UNIVERSITÉ DE GENÈVE
Section des sciences pharmaceutiques
Pharmacie hospitalière

FACULTÉ DES SCIENCES
Prof. Pascal Bonnabry
Dre Caroline Fonzo-Christe
Dre Liliane Gschwind Tran

Approches pédagogiques innovantes sur la sécurité d'utilisation des médicaments

Création et évaluation de formations pour les professionnels de santé hospitaliers et d'une action de sensibilisation pour les patients

THÈSE

présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève

pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences, mention Sciences Pharmaceutiques

par

Audrey Flornoy-Guédon

de

Paris (France)

Thèse n°5680

GENÈVE

Centre d'impression de l'Université de Genève

2022

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DES SCIENCES

DOCTORAT ÈS SCIENCES, MENTION SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Thèse de Madame Audrey Marie Angélique FLORNOY

intitulée :

«Approches pédagogiques innovantes sur la sécurité d'utilisation des médicaments : création et évaluation de formations pour les professionnels de santé hospitaliers et d'une action de sensibilisation pour les patients»

La Faculté des sciences, sur le préavis de Monsieur P. BONNABRY, professeur associé et directeur de thèse (Section des sciences pharmaceutiques), Monsieur F. SADEGHIPOUR, professeur titulaire (Section des sciences pharmaceutiques), Monsieur T. FASSIER, docteur (Centre interprofessionnel de simulation - Département de réadaptation et gériatrie HUG), Madame A. GERBER, docteure (Haute École de Santé Vaud (HESAV), Lausanne), Monsieur B. DECAUDIN, professeur (PU-PH Pharmacie, Centre Hospitalier Universitaire de Lille, Université de Lille, Lille, France), autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 27 septembre 2022

Thèse - 5680 -

Le Doyen

N.B. - La thèse doit porter la déclaration précédente et remplir les conditions énumérées dans les "Informations relatives aux thèses de doctorat à l'Université de Genève".

Remerciements

Nombreuses sont les personnes qui ont contribué à ce que ce travail arrive à son point d'orgue après ces cinq années de doctorat.

Mes remerciements vont en premier à deux femmes que j'admire profondément et qui m'ont permis de devenir une meilleure version professionnelle de moi-même : mes superviseures directes, la Dre Liliane Gschwind Tran et la Dre Caroline Fonzo-Christe. Cette co-supervision a permis d'allier la créativité, l'autonomie, la rigueur, le dépassement de soi, avec une constante bienveillance. Liliane et Caroline, quel plaisir j'ai eu à collaborer avec vous et comme je me réjouis de continuer. Un grand merci au Pr Bonnabry, pharmacien-chef aux HUG, pour la confiance qu'il m'a accordée pour tous ces projets et ceux qui sont à venir. Pascal, ton optimisme sans faille, ton esprit visionnaire et ta bienveillance font de toi un chef tellement inspirant au quotidien. Merci à vous trois d'avoir imaginé un sujet de thèse qui était prêt à être porté et qui s'est révélé sur-mesure pour moi.

Au Pr Farshid Sadeghipour, pharmacien-chef au CHUV, merci d'avoir accepté de présider ce jury de thèse. J'espère que le voyage au cœur de cette thèse te sera plus agréable que la terre brûlée au vent des lacs du Connemara. Par ailleurs, je me réjouis de nos futures collaborations.

Au Pr Bertrand Decaudin, PU-PH à la pharmacie du CHU de Lille et vice-président de l'Université de Lille, je suis très honorée que vous ayez accepté de faire partie de ce jury de thèse pharmaceutico-pédagogique. Je me réjouis de nos collaborations futures qui promettent d'être fructueuses et passionnantes.

Mes chaleureux remerciements au Dr Thomas Fassier que j'ai rencontré la première fois lors du CAS de Formateur en Sciences de la santé sous sa casquette de commandant de bord du Centre Interprofessionnel de Simulation de Genève. J'ai eu la chance de monter à bord d'un de ses vols pour la pédagogie, ce qui n'a fait que renforcer ma passion pour cette destination. Je suis honorée et fière de vous compter parmi les membres de l'équipage de cette thèse et espère que vous ferez un agréable voyage.

Chère Dre Anne Gerber, Maitre d'enseignement à la Haute Ecole de Santé de Vaud et infirmière, je suis fière de vous compter parmi les membres de ce jury interprofessionnel. J'apprécie au quotidien la richesse de la collaboration infirmier-pharmacien avec des visions si complémentaires. Je me réjouis de ce pont qui se dresse vers une collaboration vaudoise avec vous.

Un merci tout particulier à mes frères d'armes thésardes, j'ai nommé le Dr Thomas Rudolf von Rohr (surtout connu sous le nom de Rodolphe, THRR) et le Dr Christian Skalafouris (également chef intérimaire de la pharmacie) : nos chemins de vie ont avancé ensemble ces dernières années, nous avons vécu la thèse, le mariage et les bébés, et je me réjouis de continuer l'aventure avec vous. Les gars, ne changez rien ! Merci à ma frangine presque-jumelle de thèse, la Dre Sandrine Von Grünigen, avec qui j'ai partagé bien plus que des échanges sur la pédagogie tout au long de ces années. Merci également aux futur.e.s docteur.e.s Mégane Jermini (Méganounette), Alexandra Garnier et Yassine Dhif, je vous passe le flambeau ! Merci à Lolo et Salimou pour votre bonne humeur et vos blagues décalées☺. Merci à Alexandra Brigante, pharmacienne et directrice artistique, tu es le rayon de soleil qui éclaire et réchauffe mon dos. Merci à Bertrand, le plus stylé des Kings de la Pharmacie Clinique, et à Isabella et Christel, ses brillantes Queens, pour tous les bons moments qu'on passe au quotidien. Merci à Thérèse, mon double shaman, pour ta capacité à lire les âmes et à les envelopper affectueusement. Merci à Claude, pharm-infirmière cantonale de nos cœurs, pour ton investissement dans tous mes projets et ces années où j'ai eu le plaisir de travailler à tes côtés. Un grand merci à Sladjana pour ton super travail de MAS pour lequel j'ai eu tant de plaisir à te superviser. On a fait une bonne équipe ☺. Merci à tous mes autres collègues pour votre participation de près ou de loin à mes projets.

Un immense merci à toute l'équipe du CAS de Formateur en Sciences de la santé grâce à qui cette thèse a grandement gagné en substance. Grâce à vos enseignements, je poursuis mon ascension vers le haut des pyramides et des taxonomies.

Merci aux deux hommes qui partagent ma vie, vous êtes mes essentiels. Mon mari, Amaury Guédon, pour tout ton amour au quotidien et sans qui je ne serais pas la femme que je suis aujourd'hui. Je n'aurais jamais pu faire cette thèse sans toi. Y'en a qui stroumpfe, nous on guédonne. A Achille Guédon, le sel de ma vie, tu es une motivation infinie pour tout ce que j'entreprends.

Merci à ma famille qui accueille toujours avec optimisme mes projets sans être dans le jugement et dont le soutien est sans faille. Je vous aime fort. All together and never give up.

Merci à ma belle-famille pour son soutien et sa présence. Je sors de ma quarantaine de travail et vais enfin pouvoir recommencer à partager des bons moments avec vous tous sous le chant des cigales.

Je dédicace cette thèse à ma mère qui m'a mise au monde « coiffée ». Je te confirme que tu as placé une bonne étoile au-dessus de ma tête, j'ai beaucoup de chance dans ma vie, mais je crois aussi que tu m'as surtout appris à provoquer cette chance. Merci de m'avoir transmis ta combativité, ton humour et ta résilience, cela me porte tous les jours.

Table des matières

Remerciements ..... *i*

Table des matières ..... *iii*

Avant-propos ..... *ix*

Communications ..... *xi*

Liste des tableaux ..... *xiv*

Liste des figures ..... *xv*

Abréviations ..... *xvii*

Chapitre I : Eléments de contexte et de théorie *1*

I. La sécurité d'utilisation des médicaments **2**

1. Les erreurs médicamenteuses 2
2. La sécurité d'utilisation des médicaments est un défi mondial 3
3. Exemples de stratégies pour sécuriser l'utilisation des médicaments 4
   a. Stratégies au niveau de l'axe du processus médicamenteux 4
      i. Technologies au service de la sécurisation du circuit du médicament 4
      ii. Règle des 5 B pour sécuriser l'administration des médicaments 4
      iii. Outils pour améliorer la communication interprofessionnelle 5
   b. Stratégies au niveau de l'axe patient 6
   c. Stratégies au niveau de l'axe médicament 6
      i. Listes de médicaments à haut risques 6
      ii. Site internet de la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève 7
4. Le rôle du pharmacien hospitalier dans la sécurisation de l'utilisation des médicaments 7

II. La formation et la sensibilisation **9**

1. La formation continue des professionnels de santé en Suisse 9
2. La sensibilisation des patients et du grand public 10
3. Formations déjà développées par la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève 10

III. Eléments généraux de pédagogie **13**

1. Apprendre et enseigner 13
   a. L'apprentissage : définition 13
   b. Les théories de l'apprentissage et les paradigmes de l'enseignement 13
2. La compétence 15
   a. Définition 15
   b. Novices versus experts[65,69] 16

3. Les taxonomies des domaines d'apprentissage 17
4. Les concepts de base pour l'ingénierie pédagogique 19
a. Adapter le niveau de son enseignement à celui de ses apprenants 19
b. Structurer son enseignement 20
c. Garantir une cohérence dans l'enseignement 21
5. Les référentiels de compétences 22

IV. Conception et implémentation d'un dispositif de formation 24

1. Evaluer les besoins de formation 24
a. Identification des problèmes et des besoins du mandant de la formation 24
b. Besoins du public-cible 24
2. Déterminer les objectifs pédagogiques 24
a. Les objectifs généraux et spécifiques 24
b. Les taxonomies et l'expression des objectifs pédagogiques 25
c. L'utilisation de cartes conceptuelles 26
3. Choisir la stratégie pédagogique 26
a. Le choix des contenus 26
b. Le choix de ou des approches pédagogiques 26
4. Implémenter le dispositif de formation 28
a. Implémentation d'une formation à distance 28
i. Implémentation sur une page internet 28
ii. Implémentation sur une plateforme d'apprentissage en ligne 28
b. Implémentation d'une formation en présentiel 28
i. Anticiper les modalités organisationnelles et logistiques 28
ii. Cas particulier d'une action de sensibilisation pour les patients 29

V. L'évaluation dans la formation 30

1. L'évaluation de l'apprenant (assessment) 30
a. Les différents types d'évaluations de l'apprenant 30
b. Se tester, c'est apprendre ! 30
c. Choisir un outil d'évaluation 31
d. Construire son outil d'évaluation et décider du score 32
2. Encourager la pratique réflexive 33
a. Métacognition et réflexivité 33
b. Le degré de certitude 34
c. Le sentiment de compétence 34
3. Donner une rétroaction 35
4. L'évaluation de la formation (evaluation) 36

VI. La pédagogie innovante en santé 37

1. Pédagogie innovante : de quoi parle-t-on ? 37
a. Une pédagogie engageante pour un apprentissage autodéterminé et autodirigé 38

b. Une pédagogie qui diminue la charge cognitive 40
c. Une pédagogie active 41
2. Exemples de méthodes pédagogiques innovantes 41
a. Le microlearning 42
i. Définition 42
ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples 43
b. La ludopédagogie ou apprentissage par le jeu 44
i. Définition 44
ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples 45
c. La simulation 46
i. Définition 46
ii. Intérêt pour la formation en santé 48
d. Le serious game en ligne 49
i. Définition 49
ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples 49
e. L'instruction par les pairs 50
i. Définition 50
ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples 52
f. Le blended learning 52
i. Définition 52
ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples 53
g. Tableau récapitulatif des principaux avantages et inconvénients de ces méthodes pédagogiques innovantes 54
3. La formation idéale 55

VII. Objectifs de la thèse et stratégie employée 56

VIII. Bibliographie 57

Chapitre II : Partie expérimentale de la thèse 75

Enquête préliminaire sur l'utilisation par les pharmaciens hospitaliers de méthodes pédagogiques innovantes dans leur enseignement 76

1. Objectifs de l'enquête 76
2. Matériel et méthodes 77
a. Création du questionnaire de l'enquête 77
b. Diffusion de l'enquête 77
c. Analyse des résultats 78
3. Résultats de l'enquête 78
a. Population de l'étude 78
b. Résultats généraux sur l'utilisation de MPI 80
c. Résultats détaillés de l'utilisation des MPI 81

d. Commentaires des utilisateurs par type de MPI 84
e. Volonté d'utiliser les MPI 84
f. Freins déclarés à l'utilisation des MPI 84
4. Discussion et conclusion 85

Etude 1 - Développement et évaluation de microlearnings pour les infirmiers sur trois thématiques autour la sécurité d'administration des médicaments 87

Etude 2 - Création d'un serious game pour améliorer les connaissances et l'adhésion des médecins et des infirmiers aux recommandations de bonnes pratiques sur les médicaments anticoagulants 104

Etude 3 - Développement et évaluation du « Parcours aventure sécurité médicaments », un outil ludopédagogique pour sensibiliser les patients et le grand public 143

Etude 4 - Développement et évaluation d'une formation en blended learning pour améliorer les compétences dans le domaine du renseignement pharmaceutique .. 168

Chapitre III : Discussion, conclusions et perspectives 187

I. Discussion générale 188

II. Conclusions générales 191

III. Perspectives 193
1. Développer ou faire évoluer les référentiels de compétences 193
2. Aller plus loin dans l'évaluation des méthodes pédagogiques innovantes 193
3. Pérenniser, poursuivre la conception et l'évaluation d'enseignements innovants 194
4. Concevoir et évaluer des enseignements innovants universitaires 195

Annexes 197

Annexe 1 : Cartes conceptuelles créées dans le cadre de l'étude 1 sur les microlearnings 198

Annexe 2 : Formulation des objectifs pédagogiques dans le cadre de l'étude 1 sur les microlearnings 201

Annexe 3 : Visuel de la page internet créée pour la formation en microlearnings d'infirmiers (étude 1) 204

Annexe 4 : Messages-clefs pour la sécurisation des médicaments, rappelés aux participants lors de leur participation au « Parcours aventure sécurité médicaments » (étude 3) 205

Annexe 5 : Thématiques d'intérêt pour la formation des assistants en pharmacie des unités de soins (APUS) identifiées grâce à l'étude de besoins (étude 4) 207

Annexe 6 : Visuel du parcours MoodleTM créé pour la partie distancielle de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4).....208

Annexe 7 : Exemples de questions du jeu « Questions pour une formation ! » de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4).....209

Annexe 8 : Exemples de questions du jeu « Eclaire ma lanterne » de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4) 210

Annexe 9 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 1 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4).....211

Annexe 10 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 2 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4).....212

Annexe 11 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 3 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4).....213

Annexe 12 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : grille d'évaluation des participants observateurs (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4).....214

Avant-propos

Cette thèse de doctorat s'inscrit dans les multiples projets innovants dans lesquels la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève s'engage pour améliorer la sécurité d'utilisation des médicaments. La formation continue des professionnels de santé et les actions de sensibilisation sont des stratégies qui participent à améliorer la sécurité d'utilisation des médicaments. Les rôles de promoteur de la santé et d'enseignant pour les différents professionnels de la santé font partie des missions du pharmacien hospitalier, en complémentarité avec son rôle d'expert du médicament.

Depuis plusieurs années, des méthodes pédagogiques innovantes sont entrées sur la scène de la formation. Elles sont centrées sur les apprenants et ont pour vocation de favoriser un apprentissage actif, engageant, autodéterminé et autodirigé. Parmi ces nouvelles modalités pédagogiques, on retrouve des solutions qui reposent sur la technologie (microlearning, serious game), l'apprentissage par le jeu (ludopédagogie), l'expérimentation individuelle ou en groupe (simulation, serious game) et l'interaction sociale (instruction par les pairs). La tendance actuelle montre également l'émergence d'une pédagogie multimodale qui génère une synergie entre des modalités distancielles et présentielles. Ce format répond au besoin d'autonomie des apprenants et à leurs contraintes de temps et de lieu. Il répond également au besoin d'interactions sociales et d'expérimentation, pour catalyser l'apprentissage et permettre un ancrage en profondeur des nouvelles connaissances.

L'objectif général de cette thèse était de créer des formations avec différentes méthodes pédagogiques innovantes pour la formation continue des professionnels de santé hospitaliers et la sensibilisation des patients, puis d'évaluer leur impact sur l'apprentissage (ex. gain de connaissance, degré de certitude en ses connaissances, sentiment de compétence) et sur la satisfaction des apprenants. La thématique de la sécurité d'utilisation des médicaments constituait le fil d'Ariane entre les différentes études. La finalité ultime de ce travail était de partager les fruits de ces recherches avec les autres professionnels de santé qui enseignent et s'intéressent à la pédagogie innovante, en espérant leur apporter des éléments utiles pour leur pratique.

Quatre modalités pédagogiques ont été explorées avec des publics d'apprenants différents :

- Développement et évaluation de trois microlearnings (e-learning < 15 minutes) à destination des infirmiers sur les thématiques « Couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules », « Compatibilités des médicaments injectables en Y », « Calculs de doses » — **Etude 1** ;

- Création d'un serious game en ligne pour améliorer les connaissances et l'adhésion des médecins et des infirmiers aux recommandations de bonnes pratiques sur les anticoagulants. Un parcours pédagogique en 3 volets a été conçu pour chacun des deux corps de métier — **Etude 2** ;
- Développement et évaluation du « Parcours aventure sécurité médicaments », outil ludopédagogique en présentiel créé pour sensibiliser les patients et le grand public autour de la sécurité du médicament (ex. différentes mesures de sécurité mises en place pendant un séjour hospitalier, comment le patient peut contribuer à sa propre sécurité) — **Etude 3** ;
- Développement et évaluation d'une formation en blended learning pour améliorer les compétences dans le domaine du renseignement pharmaceutique à destination des assistants en pharmacie (3 microlearnings et une séance en présentiel sur les thématiques : communication, recherche sur le site internet de la pharmacie, thème « Couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules ») — **Etude 4**.

Cet écrit s'articule en 3 parties :

- Le chapitre I s'attachera à aborder des éléments de contexte autour de la sécurité des médicaments et des aspects théoriques de pédagogie qui ont été les fondements de ce travail.
- La chapitre II présentera le travail expérimental conduit pendant le doctorat. Nous détaillerons en premier les résultats d'une enquête conduite au niveau européen sur l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes par les pharmaciens hospitaliers dans leurs enseignements universitaires et/ou formations continues. Puis, pour chacune des quatre études de la thèse, une présentation succincte sera effectuée suivie de l'article. Nous décrirons d'abord la création et l'évaluation d'une formation distancielle en microlearning qui répond aux besoins d'ubiquité de la formation, de contraintes de temps, et d'apprentissage autodéterminé et autodirigé. Nous détaillerons ensuite le développement d'une formation distancielle en serious game qui ajoute, aux caractéristiques décrites précédemment, une dimension expérientielle pour l'apprenant. Troisièmement, nous exposerons la création et l'évaluation d'un outil de formation en présentiel qui transpose l'apprenant dans une expérience d'apprentissage actif et ludique. Enfin, nous décrirons le développement et l'évaluation d'une formation en blended learning qui allie microlearnings et apprentissage expérientiel ludique, tout en mettant à profit les interactions sociales.
- Le chapitre III discutera des éléments apportés par ce travail, donnera des conclusions et ouvrira des perspectives tout en proposant des axes d'études pour de futures recherches.

Communications

Articles scientifiques

Flornoy-Guédon A, Kostadinovic S, Gschwind L, Guéguéniat-Dupessey C, Sigrist T, Fonzo-Christe C, Bonnabry P. **Development and evaluation of microlearnings for nurses on good medication administration practices.** Soumis au *Nurse Educator.*

Flornoy-Guédon A, Gschwind L, Guéguéniat-Dupessey C, Tairraz P, Terrier J, Blondon K, Reny JL, Casini A, Fontana P, Fonzo-Christe C, Bonnabry P. **A serious game to improve knowledge and application of anticoagulant guidelines for nurses and physicians: interprofessional, iterative and user-centered design.** Soumis au *Journal of Medical Internet Research (JMIR) Serious Game.*

Flornoy-Guédon A, Gschwind L, Poncet A, Raë AC, Chopard P, Fonzo-Christe C, Bonnabry P. **The Medication Safety Adventure Trail: an entertaining, educational tool to raise medication safety awareness among patients.** Soumis au *British Medical Journal (BMJ) Quality and Safety.*

Flornoy-Guédon A, Fonzo-Christe C, Meier E, Gazengel-Marchand M, François O, Gschwind L, Bonnabry P. **Development and evaluation of a blended learning training program for pharmacy technicians' continuing education.** Soumis à l'*European Journal of Hospital Pharmacy (EJHP).*

Distinctions

Prix Qualité 2018 des Hôpitaux Universitaires de Genève

Pour : "Parcours aventure sécurité médicaments": mise en place et évaluation d'un jeu pédagogique pour améliorer la sécurité autour du médicament.
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry, C. Guéguéniat-Dupessey, A.-C. Raë, P. Chopard
Genève. 7 décembre 2018.

Communications scientifiques orales

Parcours aventure sécurité médicaments : une action de sensibilisation auprès des patients et du public.
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Guéguéniat-Dupessey, A.-C. Raë, P. Chopard, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
Séminaire « Le patient face à ses médicaments ». Hôpitaux Universitaires de Genève. Genève. 6 décembre 2018.

Parcours aventure sécurité médicaments : Mise en place et évaluation d'un jeu pédagogique pour améliorer la sécurité autour du médicament.
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Guéguéniat-Dupessey, A.-C. Raë, P. Chopard, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
20e journée Qualité des Hôpitaux Universitaires de Genève. Genève. 7 décembre 2018.

Microlearnings : un petit contenu, mais un grand pas pour la formation des professionnels !
A. Flornoy-Guédon, S. Kostadinovic, L. Gschwind, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
Congrès Hopipharm. Lille. 17 au 19 mai 2022.

Communications affichées

Parcours aventure sécurité médicaments : Mise en place et évaluation d'un jeu pédagogique pour améliorer la sécurité autour du médicament.
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Guéguéniat-Dupessey, A.-C. Raë, P. Chopard, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
20e journée Qualité des Hôpitaux Universitaires de Genève. Genève. 7 décembre 2018.

« Parcours aventure sécurité médicaments » : un jeu pédagogique pour sensibiliser les patients à la sécurité autour du médicament.
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Guéguéniat-Dupessey, A.-C. Raë, P. Chopard, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
Congrès Hopipharm. Marseille. 15 au 17 mai 2019.

Microlearnings sur la sécurité d'administration des médicaments : un grand effet pour un petit contenu
S. Kostadinovic, A. Flornoy-Guédon, L. Gschwind, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
Congrès de la GSASA. Lugano. 10 au 13 novembre 2021.

Communication vidéo

Le bon usage des médicaments, c'est important !
A. Flornoy, L. Gschwind, C. Guéguéniat-Dupessey, T. Sigrist, C. Fonzo-Christe, P. Bonnabry
Concours de vidéo pédagogiques pour présenter des aspects de la pharmacie clinique. Congrès de la Société Française de Pharmacie Clinique (SFPC). Lille. 7 au 9 février 2018.

Travail de recherche supervisé par la doctorante

Microlearnings sur la sécurité d'administration des médicaments: un grand effet pour un petit contenu ?
S. Kostadinovic
Travail effectué pour l'obtention d'une Maîtrise Universitaire d'études avancées en pharmacie hospitalière (Master Advanced Studies). Université de Genève, 2021.

Communiqué de presse

Semaine d'action sécurité patients : APPRENDRE AU PUBLIC À UTILISER LES MÉDICAMENTS EN TOUTE SÉCURITÉ
HUG, Service de presse et relations publiques. 13 septembre 2018.

Autres communications sur internet

Parcours aventure sécurité médicaments :
https://faits-chiffres.hug.ch/2018/ete/apprendre-au-public-utiliser-les-medicaments-en-toute-securite/

https://panorama.hug.ch/html/2018/un-parcours-aventure-lhopital/

Liste des tableaux

Tableau 1 : Recherche autour de la pédagogie innovante à la Pharmacie des HUG 12
Tableau 2 : Six paradigmes prépondérants en pédagogie. Adapté de[67]. 14
Tableau 3 : Exemples de référentiels de compétences avec le public-cible et le pays d'origine. 23
Tableau 4 : Exemples de verbes associés aux différents domaines d'apprentissage et aux différents niveaux taxonomiques. Adapté de[89]..... 25
Tableau 5 : Exemples d'activités d'apprentissage en fonction des objectifs et du niveau visés pour les domaines cognitif, socioaffectif et psychomoteur.[69] 27
Tableau 6 : Exemples de méthodes d'évaluation des apprenants en fonction des niveaux de la pyramide de Miller révisée. Adapté de[108,109]..... 32
Tableau 7 : Les différentes modalités de simulation, leur description et des exemples. Adapté de[66,204]. 47
Tableau 8 : Principaux avantages et inconvénients de certaines méthodes pédagogiques innovantes. 54
Tableau 9 : Résultats détaillés de l'utilisation des MPI chez les pharmaciens. 82
Tableau 10 : Commentaires des utilisateurs de MPI (n=74). 84
Tableau 11 : Freins identifiés à l'utilisation des MPI par l'ensemble des répondants à l'enquête. 85

Liste des figures

Figure 1 : Corrélation entre erreurs médicamenteuses, événements indésirables médicamenteux et effets indésirables. Adapté de[5]. 2
Figure 2 : Challenge mondial « Medication Without Harm » diligenté par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).[10] 3
Figure 3 : Concept TeamSTEPPS™ pour améliorer les compétences de communication et de travail d'équipe parmi les professionnels de santé.[23] 5
Figure 4 : Multiples rôles du pharmacien hospitalier. Adapté de[38,39]. 8
Figure 5 : Participation à la formation et à la formation continue (formelle et informelle) parmi les adultes de 25 à 64 ans sur une période de 12 mois (2016).[41] 9
Figure 6 : Composantes principales de la compétence. Adapté du cours du Dr Thomas Fassier. Module 1 du CAS Formateur en Sciences de la Santé, édition 2020. 15
Figure 7 : Exemples d'organisations des connaissances.[65] 16
Figure 8 : Les différents domaines d'apprentissage. Adapté de.[70] 17
Figure 9 : Taxonomie du domaine cognitif (taxonomie de Bloom révisée par Krathwohl). Adapté de[70,71,73]. 18
Figure 10 : Taxonomies du domaine socioaffectif (à gauche) et du domaine psychomoteur (à droite). Adapté de[70,72]. 18
Figure 11 : Illustration du concept de zone proximale de développement.[75] 20
Figure 12 : Approche structurée et dynamique en six étapes pour l'ingénierie pédagogique : le cycle de Kern. Adapté de[76]. 21
Figure 13 : Illustration du concept d'alignement pédagogique. Adapté de[75,78]. 22
Figure 14 : Pyramide de la compétence. Adapté de[108,109]. 31
Figure 15 : Modèle de Kirkpatrick pour l'évaluation de la formation.[133] 36
Figure 16 : Pyramide des besoins humains fondamentaux de Maslow. Adapté de[141]. 38
Figure 17 : Théorie des attentes qui conditionnent la motivation pour se former selon Vroom. Adapté de[142]. 39
Figure 18 : Représentation graphique des interrelations entre des méthodes pédagogiques innovantes (microlearning, ludopédagogie, simulation, escape game, chambre des erreurs, serious game en ligne, instruction par les pairs, blended learning), les pédagogies distancielles et les pédagogies présentielles. D'après[96,136,161–163]. 42
Figure 19 : Simulation et cycle de l'apprentissage expérientiel. Adapté de[202,203]. 47
Figure 20 : Concept de l'instruction par les pairs inventé par Eric Mazur. Adapté de[226,231]. 51
Figure 21 : Caractéristiques d'une formation idéale. 55
Figure 22 : Design du questionnaire de l'enquête sur l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes en pharmacie hospitalière. 77
Figure 23 : Pays d'origine (a) et domaine d'activité (b) des pharmaciens hospitaliers répondants de l'enquête (n=119) 78

Figure 24 : Cadre d'enseignement (a) et niveau d'expérience dans l'enseignement (b) des pharmaciens hospitaliers répondants de l'enquête (n=119). 79
Figure 25 : (a) Publics-cibles des enseignements dispensés par les participants de l'enquête (n=119) ; (b) Fréquence des enseignements par année (n=119). 79
Figure 26 : (a) Nombre d'années d'enseignement (n=74) ; (b) Pourcentage d'utilisateurs de méthodes pédagogiques innovantes en fonction du nombre d'enseignements par année (n=119). 80
Figure 27 : Types de MPI utilisées en fonction du contexte d'enseignement (n total utilisateurs = 74 ; n utilisations en milieu académique = 72 ; n utilisations en milieu professionnel = 99). 80
Figure 28 : Parcours aventure sécurité médicaments, dispositif ludopédagogique pour sensibiliser les participants à l'utilisation sécuritaire des médicaments. 144
Figure 29 : Participante équipée d'une ceinture avec un mousqueton relié au parcours cordé et qui s'est arrêtée à une étape (poteau en bois) pour répondre à une énigme. 144
Figure 30 : Les 5 B de l'enseignement innovant. 192

Abréviations

ACOD : Anticoagulants Oraux Directs
ADDIE : Analyse, Design, Développement, Implantation, Évaluation
ADIPh : Association pour le Digital et l'Information en Pharmacie
AES : Adult Education Survey
AFPHB : Association Francophone des Pharmaciens Hospitaliers de Belgique
AMEE : International Association for MEdicale Education
APUS : Assistant en Pharmacie des Unités de Soins
AVK : Anti-Vitamine K
BEME : Best Evidence Medical and Health Professional Evidence
CAS : Certificate of Advanced Studies
DS : Dichotomous Scoring
EAHP : European Association of Hospital Pharmacists
EIG : Événement Indésirable Grave
EIM : Événement Indésirable Médicamenteux
EM : Erreurs de Médication
EPAs : Entrustable Professional Activities
EU : European Union
FPH : Foederatio Pharmaceutico Helvetiae (programme de formation post-gradué en pharmacie)
GSASA : Association Suisse des pharmaciens de l'administration et des hôpitaux
HBPM : Héparines de Bas Poids Moléculaires
HNF : Héparines Non Fractionnées
HUG : Hôpitaux Universitaires de Genève
IP : Instruction par les Pairs
ISMP : Institute for Safe Medication Practice
LFCo : Loi fédérale sur la Formation Continue
LMS : Learning Management System
LPMed : Loi fédérale sur les Professions Médicales
LPSan : Loi fédérale sur les Professions de Santé
MAS : Master of Advanced Studies
MLT : Mémoire à Long Terme
MPI : Méthodes Pédagogiques Innovantes
MT : Mémoire de Travail
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PCS : Pharmacie Clinique Spécialisée
PROFILES : Principal Relevant Objectives and Framework for Integrative Learing and Education in Switzerland
PS1/n : Partial Credit Scoring 1/n
PS50 : Partial Credit Scoring 50
QCM : Questionnaire à Choix Multiples
SCAR : Situation, Context, Assessment, Recommendation (Situation, Contexte, Appréciation, Recommandation en français)
SCORM : Sharable Content Object Reference Model
SEFRI : Secrétariat d'État à la Formation, à la Recherche et à l'Innovation
SIFEM : Société Internationale Francophone d'Education Médicale
SG : Serious Game
TCC : Théorie de la Charge Cognitive
VZA : Belgische Vereniging van Ziekenhuisapothekers

Chapitre I : Eléments de contexte et de théorie

I. La sécurité d'utilisation des médicaments

1. Les erreurs médicamenteuses

Un événement indésirable médicamenteux (EIM) est un préjudice résultant d'une intervention médicale liée à un médicament. Les EIM peuvent être dus aux effets propres du médicament (effets indésirables) ou imputés à des erreurs de médication (EM). Les EM sont définies comme étant des erreurs involontaires susceptibles de survenir à chaque étape du circuit du médicament lors de la prescription, la dispensation, le stockage, la préparation ou l'administration du médicament.[1,2] La caractérisation des EIM varie dans la littérature mais les EM sont considérées comme des EIM évitables (*Figure 1*).[3–5]

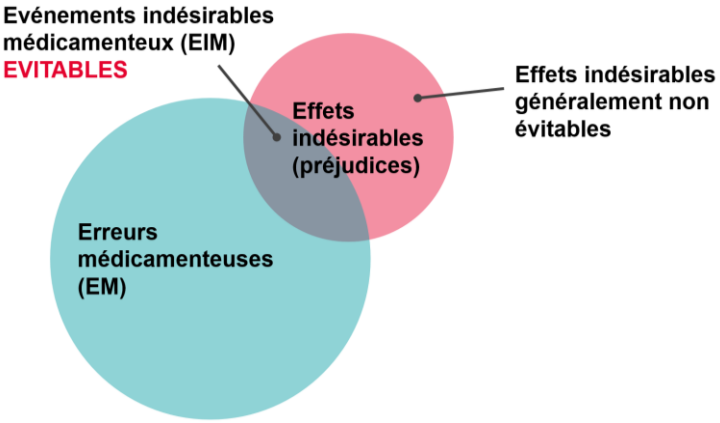


Figure 1 : Corrélation entre erreurs médicamenteuses, événements indésirables médicamenteux et effets indésirables. Adapté de[5].

Les trois types d'EM les plus fréquemment retrouvées sont l'erreur de dosage, le mauvais choix de traitement et le mauvais médicament administré au patient. Les causes des EM sont souvent plurifactorielles. Parmi les plus fréquentes, on trouve par exemple la méconnaissance du médicament (indications, formes galéniques disponibles, doses appropriées, voie d'administration adéquate, compatibilité) par les différents professionnels de santé, un mauvais suivi des procédures et des recommandations, des problèmes de communication ou encore des erreurs de préparation des médicaments (ex. erreurs de calculs de doses).[6]

La prévalence mondiale des EM reste à un niveau inacceptable malgré les efforts importants mis en œuvre pour améliorer la sécurité des médicaments.[7] Une récente méta-analyse a conclu qu'environ un patient sur trente est exposé à des préjudices évitables liés aux médicaments dans le cadre des soins médicaux, et que plus d'un quart de ces préjudices sont

considérés comme graves ou potentiellement mortels.[8] Ajouté à cela, le coût mondial associé à ces erreurs de médication est exorbitant, il a été estimé à 42 milliards de dollars par an.[9]

2. La sécurité d'utilisation des médicaments est un défi mondial

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère que la sécurité des médicaments est un défi mondial urgent et majeur. En mars 2017, elle a lancé une initiative sur 5 ans « *Medication Without Harm* » visant à réduire de 50 % les préjudices graves et évitables liés à la médication dans le monde.[10] Le cadre stratégique de l'initiative mondiale visant à réduire les EM s'articule autour de quatre domaines : les patients et le public, les professionnels de la santé, les médicaments, et les systèmes et pratiques autour de la médication (*Figure 2*).[11]

Figure 2 : Challenge mondial « Medication Without Harm » diligenté par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).[10]

Trois axes ont été déterminés comme prioritaires : la polymédication, les situations à hauts risques et les situations de transitions de soins. L'OMS a créé un guide sur chacune de ces thématiques pour rappeler les risques inhérents et proposer des actions à implémenter afin de limiter ces risques (ex. conciliation médicamenteuse, implication des patients, formation des professionnels de santé).[12–14] Depuis février 2022, cette campagne se poursuit. Diverses actions ont été mises en place pour les professionnels de santé et les patients, et faire de cette problématique un sujet au cœur de l'actualité : par exemple, une série de webinaires mensuels a été créée sur la sécurité des médicaments et le prochain « World Patient Safety Day » du 17 septembre 2022 est consacré à ce thème.[11,15]

Cette thèse s'est focalisée particulièrement sur deux de ces domaines, les **patients/le public** et les **professionnels de santé**, et plus particulièrement sur les sous-domaines de l'**implication des patients** (patient engagement), de la **sensibilisation du public** (public awareness) et de la **formation des professionnels de santé** (education and training).

3. Exemples de stratégies pour sécuriser l'utilisation des médicaments

Nombreuses sont les stratégies qui existent pour sécuriser l'utilisation des médicaments. Elles peuvent s'articuler autour de trois axes : l'**axe du processus médicamenteux** (ex. étapes de la prescription à l'administration, professionnels de santé), l'**axe patient** et l'**axe médicament** (optimisation de l'usage des produits). Nous ne citerons ici que quelques exemples qui sont en lien avec la partie expérimentale de cette thèse (Chapitre II).

a. Stratégies au niveau de l'axe du processus médicamenteux

i. Technologies au service de la sécurisation du circuit du médicament

Différentes technologies permettent de réduire les erreurs de la prescription à l'administration des médicaments. Il s'agit notamment des systèmes de prescription électronique, des armoires automatisées pour le stockage sécurisé des médicaments, des bracelets d'identification des patients et du dossier médical informatisé.[16,17]

ii. Règle des 5 B pour sécuriser l'administration des médicaments

Le fil conducteur de la sécurisation de l'administration médicamenteuse repose sur la règle des five Rights, ou règle des 5 B (« administrer au Bon patient, le Bon médicament, à la Bonne dose, sur la Bonne voie, au Bon moment»). Ils représentent des objectifs à atteindre, pour lesquels des stratégies sont définies et mises en œuvre. [18–20]

1. Le **bon patient**

S'assurer que le bon médicament va être administré au bon patient (ex. vérifier l'identité du patient).

2. Le **bon médicament**

S'assurer de donner au bon patient, le médicament prescrit (ex. lire de façon attentive l'étiquette du médicament).

3. La **bonne dose**

S'assurer d'administrer la bonne concentration, dilution, dose du médicament prescrit. (ex. double vérification des calculs de doses en cas de doute ou systématiquement pour certains médicaments).

4. La **bonne voie**

S'assurer d'utiliser la voie d'administration prescrite et que celle-ci est appropriée et sécurisée.

5. Le **bon moment**

Certains médicaments sont administrés à certaines heures et fréquences spécifiques. S'assurer que l'administration est réalisée au bon moment.[18–20]

iii. Outils pour améliorer la communication interprofessionnelle

Le processus médicamenteux fait intervenir plusieurs professionnels de santé qui doivent collaborer pour offrir la meilleure prise en charge aux patients. Ce travail en équipe est à la fois une richesse et une source de difficultés. L'interprofessionnalité peut engendrer par exemple une communication défaillante qui peut être la source d'erreurs médicamenteuses.[21] Le concept TeamSTEPPS™ propose un panel d'outils de travail d'équipe visant à améliorer les compétences de communication et le travail d'équipe parmi les professionnels de la santé (*Figure 3*).[22]

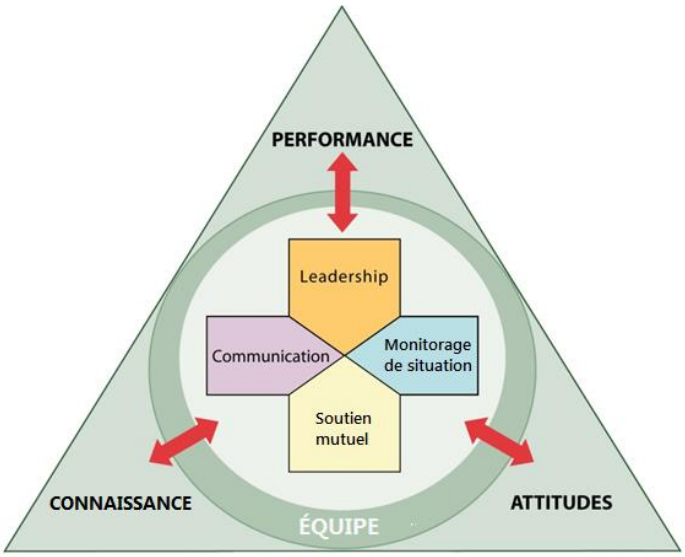


Figure 3 : Concept TeamSTEPPS™ pour améliorer les compétences de communication et de travail d'équipe parmi les professionnels de santé.[23]

Parmi les outils, le SCAR, pour Situation-Contexte-Appréciation-Recommandation en français, est un outil qui permet de structurer la transmission d'informations importantes. Il s'agit d'une méthode standardisée de communication initialement développée dans le monde de l'aviation et qui est bénéfique dans le monde de la santé.[24–26]

b. Stratégies au niveau de l'axe patient

Sécurité des patients Suisse est une fondation qui offre un large éventail d'actions dans le but de promouvoir la sécurité des patients dans le système de santé. Ses activités regroupent des collectes de données actualisées, des analyses de cas, des évaluations prospectives de risques, la mise au point de stratégies d'intervention et des recommandations d'action. La fondation est fortement engagée dans le domaine de la sécurité de la médication. Elle promeut notamment des actions de sensibilisation pour les patients comme la « Semaine d'action sécurité patient » qui a lieu chaque année, et met à disposition diverses brochures pour aider les patients à être acteurs dans la sécurisation de leur médication (ex. plan de médication pour répertorier l'ensemble de leurs traitements médicamenteux).[27–32]

c. Stratégies au niveau de l'axe médicament

i. Listes de médicaments à haut risques

L'Institute for safe medication practice (ISMP) est une organisation à but non lucratif qui consacre son activité à la prévention des EM. L'ISMP publie, entre autres, des listes de médicaments à haut risque (high-alert medication lists) établies à partir de déclarations volontaires de professionnels de santé, de la littérature et de questionnaires spécialisés. Ces listes sont adaptées aux différents milieux de soins (soins aigus, soins ambulatoires, soins de longue durée) afin d'aider les professionnels à mener des actions de prévention ciblées. Certaines classes thérapeutiques comme les médicaments antithrombotiques (ex. anticoagulants), les antidiabétiques (ex. insulines) ou les chimiothérapies sont communes aux différentes listes de l'ISMP.[33–35]

Une revue systématique de la littérature a permis d'établir le « top 10 » des médicaments incriminés dans les EM fatales et le « top 20 » des médicaments incriminés dans les EM non fatales, mais susceptibles d'être à l'origine d'hospitalisations, de prolonger les hospitalisations, de mettre en danger la vie d'autrui ou de causer des invalidités. On retrouve des médicaments comme le méthotrexate ou les anticoagulants par exemple.[36]

Ces listes sont utiles pour prioriser les actions à mettre en œuvre afin de sécuriser l'utilisation des médicaments, par exemple des actions de formation et de sensibilisation.

ii. Site internet de la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève

Le site internet de la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG) est destiné avant tout au personnel soignant des HUG mais ouvert aux autres professionnels de santé partout dans le monde. Le but est de mettre à disposition des informations sur les missions et le fonctionnement de la Pharmacie et de diffuser des recommandations actualisées, critiques et indépendantes sur les aspects pharmaceutiques des médicaments, en vue de contribuer à la qualité et à la sécurité de leur utilisation. Il participe non seulement à l'amélioration de l'axe médicament mais également de l'axe processus au niveau local.[37]

On y trouve par exemple des ressources documentaires sur les formes orales solides (capsules et comprimés) que l'on peut couper, écraser ou ouvrir ; des documents sur la compatibilité en Y des médicaments injectables et avec la nutrition parentérale ; des documents contenant des informations pour faciliter les calculs de dose et les conversions d'unités.

4. Le rôle du pharmacien hospitalier dans la sécurisation de l'utilisation des médicaments

L'association suisse des pharmaciens de l'administration et des hôpitaux (GSASA) définit le pharmacien hospitalier comme le spécialiste du médicament. Il a la responsabilité de s'assurer que chaque patient hospitalisé bénéficie d'un traitement médicamenteux efficace et de haute qualité. Il doit fournir diverses prestations comme la gestion des médicaments, la fabrication et la préparation de médicaments ainsi que des prestations cliniques et orientées « patients ». A toutes ces étapes, le pharmacien hospitalier est garant de la sécurité d'utilisation des médicaments.[38]

Le pharmacien hospitalier a de multiples rôles similaires à ceux du médecin tel que proposé dans le référentiel médical CanMeds (*Figure 4*).[39] Parmi ceux-ci, Le pharmacien « érudit » et « enseignant » s'engage dans les formations pré-grade, post-grade et continue théorique et pratique des pharmaciens et d'autres professionnels de la santé. Il est également un « promoteur de la santé » qui mène des actions de sensibilisation auprès des patients et du grand public.[38,40]

Figure 4 : Multiples rôles du pharmacien hospitalier. Adapté de[38,39].

II. La formation et la sensibilisation

1. La formation continue des professionnels de santé en Suisse

The Adult Education Survey (AES) est une enquête européenne qui a lieu tous les 5 ans et qui permet de déterminer la proportion d'adultes âgés de 25 à 64 ans ayant eu une activité de formation (formelle ou informelle) au cours d'une année. Les résultats de la dernière enquête de 2016 montrent que la Suisse occupe la première marche du podium pour la participation à la formation et à la formation continue dans l'Union européenne (*Figure 5*).[41]

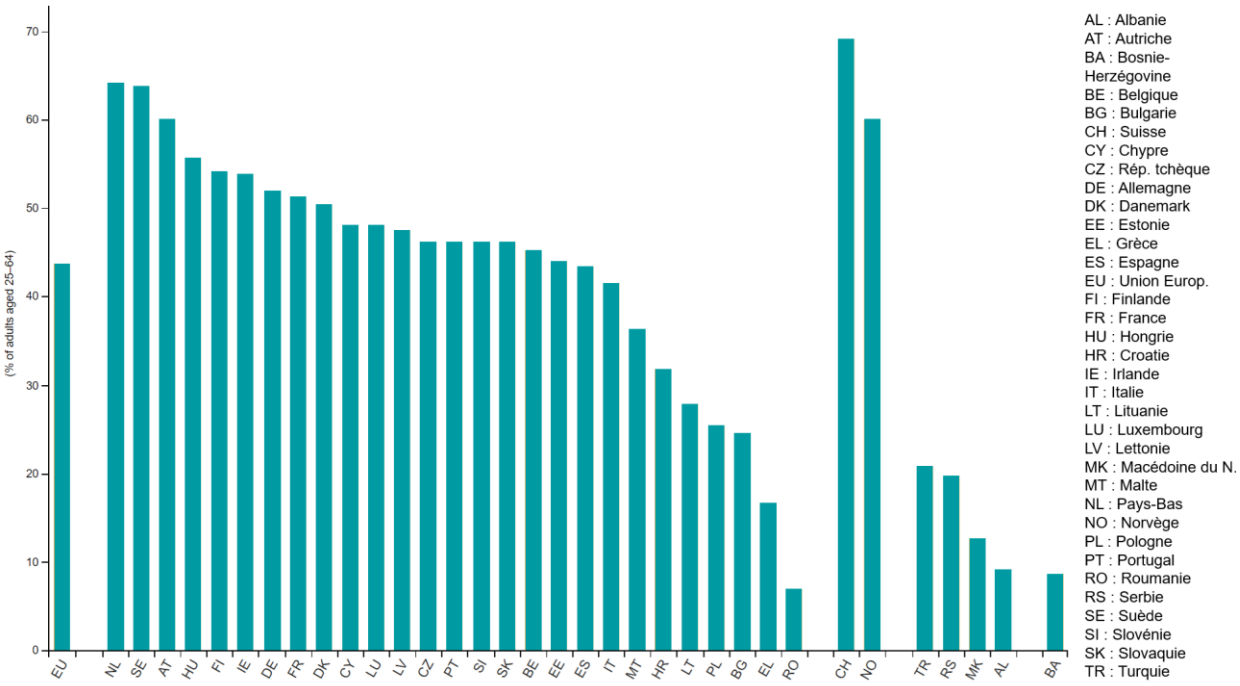


Figure 5 : Participation à la formation et à la formation continue (formelle et informelle) parmi les adultes de 25 à 64 ans sur une période de 12 mois (2016).[41]

Par ailleurs, la Suisse assied sa position en inscrivant dans ses textes une loi fédérale sur la formation continue ou LFCo.[42] Cette loi a pour vocation d'encourager davantage le développement de la formation continue et de maintenir la Suisse au rang de pôle d'excellence.[43] La Suisse a donc une culture de la formation continue bien ancrée pour tout un chacun.

Le pharmacien hospitalier est amené à collaborer avec d'autres professionnels de la santé au sein de la pharmacie (ex. assistant en pharmacie) et au sein des unités de soins (ex. médecins, infirmiers).

Selon la Loi fédérale sur les professions médicales (LPMed) qui régit les professions de médecin et de pharmacien en Suisse, la formation continue est obligatoire à partir de l'obtention d'un titre post-grade et jusqu'à la fin de l'exercice professionnel.[44] Elle permet de garantir la mise à jour des connaissances et des compétences professionnelles.

Actuellement en Suisse, aucune disposition légale n'oblige les infirmiers à la formation continue. Cependant, la Loi fédérale sur les professions de santé (LPSan) qui régit cette profession, encourage fortement à approfondir et développer ses compétences de façon continue tout au long de la vie.[45]

La formation initiale des assistants en pharmacie est soumise à l'Ordonnance du Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) mais il n'existe pas de disposition légale spécifique à cette profession quant à la formation continue.[46]

2. La sensibilisation des patients et du grand public

Dans son challenge mondial « Medication Without Harm », l'OMS rappelle que tout le monde a un rôle à jouer dans la sécurité autour des médicaments.[10]

On évoque souvent le « parcours de soin » en faisant référence à un environnement complexe dans lequel le patient se retrouve passivement projeté. Une étude sur les perceptions des patients a mis en évidence que la communication sur les médicaments pendant les séjours hospitaliers, par exemple, méritait d'être améliorée.[47] Le patient doit être considéré comme un partenaire indispensable dans sa prise en charge médicamenteuse à l'hôpital et en ville, et un acteur de la sécurité des soins.[48] De plus, l'implication des patients est associé à une meilleure satisfaction et à de meilleurs résultats en matière de soins.[49]

L'OMS encourage l'autonomisation des patients et recommande des interventions de sensibilisation pour réduire les dommages liés aux médicaments.[50,51] L'engagement des patients est une des conditions essentielles à la sécurité des médicaments.

3. Formations déjà développées par la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève

Le pharmacien hospitalier a un rôle à jouer dans la formation des professionnels de santé.[38] Sécuriser l'utilisation des médicaments est un des axes prioritaires quotidiens de la Pharmacie des HUG qui s'emploie à la faire progresser de manière constante depuis plusieurs années. La recherche autour de pédagogies innovantes sur cette thématique s'y développe autour des axes processus et patient, sur différents sujets et pour différents publics-cible.[52,53] L'objectif de cette recherche est d'éliminer les formations traditionnelles *ex cathedra* au profit de formations

plus innovantes et diversifiées. En effet, ces dernières années, la pharmacie s'est orientée vers des formats pédagogiques innovants plus agiles sur le plan organisationnel (ex. e-learnings) et qui proposent une approche d'apprentissage actif et ludopédagogique (ex. escape room) (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Recherche autour de la pédagogie innovante à la Pharmacie des HUG

	Public(s)-cible	Recherche autour de la pédagogie innovante. Formations développées.
AXE PROCESSUS	**Médecins**	Création et évaluation d'une formation e-learning pour améliorer la prescription de la nutrition parentérale pédiatrique.[54]
	Infirmiers	Développement et évaluation d'un e-learning sur la sécurité d'administration des médicaments injectables et évaluation de son apport au travers d'une « chambre des erreurs ».[55]
	Médecins, infirmiers et pharmaciens	▪ Création de formations e-learning sur les aspects cliniques en nutrition parentérale en néonatologie et pédiatrie ;[56] ▪ Création d'un microlearning pour prévenir le risque d'insuffisance rénale aiguë en lien avec les médicaments néphrotoxiques.[56]
	Pharmaciens et préparateurs en pharmacie	▪ Création d'une plateforme éducative et collaborative, Pharm-Ed, pour une gestion efficiente, sûre et rationnelle des médicaments dans les hôpitaux des pays en développement ;[57] ▪ Développement et évaluation d'un e-learning en pharmacie hospitalière sur les risques liés à la manipulation des médicaments cytotoxiques ;[58] ▪ Développement et évaluation d'un module d'apprentissage en ligne pour les pays à revenu faible et intermédiaire sur la manipulation sûre des médicaments de chimiothérapie.[59] ▪ Développement et évaluation d'un escape game sur les bonnes pratiques de fabrication pour les pharmaciens et les préparateurs;[60] ▪ Création et évaluation d'une chambre des erreurs pour améliorer les connaissances des opérateurs en production sur l'unité de préparation des cytostatiques ;[61] ▪ Développement et évaluation d'une formation ludo-pédagogique pour promouvoir le lavage des mains et la désinfection des mains dans les pharmacies d'hôpitaux ;[62] ▪ Développement et évaluation d'une formation ludo-pédagogique pour apprendre à utiliser un robot de production de chimiothérapie.[63]
AXE PATIENT	**Patients**	Elaboration d'un outil pédagogique d'information sur les médicaments destinés aux patients.[64]

III. Eléments généraux de pédagogie

1. Apprendre et enseigner

a. L'apprentissage : définition

En français, le verbe apprendre signifie à la fois apprendre soi-même (to learn) et apprendre à quelqu'un, c'est-à-dire enseigner à quelqu'un (to teach).

