de la position de la simulation par rapport à la formation classique dans le déroulement de l'apprentissage des travaux pratiques en automatisme. Pour ce faire, notre procédure expérimentale a consisté à deux dispositifs composés des activités ordonnées de préparation, simulation et formation classique appliqués à 02 groupes de 20 « simulation-classique » et 16 « classique-simulation » élèves de la classe de première maintenance électromécanique en situation réelle d'apprentissage. Nous avons exploité les actions, les activités et les scores des élèves. Les traitements qualitatif et quantitatif ont été appliqués au corpus des données. Les résultats montre qu'il y a un effet important en termes des scores dans le groupe « simulation-classique » lorsqu'on part de la préparation pour la formation classique en passant par la simulation, tandis que dans le groupe « classique-simulation », il y a une fluctuation des scores de la préparation à la formation classique puis à la simulation. En conclusion, l'apport de la formation classique est moins important en position initiale qu'en deuxième position tandis que l'apport de la simulation avec l'aide de la symbolisation est plus important en position initiale qu'en place finale.

Mots clés : simulation ; maintenance électromécanique ; travaux pratiques ; automatisme

Introduction

L'enseignement des matières techniques et professionnelles dans les techniques industrielles est constitué d'un mélange d'exercices théoriques et pratiques pour que l'apprentissage soit proche des réalités du monde professionnel ((Bouabid & Salmi-Bouabid, 2005), (Gravier, Fayolle, Noyel, Lelevé, & Benmohamed, 2006), (Uran, Hercog, & Jezernik, 2007)). Les ateliers de travaux pratiques de nos établissements scolaires, ont des équipements et du matériels vétustes et souvent inadaptés à cause de l'évolution technologique galopante. L'utilisation des simulations dans l'enseignement tel que l'on présenté Guéraud et al. (1999), Gravier (2007), BRIKA et BALLA (2009) pour ne citer que ceux-là peut être l'un des moyens destinés à lutter contre l'insuffisance des pratiques pédagogiques en liaison avec les cours de Travaux Pratiques (TP). Fort de ce qui précède, la simulation informatique a été introduite dans le curriculum de la spécialité maintenance électromécanique du secondaire technique industriel du Cameroun. Alors, nous nous posons la question de la pertinence de l'utilisation de la simulation, en particulier au regard de la réalisation des travaux pratiques en automatisme.

Notre étude comporte une problématisation, la méthodologie déployée, des résultats et une discussion. Les points cités plus haut sont encadrés d'une part par une introduction et d'autre part par une conclusion. Des références bibliographiques étayent et situent notre travail.

Problématisation

Depover et al. (2007) ont relevé qu'« *en formation professionnelle, les environnements de simulation occupent depuis longtemps une place de choix* ». Au Cameroun, les structures destinées aux manipulations dans nos établissements scolaires ont des équipements et du matériels vétustes et souvent inadaptés à cause de l'évolution technologique galopante. La spécialité Maintenance Electromécanique (MEM) s'occupe de la formation professionnelle initiale des techniciens en maintenance électromécanique. Depuis 2008, les établissements ont été dotés de matériels informatiques et de centres multimédias.

Fort de tout ce qui précède, l'introduction de la simulation informatique dans le curriculum des MEM dès la rentrée scolaire 2016-2017 (arrêté N° 301/16/MINESEC/IGE/IPTI du 28 novembre 2016, portant définition du référentiel de formation de la spécialité maintenance électromécanique au second cycle de l'enseignement secondaire technique et professionnel) a fait partie des contributions à l'élaboration de nouvelles stratégies d'apprentissage favorisant l'acquisition et le développement de compétences professionnelles.