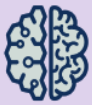
L'apprentissage peut se définir de plusieurs manières. Ambrose le définit comme un « processus qui conduit à un changement résultant de l'expérience et qui augmente le potentiel d'amélioration des performances et d'apprentissage futur ».[65] Pelaccia le définit comme une « activité de construction et d'organisation de connaissances, qui doit permettre à un apprenant d'agir efficacement en situation professionnelle ».[66] Cette définition peut s'interpréter tant du point de vue de l'apprenant que de l'enseignant.

b. Les théories de l'apprentissage et les paradigmes de l'enseignement

Les théories de l'apprentissage sont nombreuses et forment un immense kaléidoscope. Six paradigmes sont prépondérants en pédagogie et pertinents pour l'enseignement en santé : le béhaviorisme, le cognitivisme, le constructivisme, le socioconstructivisme, l'humanisme et l'apprentissage transformatif (*Tableau 2*).[67]

Les paradigmes en pédagogie font référence à une façon de concevoir l'objectif de l'enseignement, la façon d'enseigner et le rôle des enseignants et des apprenants. Ces paradigmes traduisent des courants de pensée initiés par des théoriciens de divers horizons (psychologie, éducation, linguistiques, etc…). Ils influencent ensuite la conception et la pratique de l'enseignement ou comment les apprenants sont évalués par exemple. Bien que présentés séparément pour un gain en clarté, ces paradigmes peuvent se chevaucher et être utilisés conjointement dans un même enseignement.

Tableau 2 : Six paradigmes prépondérants en pédagogie. Adapté de[67].

	Objectif de l'enseignement	Résultats escomptés d'apprentissage	Principles clef	Exemples pratiques dans l'enseignement en santé	Théoriciens clef
BÉHAVIORISME					
	Façonner des comportements souhaités chez les apprenants	Changement d'un comportement observable (type, fréquence)	Produire des résultats observables et mesurables (stimulus-réponse); l'enseignant façonne le comportement puis le renforce	Liste de vérification des compétences; examens à choix multiples basés sur la mémorisation; répétition et renforcement	Pavlov; Skinner
COGNITIVISME					
	Faire en sorte que les apprenants se souviennent des informations et les appliquent	Percevoir des informations, les traiter, les stocker et les récupérer (mémoire) et les appliquer (transfert)	Structurer, organiser et séquencer les informations pour faciliter un traitement optimal par le cerveau	Enseignement interdisciplinaire; apprentissage par le test; pratique distribuée; échec productif	Neisser; Sweller
CONSTRUCTIVISME					
	Permettre aux apprenants d'acquérir et de créer de nouvelles connaissances	Construire activement de nouvelles connaissances sur la base des connaissances antérieures	Guider l'apprenant dans la résolution de problèmes et lui permettre d'aller au-delà des informations données	Découverte guidée; variation contextuelle; évaluation dynamique; apprentissage par problèmes	Piaget; Vygotsky
SOCIO-CONSTRUCTIVISME					
	Permettre aux apprenants de trouver leur identité et co-construire des connaissances	Co-construction de connaissances et de normes par l'interaction sociale	Mettre l'accent sur les relations humaines; apprendre par la participation et en contexte	Apprentissage cognitif; apprentissage sur le lieu de travail; communautés de pratique	Lave & Wenger; Brown & Duguid
HUMANISME					
	Permettre aux apprenants de développer leur épanouissement personnel	Développement personnel	Focus sur la liberté, la dignité et le potentiel de l'être humain; l'enseignement répond aux besoins affectifs et cognitifs	Réflexion sur soi-même; évaluations basées sur le portfolio; apprentissage auto-dirigé	Rogers; Maslow
APPRENTISSAGE TRANSFORMATIF					
	Inspirer les apprenants pour qu'ils deviennent des agents de changement de la société	Changer les façons de voir (transformation)	Mettre l'accent sur l'équité et la justice sociale; les apprenants sont des agents du changement	Réflexion critique/réflexivité; dialogue; histoires/narrations	Freire; Kincheloe

Ces différents paradigmes de l'apprentissage ne sont pas classés dans un ordre chronologique d'apparition dans le temps mais en fonction de la place de l'apprenant et de celle de l'enseignant. Le courant béhavioriste prône une toute puissance de l'enseignant qui est « celui qui sait » et qui, par son enseignement, va instruire l'apprenant qui est considéré comme une page vierge. Le cognitivisme amorce un intérêt de l'enseignant pour l'apprenant – comme n'étant pas seulement un récepteur qu'il faut stimuler de telle façon pour obtenir telle réponse – et pour la manière la plus efficace d'enseigner pour que l'apprenant apprenne. Le constructivisme reprend les bases du cognitivisme mais en centrant davantage l'approche sur l'apprenant, le considérant non plus comme une ardoise blanche mais comme un individu qui a déjà des connaissances et des croyances qui influencent sa manière d'apprendre. Le socioconstructivisme place l'apprenant au centre de l'apprentissage mais en incluant son

environnement et ses pairs qui influencent également sa manière d'apprendre. L'humanisme et l'apprentissage transformatif sont des courants totalement centrés sur l'apprenant, lui octroyant respectivement le pouvoir de s'épanouir lui-même et de devenir un agent de changement de la société qui l'entoure.

Du behaviorisme à l'apprentissage transformatif, les approches sont de plus en plus centrées sur l'apprenant et celui-ci gagne en autonomie dans son apprentissage. Parallèlement, l'enseignant qui modelait l'apprenant devient un facilitateur qui l'incite à l'exploration. Les méthodes pédagogiques innovantes qui seront évoquées plus loin tendent à l'autonomisation de l'apprenant et à faire de l'enseignant un facilitateur favorisant la réflexivité de l'apprenant.

2. La compétence

a. Définition

La compétence est en quelque sorte une unité de référence en pédagogie, comme le mètre l'est pour mesurer la taille. Elle peut se définir comme étant un « ensemble de ressources dont la mobilisation conjointe permet au professionnel de santé d'agir efficacement dans les différentes situations de l'exercice de son métier.[66] La *Figure 6* illustre que la compétence (competency) est une capacité (ability) du professionnel de santé qui intègre de multiples composants tels que le savoir (knowledge), le savoir-faire et des habilités (skills), le savoir-être et des valeurs (attitudes, values).[68] Ces trois domaines de la compétence sont à prendre en compte quand l'enseignant conçoit et évalue sa formation.

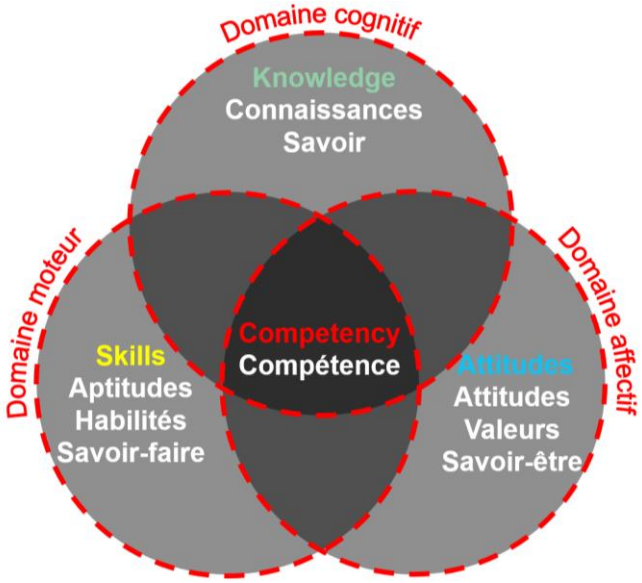


Figure 6 : Composantes principales de la compétence. Adapté du cours du Dr Thomas Fassier. Module 1 du CAS Formateur en Sciences de la Santé, édition 2020.

b. Novices versus experts[65,69]

L'organisation des connaissances au niveau cérébral est très différente selon le niveau d'expertise des apprenants. Un apprenant novice a des connaissances éparses et sa capacité à créer des liens et à transférer des connaissances est faible alors que l'apprenant expert a des connaissances riches et structurées et est à même de faire de nombreux liens lors de l'apprentissage.

L'organisation des connaissances peut être illustrée de manière schématisée en représentant les éléments de connaissances par des nœuds et les relations entre elles par des liens *(Figure 7)*. Les organisations de connaissances A et B sont assez typiques de celle des novices avec peu de connexions entre les nœuds. La rareté des liens entre les composants dans le cas A, par exemple, indique que le sujet n'a pas encore développé la capacité de créer les relations entre les différents éléments de connaissance. On pourrait retrouver ce type d'organisation chez de jeunes étudiants en pharmacie qui assistent à des cours dans différentes disciplines sans percevoir la transversalité entre celles-ci. L'individu B présente des connaissances disposées sous forme d'une chaîne d'associations mais les connexions sont éparses. Cela pourrait être un sujet qui a retenu chaque étape d'une procédure pour fabriquer une chimiothérapie mais qui se trouverait en difficulté si l'un des maillons de la chaîne venait à se rompre ou qu'une déviation était nécessaire par rapport à la procédure standard.

Le novice se questionne en général sur « comment faire ? », il a besoin d'un cadre et de trucs et astuces pour fonctionner. Son savoir est très cloisonné, difficilement transférable, il dispose de peu de flexibilité et il ne prendra pas ou peu d'initiatives.

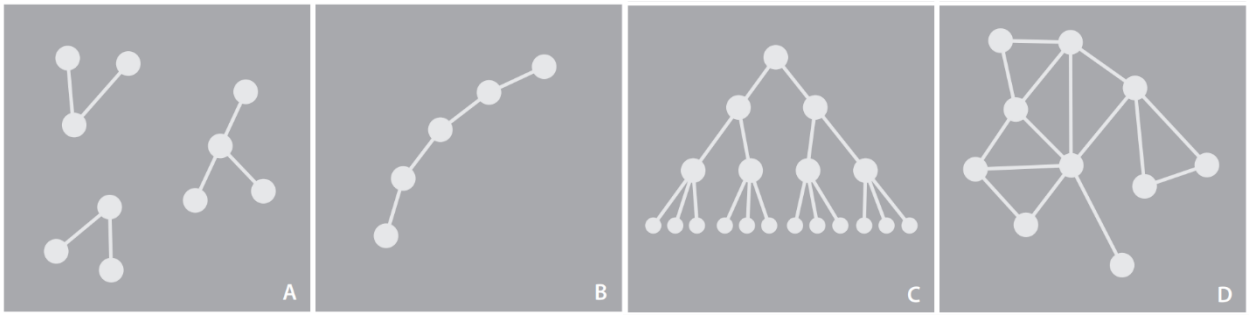


Figure 7 : Exemples d'organisations des connaissances.[65]

En revanche, les organisations de connaissances C et D sont plus typiques de celle des d'experts. L'individu C présente des connaissances hiérarchisées, comme par exemple un pharmacien clinicien senior qui maîtrise parfaitement les différentes classes d'antibiotiques et

leurs indications. La structure D montre moins de hiérarchie mais encore davantage de liens qui démontre un haut niveau de plasticité et d'agilité.
L'expert est dans le partage d'expérience et dans la contribution. Ses connaissances sont très inter-reliées, faciles d'accès, facilement transférables. Il possède une grande flexibilité pour s'adapter à tous types de scénarios et sa force d'initiative est élevée.
Une formation a en général pour objectif d'amener l'apprenant novice à un niveau plus élevé pour tendre vers le niveau expert. Si l'apprenant est plus expérimenté, l'enseignement devra en tenir compte.

3. Les taxonomies des domaines d'apprentissage

Il est possible de classer un apprentissage selon trois grandes catégories : le domaine cognitif, le domaine socioaffectif et le domaine psychomoteur (*Figure 8*).[70–72] Il est tout à fait possible qu'un apprentissage regroupe plusieurs de ces catégories, on le classera alors dans le domaine qui prédomine ou qu'on souhaite mettre en exergue.

Figure 8 : Les différents domaines d'apprentissage. Adapté de.[70]

Dans chacun de ces domaines, les apprentissages peuvent se faire à des niveaux différents qui forment un continuum allant d'un apprentissage en surface (ex. connaître) à un apprentissage en profondeur (créer). On peut décliner chaque domaine en niveaux taxonomiques pour classer les apprentissages du plus simple au plus complexe. Ces taxonomies ont été développées par des auteurs différents : Bloom et Krathwohl pour le domaine cognitif (*Figure 9*), Berthiaume et Daele pour les domaines socioaffectif et psychomoteur (*Figure 10*).[71–73]

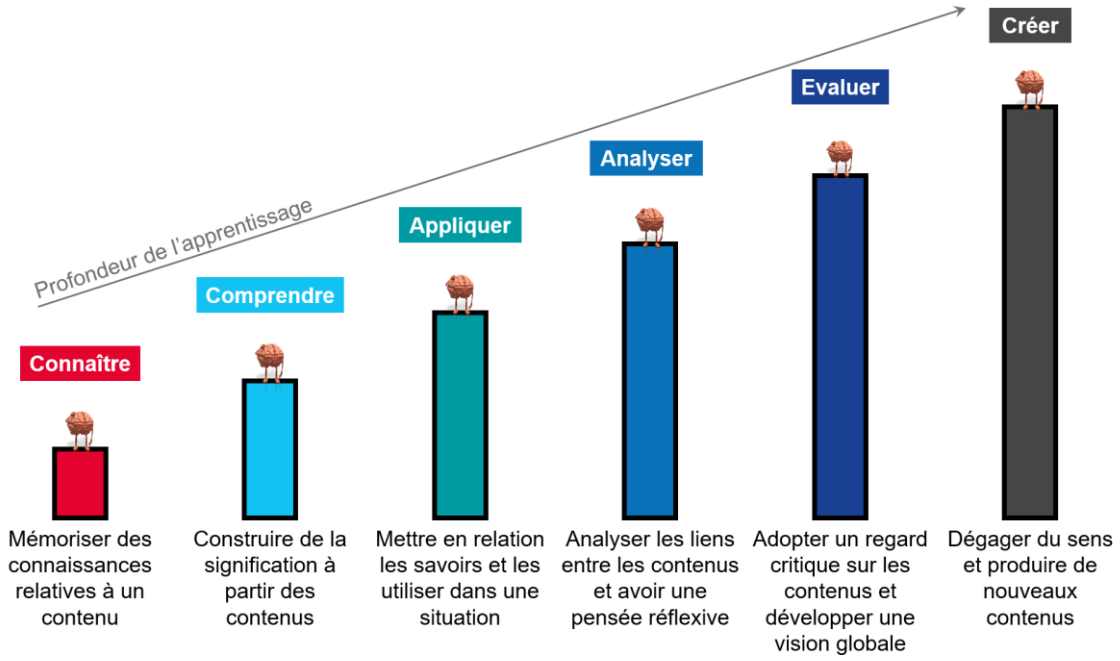


Figure 9 : Taxonomie du domaine cognitif (taxonomie de Bloom révisée par Krathwohl). Adapté de[70,71,73].

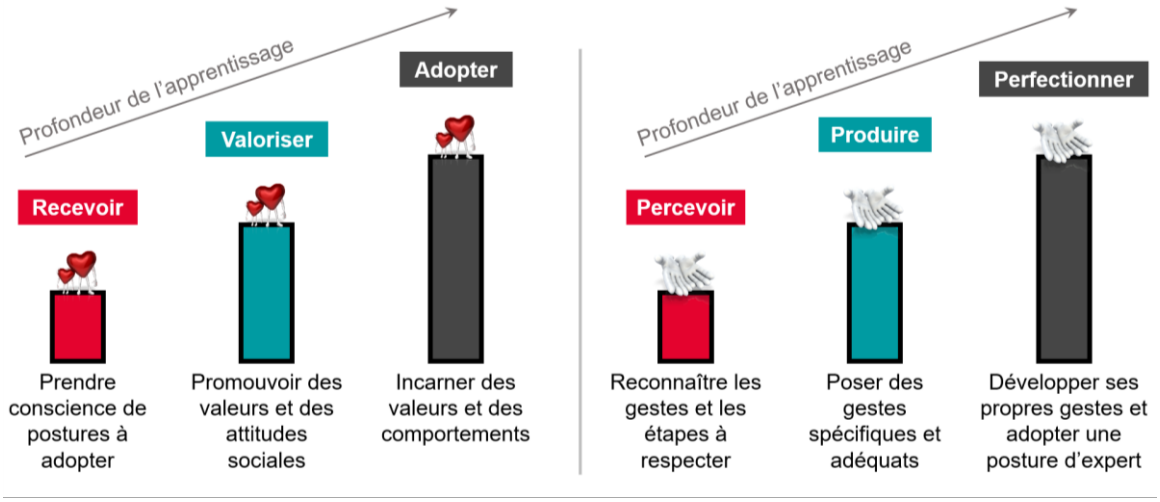


Figure 10 : Taxonomies du domaine socioaffectif (à gauche) et du domaine psychomoteur (à droite). Adapté de[70,72].

Plus on vise de hauts niveaux taxonomiques, plus l'apprentissage se fera en profondeur et l'enseignement sera au plus proche des activités professionnelles de l'apprenant. Ces taxonomies sont très utiles pour la formulation des objectifs pédagogiques (IV.2.b.).

4. Les concepts de base pour l'ingénierie pédagogique

Le pharmacien enseignant est avant tout un expert de son domaine, il possède un grand nombre de connaissances acquises au fil du temps et de son expérience. Il en découle que son réseau de connaissances est très fourni et ramifié, lui conférant la capacité de résoudre rapidement des problématiques complexes dans son domaine d'expertise. Cependant, l'enseignement requiert de créer des conditions d'apprentissages les plus favorables possibles pour des apprenants qui ne sont pas experts. Cela passe par plusieurs stratégies comme adapter le niveau de son enseignement à celui de ses apprenants, structurer son enseignement et en garantir la cohérence.[66]

a. Adapter le niveau de son enseignement à celui de ses apprenants

La zone proximale de développement est un concept qui peut s'apparenter à la force nécessaire qu'un basketteur va mettre dans le lancer de son ballon pour qu'il finisse dans le panier. Si la force conférée est trop faible, le ballon ne sera pas suffisamment propulsé pour atteindre le panier et le geste sera vain. Si la force du lancer est trop importante, le ballon passera au-dessus de sa cible et partira trop loin, le geste sera également vain. Si le basketteur est un enseignant, et que la force donnée au ballon est le niveau de difficulté de l'enseignement qu'il donne, on comprend que pour que l'apprenant apprenne, l'enseignement ne doit pas être trop facile (l'apprenant sait faire seul) ni trop difficile (l'apprenant ne peut pas faire même avec de l'aide). Le stress engendré par un trop grand niveau de difficulté empêche l'apprentissage, avec un risque de découragement et de décrochage de l'apprenant. Ainsi, un apprenant novice ne peut pas devenir expert directement mais doit être accompagné dans une zone supérieure d'apprentissage optimale pour développer progressivement de nouvelles compétences (*Figure 11*).[74]

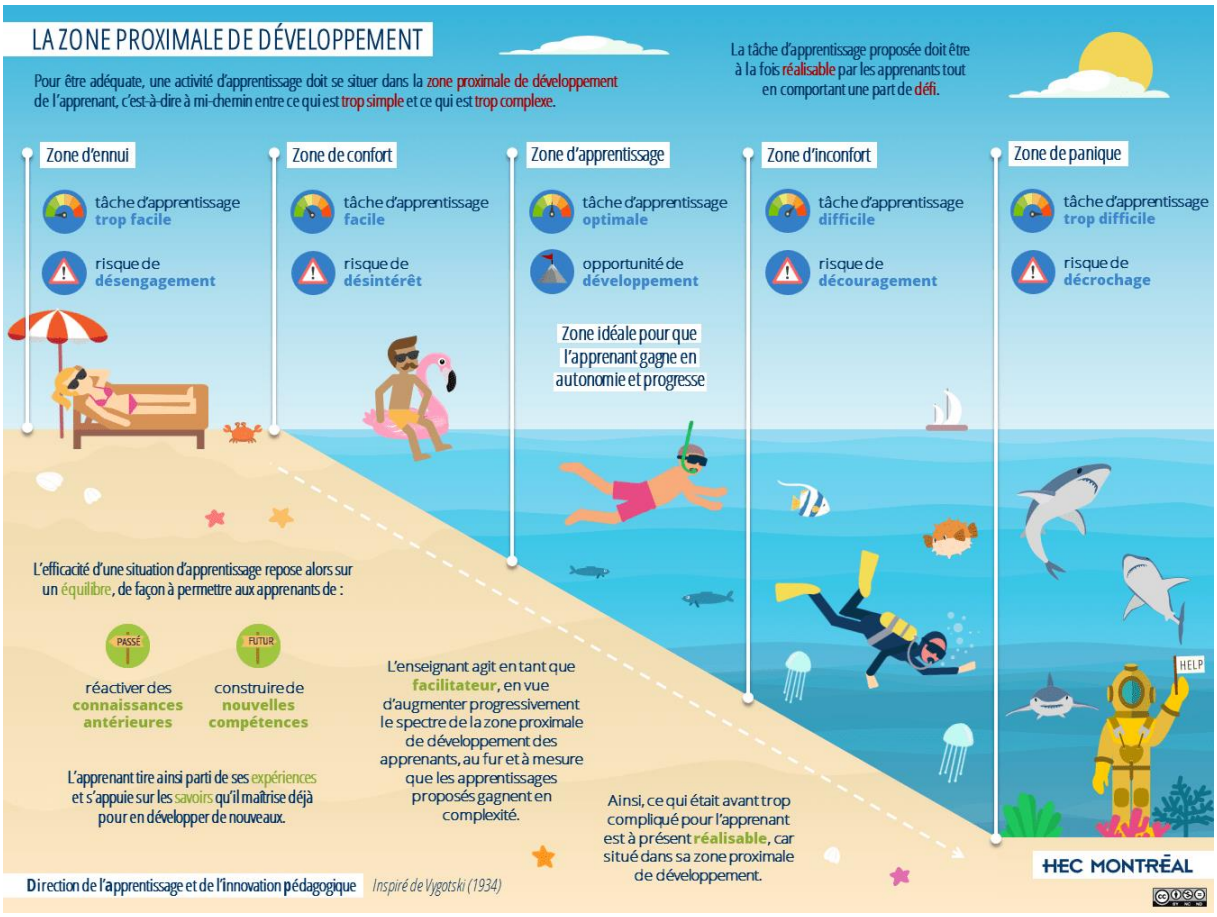


Figure 11 : Illustration du concept de zone proximale de développement.[75]

b. Structurer son enseignement

Thomas et Kern proposent une approche structurée et dynamique pour l'ingénierie pédagogique.[76] Initialement définie pour planifier un curriculum en santé, cette méthode peut s'appliquer à tout type de formation et de toute ampleur (curriculum entier ou formation unique). Elle se décompose en 6 étapes et présente l'intérêt de montrer qu'on peut revenir à tout moment à une étape antérieure dans une démarche d'amélioration continue (*Figure 12*).

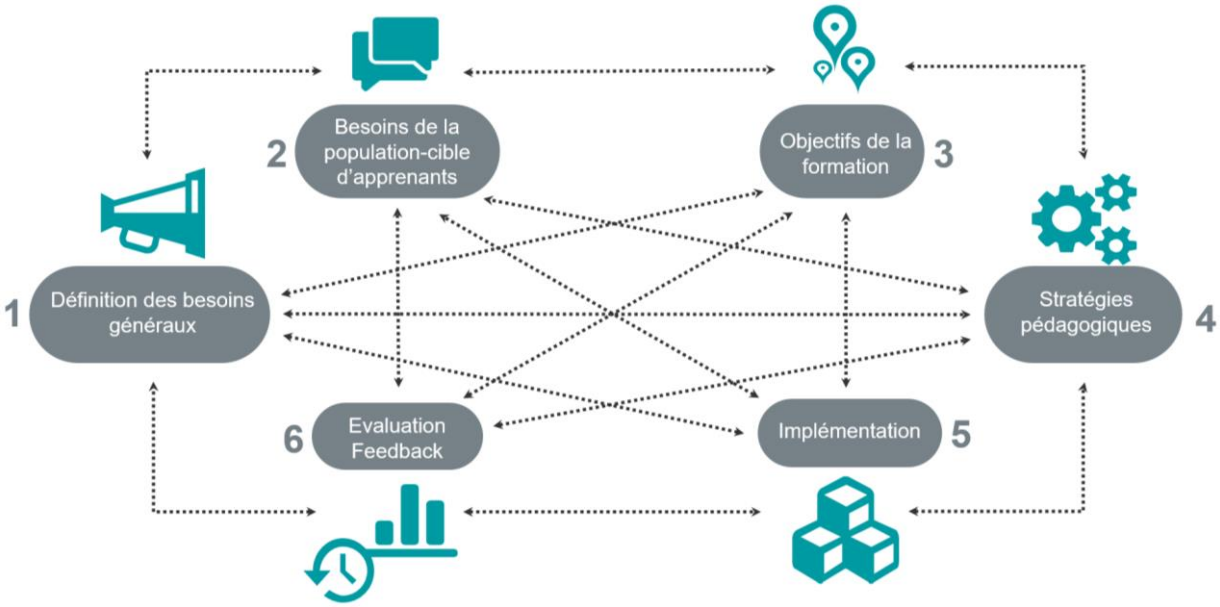


Figure 12 : Approche structurée et dynamique en six étapes pour l'ingénierie pédagogique : le cycle de Kern. Adapté de[76].

Les différentes étapes du cycle concernant la conception, l'implémentation et l'évaluation d'un dispositif de formation sont revues de manière détaillée aux points IV et V.

Il existe d'autres modèles d'ingénierie pédagogique comme la méthode ADDIE (Analyse, Design, Développement, Implantation et Évaluation). Cette méthode comporte les mêmes étapes qui sont successives et itératives, mais elles sont exprimées différemment de la méthode de Kern : les étapes 1 et 2 du cycle sont rassemblées dans la phase d'analyse, l'étape 3 est inclue dans le design, et l'étape 4 se découpe entre le design et le développement. Cette méthode ne mentionne pas le feedback à l'apprenant.[77]

c. Garantir une cohérence dans l'enseignement

Selon John Biggs, professeur de psychopédagogie, un bon système pédagogique cherche à lier les activités d'enseignement et les activités d'évaluation aux objectifs pédagogiques, de sorte que tous les aspects du système s'accordent à appuyer l'apprentissage des apprenants (*Figure 13*).[78] On parle d'alignement pédagogique. Ainsi, si l'objectif pédagogique est de maîtriser les règles de base du calcul de doses, le format et le contenu pédagogique devront permettre à l'apprenant de réviser ces règles et de s'entraîner, et l'évaluation devra vérifier qu'il est capable d'appliquer ces règles en lui faisant faire des calculs.

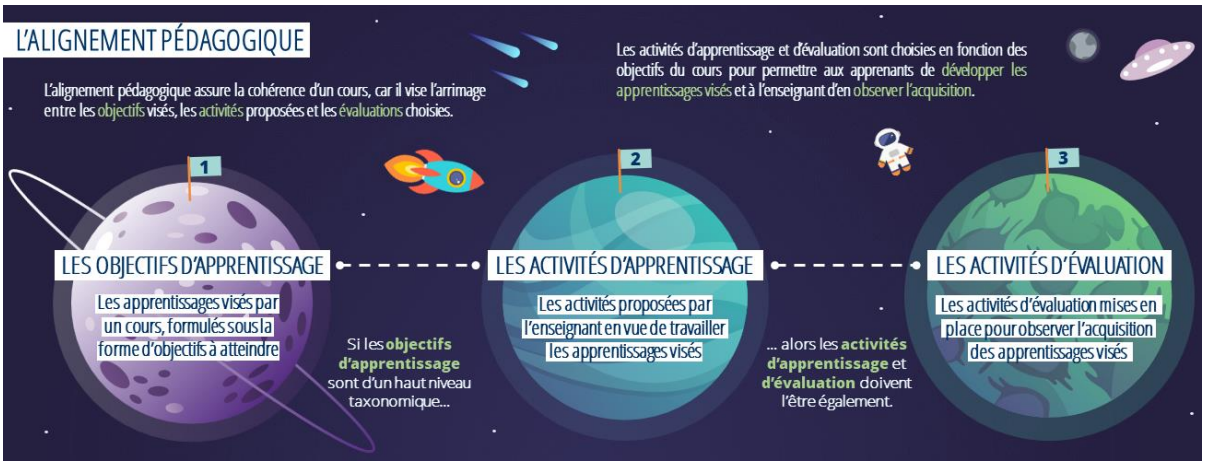


Figure 13 : Illustration du concept d'alignement pédagogique. Adapté de[75,78].

5. Les référentiels de compétences

Dans l'approche par compétence ou « Outcome-Based Education », c'est la compétence visée à la fin de l'enseignement qui va conditionner la formation et son évaluation.[79] Un référentiel de compétences inventorie les compétences requises pour l'exercice d'une activité professionnelle. Il peut avoir été établi par une association, des experts, une loi, etc…

La structure d'un référentiel de compétences est variable mais comporte souvent : des domaines ou profils (ex. le médecin expert médical) qui nécessitent pour chacun l'acquisition de compétences-clef (ex. démontrer une prescription sécuritaire) qui se déclinent en connaissances (savoir), habiletés (savoir-faire) et attitudes (savoir-être). Les compétences-clef sont traduites en compétences habilitantes qui sont observables (ex. déterminer la prescription et le traitement en fonction de l'état du patient et ajuster en fonction du poids […]).

On retrouve aussi dans certains référentiels de compétences le terme d'« Activités Professionnelles Confiables » (Entrustable Professional Activities, EPAs) pour décrire des compétences habilitantes.[80]

Il existe de multiples référentiels de compétences adressant des publics cibles et des niveaux de formation variés (*Tableau 3)*.

Tableau 3 : Exemples de référentiels de compétences avec le public-cible et le pays d'origine.

Référentiel	Public-cible	Pays
CanMEDS[39]	Médecins (pré-grade)	Canada
PROFILES[80]	Médecins (pré-grade)	Suisse
Programme de formation post-grade FPH en pharmacie hospitalière[81]	Pharmaciens hospitaliers	Suisse
National Competency Framework for Primary Care Pharmacy Technicians[82]	Assistants en pharmacie (pré-grade)	Royaume Uni
Compétences finales pour les professions de la santé[83,84]	Infirmiers, diététiciens, sages-femmes, ergothérapeutes, physiothérapeutes, techniciens en radiologie médicale	Suisse
Référentiel de compétences liées à la sécurité des patients[85]	Tous les professionnels de la santé	Canada
Référentiel de compétences interprofessionnel[86]	Tous les professionnels de la santé	Canada
Référentiel de compétences de l'Université des Patients[87]	Patients	France

Ces référentiels de compétences sont très inégaux dans leurs structures et dans les domaines de compétences visées. Les référentiels canadiens, le référentiel PROFILES et le référentiel pour les assistants en pharmacie britannique sont très structurés et précis (rôles, compétences-clef, compétences habilitantes) tandis que les autres sont plutôt des catalogues d'objectifs de compétences.

Quoi qu'il en soit les référentiels de compétences sont très utiles pour le formateur car il s'agit d'une base sur laquelle il peut s'appuyer pour concevoir sa formation. Ce sont également des sources sur lesquelles on peut s'appuyer pour démontrer l'importance d'une formation auprès des décideurs-payeurs.

IV. Conception et implémentation d'un dispositif de formation

1. Evaluer les besoins de formation

Les deux premières étapes du cycle de Kern (*Figure 12*) consistent à faire un état des lieux des besoins généraux et des besoins de la population-cible de la formation. Ces étapes sont cruciales pour découvrir les différentes parties prenantes (qui ? pour qui ?), connaître les besoins et la place de la formation (pourquoi ?) et définir ensuite ce qui doit être enseigné (quoi ?) et la manière de l'enseigner (comment ?).

a. Identification des problèmes et des besoins du mandant de la formation

Le plus souvent une formation ou un enseignement apparaissent comme une *offre* pour l'apprenant. Une formation répond à la *demande* d'un mandant qui peut être une personne, une institution, une organisation, etc… Le mandant définit le besoin que la formation est censée satisfaire (ex. réactualiser les connaissances sur les anticoagulants), qui naît la plupart du temps d'un fossé constaté entre la situation actuelle (ex. nombre trop important d'événements indésirables graves impliquant les médicaments anticoagulants) et la situation que l'on vise. Il est également possible de s'inspirer d'un référentiel de compétences pour décider de mettre en place une formation. Le mandant occupe une position de force car c'est lui qui va probablement conditionner son existence et sa pérennisation. Il s'agit donc de répondre à ses besoins.[66]

b. Besoins du public-cible

D'un autre côté, le public-cible de la formation a également des besoins qu'il convient de considérer. L'efficacité de la formation dépend de l'engagement des apprenants, de leur motivation à apprendre ; ils seront d'autant plus motivés qu'ils pensent que la formation leur est utile.[65,88] Une analyse directe des besoins peut, par exemple, être effectuée via un sondage ou un stage d'immersion. Une analyse indirecte peut se faire à partir d'une base de données ou à partir de déclarations d'incidents.

2. Déterminer les objectifs pédagogiques

a. Les objectifs généraux et spécifiques

La rédaction d'objectifs d'apprentissage est essentielle dans une démarche d'ingénierie de formation pour « rendre opérationnelle une intention pédagogique ».[66]

Les objectifs généraux (macro) constituent les grandes orientations des apprentissages visés par le cours. Les objectifs spécifiques (micro), gagnent en précision et décrivent les apprentissages que les apprenants doivent avoir acquis à la fin d'une activité d'enseignement, leur permettant ainsi de se projeter. Ils sont parfois exprimés ainsi « à la fin de l'enseignement, l'apprenant sera capable de… ».

On s'accorde à dire que les objectifs spécifiques découlent d'un objectif général et que la maîtrise de ce dernier passe par la maîtrise de l'ensemble des objectifs spécifiques.[66]

b. Les taxonomies et l'expression des objectifs pédagogiques

En tant que formateur, les différentes taxonomies (III.3.) sont utiles pour définir les objectifs pédagogiques, généraux et spécifiques, en utilisant des verbes appropriés en fonction du niveau de compétences visé dans les domaines cognitif, socioaffectif et psychomoteur.[71–73]

Les objectifs d'apprentissage généraux, qui présentent les grandes orientations sur les apprentissages à réaliser, utilisent des verbes comme comprendre, connaître, savoir, développer, se familiariser, se sensibiliser, acquérir, etc…

Les objectifs spécifiques décrivent ce que l'apprenant doit être capable de faire à la fin de la formation, à l'aide de verbes plus précis. Le *Tableau 4* décrit des exemples de verbes que l'on peut utiliser en fonction du domaine et de la profondeur de l'apprentissage visé. Les objectifs spécifiques sont rédigés de manière univoque et doivent permettre d'évaluer un comportement observable et mesurable.[89]

Tableau 4 : Exemples de verbes associés aux différents domaines d'apprentissage et aux différents niveaux taxonomiques. Adapté de[89].

	Domaine cognitif	Domaine socioaffectif	Domaine psychomoteur
Complexification ↓	1. **Connaître** : identifier, associer, citer, décrire, définir 2. **Comprendre** : comparer, expliquer, discuter, situer 3. **Appliquer** : montrer, calculer, contrôler, résoudre 4. **Analyser** : distinguer, examiner, critiquer, déduire 5. **Évaluer** : argumenter, prédire, juger, justifier 6. **Créer** : concevoir, planifier, développer, produire	1. **Recevoir** : écouter, questionner, reconnaître 2. **Valoriser** : dialoguer, débattre, soutenir, écouter 3. **Adopter** : changer, former, faciliter, transformer, aider	1. **Percevoir** : discerner, reconnaître, distinguer 2. **Produire** : coordonner, appliquer, utiliser, imiter 3. **Perfectionner** : anticiper, adapter, améliorer, varier

c. L'utilisation de cartes conceptuelles

Les cartes conceptuelles, aussi nommées cartes mentales ou mindmaps, sont une représentation visuelle, organisée et hiérarchisée d'un ensemble de concepts et des relations qui les relient.[90] Elles s'appuient sur les théories cognitivistes et constructivistes qui mettent l'accent sur les processus et les conditions d'apprentissage.[91] Elles représentent un excellent outil pour guider l'enseignant dans la sélection d'objectifs d'apprentissage à partir de compétences à développer ou de problèmes à traiter. Cette façon de procéder incite les formateurs à « brainstormer » sur les informations essentielles à enseigner, à les structurer, à les organiser puis *in fine* permet de voir émerger les objectifs pédagogiques.[90]

3. Choisir la stratégie pédagogique

Le choix des contenus et des méthodes pédagogiques doit être aligné, dans la mesure du possible, avec les éléments obtenus lors des étapes préliminaires d'évaluation des besoins et des contraintes, ainsi qu'avec les objectifs pédagogiques.[78]

a. Le choix des contenus

Le contenu de la formation découle des objectifs pédagogiques, il doit être structuré, approprié en terme de difficulté.[74,76] Le contenu doit être limité, l'adage « less is more » pour créer une formation est un principe important. En effet, Russell *et al.* ont montré qu'une densité plus faible d'informations conduisait à une meilleure rétention de celles-ci.[92] Comme cité précédemment (II.2.c.), les cartes conceptuelles représentent un outil très efficace pour structurer le contenu des enseignements et en tirer la « substantifique moelle ».[90]

b. Le choix de ou des approches pédagogiques

L'approche pédagogique correspond à la façon d'enseigner. Celle-ci se traduit par un ensemble de méthodes, activités ou outils auxquels l'enseignant a recours dans sa pratique. Une approche pédagogique peut se placer dans un continuum allant de celles centrées sur l'enseignant (ex. méthodes magistrales et transmissives où l'apprenant est passif et réceptif) à celles centrées sur l'apprenant (ex. méthodes actives et interactives où l'apprenant est actif et réflexif).

Viennent s'ajouter à cela la dimension d'apprentissage présentiel versus distanciel (l'apprenant et l'enseignant sont physiquement dans le même lieu versus ils sont à distance) ; ainsi que la dimension d'apprentissage synchrone versus asynchrone (un groupe d'apprenants apprend en même temps versus ils apprennent chacun à leur rythme).

Enfin, si on suit le précepte de l'alignement pédagogique, le choix de la modalité pédagogique devrait se faire en fonction des objectifs pédagogiques.[78] Berthiaume et Rege Colet proposent des exemples d'activités pédagogiques à mettre en œuvre en regard des objectifs d'apprentissage (*Tableau 5*).[69]

Le choix de la vidéo comme modalité pédagogique permet de proposer un contenu plus dynamique et plus attrayant qu'un texte tout en laissant la possibilité de visualiser autant de fois que nécessaire le contenu et de mettre en pause lorsque cela va trop vite. La vidéo, si elle est bien réalisée, structurée et attractive, représente un outil très intéressant en pédagogie.[93] L'expérimentation comme les jeux de rôle, la mise en situation ou la simulation permettent un apprentissage actif et expérientiel.[66]

Tableau 5 : Exemples d'activités d'apprentissage en fonction des objectifs et du niveau visés pour les domaines cognitif, socioaffectif et psychomoteur.[69]

	Objectifs pédagogiques (niveau de l'apprentissage)	Activités d'apprentissage
COGNITIF	**Rétention** (surface)	Exposé, présentation, lecture, vidéo
	Compréhension (intermédiaire)	Expérimentation, étude de cas
	Réflexion (profondeur)	Travail individuel, travail de groupe
SOCIOAFFECTIF	**Réception** (surface)	Observation, présentation, vidéo
	Valorisation (intermédiaire)	Discussion, questionnement, débat
	Adoption (profondeur)	Mise en situation, tutorat par les pairs
PSYCHOMOTEUR	**Perception** (surface)	Observation, présentation, vidéo
	Reproduction (intermédiaire)	Jeu de rôle, simulation, discussion
	Perfectionnement (profondeur)	Mise en situation, tutorat par les pairs

4. Implémenter le dispositif de formation

a. Implémentation d'une formation à distance

i. Implémentation sur une page internet

Il est possible d'implémenter des modules de formation à distance (e-learnings) directement sur une page internet avec un format « web ». Cela présente des avantages comme offrir un accès simple aux utilisateurs, choisir de protéger ou non l'accès par un mot de passe et de créer un design relativement librement. Cependant, cela requiert d'avoir un serveur pour stocker les données et de posséder des compétences informatiques pour la mise en production. Il n'est pas possible de faire un suivi personnalisé de chaque apprenant sur une page internet.[94,95]

ii. Implémentation sur une plateforme d'apprentissage en ligne

Une plateforme d'apprentissage en ligne ou Learning Management System (communément nommée LMS) est un portail d'enseignement en ligne qui peut héberger tous types de contenus multimédias : documents PowerPoint®, PDF, vidéos, modules e-learning interactifs en format SCORM (Sharable Content Object Reference Model), etc… Implémenter des e-learnings sur un LMS présente plusieurs intérêts dont celui de pouvoir suivre les apprenants (tracking). Cela permet au formateur de savoir où en est chaque apprenant dans son parcours de formation et de communiquer avec eux si besoin. Les inconvénients d'un LMS sont qu'il faut acquérir la maîtrise de l'outil, qu'il doit être relié à un serveur pour le stockage des données et que le design est souvent « rigide » sauf si on finance un développement informatique.[96]

Il existe de nombreux LMS comme par exemple la plateforme Moodle™ qui présente l'avantage d'être gratuite, d'utilisation assez intuitive et de posséder une communauté d'utilisateurs qui ont créé un forum qui regorge d'explications et de tutoriels. Ces caractéristiques constituent un bénéfice pour un enseignant qui souhaite implémenter ses formations en ligne avec un budget minimal et des aptitudes informatiques qui ne sont pas de l'ordre du codage.[97–99]

b. Implémentation d'une formation en présentiel

i. Anticiper les modalités organisationnelles et logistiques

L'implémentation d'une formation en présentielle nécessite d'anticiper des contraintes organisationnelles et logistiques (ex. nombre adapté de formateurs, réservation du lieu,

transport du matériel). Ces différentes étapes peuvent être listées et rassemblées sur une feuille de route qui sert de checklist. Dans le cas où plusieurs formateurs doivent participer à l'enseignement, ceux-ci devront être formés en amont et un « cahier du formateur » peut être d'une grande utilité pour regrouper les informations.[100]

ii. Cas particulier d'une action de sensibilisation pour les patients

Le lieu où va se dérouler l'action de sensibilisation peut engendrer des problématiques d'organisation spécifiques. Par exemple, si l'action a lieu au sein d'un hôpital et vise les patients ou les visiteurs, plusieurs acteurs vont venir se greffer au projet de formation comme l'équipe en charge de la sécurité pour garantir un accès sécurisé ou encore le service de la communication de l'hôpital pour s'assurer du respect de la charte et de l'image de marque de l'établissement. La population des patients étant vulnérable, le matériel devra être exempt de tout risque pour eux. Enfin, la collaboration avec un patient partenaire pour tester l'implémentation de la formation peut s'avérer tout à fait utile.[101]

V. L'évaluation dans la formation

La langue française emploie le même mot « évaluation » pour décrire deux concepts différents en pédagogie : l'évaluation des apprenants (assessment) et l'évaluation du dispositif de formation (evaluation).[66]

1. L'évaluation de l'apprenant (assessment)

a. Les différents types d'évaluations de l'apprenant

Il existe différents types d'évaluations dont la pertinence est fonction d'une intention donnée et pour un usage social précis.[102] Elle peut prendre différentes formes selon la nature de cette intention et on définit trois grands types d'évaluation :

- l'**évaluation diagnostique** : pratiquée en amont de la formation, elle permet de mesurer le niveau initial des connaissances. Elle peut être nommée également pré-test ;
- l'**évaluation formative** : pratiquée en cours d'apprentissage, elle a pour but de réguler les apprentissages. En effet, elle donne des informations à l'enseignant et à l'apprenant sur la façon dont ce dernier progresse dans la construction de ses connaissances et de ses compétences. Elle génère une amélioration ;
- l'**évaluation sommative** : elle survient à la fin d'un apprentissage pour vérifier si les objectifs pédagogiques ont été atteints. Elle est généralement à but de « certification » (attestation, diplôme, autorisation d'exercer) pour montrer à la société que l'apprenant est « compétent ».

b. Se tester, c'est apprendre !

En 2006, l'expérience de Roediger et Karpicke a mis en lumière que le fait de se tester augmentait significativement la mémorisation à long terme par rapport à une stratégie de relecture des cours. Cet effet porte le nom de « testing effect » et plus on répète le test, meilleures sont les performances de rétention de l'information.[103] Se tester pour apprendre est une stratégie d'apprentissage efficace.[104,105] L'apprenant va ainsi s'engager dans un processus de réactivation qui va consolider l'apprentissage initial et dans un processus de métacognition puisqu'il découvre ce qu'il sait déjà et ce qu'il ne sait pas encore.[103,104] L'enseignant quitte ainsi le paradigme d' « assessment of learning » pour aller vers celui de l' « assessment for learning ».[105]

c. Choisir un outil d'évaluation

Pour s'assurer de la validité du choix d'un outil d'évaluation, il est nécessaire de se questionner dans un premier temps sur l'intention de l'évaluation (diagnostique, formative, sommative) et sur le niveau visé par la formation. Pour l'aider, le formateur a à sa disposition des cadres conceptuels utiles pour s'orienter dans sa prise de décision.

En premier lieu, les taxonomies des domaines cognitif, socioaffectif et psychomoteur (III.3.) permettent de repérer le niveau d'apprentissage que l'on vise avec la formation (apprentissage en surface ou en profondeur). Les différents niveaux vont ainsi conditionner le type d'évaluation utilisée.[66] Par exemple, un questionnaire à choix multiples, même s'il est contextualisé avec des cas concrets et des incitations à prendre des décisions, ne pourra guère évaluer des niveaux supérieurs à celui de l'analyse sur la taxonomie de Bloom.[66,106,107]

Miller rappelle qu'aucune méthode d'évaluation unique ne peut fournir toutes les données nécessaires pour juger d'une chose aussi complexe que la compétence professionnelle d'un professionnel de la santé mais il suggère un cadre conceptuel pour cette évaluation. La *Figure 14* est une représentation de la pyramide de Miller révisée par Cruess *et al.* : en montant chacune des strates de cette pyramide, l'apprenant d'abord novice, développe ses compétences jusqu'à devenir un expert et acquérir une identité professionnelle.[108,109]

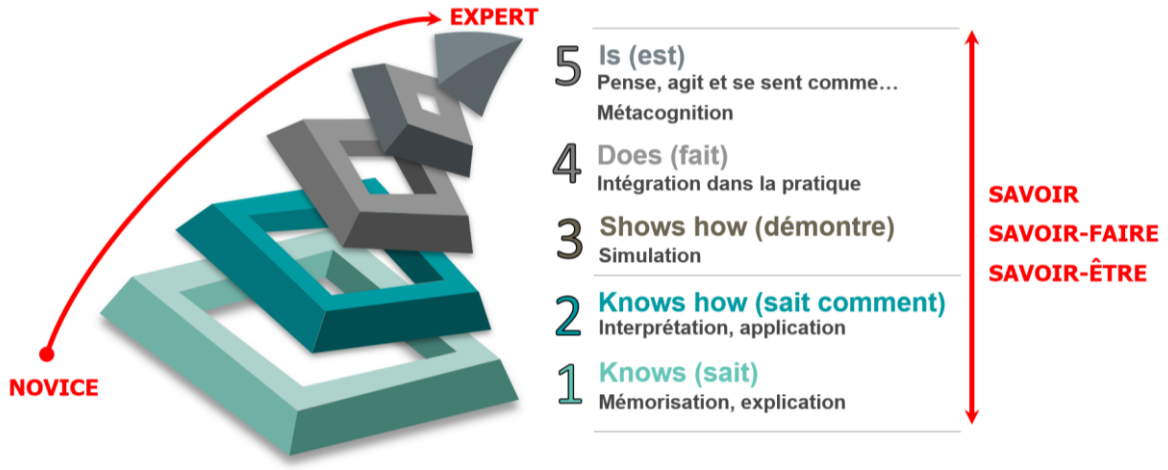


Figure 14 : Pyramide de la compétence. Adapté de[108,109].

A chacun des niveaux de la pyramide s'appliquent des types d'évaluations qui permettent de mesurer les compétences de l'apprenant (*Tableau 6*). Par exemple, un questionnaire à choix multiples contextualisés, qui suscite la capacité d'analyse des apprenants en questionnant sur des cas tirés de la réalité, permettra d'évaluer le niveau « Knows how ». Si on veut évaluer

des niveaux supérieurs de la pyramide, il faut alors mettre d'autres méthodes d'évaluation en œuvre.

Tableau 6 : Exemples de méthodes d'évaluation des apprenants en fonction des niveaux de la pyramide de Miller révisée. Adapté de[108,109].

Niveau de compétence	Exemples de méthodes d'évaluation
1 : Knows (sait)	Questionnaire à choix multiples (QCM) non contextualisé, questionnaire à choix simples (une seule bonne réponse) ou questions vrai-faux
2 : Knows how (sait comment)	QCM contextualisé (ex. étude de cas), examen oral, production d'un essai
3 : Shows how (démontre)	Simulation par ordinateur, pratique en environnement simulé proche de la réalité, travaux pratiques en laboratoire
4 : Does (fait)	Observation et évaluation longitudinales faites en milieu de travail, portfolios
5 : Is (est)	Création de contenus, pratique réflexive

d. Construire son outil d'évaluation et décider du score

Afin de s'assurer de la validité de son outil d'évaluation, plusieurs perspectives peuvent être prises en compte :[66]

- la **validité de construit** (s'assurer que l'instrument de mesure offre une mesure adéquate du concept qu'il souhaite mesurer) ;
- la **validité de contenu** (échantillon de questions représentatif du domaine évalué) ;
- la **validité prédictive** (capacité à prédire que les apprenants qui réussissent l'évaluation sont vraiment « bons »).

Il est par ailleurs recommandé de tester les outils d'évaluation avant de les utiliser et de garantir que le contenu de l'évaluation est aligné avec les objectifs et le contenu pédagogiques.[78]

Il existe une multitude de méthodes de notations pour un questionnaire, qui sont plus ou moins complexes (ex. échelles de Likert, note chiffrée) mais il n'existe pas de méthode idéale.[110] Dans le travail de cette thèse, des questionnaires à choix multiples (QCM) ont été utilisés pour des évaluations diagnostiques et formatives. Décider de la notation d'un QCM nécessite, entre autres, de s'interroger sur l'enjeu de l'évaluation.[66] En effet, si l'enjeu de la formation est fort (ex. formation diplômante en médecine), le score du QCM se devra d'être discriminant ; si

celui-ci est employé à titre indicatif pour une évaluation formative dont l'enjeu est faible, le score n'a pas besoin d'être trop sévère.

A titre d'exemple, si on veut scorer une question comportant 5 propositions dont plusieurs peuvent être correctes, il existe au moins 12 méthodes qui produisent des résultats différents, parmi celles-ci trois sont intéressantes :[111]

- le **score dichotomique** (Dichotomous Scoring, **DS**) : 1 point si toutes les propositions correctes, 0 sinon ;
- un **score qui récompense partiellement PS1/n** (Partial Credit Scoring 1/n) : chaque proposition correcte rapporte 1/n point, soit 0,2 point si n=5 propositions par questions. Chaque question étant notée sur 1 point ;
- un autre **score qui récompense partiellement PS50** (Partial Credit Scoring 50) : score avec récompense partielle où : 1 si toutes les propositions correctes, 0,5 si plus de 50% des propositions sont correctes, 0 sinon.

Par ordre de sévérité, on a donc : DS > PS50 > PS1/n. Une étude s'est intéressée à ces 3 algorithmes de notation DS, PS1/n et PS50 dans le cadre d'examens médicaux.[112] Les conclusions ont été que les deux algorithmes de notation partielle ont montré une meilleure fiabilité et une discrimination plus élevée que pour le score DS ; et PS50 semble plus discriminant que PS 1/n.

2. Encourager la pratique réflexive

a. Métacognition et réflexivité

Les notions de métacognition et de réflexivité sont étroitement liées et la distinction est ardue. Il n'existe pas de consensus sur la définition de l'un et de l'autre. Pour la métacognition, on retrouve souvent l'idée de « cognition sur la cognition » et l'idée de régulation de la cognition.[113,114] La réflexivité est décrite comme une forme de métacognition qui amène à se questionner sur le pourquoi et le comment de ses propres schémas de pensées et actions, et qui a pour objectif un changement de soi.[115]

Dans la suite de ce travail, nous parlerons de pratique réflexive ou position réflexive pour englober ces deux termes.

Entrer dans une démarche de pratique réflexive, c'est donc prendre de la distance par rapport à ses activités cognitives, ses émotions et sa relation aux autres pour se forger un regard critique sur ses expériences. Il s'agit en quelques sortes de « s'assoir pour se regarder marcher » afin de mieux se connaître.[116] Et c'est là aussi le but de tout enseignement qui se veut humaniste.