Notre questionnement se rapporte à la vérification du bénéfice éventuel pour des novices en maintenance électromécanique, de réaliser des travaux pratiques avec la simulation. Pastré (2004) par son travail dans un contexte différent du nôtre par une population constituée de professionnels régleurs en plasturgie, montre que lesdits régleurs ont amélioré leurs compétences grâce à la formation avec simulation. Par contre, le travail de Ndoumatseyi Botongoye (2012) montre que d'une part, les simulateurs pallient dans une certaine mesure les déficits chroniques d'équipement des établissements gabonais. Mais, d'autre part, ces résultats soulignent toute l'ambiguïté que leur usage véhicule, car, cet usage impacte le processus d'enseignement, apprentissage qui se déconnecte des besoins de formation. D'un autre côté, les résultats des recherches menées par Cook et al. (2011), Dawe et ses collègues (2014), Sturm et al. (2008), Aggarwal et al. (2008) et Sutherland et al. (2006) pour ne citer que ceux-là, indiquent que la formation boostée par la simulation dans la formation des professions de la santé présente des bénéfices reproductibles en termes d'acquisition des connaissances, des compétences et des comportements des apprenants. Cependant, les résultats de la recherche d'Engum et al. (2003) d'une part, et celle de Buckley et al. (2004) d'autre part, montrent plutôt que les travaux pratiques réels sont davantage efficaces en termes d'acquisition des compétences que ceux qui sont simulés. Selon ces derniers auteurs, acquérir le savoir pratique revient à apprendre par des manipulations physiquement réelles. Suivant ce raisonnement, on devrait s'attendre à ce qu'il y ait plus d'effets positifs en termes d'acquisition et/ou développement de compétence lorsqu'on est en séquence d'apprentissage réel et moins d'effet en situation d'apprentissage à base de simulation. Est-ce bien le cas pour l'élément de compétence « améliorer ou modifier un bien » ? En particulier, lorsqu'il s'agit de « proposer une idée d'amélioration ou de modification de bien » en travaux pratiques d'automatisme pour l'apprenant de maintenance électromécanique ? Des interrogations précédentes découle la question-problème suivante :

Quel est l'effet de la position de la simulation comparativement à celui de la formation classique pour l'acquisition de la compétence « améliorer ou modifier un bien » par les apprenants ?

La réponse à cette question pourra permettre de mieux comprendre le phénomène de simulation associé aux travaux pratiques puis contribuer à l'élaboration de nouvelles stratégies d'apprentissage.

La présente étude a donc pour but de vérifier l'hypothèse selon laquelle la simulation améliore l'apprentissage et la performance des apprenants pour l'acquisition de la compétence « améliorer ou modifier un bien » au-delà des formes traditionnelles d'instruction.

Méthodologie

Nous travaillons sur l'automatisation du fonctionnement d'un bien, dans l'objectif de proposer une idée d'amélioration ou de modification. Nous rappelons que le but des travaux pratiques est de conduire les apprenants à s'approprier la démarche et les outils à mettre en œuvre lors des travaux de proposition d'une idée d'amélioration ou de modification d'un bien en liaison avec l'automatisme. Il s'agit ici de la modélisation d'un problème issu du contexte de travail, pour promouvoir l'apprentissage de l'élément de

compétence « améliorer ou modifier un bien », considéré comme indispensable à la pratique du métier dans le contexte camerounais.

En tenant compte du matériel et de l'équipement disponible sur le terrain, nous avons adopté comme bien une scie pour profilés en aluminium qui présente un besoin d'amélioration ou de modification. Le quitus est donné pour que soit proposé une idée d'amélioration ou de modification de la scie.

Nous avons eu un effectif de 36 élèves de la classe de première maintenance électromécanique du lycée technique de Nkolbisson à Yaoundé que nous avons apparié pour avoir 18 équipes de deux (02) binômes. Nous avons scindé notre population en 02 groupes. Les deux groupes ont réalisé les mêmes travaux pratiques correspondant à la situation problème à résoudre. Nous avons mis 20 élèves soit 10 équipes dans le premier groupe nommé groupe « simulation-classique » (GE) et 16 élèves soit 08 équipes dans le deuxième groupe qui porte le nom de groupe « classique-simulation » (GC). Nous avons reconfiguré la démarche des « TP tournants » utilisé dans nos établissements scolaires en adoptant la procédure expérimentale suivante : le groupe GE va utiliser le dispositif N° 01 (Préparation suivie de la Simulation et clôturée par la Formation Classique). Tandis que le groupe GC va plutôt utiliser le dispositif N° 02 (Préparation suivie de la Formation Classique et clôturée par la Simulation).