La pratique réflexive peut se cultiver entre autres par des activités d'auto-évaluation.[66]

b. Le degré de certitude

Le degré de certitude se mesure en demandant à l'apprenant à quel point il est sûr de sa réponse. En effet, lors de questions à choix simple ou multiple par exemple, il est possible de répondre au hasard ou au contraire d'être très sûr. Ainsi, il est demandé à l'apprenant de s'autoévaluer sur une échelle de 5 à 7 points. De nombreuses échelles existent dans la littérature, avec des largeurs d'intervalles égales ou inégales, avec une étendue allant de 0% à 100% ou de 5% à 95%, car certains apprenants sont réticents à utiliser les valeurs extrêmes.[117–119]

Le degré de certitude apporte donc une information supplémentaire par rapport au simple score pour le formateur. Il oblige aussi les apprenants à observer une position réflexive par rapport à leurs connaissances. Il est surtout utilisé dans les évaluations diagnostiques et formatives.[66]

c. Le sentiment de compétence

Le sentiment de compétence, aussi appelé « perception de compétence », « sentiment d'efficacité personnelle » ou « sentiment d'auto-efficacité », désigne les croyances d'un individu quant à ses capacités à réaliser des performances particulières.[120] Pour Alfred Bandura, le sentiment de compétence, équivalent au sentiment de pouvoir contrôler la situation et atteindre le but désiré, détermine en grande partie la motivation et l'engagement cognitif dans un apprentissage. Il s'agit d'un cercle vertueux : une formation qui confère un meilleur sentiment de compétence à un individu, par exemple, va le motiver à fournir plus d'efforts et à faire preuve d'une meilleure persévérance face aux difficultés, rendant l'apprentissage meilleur.[121]

Certaines stratégies ont été identifiées comme permettant de construire et de modifier le sentiment d'efficacité personnelle[120,122–124] :

- l'expérience active de la réussite d'une tâche est l'une des sources les plus influentes sur la croyance en son efficacité personnelle. En ce sens, il est essentiel de choisir des objectifs d'apprentissage qui se situent dans la zone proximale de développement (III.4.a.) ;
- l'expérience vicariante qui consiste à observer des pairs vivre une situation peut influencer et renforcer la croyance des observateurs en leurs capacités (cela peut produire le contraire également) ;
- la persuasion verbale peut renforcer le sentiment de compétence, générant des croyances de plutôt faible ampleur ;

- un état émotionnel positif associé à la réussite d'une performance favorisera un meilleur sentiment de compétence. Il est important de créer un climat de confiance dans les formations et d'accueillir l'erreur avec bienveillance.

Evaluer le sentiment de compétence peut donc être bénéfique pour l'apprenant pour apprendre à se connaître au travers de la pratique réflexive, mais c'est également un bon baromètre pour l'effet de l'action de formation.
L'évaluation se fait au travers d'un questionnaire d'auto-évaluation comprenant des propositions telles que « Je me sens capable de… » ou « Je me sens compétent pour… ». Plusieurs échelles coexistent, l'une d'entre elle, échelle catégorielle en 11 points qui a une étendue de 0 à 100 avec des intervalles de 10 unités (0 : pas du tout capable ; 50 : relativement capable ; 100 : tout à fait capable) répond à l'exigence exprimée par Bandura quant à une discrimination suffisante.[125,126]

3. Donner une rétroaction

Idéalement, il faut fournir aux apprenants une rétroaction, appelée couramment feedback. *A minima*, il est transmissif, l'enseignant transmet à l'apprenant les résultats de ses performances. En cas d'évaluation formative, une note peut être accompagnée de commentaires pour aider les apprenants à identifier des axes d'amélioration.[66] Dans les méthodes transmissives, on retrouve par exemple le « feedback sandwich » qui consiste à donner la rétroaction selon une séquence positif-négatif-positif, c'est-à-dire à intercaler des difficultés de l'apprenant entre deux « tranches » de rétroaction positive.[127]

Le feedback peut aussi prendre la forme d'un acte dialogique pendant lequel l'enseignant et l'apprenant échangent lors d'une conversation sur les apprentissages maîtrisés ou à améliorer.[66] On retrouve également le terme de « learning conversation » pour décrire ce type d'interaction.[128] L'objectif est de soutenir l'apprenant dans le développement de ses compétences, en l'aidant à identifier des défis pédagogiques pertinents pour progresser.[129]

Par analogie à l'expression d'alliance thérapeutique en médecine, la notion d' « alliance pédagogique » repose sur la compréhension mutuelle entre l'enseignant et l'apprenant des objectifs pédagogiques lors d'une séance de feedback et une entente quant aux moyens d'y parvenir. Ce lien superviseur-apprenant contribuerait à moduler à la fois la crédibilité que l'apprenant accorde à son superviseur, la qualité du feedback perçue par l'apprenant et la confiance que l'enseignant place en son apprenant.[130–132]

4. L'évaluation de la formation (evaluation)

Donald Kirkpatrick propose un modèle d'évaluation à 4 niveaux pour déterminer l'efficacité d'une formation sur les apprenants (*Figure 15*). Le niveau le plus bas est l'évaluation de la satisfaction des apprenants. Le niveau 4 est le plus pertinent pour juger de l'utilité d'une formation, mais il est le plus difficile à évaluer.[133]

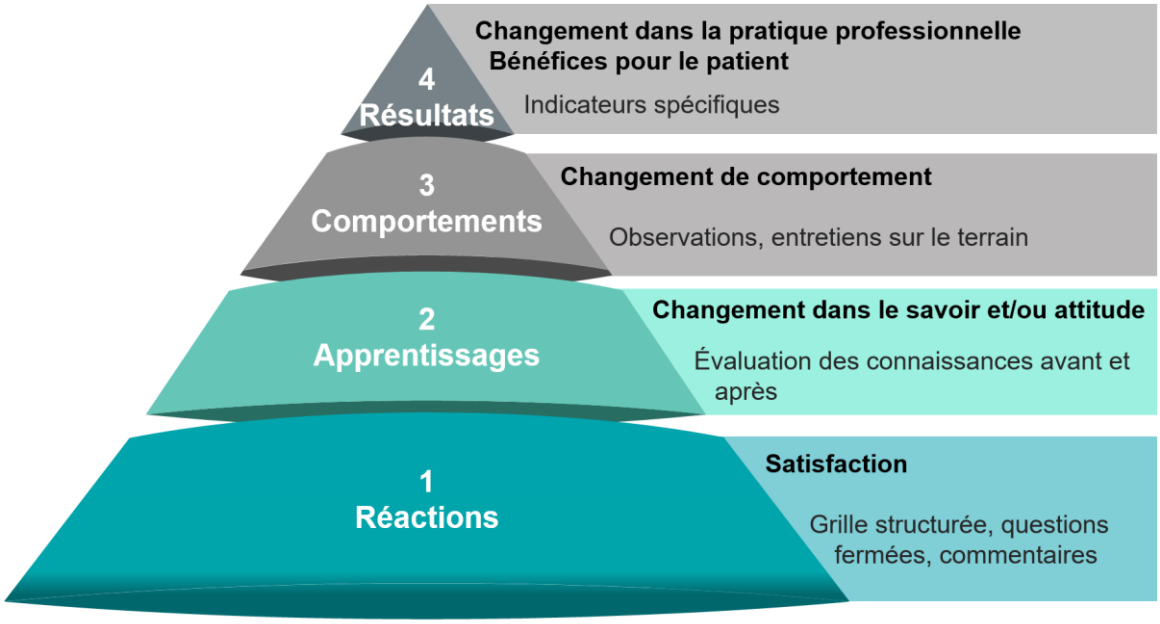


Figure 15 : Modèle de Kirkpatrick pour l'évaluation de la formation.[133]

L'évaluation de la formation est utile pour le formateur, qui rentre à son tour dans une pratique réflexive pour une amélioration continue de son enseignement, ainsi que pour l'institution pour pérenniser ou non un programme de formation par exemple.

Le travail de cette thèse s'est axé majoritairement sur l'évaluation de l'impact de dispositifs de formation continue et n'avait pas pour objectif de construire des évaluations, au sens d'*assessment,* certifiantes.

VI. La pédagogie innovante en santé

1. Pédagogie innovante : de quoi parle-t-on ?

Les apprenants d'aujourd'hui ont peu de temps à consacrer à la formation, ce qui fait monter le degré d'exigence vis-à-vis de celle-ci. Ils attendent des formations de qualité et efficaces pour répondre à leurs objectifs opérationnels. D'un autre côté, les mandants des formations veulent qu'elles soient les plus efficientes possibles. Ajouté à cela, les nouvelles technologies prennent une part grandissante dans nos vies et changent la manière d'apprendre : les apprenants sont hyper-connectés, engendrant une ubiquité de l'information, et sont sans cesse à la recherche d'innovations.[134] Les professionnels actifs dans la formation doivent relever de nouveaux défis et la pédagogie innovante a pour objectif de les aider à les relever.[96] Il n'existe pas de consensus sur la définition de la pédagogie innovante. On pourrait penser que la pédagogie innovante consiste à utiliser des méthodes pédagogiques innovantes qui sont liées à la digitalisation ou à l'innovation technologique, cependant cette vision est réductrice.[135] Elle peut aussi bien s'appuyer sur un support matériel très simple à mettre en œuvre et peu onéreux, comme un jeu de cartes, que sur une tablette tactile ou un équipement de haute technologie.[136]

La véritable innovation – même si ce concept est bien antérieur à l'époque actuelle – est de placer l'apprenant au cœur de la pédagogie.[137] Pour cela, il est nécessaire de passer du **paradigme de l'enseignement**, pour lequel l'enseignant est au centre avec une conception que l'apprentissage se fait uniquement par transmission, au **paradigme de l'apprentissage**, conception selon laquelle apprendre dépend avant tout de ce que fait l'apprenant qui endosse un rôle actif dans son apprentissage.[138] La pédagogie centrée sur l'apprenant considère que chaque individu apprend par une construction qui lui est propre et s'intéresse donc aux stratégies propices à cet apprentissage. Dans cette perspective, l'enseignant quitte son costume de « transmetteur » pour enfiler celui de « facilitateur » dont le rôle est de créer un climat favorable, d'aider l'apprenant à clarifier ses buts, de mettre à sa disposition diverses ressources adéquates et de lui fournir une rétroaction intellectuelle et affective sur son développement personnel.[139]

Nous proposons donc une définition de la pédagogie innovante comme étant une pédagogie centrée sur l'apprenant, engageante, autodéterminée et autodirigée ; une pédagogie qui diminue la charge cognitive pour favoriser un environnement d'apprentissage propice ; une pédagogie active qui favorise le développement personnel de l'individu. Les méthodes pédagogiques innovantes répondent aux principes énoncés précédemment avec ou sans

aspect de digitalisation et /ou de technologie. Le monde de la santé a tout intérêt à intégrer les principes de la pédagogie innovante dans son enseignement et l'enseignant doit se tourner vers une pédagogie basée sur des évidences.[66,79,136,137]

a. Une pédagogie engageante pour un apprentissage autodéterminé et autodirigé

Par pédagogie engageante, on entend « pédagogie qui donne envie » et qui suscite la motivation des apprenants pour s'impliquer dans leur apprentissage. Plusieurs théoriciens se sont penchés sur la question de la motivation. L'un des pères fondateurs est le psychologue Abraham Maslow qui a échafaudé une pyramide des cinq besoins fondamentaux de l'être humain (*Figure 16*). Selon lui, l'individu va être motivé par ce qui répond à ses besoins fondamentaux.[140,141] Ainsi, les formations devraient répondre à certains de ces besoins si on souhaite que les apprenants soient motivés à les suivre. Une formation qui favorise un apprentissage par la découverte et l'expérimentation ou qui va faire appel à la créativité de l'apprenant va répondre au besoin d'accomplissement de soi ; une formation qui favorise les interactions entre pairs dans un climat de bienveillance va répondre aux besoins de sécurité et d'estime ; une formation qui augmente le sentiment de compétence (V.2.c.) va répondre aux besoins d'estime et d'accomplissement de soi.

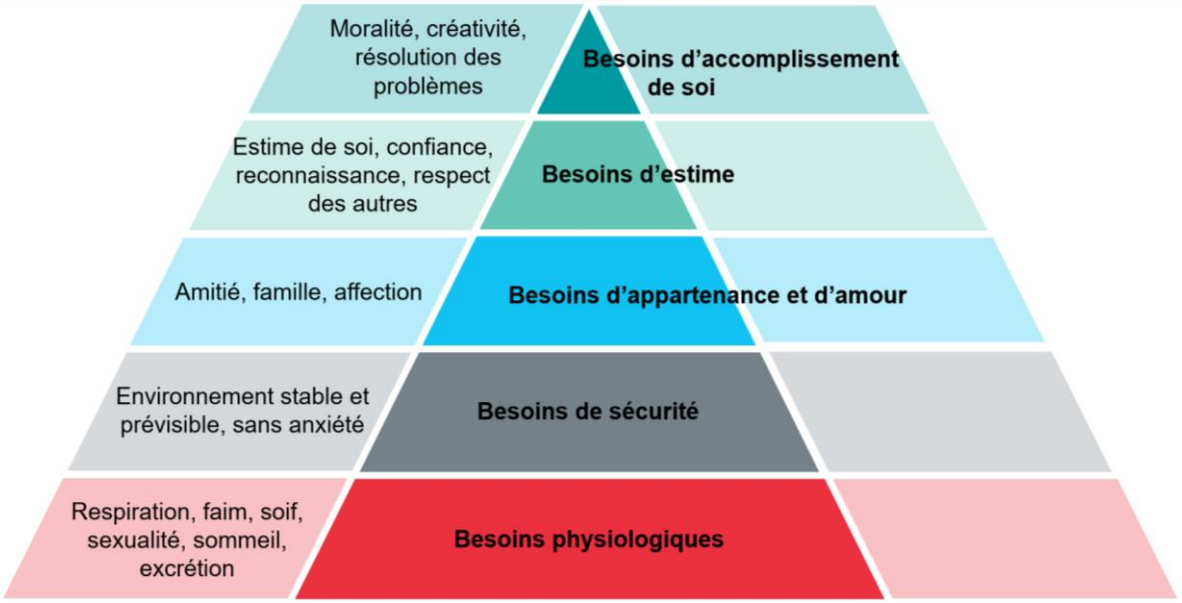


Figure 16 : Pyramide des besoins humains fondamentaux de Maslow. Adapté de[141].

Selon Vroom, la motivation est la résultante de la multiplication de trois facteurs : Expectancy x Instrumentality x Valence (*Figure 17*). En d'autres termes, un apprenant est d'autant plus motivé qu'il est convaincu que l'effort qu'il met en jeu va lui permettre d'acquérir des compétences et répondre à ses attentes (Expectancy), que ces compétences vont le conduire au résultat escompté (Instrumentality) et que le résultat aura une valence positive pour lui (ex. reconnaissance, promotion ou augmentation de salaire).[88]

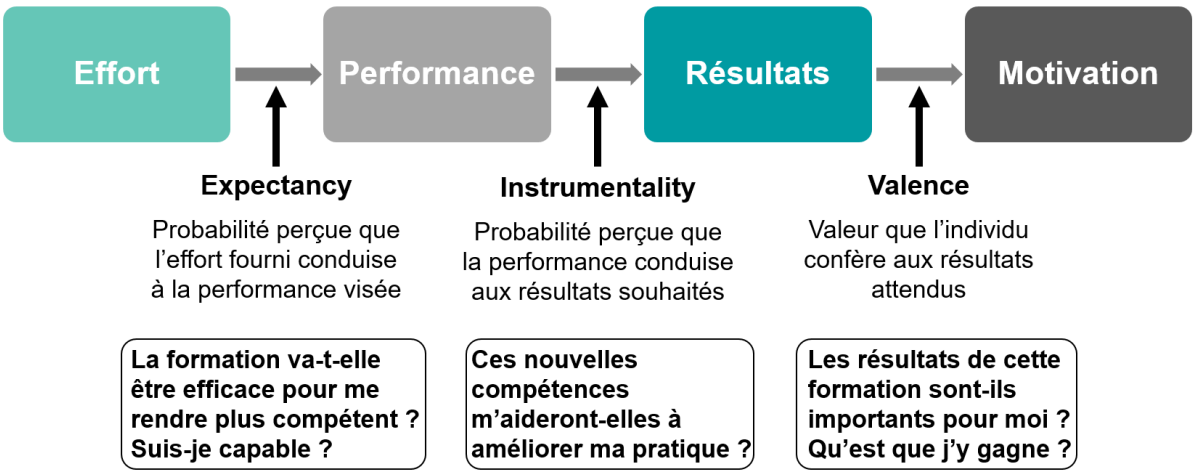


Figure 17 : Théorie des attentes qui conditionnent la motivation pour se former selon Vroom. Adapté de[142].

Les théories de l'autodétermination (« libre entrée » dans le processus de formation) et de l'apprentissage autodirigé (« libre navigation » dans le processus de formation) rejoignent celle de Vroom.[143,144] La motivation d'un individu à suivre une formation peut se diviser entre motivation extrinsèque (ex. obligation par l'employeur) et motivation intrinsèque qui est la pratique de l'activité par l'intérêt et/ou la satisfaction qu'elle procure.

Plus la motivation intrinsèque est élevée, plus l'apprenant aura l'impression d'être à l'origine de son choix de se former, et plus son engagement sera grand pour la formation.[143] La motivation est elle-même reconnue comme un facteur favorisant l'apprentissage en profondeur.[93] Ainsi une formation doit susciter l'intérêt de l'apprenant et lui apporter satisfaction afin qu'il entre dans le cercle vertueux de l'autodétermination.

Ajouté à cela, un apprenant adulte a besoin de diriger son apprentissage comme il l'entend, ce qui va catalyser cet apprentissage.[144] Les formations devraient utiliser des stratégies comme l'apprentissage par la découverte, l'apprentissage expérientiel et réflexif ou encore l'apprentissage en groupe qui favorisent l'apprentissage autodirigé en éducation médicale.[145]

b. Une pédagogie qui diminue la charge cognitive

La théorie de la charge cognitive (TCC) a été initiée par John Sweller.[146] Elle s'appuie sur le fait que l'architecture de la cognition repose sur deux éléments : la mémoire de travail (MT) et la mémoire à long terme (MLT). La MT est occupée par des phénomènes conscients de notre esprit, elle est rapidement saturable et fonctionne sur un temps court. La MLT a une capacité illimitée en temps et en place. Elle contient des unités de réseaux de connaissances qui sont nommées de plusieurs manières : schémas, prototypes, scripts, réseaux sémantiques.[147,148] Cette organisation structurée des connaissances se développe au fur et à mesure des expériences et nous permet de résoudre efficacement des problèmes complexes. Dans ce cadre théorique, la création de schémas est donc le résultat des apprentissages. La TCC soutient que si on sature la MT, en apportant un trop grand nombre d'éléments d'information, on entrave l'apprentissage.

La MT peut connaître trois types de charge :[146,147,149–153]

- La **charge essentielle** : il s'agit d'un processus essentiel. C'est un « espace » de la MT alloué par l'apprenant au processus d'apprentissage ou à l'exécution d'une tâche. Cela lui permet de comprendre la matière, de la mémoriser pour permettre ensuite de l'intégrer dans la MLT. Plus la charge essentielle est grande, plus l'apprenant est engagé dans l'apprentissage pour la construction de schémas, et meilleur sera l'apprentissage ;
- La **charge intrinsèque** : elle est liée à la tâche d'apprentissage elle-même, c'est-à-dire à sa difficulté ou la complexité.
    - Plus une matière est difficile et plus le nombre d'éléments à apprendre est élevé, plus la charge intrinsèque est élevée. Ainsi, la simplification, un nombre réduit et la fragmentation des éléments peut réduire cette charge ;
    - L'expertise est susceptible d'alléger la charge intrinsèque car les experts possèdent plus de schémas mentaux ;
- La **charge extrinsèque** : elle est liée à la façon dont est présentée l'information, autrement dit à la méthode pédagogique employée.
    - Plus le flux d'informations superflues et inutiles est important (répétitions, renvois/références), plus la charge extrinsèque est élevée ;
    - Elle est allégée par l'utilisation raisonnée et complémentaire d'informations visuelles et orales (ex. vidéo avec du son) ;
    - Elle est allégée en mettant à disposition des ressources avant les exposés *ex cathedra* qui permettent aux apprenants de se familiariser avec les contenus du cours par exemple.

La TCC soutient que ces charges sont additives et que l'addition des trois charges ne doit pas excéder la capacité de la MT. Il existe cependant des limites à cette théorie. Par exemple, plus l'apprenant est expert, moins il faut diminuer la charge intrinsèque sinon le contenu de la formation est trop simple, on sort de la zone proximale de développement et il n'apprendra rien.[151,153]

L'enseignement centré sur l'apprenant doit viser à diminuer la charge intrinsèque (ex. objectifs pédagogiques moins ambitieux, morcellement de la matière à apprendre) et à diminuer la charge extrinsèque, en appliquant les préceptes exposés plus haut, afin de « libérer de l'espace » pour la charge essentielle. La conception de l'enseignement doit aussi s'adapter au niveau des apprenants.[151–153]

c. Une pédagogie active

L'apprentissage actif est un apprentissage dans lequel l'apprenant s'engage activement dans le processus d'apprentissage, en opposition à la pédagogie traditionnelle magistrale dans laquelle l'apprenant est passif. Elle consiste par exemple à rendre un enseignement interactif. La pédagogie active améliore la rétention d'informations et la pertinence d'un enseignement pour les apprenants.[137] De nombreuses études impliquant des apprenants de différents niveaux (pré-grade, post-grade) et dans différents contextes (médecine, pharmacie, dentaire, sciences, mathématiques, filière d'ingénieurs) ont démontré des résultats très convaincants sur l'efficacité supérieures de l'apprentissage actif par rapport au cours magistral passif.[154–160]
A titre d'exemple, une méta-analyse a étudié 225 études qui ont comparé les résultats de l'apprentissage actif (ex. instruction par les pairs, quizz, ateliers de mise en pratique, enseignement par les pairs) versus l'apprentissage traditionnel passif pour des étudiants de pré-grades en sciences, filière d'ingénierie et mathématiques. Les performances des étudiants ayant bénéficié d'un apprentissage actif étaient significativement meilleures, avec des scores aux examens environ 6% plus élevés. Les cours traditionnels étaient associés avec un risque d'échec multiplié par un facteur d'1,5.[158]

2. Exemples de méthodes pédagogiques innovantes

Les méthodes pédagogiques innovantes peuvent aussi bien s'appuyer sur un support matériel très simple que sur la digitalisation ou un équipement de haute technologie.[96,136] Elles font surtout référence à des méthodes qui sont centrées sur l'apprenant dans lesquelles l'enseignant est un facilitateur, et qui répondent aux composantes énoncées précédemment : engageantes, diminuant la charge cognitive, et favorisant un apprentissage actif, autodéterminé et autodirigé.[66,135,145]

Différentes méthodes pédagogiques innovantes ont montré un intérêt pour la formation en santé comme le microlearning, la ludopédagogie, la simulation, le serious game, l'instruction par les pairs et le blended learning (VI.2.a à VI.2.f). Les interrelations entre ces méthodes ainsi que leur classification (présentielle, distancielle) ne sont pas aisées à comprendre, la *Figure 18* propose une représentation graphique permettant de clarifier ces aspects.

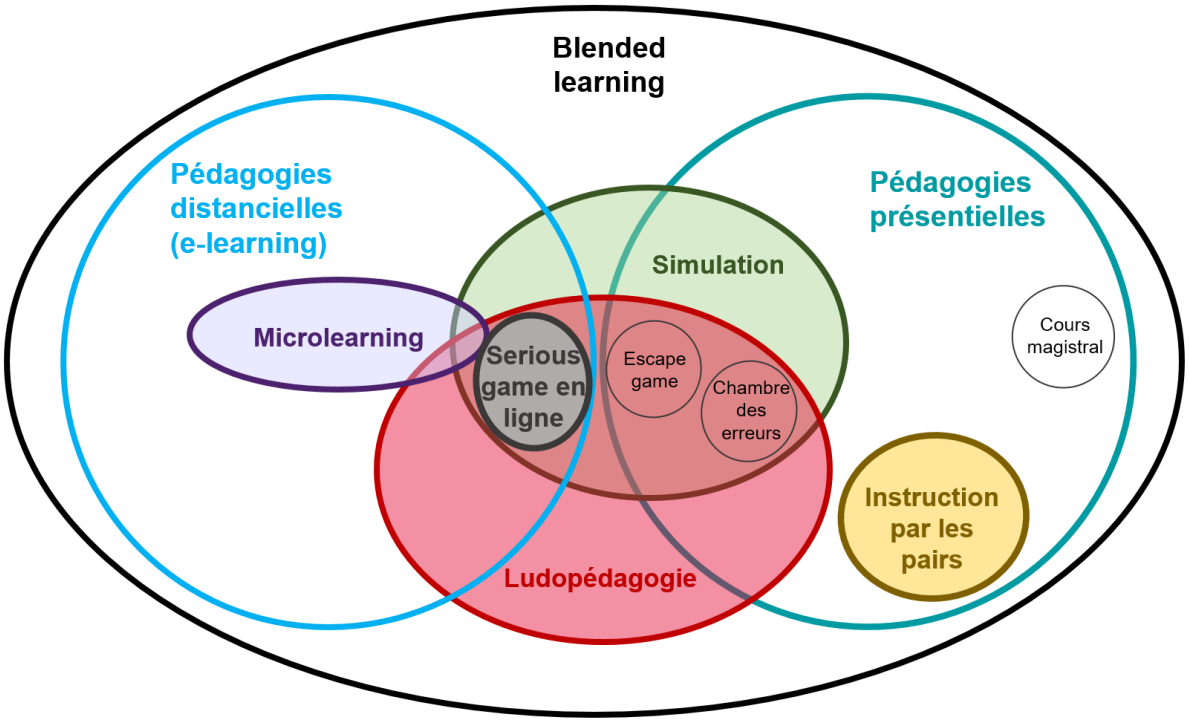


Figure 18 : Représentation graphique des interrelations entre des méthodes pédagogiques innovantes (microlearning, ludopédagogie, simulation, escape game, chambre des erreurs, serious game en ligne, instruction par les pairs, blended learning), les pédagogies distancielles et les pédagogies présentielles. D'après[96,136,161–163].

a. Le microlearning

i. Définition

Le e-learning signifie littéralement « apprentissage électronique » et fait référence à un apprentissage en ligne donc distanciel (*Figure 18*). Il s'agit d'un apprentissage autodéterminé et autodirigé basé sur la théorie du constructivisme.[164] Le microlearning, aussi nommé micro-apprentissage, est un type de e-learning qui se caractérise de manière constante par une petite taille. La littérature reste vague quand à une définition standardisée. On parle souvent de « grains », de « bouchées » ou d'apprentissage « juste-à-temps » car les modules sont très courts (15 minutes au maximum). Ils répondent au besoin d'avoir une réponse rapide à une

problématique en traitant de l'essentiel d'un sujet et sont donc conçus pour diminuer la charge cognitive. Le microlearning est consultable facilement, partout, n'importe quand et sur n'importe quel support électronique. Son format est généralement ludique, plus ou moins interactif, et peut prendre des formes variées comme celle d'une vidéo, d'un texte, d'une image commentée, d'un audio, d'un quizz, etc…en utilisant internet comme support de diffusion. Le microlearning peut être consulté de manière autonome ou s'inscrire dans un parcours de formation selon une approche par étape.[152,165–169]

ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples

Au-delà d'offrir un apprentissage autodéterminé et autodirigé, l'enseignement à distance a connu un fort engouement grâce à la possibilité d'une diffusion facile à un large public et d'une diminution des coûts de formation.[170,171] Ce sont autant de paramètres d'intérêt dans la communauté des professionnels de santé.

Une revue Cochrane de 2018 ayant évalué 16 essais randomisés impliquant plus de 5000 professionnels de santé (ex. médecins, infirmiers, pharmaciens) a montré que la formation continue en e-learning produisait des résultats au moins similaires à l'apprentissage traditionnel sur les compétences des professionnels de santé. En effet, la revue décrit que l'apprentissage en ligne peut entraîner peu ou pas de différence dans les résultats pour les patients (ex. niveau d'hémoglobine glyquée), les comportements (ex. prescrire le bon traitement) ou le gain de connaissances des professionnels de la santé par rapport à un enseignement traditionnel magistral.[172]

Cependant, certains écueils liés à l'e-learning comme l'attrition (des apprenants qui n'adhèrent pas ou qui « décrochent »), la longueur, le manque de motivation ou la faible capacité d'attention ont favorisé l'émergence du microlearning de format plus court, plus ludique et plus dynamique.[165,173,174] Une revue systématique de 2019 a montré que le micro-apprentissage présente un effet positif sur les connaissances et la confiance des étudiants en professions de santé (ex. médecins, infirmiers, pharmaciens) dans l'exécution des procédures, la rétention des connaissances, et l'engagement dans l'apprentissage collaboratif.[163] D'autres études ont depuis démontré un impact bénéfique sur le savoir, le savoir-être et le savoir-faire d'étudiants en médecine, pharmacie et cursus infirmier.[175–177] Le microlearning est également un format intéressant pour la formation continue des professionnels de santé, dont le temps de formation se réduit comme une peau de chagrin, et qui sont à la recherche de pédagogies efficaces et efficiences.[163,169,178,179] Certaines études ont montré un impact positif sur la montée en compétence de médecins ou d'infirmiers après un développement professionnel continu en microlearning.[180,181] Un microlearning gamifié, basé une auto-évaluation des infirmiers

concernant les bonnes pratiques de soins des cathéters centraux, a permis de diminuer le taux de bactériémies associées à ces cathéters dans le groupe d'intervention *versus* un groupe témoin. Récemment, le microlearning a par exemple été utilisé pour enseigner des techniques chirurgicales, en le couplant à des échanges entre novices et expert sur un réseau social.[182] Un autre exemple récent est le développement d'une plateforme en ligne qui met à disposition des « NeuroBytes » ou microlearnings pour la formation continue des neurologues.[183] Les deux derniers exemples n'ont pas conduit à une évaluation d'impact.

Pour les patients, l'utilisation du microlearning est encore peu répandue. Une revue rapporte que les initiatives d'utilisation du microlearning se sont essentiellement concentrées sur l'amélioration de la capacité individuelle d'auto-soins (ex. diabète, grossesse) avec pour objectifs d'améliorer les connaissances, la littéracie (connaissances fondamentales) en santé sur un sujet donné et le comportement (ex. hygiène). Les auteurs concluent que le microlearning peut avoir une influence positive sur les connaissances d'auto-soins et la littéracie en santé mais s'est avéré inefficace pour déclencher un véritable changement de comportement.[184]

Les principales limites des microlearnings sont le manque d'interaction entre les apprenants, les problèmes liés à l'utilisation de la technologie et un développement chronophage et énergivore.[163] Par ailleurs, des auteurs suggèrent que le microlearning présente un potentiel intéressant pour la formation basée sur les compétences (Competency-based Education) mais que de plus amples recherches sur la conception des modules et leur articulation au sein de cursus sont nécessaires.[185]

b. La ludopédagogie ou apprentissage par le jeu

i. Définition

La ludopédagogie, « game-based learning » en anglais, désigne l'apprentissage par le jeu qui est utilisé comme support pour développer les compétences de l'apprenant. D'autres termes comme la ludification de l'apprentissage, « gamification » en anglais, ou encore « apprentissage gamifié » font référence à l'utilisation d'éléments typiques du jeu (ex. défi, classement, récompense) dans un contexte non ludique.[186] Il n'existe cependant pas de consensus dans la littérature sur la définition de ce qu'est un « jeu » sur le plan conceptuel.[187] La ludopédagogie a pour l'objectif de rendre attrayant, par des mécaniques ludiques, la dimension sérieuse d'un contenu pédagogique et de créer un espace d'expérimentation pour le joueur.[188,189]

La ludopédagogie peut prendre divers formes, plus ou moins digitalisées : jeux de société, puzzles, quizz, jeux de rôle, e-learnings ludiques, outils ludo-éducatifs (en présentiel), jeux d'évasion.[93,187,190,191] La ludopédagogie inclut certaines méthodes comme la chambre des erreurs ou les escape game.[192,193] Les simulations peuvent présenter un aspect ludique mais n'utilisent pas nécessairement des éléments de jeu (VI.2.c.).[187] Par ailleurs, le « serious game », qui signifie « jeu sérieux » dont le terme est couramment consacré pour désigner les jeux vidéo en ligne à but de formation, fait partie des méthodes ludopédagogiques (VI.2.d.).[194]

ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples

La ludopédagogie présente trois atouts majeurs utiles à la formation en santé : le jeu conduit à une implication de l'apprenant qui l'expérimente rendant l'apprentissage actif ;[155] le jeu provoque des émotions et suscite la motivation qui sont des leviers essentiels pour l'apprentissage ;[93,195] le jeu dédramatise l'apprentissage, les apprenants pouvant se tromper sans risque de conséquence.[189]

On trouve dans la littérature quantité d'exemples de supports de ludopédagogie développés pour la formation des professionnels de santé, parfois appelés « outils ludo-éducatifs ». Dans le domaine de la pharmacie hospitalière, cela va du jeu de cartes pour apprendre les dispositifs médicaux, en passant par le jeu de société sur la préparation des anticancéreux, jusqu'à un dispositif de simulation comme la « chambres des erreurs » (chambre fictive de patients dans laquelle des erreurs ont été volontairement commises et qu'il faut identifier) pour sensibiliser aux bonnes pratiques assurant la sécurité des patients.[136] Un autre exemple de ludopédagogie est l'essor des salles d'évasion, « escape room » en anglais, pour la formation des professionnels de santé. Il s'agit d'une salle dans laquelle une équipe de joueurs travaille en coopération pour résoudre des énigmes dans le but d'atteindre un objectif spécifique. Les salles d'évasion peuvent être utilisées dans l'enseignement médical (ex. médecins, pharmaciens, techniciens en pharmacie) comme un outil ludique de consolidation d'équipe, pour d'acquérir des connaissances ou pour développer des compétences techniques et non techniques.[60,192,196]

Une récente revue systématique de la littérature a montré que les formations gamifiées — digitales pour près de 86% d'entre elles — ont un effet positif sur les résultats d'apprentissage, l'engagement et la satisfaction de différents professionnels de la santé (ex. médecins, infirmiers, pharmaciens, dentistes, orthophonistes, en pré-grade ou post-grade) par rapport à des formations non gamifiées. Les aspects de défi et de compétition viennent amplifier ces effets. Cependant, les mécanismes à l'origine de ces effets bénéfiques n'ont pas été scientifiquement étudiés et se cantonnent à des suppositions comme l'apprentissage

expérientiel, l'apprentissage par renforcement (récompense) ou le mécanisme de comparaison sociale.[187] La ludopédagogie a le potentiel d'avoir un impact de niveau élevé sur la pyramide de Kirkpatrick.[133] A titre d'exemple, une étude randomisée contrôlée a étudié l'impact d'un jeu éducatif digital, comportant un mécanisme de répétition espacée et de progression du joueur dans la partie, sur la prise en charge de l'hypertension artérielle. Les auteurs ont conclu à une réduction modeste mais significative du temps nécessaire pour cibler la tension artérielle chez leurs patients hypertendus parmi les cliniciens qui ont joué, comparé à un groupe de cliniciens qui n'ont pas été formés par le jeu.[197]

Pour les patients, la fondation Sécurité des patients Suisse recommande l'utilisation d'outils ludopédagogique comme la « chambre des erreurs » pour des actions de sensibilisation auprès des patients.[193]

c. La simulation

i. Définition

La simulation se définit comme l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé, pour reproduire des situations ou des environnements de soins, pour enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et permettre de répéter des processus, des situations cliniques ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels.[198]

Si la simulation consiste à imiter et faire semblant, et donc présente un aspect ludique pour certaines personnes, sa finalité est bien de générer des apprentissages. Le déroulé d'une simulation suit classiquement le schéma suivant : briefing, expérimentation (simulation à proprement dit), débriefing. Le formateur est tenu d'exposer les finalités, les règles et les limites aux apprenants, ainsi que de garantir des principes essentiels comme le respect, la bienveillance et la confidentialité ; il aborde ces points lors du briefing. [66]
L'expérience de la simulation ne suffit pas pour apprendre, il est nécessaire de l'accompagner d'une pratique réflexive visant à analyser les processus cognitifs engagés dans l'activité.[199] Si l'expérience permet d'acquérir efficacement des connaissances, c'est parce qu'elle est associée à une réflexion sur les actions et que cela sert à explorer des concepts, à formuler des hypothèses et des propositions.[200,201] Cette démarche est effectuée lors de l'étape du débriefing.

Kolb décrit un cycle de l'apprentissage expérientiel qui comprend quatre étapes ; l'expérimentation, l'observation réflexive, la conceptualisation et l'expérimentation active.[202] La concordance de ces étapes avec les étapes de la simulation peut se décrire de la façon suivante :

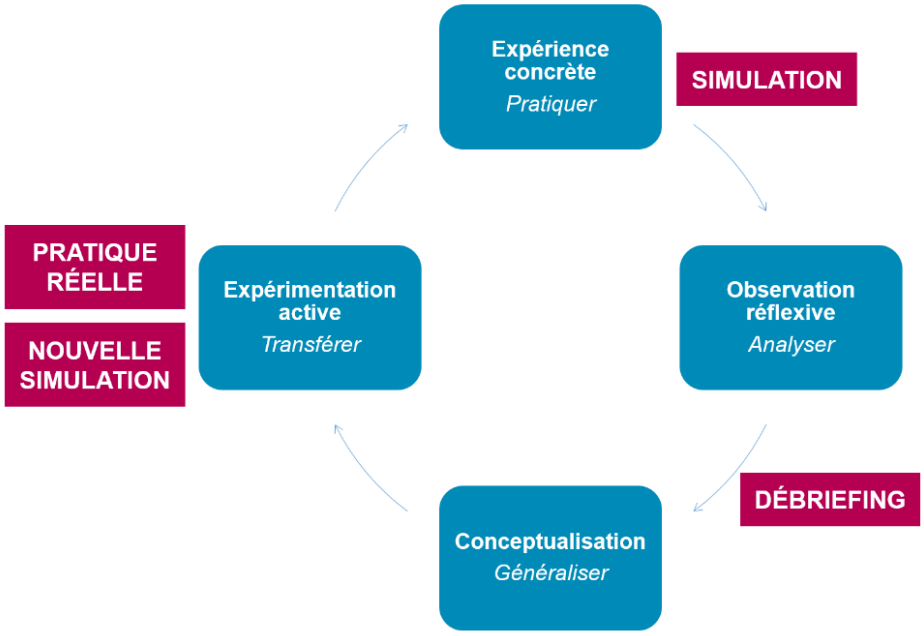


Figure 19 : Simulation et cycle de l'apprentissage expérientiel. Adapté de[202,203].

Il existe différentes modalités de simulation selon la taxonomie de Chiniara *et al (Tableau 7)*.

Tableau 7 : Les différentes modalités de simulation, leur description et des exemples. Adapté de[66,204].

Modalité	Description
Simulation basée sur une interface informatique	Serious game qui utilise la technologie. Durant le scénario, l'apprenant reçoit une rétroaction sur ses performances. *Ex. scénario dans lequel on incarne un avatar professionnel de santé dans un environnement hospitalier.*
Simulation procédurale	Utilisation d'outils dans le but d'acquérir des habiletés techniques. *Ex. bassin pour s'entraîner à l'accouchement.*
Simulation basée sur des patients standardisés (ou « patients simulés »)	Intégration d'une personne réelle (vrai patient, acteur, enseignant, étudiant) jouant le rôle d'un patient pour développer les capacités de communication et de raisonnement. *Ex. scénario d'annonce d'une fausse-couche.*
Immersion clinique	Reproduction avec le plus de réalisme possible d'un environnement de soins et de la pratique clinique pour travailler des situations complexes. *Ex. reproduction d'un bloc opératoire avec un mannequin haute-fidélité*.
Simulation hybride	Association d'un patient simulé et d'un outil de simulation procédurale pour travailler le savoir-être et le savoir-faire. *Ex. patient simulé et bras de perfusion.*

ii. Intérêt pour la formation en santé

La simulation pour la formation des professionnels de santé a largement été reconnue comme une approche pertinente.[162] Trois grandes raisons sont évoquées pour justifier de l'utilisation de la simulation en santé : des considérations éthiques selon l'adage « jamais la première fois sur le patient » ; la disponibilité des ressources didactiques car la simulation permet d'exposer les apprenants à des situations peu accessibles dans la vraie vie parce qu'elles sont rares ou coûteuses par exemple ; la qualité des apprentissages car la simulation permet de réunir plusieurs conditions favorables au transfert des apprentissages, notamment grâce à la contextualisation.[66,201] D'après une revue de la BEME (Best Evidence Medical and Health Professional Evidence), la simulation haute-fidélité permet d'acquérir indéniablement un savoir, un savoir-faire technique, mais aussi un savoir-être.[205] Elle est recommandée par le guide de l'Association Internationale pour l'Education Médicale (AMEE) pour tous les professionnels de santé tout au long du continuum de formation, du premier cycle à la formation continue, individuellement ou collectivement.[206]

Les simulations peuvent prendre différents aspects comme ceux cités dans le *Tableau 7* mais beaucoup d'auteurs considèrent également que des dispositifs ludopédagogiques comme les chambres des erreurs ou les escape rooms qui projettent les apprenants (patients ou professionnels de la santé) dans un environnement proche de la réalité sont également de la simulation.[55,60,192,193,196,207,208] En formation pré-graduée de pharmacie, la simulation est utilisée sous diverses formes : avec des patients standardisés, sous forme de jeux de rôle, avec des mannequins, sous forme de simulation basée sur une interface informatique ; elle a montré un intérêt pour acquérir des compétences en communication, en conseils pour les patients, en conciliation médicamenteuse, pour la prise en charge de soins aigus, en pharmacocinétique et pharmacodynamie, en toxicologie, etc…[209] La simulation (escape game, jeux de rôle, salle blanche virtuelle, lunettes 3D) montre également un intérêt pour la formation continue des préparateurs en pharmacie et des pharmaciens pour améliorer notamment les compétences techniques en production de médicaments.[208]

La simulation est utilisée en santé pour faire de la formation interprofessionnelle, expérience qui « se produit lorsque des étudiants de deux professions ou plus apprennent à se connaître, à partir de et avec l'autre », et qui nécessite des outils spécifiques et des enseignants formés à cette thématique.[210] Des simulations, hybrides ou avec des patients simulés, impliquant des étudiants en pharmacie et des étudiants d'autres filières (ex. infirmiers, médecins, biologistes, en administration de la santé) ont montré la possibilité d'améliorer les attitudes, le travail d'équipe et la communication.[211–213]

Les limites de l'utilisation de cette méthode sont le coût de l'équipement et sa maintenance, qui sont d'ailleurs très compliqués à évaluer, la formation nécessaire des formateurs et parfois la mobilisation de plusieurs formateurs.[214] Cependant, ces considérations sont à mettre en regard de l'efficacité de la méthode et de la sécurité des patients.

d. Le serious game en ligne

i. Définition

Le serious game (SG), en français « jeux sérieux » fait le plus souvent référence au serious game digital, c'est-à-dire en ligne. Celui-ci se définit comme une « application informatique interactive, avec ou sans composants matériels importants » qui est stimulante, engageante et qui fournit à l'utilisateur des compétences utiles dans la réalité.[215] Les mécanismes des SG qui favorisent la motivation et l'apprentissage sont l'immersion, le storytelling (raconter une histoire), un environnement de jeu visuellement attrayant et un bon équilibre entre le jeu et l'apprentissage.[216]

L'effet pédagogique des SG peut s'expliquer par différentes perspectives : béhavioriste par des mécanismes stimulus-réponse (ex. bonne réponse qui peut être la traduction d'un apprentissage qui conduit à un gain de points), cognitiviste par des mécanismes de jeu logiques et structurés pour faciliter l'apprentissage, constructiviste par une acquisition de connaissances via une résolution de problèmes, et humaniste car le SG a pour objectif un développement personnel et un apprentissage expérientiel.[217] Le SG permet ainsi d'allier des éléments de la ludopédagogie et de la simulation, tout en offrant une solution de formation à distance.

ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples

Les SG ont connu un essor considérable ces dernières années car il s'agit d'une pédagogie attractive, qui permet un apprentissage expérientiel pour un grand nombre d'apprenants, et à moindre coût par rapport à la formation en présentiel.[218] Si on observe la tendance en santé, on constate un passage progressif du développement des SG sur des pathologies spécifiques (ex. diabète, asthme) vers un ciblage de sujets plus larges (ex. sécurité, nutrition).[218]

Les revues de la littérature concernant l'utilisation de SG dans le monde de la santé sont foisonnantes. L'une d'entre elles soutient que les SG sont efficaces pour améliorer les connaissances, les aptitudes techniques et les comportements à court terme des professionnels des médecins et des infirmiers, et sont potentiellement plus efficaces que des

méthodes traditionnelles (ex. cours magistral).[194] Une autre revue systématique conclut que le SG semble être au moins aussi efficace que les contrôles (enseignement magistral ou e-learning) pour l'enseignement dans les professions de la santé, et dans de nombreuses études, plus efficace pour améliorer les connaissances, les compétences et la satisfaction. Cependant, elle souligne que les niveaux de preuves sont souvent assez faibles.[219]

Le serious game a le potentiel d'améliorer le savoir, le savoir-être et le savoir-faire. A titre d'exemples, un jeu sérieux a permis de catalyser les performances laparoscopiques d'étudiants en chirurgie avant l'utilisation d'un simulateur de laparoscopie[220] ; un autre a permis d'améliorer les capacités à reconnaître et à prendre des décisions face aux problèmes liés à l'équipement de chirurgie mini-invasive lors d'une séance de simulation qui a suivi[221] ; on peut enfin citer "EMERGE" qui met les joueurs dans la situation d'une salle d'urgence virtuelle, où les patients doivent être soignés en temps réel et qui a permis d'améliorer les compétences de prise de décision clinique.[222]

Chez les patients, des revues de la littérature mentionnent des utilités multiples. Dans le jeu "Re-Mission", les joueurs pilotent leur personnage à travers le corps d'un patient virtuel pour lutter contre les cellules tumorales et les symptômes du cancer. Le jeu a eu des effets bénéfiques sur les connaissances et la communication liées à la maladie chez les enfants et les adolescents.[223] Une revue de la littérature a montré que les serious game peuvent également s'avérer utiles en compléments d'approches traditionnelles pour réduire certains symptômes de pathologies en santé mentale (ex. diminution de l'anxiété, reconnaissances des expressions faciales chez des schizophrènes).[224]

Des auteurs suggèrent que les serious game ont un potentiel très intéressant pour la prévention et la promotion de la santé car ils permettent de toucher un large public et de proposer un contenu attractif.[161] Cependant, la plupart des études sont menées sur des collectifs restreints et un manque de suivi à long terme est mentionné, ce qui suggère des pistes d'amélioration pour les recherches à venir.

e. L'instruction par les pairs

i. Définition

Basée sur la théorie du socioconstructivisme, l'instruction par les pairs est une méthode de pédagogie active en groupe qui a été inventée par Eric Mazur, professeur de Physique à Harvard. Cette méthode demande aux apprenants de venir préparés à la séance, c'est-à-dire en ayant au préalable étudié les notions théoriques qui auront été fournies par l'enseignant,

selon le principe de « classe inversée ».[225] Elle consiste à poser une succession de questions complexes ou questions conceptuelles selon un procédé itératif qui suscite la réflexion. Une question est posée puis, dans un premier temps, chaque apprenant est invité à voter pour la solution qui lui semble correcte ; si des divergences d'opinion apparaissent, les apprenants doivent alors débattre en petit groupe et argumenter pour se convaincre puis voter une 2e fois. A l'issue de cette discussion et du 2e vote, ils reçoivent le feedback de l'enseignant sur la solution au problème. (*Figure 20*). Cette méthode permet d'améliorer la compréhension d'un concept car les explications données entre pairs novices sont mieux vulgarisées que par l'enseignant expert. Cette méthode favorise également la capacité d'analyse qui se trouve catalysée par les échanges entre pairs.[226–229]

Silberman résume ainsi l'effet de l'instruction par les pairs : « Ce que j'entends, je l'oublie. Ce que j'entends et vois, je m'en souviens un peu. Ce que j'entends, ce que je vois, ce sur quoi je pose des questions ou dont je discute avec quelqu'un d'autre, je commence à le comprendre. Ce que j'entends, vois, discute et fais, j'acquiers des connaissances et des compétences. Ce que j'enseigne à un autre, je le maîtrise. »[230]

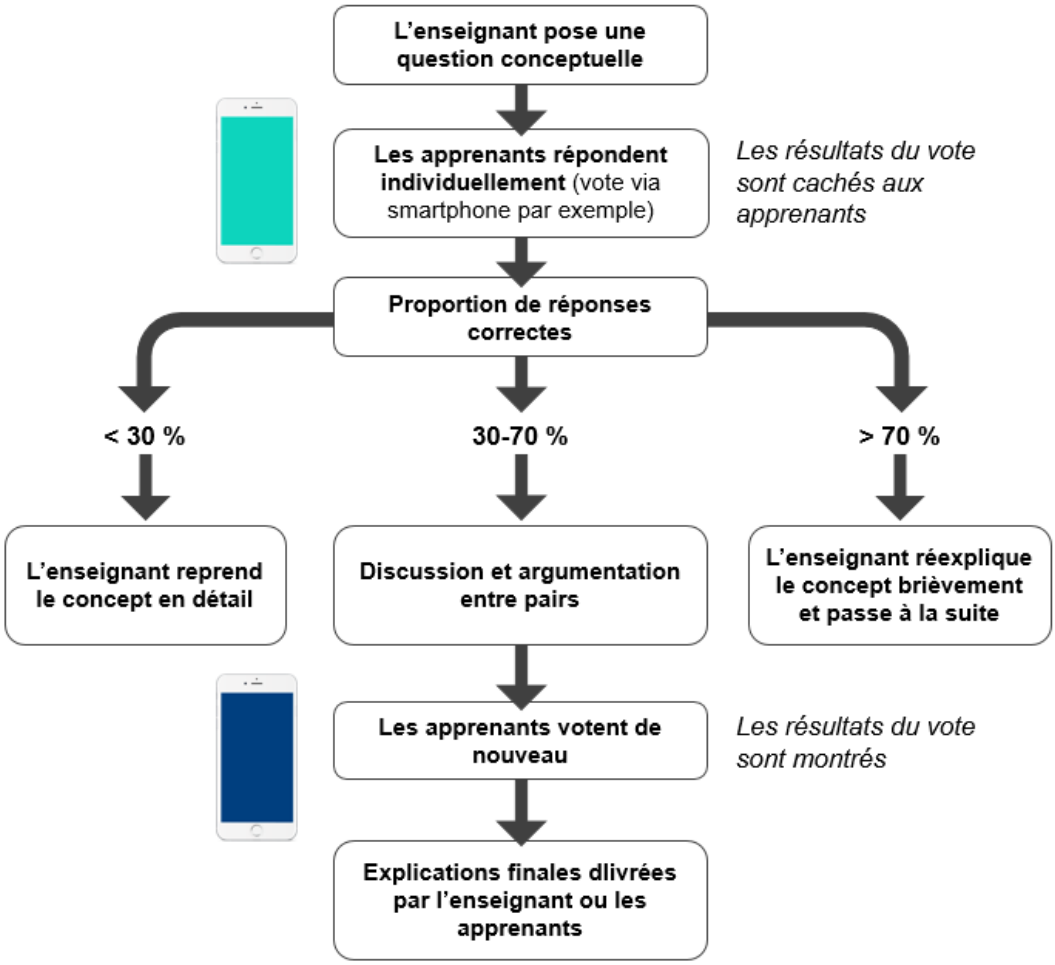


Figure 20 : Concept de l'instruction par les pairs inventé par Eric Mazur. Adapté de[226,231].

ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples

La littérature qui rapporte l'utilisation de l'instruction par les pairs (IP) dans le monde de la santé est mince. Le peu d'études que l'on trouve ont étudié l'impact de l'instruction par les pairs dans un enseignement pré-grade. La plupart des études concernaient l'enseignement en physiologie pour les étudiants en médecine et elles ont montré que l'IP améliorait la satisfaction, l'engagement des apprenants et les connaissances.[232–234] Une étude a rapporté l'utilisation de l'IP pour des étudiants en pharmacie suivant un cours sur l'auto-soin (ex. hygiène) et a conclu à une bonne efficacité de la méthode.[235] Quelques études ont comparé l'IP à un cours magistral (étudiants en chiropratique), à l'auto-explication (étudiants en médecine) ou à un travail de groupe traditionnel et a conclu à sa supériorité en termes de rétention d'informations et de compréhension ;[185,236,237] Une étude évoque que le risque de la méthode est qu'un apprenant qui avait une réponse correcte au départ se laisse influencer vers une mauvaise réponse, mais ce phénomène est décrit comme rare.[235]

Une récente revue de la littérature a montré que l'apprentissage en groupe, dont fait partie l'IP, engendre de meilleurs résultats dans les domaines académiques, cliniques et de la communication chez des étudiants en santé (médecine, dentaire, infirmiers), des médecins et des assistants médicaux que l'apprentissage par méthodes traditionnelles (ex. cours *ex cathedra*). Cette modalité pédagogique améliore également l'engagement, l'esprit de collaboration et la satisfaction des apprenants.[238]

f. Le blended learning

i. Définition

Le blended learning, aussi appelé « apprentissage mixte » ou « apprentissage hybride » en français, se caractérise par la combinaison d'un apprentissage en ligne asynchrone ou synchrone et d'un apprentissage en présentiel.[239]
Le blended learning reprend les codes de la classe inversée, avec la théorie vue individuellement et à distance, puis la mise en application en présentiel avec le groupe et l'enseignant. Le but du blended learning est de gagner du temps pour les apprenants et de diminuer le poids logistique d'un tout présentiel (ex. déplacements, salles à réserver).[225]

ii. Intérêt pour la formation en santé et exemples

L'intérêt du blended learning et notamment pour l'enseignement en santé, s'explique par plusieurs raisons. La première est que le blended learning offre la possibilité aux apprenants d'un apprentissage autodéterminé et autodirigé, mais également actif et interactif, composantes importantes pour l'apprentissage des adultes;[144,240,241] autre intérêt : l'enseignant va pouvoir adapter son enseignement en présentiel en fonction des résultats qu'il a récoltés sur la partie à distance, s'il les a suivis, ce qui augmente la pertinence de son intervention ;[241] enfin, les coûts liés à la formation peuvent être considérablement réduits par rapport à une formation entièrement en présentiel.[242,243]

Une récente méta-analyse a analysé 56 articles (9943 participants) et a montré que le blended learning avait un impact plus important, et de manière constante, sur les connaissances que l'apprentissage traditionnel dans les professions de la santé (ex. médecins, infirmiers, pharmaciens, kinésithérapeutes, dentistes). Il est souligné que le design de ces formations est très hétérogène.[244] En effet, on trouve dans la littérature que la partie distancielle peut prendre la forme de vidéos, de podcasts ou encore de lectures ; la partie présentielle peut être un enseignement magistral, un tutorat ou encore une simulation[244–246]

Pour les professionnels de santé, le blended learning a été utilisé par exemple pour former des pharmaciens praticiens à effectuer des revues de traitement ou former des médecins internes à la médecine d'urgence pédiatrique.[247,248]

Certaines difficultés ont pu être évoquées avec cette méthode pédagogique, notamment l'investissement de la part des enseignants pour la conception et l'obtention d'une compliance de la part des apprenants pour arriver préparés à la séance.[96,249]

Pour les patients, la littérature est pauvre quant à l'utilisation du blended learning en éducation thérapeutique mais la méthode a été utilisée pour former aux neurosciences les patients souffrant de douleurs rachidiennes chroniques en vue de les aider à réduire la douleur en complément du traitement ; le blended learning est aussi utilisé pour enseigner l'autogestion dans les maladies chroniques.[250,251] Il semble difficile de conclure sur le bénéfice de ce type de formations chez les patients car le format n'est pas toujours adapté aux individus.

g. Tableau récapitulatif des principaux avantages et inconvénients de ces méthodes pédagogiques innovantes

Ci-après, le *Tableau 8* récapitule les principaux avantages et inconvénients de chacune des méthodes susmentionnées.

Tableau 8 : Principaux avantages et inconvénients de certaines méthodes pédagogiques innovantes.

Méthode pédagogique innovante	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Microlearning	- e-learning diminuant la charge cognitive ; - consultable facilement et partout; - l'apprenant va à son rythme ; - économique pour les grands groupes d'apprenants.[96,163,166]	- la technologie peut freiner certains utilisateurs ; - sujet non traité en profondeur ; - risque d'attrition (non adhésion ou décrochage des apprenants) ; - possible manque d'interactions sociales.[96,163,166]
Ludopédagogie	- apprentissage actif ; - favorise la motivation.[189]	- logistique ; - nécessite un bon dosage entre le jeu et la pédagogie.[136,189]
Simulation	- apprentissage actif et immersif ; - favorise la motivation ; - efficacité basée sur des preuves solides.[206]	- coût élevé si simulation haute-fidélité ; - logistique.[214]
Serious game en ligne	- apprentissage actif et immersif ; - favorise la motivation ; - diffusion facile à un grand groupe d'apprenants ; - l'apprenant va à son rythme ; - plus économique que la simulation en présentiel.[96,194]	- utilisation de la technologie peut freiner certains utilisateurs ; - risque d'attrition (non adhésion ou décrochage des apprenants) ; - possible manque d'interactions sociales ; - développement long et coûteux.[96,219]
Instruction par les pairs	- apprentissage actif ; - favorise la motivation ; - apprentissage individuel et en groupe ; - favorise la capacité d'analyse et d'argumentation.[229]	- logistique ; - apprenants doivent arriver préparés ; - développement peut être long par rapport à un cours magistral.[252]
Blended learning	- partie distancielle individuelle permet de dégager du temps pour le présentiel ; - l'apprenant va à son rythme (partie distancielle) ; - apprentissage actif (partie présentielle) ; - favorise la motivation.[244]	- logistique ; - apprenants doivent avoir suivi la partie distancielle avant la partie présentielle ; - développement peut être long par rapport à un cours magistral.[96]

3. La formation idéale

Une formation idéale, telle que nous la définissons, devrait être centrée sur l'apprenant, favoriser un apprentissage actif, autodéterminé et autodirigé, diminuer la charge cognitive, être une source de satisfaction pour l'apprenant et l'enseignant, et combiner plusieurs modalités pédagogiques, c'est-dire être multimodale.

Figure 21 : Caractéristiques d'une formation idéale.

VII. Objectifs de la thèse et stratégie employée

Cette thèse de doctorat s'inscrit dans les multiples projets pédagogiques innovants dans lesquels la Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève s'engage pour améliorer la sécurité d'utilisation des médicaments. Depuis plusieurs années, nous souhaitons abandonner le mode d'enseignement *ex cathedra* au profit de méthodes pédagogiques innovantes. La question explorée au travers de ce travail était de savoir si ces méthodes pouvaient intégrer notre enseignement, comment et avec quel impact sur les apprenants et les formateurs.

L'objectif premier était donc de créer des formations utilisant différentes méthodes pédagogiques innovantes pour le développement professionnel continu des professionnels de santé et la sensibilisation des patients. La thématique de la sécurité d'utilisation des médicaments était omniprésente dans toutes les formations que nous avons créées pour cette thèse. Le deuxième objectif était d'évaluer l'impact de ces méthodes pédagogiques innovantes sur la satisfaction et l'apprentissage des apprenants.

Pour atteindre ces objectifs, quatre modalités ont été explorées avec des publics d'apprenants différents :

- Développement et évaluation de trois microlearnings à destination des infirmiers sur les thématiques autour de la sécurité d'administration des médicaments — **Etude 1** ;
- Création d'un serious game en ligne pour améliorer les connaissances et l'adhésion des médecins et des infirmiers aux recommandations de bonnes pratiques sur les médicaments anticoagulants — **Etude 2** ;
- Développement et évaluation du « Parcours aventure sécurité médicaments », un outil ludopédagogique pour sensibiliser les patients et le grand public autour de la sécurité du médicament — **Etude 3** ;
- Développement et évaluation d'une formation en blended learning pour améliorer les compétences dans le domaine du renseignement pharmaceutique des assistants en pharmacie — **Etude 4**.

L'objectif ultime de ce travail était de partager le fruit de ces recherches avec d'autres pharmaciens hospitaliers qui, comme nous, s'interrogent sur ces mêmes problématiques. La recherche a débuté par une enquête européenne pour interroger les pharmaciens hospitaliers qui font de l'enseignement sur leur intérêt pour les méthodes pédagogiques innovantes et recueillir leur retour d'expérience.

VIII. Bibliographie

1. SCHMITT (E.), SCHMITT (E.), ANTIER (D.), et al. *Dictionnaire Français de l'erreur Médicamenteuse*. Société Française de Pharmacie Clinique; 2006.

2. EMA. Medication errors. European Medicines Agency. Published September 17, 2018. Accessed April 18, 2022. https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/post-authorisation/pharmacovigilance/medication-errors

3. Falconer N, Barras M, Martin J, Cottrell N. Defining and classifying terminology for medication harm: a call for consensus. *Eur J Clin Pharmacol*. 2019;75(2):137-145. doi:10.1007/s00228-018-2567-5

4. Morimoto T, Gandhi TK, Seger AC, Hsieh TC, Bates DW. Adverse drug events and medication errors: detection and classification methods. *Qual Saf Health Care*. 2004;13(4):306-314. doi:10.1136/qhc.13.4.306

5. Pharmacovigilance Risk Assessment Committee (PRAC). Good practice guide on recording, coding, reporting and assessment of medication errors. Published online 2015. https://www.ema.europa.eu/en/documents/regulatory-procedural-guideline/good-practice-guide-recording-coding-reporting-assessment-medication-errors_en.pdf

6. Leape LL, Bates DW, Cullen DJ, et al. Systems Analysis of Adverse Drug Events. *JAMA*. 1995;274(1):35-43. doi:10.1001/jama.1995.03530010049034

7. World Health Organization. *Reporting and Learning Systems for Medication Errors: The Role of Pharmacovigilance Centres*. World Health Organization; 2014. Accessed April 16, 2022. https://apps.who.int/iris/handle/10665/137036

8. Hodkinson A, Tyler N, Ashcroft DM, et al. Preventable medication harm across health care settings: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2020;18(1):313. doi:10.1186/s12916-020-01774-9

9. Aitken M, Gorokhovich L. *Advancing the Responsible Use of Medicines: Applying Levers for Change*. Social Science Research Network; 2012. doi:10.2139/ssrn.2222541

10. WHO | The third WHO Global Patient Safety Challenge: *Medication Without Harm*. WHO. Accessed October 20, 2020. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/en/

11. Medication Without Harm. Accessed April 16, 2022. https://www.who.int/initiatives/medication-without-harm

12. World Health Organization (WHO). Medication Safety in Polypharmacy. Published online 2019. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHC-SDS-2019.11

13. World Health Organization (WHO). Medication Safety in High-risk Situations. Published online 2019. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHC-SDS-2019.10

14. World Health Organization (WHO). Medication Safety in Transitions of Care. Published online 2019. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-UHC-SDS-2019.9

15. World Patient Safety Day 2022. Accessed April 17, 2022. https://www.who.int/news-room/events/detail/2022/09/17/default-calendar/world-patient-safety-day-2022

16. Radley DC, Wasserman MR, Olsho LE, Shoemaker SJ, Spranca MD,

Bradshaw B. Reduction in medication errors in hospitals due to adoption of computerized provider order entry systems. *J Am Med Inform Assoc*. 2013;20(3):470-476. doi:10.1136/amiajnl-2012-001241

17. Poon EG, Keohane CA, Yoon CS, et al. Effect of Bar-Code Technology on the Safety of Medication Administration. *New England Journal of Medicine*. 2010;362(18):1698-1707. doi:10.1056/NEJMsa0907115

18. Sullivan GH. Five “rights” equal 0 errors. *RN*. 1991;54(6):65-66, 68.

19. Grissinger M. The Five Rights. *P T*. 2010;35(10):542.

20. Haute Autorité de la Santé (HAS). Guide sur les outils de sécurisation et d’auto-évaluation de l’administration des médicaments : mettre en oeuvre.pdf. Published online 2013. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/guide_outil_securisation_autoevaluation_medicaments_complet_2011-11-17_10-49-21_885.pdf

21. Keers RN, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM. Causes of Medication Administration Errors in Hospitals: a Systematic Review of Quantitative and Qualitative Evidence. *Drug Saf*. 2013;36(11):1045-1067. doi:10.1007/s40264-013-0090-2

22. TeamSTEPPS for Office-Based Care: Communication. Accessed October 14, 2021. http://www.ahrq.gov/teamstepps/officebasedcare/module3/office_comm.html

23. Projet TeamSTEPPS® aux HUG. Accessed June 4, 2022. https://www.hug.ch/qualite-soins/projet-teamsteppsr-aux-hug

24. SBAR Tool: Situation-Background-Assessment-Recommendation | IHI - Institute for Healthcare Improvement. Accessed June 4, 2022. http://www.ihi.org:80/resources/Pages/Tools/SBARToolkit.aspx

25. Shahid S, Thomas S. Situation, Background, Assessment, Recommendation (SBAR) Communication Tool for Handoff in Health Care – A Narrative Review. *Safety in Health*. 2018;4(1):7. doi:10.1186/s40886-018-0073-1

26. Müller M, Jürgens J, Redaèlli M, Klingberg K, Hautz WE, Stock S. Impact of the communication and patient hand-off tool SBAR on patient safety: a systematic review. *BMJ Open*. 2018;8(8):e022202. doi:10.1136/bmjopen-2018-022202

27. Semaine d’action 2022. Accessed June 4, 2022. https://www.securitedespatients.ch/evenements/semaine-daction-securite-des-patients/semaine-daction-2022/

28. Semaine d’action 2021. Accessed August 23, 2021. https://www.securitedespatients.ch/evenements/semaine-daction-securite-des-patients/2021/

29. Semaine d’action 2020. Accessed June 4, 2022. https://www.securitedespatients.ch/evenements/semaine-daction-securite-des-patients/2020/

30. Semaine d’action 2019. Accessed June 4, 2022. https://www.securitedespatients.ch/evenements/semaine-daction-securite-des-patients/2019/

31. Sécurité des patients Suisse. Mon plan de médication. https://www.securitedespatients.ch/fileadmin/user_upload/1_Projekte_und_Programme/progress_sichere_med._schnittstellen/progress_sms_f/23a_Plan_de_me__dication_V3.pdf

32. Brochure sur les médicaments. Accessed June 4, 2022. https://www.securitedespatients.ch/pu

blications/brochures/brochure-sur-les-medicaments/

33. High-Alert Medications in Acute Care Settings. Institute For Safe Medication Practices. Accessed June 4, 2022. https://www.ismp.org/recommendations/high-alert-medications-acute-list

34. High-Alert Medications in Community/Ambulatory Care Settings. Institute For Safe Medication Practices. Accessed June 4, 2022. https://www.ismp.org/recommendations/high-alert-medications-community-ambulatory-list

35. High-Alert Medications in Long-Term Care (LTC) Settings. Institute For Safe Medication Practices. Accessed June 4, 2022. https://www.ismp.org/recommendations/high-alert-medications-long-term-care-list

36. Saedder EA, Brock B, Nielsen LP, Bonnerup DK, Lisby M. Identifying high-risk medication: a systematic literature review. *Eur J Clin Pharmacol*. 2014;70(6):637-645. doi:10.1007/s00228-014-1668-z

37. Home - Pharmacie à Genève aux HUG. Accessed June 5, 2022. https://pharmacie.hug.ch/

38. GSASA - Profil professionnel du pharmacien hospitalier. Accessed June 2, 2022. https://www.gsasa.ch/fr/la-gsasa/profil-professionnel-pharmacien-hospitalier/?oid=64&lang=fr

39. Le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada. Référentiel CanMEDS. Accessed June 5, 2022. https://www.royalcollege.ca/rcsite/canmeds/canmeds-framework-f

40. Bechet CE. *Le rôle du pharmacien dans l'élaboration de savoirs sur les médicaments pour le médecin en milieu hospitalier.* University of Geneva; 2019. doi:10.13097/archive-ouverte/unige:122449

41. Adult learning statistics - characteristics of education and training. Accessed May 26, 2022. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Adult_learning_statistics_-_characteristics_of_education_and_training

42. *RS 419.1 - Loi Fédérale Du 20 Juin 2014 Sur La Formation Continue (LFCo)*. Accessed May 26, 2022. https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2016/132/fr

43. SEFRI S d'État à la formation à la recherche et à l'innovation. Apprentissage tout au long de la vie. Accessed May 26, 2022. https://www.sbfi.admin.ch/sbfi/fr/home/dienstleistungen/publikationen/publikationen-bestellen/s-n-2019-4/s-n-2019-4d.html

44. RS 811.11 Loi fédérale du 23 juin 2006 sur les professions médicales universitaires (Loi sur les professions médicales, LPMéd). Accessed April 30, 2018. https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20040265/index.html

45. *RS 811.21 - Loi Fédérale Du 30 Septembre 2016 Sur Les Professions de La Santé (LPSan)*. Accessed June 1, 2022. https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/16/fr

46. Secrétariat d'État à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). *Ordonnance Du SEFRI Sur La Formation Professionnelle Initiale d'assistante En Pharmacie/Assistant En Pharmacie Avec Certificat Fédéral de Capacité (CFC)*.; 2006. Accessed September 11, 2021. https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2007/54/fr

47. Jha AK, Orav EJ, Zheng J, Epstein AM. Patients' Perception of Hospital Care in the United States. *New England Journal of Medicine*.

2008;359(18):1921-1931. doi:10.1056/NEJMsa0804116

48. WHO | Patients for Patient Safety. WHO. Accessed October 20, 2020. http://www.who.int/patientsafety/patients_for_patient/en/

49. Manary MP, Boulding W, Staelin R, Glickman SW. The patient experience and health outcomes. *N Engl J Med*. 2013;368(3):201-203. doi:10.1056/NEJMp1211775

50. Empowering patients. Published April 17, 2012. Accessed April 8, 2020. http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/pages/news/news/2012/4/empowering-patients

51. WHO | 69th World Health Assembly Side Event on Addressing the Global Challenge of Medication Safety. WHO. Accessed October 20, 2020. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/WHA69_medication-safety-side-event/en/

52. Innovation - Pharmacie à Genève aux HUG. Accessed June 5, 2022. https://pharmacie.hug.ch/recherche-et-developpement/innovation

53. Recherche - Pharmacie à Genève aux HUG. Accessed June 5, 2022. https://pharmacie.hug.ch/recherche-et-developpement/recherche

54. Petit LM, Le Pape P, Delestras S, et al. E-Learning Training to Improve Pediatric Parenteral Nutrition Practice: A Pilot Study in Two University Hospitals. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2020;44(6):1089-1095. doi:10.1002/jpen.1730

55. Folch C. Elaboration d'un outil pédagogique d'information sur les médicaments destiné aux patients. Published online 2016. https://pharmacie.hug.ch/sites/pharmacie/files/ens/mas/diplome_cf.pdf

56. E-learning - Pharmacie à Genève aux HUG. Accessed June 2, 2022. https://pharmacie.hug.ch/enseignement/e-learning

57. Masson E. Pharm-Ed : plateforme éducative et collaborative pour une gestion efficiente, sûre et rationnelle des médicaments dans les hôpitaux des pays en développement (PED). EM-Consulte. Accessed June 2, 2022. https://www.em-consulte.com/article/1002270/article/pharm-ed -plateforme-educative-et-collaborative-po

58. Le pape P, Von grunigen S, Falaschi L, Bonnabry P. e-learning en pharmacie hospitalière pour les pays en développement : évaluation d'une leçon sur les médicaments cytotoxiques. *Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien*. 2015;50(3):313. doi:10.1016/j.phclin.2015.07.004

59. von Grünigen S, Dessane B, Le Pape P, Falaschi L, Geissbühler A, Bonnabry P. Development and Evaluation of an e-Learning Module for Low- and Middle-Income Countries on the Safe Handling of Chemotherapy Drugs. *J Cancer Educ*. Published online November 17, 2021. doi:10.1007/s13187-021-02113-z

60. Berthod F, Bouchoud L, Grossrieder F, Falaschi L, Senhaji S, Bonnabry P. Learning good manufacturing practices in an escape room: Validation of a new pedagogical tool. *J Oncol Pharm Pract*. 2020;26(4):853-860. doi:10.1177/1078155219875504

61. Garnier A, Butaye L, Bonnabry P, Bouchoud L. Apprendre par l'erreur pour améliorer ses connaissances dans une unité de préparation des cytostatiques. Poster presented at: Hopipharm; 2022; Lille, France. https://pharmacie.hug.ch/rd/posters/ApprendreParLErreurPourAmeliorer_Hopipharm_22.pdf

62. Garnier A, Haerder C, Dubs C, Bonnabry P, Bouchoud L. An innovative game-based training tool to promote handwashing and handrub in hospital pharmacies. Poster presented at: 2021; Lugano, Switzerland. https://pharmacie.hug.ch/rd/posters/InnovativeGamebasedTrainingTool_GSASA_2021.pdf

63. Garnier A, Bonnabry P, Bouchoud L. Development of a ludo-pedagogic training programme for the management of a robotised system for cytotoxic compounding. Poster presented at: 26th Congress EAHP; 2022; Vienna, Austria. https://pharmacie.hug.ch/rd/posters/GameBasedTraining_EAHP_2022.pdf

64. Gschwind L, Folch C, Bonnabry P. Élaboration d'un outil pédagogique d'information sur les médicaments destiné aux patients. *Le Pharmacien Hospitalier et Clinicien*. 2017;52(1):e3. doi:10.1016/j.phclin.2017.01.012

65. Ambrose SA, Bridges MW, DiPietro M, Lovett MC, Norman MK. *How Learning Works: Seven Research-Based Principles for Smart Teaching*. First edition. (Mayer RE, ed.). Jossey-Bass, a Wiley Imprint; 2010.

66. Pelaccia T, Tardif J. *Comment [mieux] former et évaluer les étudiants en médecine et en sciences de la santé?* De Boeck supérieur; 2016.

67. Baker L, Shing LK, Wright S, Mylopoulos M, Kulasegaram K, Ng S. Aligning and Applying the Paradigms and Practices of Education. *Acad Med*. 2019;94(7):1060. doi:10.1097/ACM.0000000000002693

68. Frank JR, Snell LS, Cate OT, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Medical Teacher*. 2010;32(8):638-645. doi:10.3109/0142159X.2010.501190

69. Berthiaume D, Rege Colet N, eds. *La Pédagogie de l'enseignement Supérieur: Repères Théoriques et Applications Pratiques*. Peter Lang; 2013.

70. Haute Ecole de commerce (HEC) Montréal. Bulletin mensuel. Le coup de pouce pédagogique. Direction de l'apprentissage et de l'innovation pédagogique. Accessed June 9, 2022. https://www.hec.ca/daip/ressources_pedagogiques/coup_de_pouce/Coup_de_pouce_pedagogique.html

71. Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. *J Med Libr Assoc*. 2015;103(3):152-153. doi:10.3163/1536-5050.103.3.010

72. Berthiaume D, Daele A. Comment clarifier les apprentissages visés par un enseignement ? In: *D. Berthiaume, N. Rege Colet (Ed.). La Pédagogie de l'enseignement Supérieur: Repères Théoriques et Applications Pratiques.* Vol 1. Peter Lang Verlag; 2013. https://www.peterlang.com/document/1053077

73. Krathwohl DR. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *null*. 2002;41(4):212-218. doi:10.1207/s15430421tip4104_2

74. Vygotskij LS, Cole M. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Nachdr. Harvard Univ. Press; 1981.

75. Haute Ecole de commerce (HEC) Montréal. Affiches illustrant des concepts pédagogiques. Direction de l'apprentissage et de l'innovation pédagogique. Accessed June 7, 2022. https://www.hec.ca/daip/index.html

76. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY, eds. *Curriculum Development for Medical Education: A Six-Step Approach*. Third edition. Johns Hopkins University Press; 2016.

77. Ingénierie pédagogique et modèle ADDIE - Sydologie. Accessed June 6, 2022. http://sydologie.com/2017/09/ingenierie-pedagogique-modele-addie/

78. Biggs J. Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*. 1996;32(3):347-364.

79. Harden RM. AMEE Guide No. 14: Outcome-based education: Part 1-An introduction to outcome-based education. *Medical Teacher*. 1999;21(1):7-14. doi:10.1080/01421599979969

80. Michaud P, ucker-Kupper P, members of the Profiles working group. PROFILES : Principal Objectives and Framework for Integrated Learning and Education in Switzerland. Published online 2017. https://profilesmed.ch/

81. GSASA: FPH Hôpital, Pharma Suisse. Programme de formation postgrade FPH en Pharmacie hospitalière. Published online 2016. https://www.gsasa.ch/fr/10141/formation-postgrade-fph/formation-postgrade/?oid=10147&lang=fr

82. Association of Pharmacy Technicians UK (APTUK), Primary Care Pharmacy Association (PCPA). National Competency Framework for Primary Care Pharmacy Technicians. Published online 2020. https://docs.aptuk.org/pdf/National_Competency_Framework_for_PCPTs.pdf

83. Ledergerber C, Mondoux J, Sottas B. Projet Compétences finales pour les professions de la santé HES. Published online 2009. kfh_projet_competencesfinalespourlesprofessionsdelasantehesrappo.pdf

84. Ledergerber C, Mondoux J, Sottas B. Annexe au Projet Compétences finales pour les professions de la santé HES. Published online 2009. kfh_projet_competencesfinalespourlesprofessionsdelasantehesannex.pdf

85. Canadian Patient Safety Institute (CPSI). Institut Canadien pour la Sécurité des Patients (ICSP). Les compétences en matière de sécurité. Published 2020. Accessed June 5, 2022. https://www.patientsafetyinstitute.ca/en/toolsResources/safetyCompetencies/Documents/CPSI-SafetyCompetencies_FR_Digital.pdf

86. Référentiel national de compétences en matière d'interprofessionnalisme. Published online 2010. https://www.rcpi.ulaval.ca/fileadmin/media/Coffre_a_outils/CIHC_IPCompetencies-FrR_Sep710.pdf

87. Tourette-Turgis C, Pereira Paulo L, Vannier MP. Quand des malades transforment leur expérience du cancer en expertise disponible pour la collectivité L'exemple d'un parcours diplômant à l'université des patients. Published online 2019. https://universitedespatients-sorbonne.fr/wp-content/uploads/2020/12/quand-des-malades-transforment-leur-expc3a9rience-du-cancer-en-expertise-disponible-pour-la-collectivitc3a9.pdf

88. Vroom VH. *Work and Motivation*. Wiley; 1964.

89. Bureau de soutien à l'enseignement. Taxonomie de Bloom (domaine cognitif). Enseigner à l'Université Laval. Enseigner à l'Université Laval. Accessed June 7, 2022. https://www.enseigner.ulaval.ca/system/files/taxonomie_cognitif.pdf

90. Berthiaume D, Daele A. Comment structurer les contenus d'un enseignement? In: *D. Berthiaume, N. Rege Colet (Ed.). La Pédagogie de l'enseignement Supérieur: Repères Théoriques et Applications Pratiques.* Vol 1. Peter Lang Verlag; 2013. https://www.peterlang.com/document/1053077

91. Meyer P. Les cartes conceptuelles : un outil créatif en pédagogie. *Recherche en soins infirmiers*. 2010;102(3):35-41. doi:10.3917/rsi.102.0035

92. Russell IJ, Hendricson WD, Herbert RJ. Effects of lecture information density on

medical student achievement. *J Med Educ*. 1984;59(11 Pt 1):881-889. doi:10.1097/00001888-198411000-00007

93. Sydo. *Donnez envie d'apprendre!: kit de survie du formateur*. Eyrolles; 2015.

94. BARI M, BEZZI M, GUIRLET M. *Formation et éducation en gestion des données de recherche du point de vue du projet DLCM : dispositifs d'e-learning*. Projet de recherche réalisé dans le cadre du Master en Sciences de l'information. Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE). Filière Information Documentaire.; 2020. https://doc.rero.ch/record/328462/files/MemoireDeRecherche_BariBezziGuirlet_Apr20.pdf

95. Community Articulate. E-Learning for Beginners. E-Learning Heroes. Accessed December 6, 2021. https://community.articulate.com/e-books/e-learning-for-beginners

96. Sydo, ed. *Comment formerez-vous demain ? 11 tendances décryptées*. Eyrolles; 2017.

97. Chris. Communauté. Moodle. Published March 25, 2019. Accessed June 11, 2022. https://moodle.com/fr/communaute/

98. Moodle.org: Tous les cours. Accessed June 11, 2022. https://moodle.org/course/

99. Ghirardini B. *Métholologies pour le développement de cours e-learning: Un guide pour concevoir et élaborer des cours d'apprentissage numérique*.; 2011. http://www.fao.org/docrep/015/i2516f/i2516f.pdf

100. Bouchut F, Cauden I, Cuisiniez F. *La boîte à outils des formateurs*. 3e éd. Dunod; 2016.

101. Hôpitaux Universitaires de Genève. Patients Partenaires. Accessed July 6, 2022. https://www.hug.ch/patients-partenaires

102. Hadji C. *L'évaluation, règles du jeu: des intentions aux outils*. 6e éd. ESF éd; 2000.

103. Henry L. Roediger III, Karpicke JD. Test-Enhanced Learning: Taking Memory Tests Improves Long-Term Retention. *Psychological Science*. Published online May 6, 2016. Accessed June 28, 2020. https://journals.sagepub.com/doi/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x

104. Dunlosky J, Rawson KA, Marsh EJ, Nathan MJ, Willingham DT. Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology. *Psychol Sci Public Interest*. 2013;14(1):4-58. doi:10.1177/1529100612453266

105. Schuwirth LWT, Van der Vleuten CPM. Programmatic assessment: From assessment of learning to assessment for learning. *Med Teach*. 2011;33(6):478-485. doi:10.3109/0142159X.2011.565828

106. Leclercq D. L'évolution des QCM. In: *Recherches sur l'évaluation en Education*. L'Harmattan; 2006. http://hdl.handle.net/2268/10124

107. Leclercq D. *La conception des questions à choix multiple*. Labor http://hdl.handle.net/2268/17835

108. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med*. 1990;65(9 Suppl):S63-67. doi:10.1097/00001888-199009000-00045

109. Cruess RL, Cruess SR, Steinert Y. Amending Miller's Pyramid to Include Professional Identity Formation. *Acad Med*. 2016;91(2):180-185. doi:10.1097/ACM.0000000000000913

110. Chénier C. La méthode de notation d'un questionnaire importe-t-elle ? *Mesure et évaluation en éducation*. 2017;40(1):129-154. doi:10.7202/1041006ar

111. Kanzow P, Schuelper N, Witt D, et al. Effect of different scoring approaches upon credit assignment when using Multiple True-False items in dental undergraduate examinations. *European Journal of Dental Education*. 2018;22(4):e669-e678. doi:10.1111/eje.12372

112. Lahner FM, Lörwald AC, Bauer D, et al. Multiple true–false items: a comparison of scoring algorithms. *Adv in Health Sci Educ*. 2018;23(3):455-463. doi:10.1007/s10459-017-9805-y

113. Flavell JH. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*. 1979;34(10):906-911. doi:10.1037/0003-066X.34.10.906

114. Efklides A. Metacognitive experiences in problem solving: Metacognition, motivation, and self-regulation. In: *Trends and Prospects in Motivation Research*. Kluwer Academic Publishers; 2001:297-323.

115. Nguyen QD, Fernandez N, Karsenti T, Charlin B. What is reflection? A conceptual analysis of major definitions and a proposal of a five-component model. *Medical Education*. 2014;48(12):1176-1189. doi:10.1111/medu.12583

116. Lecointe M. *S'asseoir pour se regarder marcher: fantasmes et formation des enseignants*. Syros; 1981.

117. Bruttomesso D, Gagnayre R, Leclercq D, et al. The use of degrees of certainty to evaluate knowledge. *Patient Education and Counseling*. 2003;51(1):29-37. doi:10.1016/S0738-3991(02)00226-4

118. Luetsch K, Burrows J. Certainty rating in pre-and post-tests of study modules in an online clinical pharmacy course - A pilot study to evaluate teaching and learning. *BMC Med Educ*. 2016;16. doi:10.1186/s12909-016-0783-1

119. Leclercq D. Une mata-analyse des degrés de certitude exprimés en mots. *Evaluer: Journal International de Recherche en Education et Formation*. 2017;2(3). Accessed November 17, 2021. https://orbi.uliege.be/handle/2268/210317

120. Rondier M. A. Bandura. Auto-efficacité. Le sentiment d'efficacité personnelle. *L'orientation scolaire et professionnelle*. 2004;(33/3):475-476.

121. Bandura A, ed. *Self Efficacy in Changing Societies*. University Press; 2002.

122. McKeachie WJ, Svinicki MD. *Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers*. 12. ed. Houghton Mifflin; 2006.

123. Wergers CE. *Nursing Students and Their Concerns*.; 2011.

124. Sarrazin P, Tessier D, Trouilloud D. Climat motivationnel instauré par l'enseignant et implication des élèves en classe : l'état des recherches. *Revue française de pédagogie*. 2006;157(4):12-12. doi:10.4000/rfp.463

125. Ambroise C, Pironom J, Brunot S, Toczek MC. Validation d'une échelle de mesure du sentiment d'efficacité personnelle spécifique au domaine de l'enseignement en France. *L'orientation scolaire et professionnelle*. 2019;(48/1):51-101. doi:10.4000/osp.10637

126. Pajares F, Urdan T. Bandura, A. Guide for constructing self-efficacy scales. In: *Self-efficacy beliefs of*

adolescents. Vol 5. Information Age Publishing. ; 2006:307-337.

127. Pelaccia T, Sibilia J, Sommelette M. *Comment mieux superviser les étudiants en sciences de la santé dans leurs stages et dans leurs activités de recherche ?* De Boeck supérieur; 2018.

128. Norris EM, Bullock I. The 'Learning conversation' as a style of feedback in resuscitation courses. *Resuscitation*. 2014;85:S65. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.03.164

129. Archer JC. State of the science in health professional education: effective feedback. *Medical Education*. 2010;44(1):101-108. doi:10.1111/j.1365-2923.2009.03546.x

130. Telio S, Ajjawi R, Regehr G. The "Educational Alliance" as a Framework for Reconceptualizing Feedback in Medical Education. *Academic Medicine*. 2015;90(5):609-614. doi:10.1097/ACM.0000000000000560

131. Bowen L, Marshall M, Murdoch-Eaton D. Medical Student Perceptions of Feedback and Feedback Behaviors Within the Context of the "Educational Alliance." *Academic Medicine*. 2017;92(9):1303-1312. doi:10.1097/ACM.0000000000001632

132. Hauer KE, Oza SK, Kogan JR, et al. How clinical supervisors develop trust in their trainees: a qualitative study. *Medical Education*. 2015;49(8):783-795. doi:10.1111/medu.12745

133. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. 3rd ed. Berrett-Koehler; 2006.

134. UNESCO Bibliothèque Numérique. Principes directeurs de l'UNESCO pour l'apprentissage mobile. Accessed June 18, 2022. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219661

135. Tricot A. *L'innovation pédagogique*. Éditions Retz; 2017.

136. Vonesch MA, Rouault M, Capelle A, et al. Intégrer les nouvelles pédagogies en santé : exemple de la pharmacie hospitalière. *Journal de Pharmacie Clinique*. 2018;37(1):37-45. doi:10.1684/jpc.2017.0375

137. Cooper AZ, Richards JB. Lectures for Adult Learners: Breaking Old Habits in Graduate Medical Education. *The American Journal of Medicine*. 2017;130(3):376-381. doi:10.1016/j.amjmed.2016.11.009

138. Tardif J. *Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive*. Éd. Logiques; 1997.

139. Jouquan J, Bail P. A quoi s'engage-t-on en basculant du paradigme d'enseignement vers le paradigme d'apprentissage ? *Pédagogie Médicale*. 2003;4(3):163-175. doi:10.1051/pmed:2003006

140. Maslow AH. *A Theory of Human Motivation*. Vol 50. US: American Psychological Association; 1943. Accessed May 30, 2022. https://psycnet.apa.org/fulltext/1943-03751-001.pdf

141. Maslow AH. *Motivation and Personality*. 2nd ed. Harper & Row; 1970.

142. Agah NN, Kaniuka T, Chitiga M. Examining motivation theory in higher education among tenured and non-tenured faculty: Scholarly activity and academic rank. *IJEAPS*. 2020;12(2):77-100. doi:10.5897/IJEAPS2020.0644

143. Deci EL, Ryan RM. Self-Determination Theory. In: Wright JD, ed. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*. Elsevier; 2015:486-491. doi:10.1016/B978-0-08-097086-8.26036-4

144. Knowles MS. *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. 4. print. Association Press [u.a.]; 1975.

145. Spencer JA, Jordan RK. Learner centred approaches in medical education. *BMJ*. 1999;318(7193):1280-1283.

146. Sweller J. CHAPTER TWO - Cognitive Load Theory. In: Mestre JP, Ross BH, eds. *Psychology of Learning and Motivation*. Vol 55. Academic Press; 2011:37-76. doi:10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8

147. Sweller J, van Merrienboer JJG, Paas FGWC. Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*. 1998;10(3):251-296. doi:10.1023/A:1022193728205

148. Nendaz M, Charlin B, Leblanc V, Bordage G. Le raisonnement clinique: données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Pédagogie Médicale*. 2005;6(4):235-254. doi:10.1051/pmed:2005028

149. Sweller J, Chandler P. Why Some Material Is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*. 1994;12(3):185-233. doi:10.1207/s1532690xci1203_1

150. Sweller J, van Merriënboer JJG, Paas F. Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ Psychol Rev*. 2019;31(2):261-292. doi:10.1007/s10648-019-09465-5

151. Schnotz W, Kürschner C. A Reconsideration of Cognitive Load Theory. *Educ Psychol Rev*. 2007;19(4):469-508. doi:10.1007/s10648-007-9053-4

152. van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ*. 2010;44(1):85-93. doi:10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x

153. Maitre JP, Bader J. La théorie de la charge cognitive. :4.

154. Clardy PF, Schwartzstein RM. Considering Cognition. Current Challenges and Future Directions in Pulmonary and Critical Care Fellowship Training. *Annals ATS*. 2015;12(4):474-479. doi:10.1513/AnnalsATS.201501-054OT

155. Sawatsky AP, Berlacher K, Granieri R. Using an ACTIVE teaching format versus a standard lecture format for increasing resident interaction and knowledge achievement during noon conference: a prospective, controlled study. *BMC Med Educ*. 2014;14:129. doi:10.1186/1472-6920-14-129

156. Rao SP, DiCarlo SE. Active learning of respiratory physiology improves performance on respiratory physiology examinations. *Advances in Physiology Education*. 2001;25(2):55-61. doi:10.1152/advances.2001.25.2.55

157. Krupat E, Richards JB, Sullivan AM, Fleenor TJJ, Schwartzstein RM. Assessing the Effectiveness of Case-Based Collaborative Learning via Randomized Controlled Trial. *Academic Medicine*. 2016;91(5):723-729. doi:10.1097/ACM.0000000000001004

158. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*. 2014;111(23):8410-8415. doi:10.1073/pnas.1319030111

159. Bleske BE, Remington TL, Wells TD, et al. A Randomized Crossover Comparison of Team-based Learning and Lecture Format on Learning Outcomes. *Am J Pharm Educ*. 2016;80(7). doi:10.5688/ajpe807120

160. Goodarzi H, Teymourzadeh E, Rahimi S, Nasiri T. Efficacy of active and passive evidence-based practice training for postgraduate medical residents: a non-randomized controlled

trial. *BMC Res Notes*. 2021;14:317. doi:10.1186/s13104-021-05732-3

161. Tolks D, Lampert C, Dadaczynski K, Maslon E, Paulus P, Sailer M. Spielerische Ansätze in Prävention und Gesundheitsförderung: Serious Games und Gamification. *Bundesgesundheitsbl*. 2020;63(6):698-707. doi:10.1007/s00103-020-03156-1

162. Haute Autorité de santé (HAS), Société francophone de simulation en santé (SoFraSimS). Simulation en santé et gestion des risques - Guide méthodologique. Published online 2019. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-02/guide_methodologique_simulation_en_sante_et_gestion_des_risques.pdf

163. Gagne JCD, Park HK, Hall K, Woodward A, Yamane S, Kim SS. Microlearning in Health Professions Education: Scoping Review. *JMIR Medical Education*. 2019;5(2):e13997. doi:10.2196/13997

164. Kala S, Isaramalai S arun, Pohthong A. Electronic learning and constructivism: A model for nursing education. *Nurse Education Today*. 2010;30(1):61-66. doi:10.1016/j.nedt.2009.06.002

165. Hug T, ed. *Didactics of Microlearning: Concepts, Discourses and Examples*. Waxmann; 2007.

166. Mongin P, Bertolini M, Levious F. *Former avec le microlearning: créer des modules courts et efficaces*. Dunod; 2018.

167. Micro-apprentissage, maxi impact ? (partie 1). Sydologie. Published April 9, 2019. Accessed June 15, 2022. http://sydologie.com/2019/04/micro-apprentissage-maxi-impact-partie-1/

168. Hug T. Mobile Learning as 'Microlearning': Conceptual Considerations towards Enhancements of Didactic Thinking. *International Journal of Mobile and Blended Learning*. 2010;2(4):47-57. doi:10.4018/jmbl.2010100104

169. Thillainadesan J, Le Couteur DG, Haq I, Wilkinson TJ. When I say … microlearning. *Medical Education*. n/a(n/a). doi:10.1111/medu.14848

170. Wentling T, Waight C, Gallaher J, Fleur J, Wang XC, Kanfer A. *E-Learning: A Review of Literature*. University of Illinois; 2000.

171. Gibbons M, Bailey A, Comeau P, Schmuck J, Seymour S, Wallace D. Toward a Theory of Self-Directed Learning: a Study of Experts Without Formal Training. *Journal of Humanistic Psychology*. 1980;20(2):41-56. doi:10.1177/002216788002000205

172. Vaona A, Banzi R, Kwag KH, et al. E-learning for health professionals. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;1:CD011736. doi:10.1002/14651858.CD011736.pub2

173. Swift A. E-learning may be no better than traditional teaching for continuing education of health professionals. *Evidence-Based Nursing*. 2019;22(2):52-52. doi:10.1136/ebnurs-2018-102927

174. Lawn S, Zhi X, Morello A. An integrative review of e-learning in the delivery of self-management support training for health professionals. *BMC Med Educ*. 2017;17(1):183. doi:10.1186/s12909-017-1022-0

175. Gawlik K, Guo J, Tan A, Overcash J. Incorporating a Microlearning Wellness Intervention Into Nursing Student Curricula. *Nurse Educator*. 2021;46(1):49-53. doi:10.1097/NNE.0000000000000842

176. Ichiuji BA, DeAngelis EJ, Corpodean F, et al. The Effect of a Microlearning Module on Knowledge Acquisition in Surgery Clerkship Students. *J Surg Educ*.

2022;79(2):409-416. doi:10.1016/j.jsurg.2021.11.001

177. Choo CY, Rahim ASA. Pharmacy Students' Perceptions and Performance from a Microlearning-Based Virtual Practical on the Elucidation of Absolute Configuration of Drugs. *Asian Journal of University Education*. 2021;17(4):1-10.

178. Dahiya S, Bernard A. Microlearning: The Future of CPD/CME. *J Eur CME*. 10(1):2014048. doi:10.1080/21614083.2021.2014048

179. Tennyson CD, Smallheer BA, De Gagne JC. Microlearning Strategies in Nurse Practitioner Education. *Nurse Educator*. 2022;47(1):2-3. doi:10.1097/NNE.0000000000001083

180. Wang V, Cheng YT, Liu D. Improving education: just-in-time splinting video. *Clin Teach*. 2016;13(3):183-186. doi:10.1111/tct.12394

181. Orwoll B, Diane S, Henry D, et al. Gamification and Microlearning for Engagement With Quality Improvement (GAMEQI): A Bundled Digital Intervention for the Prevention of Central Line–Associated Bloodstream Infection. *Am J Med Qual*. Published online May 8, 2017:1062860617706542. doi:10.1177/1062860617706542

182. Wakam GK, Palmon I, Kulick AA, Lark M, Sonnenday CJ, Waits SA. Adapting to the Times: Combining Microlearning Videos and Twitter to Teach Surgical Technique. *J Surg Educ*. 2022;79(4):850-854. doi:10.1016/j.jsurg.2022.02.001

183. Lavette LE, Miller A, Rook B, et al. Education Research: NeuroBytes: A New Rapid, High-Yield e-Learning Platform for Continuing Professional Development in Neurology. *Neurology*. 2021;97(8):393-400. doi:10.1212/WNL.0000000000012133

184. Wang C, Bakhet M, Roberts D, Gnani S, El-Osta A. The efficacy of microlearning in improving self-care capability: a systematic review of the literature. *Public Health*. 2020;186:286-296. doi:10.1016/j.puhe.2020.07.007

185. Zhang J, West RE. Designing Microlearning Instruction for Professional Development Through a Competency Based Approach. *TechTrends*. 2020;64(2):310-318. doi:10.1007/s11528-019-00449-4

186. Tolks D, Lampert C, Dadaczynski K, Maslon E, Paulus P, Sailer M. [Game-based approaches to prevention and health promotion: serious games and gamification]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2020;63(6):698-707. doi:10.1007/s00103-020-03156-1

187. van Gaalen AEJ, Brouwer J, Schönrock-Adema J, Bouwkamp-Timmer T, Jaarsma ADC, Georgiadis JR. Gamification of health professions education: a systematic review. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2021;26(2):683-711. doi:10.1007/s10459-020-10000-3

188. Deterding S, Khaled R, Nacke L, Dixon D. Gamification: Toward a definition. CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings. In: ; 2011:12-15.

189. FELIX & LUDO. *Livre Blanc : Comprendre la ludopedagogie*.; 2019. http://www.felixetludo.com/wp-content/uploads/2022/03/Livre-blanc-Felix-Ludo-Comprendre-la-ludopedagogie-2019.pdf

190. Chabrier A, Atkinson S, Bonnabry P, Bussières JF. Utilisation des jeux d'évasion en santé : une revue de littérature. *Can J Hosp Pharm*. 2019;72(5):388-402.

191. Les jeux de Thiagi -. Accessed June 17, 2022. https://www.mieux-apprendre.com/lapproche-du-mieux-apprendre/les-outils/les-jeux-cadres/

192. Guckian J, Eveson L, May H. The great escape? The rise of the escape room in medical education. *Future Healthc J*. 2020;7(2):112-115. doi:10.7861/fhj.2020-0032

193. Fondation Sécurité des patients Suisse. Apprentissage interactif grâce à la chambre des erreurs. Accessed June 18, 2022. https://www.securitedespatients.ch/chambre-des-erreurs/

194. Haoran G, Bazakidi E, Zary N. Serious Games in Health Professions Education: Review of Trends and Learning Efficacy. *Yearb Med Inform*. 2019;28(1):240-248. doi:10.1055/s-0039-1677904

195. Guillou N, Gil P, Lacroix P. *Neurolearning: les neurosciences au service de la formation*.; 2019.

196. Backhouse A, Malik M. Escape into patient safety: bringing human factors to life for medical students. *BMJ Open Qual*. 2019;8(1):e000548. doi:10.1136/bmjoq-2018-000548

197. Kerfoot BP, Turchin A, Breydo E, Gagnon D, Conlin PR. An Online Spaced-Education Game Among Clinicians Improves Their Patients' Time to Blood Pressure Control: A Randomized Controlled Trial. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2014;7(3):468-474. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.113.000814

198. Granry JC, Moll MC. Rapport de mission. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins. Published online 2012. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf

199. Pastré P, Club CRIN Évolution du travail et mutations technologiques. *Apprendre par la simulation: de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Octarès Éditions; 2005.

200. Schön DA. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Reprinted. Ashgate; 2011.

201. Vanpee D, Frenay M, Godin V, Bédard D. Ce que la perspective de l'apprentissage et de l'enseignement contextualisés authentiques peut apporter pour optimaliser la qualité pédagogique des stages d'externat. *Pédagogie Médicale*. 2010;10(4):253-266. doi:10.1051/pmed/20090330

202. Kolb DA. *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall; 1984.

203. Fanning RM, Gaba DM. The Role of Debriefing in Simulation-Based Learning. *Simulation in Healthcare*. 2007;2(2):115-125. doi:10.1097/SIH.0b013e3180315539

204. Chiniara G, Cole G, Brisbin K, et al. Simulation in healthcare: A taxonomy and a conceptual framework for instructional design and media selection. *Medical Teacher*. 2013;35(8):e1380-e1395. doi:10.3109/0142159X.2012.733451

205. Barry Issenberg S, Mcgaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical Teacher*. 2005;27(1):10-28. doi:10.1080/01421590500046924

206. Motola I, Devine LA, Chung HS, Sullivan JE, Issenberg SB. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. *Med Teach*. 2013;35(10):e1511-1530. doi:10.3109/0142159X.2013.818632

207. Diemer G, Jaffe R, Papanagnou D, Zhang XC, Zavodnick J. Patient Safety Escape Room: A Graduate Medical Education Simulation for Event Reporting. *MedEdPORTAL*. 15. doi:10.15766/mep_2374-8265.10868

208. Garnier A, Vanherp R, Bonnabry P, Bouchoud L. Use of simulation for education in hospital pharmaceutical technologies: a systematic review. *Eur J Hosp Pharm*. Published online December 23, 2021:ejhpharm-2021-003034. doi:10.1136/ejhpharm-2021-003034

209. Korayem GB, Alshaya OA, Kurdi SM, et al. Simulation-Based Education Implementation in Pharmacy Curriculum: A Review of the Current Status. *Adv Med Educ Pract*. 2022;13:649-660. doi:10.2147/AMEP.S366724

210. Paignon A, Wiesner Conti J, Cerutti B, Fassier T. French translation and validation of the interprofessional facilitation scale for simulation. *Journal of Interprofessional Care*. 2021;35(5):803-807. doi:10.1080/13561820.2021.1879750

211. Pillow MT, Hatfield CL, Aulbach R, et al. Using a Resuscitation-Based Simulation Activity to Create an Interprofessional Education Activity for Medical, Nursing, and Pharmacy Students. *MedEdPORTAL*. 2020;16:11054. doi:10.15766/mep_2374-8265.11054

212. Hodgkins SR, Marian KM, Shrader S, et al. A case of anaphylaxis: IPE simulation as a tool to enhance communication and collaboration. *Journal of Interprofessional Education & Practice*. 2020;18:100303. doi:10.1016/j.xjep.2019.100303

213. Bolesta S, Chmil JV. Interprofessional education among student health professionals using human patient simulation. *Am J Pharm Educ*. 2014;78(5):94. doi:10.5688/ajpe78594

214. Zendejas B, Wang AT, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. Cost: The missing outcome in simulation-based medical education research: A systematic review. *Surgery*. 2013;153(2):160-176. doi:10.1016/j.surg.2012.06.025

215. Bergeron B. *Developing Serious Games (Game Development Series)*. Charles River Media, Inc.; 2005.

216. Clark DB, Tanner-Smith EE, Killingsworth SS. Digital Games, Design, and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Rev Educ Res*. 2016;86(1):79-122. doi:10.3102/0034654315582065

217. Wu WH, Hsiao HC, Wu PL, Lin CH, Huang SH. Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: a meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*. 2012;28(3):265-279. doi:10.1111/j.1365-2729.2011.00437.x

218. Sharifzadeh N, Kharrazi H, Nazari E, et al. Health Education Serious Games Targeting Health Care Providers, Patients, and Public Health Users: Scoping Review. *JMIR Serious Games*. 2020;8(1):e13459. doi:10.2196/13459

219. Gentry SV, Gauthier A, L'Estrade Ehrstrom B, et al. Serious Gaming and Gamification Education in Health Professions: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2019;21(3):e12994. doi:10.2196/12994

220. IJgosse WM, van Goor H, Luursema JM. Saving robots improves laparoscopic performance: transfer of skills from a serious game to a virtual reality simulator. *Surg Endosc*. 2018;32(7):3192-3199. doi:10.1007/s00464-018-6036-0

221. Graafland M, Bemelman WA, Schijven MP. Game-based training improves the surgeon's situational awareness in the operation room: a randomized controlled trial. *Surg*

Endosc. 2017;31(10):4093-4101. doi:10.1007/s00464-017-5456-6

222. Middeke A, Anders S, Schuelper M, Raupach T, Schuelper N. Training of clinical reasoning with a Serious Game versus small-group problem-based learning: A prospective study. *PLoS One*. 2018;13(9):e0203851. doi:10.1371/journal.pone.0203851

223. Kato PM, Cole SW, Bradlyn AS, Pollock BH. A Video Game Improves Behavioral Outcomes in Adolescents and Young Adults With Cancer: A Randomized Trial. *Pediatrics*. 2008;122(2):e305-e317. doi:10.1542/peds.2007-3134

224. Dewhirst A, Laugharne R, Shankar R. Therapeutic use of serious games in mental health: scoping review. *BJPsych Open*. 2022;8(2):e37. doi:10.1192/bjo.2022.4

225. Lebrun M, Lecoq J. *Classes inversées: enseigner et apprendre à l'endroit !* Canopé éditions; 2015.

226. Mazur E. *Peer instruction: une méthode éprouvée d'enseignement interactif*. Presses polytechniques et universitaires romandes; 2014.

227. Smith MK, Wood WB, Adams WK, et al. Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*. 2009;323(5910):122-124. doi:10.1126/science.1165919

228. Versteeg M, van Blankenstein FM, Putter H, Steendijk P. Peer instruction improves comprehension and transfer of physiological concepts: a randomized comparison with self-explanation. *Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice*. 2019;24(1):151-165. doi:10.1007/s10459-018-9858-6

229. Crouch CH, Mazur E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*. 2001;69(9):970-977. doi:10.1119/1.1374249

230. Silberman M. *Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject*. Prentice-Hall, P; 1996.

231. Peer instruction - Alchetron, The Free Social Encyclopedia. Alchetron.com. Published August 18, 2017. Accessed October 15, 2021. https://alchetron.com/Peer-instruction

232. Schuller MC, DaRosa DA, Crandall ML. Using Just-in-Time Teaching and Peer Instruction in a Residency Program's Core Curriculum: Enhancing Satisfaction, Engagement, and Retention. *Academic Medicine*. 2015;90(3):384-391. doi:10.1097/ACM.0000000000000578

233. Rao SP, DiCarlo SE. Peer instruction improves performance on quizzes. *Advances in Physiology Education*. 2000;24(1):51-55. doi:10.1152/advances.2000.24.1.51

234. Cortright RN, Collins HL, DiCarlo SE. Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Advances in Physiology Education*. 2005;29(2):107-111. doi:10.1152/advan.00060.2004

235. Straw AM, Wicker E, Harper NG. Effect of peer instruction pedagogy on concept mastery in a first professional year pharmacy self-care course. *Curr Pharm Teach Learn*. 2021;13(3):273-278. doi:10.1016/j.cptl.2020.10.002

236. Versteeg M, van Blankenstein FM, Putter H, Steendijk P. Peer instruction improves comprehension and transfer of physiological concepts: a randomized comparison with self-explanation. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2019;24(1):151-165. doi:10.1007/s10459-018-9858-6

237. Mohammad M, Viuff SL, Munch MW, Berg RMG. Peer instruction versus conventional group work-based teaching in a laboratory exercise on

respiratory physiology: a randomized study. *Advances in Physiology Education*. 2021;45(4):694-701. doi:10.1152/advan.00045.2021

238. Joshi T, Budhathoki P, Adhikari A, Poudel A, Raut S, Shrestha DB. Team-Based Learning Among Health Care Professionals: A Systematic Review. *Cureus*. 14(1):e21252. doi:10.7759/cureus.21252

239. Kim KJ, Bonk CJ, Oh E. The present and future state of blended learning in workplace learning settings in the United States. *Performance Improvement*. 2008;47(8):5-16. doi:10.1002/pfi.20018

240. Means B, Toyama Y, Murphy RF, Baki M. The Effectiveness of Online and Blended Learning: A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Teachers College Record*. 2013;115(3).

241. Bonk CJ, Graham CR, eds. *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*. 1. ed. Pfeiffer; 2006.

242. Dankbaar MEW, Storm DJ, Teeuwen IC, Schuit SCE. A blended design in acute care training: similar learning results, less training costs compared with a traditional format. *Perspect Med Educ*. 2014;3(4):289-299. doi:10.1007/s40037-014-0109-0

243. Elgohary M, Palazzo FS, Breckwoldt J, et al. Blended learning for accredited life support courses - A systematic review. *Resusc Plus*. 2022;10:100240. doi:10.1016/j.resplu.2022.100240

244. Vallée A, Blacher J, Cariou A, Sorbets E. Blended Learning Compared to Traditional Learning in Medical Education: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2020;22(8):e16504. doi:10.2196/16504

245. Lee T, Yoon SW, Fernando S, Willey S, Kumar A. Blended (online and in-person) Women's Health Interprofessional Learning by Simulation (WHIPLS) for medical and midwifery students. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*. n/a(n/a). doi:10.1111/ajo.13531

246. Du L, Zhao L, Xu T, et al. Blended learning vs traditional teaching: The potential of a novel teaching strategy in nursing education - a systematic review and meta-analysis. *Nurse Education in Practice*. 2022;63:103354. doi:10.1016/j.nepr.2022.103354

247. Rose E, Claudius I, Tabatabai R, Kearl L, Behar S, Jhun P. The Flipped Classroom in Emergency Medicine Using Online Videos with Interpolated Questions. *Journal of Emergency Medicine*. 2016;51(3):284-291.e1. doi:10.1016/j.jemermed.2016.05.033

248. Leikola SNS, Tuomainen L, Ovaskainen H, et al. Continuing Education Course to Attain Collaborative Comprehensive Medication Review Competencies. *Am J Pharm Educ*. 2009;73(6):108.

249. Arora AK, Rodriguez C, Carver T, Teper MH, Rojas-Rozo L, Schuster T. Evaluating Usability in Blended Learning Programs Within Health Professions Education: a Scoping Review. *Med Sci Educ*. 2021;31(3):1213-1246. doi:10.1007/s40670-021-01295-x

250. Sangrar R, Docherty-Skippen SM, Beattie K. Blended face-to-face and online/computer-based education approaches in chronic disease self-management: A critical interpretive synthesis. *Patient Education and Counseling*. 2019;102(10):1822-1832. doi:10.1016/j.pec.2019.05.009

251. Malfliet A, Kregel J, Meeus M, et al. Blended-Learning Pain Neuroscience Education for People With Chronic Spinal Pain: Randomized Controlled Multicenter Trial. *Phys Ther*.

2018;98(5):357-368. doi:10.1093/ptj/pzx092

252. Mazur E, ed. *Peer Instruction: A User's Manual*. 1. ed., Pearson new international edition. Pearson; 2014.

253. Pepper GA. Errors in drug administration by nurses. *Am J Health Syst Pharm*. 1995;52(4):390-395. doi:10.1093/ajhp/52.4.390

254. Shahhosseini Z, Hamzehgardeshi Z. The Facilitators and Barriers to Nurses' Participation in Continuing Education Programs: A Mixed Method Explanatory Sequential Study. *Glob J Health Sci*. 2015;7(3):184-193. doi:10.5539/gjhs.v7n3p184

255. Caussin M, Mourier W, Philippe S, et al. [Crushing drugs in geriatric units: an "handicraft" practice with frequent errors which imposed recommendations]. *Rev Med Interne*. 2012;33(10):546-551. doi:10.1016/j.revmed.2012.05.014

256. Taxis K, Barber N. Ethnographic study of incidence and severity of intravenous drug errors. *BMJ*. 2003;326(7391):684. doi:10.1136/bmj.326.7391.684

257. Taxis K, Barber N. Incidence and severity of intravenous drug errors in a German hospital. *Eur J Clin Pharmacol*. 2004;59(11):815-817. doi:10.1007/s00228-003-0689-9

258. Mega JL, Simon T. Pharmacology of antithrombotic drugs: an assessment of oral antiplatelet and anticoagulant treatments. *The Lancet*. 2015;386(9990):281-291. doi:10.1016/S0140-6736(15)60243-4

259. Fontana P, Robert-Ebadi H, Bounameaux H, Boehlen F, Righini M. Direct oral anticoagulants: a guide for daily practice. *Swiss Medical Weekly*. 2016;146(0910). doi:10.4414/smw.2016.14286

260. Frazer A, Rowland J, Mudge A, Barras M, Martin J, Donovan P. Systematic review of interventions to improve safety and quality of anticoagulant prescribing for therapeutic indications for hospital inpatients. *Eur J Clin Pharmacol*. 2019;75(12):1645-1657. doi:10.1007/s00228-019-02752-8

261. Henriksen JN, Nielsen LP, Hellebek A, Poulsen BK. Medication errors involving anticoagulants: Data from the Danish patient safety database. *Pharmacol Res Perspect*. 2017;5(3):e00307. doi:10.1002/prp2.307

262. Piazza G, Nguyen TN, Cios D, et al. Anticoagulation-associated adverse drug events. *Am J Med*. 2011;124(12):1136-1142. doi:10.1016/j.amjmed.2011.06.009

263. Wilson RM, Runciman WB, Gibberd RW, Harrison BT, Newby L, Hamilton JD. The Quality in Australian Health Care Study. *Med J Aust*. 1995;163(9):458-471. doi:10.5694/j.1326-5377.1995.tb124691.x

264. Spector WD, Limcangco R, Furukawa MF, Encinosa WE. The Marginal Costs of Adverse Drug Events Associated With Exposures to Anticoagulants and Hypoglycemic Agents During Hospitalization. *Medical Care*. 2017;55(9):856-863. doi:10.1097/MLR.0000000000000780

265. Rapport d'activité | HUG - Hôpitaux Universitaires de Genève. Accessed September 11, 2021. https://www.hug.ch/centre-linnovation/rapport-dactivite

266. Bonnabry P. Activités et bilans de la Pharmacie des HUG - Rapport d'activité 2019. Site internet de la Pharmacie des HUG. Accessed September 11, 2021. https://pharmacie.hug.ch/qui-sommes-nous/activites-et-bilans

267. Coyne L, Merritt TA, Parmentier BL, Sharpton RA, Takemoto JK. The Past, Present, and Future of Virtual Reality in Pharmacy Education. *Am J Pharm Educ*. 2019;83(3):7456. doi:10.5688/ajpe7456

268. Office fédéral de la santé publique (OFSP). Examen fédéral en pharmacie. Accessed July 18, 2022. https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/berufe-im-gesundheitswesen/medizinalberufe/eidgenoessische-pruefungen-universitaerer-medizinalberufe/eidgenoessische-pruefung-in-pharmazie.html

Chapitre II : Partie expérimentale de la thèse

Enquête préliminaire sur l'utilisation par les pharmaciens hospitaliers de méthodes pédagogiques innovantes dans leur enseignement

1. Objectifs de l'enquête

Au travers de cette enquête, nous avons souhaité faire un état des lieux de l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes dans la communauté des pharmaciens hospitaliers européens et du Québec qui dispensent des enseignements universitaires et/ou des formations professionnelles. La vocation était d'avoir une vision de ce qui était déjà utilisé dans le monde de la pharmacie hospitalière

Les méthodes étudiées étaient :

1. **Outils favorisant l'interactivité en cours**
2. **e-learning**
3. **Simulation**
4. **Social learning** (apprentissage collaboratif par la connexion aux autres qui permet de mutualiser ses connaissances et d'échanger avec les autres pour apprendre, via un échange direct ou indirect.)
5. **Classe inversée** (les étudiants sont exposés au contenu avant le cours afin d'être en situation de pratiquer, d'appliquer les concepts et ainsi de vérifier leur bonne compréhension. La classe inversée favorise un apprentissage actif et les échanges en cours.)
6. **Réalité augmentée** (superposition de la réalité et d'éléments virtuels. Elle peut s'appliquer à la perception visuelle, tactile ou auditive.)

Les questions de recherche étaient :

- Ces méthodes innovantes sont-elles utilisées par les pharmaciens hospitaliers ?
- Si oui, dans quel contexte ? Pour quel public-cible ? Comment ?
- Retour d'expérience sur l'utilisation de ces méthodes ? (avantages, freins)
- Les pharmaciens hospitaliers n'utilisant pas de MPI sont-ils intéressés à utiliser ces méthodes innovantes ?
- Les pharmaciens utilisant déjà ces méthodes souhaiteraient-ils en utiliser d'autres ?

2. Matériel et méthodes

a. Création du questionnaire de l'enquête

Deux questionnaires ont été élaborés pour l'enquête, un en français et un en anglais. Ils ont été réalisés à l'aide du site de sondage en ligne SurveyMonkey®. Chaque questionnaire comportait au total 220 questions à choix multiples, réparties en trois embranchements distincts, balayant chacun les six méthodes pédagogiques innovantes citées plus haut (*Figure 22*). Le participant était orienté vers l'un des trois sous-questionnaires en fonction de son contexte d'enseignement (académique, en contexte professionnel ou les deux). La suite du questionnaire était également soumise à des branchements conditionnels, ce qui permettait d'adapter le questionnaire aux choix de réponse du participant. Celui-ci devait répondre à un maximum de 79 questions.

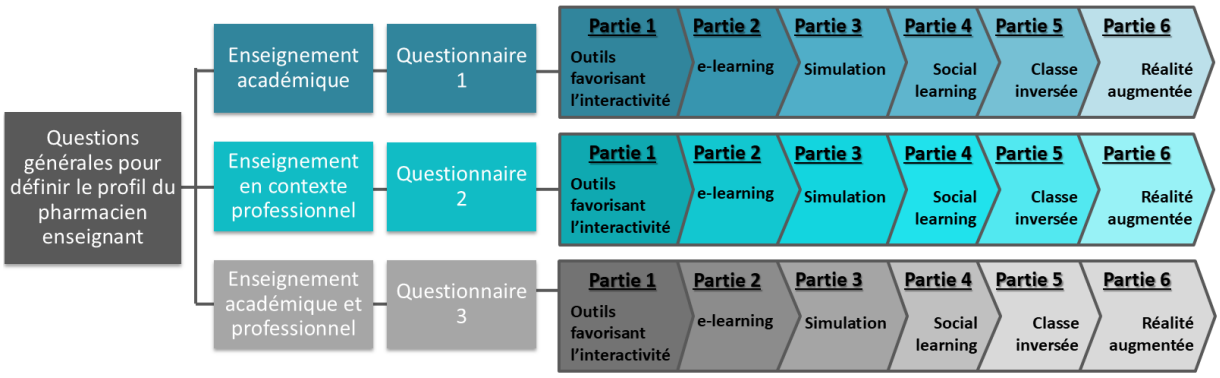


Figure 22 : Design du questionnaire de l'enquête sur l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes en pharmacie hospitalière.

b. Diffusion de l'enquête

L'enquête a débuté le 06.06.2018 et a été clôturée le 31.08.2018. Un rappel a été envoyé 6 semaines après le début.

Les liens de l'enquête en français et anglais ont été diffusés :

- en Belgique : par **email** aux membres de l'AFPHB (Association Francophone des Pharmaciens Hospitaliers de Belgique) et la VZA (Belgische Vereniging van Ziekenhuisapothekers) ;
- en Suisse : par **email** aux membres de la GSASA (Association Suisse des Pharmaciens de l'Administration et des Hôpitaux) ;

- en France : par diffusion via le **site internet** de l'ADIPh (Association pour le Digital et l'Information en Pharmacie) ;
- en Europe : via la **newsletter** *EU monitor* aux membres de l'EAHP (European Association of Hospital Pharmacists) ;
- au Québec : par **email** à un pharmacien professeur titulaire de clinique de l'Université de Montréal, chargé de diffuser à son tour à son réseau.

Le nombre total de personnes ayant reçu le questionnaire n'est pas connu.

c. Analyse des résultats

Les données récoltées sur Surveymonkey® ont été exportées vers un tableur Excel et ont permis une analyse descriptive des résultats.

3. Résultats de l'enquête

a. Population de l'étude

119 participants ont répondu à l'enquête, 100 au questionnaire en français et 19 à celui en anglais. Parmi eux, 101 pharmaciens ont complété la totalité du questionnaire.

Les pharmaciens répondants (n=119) étaient majoritairement de nationalité Suisse, Française ou Belge (*Figure 23a*). Une large proportion travaillait en pharmacie clinique mais également dans des domaines comme la logistique pharmaceutique, la production ou les centres d'information (*Figure 23b*).

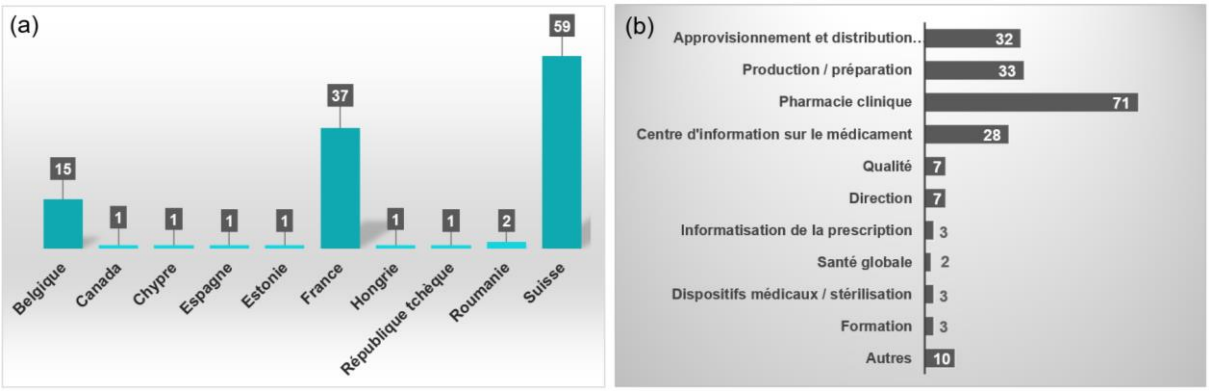


Figure 23 : Pays d'origine (a) et domaine d'activité (b) des pharmaciens hospitaliers répondants de l'enquête (n=119).

Les pharmaciens répondants enseignaient en milieu académique et/ou en milieu professionnel (*Figure 24a*). Leurs années d'expérience dans l'enseignement étaient hétérogènes (*Figure 24b*).

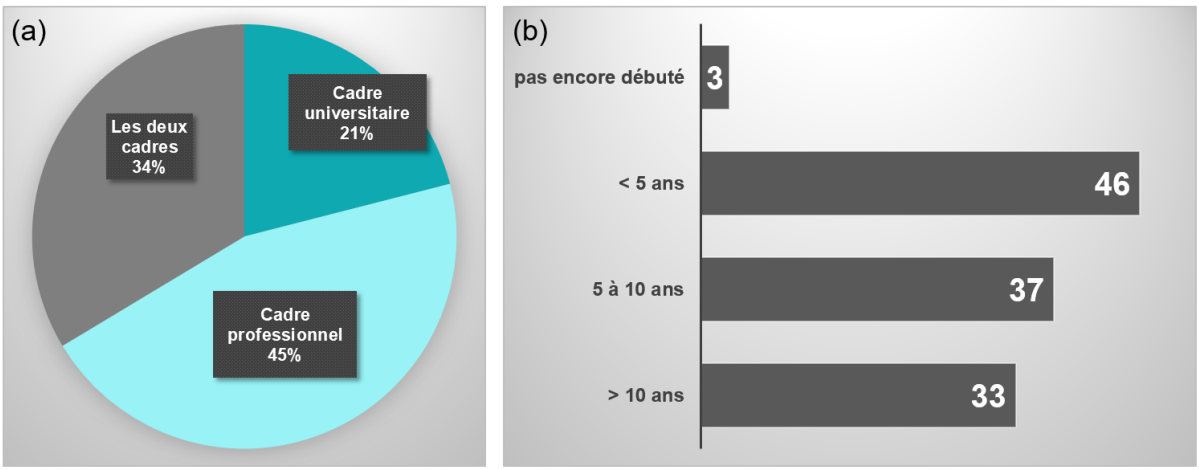


Figure 24 : Cadre d'enseignement (a) et niveau d'expérience dans l'enseignement (b) des pharmaciens hospitaliers répondants de l'enquête (n=119).

Le public-cible de ces enseignements était très hétérogène et principalement représenté par des pharmaciens, étudiants en pharmacie et infirmières (*Figure 25a*). La charge d'enseignement était variable mais plus de 82% (n=98) des participants ont déclaré dispenser au maximum 20 cours par année (*Figure 25b*).

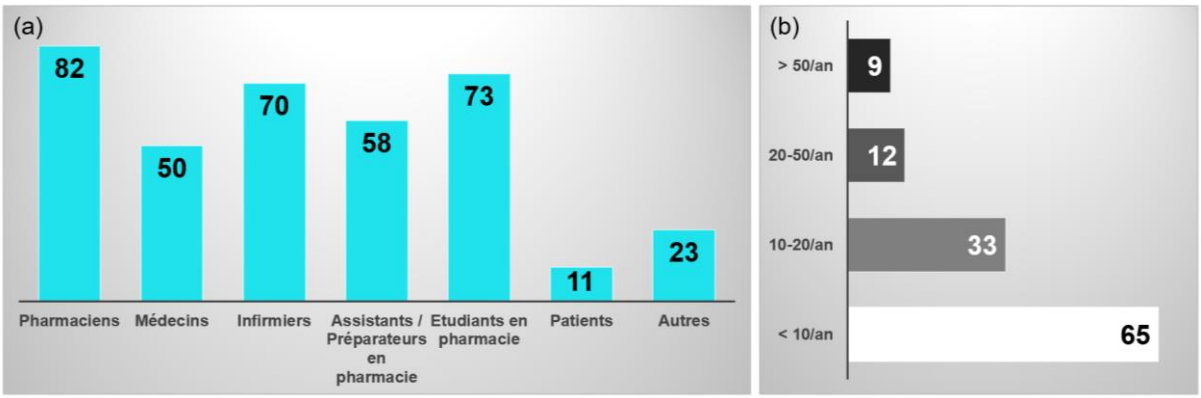


Figure 25 : (a) Publics-cibles des enseignements dispensés par les participants de l'enquête (n=119) ; (b) Fréquence des enseignements par année (n=119).

b. Résultats généraux sur l'utilisation de MPI

Parmi les 119 pharmaciens qui ont répondu à l'enquête, 62% (n=74) ont déclaré utiliser au moins une des six méthodes pédagogiques innovantes (MPI) étudiées. Parmi les 74 utilisateurs de MPI, il y a à la fois des enseignants très expérimentés et avec moins d'expérience (*Figure 26a*). Les pharmaciens qui ont une charge d'enseignement élevée par année semblent utiliser plus volontiers ces MPI (*Figure 26b*).

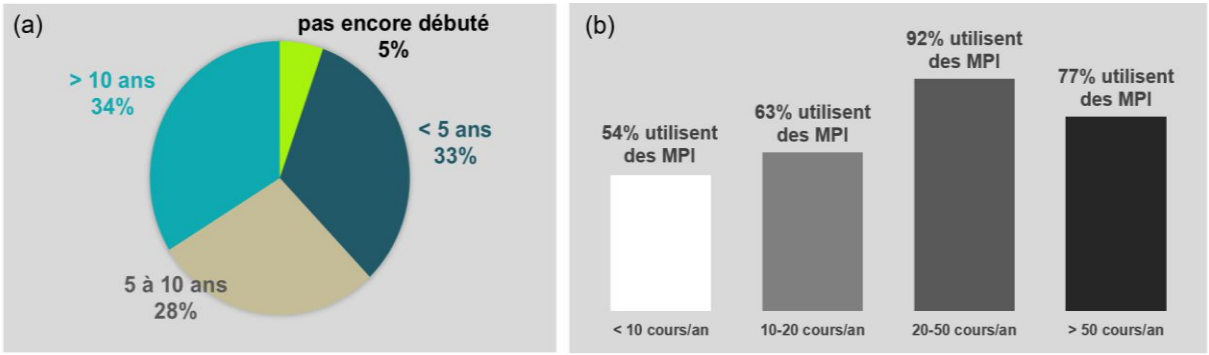


Figure 26 : (a) Nombre d'années d'enseignement (n=74) ; (b) Pourcentage d'utilisateurs de méthodes pédagogiques innovantes en fonction du nombre d'enseignements par année (n=119).

Globalement, tous contextes d'activité confondus, les trois MPI les plus utilisées sont les outils favorisant l'interactivité en cours, la simulation et l'e-learning. Cependant, en fonction du contexte, l'utilisation des MPI est différente (*Figure 27*). Dans le cadre académique, les trois MPI les plus utilisées sont d'abord les outils favorisant l'interactivité puis à égalité la simulation et la classe inversée. Dans le cadre professionnel, la simulation est utilisée en premier lieu puis les outils favorisant l'interactivité puis l'e-learning. Le social learning et la réalité augmentée sont peu utilisés.

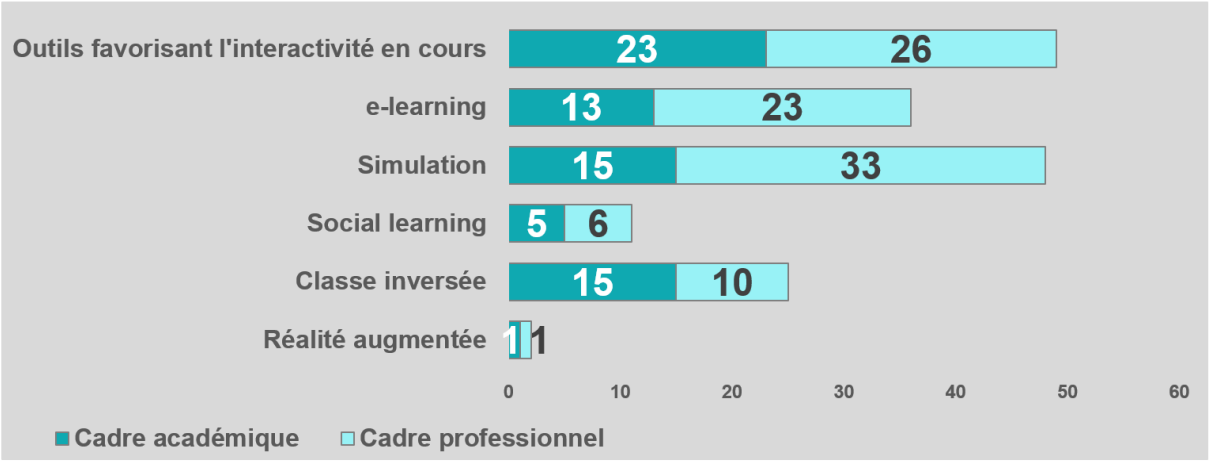


Figure 27 : Types de MPI utilisées en fonction du contexte d'enseignement (n total utilisateurs = 74 ; n utilisations en milieu académique = 72 ; n utilisations en milieu professionnel = 99).

c. Résultats détaillés de l'utilisation des MPI

Le *Tableau 9* présente les résultats de l'enquête en détaillant le nombre d'utilisateurs par type de MPI dans le cadre académique et le cadre professionnel, le ou les publics-cibles d'apprenants, sous quelles formes sont utilisées ces MPI, si une évaluation sur l'apprentissage et/ou la satisfaction a été effectuée et des informations complémentaires sur l'utilisation des MPI.

Tableau 9 : Résultats détaillés de l'utilisation des MPI chez les pharmaciens.

Type de MPI	Utilisateurs selon le cadre	Publics-cible d'apprenants	Outils/types utilisés majoritairement	Evaluation de la méthode	Autres informations
Outils favorisant l'interactivité en cours	académique 23	Non précisé	- Télécommandes ou boîtiers de vote électroniques ; - Applications sur smartphone (ex : Socrative, Slido, Pingo, Kahoot...).	▪ 60% des utilisateurs pensent qu'ils améliorent l'apprentissage pendant le cours magistral (cadre académique, n=23) ; ▪ 96% pensent qu'ils améliorent l'apprentissage (cadre professionnel, n=26) ; ▪ Environ 40% (n=49) des utilisateurs font une évaluation avant-après des connaissances.	<u>Contextes d'utilisation</u> : • **Faire réfléchir les étudiants** • **Stimuler l'attention ;** • Evaluer le niveau de connaissance de base ; • Evaluer le niveau de connaissances après le cours ; • Evaluer la satisfaction.
	professionnel 26	Non précisé	- Applications sur smartphone.		
e-learning	académique 13	Etudiants en pharmacie pré- et post-grades (50%/50%).	- Modules avec des slides interactives ; - Vidéos/animations vidéo.	• Connaissances avant-après : 55% (n=36) des utilisateurs ; • Satisfaction : 55% (n=36) des utilisateurs ; • Transfert de compétences dans la pratique : 1 utilisateur l'évalue avec un questionnaire envoyé environ 6-8 mois après un blended learning.	▪ Durée moyenne des modules (tous publics confondus): 52 minutes [min=3, max=180] ; ▪ 60% (n=36) des utilisateurs couplent l'e-learning à une formation en présentiel, le plus souvent comme prérequis à la séance.
	professionnel 23	Pharmaciens, médecins, infirmiers, préparateurs/assistants en pharmacie, diététiciens.			
Simulation	académique 15	Etudiants en pharmacie pré- et post-grades (60%/40%).	- Ateliers de mise en situation/jeux de rôles.	▪ 50% (n=48) des utilisateurs de cette méthode évaluent son impact sur les connaissances avant-après et la satisfaction des apprenants.	▪ Ex. d'utilisation : validation annuelle des opérateurs en production et la validation des stagiaires. ▪ Ex. d'outils de simulation : SIMUPAC, IATROMED, «admission des erreurs» (conciliation médicamenteuse).
	professionnel 33	Pharmaciens, médecins, infirmiers, préparateurs/assistants en pharmacie.	- Ateliers de mise en situation/jeux de rôles ; - Serious game.		

Type de MPI	Utilisateurs selon le cadre	Publics-cible d'apprenants	Outils/types utilisés majoritairement	Evaluation de la méthode	Autres informations
Social learning	académique 5	Etudiants en pharmacie pré- et post-grades	- Plateforme d'enseignement en ligne (LMS) - Réseaux sociaux - Documents partagés (ex. Google drive…) - Applications mobiles (ex. Whatsapp…)	▪ Connaissances avant-après dans 75% (n=11) des cas.	
	professionnel 6	Pharmaciens, médecins	- Plateforme d'enseignement en ligne ; - Réseaux sociaux ; - Documents partagés ; - Applications mobiles ; - Présentiel (échanges d'expériences, travail en groupe).		
Classe inversée	académique 15	Etudiants en pharmacie pré- et post-grades (70%/30%).	Non précisé	▪ 70% (n=15) des utilisateurs pensent que la méthode est efficace.	<u>Contextes d'utilisation</u> : ▪ Apprentissage plus actif ▪ Stimuler l'attention ▪ Favoriser les échanges ▪ Augmenter la mémorisation
	professionnel 10	Pharmaciens, médecins, infirmiers, préparateurs/assistants en pharmacie, patients.		▪ Connaissances avant-après dans 60% (n=10) des cas ; ▪ 100% (n=10) des utilisateurs pensent que la méthode est efficace.	<u>Contextes d'utilisation</u> : ▪ Apprentissage plus actif ▪ Stimuler l'attention ▪ Favoriser les échanges ▪ Gagner du temps
Réalité augmentée	académique 1	Etudiants en pharmacie pré-grade.	Application smartphone.	▪ Pas d'évaluation des connaissances ni de la satisfaction.	▪ Enseignement sur le traitement de la fibrillation atriale.
	professionnel 1	Non précisé.	Application smartphone.	▪ Pas d'évaluation des connaissances ni de la satisfaction.	▪ Enseignement dans le domaine de la gestion des risques.

d. Commentaires des utilisateurs par type de MPI

Le *Tableau 10* regroupe les commentaires libres des utilisateurs de MPI par type de méthode, tous cadres confondus.

Tableau 10 : Commentaires des utilisateurs de MPI (n=74).

Type de MPI	Commentaires libres des utilisateurs
Outils favorisant l'interactivité en cours	« Cela plaît aux étudiants » ; « Participation active plus efficace pour appropriation » ; « Cela semble toujours être "amusant" » ; « Très chronophage […] l'intérêt pédagogique reste à démontrer » ; « Permettre de réajuster des messages pas compris ou répéter messages pas retenus » ; « Je pense que ces outils apportent une part de ludisme, facilitent et permettent d'accélérer l'apprentissage » ; « Il nous arrive de faire une rétroaction courriel complémentaire après analyse des données » ; « L'utilisation de télé-voting a l'avantage de permettre aux moins expérimentés d'exprimer leur avis sans risquer d'être stigmatisés ».
e-learning	« Economie temps formateur. Pour la pédagogie, on repassera. » ; « Modération [des forums] très chronophage ».
Simulation	« Outils très appréciés car très ludiques ».
Social learning	« Facile pour la communication médecin-pharmacien » ; « Modération [sur WhatsApp] très chronophage » ; « Forum sur plateforme d'apprentissage en ligne peu utilisé ».
Classe inversée	« Certains étudiants (cadre académique) ne font pas le travail en amont ».
Réalité augmentée	-

e. Volonté d'utiliser les MPI

Parmi les pharmaciens qui n'utilisent aucune MPI (n=45), 71% voudraient utiliser une ou plusieurs de ces méthodes.

Parmi ceux qui utilisent déjà une MPI (n=74), 84% voudraient utiliser une ou plusieurs autres de ces méthodes.

f. Freins déclarés à l'utilisation des MPI

Dans l'enquête, il était demandé aux répondants d'identifier les principaux freins à l'utilisation des MPI, qu'ils les utilisent ou non. Les trois plus grands freins, toutes MPI confondues, étaient la méconnaissance de la méthode, le manque de temps pour développer de tels

enseignements et le fait de ne pas savoir comment intégrer les MPI à son enseignement (*Tableau 11*).

Concernant l'utilisation de l'e-learning et de la simulation, le frein le plus cité pour les deux méthodes était le manque de temps ; pour le social learning, la classe inversée et la réalité augmentée, le frein le plus cité pour les trois méthodes était la méconnaissance de la méthode.

Tableau 11 : Freins identifiés à l'utilisation des MPI par l'ensemble des répondants à l'enquête.

Type de frein identifié	Nombre de répondants ayant identifié le frein toutes MPI confondues (n=119)
1. Ne connaît pas la méthode	101
2. Manque de temps	93
3. Ne sait pas comment intégrer ces méthodes à mon enseignement	74
4. Manque de formation à la méthode	67
5. Non adapté aux groupes d'élèves	66
6. Non adapté à ce que j'enseigne	53
7. Manque de moyens matériels	46
8. Non efficace	25
9. Coût trop élevé	38
10. Compliqué	5

4. Discussion et conclusion

Les résultats de cette enquête ont permis de réaliser un état des lieux des pratiques concernant l'utilisation des MPI au niveau européen et au Québec. Les pharmaciens répondants étaient principalement de nationalités Suisse, Française ou Belge. Plus de la moitié des pharmaciens interrogés utilisaient déjà des MPI dans leur enseignement et en étaient satisfaits.

Les MPI étudiées étaient utilisées majoritairement dans un contexte de formation professionnelle, cependant leur utilisation dans un contexte académique était également répandue. Parmi les répondants, les pharmaciens qui avaient une charge d'enseignement élevée par année étaient aussi les plus grands utilisateurs de MPI.

Les MPI les plus utilisées étaient les méthodes favorisant l'interactivité en présentiel, la simulation et l'e-learning. L'évaluation de l'impact de ces MPI sur les connaissances et la satisfaction n'était pas systématiquement effectuée mais une grande majorité d'utilisateurs de MPI avaient le sentiment que celles-ci étaient efficaces pour l'apprentissage.

La grande majorité des pharmaciens qui utilisaient au moins une MPI ont déclaré être enclins à en utiliser d'autres ; ceux n'en utilisant pas encore étaient intéressés par ces méthodes et

exprimaient le souhait de les intégrer éventuellement à leur enseignement. Les principaux freins à leur utilisation étaient de ne pas connaître la méthode, le manque de temps et le fait de ne pas savoir comment intégrer une MPI à son enseignement.

La limite principale de l'étude était le faible nombre de réponses, avec très probablement un biais de sélection qui a amené les pharmaciens intéressés et utilisant les MPI à répondre à l'enquête. Le biais de sélection pourrait être à l'origine du paradoxe que les principaux utilisateurs de MPI étaient les pharmaciens avec une charge d'enseignement élevée, alors qu'un des freins évoqués à leur utilisation est le manque de temps.

En conclusion, ce travail de thèse devrait donc intéresser les pharmaciens hospitaliers qui enseignent. En effet, les exemples concrets d'utilisation de MPI avec des évaluations approfondies devraient pouvoir leur donner des clefs pour leur intégration à un enseignement dans le domaine de la pharmacie hospitalière.

Etude 1 - Développement et évaluation de microlearnings pour les infirmiers sur trois thématiques autour la sécurité d'administration des médicaments

Contexte de l'étude

L'Unité de pharmacie clinique spécialisée (PCS) de la Pharmacie des HUG a pour objectif, entre autres, de diffuser des informations actualisées, critiques et indépendantes, et de promouvoir un usage rationnel et adéquat des médicaments. Cette Unité comprend un Centre d'information pharmaceutique qui a pour missions de répondre aux questions des professionnels de santé portant sur une dimension pharmaceutique du médicament (par ex. stabilité et conservation, directives de préparation et d'administration, compatibilités physico-chimiques), ainsi que d'élaborer des recommandations et des outils d'aide pour sécuriser l'utilisation des médicaments. Une partie de ces outils est disponible pour tous sur le site internet de la Pharmacie des HUG (page internet de recommandations). Les principaux clients de ce Centre d'information sont les infirmiers.

Par ailleurs, les pharmaciens cliniciens interviennent dans un cours dispensé mensuellement sur une journée aux infirmiers. Ce cours fait partie de la formation continue des infirmiers des HUG et est axé sur la sécurité de dispensation des médicaments. Selon une volonté institutionnelle, puisque les infirmiers constituent le dernier maillon de la chaîne avant qu'une erreur médicamenteuse n'atteigne le patient, ce cours est obligatoire à une fréquence de tous les quatre ans.[253] Il s'agit d'une formation dispensée sous la forme d'un cours magistral sur une journée de 8h à un groupe d'une vingtaine de soignants. Le pharmacien intervient durant quatre heures pour faire un focus sur la sécurité d'utilisation des médicaments oraux et parentéraux, le reste de la journée est consacré à la Qualité et à la sécurité des soins.

Depuis plusieurs années, bien que ce cours soit apprécié, les pharmaciens s'interrogent sur la plus-value d'un cours magistral pour la partie pharmacie. En effet, les apprenants restent passifs la majeure partie du temps, le cours oblige formateurs et participants à se déplacer au Centre de formation et les rappels de bonnes pratiques ne sont finalement diffusés qu'aux participants qui suivent le cours. Dans l'optique de proposer des formations plus efficientes, nous avons décidé de passer d'un format de cours magistral pour cet enseignement à un format additionnant une partie théorique sous la forme de microlearnings et une partie présentielle intégrant des concepts plus innovants (simulation, ludopédagogie, instruction par les pairs).[254]

Un travail de recherche de fin d'étude de MAS (Master Advanced Studies) en Pharmacie hospitalière supervisé par la doctorante a permis de développer la partie microlearnings. Trois modules ont été développés, et leur impact sur les connaissances et le degré de certitude a été évalué auprès d'un public d'infirmiers. Le microlearning (e-learning de moins de 15 minutes) a été choisi car il propose un apprentissage autodirigé sur un laps de temps court et avec peu de contraintes logistiques, caractéristiques intéressantes pour la formation continue des infirmiers.[179] Chaque microlearning traite de l'essentiel d'un sujet et la somme constitue un parcours de formation.[163]

Les microlearnings créés ont ciblé trois problématiques-phares des questions posées au Centre d'informations et qui étaient abordées lors du cours en présentiel. Ces thématiques sont également décrites dans la littérature comme pouvant être sources d'erreurs médicamenteuses potentiellement graves et nécessitent que la pratique soit encadrée :
- couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules ;[62,63255]
- la compatibilité en Y des médicaments injectables ;[256,257]
- les calculs de doses et conversions d'unités.[6]

Le développement de ces microlearnings s'est fait en équipe pluridisciplinaire et a eu recours au procédé de mindmap (ou carte mentale) pour obtenir une représentation mentale partagée (Annexe 1). Cela a permis de déterminer, de manière consensuelle, les objectifs pédagogiques (Annexe 2) et le contenu de chacun des microlearnings. Des microlearnings, sous forme de vidéos ludiques ont été conçus (durée de 6 à 15 min), deux par la pharmacienne en MAS, le troisième par la doctorante. Le microlearning sur les calculs, qui était le plus long, avait la particularité d'intégrer un mini-jeu interactif dans la vidéo pour entraîner aux calculs de doses et conversions d'unités. La conception de chacune des vidéos a pris entre 50 et 150 heures.

Pour permettre l'évaluation par des infirmiers, les pré- et post-tests ainsi que les microlearnings (vidéos) ont été implémentés sur une page internet (visuel Annexe 3) hébergeant trois modules :
Module Couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules
Module Compatibilité en Y des médicaments injectables
Module Calculs de doses et conversions d'unités

Un groupe de pharmaciens a également participé à l'évaluation de ces microlearnings dans le but de déterminer si ce format pédagogique, avec un contenu plus adapté, serait aussi intéressant pour la formation des pharmaciens (ex. formation à la garde, formation des pharmaciens MAS).

Après un travail préliminaire (choix des thématiques avec l'équipe de PCS et design de l'étude) conduit par la doctorante, le travail de conception et d'évaluation des microleanings a duré 8 mois.

L'article qui suit décrit la conception, l'implémentation et l'évaluation de ces trois microlearnings.

Résumé de l'article

Contexte

Le développement professionnel continu (DPC) est essentiel pour les infirmières. Les formats de microlearnings pourraient être une solution au temps de formation limité.

Objectif

Développer des microlearnings pour les infirmières sur les bonnes pratiques d'administration des médicaments et évaluer leur impact sur les connaissances, le degré de certitude et la satisfaction.

Méthodes

Des cartes mentales ont été utilisées pour définir les objectifs pédagogiques et le contenu des microlearnings. Les connaissances et le degré de certitude ont été évalués à l'aide d'une étude pré-test/post-test ; la satisfaction a été évaluée à l'aide d'un questionnaire additionnel.

Résultats

Trois vidéos ludiques ont été développées : "Couper/écraser un comprimé ou ouvrir une gélule", " Compatibilité médicamenteuse sur site", "Calculs de dose" ; et évaluées par 78 professionnels (47 % d'infirmiers, 53 % de pharmaciens). Les scores moyens de connaissance (8,6/15 vs 12,7/15, $p < 0,001$) et de degré de certitude (4,1/5 vs 4,8/5, $p < 0,001$) se sont améliorés significativement après les microlearnings. Les niveaux de satisfaction étaient élevés. Les infirmières ont considéré que la formation était plus appropriée à leur pratique que les pharmaciens.

Conclusions

Le microlearning est un format pédagogique qui peut être utilisé pour le DPC des infirmières. Leur association avec des sessions présentielles pour potentialiser l'apprentissage devrait être évaluée à l'avenir.

Article 1 — Development and evaluation of microlearnings for nurses on good medication administration practices

Article soumis au *Nurse Educator.*

Audrey Flornoy-Guédon[1,2], Sladjana Kostadinovic[1,2], Liliane Gschwind[1], Claude Guéguéniat-Dupessey[1], Thérèse Sigrist[1], Caroline Fonzo-Christe[1], Pascal Bonnabry[1,2]

[1] Pharmacy, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

[2] Institute of Pharmaceutical Sciences of Western Switzerland (ISPSO), School of Pharmaceutical Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

Corresponding author:

Audrey Flornoy-Guédon, Pharmacy, Geneva University Hospitals, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1205 Geneva, Switzerland.

Email: audrey.flornoy@hcuge.ch; Phone: +41 79 553 10 80

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5172-8910

Keywords

continuing professional development; drug safety; just-in-time teaching; e-learning; nurses; good practices

Abstract

Background

Continuing professional development (CPD) is essential for nurses. Microlearning formats could compensate for limited training time.

Purpose

Developing microlearnings for nurses on good medication administration practices and evaluating their impact on knowledge, confidence and satisfaction.

Methods

Mind maps were used to define pedagogical objectives and content of microlearnings. Knowledge and confidence were assessed using a pre/post-test study design; satisfaction was assessed using an additional questionnaire.

Results

Three entertaining videos were developed: “Cut/crush a tablet or open a capsule”, “Y-site drug compatibility”, “Dose calculations”; and evaluated by 78 professionals (47% nurses, 53% pharmacists). Mean knowledge (8.6/15 *vs* 12.7/15, $p < 0.001$) and mean degree of certainty (4.1/5 *vs* 4.8/5, $p < 0.001$) scores improved after microlearnings. Satisfaction levels were high. Nurses considered the training more appropriate for their practice than did pharmacists.

Conclusions

Microlearnings can be used for the nurses’ CPD. Combining these with face-to-face sessions to potentiate learning should be evaluated in the future.

Background

Medication administration is the final stage in the medication process, and nurses define themselves as the “last link in the drug therapy chain”—the link before an error might reach a patient.[1] Despite efforts to minimise them, medication administration errors remain prevalent and can lead to serious consequences for patients.[2–5] One frequent cause of errors is a lack of knowledge of good drug administration practices (e.g. inadequate drug use, available forms, appropriate doses, routes and compatibilities).[6] Among various strategies and actions, training healthcare professionals to reduce the risks of medication errors is fundamental to improving the quality and safety of drug administration.[7–9]

Nurses know that continuing professional development (CPD) is crucial to maintaining and enhancing their skills and practice expertise, but one particular difficulty they face is lack of time.[10–13] Microlearning thus appears to be an interesting option.[14] Also defined as “microcontent”, “a microcourse” or "just enough information", microlearning is a small, targeted

unit of teaching that makes learning easier.[15,16] Its particularity compared to traditional e-learning courses is that it is very short—usually from a few seconds to a few minutes long—and covers just one point at a time.[17] It must be designed to reduce the learner's cognitive load.[18,19] This innovative pedagogical format offers flexibility in the time and place of training[17,20] and promotes self-directed and self-determined learning.[21,22]

Recent studies have concluded that microlearning educational strategies positively affect healthcare professionals' and students' knowledge and confidence in performing procedures, retaining knowledge, studying and engaging in collaborative learning.[23,24] There are few studies on microlearning's effectiveness in nurses' CPD[25,26], but this format seems to offer a significant opportunity for future teaching.[27,28] To the best of our knowledge, no research had previously been carried out among nurses to evaluate the impact of microlearning lessons on good medication administration practices as a part of their CPD.

Purpose

The study aimed to create three microlearnings focusing on good medication administration practices as a CPD alternative for nurses and then evaluate their impact on nurses' knowledge and satisfaction. Results were compared to those of a group of pharmacists.

Methods

Creation of three microlearnings

An interprofessional steering committee, composed of five clinical pharmacists and a clinical nurse specialised in drug therapy, was formed to create both the microlearnings and the assessment tool. All these professionals were involved in CPD lectures for nurses on safe drug administration. Three topics were selected: "Cut/crush a tablet or open a capsule", "Y-site compatibility" and "Dose calculations". The committee created a shared mental representation by building a mind map[29] defining the pedagogical objectives and content for each of the three microlearning topics.

Each microlearning was designed as an entertaining animated video using software tools such as Vyond™ (GoAnimate Inc.) and Articulate Storyline 3™ (Articulate Global Inc.). We used Rise™ software (Articulate Global Inc.) to encapsulate the microlearnings and their respective knowledge tests in three easy-to-use lessons.

Evaluation of the microlearnings' impact

Evaluations were based on the Kirkpatrick evaluation model's reaction and learning levels.[30] The knowledge assessment consisted of five multiple-choice questions to be answered before (pre-test) and after (post-test) each of the three microlearnings. These were developed following the principle of constructive alignment that ensures coherence between the pedagogical objectives, the content and the evaluation.[31] Answers were scored 1 if entirely correct and 0 otherwise. Pre- and post-test total scores could thus range from 0–15. Participants' degree of certainty in each of their answers—their confidence—was determined and self-assessed using a five-point scale (1: "not at all sure"; 2: "unsure"; 3: "half sure"; 4: "quite sure"; 5: "almost certain").

At the end of the entire lesson, satisfaction was assessed using an additional questionnaire evaluating various aspects of the microlearnings: overall satisfaction, satisfaction with the pedagogical format and content, relevance to training needs and usefulness in practice. Eight of the items were evaluations using a five-point Likert scale (from 1: "strongly disagree" to 5: "strongly agree"), and three were multiple-choice or open-ended questions.

Conduct of the study

The evaluation of the three microlearnings occurred over three weeks (19 April 2021 to 12 May 2021) and was done via an email link. Each participant was invited to access a web page, follow the three modules (microlearning + knowledge assessment) and complete the satisfaction survey at the end. A convenience sample of participants was recruited via channels such as communities of practice, professional networking and our university network. Because microlearnings were in French, only French-speaking participants were selected.

Statistical analysis

Participants' ages were described as a mean (standard deviation, sd); their other characteristics (sex, profession, place of work) were described as numbers and percentages. The three topic sub-scores and the overall score were compared between pre-test and post-test using Student's paired test and expressed as a mean difference (MD) with a 95% confidence interval (95%CI). The sub-scores and overall scores for nurses and pharmacists were compared using Welch's t-test. Participants' degrees of certainty were compared between pre-test and post-test using Student's paired test. Statistical significance was set at the two-sided 0.05 level for all analyses. Data analysis was performed using R software, version R-4.0.2 (R Foundation, Vienna, Austria).

Results

Creation of microlearnings and implementation

Debriefing sessions using the mind maps helped the working group find a consensus to reduce each microlearning's content to the essentials (*Table 1*). Three microlearnings were created in the form of short, entertaining, interactive videos: 1] "Cut/crush a tablet or open a capsule" (6 min duration); 2] "Y-site drug compatibility" (7 min); 3] "Dose calculations" (15 min).

***Table 1**: Content of each microlearning*

Microlearning	Pedagogical objective	Pedagogical content
Cut/crush a tablet or open a capsule	Improve knowledge of good practice in cutting, crushing or opening solid oral forms	- Risks for patients and nurses; - Concrete examples; - Rules to respect; - Helpful tools.
Y-site drug compatibility	Improve knowledge of good practice in Y-site compatibility of injectable drugs	- Definition of incompatibility; - Risks for patients; - Concrete examples; - Rules to respect; - Helpful tools.
Dose calculations	Improve basic skills in calculation and unit conversions for drug doses	- Goose game with 7 questions; - Definitions: usual unit conversions, rule of three, concentration in %, flow rate, concentration; - Rules to respect; - Helpful tools.

Study population

Of the 78 participants who completed every questionnaire, 37 (47%) were nurses or nursing students, 41 (53%) were pharmacists or pharmacy students, mean age was 34 years old (± 10) and most were female (n = 64, 82%). Of the nurses, 16 (43%) were home healthcare nurses or worked in a home care structure, 13 (35%) worked in hospitals, 2 (6%) performed research activities and 6 (16%) were nursing students close to graduating. Of the pharmacists, 28 (68%) worked in hospitals, 1 (3%) worked in a community pharmacy and 12 (29%) were master's degree pharmacy students.

Knowledge evaluation

Results for all participants (n = 78)

The overall score (range 0–15) represents the number of correct answers to the entire knowledge test. The mean overall score of the 78 participants increased from 8.6 at pre-test to 12.7 at post-test, representing a statistically significant mean difference (MD) of 4.1 points (95%CI [3.6–4.6], $p < 0.001$). All but two participants (whose scores remained the same) improved their scores on the post-test.

The mean overall degree of certainty improved significantly from 4.1/5 at pre-test to 4.8/5 at post-test (MD = 0.8, 95%CI [0.7–0.9], $p < 0.001$).

An analysis of the results across all the participants showed a significant impact on knowledge scores for each microlearning, with the greatest impact for the "Cut/crush a tablet" microlearning (*Figure 1 (a)*). Mean pre-test *vs* post-test scores for the "Cut/crush a tablet", "Y-site drug compatibility" and "Dose calculations" microleanrings were 2.7 *vs* 4.6 (MD = 1.9, 95%CI [1.6–2.2], $p < 0.001$), 2.7 *vs* 4.7 (MD = 1.7, 95%CI [1.4–1.9], $p < 0.001$) and 3.2 *vs* 3.7 (MD = 0.6, 95%CI [0.4–0.7], $p < 0.001$), respectively.

Every participant's mean degree of certainty (range 0–5) also improved significantly after each microlearning (*Figure 1 (b)*).