Les artefacts principaux sont deux logiciels de simulations AUTOMATION STUDIO et AUTOMGEN développés respectivement par les sociétés FAMIC TECHNOLOGIES INC. et IRAI. et quatre bancs de câblage électropneumatiques comportant chacun deux postes de travail avec tous les équipements et accessoires. Lesdits logiciels de simulation sont ceux qui sont inscrits dans le guide d'équipements et le guide médiagraphie de la spécialité MEM.

Notre étude s'est déroulée dans une situation réelle d'apprentissage. Nous avons exploité les actions, les activités et les scores lors de l'exécution des travaux de préparation, simulation et formation classique par les 36 élèves. Les traitements qualitatif et quantitatif ont été appliqués au corpus des données. Les traitements qualitatifs ont été effectué grâce à NVivo et les traitements statistiques à l'aide de XLSTAT imbriqué dans Microsoft Excel.

Résultats

La figure 1 présente la configuration des scores en termes de gains ou pertes. Lesdits scores sont ceux de l'évaluation des travaux de préparation, simulation et formation classique selon les deux groupes GE et GC.

GROUPE « SIMULATION-CLASSIQUE » (GE)											
Effectif = 20											
Configuration des scores						Gains ou pertes					
Préparation		Simulation		Formation Traditionnelle		Préparation à Simulation		Simulation à Traditionnelle		Préparation à Traditionnelle	
Score/20	Nombres d'élèves	Score/20	Nombres d'élèves	Score/20	Nombres d'élèves	Valeurs	Nombres d'élève	Valeurs	Nombres d'élève	Valeurs	Nombres d'élève
17	14	17	06	18	08	00	12	00	02	01	14
18	06	18	14	19	12	01	08	01	18	02	06
GROUPE « CLASSIQUE-SIMULATION » (GC)											
Effectif = 16											
Configuration des scores						Gains ou pertes					
Préparation		Formation Traditionnelle		Simulation		Préparation à Traditionnelle		Traditionnelle à Simulation		Préparation à Simulation	
Score/20	Nombres d'élèves	Score/20	Nombres d'élèves	Score/20	Nombres d'élèves	Valeurs	Nombres d'élève	Valeurs	Nombres d'élève	Valeurs	Nombres d'élève
17	10	16	06	17	12	0	06	00	06	-01	06
18	06	17	10	18	04	-01	08	01	10	00	06
						-02	02			01	04

Figure 1 : Gains ou pertes obtenus aux différents travaux par groupe et selon le dispositif utilisé

La figure 1 montre que les gains/pertes (en nombre de points obtenus) sont contrastés lors du passage d'une situation de formation à une autre, dépendamment des groupes et du dispositif. Il y a eu une évolution de la performance au score dans le groupe GE lorsqu'on part de la préparation pour la formation classique en passant par la simulation, tandis que dans le groupe GC, il y a eu une dégradation de la performance au score des élèves du passage de la préparation à la formation classique et une légère évolution lorsqu'on passe de la formation classique à la simulation. Il apparaît donc une forte amélioration de la performance dans le groupe GE.

Nous avons procédé à la vérification par les tests statistiques.

Tableau 1 : Synthèse des résultats des tests statistiques de Wilcoxon signé appliqués à l'évolution des scores des différentes paires des situation de formation du dispositif N° 01

DISPOSITIF N° 01			
Modalité	Préparation à Simulation	Simulation à Classique	Préparation à Classique
p-value (bilatérale)	0,005	< 0,0001	< 0,0001
alpha	0,05	0,05	0,05

Le test statistique confirme le fait que les scores ont évolué positivement de la préparation à la simulation, de la simulation à la formation classique et de la préparation à la formation classique dans le groupe GE.

Tableau 2 : Synthèse des résultats des tests statistiques de Wilcoxon signé appliqués à l'évolution des scores des différentes paires des situation de formation du dispositif N° 02

DISPOSITIF N° 02			
Modalité	Préparation à Classique	Classique à Simulation	Préparation à Simulation
p-value (bilatérale)	0,003	0,002	0,527
alpha	0,05	0,05	0,05

Le test statistique confirme le fait que les scores ont régressé de la préparation à la formation classique, puis ont évolué positivement de la formation classique à la simulation et ont stagné de la préparation à la simulation dans le groupe GC.