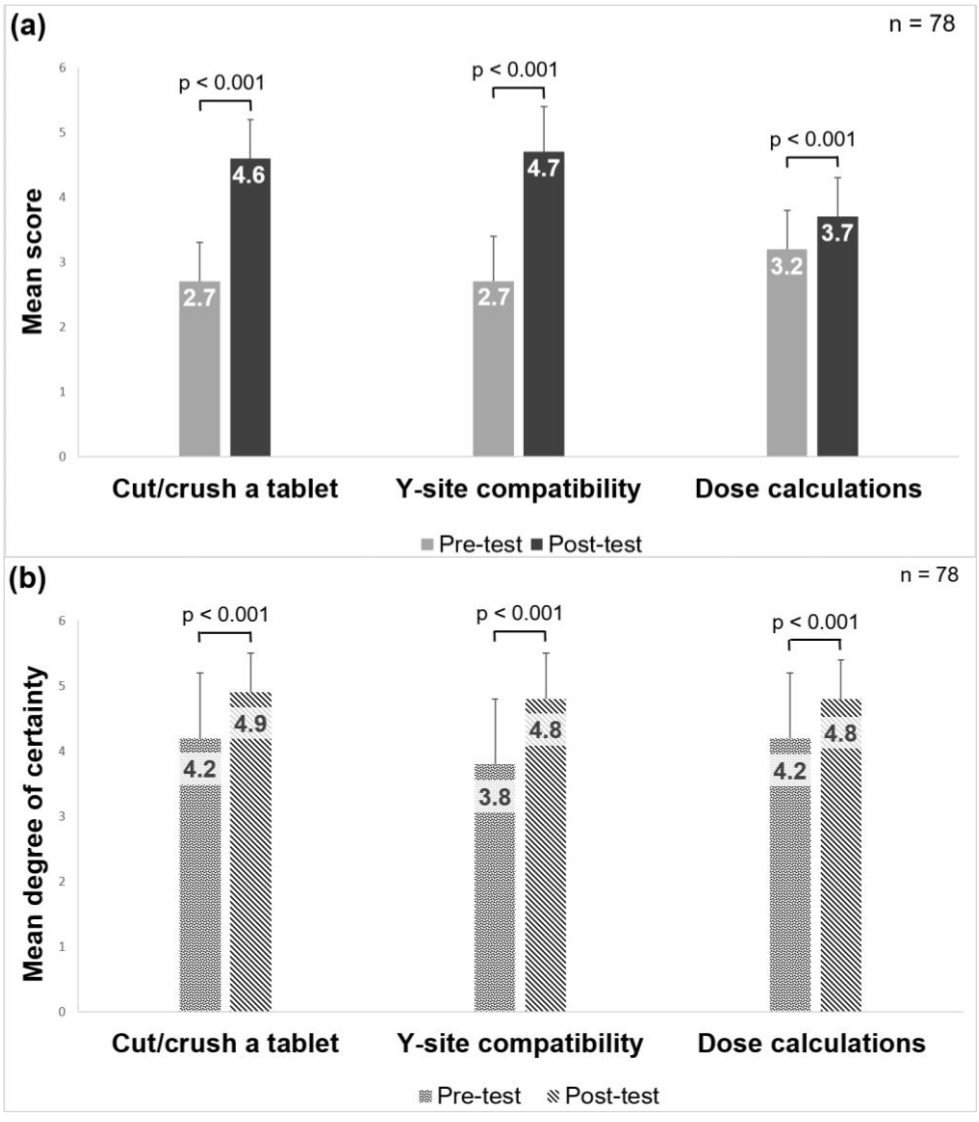


Figure 1*: (a) Mean knowledge score for all participants, with standard deviations before (pre-test) and after (post-test) each microlearning (range 0–5); (b) Mean degree of certainty for all participants, with standard deviations before (pre-test) and after (post-test) each microlearning (range 0–5).*

Scores by profession: nurses (n = 37) vs pharmacists (n = 41)

Scores improved significantly from pre-test to post-test for both professional categories (*Table 2*). Nurses had a lower mean knowledge score than the pharmacists at pre-test and post-test. However, the mean overall gain in knowledge score was significantly higher for nurses than pharmacists at post-test (5.1 *vs* 3.2, MD = 1.9, 95%CI [0.9–2.8], $p < 0.001$), indicating that the modules had a greater impact on nurses.

***Table 2**: Mean pre-test and post-test scores for nurses and pharmacists.*

	Pre-test Mean score (sd)	**Post-test** Mean score (sd)	**Mean difference between pre- and post-test** [95%CI]	*p*-value
Nurses (n = 37)				
Cut/crush a tablet	2.1[a] (1.0)	4.5[a] (0.7)	2.4 [2.0–2.8]	< 0.001
Y-site compatibility	2.2[a] (1.2)	4.1[a] (1.0)	1.9 [1.5–2.3]	< 0.001
Dose calculations	2.5[a] (0.9)	3.4[a] (1.2)	0.8 [0.5–1.1]	< 0.001
Total	**6.8[b] (2.3)**	**11.9[b] (2.1)**	**5.1 [4.4–5.8]**	**< 0.001**
Pharmacists (n = 41)				
Cut/crush a tablet	3.2[a] (1.2)	4.7[a] (0.6)	1.4 [1.1–1.8]	< 0.001
Y-site compatibility	3.1[a] (0.9)	4.6[a] (0.6)	1.4 [1.1–1.7]	< 0.001
Dose calculations	3.7[a] (0.8)	4.1[a] (0.8)	0.3 [0.2–0.5]	< 0.001
Total	**10.1[b] (1.9)**	**13.3[b] (1.2)**	**3.2 [2.6–3.8]**	**< 0.001**

[a] Score range: 0–5; [b] Score range: 0–15; sd: standard deviation; CI: confidence interval

Satisfaction

Of the 56 participants who completed the satisfaction questionnaire, 30 (54%) were nurses and 26 (46%) were pharmacists. They expressed a high overall level of satisfaction: 56 (100%) were satisfied or very satisfied with the “Cut/crush a tablet” and the “Y-site drug compatibility” microlearnings, and 55 (98%) were satisfied or very satisfied with the “Dose calculations” module. Regarding the format, 55 (98%) agreed or strongly agreed that the microlearning format benefitted their learning in the “Cut/crush a tablet” and the “Y-site drug compatibility” modules, and 52 (93%) agreed or strongly agreed in the “Dose calculations” module.

The main difference in satisfaction between the groups concerned the microlearnings’ relevance to their training needs and usefulness in their practice. All of the nurses agreed or strongly agreed that the “Cut/crush a tablet” and “Y-site drug compatibility” modules were relevant to their training needs, and 28 (93%) thought that the “Dose calculation” module also met their needs. Furthermore, all the nurses considered that the “Cut/crush a tablet” module

would enhance their professional practice; 28 (97%) thought that the “Y-site drug compatibility” module and 28 (93%) that the “Dose calculations” modules were useful for their daily practice. Twenty (77%) pharmacists thought that the “Cut/crush a tablet” module was relevant to their training needs and useful for their practice, with the same results for the “Dose calculations” module. Seventeen (65%) pharmacists thought that the “Y-site drug compatibility” module was relevant to their training needs, and 20 (77%) thought it might enhance their daily practice.

Of the 56 participants who responded to the satisfaction survey, 54 (96%) found the microlearnings suitable for CPD; 41 (76%) found them useful as potential pre-requisites to attending a lecture and 32 (59%) found them useful as post-lecture reinforcement. Of the 20 participants who had a teaching activity, 100% reported that they would be open to use microlearning as a training tool, with 16 (80%) stating they would use them before lectures and 13 (65%) after, whereas only 3 (15%) would replace a lecture with such a format.

Among the 44 comments on open-ended items, the entertaining and fun aspects of microlearning were its most oft-cited strength (n = 13), and the overly fast voice-over was an area requiring improvement (n = 8).

Discussion

Summary of results

We created three microlearning modules aimed at educating nurses and targeting three aspects of good medication administration: “Cut/crush a tablet or open a capsule”, “Y-site drug compatibility” and “Dose calculations”. Evaluation by a group of nurses and a group of pharmacists revealed that these microlearnings significantly improved mean knowledge and confidence scores among both groups of participants, with a high degree of satisfaction. An analysis by module demonstrated that mean scores and mean degrees of certainty were significantly higher after each microlearning and among both groups.

The nurses showed a more significant improvement in knowledge and greater satisfaction than the pharmacists. The pharmacists were satisfied with the educational format, but one-quarter to one-third of them expressed that the modules did not meet their training needs or were not relevant to their practice. However, these results were expected since nurses were the designated target audience. Indeed, they found the microlearnings relevant to their training needs, describing them as useful for their practice and suitable for their CPD.

Comparison with the relevant literature

Our study confirmed that microlearning—as an easily accessible and flexible educational format—could be adapted to nurses’ CPD.[26] Our findings regarding improved knowledge and

self-confidence were consistent with previous studies.[14,23] One systematic review indicated that e-learning interventions have already been conducted for nurses on the calculation, preparation and administration of medications, but those studies had not evaluated the microlearning format's impact.[14]

Concerning learner satisfaction, participants appreciated the modules' entertaining and fun aspects, a factor recently described in the literature as one that could improve learning among healthcare professionals.[32] Other research on e-learning has mentioned the technical difficulties felt by participants, but none were reported in our study.[14]

Study limitations

Regarding the impact of microlearning, we limited our evaluation to the first two levels of Kirkpatrick's model, namely user satisfaction and knowledge acquired. The competencies evaluated in levels 3 (transposition of knowledge into professional practice) and 4 (knowledge's impact on patients) were not assessed.[30] In addition, we assessed knowledge directly after each microlearning.

Future research

One limitation of this study was that it did not retest participants' knowledge retention a few months after their training. Field audits could be conducted to observe actual changes in participants' behaviour and practice to evaluate level 3 of Kirkpatrick's training programme evaluation model.

Blended learning seems to provide greater pedagogical value than online learning alone.[33,34] Indeed, a competency is not only knowledge but also integrates other components, such as skills and attitudes.[35] A training programme should enable participants to transfer their knowledge into practice and enhance their learning through interactions with others.[36] Thus, microlearnings could be combined with practical workshops or simulation sessions. Future research could investigate the impact of combining microlearning and face-to-face instruction in nurses' CPD. Randomised controlled trials could also be conducted by randomising teaching methods.

Conclusions

The present study demonstrated the significant immediate impact of three microlearnings by improving scores for knowledge and degree of certainty among nurses and pharmacists.

Participants were highly satisfied with this pedagogical format. Indeed, our institution will use microlearnings for the continuing professional development of nurses, and they will be tested in combination with practical face-to-face workshops or simulation sessions to enhance nursing skills development.

Declaration of conflicting interests

The authors declare no potential conflicts of interest concerning the research, authorship or publication of this article.

Funding

The authors received no financial support for the research, authorship or publication of this article.

Acknowledgement

We are grateful to all the study participants and to Antoine Poncet (Clinical Research Centre, University of Geneva and Geneva University Hospitals) for his statistical analysis and support.

References

1. Pepper GA. Errors in drug administration by nurses. *Am J Health Syst Pharm*. 1995;52(4):390-395. doi:10.1093/ajhp/52.4.390
2. Bates DW, Leape LL, Petrycki S. Incidence and preventability of adverse drug events in hospitalized adults. *J Gen Intern Med*. 1993;8(6):289-294. doi:10.1007/BF02600138
3. Bates DW, Boyle DL, Vliet MBV, Schneider J, Leape L. Relationship between medication errors and adverse drug events. *J Gen Intern Med*. 1995;10(4):199-205. doi:10.1007/BF02600255
4. Keers RN, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM. Prevalence and nature of medication administration errors in health care settings: a systematic review of direct observational evidence. *Ann Pharmacother*. 2013;47(2):237-256. doi:10.1345/aph.1R147
5. Kale A, Keohane CA, Maviglia S, Gandhi TK, Poon EG. Adverse drug events caused by serious medication administration errors. *BMJ Qual Saf*. 2012;21(11):933-938. doi:10.1136/bmjqs-2012-000946
6. Leape LL, Bates DW, Cullen DJ, et al. Systems Analysis of Adverse Drug Events. *JAMA*. 1995;274(1):35-43. doi:10.1001/jama.1995.03530010049034
7. World Health Organization. *Medication Errors*. World Health Organization; 2016. Accessed March 18, 2022. https://apps.who.int/iris/handle/10665/252274
8. World Health Organization. *Global Patient Safety Action Plan 2021–2030: Towards Eliminating Avoidable Harm in Health Care*. World Health Organization; 2021. Accessed March 18, 2022. https://apps.who.int/iris/handle/10665/343477

9. Medication Administration Errors. Accessed March 19, 2022. https://psnet.ahrq.gov/primer/medication-administration-errors

10. Shahhosseini Z, Hamzehgardeshi Z. The Facilitators and Barriers to Nurses' Participation in Continuing Education Programs: A Mixed Method Explanatory Sequential Study. *Glob J Health Sci*. 2015;7(3):184-193. doi:10.5539/gjhs.v7n3p184

11. Bindon SL. Professional Development Strategies to Enhance Nurses' Knowledge and Maintain Safe Practice. *AORN Journal*. 2017;106(2):99-110. doi:10.1016/j.aorn.2017.06.002

12. Pavloff M, Labrecque ME. Continuing Education for Home Care Nurses: An Integrative Literature Review. *Home Healthcare Now*. 2021;39(6):310-319. doi:10.1097/NHH.0000000000001005

13. Mlambo M, Silén C, McGrath C. Lifelong learning and nurses' continuing professional development, a metasynthesis of the literature. *BMC Nursing*. 2021;20(1):62. doi:10.1186/s12912-021-00579-2

14. Rouleau G, Gagnon MP, Côté J, et al. Effects of E-Learning in a Continuing Education Context on Nursing Care: Systematic Review of Systematic Qualitative, Quantitative, and Mixed-Studies Reviews. *J Med Internet Res*. 2019;21(10):e15118. doi:10.2196/15118

15. Hug T, ed. *Didactics of Microlearning: Concepts, Discourses and Examples*. Waxmann; 2007.

16. Shail MS. Using Micro-learning on Mobile Applications to Increase Knowledge Retention and Work Performance: A Review of Literature. *Cureus*. 11(8):e5307. doi:10.7759/cureus.5307

17. Torgerson C. *The Microlearning Guide to Microlearning*. Torgerson Consulting; 2016.

18. Meng J, Wang Z, Li Z. Application of Cognitive Load Theory in Mobile Micro-learning. In: *Proceedings of the 2016 International Conference on Management Science and Innovative Education*. Atlantis Press; 2016. doi:10.2991/msie-16.2016.110

19. Mongin P, Bertolini M, Levious F. *Former avec le microlearning: créer des modules courts et efficaces*. Dunod; 2018.

20. Hug T. Mobile Learning as 'Microlearning': Conceptual Considerations towards Enhancements of Didactic Thinking. *International Journal of Mobile and Blended Learning*. 2010;2(4):47-57. doi:10.4018/jmbl.2010100104

21. Blaschke LM, Kenyon C, Hase S. *Experiences in Self-Determined Learning*. CreateSpace Independent Publishing; 2014.

22. Chacko. Emerging pedagogies for effective adult learning: From andragogy to heutagogy. Accessed May 3, 2022. https://www.amhsjournal.org/article.asp?issn=2321-4848;year=2018;volume=6;issue=2;spage=278;epage=283;aulast=Chacko

23. Gagne JCD, Park HK, Hall K, Woodward A, Yamane S, Kim SS. Microlearning in Health Professions Education: Scoping Review. *JMIR Medical Education*. 2019;5(2):e13997. doi:10.2196/13997

24. Gawlik K, Guo J, Tan A, Overcash J. Incorporating a Microlearning Wellness Intervention Into Nursing Student Curricula. *Nurse Educator*. 2021;46(1):49-53. doi:10.1097/NNE.0000000000000842

25. Tennyson C, Smallheer B. Using Social Media for Microlearning in Nurse Practitioner Education. *Nurse Educator*. 2021;46(5):316. doi:10.1097/NNE.0000000000000998

26. Tennyson CD, Smallheer BA, De Gagne JC. Microlearning Strategies in Nurse Practitioner Education. *Nurse Educator*. 2022;47(1):2-3. doi:10.1097/NNE.0000000000001083

27. Prior Filipe H, Paton M, Tipping J, Schneeweiss S, Mack HG. Microlearning to improve CPD learning objectives. *Clin Teach*. 2020;17(6):695-699. doi:10.1111/tct.13208

28. Dahiya S, Bernard A. Microlearning: The Future of CPD/CME. *J Eur CME*. 10(1):2014048. doi:10.1080/21614083.2021.2014048

29. Buzan T, Buzan B. *The Mind Map Book*. Pearson Education; 2006.

30. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. 3rd ed. Berrett-Koehler; 2006.

31. Biggs J. Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*. 1996;32(3):347-364.

32. van Gaalen AEJ, Brouwer J, Schönrock-Adema J, Bouwkamp-Timmer T, Jaarsma ADC, Georgiadis JR. Gamification of health professions education: a systematic review. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2021;26(2):683-711. doi:10.1007/s10459-020-10000-3

33. McCutcheon K, O'Halloran P, Lohan M. Online learning versus blended learning of clinical supervisee skills with pre-registration nursing students: A randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud*. 2018;82:30-39. doi:10.1016/j.ijnurstu.2018.02.005

34. Härkänen M, Voutilainen A, Turunen E, Vehviläinen-Julkunen K. Systematic review and meta-analysis of educational interventions designed to improve medication administration skills and safety of registered nurses. *Nurse Education Today*. 2016;41:36-43. doi:10.1016/j.nedt.2016.03.017

35. Frank JR, Snell LS, Cate OT, et al. Competency-based medical education: theory to practice. *Medical Teacher*. 2010;32(8):638-645. doi:10.3109/0142159X.2010.501190

36. Gooding HC, Mann K, Armstrong E. Twelve tips for applying the science of learning to health professions education. *Medical Teacher*. 2017;39(1):26-31. doi:10.1080/0142159X.2016.1231913

Etude 2 - Création d'un serious game pour améliorer les connaissances et l'adhésion des médecins et des infirmiers aux recommandations de bonnes pratiques sur les médicaments anticoagulants

Contexte de l'étude

Les anticoagulants font partie des médicaments les plus prescrits au monde et sont parmi ceux qui causent le plus d'événements indésirables graves (EIG).[36,258] Les principaux anticoagulants ont été pendant de nombreuses années les anti-vitamines K (AVK), les héparines non fractionnées (HNF) et de bas poids moléculaires (HBPM). La dernière décennie a vu naître les anticoagulants oraux directs (ACOD) qui offrent de nombreux avantages par rapport aux thérapeutiques précédentes.[259] La multiplicité des molécules et la marge thérapeutique étroite de certaines en font une problématique délicate pour les professionnels de santé. Les effets indésirables médicamenteux associés à l'anticoagulation sont fréquents chez les patients hospitalisés.[260] Ils entraînent une morbi-mortalité et une augmentation de la durée d'hospitalisation et des coûts de soins plus élevés.[261–264]

Au sein de notre hôpital, plusieurs EIG impliquant tous les types d'anticoagulants ont été recensés. Ils ont parfois eu des conséquences importantes, engendrant des ré-hospitalisations et mettant en péril la sécurité et la qualité des soins dispensés aux patients. Outre les problèmes de communication, les rapports d'analyse de ces EIG ont mis en lumière le manque d'harmonisation des pratiques et d'application des règles de base.

Depuis de nombreuses années, des besoins de formation ont été exprimés régulièrement par les unités de soins et adressés à Mme Claude Guéguéniat-Dupessey, infirmière spécialiste clinique en thérapies médicamenteuses travaillant à la Direction des soins et à la pharmacie. Elle a été amenée à dispenser des enseignements, en collaboration avec la pharmacie des HUG *in situ* au gré des demandes. En dehors de la dimension chronophage, ce système de formation reposait exclusivement sur ses épaules et n'était pas standardisé. Elle a donc été la mandante pour le développement d'un dispositif pédagogique ciblant les anticoagulants, initialement pour la formation continue des infirmiers, complémentaire à l'accompagnement sur le terrain, impactant sur le plan pédagogique et efficient d'un point de vue des gestions des ressources.

En raison de son caractère essentiel pour la sécurité des soins, ce projet a remporté une adhésion unanime de la Direction des soins, de la Direction médicale dont fait partie la Pharmacie et du Centre de formation des HUG. Il a ainsi été décidé d'intégrer également la

formation continue des médecins internes dans ce dispositif. Suite au succès d'un serious game « Gestion de la douleur par les opiacés » au sein des collaborateurs médico-soignants de l'institution, et l'intérêt de cette méthode pédagogique pour offrir une formation expérientielle attractive avec une logistique moindre par rapport à la simulation en présentielle, il a été décidé de s'orienter vers la conception d'un serious game pour les anticoagulants. L'objectif de cette formation était d'améliorer les connaissances et l'adhésion des infirmiers et des médecins aux guidelines concernant les anticoagulants. Ce jeu également avait pour but que le personnel médico-soignant prenne connaissance ou redécouvre les ressources documentaires sur cette thématique qui sont à disposition dans l'institution.

Des ressources financières conséquentes ont été allouées à ce projet par le Centre de formation. Une firme spécialisée dans le développement technique de serious game a été mandatée. En résumé, nous souhaitions réaliser un parcours de formation pour chaque filière, médicale et infirmière, comportant chacun trois modules de 20 minutes environ. Il était souhaité d'avoir une formation asynchrone avec une forte dimension immersive ainsi que des éléments « gamifiants ».

Un groupe de travail interprofessionnel comportant pharmaciens, médecins et infirmiers avec des expertises diverses (angiologie-hémostase, médecine interne, pédagogie, pharmacologie) a été créé. La gestion du projet a été confiée à la doctorante sous l'égide de la mandante et a duré de juin 2020 à juillet 2022.

L'article qui suit présente la partie conception du serious game pour laquelle environ 100 heures de réunions interprofessionnelles, et plus de 450 heures de travail pendant le développement des différentes versions du jeu, ont été recensées juste pour la doctorante. En raison de la pandémie mondiale de COVID-19 qui a largement impacté le déroulement de ce projet, la partie évaluation de l'impact de ce serious game a été retardée mais constitue la prochaine étape, qui sera réalisée après la fin de la thèse de doctorat.

Résumé de l'article

Contexte

Les anticoagulants sont parmi les médicaments les plus prescrits dans le monde, et sont également parmi les médicaments qui provoquent le plus d'événements indésirables graves. Le non-respect des protocoles et des directives est fréquemment signalé comme un facteur contribuant aux erreurs de médication liées aux anticoagulants. La formation des professionnels de santé (PS) est l'une des stratégies permettant de prévenir ces erreurs.

Objectifs

Notre objectif était de développer un jeu sérieux (SG), destiné aux infirmiers et aux médecins, pour améliorer la connaissance et l'application des directives sur les anticoagulants.

Méthodes

Le processus global a été divisé en trois étapes : une étape pour établir des fondements scientifiques solides en équipe interprofessionnelle de PS (3 pharmaciens, 3 médecins et 4 infirmières), une étape de co-conception et une étape de développement, toutes deux impliquant des PS, des professionnels du SG et des spécialistes de la formation. La co-conception et le développement ont utilisé une méthode itérative agile. Le développement a nécessité des tests avec des utilisateurs finaux.

Résultats

L'étape du fondement scientifique a conduit à l'écriture de 6 scénarios (3 pour les infirmiers et 3 pour les médecins) avec des objectifs pédagogiques adaptés par profession. Trois ateliers de co-conception et 5 versions du Document de Conception de Jeu (Game Design Document) ont été nécessaires pour atteindre un consensus entre toutes les parties prenantes pour la conception. Pendant la phase de développement, 7 itérations ont eu lieu entre le prototype et la version finale, et 17 PS ont participé aux tests utilisateurs. Finalement, 3 modules courts et indépendants pour les infirmiers et 3 modules pour les médecins (15-20 minutes chacun) ont été conçus. Tous ont satisfait aux critères de qualité pour la partie sérieuse (validation par les PS experts) et pour la partie ludique (expérience très immersive, bon équilibre entre les compétences et le défi, gameplay varié).

Conclusions

Nous avons développé un serious game engageant pour améliorer l'adhésion des infirmiers et des médecins aux recommandations de bonnes pratiques pour l'utilisation des anticoagulants. L'impact de ce jeu sur les connaissances, la pratique et le comportement reste à évaluer.

Article 2 — A serious game to improve knowledge and application of anticoagulant guidelines for nurses and physicians: an interprofessional, iterative and user-centered design

Article soumis au *JMIR Serious game*

Audrey Flornoy-Guédon[1,2], Liliane Gschwind[1], Claude Guéguéniat-Dupessey[1], Bertrand Guignard[1], Paul Tairraz[3], Jean Terrier[4,5,6], Katherine Blondon[7,8], Jean-Luc Reny[4,6], Alessandro Casini[8,9], Pierre Fontana[6,8,9], Caroline Fonzo-Christe[1], Pascal Bonnabry[1,2]

[1] Pharmacy, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland
[2] Institute of Pharmaceutical Sciences of Western Switzerland (ISPSO), School of Pharmaceutical Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland
[3] Human Resources Department, Training Center Division, University of Geneva, Geneva, Switzerland
[4] Division of General Internal Medicine, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland
[5] Clinical Pharmacology and Toxicology Division, Anesthesiology, Pharmacology, Intensive Care and Emergency Medicine Department, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland
[6] Geneva Platelet Group, Faculty of Medicine, University of Geneva, Geneva, Switzerland
[7] Medical Directorate, University Hospitals of Geneva, Geneva, Switzerland
[8] Faculty of Medicine, University of Geneva, Geneva, Switzerland
[9] Division of Angiology and Hemostasis, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

Corresponding author:

Audrey Flornoy-Guédon, Pharmacy, Geneva University Hospitals, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1205 Geneva, Switzerland.

Email: audrey.flornoy@hcuge.ch; Phone: +41 79 553 10 80

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5172-8910

Keywords

continuing professional development; drug safety; serious game; anticoagulation;

Abstract

Background

Anticoagulants are among the most prescribed drugs worldwide, and are also among the drugs that cause the most serious adverse events. Failure to follow protocols and guidelines are frequently reported as contributing factors of medication errors related to anticoagulants. Training of healthcare professionals (HPs) is one of the strategies to prevent these errors.

Objectives

Our aim was to develop a serious game (SG) to improve nurses' and physicians' knowledge and application of anticoagulant guidelines.

Methods

The overall process was divided into three stages: a scientific foundation stage involving an interprofessional team of HPs (3 pharmacists, 3 physicians and 4 nurses), a co-design stage and a development stage, both involving HPs, SG professionals and educational specialists. The co-design and the development used an agile iterative method. The development required testing with end-users.

Results

The scientific foundation stage led to the creation of 6 scenarios (3 for nurses and 3 for physicians) with adapted pedagogical objectives by occupation. Three co-design workshops with 5 versions of a game design document were needed to reach a consensus between all stakeholders for a game design proposal. During the development stage, 7 iterations took place between the prototype and the final version, and 17 HPs participated in user tests. As a result, 3 short independent modules for nurses and 3 for physicians (15-20 minutes each) were designed. All met quality criteria for the serious part (HPs experts' validation) and for the game part (e.g. highly immersive experience, good balance between skills and challenge, varied gameplay).

Conclusions

We developed an engaging serious game to improve adherence to good practice recommendations for the use of anticoagulants for nurses and physicians. The impact of this game on knowledge, practice and behavior remains to be assessed.

NB : toutes les figures se trouvant à la fin de l'article, des liens hypertextes ont été créés pour simplifier la navigation.

Introduction

Anticoagulants are among the most prescribed drugs in the world and are also among the drugs that cause the most serious adverse events.[1,2] These drugs are indicated for prophylaxis and treatment of venous thromboembolism, including deep vein thrombosis and pulmonary embolism. They are also used to reduce the risk of secondary complications for patients with atrial fibrillation.[3] For many years, the main anticoagulants were the vitamin K-dependent antagonists (VKAs, e.g. warfarin, acenocoumarol), unfractionated heparins (UFHs), low molecular weight heparins (LMWHs) and fondaparinux.[4] In the last decade, direct oral anticoagulants (DOACs) emerged. They directly target factor IIa (dabigatran) or Xa (rivaroxaban, apixaban, edoxaban) and have a favorable safety profile and a relative ease of use compared with VKAs.[2]

Adverse drug reactions associated with anticoagulation are common in hospitalized patients even with the DOACs, and are associated with higher morbidity and mortality, longer hospital stays and higher costs of care.[5–10] The prescribing and administering stages are most often involved in anticoagulants errors. Dosing errors (e.g. not adjusting dosage to renal function), drug-drug interactions problems, unwarranted duplication of anticoagulant therapy, inadequate monitoring or inadequate administration are reported.[10–12] Failure to follow protocols and guidelines and lack of knowledge are among the most frequently reported contributing factors of these errors.[10,12] A recent study showed that non-adherence to guidelines was strongly associated with the number and severity of medication errors.[13]

To prevent future medication errors, training of healthcare professionals (HPs) should focus on knowledge of and adherence to guidelines for critical drugs such as anticoagulants.[14] Serious games (SG) have been very successful in training HPs because this engaging pedagogical approach allows experiential learning for many learners, at a lower cost than face-to-face training.[15] The literature reports examples of serious games that have improved behavior, technical performance or clinical decision-making skills.[16–18] A study showed that SG may be of interest to foster adherence to good practice recommendations among health professionals in the hospital.[19]

Our aim was to develop a serious game to improve nurses' and physicians' knowledge and adherence to good practice guidelines for the use of anticoagulants. By raising awareness about guidelines application, such a game could help to reduce medication errors involving these drugs.

Methods

Overall process

The overall process was divided into three stages: a preliminary stage to establish scientific foundations, a co-design stage, and a development stage (Figure 1).

An interprofessional team was composed of a triad of professionals: serious game professionals (SGPs), educational specialists and healthcare professionals (HPs) (Figure 2). Indeed, the collaborative work of an interprofessional team is necessary to design and develop effective serious games for health.[15,20–22]

The group of SGPs worked in the SERIOUS FACTORY SAS© Company (Suresnes, France). It was composed of a project manager, primary contact for interfaces with HPs and with the hospital's Training Center, and in charge of coordinating the missions of other SG collaborators (e.g. digital learning expert, graphic designers, developers…). The interprofessional group of HPs, composed of nurses, physicians and pharmacists, was the guarantor of the scientific foundations. One of the pharmacists was responsible for interfacing with the other two groups and coordinating meetings and user testing. The last member of the triad was represented by the Head of digital learning, member of the hospital's Training Center, with a pedagogical expertise. His role was also to coordinate the deployment of the project (financial, technical and internal communication aspects) and to intervene in case of litigation.

The collaborative approach was conducted with Microsoft® Teams (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) to facilitate interfaces between the different members of the triad (document sharing, chat, video conferencing). Between HPs, meetings with the coordinating pharmacist were held face-to-face or by phone.

Scientific foundation stage

An interprofessional healthcare professional team

The project group of HPs was composed of three clinical pharmacists, three physicians and four nurses with different domains of expertise (Table 1).

Table 1: Composition of the healthcare professionals' (HPs) team to design the serious game

Clinical pharmacists	Physicians	Nurses
- 2 clinical pharmacists with a pedagogical expertise; - 1 clinical pharmacist specialized in anticoagulation.	- 1 physician from the Division of Angiology-Hemostasis; - 1 internist from the medical Directorate; - 1 physician from the Division of General Internal Medicine and Clinical Pharmacology and Toxicology Division.	- 1 clinical nurse specialized in drug therapy; - 1 nurse from the Division of Angiology; - 2 nurses from the Division of Hemostasis.

Pedagogical objectives and scientific content

This first stage aimed to ensure that the SG was based on solid scientific foundations. Pedagogical objectives and draft scripts were determined from analyses of serious adverse event reports involving anticoagulants, interventions during the medical visit reported by clinical pharmacists, from the experiences of the team's HPs and from literature. Pedagogical objectives were expressed using Bloom's taxonomy.[23] The pedagogical objectives and draft scenarios were validated iteratively by the HPs team members until a version satisfactory to all was obtained.

Game co-design stage

The co-design stage aimed to translate scientific pedagogical objectives and content to game elements. This stage resulted in a game design proposal.

Quality criteria

Some frameworks and criteria have been formulated to design high quality SG in healthcare.[20,22] According to these guidelines, the design of our SG was based on quality criteria for the serious part and for the game part (Table 2).

Table 2: Quality criteria for the serious part and for the game part of the SG.

Quality criteria for the serious part	Quality criteria for the game part
Serious pedagogical objectives and correctness of the content; Feedback based on guidelines; Positive reinforcement and in-game awards.	Immersive experience with attractive graphics and appropriate sounds; Good balance between skills and challenge and varied gameplay; Control of actions by players.

Co-design workshops and drafting of the Game Design Document

The purpose of the co-design workshops was to gamify the scientific scenarios to best serve the pedagogical objectives and produce an engaging educational tool. This consisted in a brainstorming session between the stakeholders to find a good balance between seriousness and play. The drafting of the "Game design document" was a key step in the co-design process. It is a descriptive document on the design of the serious game. It resulted of the collaboration between the HPs and SGPs, and constituted the guideline used throughout the development of the game.[24,25]

Game development stage

An iterative and user-centered development

The development stage aimed to transform the game design proposal to a prototype and, after different production runs, to reach the final version.

The use of an agile approach for the development of serious games is recommended.[20] The approach focuses on doing the work in incremental iterations that can absorb new emerging ideas and unforeseen changes. It is also based on the principle that interprofessional teams should self-manage their work and focuses on promoting communication and cooperation. An agile method is well suited to complex projects where it is difficult to establish a complete implementation plan and where many changes are expected along the way.[20]

The development stage occurred in an iterative and participatory manner key stakeholders, target users (nurses, physicians) and pharmacists to informally test and refine the tool along the way. Test-users were invited to provide feedback, including comments and screenshots, in a structured manner under the following categories detailed in Table 3. Participant recruitment was done using convenience sampling. Feedbacks were then compiled into a Microsoft Excel® 2013 sheet (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) for each iteration, transmitted to the SGPs team and debriefed at a meeting.

Table 3: Categories for user-tester feedback

Categories	Examples
Design	Incomprehensible game, no feedback, can't start over;
Graphics	Lack of contrast, patient too thin, poor representation of platelets;
Linguistics	Spelling mistakes, inconsistency in dialogue, feedback errors;
Technical aspects	The game doesn't work, you can't quit the game, the sequence runs in a loop;
Sounds	Mispronunciation, sounds too loud, unsuitable sound environment;
Feeling	This avatar has an inappropriate gesture, this sequence seems useless, I don't understand the interest of this mini-game.

Game development tool

The development of the game was done with the software VTS Editor™ (SERIOUS FACTORY SAS©, Suresnes, France). Hospital environment, furniture, objects, and avatars' outfits were designed from photos with a resolution of 1820x1024 ppi.

Results

Game format adapted to the target audience

The target audience identified at the start of the project was nurses and physicians. However, these two audiences do not have the same functions or responsibilities, and the guidelines they refer to may be different. Some of the learning objectives were therefore different for nurses and physicians. In addition, professionals have little time for training and are constantly interrupted.[26,27] We therefore opted for the solution of creating 3 short independent modules (15-20 minutes each) by occupation. In total, we designed 6 scenarios.

Overall process

The overall design and development process of the serious game lasted from June 2020 to July 2022 and involved many collaborative exchanges and iterations (Figure 3). The pandemic context created interruptions periods as HPs had to focus on higher priority tasks. The co-

design stage began on June 2021 and development stage on September 2021. The serious game was designed in French.

Scientific foundation stage

As it was difficult to get the whole HPs team members together at the same time, scientific foundations were established after thirty meetings (Figure 3). Quality criteria for the serious part (Table 2) are described below.[22]

Serious pedagogical objectives and correctness of the content

The general objective of this serious game was to improve knowledge and application of anticoagulant guidelines for nurses and physicians. We defined distinct specific learning objectives for each occupation for the three modules (Table 4).

Three independent scenarios were developed and played out in the internal medicine department:

Scenario Module 1: *Mrs A. Favre, 67 years old, is admitted for respiratory decompensation due to pneumonia. Her usual treatment includes dabigatran (DOAC). Due to a drug interaction, the DOAC needs to be replaced by enoxaparin (LMWH). However, an error of omission results in an unjustified therapeutic duplication of anticoagulants on her prescription.*

Scenario Module 2: *Mrs A. Rochat, 78 years old, is admitted for cardiac decompensation. She has multiple co-morbidities (obesity, diabetes, non-valvular atrial fibrillation, moderate renal insufficiency...). She is treated with rivaroxaban (DOAC). During her hospital stay, her renal function deteriorates and the anticoagulant treatment needs to be adapted. Appropriate monitoring will need to be initiated accordingly.*

Scenario Module 3: *Mrs M. Aymon, 69 years old, is admitted for a diabetes decompensation. She is on acenocoumarol (VKA) for non-valvular atrial fibrillation. During her hospitalization, she develops a supra-therapeutic INR. Management will need to be adapted according to the clinical elements. It will also be necessary to reassure the patient and to discuss with her what resources may be appropriate for her.*

Feedback based on guidelines

Feedback for the learners were based on literature and internal procedures, guidelines and the opinion of experts in angiology-hemostasis (Table 4). Feedback provide correct answers, give explanations related to the guidelines and point to useful resource materials. Links to the guidance documents were created for easy updating.

Table 4: Pedagogical objectives and scientific content for nurses' and physicians' pathway.

	Nurses		Physicians	
	Pedagogical objectives	**Content and guidelines**	**Pedagogical objectives**	**Content and guidelines**
Module 1	- Differentiating AC classes; - Being aware about therapeutic duplication of AC; - Injecting LMWH according to good practice.	- Antithrombotic drugs and AC;[2] - Mechanisms of action;[28–30] - Situations with justified therapeutic duplication of AC;[31] - Internal care procedure for the injection of LMWH.[32]	- Differentiating AC classes ; - Knowing main drug interactions concerning DOACs; - Identifying unjustified therapeutic duplication of AC; - Knowing guidelines about ACs bridging.	- Antithrombotic drugs and AC;[2] - Mechanisms of action;[28–30] - Guidelines about therapeutic duplication of ACs and bridging situations.[11,31,33]
Module 2	- Knowing clinical signs to watch for during a treatment of AC; - Being aware of anticoagulation management in renal failure; - Knowing the biological monitoring with sodium heparin treatment; - Set up an infusion of sodium heparin according to good practice.	- Internal leaflets about clinical signs to watch for during a treatment of DOACs or VKAs;[34,35] - Guidelines about DOACs and adapting in renal failure;[33] - Internal guidelines about adapting UFHs in renal failure;[36] - Guidelines about sodium heparin monitoring;[37,38] - Internal care procedure for an infusion of sodium heparin.	- Knowing biological parameters to monitor during treatment with DOACs and sodium heparin; - Adapting AC therapy in renal failure; - Using the therapeutic heparin sodium dose adjustment protocol.	- Guidelines about monitoring of DOACs and adaptation in renal failure;[33] - Guidelines about sodium heparin monitoring;[37,38] - Internal guidelines about adapting UFHs in renal failure.[36]
Module 3	- Knowing the basics of managing a supra-therapeutic INR without bleeding; - Knowing the basics of the management of a severe hemorrhage under VKAs; - Knowing the appropriate antidotes for the different ACs; - Knowing the educational resources available for patients on ACs.	- Internal guidelines about management of a supratherapeutic INR with and without bleeding;[39,40] - Guidelines about severe hemorrhage and antidotes for ACs;[41,42] - Internal leaflets for patients about oral ACs (DOACs, VKAs, INR monitoring booklet).[34,35,43]	- Managing a supra-therapeutic INR without bleeding; - Managing severe hemorrhage on VKAs; - Knowing the appropriate antidotes for the different ACs; - Knowing the educational resources available for patients on ACs.	- Internal guidelines about management of a supratherapeutic INR with and without bleeding;[39,40] - Guidelines about severe hemorrhage and antidotes for ACs;[41,42] - Internal leaflets for patients about oral ACs (DOACs, VKAs, INR monitoring booklet).[34,35,43]

AC: anticoagulant; LMHW: low molecular weight heparin; DOAC: direct oral anticoagulant; UFH: unfractionated heparins; VKA: vitamin K-dependent antagonist

Positive reinforcement and in-game awards

Each correct response, behavior or action is rewarded with points. A summary of the overall performance and the score per pedagogical objective are provided at the end of each scenario (Figure 4).

Game co-design stage

Three co-design workshops were necessary to translate scientific pedagogical objectives and content to game elements. Five versions of the "Game design document" were needed to reach the final version of the game concept that met the quality criteria for the game part (Table 2).[22]

Immersive experience with attractive graphics and appropriate sounds

The game was designed for learners to take on the role of a physician or nurse, depending on their choice of training pathway, and to interact with their environment through their eyes.
The hospital environment, the professional dress of physicians and nurses, the dress of the patients, the environment of the medical software were very closely reproduced from our hospital (Figure 5). Realistic avatars were enhanced with human voices. A slight background noise added to the realism. The feedback sequences were also designed with a beautiful design, animated content and sound with real human voices recorded (Figure 6).

Good balance between skills and challenge, and a varied gameplay

The SGP team used their expertise to gamify the serious content. The gameplay was varied between (3 different scenarios) and within modules to obtain an engaging and enjoyable SG.
Between the modules, stories and patients varied, as described earlier. All scenarios were set in an internal medicine ward, except for the module 2 for physicians, which took the form of a TV game show in which the player had to beat a challenging rival physician. This gamification was introduced because the scientific scenario was too monotonous (Figure 7).
In each scenario, the player is presented with sentence choices for dialogue, multiple choice questions, or drag and drop options (Figures 8, 9, 10).
In addition, several mini-game sequences were designed with feedback during or after the mini-game. In scenario 1, to serve the pedagogical objective of differentiating the different classes of anticoagulants, a classification mini-game was designed with drawers (Figure 11).
In scenario 3, to meet the objective of knowing the antidotes to anticoagulants, a mini-game with vials of antidotes to be poured into test tubes was designed (Figure 12).

For physicians, mini-game sequences were created with diagnostic tests to be prescribed appropriately, with the results of these tests appearing as they were administered (Figure 13). For nurses, the sequences of LMWH injection and setting up a sodium heparin infusion were designed as mini-game simulation sequences to review the different steps of the care procedures (Figures 14, 15).

Control of actions by players

The SG allows players to choose their training path, select the scenarios in the order they want, leave the game and resume it later. In addition, they can choose to display subtitles, mute the sound or pause the game. In addition, the game mechanics encourage learners to a self-directed learning. Besides improving the usability, these aspects allow learners to have flexibility in their learning, and to allow for interruptions in the module.

Game development stage

Seven iterations were necessary to reach the final version, which will then be implemented on a large scale in a second phase (Figure 3).

An iterative and user-centered development

For the first four iterations, members of the project team carried out user testing. Once a version with acceptably low technical problems was available, additional users were included in the tests: three nurses (two from intensive care, one from research), two physicians (one radiologist and one anesthetist) and two clinical pharmacists. One of the nurses also tested the physician pathway, one of the physicians also tested the nurse pathway, one of the pharmacists only tested the physician pathway and the other tested both pathways.

Over the course of the iterations, design and technical problems were solved and allowed more attention to be paid to linguistics (Figure 16). In addition, agile development allowed for an increase in the number of game elements and the number of interactions in the sequences (Figure 17). The graphical design was improved throughout the iterations and was brought in line with our hospital's graphic design (Figure 18). Finally, the last iteration consisted mainly of checking that the recordings of the human voices implemented in the game were consistent.

Game implementation

The game is in the form of a SCORM (shareable content object reference model) package that has been implemented on a Saba® learning management system (Saba Software Inc., Dublin, CA, USA) to track completion and collect detailed results.

Discussion

Principal findings

Our project resulted in the design of a serious game to improve guideline adherence to promote better and safer use of anticoagulants by physicians and nurses. The game was designed to provide a training pathway adapted to the learner's profession (nurse or physician) composed for each of three independent and short modules (15-20 minutes) in a gamified environment. The serious game format offers the advantages of experiential learning in a gamified environment and self-directed learning. The modular format provides more flexibility in training for health professionals who have limited time to train.

The interprofessional approach included a triad of experts from the health sector, training professionals and the serious game industry. It allowed to co-design a game that meets the quality criteria for both the serious and the game part, such as solid scientific foundations, with a pedagogical validation and a highly immersive gamified environment.[20,22]

The iterative design and development method made it possible to absorb a large workload and keep the project on track with great responsiveness.

User-centered design and iterative user testing during the development process ensured that the serious game addressed the needs of the end-users as closely as possible, with ease of use and play.

Since anticoagulants are among the most widely used and risky drugs, the impact of this serious game could be significant and will be evaluated in the near future.[1,2]

Additional contributions from this experience

The collaboration on this project reinforced our belief in the value of interprofessional teamwork to improve the quality of care. Indeed, we were able to confront the sometimes divergent views of nurses, doctors and pharmacists on anticoagulant guidelines and find a consensus on good practice recommendations to promote in the game. We also realized that some institutional documents needed to be updated.

Although the development of this game has been long and costly, and was largely impacted by the Covid-19 pandemic, we have produced an innovative training course with quality content. Our institution counts around 2000 doctors and 4500 nurses: this serious game will be easily disseminated, providing an engaging training program of less than an hour on critical aspects for safe care.

Comparison with the relevant literature

To our knowledge, this is the first serious game designed to improve nurses' and doctors' adherence to good practice guidelines for the use of anticoagulants. Another serious game on anticoagulants reported in the literature was a crossword game that was created to teach pharmacology to pharmacy students (BPharm and PharmD).[44]

The design of our serious game was based on an interprofessional and collaborative approach, defined by some authors as the key to good serious game development.[45] This approach is certainly a guarantee of quality but it is also difficult to implement and requires time and energy. It could probably be simplified by tools such as the co.LAB platform, which supports the collaborative development of serious games and which was created on the basis of an analysis of the many existing frameworks in the literature.[46]

Other serious game designs have used an iterative method ("Escape COVID-19", to promote compliance with COVID-19 safety behaviors among hospital employees; "AScapeD", a digital escape game to improve the communication skills of children with autism) described a development with fewer iterations than ours but with smaller projects.[47,48]

The development of our serious game was based on the involvement of end-users who largely participated in the improvement of the versions in terms of content, graphics, usability and playability. A systematic review indicates that less than half of serious game designs involve end users, which is considered a quality criterion for development, and that feedback is often unstructured.[20,49]

Study limitations

The design of this game was based on institutional recommendations, which limits its widespread use or would require adaptations. Another limitation of the study is that it did not create a training pathway for clinical pharmacists. However, we consider that clinical pharmacists should take both courses, as they are in contact with doctors and nurses, and need to know all guidelines on the correct use of anticoagulants.

Future work

The next step will be the evaluation of learner satisfaction and knowledge gain through a pre/post-test design study. The impact on practices and behaviors could be studied via a simulation evaluation or via an audit of practices in a care unit.

Conclusions

An interprofessional, iterative and user-centered design method enabled us to develop a serious game to improve adherence to good practice recommendations for the use of anticoagulants for nurses and physicians. The game was designed to be both evidence-based and to provide an engaging and enjoyable training experience. The impact of this game should now be assessed on knowledge, practice and behavior.

Acknowledgements

We are grateful to Dan-Dylan Lavictoire and all the members of the SERIOUS FACTORY SAS© team, to Lolita Loureiro for its help in initiating the project, Alban Langlois, Isaline Jelowicki, Cécile Massebiaux-Bazerque, Christel Bruggmann and other end-user testers for their participation in the design of this serious game.

Conflicts of Interest

The authors declare no potential conflicts of interest concerning the research, authorship or publication of this article.

References

1. Saedder EA, Brock B, Nielsen LP, Bonnerup DK, Lisby M. Identifying high-risk medication: a systematic literature review. *Eur J Clin Pharmacol*. 2014;70(6):637-645. doi:10.1007/s00228-014-1668-z
2. Mega JL, Simon T. Pharmacology of antithrombotic drugs: an assessment of oral antiplatelet and anticoagulant treatments. *The Lancet*. 2015;386(9990):281-291. doi:10.1016/S0140-6736(15)60243-4
3. European Society of Cardiology. ESC Guidelines & Scientific Documents. Accessed June 23, 2022. https://www.escardio.org/Guidelines, https://www.escardio.org/Guidelines

4. Fontana P, Robert-Ebadi H, Bounameaux H, Boehlen F, Righini M. Direct oral anticoagulants: a guide for daily practice. *Swiss Medical Weekly*. 2016;146(0910). doi:10.4414/smw.2016.14286

5. Henriksen JN, Nielsen LP, Hellebek A, Poulsen BK. Medication errors involving anticoagulants: Data from the Danish patient safety database. *Pharmacol Res Perspect*. 2017;5(3):e00307. doi:10.1002/prp2.307

6. Piazza G, Nguyen TN, Cios D, et al. Anticoagulation-associated adverse drug events. *Am J Med*. 2011;124(12):1136-1142. doi:10.1016/j.amjmed.2011.06.009

7. Wilson RM, Runciman WB, Gibberd RW, Harrison BT, Newby L, Hamilton JD. The Quality in Australian Health Care Study. *Med J Aust*. 1995;163(9):458-471. doi:10.5694/j.1326-5377.1995.tb124691.x

8. Spector WD, Limcangco R, Furukawa MF, Encinosa WE. The Marginal Costs of Adverse Drug Events Associated With Exposures to Anticoagulants and Hypoglycemic Agents During Hospitalization. *Medical Care*. 2017;55(9):856-863. doi:10.1097/MLR.0000000000000780

9. Frazer A, Rowland J, Mudge A, Barras M, Martin J, Donovan P. Systematic review of interventions to improve safety and quality of anticoagulant prescribing for therapeutic indications for hospital inpatients. *Eur J Clin Pharmacol*. 2019;75(12):1645-1657. doi:10.1007/s00228-019-02752-8

10. Al Rowily A, Jalal Z, Price MJ, et al. Prevalence, contributory factors and severity of medication errors associated with direct-acting oral anticoagulants in adult patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Pharmacol*. 2022;78(4):623-645. doi:10.1007/s00228-021-03212-y

11. Rahmanzade R, Cabrera Diaz F, Zaugg C, Schuetz P, Salili AR. Therapeutic duplication of anticoagulants: a retrospective study of frequency and consequences in a tertiary referral hospital. *Thrombosis Journal*. 2020;18(1):14. doi:10.1186/s12959-020-00227-w

12. Dreijer AR, Diepstraten J, Bukkems VE, et al. Anticoagulant medication errors in hospitals and primary care: a cross-sectional study. *International Journal for Quality in Health Care*. 2019;31(5):346-352. doi:10.1093/intqhc/mzy177

13. El-Bosily HM, Abd El Meguid KR, Sabri NA, Ahmed MA. Physicians' adherence to evidence-based guidelines as a major predictor of anticoagulant-related medication error incidence and severity. *British Journal of Clinical Pharmacology*. n/a(n/a). doi:10.1111/bcp.15314

14. WHO | The third WHO Global Patient Safety Challenge: *Medication Without Harm*. WHO. Accessed October 20, 2020. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/en/

15. Sharifzadeh N, Kharrazi H, Nazari E, et al. Health Education Serious Games Targeting Health Care Providers, Patients, and Public Health Users: Scoping Review. *JMIR Serious Games*. 2020;8(1):e13459. doi:10.2196/13459

16. IJgosse WM, van Goor H, Luursema JM. Saving robots improves laparoscopic performance: transfer of skills from a serious game to a virtual reality simulator. *Surg Endosc*. 2018;32(7):3192-3199. doi:10.1007/s00464-018-6036-0

17. Graafland M, Bemelman WA, Schijven MP. Game-based training improves the surgeon's situational awareness in the operation room: a randomized controlled trial. *Surg Endosc*. 2017;31(10):4093-4101. doi:10.1007/s00464-017-5456-6

18. Middeke A, Anders S, Schuelper M, Raupach T, Schuelper N. Training of clinical reasoning with a Serious Game versus small-group problem-based learning: A prospective study. *PLoS One*. 2018;13(9):e0203851. doi:10.1371/journal.pone.0203851

19. Raupach T, de Temple I, Middeke A, Anders S, Morton C, Schuelper N. Effectiveness of a serious game addressing guideline adherence: cohort study with 1.5-year follow-up. *BMC Medical Education*. 2021;21(1):189. doi:10.1186/s12909-021-02591-1

20. Verschueren S, Buffel C, Vander Stichele G. Developing Theory-Driven, Evidence-Based Serious Games for Health: Framework Based on Research Community Insights. *JMIR Serious Games*. 2019;7(2):e11565. doi:10.2196/11565

21. Kelley C, Wilcox L, Ng W, Schiffer J, Hammer J. Design Features in Games for Health: Disciplinary and Interdisciplinary Expert Perspectives. *DIS*. 2017;2017:69-81. doi:10.1145/3064663.3064721

22. Caserman P, Hoffmann K, Müller P, et al. Quality Criteria for Serious Games: Serious Part, Game Part, and Balance. *JMIR Serious Games*. 2020;8(3):e19037. doi:10.2196/19037

23. Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. *J Med Libr Assoc*. 2015;103(3):152-153. doi:10.3163/1536-5050.103.3.010

24. Rogers S. *Level up! The Guide to Great Video Game Design*. 2nd ed. Wiley; 2014.

25. Rouse R, Ogden S. *Game Design: Theory & Practice*. 2. ed. Wordware Publ; 2005.

26. Shahhosseini Z, Hamzehgardeshi Z. The Facilitators and Barriers to Nurses' Participation in Continuing Education Programs: A Mixed Method Explanatory Sequential Study. *Glob J Health Sci*. 2015;7(3):184-193. doi:10.5539/gjhs.v7n3p184

27. Hanlon HR, Prihodova L, Russell T, Donegan D, O'Shaughnessy A, Hoey H. Doctors' engagement with a formal system of continuing professional development in Ireland: a qualitative study in perceived benefits, barriers and potential improvements. *BMJ Open*. 2021;11(11):e049204. doi:10.1136/bmjopen-2021-049204

28. DeWald TA, Washam JB, Becker RC. Anticoagulants: Pharmacokinetics, Mechanisms of Action, and Indications. *Neurosurgery Clinics of North America*. 2018;29(4):503-515. doi:10.1016/j.nec.2018.06.003

29. Chan N, Sobieraj-Teague M, Eikelboom JW. Direct oral anticoagulants: evidence and unresolved issues. *The Lancet*. 2020;396(10264):1767-1776. doi:10.1016/S0140-6736(20)32439-9

30. Salem JE, Sabouret P, Funck-Brentano C, Hulot JS. Pharmacology and mechanisms of action of new oral anticoagulants. *Fundamental & Clinical Pharmacology*. 2015;29(1):10-20. doi:10.1111/fcp.12091

31. Sécurité des patients Suisse. Quick-Alert: Anticoagulants oraux directs – Eviter la double administration non intentionnelle. Published online May 29, 2017. Accessed October 10, 2019. https://www.securitedespatients.ch/fileadmin/user_upload/Publikationen/Quick-Alert/170529_QA_41_f_final.pdf

32. Hôpitaux Universitaires de Genève. Votre traitement anticoagulant par injection sous-cutanée. Published online 2021.

33. Service d'angiologie hémostase C. Anticoagulants oraux directs. Guide d'utilisation proposé par le Service d'angiologie hémostase des HUG. Published online 2019:2.

34. Hôpitaux Universitaires de Genève. Votre traitement anticoagulant oral direct. Published online 2017.

35. Hôpitaux Universitaires de Genève. Votre traitement anticoagulant par AVK. Published online 2021.

36. Hôpitaux Universitaires de Genève. Héparine et insuffisance rénale. Guide pour la prescription d'héparine chez les patients avec insuffisance rénale (GFR < 50 ml/min). Published online 2015. https://www.hug.ch/angiologie-hemostase/recommandations-destination-professionnels

37. Surveillance biologique des héparines et du fondaparinux. Accessed July 6, 2021. https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2011/revue-medicale-suisse-313/surveillance-biologique-des-heparines-et-du-fondaparinux

38. Hôpitaux Universitaires de Genève. Héparine non fractionnée IV à but thérapeutique. Published online 2017. https://www.hug.ch/angiologie-hemostase/recommandations-destination-professionnels

39. Hôpitaux Universitaires de Genève. Gestion du risque hémorragique chez les patients anticoagulés. Published online 2016.

40. Hôpitaux Universitaires de Genève. Gestion d'un INR supra-thérapeutique. Published online 2008.

41. Desai NR, Cornutt D. Reversal agents for direct oral anticoagulants: considerations for hospital physicians and intensivists. *Hospital Practice*. 2019;47(3):113-122. doi:10.1080/21548331.2019.1643728

42. Hôpitaux Universitaires de Genève. Prise en charge de l'hémorragie massive: résumé des recommandations communes de bonnes pratiques. Published online 2019.

43. Hôpitaux Universitaires de Genève. Carnet de suivi de votre traitement anticoagulant par antivitaminique K (AVK). Published online 2020.

44. Bawazeer G, Sales I, Albogami H, et al. Crossword puzzle as a learning tool to enhance learning about anticoagulant therapeutics. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):267. doi:10.1186/s12909-022-03348-0

45. Korhonen T, Halonen R, Ravelin T, Kemppainen J, Koskela K. A Multidisciplinary Approach To Serious Game Development In The Health Sector. *MCIS 2017 Proceedings*. Published online September 1, 2017. https://aisel.aisnet.org/mcis2017/30

46. Jaccard D, Suppan L, Sanchez E, Huguenin A, Laurent M. The co.LAB Generic Framework for Collaborative Design of Serious Games: Development Study. *JMIR Serious Games*. 2021;9(3):e28674. doi:10.2196/28674

47. Suppan M, Catho G, Robalo Nunes T, et al. A Serious Game Designed to Promote Safe Behaviors Among Health Care Workers During the COVID-19 Pandemic: Development of "Escape COVID-19." *JMIR Serious Games*. 2020;8(4):e24986. doi:10.2196/24986

48. Terlouw G, Kuipers D, Veer J van 't, Prins JT, Pierie JPEN. The Development of an Escape Room–Based Serious Game to Trigger Social Interaction and Communication Between High-Functioning Children With Autism and Their Peers: Iterative Design Approach. *JMIR Serious Games*. 2021;9(1):e19765. doi:10.2196/19765

49. Maheu-Cadotte MA, Dubé V, Cossette S, et al. Involvement of End Users in the Development of Serious Games for Health Care Professions Education: Systematic Descriptive Review. *JMIR Serious Games*. 2021;9(3):e28650. doi:10.2196/28650

50. Haque H, Alrowily A, Jalal Z, et al. Direct oral anticoagulant-related medication incidents and pharmacists' interventions in hospital in-patients: evaluation using reason's accident causation theory. *Int J Clin Pharm*. 2021;43(6):1693-1704. doi:10.1007/s11096-021-01302-6

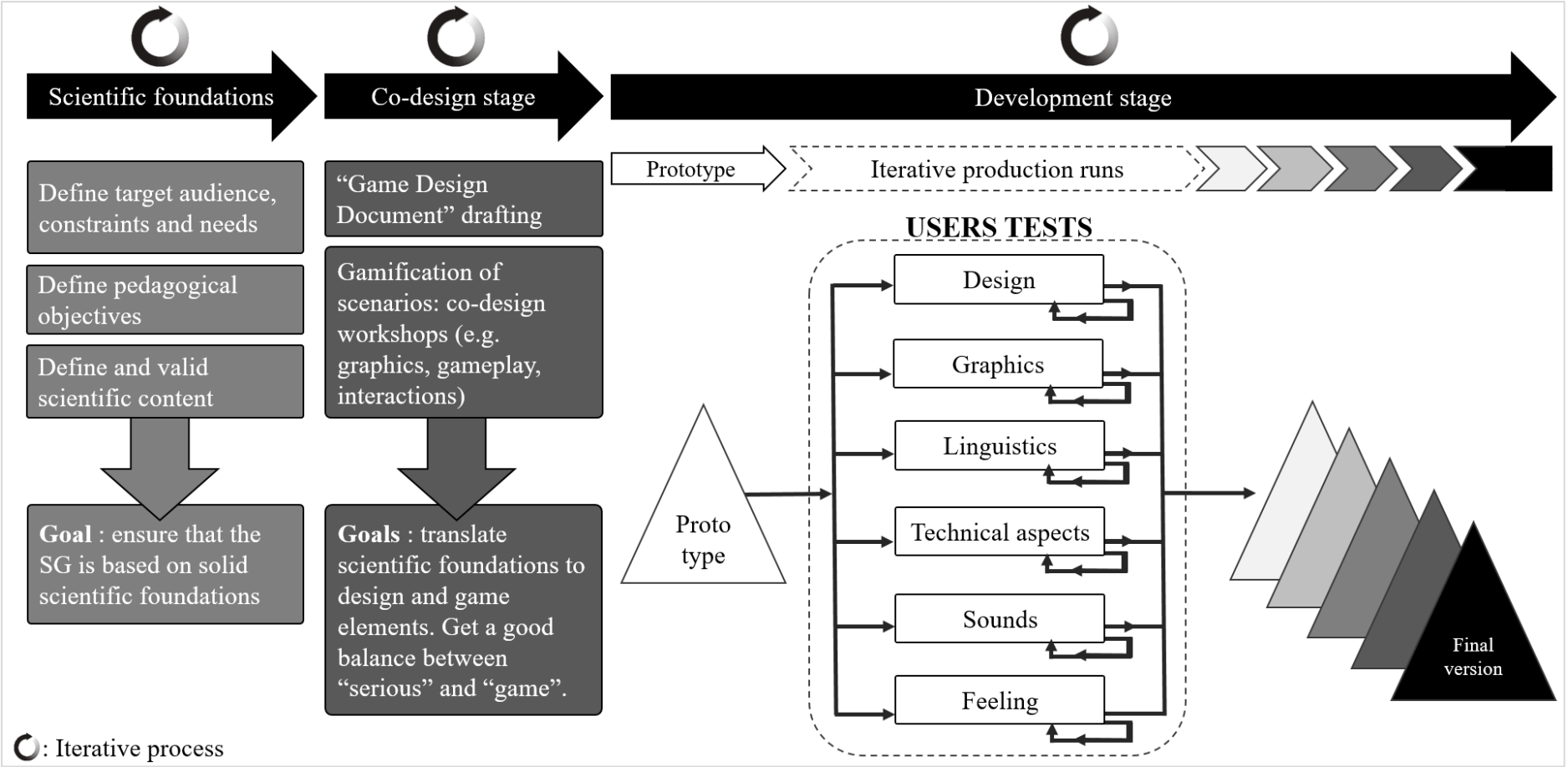


***Figure 1**: Flow chart of the overall serious game design and development process based on iterative process and users' experience.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

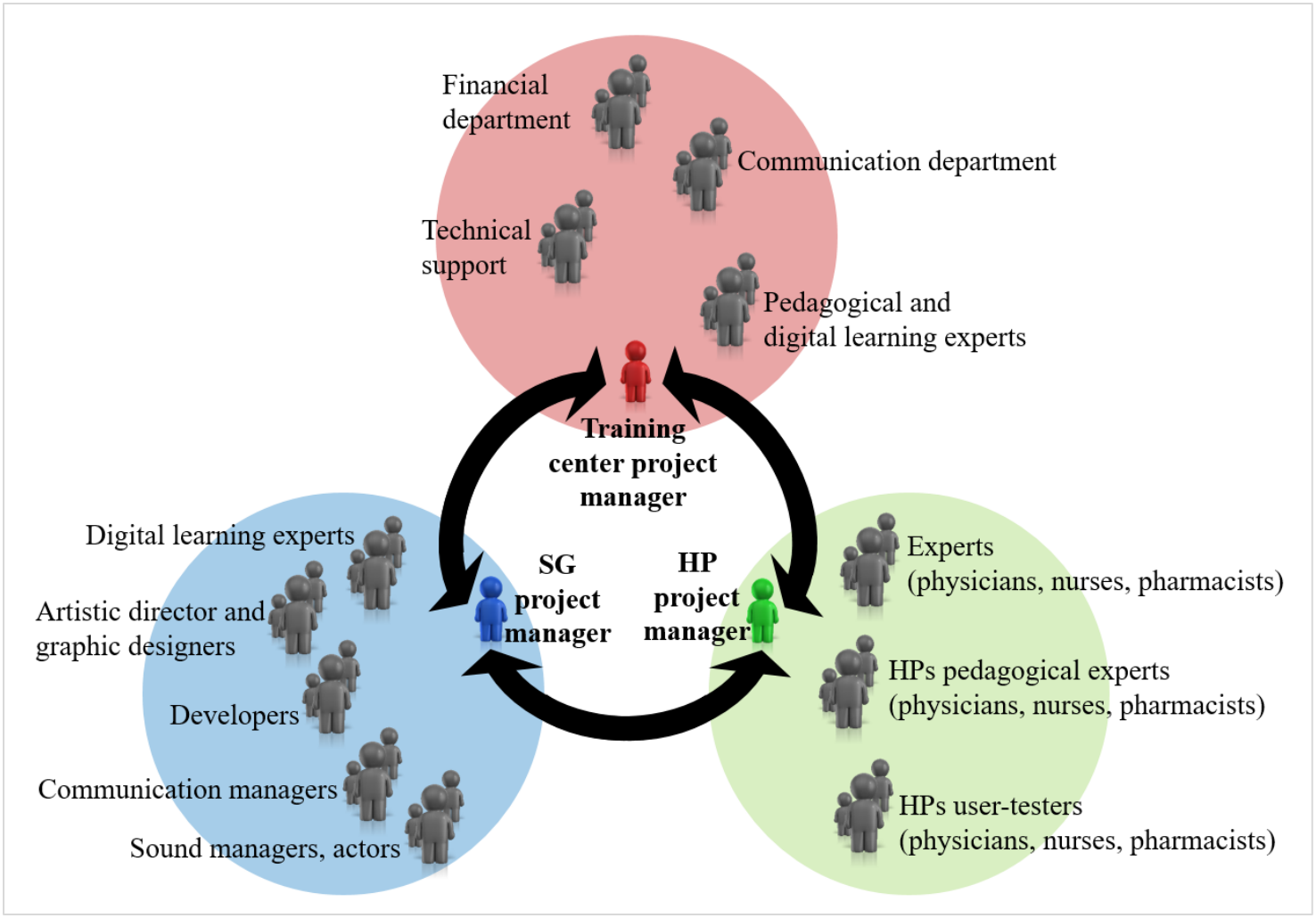


***Figure 2**: Interprofessional team and collaborative approach to design a serious game for healthcare. Triad between serious game (SG) professionals, educational specialists and healthcare professionals (HPs).*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

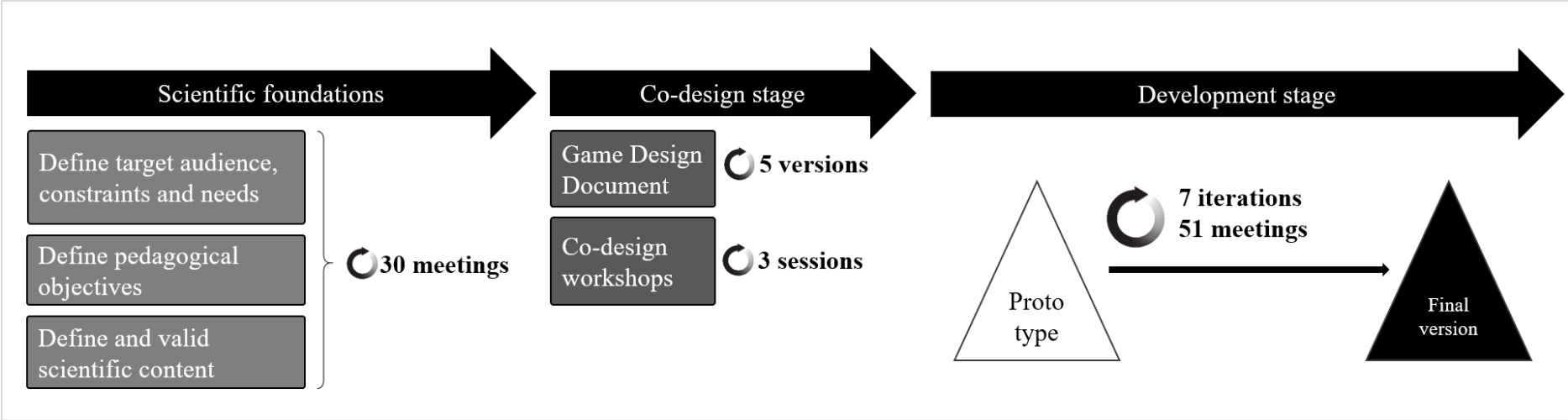


***Figure 3**: Flow chart of the design and development process*.

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

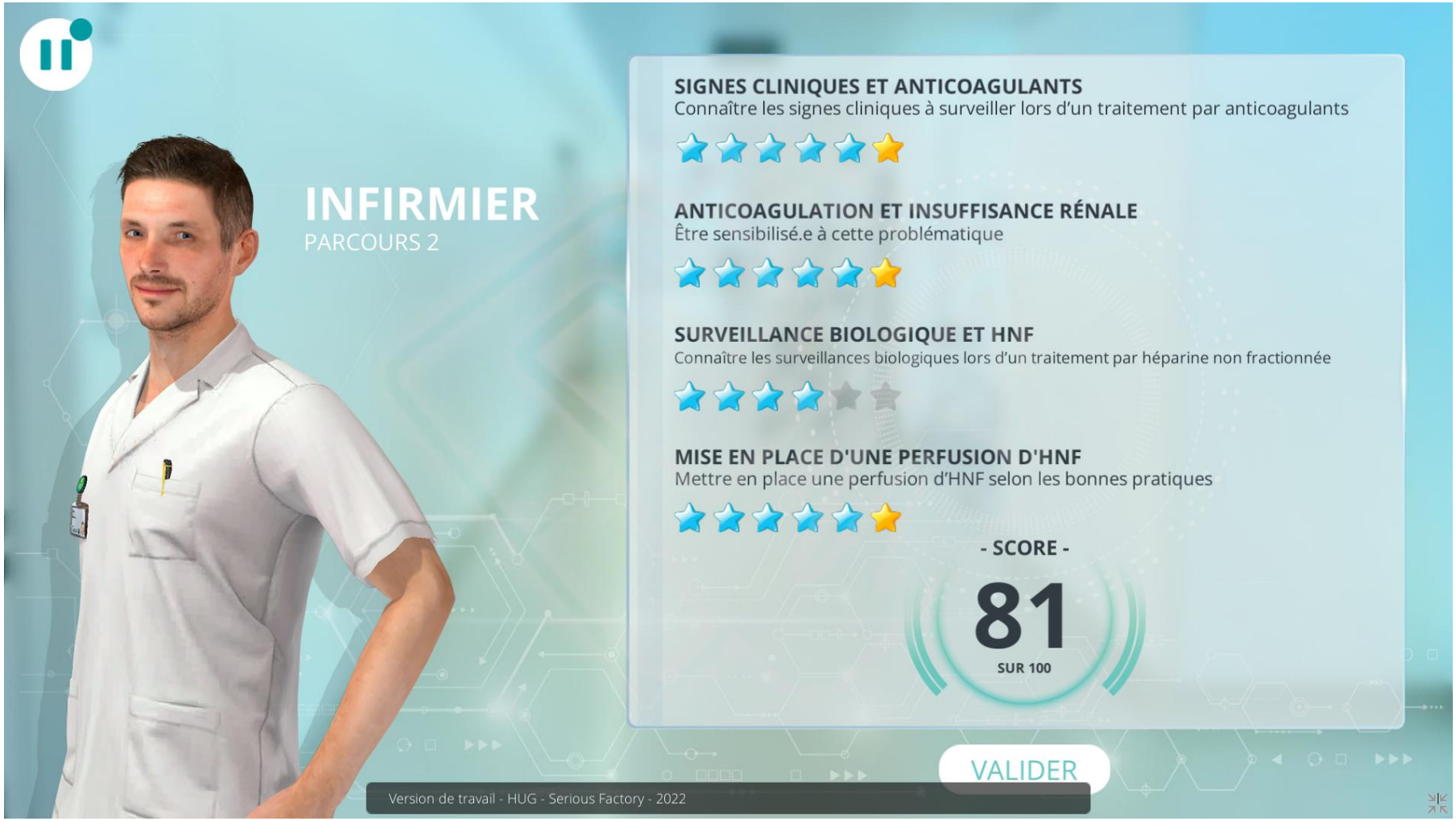


***Figure 4**: Summary table of scores at the end of each module. The scores for each learning objective are marked with stars. The overall score for the module is out of 100 points.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

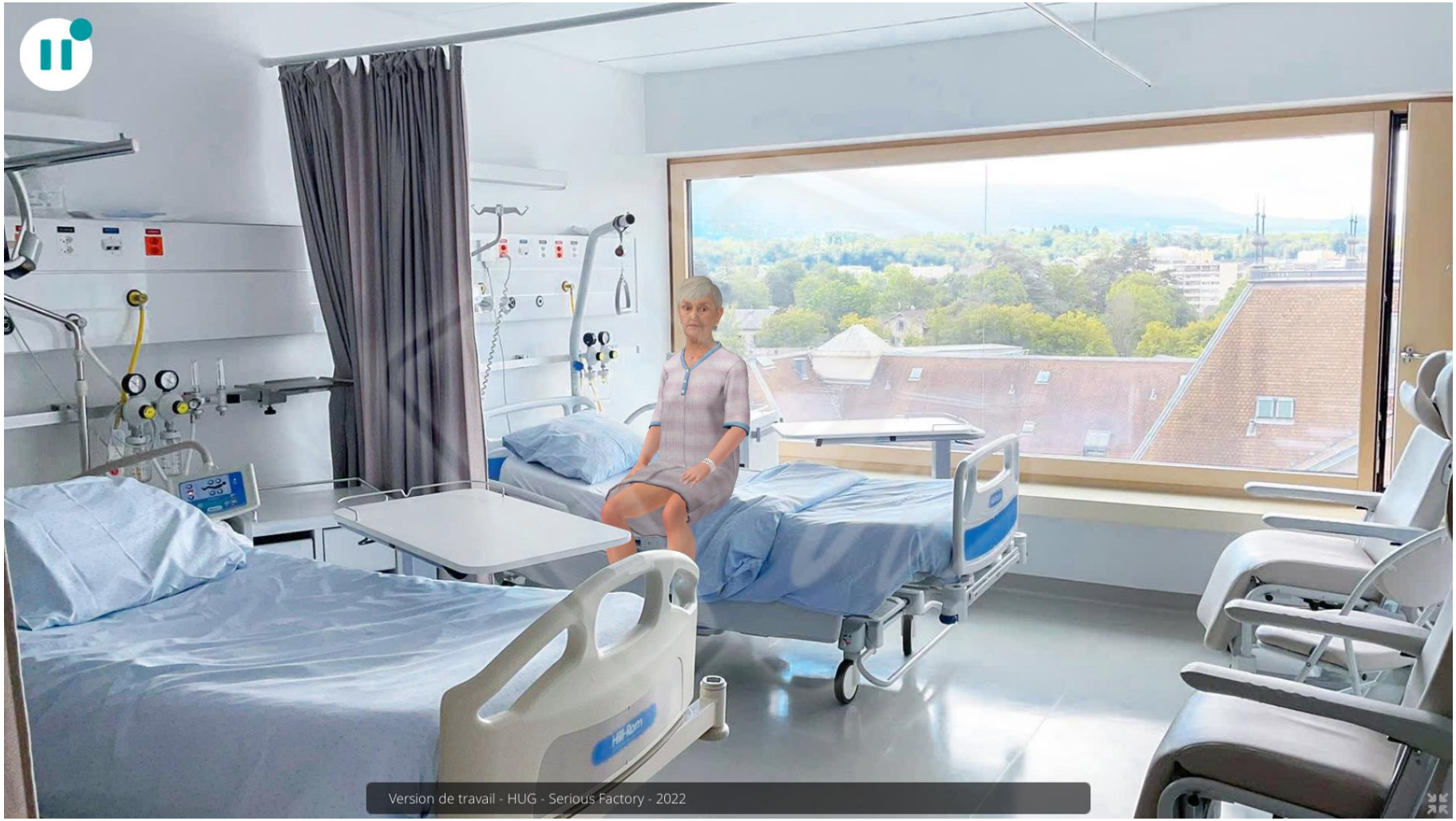


***Figure 5**: Immersive hospital environment (patient room).*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

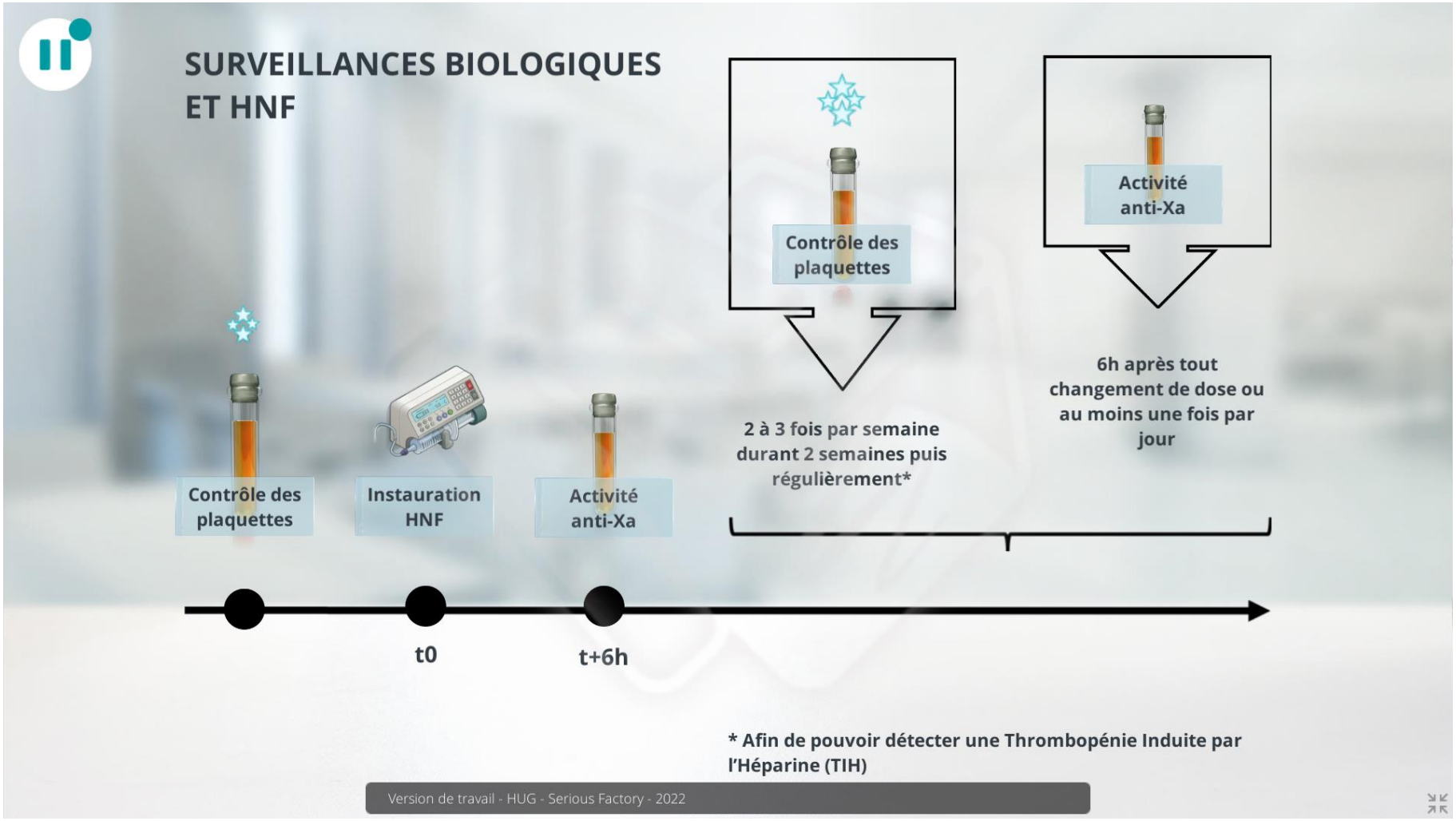


***Figure 6**: Example of feedback (animated sequence with sound) on biological monitoring related to sodium heparin treatment.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

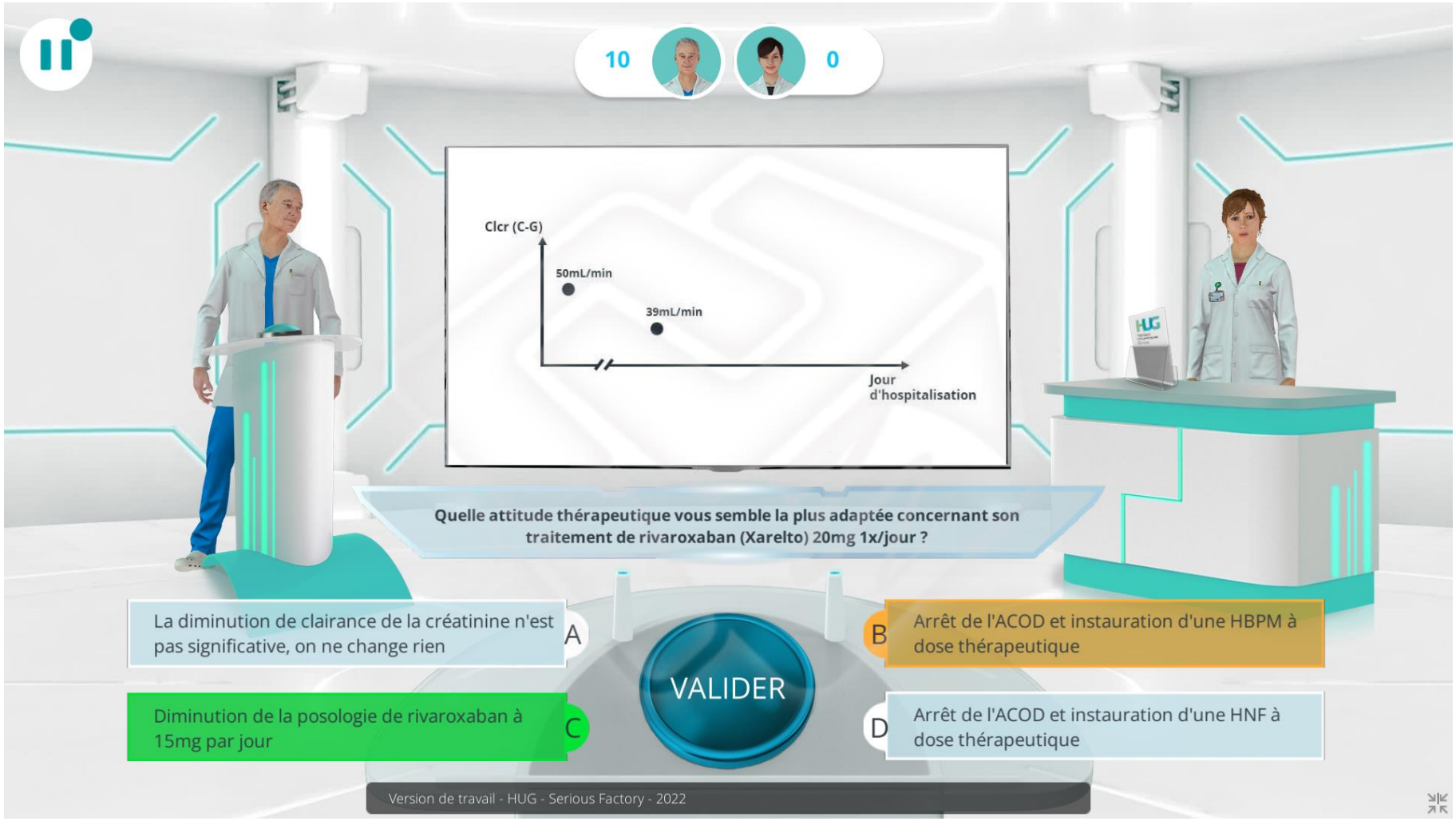


***Figure 7**: Module 2 for physicians in the form of a TV game. The presenter is on the right and a challenging opponent is on the left. The players have to answer 5 questions as best as possible and as quickly as possible.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

***Figure 8**: Example of gameplay with a choice of sentences to talk to the patient (Module 2 for nurses).*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

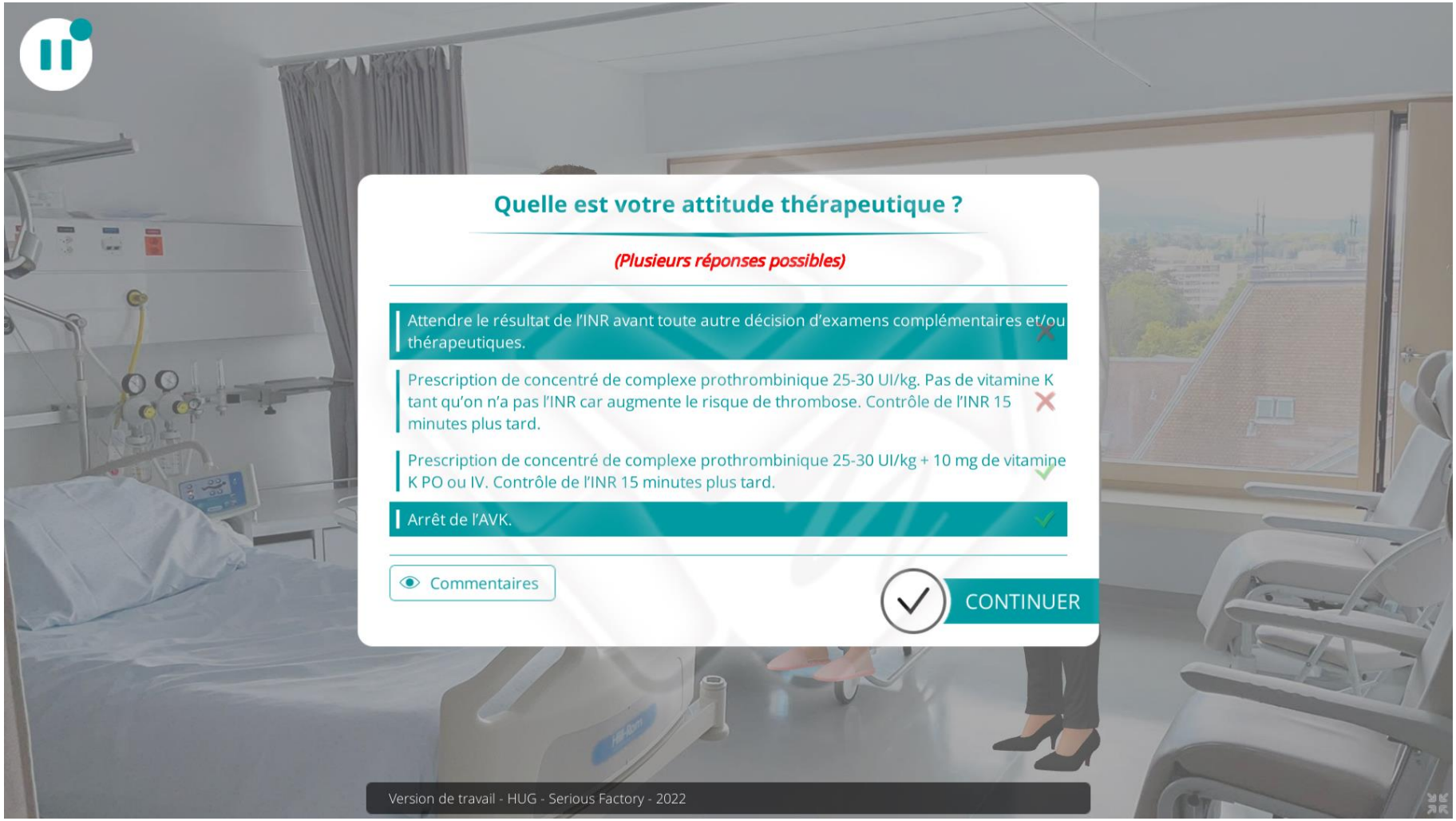


***Figure 9**: Example of gameplay with a multiple-choice question and feedback on the most appropriate attitude to severe bleeding on VKAs.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

***Figure 10**: Example of gameplay with a drag and drop to re-order the final steps of the care procedure for the LMWH injection: dispose of the syringe in an appropriate container, remove gloves, clean hands with a hydro-alcoholic solution and validate the administration in the patient's computerized record.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

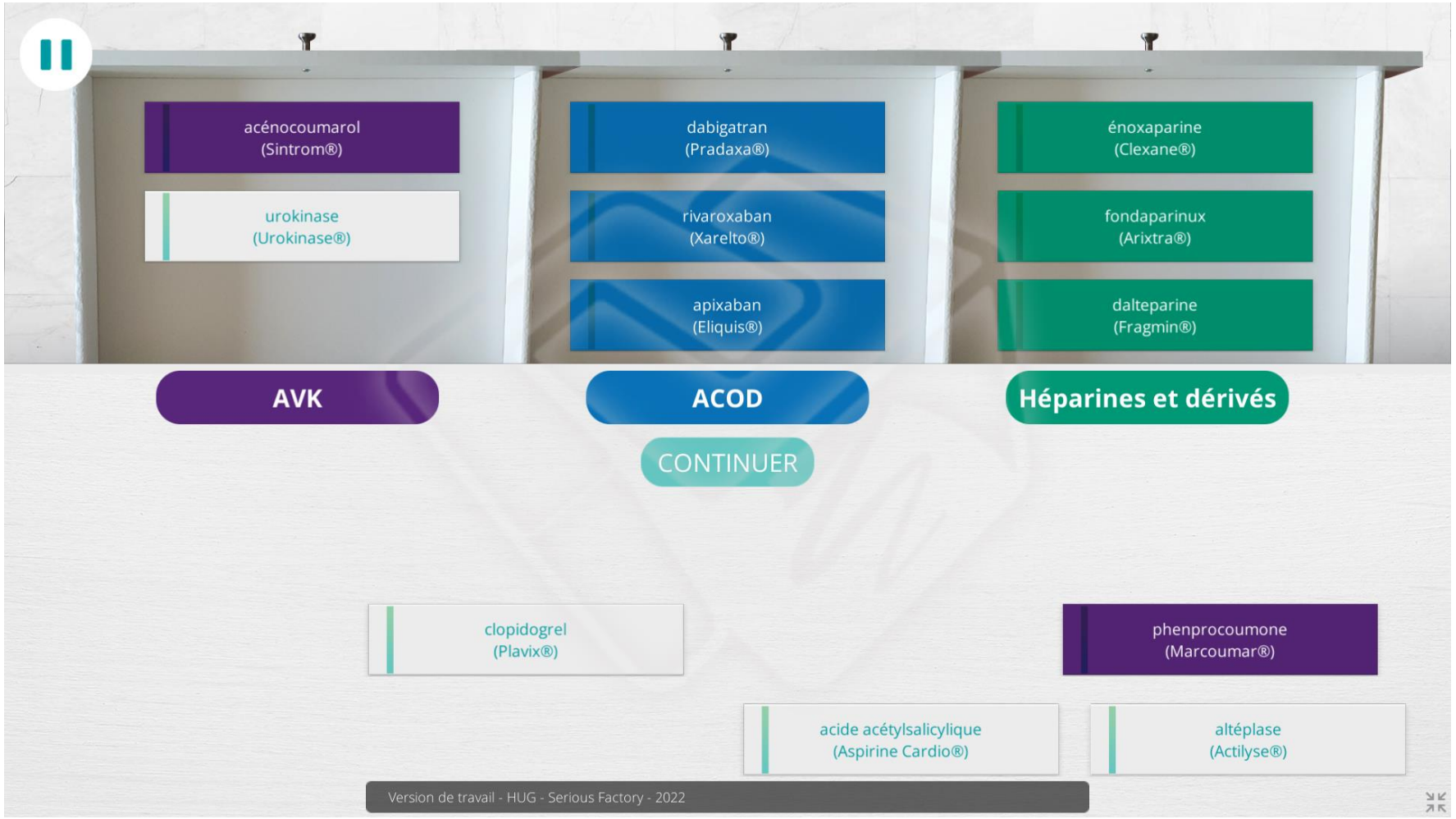


***Figure 11**: Example of a mini-game, at the feedback stage, to differentiate the classes of anticoagulants: anticoagulant drugs should be placed in the appropriate drawers (Vitamin K-dependent antagonists, direct oral anticoagulants, heparins and derivatives). Intruders are included in the list (anti-platelet aggregators and fibrinolytic agents).*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

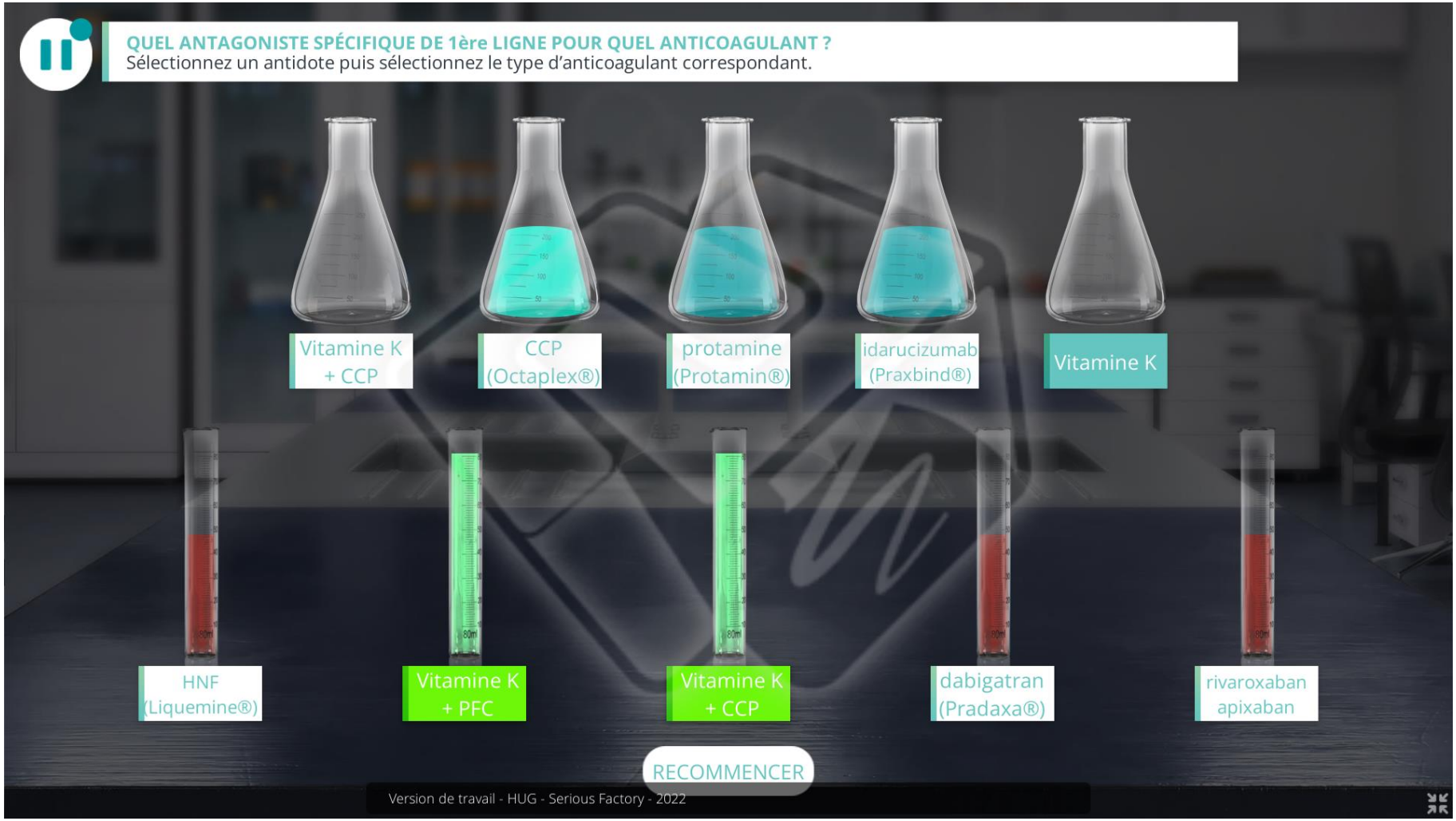


***Figure 12**: Example of a mini-game where the player has to match the first-line antidote (in the top bottles) with the appropriate anticoagulant (in the bottom test tubes). If the association is correct, the tube turns green, if the association is wrong, the tube turns purple and the player is invited to start again.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

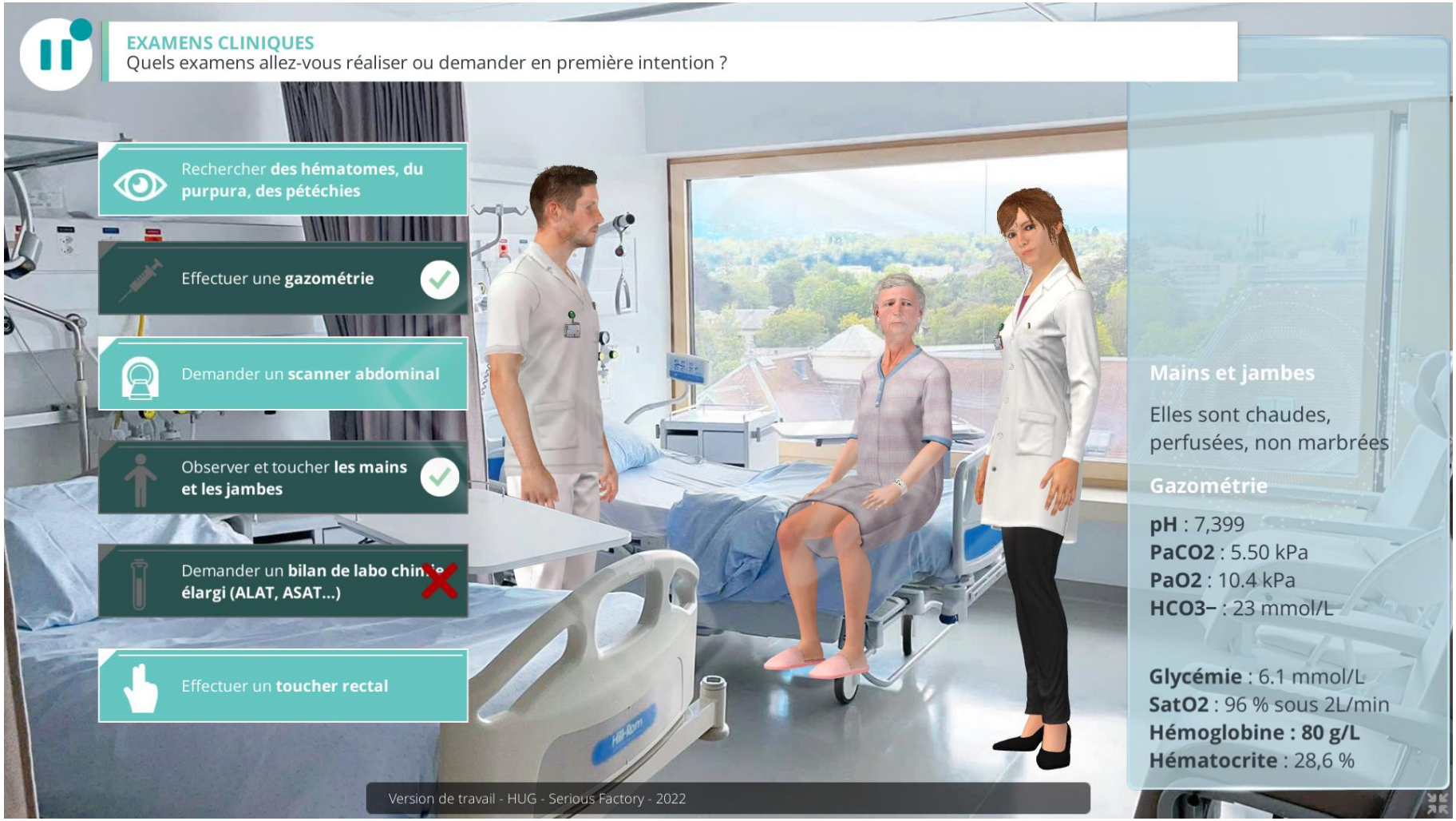


***Figure 13**: Example of a mini-game in which the physician player must prescribe the appropriate investigations (on the left) to be carried out in the first instance for a patient with signs of digestive hemorrhage. The results of the tests are displayed on the right if they are correctly selected.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

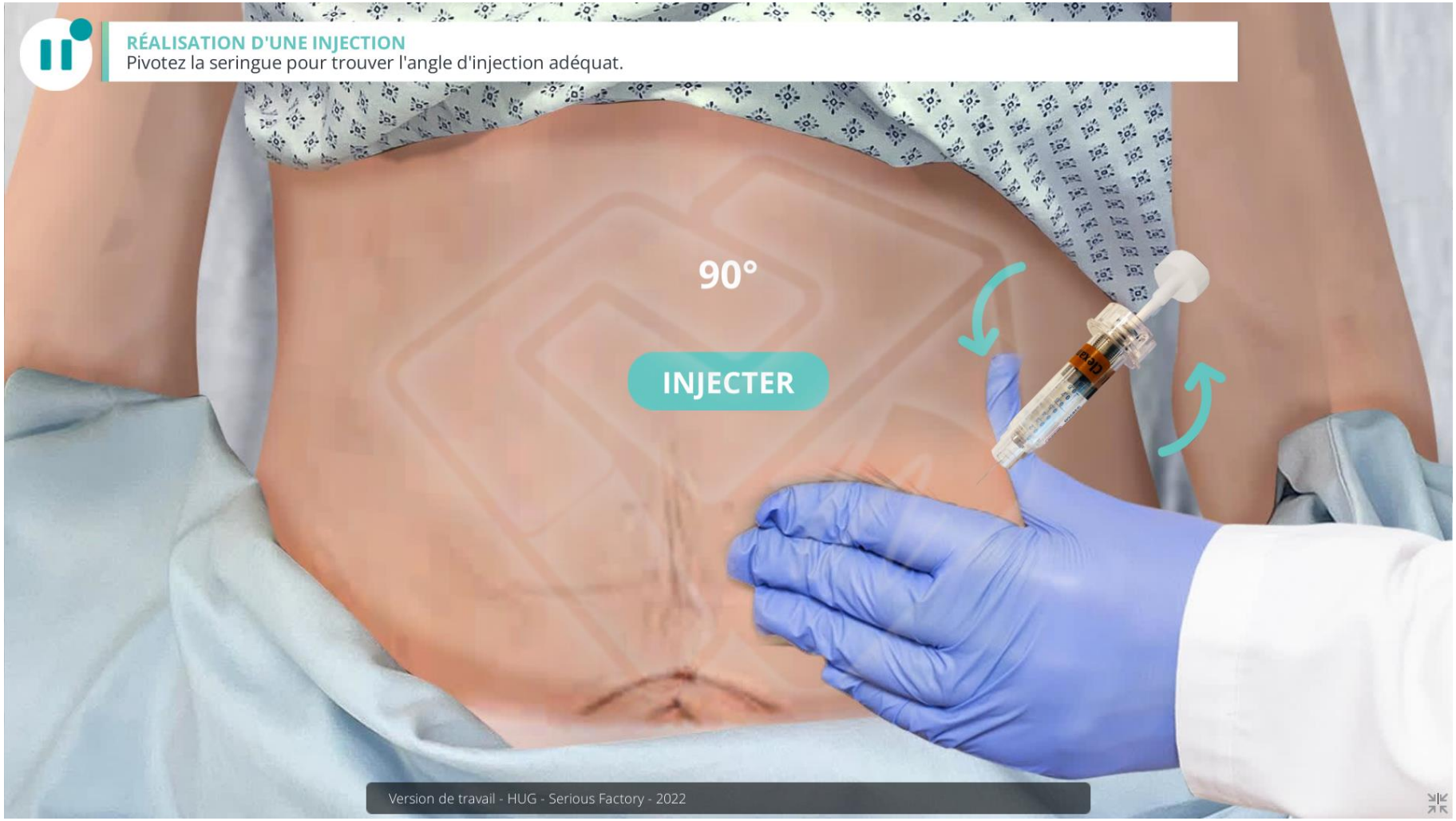


***Figure 14**: Example of a mini-game simulation sequence to review the different steps of a LMWH injection. Having found the appropriate injection site, the nurse player now has to choose the correct injection angle.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

***Figure 15**: Example of a mini-game simulation sequence to review the different steps of a setting up a sodium heparin infusion. The nurse player has to check the venous catheter before connecting the infusion tube and adjusting the flow rate on the machine.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

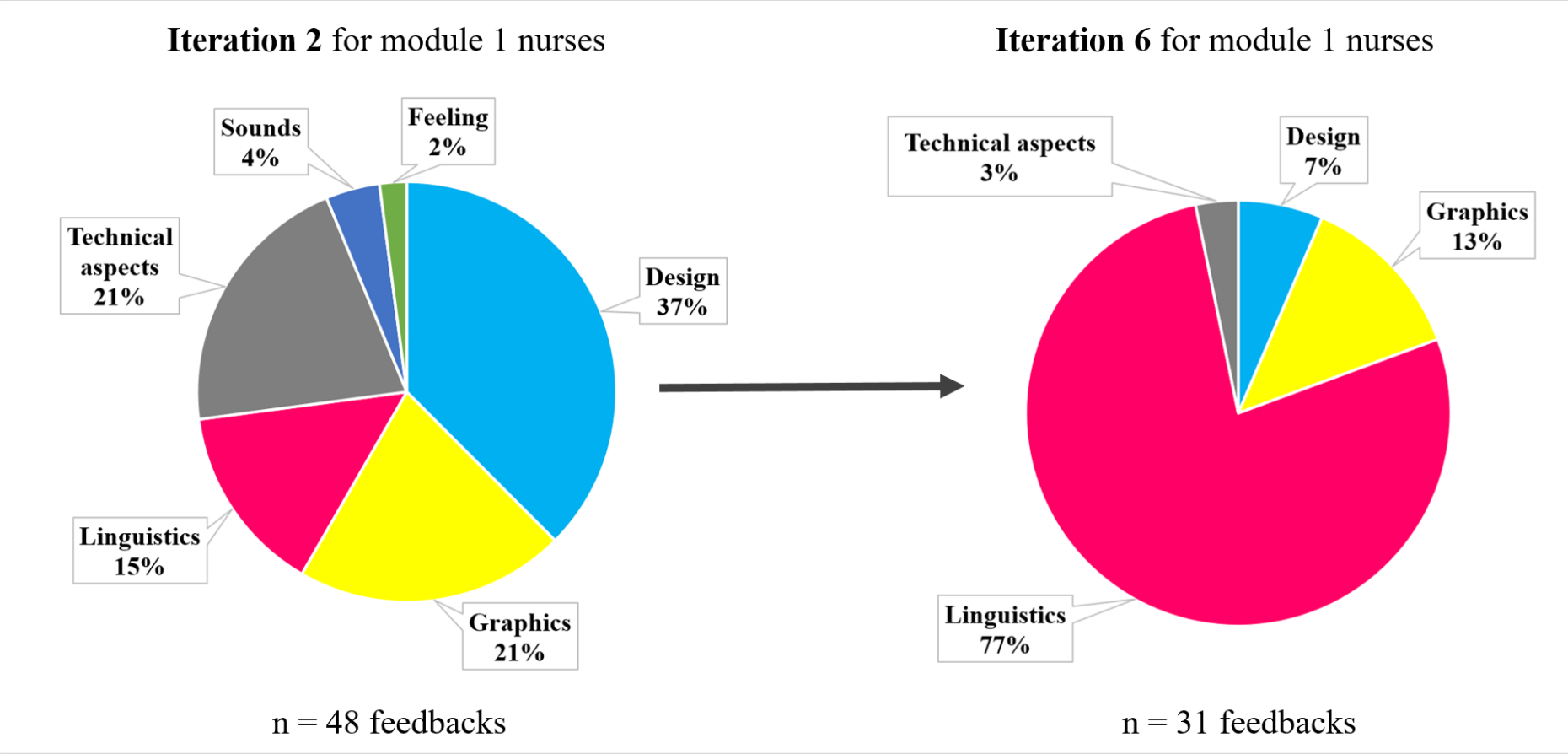
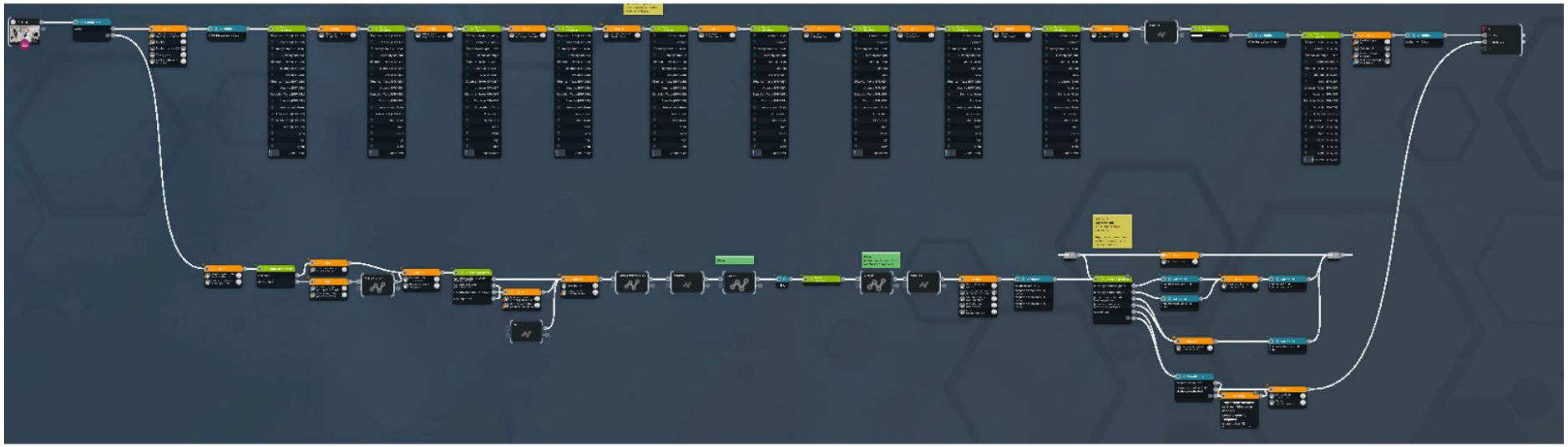


***Figure 16**: Evolution of the type of feedback from test users during iterations for Module 1 nurses.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

Iteration 3 : mind map of a module 3 physicians' sequence



Iteration 6 : mind map of the same sequence

***Figure 17**: Evolution of the complexity of a sequence of module 3 physicians. The number of game elements increases from 59 for iteration 3 to 73 for iteration 6.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

Iteration 2 for module 1 nurses

Iteration 6 for module 1 nurses

***Figure 18**: Evolution of the graphics during iterations for Module 1 nurses.*

→ RETOUR A L'ARTICLE (bouton cliquable)

Etude 3 - Développement et évaluation du « Parcours aventure sécurité médicaments », un outil ludopédagogique pour sensibiliser les patients et le grand public

Contexte de l'étude

Sécuriser l'utilisation des médicaments est un des axes prioritaires quotidiens de la pharmacie des HUG qui s'emploie à la faire progresser de manière constante. On évoque souvent le « parcours de soins », en faisant référence à un environnement complexe qui peut être source d'anxiété et dans lequel le patient se retrouve passivement projeté. Or le patient est un partenaire indispensable dans sa prise en charge médicamenteuse à l'hôpital et en ville : l'expérience a montré qu'un patient bien informé suit mieux son traitement et se sent globalement plus satisfait de ses soins.[48,49]

De nombreuses actions existent pour des maladies ou des traitements spécifiques, mais il existe peu d'outils pédagogiques destinés à transmettre au patient des informations générales sur les règles de bon usage des médicaments à domicile et à l'hôpital.[55] Dans le cadre de la Semaine d'Action Sécurité Patients 2018 organisée par la fondation Sécurité des patients Suisse, la Pharmacie des HUG a créé et mis en place une action de sensibilisation ludique. Elle a pris la forme d'un stand dans le hall d'entrée de l'hôpital des HUG proposant un parcours d'aventure pédagogique, dans une chambre de patient fictive, sur le thème de la sécurité du médicament (*Figure 28*). Les participants étaient invités à « s'harnacher » à une corde à l'aide d'une ceinture munie d'un mousqueton (*Figure 29*), puis suivre un parcours cordé, s'arrêter à chacune des six étapes pour résoudre les énigmes et inscrire les réponses sur leur feuille de route.