Tableau 03 : Synthèse des résultats des tests statistiques de Mann-Whitney appliqués au dispositif N° 01 vs dispositif N° 02

DISPOSITIF N° 01 VS DISPOSITIF N° 02		
p	Intervalle de confiance	Différence
p < 0,0001	95%	Significative entre N° 01 et N° 02

Le test statistique confirme que le dispositif N° 01 a produit des meilleurs résultats que le dispositif N° 02.

La figure 2 (texte surligné en jaune) est relative aux occurrences en relation avec la symbolisation, en situation de formation classique pour chacun des groupes.

Groupe	Code	AC-PO_CO	AC-LO_PJC	AC-RG_CS	AC-PR_PT	AC-RP_EN	AC-CL_EA	AC-SU_CO	AC-DR_PVF	AC-DR_PVT	AC-DR_PVS	AC-N_EA	AC-QU_CN	AC-DI_CO	AC-MO_RSS	ID_CS	ID_CN	Totaux
GE	Occurrences	605	605	95	27	58	134	29	41	129	87	90	52	40	20	657	103	2 025
	Taux	29,88%	29,88%	4,69%	1,33%	2,86%	6,62%	1,45%	2,02%	6,37%	4,30%	4,44%	2,57%	1,98%	0,99%	32,44%	5,09%	100,00%
GC	Occurrences	151	151	49	9	14	82	24	15	51	29	18	20	32	16	171	41	1 620
	Taux	9,32%	9,32%	3,02%	0,56%	0,86%	5,06%	1,45%	0,93%	3,15%	1,79%	1,11%	1,23%	1,98%	0,99%	10,56%	2,53%	100,00%

Figure 2 : Configuration des données en situation de formation classique

La figure 2 montre que pour le groupe GE, la mise en œuvre de la symbolisation est de 92,20% tandis qu’elle est de 29,20% pour le groupe GC. Nous inférons que la simulation, grâce à la symbolisation a servi d’entraînement au décodage des symboles, ce qui a permis une utilisation aisée des différents composants lorsque les apprenants sont passés de la simulation à la formation traditionnelle.

Discussion

Notre étude a montré que l’apport de la simulation est plus important en position initiale qu’en place finale. Pastré (2004) est arrivé à la même conclusion que nous. Dans son travail, il a montré que les régleurs en plasturgie ont amélioré leurs compétences grâce à la formation avec simulation. Comme l’auteur cité plus haut, Caens-Martin (2005) dans le domaine de la taille de la vigne, Boucheix (2005) dans la compréhension des documents par des grutiers, pour ne citer que ceux-là ont montré que la formation avec simulation a considérablement amélioré les compétences des professionnels dans leur domaine respectif. Les recherches dans le domaine de la formation professionnelle de la santé menées par Cook et al. (2011), Dawe et al. (2014), Aggarwal et al. (2008) et Sutherland et al. (2006) pour ne citer que ceux-là, ont abouties à la même conclusion que nous.

Une autre manière d’expliquer nos résultats est l’effet symbolisation. Pour uniformiser leur langage, la symbolisation (symboles graphiques, codes et autres signes) a été adopté par les concepteurs, fabricants et utilisateurs de biens d’équipement industriel. Les composants physiques utilisés dans les Système Automatisé de Production (SAP) comportent sur leurs corps des plaques signalétiques sous formes de symboles graphiques. Donc si vous décidez le symbole, vous identifiez le composant. Or la simulation informatique a pour support constructif les symboles. La symbolisation comme nous le constatons est l’élément qui a permis d’améliorer l’apprentissage de l’ISO 129 et de booster les performances des élèves qui ont utilisé la simulation en début de manipulation. Nous déduisons que la simulation, grâce à la symbolisation a servi d’entraînement au décodage des symboles, ce qui a permis une utilisation aisée des différents composants lorsque les apprenants sont passés de la simulation à la formation traditionnelle.

Conclusion

Notre hypothèse formulée est vérifiée par nos résultats. Nous avons une progression importante dans le groupe GE de la préparation à la formation classique en passant par la simulation et pas d’évolution dans le groupe GC de la préparation à la simulation en passant par la formation classique. Nous avons une forte progression entre la simulation et la formation classique, cette progression est le fait du groupe «simulation-classique» uniquement. La simulation utilisée juste après la préparation a un apport important grâce à la symbolisation, car la formation classique qui suit apporte des progrès élevés. L’apport de la formation classique après la préparation est moins important que celui de la simulation, et la simulation qui suit n’apporte pas de progrès sensible. L’apport de la formation classique est moins important en position initiale qu’en deuxième position ; inversement, l’apport de la simulation est plus important en position initiale qu’en place finale.

Reference bibliographiques

Aggarwal, R., Darzi, A., & Grantcharov, T. P. (2008). A systematic review of skills transfer after surgical simulation training. *Annals of surgery, 248*(4), 690–691.

- Bouabid, M., & Salmi-Bouabid, L. (2005). Travaux pratiques pour les dispositifs de formations scientifiques et techniques utilisant les TICs. *DTRI-CERIST, CEMAFORAD-2, Seconde édition*, 12, 13.
- Boucheix, J. M. (2005). Simuler pour aider à comprendre. Relier des modèles mentaux selon une hiérarchie d'abstraction : La formation des grutiers au traitement de documents complexes. *Apprendre par la simulation-De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Toulouse: Octarès, 131–155.
- BRIKA, A., & BALLA, A. (2009). Un Environnement de Simulation pour la Pratique de l'Algorithmique. *SETIT*, (02).
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., Kindfield, A. C., Horwitz, P., Tinker, R. F., Gerlits, B., ... Willett, J. (2004). Model-based teaching and learning with BioLogicaTM : What do they learn ? How do they learn ? How do we know? *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 23–41.
- Caens-Martin, S. (2005). Concevoir un simulateur pour apprendre à gérer un système vivant à des fins de production : La taille de la vigne. *Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*, 81–106.
- Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., ... Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education : A systematic review and meta-analysis. *Jama*, 306(9), 978–988.
- Dawe, S. R., Windsor, J. A., Broeders, J. A., Cregan, P. C., Hewett, P. J., & Maddern, G. J. (2014). A systematic review of surgical skills transfer after simulation-based training : Laparoscopic cholecystectomy and endoscopy. *Annals of surgery*, 259(2), 236–248.
- Depover, C., Karsenti, T., & Komis, V. (2007). *Enseigner avec les technologies : Favoriser les apprentissages, développer des compétences*. PUQ.
- Engum, S. A., Jeffries, P., & Fisher, L. (2003). Intravenous catheter training system : Computer-based education versus traditional learning methods. *The American Journal of Surgery*, 186(1), 67-74. [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(03\)00109-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(03)00109-0)
- Gravier, C. (2007). *Vers la généralisation de manipulations distantes et collaboratives d'instruments de haute technologie* (PhD Thesis).
- Gravier, C., Fayolle, J., Noyel, G., Lelevé, A., & Benmohamed, H. (2006). Distance learning : Closing the gap between remote labs and learning management systems. *2006 IST IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics*, 130–134. IEEE.
- Guéraud, V., Pernin, J. P., Cagnat, J. M., & Cortés, G. (1999). Environnements d'apprentissage basés sur la simulation. *Sciences et techniques éducatives*, 6(1). Consulté à l'adresse <https://pdfs.semanticscholar.org/2a93/d86a7ec2b9fd9ba6af79851c3af9f7017b82.pdf>
- Ndoumatseyi Botongoye, L. (2012). *L'utilisation des simulateurs dans l'enseignement technique et professionnel au Gabon : Cas des filières maintenance des systèmes motorisés* (PhD Thesis). Aix-Marseille.
- Pastré, P. (2004). Le rôle des concepts pragmatiques dans la gestion de situations problèmes : Le cas des régulateurs en plasturgie. *Recherches en didactique professionnelle*, 1, 47.
- Sturm, L. P., Windsor, J. A., Cosman, P. H., Cregan, P., Hewett, P. J., & Maddern, G. J. (2008). A systematic review of skills transfer after surgical simulation training. *Annals of surgery*, 248(2), 166–179.
- Sutherland, L. M., Middleton, P. F., Anthony, A., Hamdorf, J., Cregan, P., Scott, D., & Maddern, G. J. (2006). Surgical simulation : A systematic review. *Annals of surgery*, 243(3), 291.
- Uran, S., Hercog, D., & Jezernik, K. (2007). Remote Control Laboratory with Moodle Booking System. *2007 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, 2978-2983. <https://doi.org/10.1109/ISIE.2007.4375089>