L'objectif était de sensibiliser les patients et toute personne de passage à la sécurité autour du médicament lors d'une hospitalisation et au retour à domicile. L'intervention a été axée sur la règle des 5B, fil conducteur de la sécurisation de l'administration médicamenteuse tant à l'hôpital que pour un traitement à domicile : le Bon médicament, au Bon patient, à la Bonne dose, sur la Bonne voie, au Bon moment.[19] La vocation de ce dispositif était également de faire découvrir les barrières de sécurité mises en place à l'hôpital pour assurer la sécurité des patients mais aussi de montrer le rôle que peut jouer le patient pour améliorer sa propre prise en charge (messages-clefs du parcours en Annexe 4).

Figure 28 : Parcours aventure sécurité médicaments, dispositif ludopédagogique pour sensibiliser les participants à l'utilisation sécuritaire des médicaments.

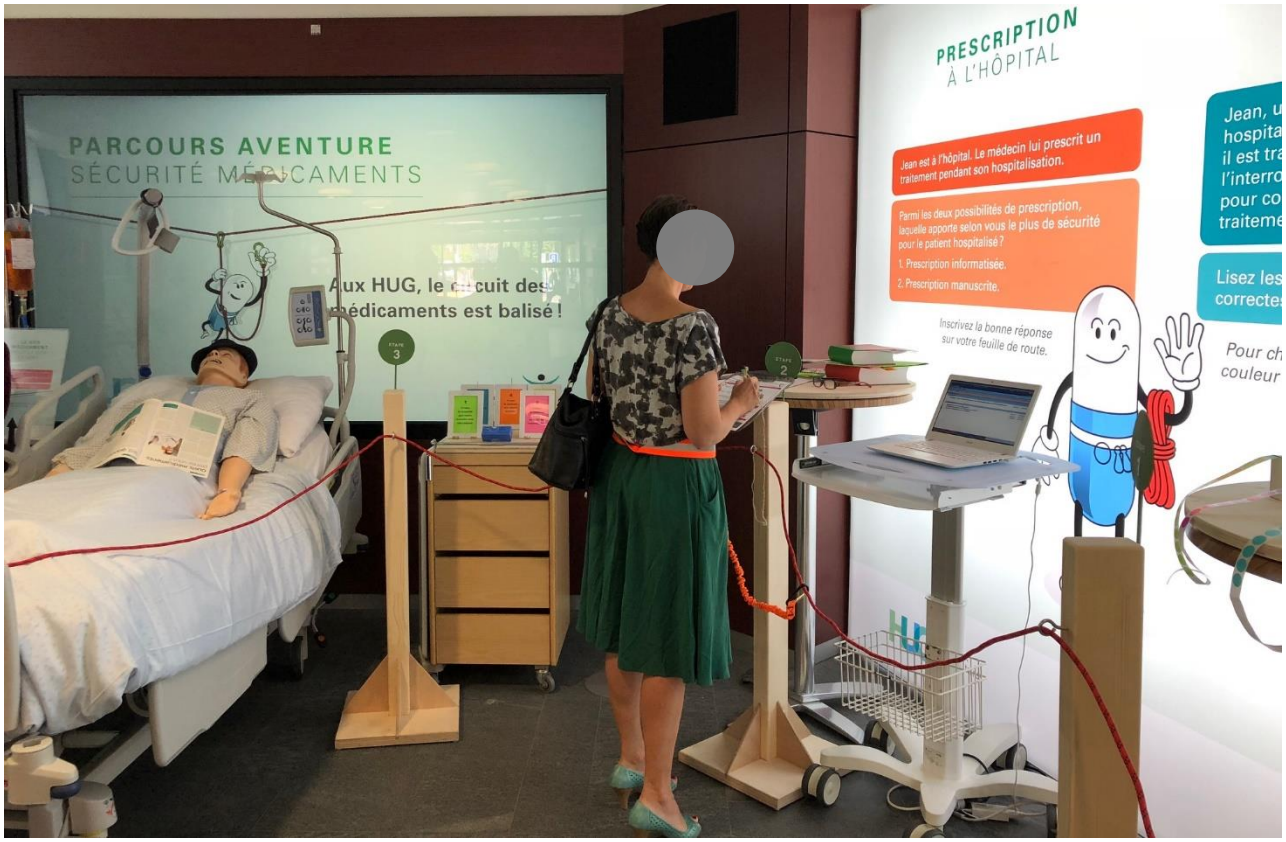


Figure 29 : Participante équipée d'une ceinture avec un mousqueton relié au parcours cordé et qui s'est arrêtée à une étape (poteau en bois) pour répondre à une énigme.

La conception a résulté d'un travail de collaboration interdisciplinaire qui s'est étendu de janvier à septembre 2018 impliquant des pharmaciens hospitaliers, des infirmières spécialistes cliniques, un médecin du Service Qualité des Soins, un patient partenaire, le Service de la Communication, des menuisiers et le Service de la Sécurité. En plus d'avoir mis en place l'action de sensibilisation, nous avons évalué son impact sur les connaissances et le degré de certitude des participants en leur soumettant un questionnaire avant et après le dispositif pédagogique. Nous avons également évalué leur satisfaction après leur participation.

L'article qui suit décrit la conception, l'implémentation et l'évaluation de ce dispositif ludopédagogique pour les patients.

Résumé de l'article

Objectif

La sécurité des médicaments est une préoccupation majeure des professionnels de santé, et les patients sont des partenaires puissants. Nous avons créé un outil ludopédagogique - le Parcours Aventure Sécurité Médicaments - pour sensibiliser les patients et les responsabiliser. Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer l'impact de l'outil sur les connaissances en matière de sécurité des médicaments et d'évaluer la satisfaction des participants.

Matériel et méthodes

Un stand a été installé dans le hall d'un hôpital universitaire. Tous les passants volontaires étaient invités à suivre un parcours en six étapes comportant des énigmes à résoudre sur la sécurité des médicaments. L'expérience comprenait trois phases : 1. Briefing et pré-test (5 min) ; 2. Participation au parcours (15 min) ; 3. Débriefing avec un pharmacien ou un infirmier clinique et post-test (20 min).

Le nombre de réponses correctes à huit questions a été comparé avant et après le dispositif. Une comparaison entre les résultats des professionnels de santé *vs* non professionnels a également été effectuée. Une échelle de cinq points a permis d'évaluer le degré de certitude des participants à leurs réponses. La satisfaction a été évaluée à l'aide d'échelles catégorielles et de questions ouvertes.

Résultats

Sur 100 participants, 93 ont effectué l'intégralité du parcours (60 % n'étaient pas des professionnels de santé). Le taux de réponses correctes était plus élevé au post-test par rapport au pré-test (72 % contre 51 %, OR = 4,8 [95%CI 3,5 à 6,4], p < 0,001). Le degré de certitude moyen s'est également amélioré entre le pré-test et le post-test (respectivement 4,43, 95%CI [4,36-4,49] contre 4,83, 95%CI [4,80-4,86] ; p < 0,001). Une amélioration significative des connaissances a été observée quelle que soit la profession des participants. Les taux de réponses correctes des professionnels de santé étaient plus élevés que ceux des autres participants au pré-test et au post-test. Tous les participants étaient satisfaits de l'outil ludopédagogique et de leur participation.

Discussion/Conclusion

Cet outil ludopédagogique a amélioré de manière significative les connaissances des participants sur les questions de sécurité des médicaments. Les participants ont apprécié cet outil. Le concept et le matériel ont été validés et pourront être réutilisés sur d'autres sites et à d'autres occasions.

Article 3 — The Medication Safety Adventure Trail: an entertaining, educational tool to raise medication safety awareness among patients

Article soumis au *BMJ Quality and Safety*

Audrey Flornoy-Guédon[1,2], Liliane Gschwind[1], Antoine Poncet[3], Anne-Claire Raë[4], Pierre Chopard[4], Caroline Fonzo-Christe[1], Pascal Bonnabry[1,2]

[1] Pharmacy, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

[2] Institute of Pharmaceutical Sciences of Western Switzerland (ISPSO), School of Pharmaceutical Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

[3] Department of Epidemiology, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

[4] Quality of Care Unit, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

Corresponding author:

Audrey Flornoy-Guédon, Pharmacy, Geneva University Hospitals, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1205 Geneva, Switzerland.
Email: audrey.flornoy@hcuge.ch
Phone: +41 79 553 10 80
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5172-8910

KEYWORDS

serious game; patient safety; educational tool; medication safety; simulation; patient empowerment

ABSTRACT

Purpose

Safe medication management is a major concern for healthcare professionals, but patients can be powerful partners too. We created an entertaining, educational tool—the Medication Safety Adventure Trail—to raise patient awareness and empower them. This study's objectives were to assess the tool's impact on knowledge about medication safety issues and evaluate participant satisfaction.

Materials and methods

A booth was set up in a busy hospital lobby inviting all passers-by to follow a six-step Trail involving riddles to solve about medication safety. The experiment comprised three phases: 1. Briefing plus pre-test (5 min); 2. Participating in the Trail (15 min); 3. Debriefing with a clinical pharmacist/nurse plus post-test (20 min).

Numbers of correct answers to eight questions were examined pre- and post-test. Statistical analyses were performed on participants who completed the entire experiment. A five-point scale assessed participants' degrees of certainty in their answers. Satisfaction was assessed using categorical scales and open-ended questions.

Results

Of 100 participants, 93 completed the entire Trail (60% were not healthcare professionals). The odds of a correct answer was higher at post-test than at pre-test (72% versus 51%, OR = 4.8 [95%CI 3.5 to 6.4], $p < 0.001$). The mean degree of response certainty also improved from pre-test to post-test (respectively 4.43, 95%CI [4.36–4.49] vs 4.83, 95%CI [4.80–4.86]; $p < 0.001$). Significant improvements in knowledge were observed regardless of occupation. Healthcare professionals' rates of correct answers were higher than other participants' at pre-test and post-test. All participants were satisfied with the educational tool and their participation.

Discussion/Conclusion

The tool significantly improved participants' knowledge about medication safety issues. Participants appreciated this entertaining educational tool. The concept and materials were validated and could be used again at other sites and on other occasions.

INTRODUCTION

The WHO's third Global Patient Safety Challenge—*Medication Without Harm*—promotes the idea that "everyone has a role to play in medication safety", including patients.[1] The campaign aims to increase public awareness of medication safety issues and calls on patients to "Know. Check. Ask.".[2]

Medication safety management is a major concern for healthcare professionals, from patient admission to hospital discharge. Different technologies help to reduce errors from medication prescription to administration. These include computerised prescription systems, automated dispensing cabinets, identification bracelets and electronic health records.[3,4] Good working practices should ensure that the *right patient* receives the *right drug* at the *right time* in the *right dose* and by the *right route.*[5] But do patients know about all these safety measures, and do they know their own role? A recent study of patient perceptions highlighted that communication about medication during hospital stays warranted improvement.[6] Patients today are taking on ever more responsibility for their own care and are considered essential partners in patient safety.[7] Moreover, patient engagement is associated with patient satisfaction and better care outcomes,[8] and it appears to be useful when addressing the challenges of improving healthcare quality.[10] The WHO promotes patient empowerment[10] and recommends awareness-raising interventions to reduce medication-related harm.[11]

Using serious games as an awareness-raising intervention is an interesting approach with which to foster active learning.[12] Games generate learner commitment,[13,14] boost motivation,[15] and improve memory and information retention.[16] Several studies have evaluated the impact of serious games on patients' rehabilitation,[17,18] therapeutic education,[19,20] mental state,[21] treatment self-management[22] and medication adherence.[23] These games have usually been in digital form.[24]

To raise patients' awareness and promote their empowerment regarding medication safety in hospital, we created an entertaining, educational tool called the Medication Safety Adventure Trail, which followed the principles of the WHO's "Know. Check. Ask." Slogan.[2] The present study's objectives were to evaluate the tool's impact on knowledge about medication safety issues and collect information about participant satisfaction. To the best of our knowledge, no studies have been conducted to evaluate such entertaining tools for promoting patient empowerment and contributing to their safety from hospital admission to discharge.

MATERIAL AND METHODS

Setting

As part of Switzerland's national patient safety week, our study was carried out from 17.09.2018 to 21.09.2018 in the lobby of a university hospital. Any French-speaking adult entering or staying in the hospital could participate voluntarily, including healthcare professionals—because everyone is a potential patient. Ethical approval for the study was not required under the Swiss Law on Medical Research Involving Human Subjects as it involved no patient data or human tissue.

Tool design

An interprofessional steering committee (two clinical pharmacists, a clinical nurse specialised in drug therapy, a physician and a nurse from the Quality of Care Unit) defined six safety topics and their related key messages (Table 1).

Table 1: Safety topics and key messages

Safety topics	Key safety messages
Admission to hospital	• Utility of drug record cards for listing all drugs and treatments • Importance of communicating the entire list of medication one takes
Medical prescription	• Value of computerised prescription systems in ensuring patient safety
The right way to administer medication	• Good practices in medication administration (e.g. cut or crush a tablet) • Multidisciplinary approach to medication management (doctor, nurse, pharmacist, patient)
The right medication for the right patient	• Utility of identification bracelets • Importance of matching prescriptions, medications administered and patient identities
The pillbox challenge	• Utility of a medication plan for preparing pillboxes • Importance of checking expiry dates and taking the right drug at the right dosage at the right time
Hospital discharge	• Importance of asking different healthcare professionals questions about one's treatment • Importance of passing on key messages about safe medication use at home • Value of having an electronic health record

The format chosen for the tool used the metaphor of the patient's care pathway during hospitalisation with elements of gamification. An external company was hired to design a booth with luminous walls to display Trail instructions on one side and key safety messages on the other.

A volunteer patient was involved in the tool's development and feasibility testing in order to ensure that the language was appropriate and easy to understand. The Patient Safety Switzerland Foundation provided participants with brochures on medication safety topics and treatment record cards.[25]

Implementation of the educational tool

The Medication Safety Adventure Trail was divided into three steps: 1) A briefing plus a pre-test questionnaire; 2. Following the Adventure Trail itself; 3. A debriefing plus a post-test questionnaire. Each phase took place in a different physical location (Figure 1):

- a **briefing area** booth dedicated to welcoming participants and explaining the experiment;
- a **trail area** recreating the environment of a patient's room through which participants were guided using a rope and carabiner; along the trail, six steps from hospital admission to discharge were represented by interactive, playful content; at each step, participants had to solve an enigma about safe medication use and write the answer on their roadmap (Appendix 1).
- two **debriefing areas** where participants met a clinical pharmacist and/or a clinical nurse specialist after completing the Trail to receive the correct answers to the quiz, ask any questions and review the key safety messages.

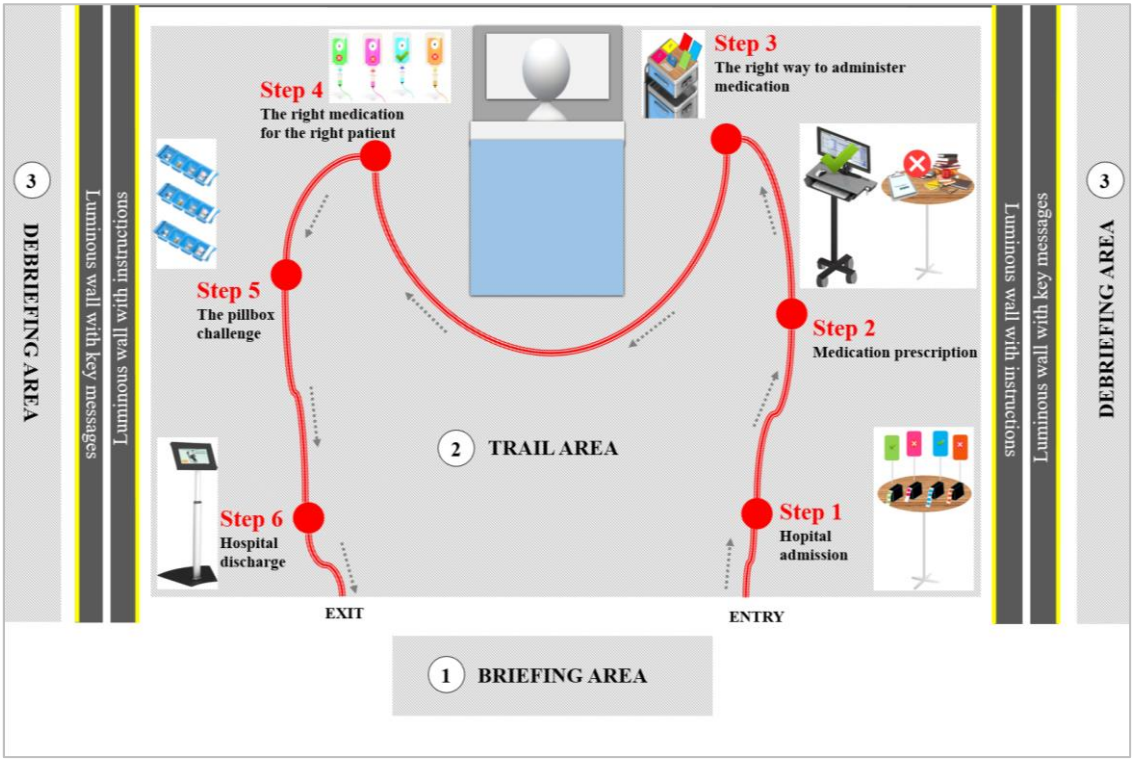


Figure 1: Schematic illustration of the educational tool "Adventure medication safety trail"

The healthcare professionals staffing the Trail underwent a training session and received an accompanying booklet to ensure that all the messages given during briefings and debriefings were consistent. A team of ten clinical pharmacists, five clinical specialist nurses and one scientific officer from the Patient Safety Switzerland Foundation took turns in the booth as participant-debriefers, with four of them always in place.

Evaluation of the tool

We based our evaluation on the reaction and learning levels of Kirkpatrick's evaluation model.[26] Each participant filled out two structured paper questionnaires: a pre-test questionnaire before the Trail collected demographic data (age, sex, treatment, profession, history of hospitalisation) and assessed basic knowledge (Appendix 2); a post-test questionnaire, after their debriefing, retested their knowledge and assessed their satisfaction with the Trail.

Knowledge and degree of certainty assessment

Knowledge testing involved identical eight-question pre-test and post-test multiple-choice questionnaires (Table 2). These had been validated in a review by six clinical pharmacists and a volunteer patient.

Table 2: Eight knowledge assessment questions

Q1. What is a drug record card used for?
Q2. Why do you think your medical data are stored on a computer when you are in hospital?
Q3. If you cannot swallow a tablet (e.g. it is too big), what do you do?
Q4. Why do you have to wear an identification (ID) bracelet during your hospitalisation?
Q5. What is a pillbox for?
Q6. Do you think you have a role to play in your medication management in hospital?
Q7. Who in the hospital is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?
Q8. When you are discharged from hospital, some of your medications have been changed and you have questions; who can answer them?

Each question had several potentially correct answers among the options proposed. Question scores were binary: 1 if the answer was entirely correct and 0 otherwise. Failing to select a single correct proposal for a question led to a score of zero. The total maximum score attainable was 8 points, and the minimum was 0.

The participant's degree of certainty (DC) was assessed for each item by answering the question "How sure are you about your answer?" A validated five-point Likert-type scale was

used to score participants' confidence (5-20%: not at all sure; 20-40%: unsure; 40-60%: half sure; 60%-80%: quite sure; 80-95%: almost certain).[27] To express the DC results, we assigned a score for each point of the scale, from 1 = "not at all sure" to 5 = "almost certain".

Satisfaction assessment

At the end of the experiment, participants' satisfaction with the Trail was evaluated using an additional seven-item questionnaire (Appendix 3). Two items were single-choice questions about the usefulness of the information provided and its level of difficulty. Two questions assessed participants' satisfaction with the concept and the teaching method using a four-step smiley scale. Three open-ended questions invited participants to describe what they enjoyed most and least, and to leave a comment.

Statistical analysis

Individuals' questionnaire responses were transferred into an Excel file, and statistical analyses were performed using StatXact 8 (Cytel Inc., Cambridge, MA, USA) or Stata/IC 16 (StataCorp. College Station, TX: StataCorp LLC). Participant demographics were described as counts and percentages for sex, profession, current drug treatment and previous hospitalisations, and as mean and range for age.

Improvements in knowledge were evaluated by comparing the probability (odds) of a correct answer between pre-test and post-test using a logistic mixed-effects model with two-way crossed random effects on participant and question. We also compared the number of correct answers between pre- and post-test using a paired Student test. Improvements in participants' degrees of certainty were evaluated with a linear mixed-effects model with two-way crossed random effects on participant and question. Next, in a question-by-question analysis, we compare the rates of correct answers between pre- and post-test using McNemar's tests. Finally, and for both occasions (pre- and post-test), the mean number of correct answers was compared between healthcare professionals and other participants using a Student test. Statistical significance was set at the two-sided 0.05 level for all analyses.

RESULTS

Study population

One hundred people passing through the hospital lobby volunteered to participate (mean age = 48 years old [range 18–88], 41% men): 60% were not healthcare professionals (36% were healthcare professionals and 4% did not communicate their profession), 56% were

receiving current drug treatment and 85% had previously been hospitalised. Ninety-three participants completed all the questionnaires and were included in the pre-test/post-test analysis and the comparison between healthcare professionals (n = 35) and those who were not (n = 56). Two persons did not communicate their profession.

Knowledge and degree of certainty

Comparison between pre-tests and post-tests for all participants

The probability of a correct answer increased significantly from pre-test (51%, n = 744) to post-test (72.4%, n = 744; OR = 4.8, 95%CI [3.5–6.4]; $p < 0.001$). On average, participants correctly answered 4.1 ± 2.2 questions in the pre-test and 5.8 ± 2.1 questions in the post-test (mean difference= 1.7 [95%CI 1.3 to 2.1], $p < 0.001$). Their DC also increased significantly from pre-test to post-test (respectively 4.43, 95%CI [4.36–4.49] vs 4.83, 95%CI [4.80–4.86]; $p < 0.001$).

Participants' pre-test knowledge levels were mostly low or moderate across the different questions (i.e. a maximum 68% of correct answers). However, the question "Do you think you have a role to play in your medication management in hospital?" was answered correctly by 87% of participants at baseline (Figure 2). The rate of correct answers rose significantly for all questions in the post-test. The three questions showing the most improvement in the post-test were "If you cannot swallow a tablet (e.g. it is too big), what do you do?" (+27%), "In hospital, who is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?" (+30%) and "When you are discharged from hospital, some of your medications have been changed and you have questions; who can answer them?" (+27%).

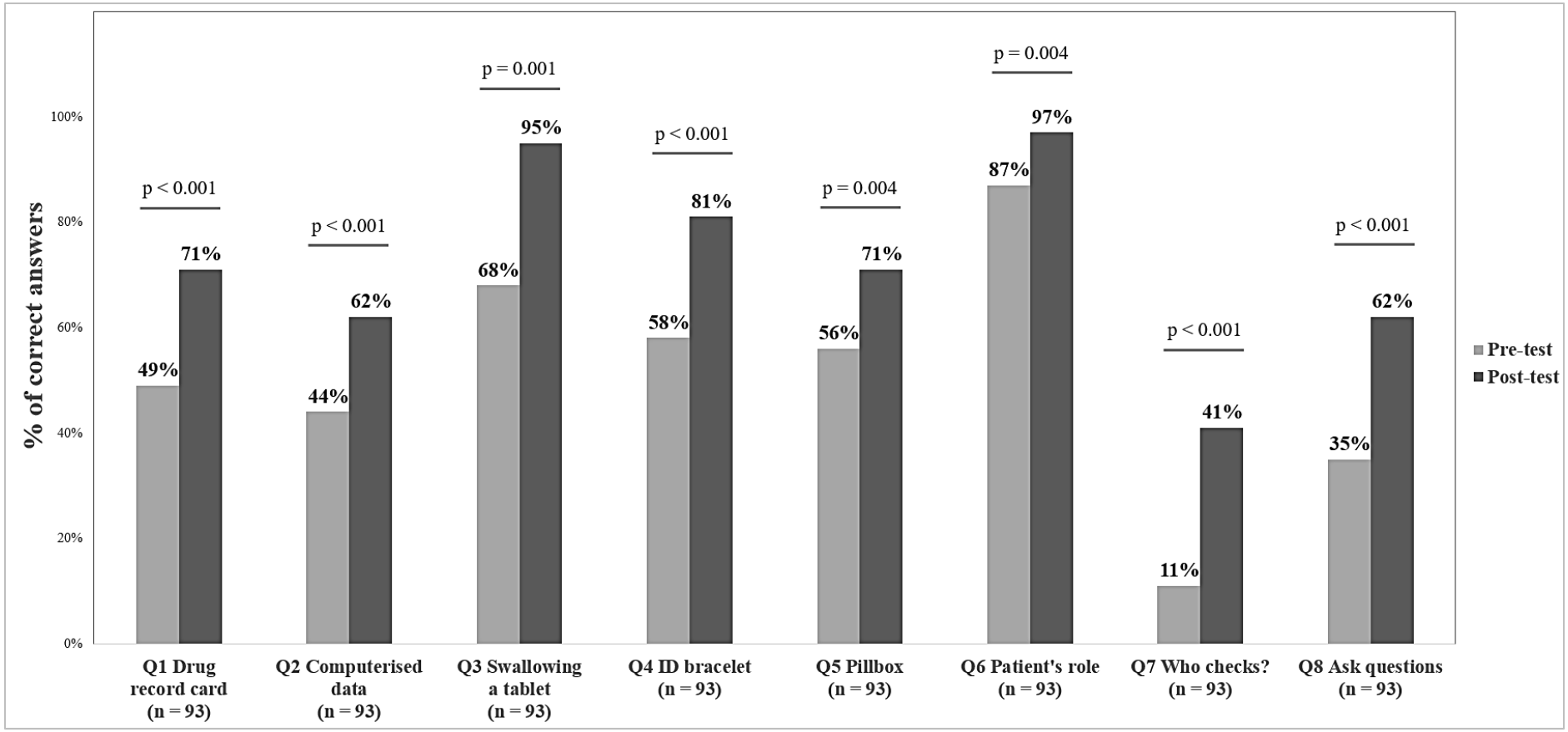


Figure 2: Percentages of correct answers before (pre-test) and after (post-test) Medication Safety Adventure Trail for all participants (n = 93)

Comparison between healthcare professionals and other participants

Among the 93 participants who complete the experience, two did not communicate their profession. In the remaining 91 participants, significant improvements in knowledge were observed regardless of profession (Table 3). Degrees of certainty also improved among healthcare professionals (from 4.57 [95%CI 4.48–4.66] in pre-test to 4.88 [4.84–4.92] in post-test; $p < 0.001$) and others (from 4.36 [4.27–4.45] to 4.79 [4.75–4.83]; $p < 0.001$).

Rates of correct answers were higher among healthcare professionals at both pre-test (66.3% vs 42.5%; $p < 0.001$) and post-test (81.3% vs 67.5%; $p = 0.010$). Indeed, at post-test, other participants had reached the mean number of correct answers that healthcare professionals had attained in the pre-test (Table 3).

Table 3: pre-test and post-test answers among healthcare professionals and other participants

Questions	Healthcare professionals* (n=35)			Other participants* (n=56)		
	Pre-test % (n)	Post-test % (n)	*p* value	Pre-test % (n)	Post-test % (n)	*p* value
Q1. Drug record card	66 (23)	89 (31)	**0.008**	41 (23)	59 (33)	0.064
Q2. Computerised data	60 (21)	71 (25)	0.219	36 (20)	57 (32)	**0.008**
Q3. Can't swallow tablet	83 (29)	97 (34)	0.125	59 (33)	93 (52)	**< 0.001**
Q4. ID bracelet	86 (30)	89 (31)	1	43 (24)	75 (42)	**< 0.001**
Q5. Pillbox	63 (22)	71 (25)	0.453	52 (29)	71 (40)	**0.007**
Q6. Patient's role	57 (20)	74 (26)	0.109	84 (47)	95 (53)	**0.031**
Q7. Who checks?	23 (8)	54 (19)	**0.001**	4 (2)	32 (18)	**< 0.001**
Q8. Ask questions	94 (33)	100 (35)	0.500	23 (13)	54 (30)	**< 0.001**
Number of correct answers, mean (SD)	5.31 (1.94)	6.46 (1.75)	**< 0.001**	3.41 (1.92)	5.36 (2.19)	**< 0.001**

*2 participants: unknown profession

There was a significant increase in the rate of correct answers for all post-test questions among participants who were not healthcare professionals, except for the question about drug record cards. Knowledge at baseline was highest for the question about the patient's role (84%). The question that exhibited the most improvement at post-test was about not being able to swallow a tablet (+34%).

Analysis of healthcare professionals showed improvements on all post-test questions, but the differences between pre-test and post-test were only statistically significant for "What is a drug record card used for?" and "In hospital, who is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?". The highest pre-test score was for "When you are discharged from hospital, some of your medications have been

changed and you have questions; who can answer them?". The question that exhibited the greatest improvement at post-test was "In hospital, who is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?" (+31%).

Satisfaction

All 93 participants were either very satisfied (89% and 85%) or satisfied (11% and 15%) with the educational tool and their participation experience, respectively. No significant differences in satisfaction were observed between healthcare professionals and other participants. The educational tool's level of difficulty was judged appropriate by 92% of the participants; none found the Trail game too difficult, but seven (8%, including five healthcare professionals) found it too easy. In their comments, participants mentioned that they enjoyed the tool's playful aspects and the pillbox challenge (22 and 7 times, respectively). Among the few negative comments, five participants did not appreciate "being tied" to the rope simulating a *via ferrata*, one person found the Trail game "a little bit long", and one thought that the mannequin in the bed was "scary".

DISCUSSION

Summary of results

Our entertaining, educational tool—the Medication Safety Adventure Trail—significantly improved participants' knowledge and confidence about medication use safety in hospital from admission to discharge. All the participants were satisfied, found the level of difficulty appropriate and stated that the information provided was useful. The concept and educational materials were validated and could be used again at other sites or on other occasions.

The tool's impact on promoting empowerment in medication safety

As the WHO has pointed out, it is crucial for health system users to "Know. Check. Ask." about medication issues[2] in order to become partners in patient safety,[7] including during their hospital stay. Results from our pre-test showed that although 85% of participants had previously been hospitalised and that 56% were taking a current drug treatment, many of them were unfamiliar with the safety measures implemented to ensure best practice medication management in hospitals.

Our educational tool improved knowledge on different safety issues: drug record cards, computerised medical data, what to do with tablets that cannot be swallowed, ID bracelets and pillboxes. *Knowing* that medication safety issues exist is the first step towards *checking* that

protocols or best practices are being followed, which then allows patients to contribute to their own safety in hospital and at home.

For example, our study highlighted a surprising lack of awareness about the usefulness of drug record cards—also known as *medication plans*—that list all the current medications taken and treatments being followed by a patient. These are particularly useful at hospital admission for ensuring the continuity of medication prescriptions during hospitalisation,[25,28] and they must be updated at hospital discharge. A detailed medication plan can also help when preparing a pillbox and organising a patient's drug administration. Indeed, when patients know about their drug record card, they are eager to use it after their discharge and feel more involved in their care.[29]

The omnipresence of computers in hospitals may seem intrusive,[30] and this affects relationships between healthcare professionals and patients.[31] However, computerised systems contribute to safer medical prescriptions by centralising data and facilitating access to them by different healthcare professionals. For this to be better accepted, it is probably important that hospital users understand its benefits.

The literature reveals that avoidable medication administration errors in the home are common.[32,33] These can potentially lead to significant harm or lessen a treatment's effectiveness.[34] As observed in our pre-test, a sizeable proportion (41%) of participants who were not healthcare professionals did not correctly answered the question about what to do in case of a hard-to-swallow tablet. Inappropriate use of medication, like cutting or crushing a drug wrongly for example, is likely to increase as the population ages and must often deal with complex polymedication and difficulty swallowing.[35] Our educational tool succeeded in raising our participants' awareness about *asking* healthcare professionals this type of question.

Healthcare professionals such as nurses, doctors and pharmacists are all involved in ensuring that the *right patient* receives the *right drug*, at the *right time*, in the *right dose*, by the *right route*. Each of these professions are resource persons for patients seeking to *ask* questions about their drugs during and after hospitalisation. However, our results revealed that people who were not healthcare professionals were not sure whom to turn to. This seems to be an issue requiring improvement in the future.

The patient's key role in their own medication management was known by all the participants. The experiment seemed to reinforce the notion that everyone can and should be a vigilant partner in their medication management and communicate openly with professionals[36] to help avoid medication errors.[37] Patients were interested in learning about how the whole medication process was organised; this could be the first step in their involvement in ensuring their own medication safety.

Strengths and limitations

To the best of our knowledge, the Medication Safety Adventure Trail is the first patient-adapted tool to promote public awareness on the safety issues related to medication use in hospital. Other entertaining *room of errors* or *escape game* teaching tools have previously been used to increase patient safety, but they were developed for healthcare professionals.[38–41] Our tool's positive impact on knowledge and participants' high levels of satisfaction with it showed it to be an effective means of conducting a public awareness intervention.

We nevertheless identified some limitations to our study. The concept of having more than one possible answer seemed difficult for some people to grasp and probably introduced some bias into our results. For example, for question 7, "In hospital, who is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?" all of the available answers were valid, but few participants ticked all the boxes correctly, even among the healthcare professionals. Another limitation was that the experiment required many staff: with a minimum of three on hand at all times, this was a time-consuming exercise. To check on participants' long-term knowledge retention, it would also have been interesting to retest them several months after the experiment.

Future research

This pedagogical tool was initially designed for patients, but healthcare professionals were welcome to participate and greatly enjoyed the experience. Understandably, they obtained better scores than other participants and fully understood certain topics (ID bracelets, solutions involving cutting or crushing tablets). Their post-test results showed more correct answers for every question but statistically significant improvements for only two (Q1 on drug record cards and Q6 on whether patients have a role in medication management). It would be interesting to develop a similar educational tool specifically designed for healthcare professionals and best suited to their daily practice and level of knowledge. We might also imagine creating similar tools as awareness-raising initiatives for other issues.

CONCLUSION

The present study allowed us to demonstrate that the Medication Safety Adventure Trail was a suitable educational tool for successfully increasing participants' knowledge and confidence about the measures taken to ensure medication safety from hospital admission to discharge. Moreover, both healthcare professionals and other participants were very satisfied with this

learning concept and liked the playful aspects of the experience. The concept and materials were validated and will be used again at other sites or on other occasions.

DECLARATION OF CONFLICTING INTERESTS

The authors declare no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship and publication of this article.

FUNDING

The authors received no financial support for the research, authorship or publication of this article.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to all the study participants and to the Patient Safety Switzerland Foundation.

REFERENCES

1 WHO | The third WHO Global Patient Safety Challenge: *Medication Without Harm*. WHO. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/en/ (accessed 20 Oct 2020).

2 WHO | Global campaign: Medication Without Harm. WHO. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/campaign/en/ (accessed 20 Oct 2020).

3 Radley DC, Wasserman MR, Olsho LE, *et al.* Reduction in medication errors in hospitals due to adoption of computerized provider order entry systems. *J Am Med Inform Assoc JAMIA* 2013;**20**:470–6. doi:10.1136/amiajnl-2012-001241

4 Poon EG, Keohane CA, Yoon CS, *et al.* Effect of Bar-Code Technology on the Safety of Medication Administration. *N Engl J Med* 2010;**362**:1698–707. doi:10.1056/NEJMsa0907115

5 Sullivan GH. Five “rights” equal 0 errors. *RN* 1991;**54**:65–6, 68.

6 Jha AK, Orav EJ, Zheng J, *et al.* Patients’ Perception of Hospital Care in the United States. *N Engl J Med* 2008;**359**:1921–31. doi:10.1056/NEJMsa0804116

7 WHO | Patients for Patient Safety. WHO. http://www.who.int/patientsafety/patients_for_patient/en/ (accessed 20 Oct 2020).

8 Manary MP, Boulding W, Staelin R, *et al.* The patient experience and health outcomes. *N Engl J Med* 2013;**368**:201–3. doi:10.1056/NEJMp1211775

9 Wandersman A, Alia KA, Cook B, *et al.* Integrating empowerment evaluation and quality improvement to achieve healthcare improvement outcomes. *BMJ Qual Saf* 2015;**24**:645–52. doi:10.1136/bmjqs-2014-003525

10 Empowering patients. 2012.http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/pages/news/news/2012/4/empowering-patients (accessed 8 Apr 2020).

11 WHO | 69th World Health Assembly Side Event on Addressing the Global Challenge of Medication Safety. WHO. http://www.who.int/patientsafety/medication-safety/WHA69_medication-safety-side-event/en/ (accessed 20 Oct 2020).

12 Connolly TM, Boyle EA, MacArthur E, *et al.* A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Comput Educ* 2012;**59**:661–86. doi:10.1016/j.compedu.2012.03.004

13 7 Things You Should Know About Gamification. https://library.educause.edu/resources/2011/8/7-things-you-should-know-about-gamification (accessed 26 Jun 2020).

14 Goehle G. Gamification and Web-based Homework. *PRIMUS* 2013;**23**:234–46. doi:10.1080/10511970.2012.736451

15 Erhel S, Jamet E. Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Comput Educ* 2013;**67**:156–67. doi:10.1016/j.compedu.2013.02.019

16 Freeman S, Eddy SL, McDonough M, *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci* 2014;**111**:8410–5. doi:10.1073/pnas.1319030111

17 Dauvergne C, Bégel V, Gény C, *et al.* Home-based training of rhythmic skills with a serious game in Parkinson's disease: Usability and acceptability. *Ann Phys Rehabil Med* 2018;**61**:380–5. doi:10.1016/j.rehab.2018.08.002

18 van der Kuil MNA, Visser-Meily JMA, Evers AWM, *et al.* A Usability Study of a Serious Game in Cognitive Rehabilitation: A Compensatory Navigation Training in Acquired Brain Injury Patients. *Front Psychol* 2018;**9**. doi:10.3389/fpsyg.2018.00846

19 Amaritakomol A, Kanjanavanit R, Suwankruhasn N, *et al.* Enhancing Knowledge and Self-Care Behavior of Heart Failure Patients by Interactive Educational Board Game. *Games Health J* 2019;**8**:177–86. doi:10.1089/g4h.2018.0043

20 Bai LL, Wang J, Zhang L, *et al.* Using Guessing Game to Increase Complication Awareness of Patients with Newly Diagnosed Type 2 Diabetes. *Acta Endocrinol Buchar Rom 2005* 2018;**14**:401–7. doi:10.4183/aeb.2018.401

21 Kim SM, Kim H-J, Hwang HC, *et al.* The Effects of a Serious Game on Depressive Symptoms and Anxiety in Breast Cancer Patients with Depression: A Pilot Study Using Functional Magnetic Resonance Imaging. *Games Health J* 2018;**7**:409–17. doi:10.1089/g4h.2017.0183

22 A Mobile Game for Patients With Breast Cancer for Chemotherapy Self-Management and Quality-of-Life Improvement: Randomized Controlled Trial - PubMed. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30578205/ (accessed 27 Oct 2020).

23 Maurin KD, Girod C, Consolini JL, *et al.* Use of a serious game to strengthen medication adherence in euthymic patients with bipolar disorder following a psychoeducational programme: A randomized controlled trial. *J Affect Disord* 2020;**262**:182–8. doi:10.1016/j.jad.2019.10.008

24 Arnab S, Dunwell I, Debattista K. *Serious Games for Healthcare: Applications and Implications*. IGI Global 2001. www.igi-global.com/book.aspx?ref=serious-games-healthcare&titleid=63890&f=e-book&f=e-book (accessed 7 Jul 2020).

25 Une médication sûre lors de l'admission à l'hôpital. https://www.securitedespatients.ch/programmes-progress/la-securite-de-la-medication-aux-interfaces/#c1697 (accessed 7 Nov 2020).

26 Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: the four levels*. 3rd ed. San Francisco, CA: : Berrett-Koehler 2006.

27 Leclercq D. Une mata-analyse des degrés de certitude exprimés en mots. *Evaluer J Int Rech En Educ Form* 2017;**2**.https://orbi.uliege.be/handle/2268/210317 (accessed 17 Nov 2021).

28 Wilke D, Schiek S, Knoth H, *et al.* [Medication Plans at Hospital Admission - a Multicentre Analysis Using Statutory Health Insurance Data]. *Dtsch Med Wochenschr 1946* 2018;**143**:e117–24. doi:10.1055/a-0595-6345

29 Chae SY, Chae MH, Isaacson N, *et al.* The Patient Medication List: Can We Get Patients More Involved in Their Medical Care? *J Am Board Fam Med* 2009;**22**:677–85. doi:10.3122/jabfm.2009.06.090059

30 Rizer MK, Sieck C, Lehman JS, *et al.* Working with an Electronic Medical Record in Ambulatory Care: A Study of Patient Perceptions of Intrusiveness. *Perspect Health Inf Manag* 2017;**14**:1g.

31 Pearce C, Arnold M, Phillips C, *et al.* The patient and the computer in the primary care consultation. *J Am Med Inform Assoc JAMIA* 2011;**18**:138–42. doi:10.1136/jamia.2010.006486

32 Parand A, Faiella G, Franklin BD, *et al.* A prospective risk assessment of informal carers' medication administration errors within the domiciliary setting. *Ergonomics* 2018;**61**:104–21. doi:10.1080/00140139.2017.1330491

33 Mickelson RS, Holden RJ. Medication adherence: staying within the boundaries of safety. *Ergonomics* 2018;**61**:82–103. doi:10.1080/00140139.2017.1301574

34 Mira JJ, Lorenzo S, Guilabert M, *et al.* A systematic review of patient medication error on self-administering medication at home. *Expert Opin Drug Saf* 2015;**14**:815–38. doi:10.1517/14740338.2015.1026326

35 Pérez-Jover V, Mira JJ, Carratala-Munuera C, *et al.* Inappropriate Use of Medication by Elderly, Polymedicated, or Multipathological Patients with Chronic Diseases. *Int J Environ Res Public Health* 2018;**15**. doi:10.3390/ijerph15020310

36 de Jong CC, Ros WJG, van Leeuwen M, *et al.* Exploring the effects of patients taking a vigilant role in collaborating on their e-medication administration record. *Int J Med Inf* 2016;**88**:18–24. doi:10.1016/j.ijmedinf.2016.01.001

37 Schwappach DLB, Wernli M. Medication errors in chemotherapy: incidence, types and involvement of patients in prevention. A review of the literature. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2010;**19**:285–92. doi:10.1111/j.1365-2354.2009.01127.x

38 Oriol P, Fortier É, Grenier D. [The room of errors, fun and pedagogical]. *Rev Infirm* 2016;**221**:33–4. doi:10.1016/j.revinf.2016.02.014

39 Farnan JM, Gaffney S, Poston JT, *et al.* Patient safety room of horrors: a novel method to assess medical students and entering residents' ability to identify hazards of hospitalisation. *BMJ Qual Saf* 2016;**25**:153–8. doi:10.1136/bmjqs-2015-004621

40 Backhouse A, Malik M. Escape into patient safety: bringing human factors to life for medical students. *BMJ Open Qual* 2019;**8**:e000548. doi:10.1136/bmjoq-2018-000548

41 Diemer G, Jaffe R, Papanagnou D, *et al.* Patient Safety Escape Room: A Graduate Medical Education Simulation for Event Reporting. *MedEdPORTAL J Teach Learn Resour*;**15**. doi:10.15766/mep_2374-8265.10868

Appendix 1: Roadmap

Roadmap

Put your answers on this sheet during the Medication Safety Adventure Trail.
This questionnaire is anonymous and should be returned at the end of the game.

BEFORE STARTING: rub your hands with the hydroalcoholic solution

Step 1: Admission to hospital

Stick the adhesive labels corresponding to the correct answers: 1 2 3 4

Step 2: Medical prescription

Check the correct answer:

- ☐ **Computerised prescription**
- ☐ **Hand-written prescription**

Step 3: The right way to administer drugs

Cross out choices that are WRONG: 1 2 3 4 5

Step 4: The right medication to the right patient

Circle the correct IV bag for this patient:

Step 5: The pillbox challenge

Prepare Jean's pillbox **for a day**, and don't forget to keep it until the end of the Trail!

Step 6: Hospital discharge

Circle the medal you won at the mini-game on the tablet:

BEFORE EXITING: rub your hands with the hydroalcoholic solution

End of the Trail

A clinical nurse specialist or a clinical pharmacist will give you the solutions of the enigmas.

Appendix 2: Pre-test questionnaire

Some information about you (statistical data)

Age :……
Sex : F ☐ M ☐

Are you currently taking any medication? yes ☐ no ☐
Have you ever been hospitalised? yes ☐ no ☐

Profession or level of education:……

This questionnaire is anonymous. Each question may have on or more correct answers.

Q1. In your opinion, what is a drug record card used for?

- ☐ It is used to pay for drugs
- ☐ It is used to maintain a detailed list of all my medications
- ☐ It is used to transmit the entire list of my medications upon admission to the hospital

How sure are you about your answer ?

5 to 20% Not at all sure | 20 to 40% Unsure | 40 to 60% Half sure | 60 to 80% Quite sure | 80 to 95% Almost certain

Q2. Why do you think your medical data are stored on a computer when you are in hospital?

- ☐ It enables all my data to be centralised in one place
- ☐ It provides health professionals with access to my data in order to facilitate care in hospital
- ☐ Electronic data have no advantages over data on paper

How sure are you about your answer ?

5 to 20% Not at all sure | 20 to 40% Unsure | 40 to 60% Half sure | 60 to 80% Quite sure | 80 to 95% Almost certain

Q3. If you cannot swallow a tablet (e.g. it is too big), what do you do?

- ☐ I crush the tablet; the powder is easier to swallow
- ☐ I stop taking this medicine; I will not force myself to swallow it
- ☐ I ask my pharmacist or my doctor to find a solution

How sure are you of your answer ?

5 to 20% Not at all sure | 20 to 40% Unsure | 40 to 60% Half sure | 60 to 80% Quite sure | 80 to 95% Almost certain

Q4. Why do you have to wear an identification (ID) bracelet during your hospitalisation?

- ☐ It enables me to have a bed
- ☐ It helps to ensure that I get the care I need
- ☐ It helps to ensure that I receive the medication I need

How sure are you about your answer ?

5 to 20% Not at all sure | 20 to 40% Unsure | 40 to 60% Half sure | 60 to 80% Quite sure | 80 to 95% Almost certain

Q5. In your opinion, what is a pillbox for?

- ☐ It is an efficient way to organise medication
- ☐ It is an efficient way to remember to take medication
- ☐ It is an efficient way to save space in a medicine cabinet

How sure are you about your answer ?

5 to 20% Not at all sure | 20 to 40% Unsure | 40 to 60% Half sure | 60 to 80% Quite sure | 80 to 95% Almost certain

Q6. Do you think you have a role to play in your medication management in hospital?

- ☐ Yes
- ☐ No

How sure are you about your answer?

5 to 20 %	20 to 40 %	40 to 60 %	60 to 80 %	80 to 95 %
Not at all sure	Unsure	Half sure	Quite sure	Almost certain

Q7. Who in the hospital is involved in checking that you receive the right drug, at the right time, in the right dose and by the right route?

- ☐ Doctor
- ☐ Nurse
- ☐ Pharmacist
- ☐ You

How sure are you about your answer ?

5 to 20 %	20 to 40 %	40 to 60 %	60 to 80 %	80 to 95 %
Not at all sure	Unsure	Half sure	Quite sure	Almost certain

Q8. When you are discharged from hospital, some of your medications have been changed and you have some questions; who can answer them?

- ☐ I will find answers on the internet
- ☐ I will ask the doctors and nurses before going back home
- ☐ I will ask my pharmacist as he knows my medical records well

How sure are you about your answer ?

5 to 20 %	20 to 40 %	40 to 60 %	60 to 80 %	80 to 95 %
Not at all sure	Unsure	Half sure	Quite sure	Almost certain

Return this questionnaire at the front desk.
We will equip you and give you the rules of the game.

Appendix 3: Post-test satisfaction questionnaire

1. **Did this Trail provide you with useful information?**
   - ☐ I don't know
   - ☐ Yes
   - ☐ No
2. **How did you find questions?**
   - ☐ Too easy
   - ☐ Appropriate
   - ☐ Too difficult
3. **How satisfied were you with the format of this entertaining, educational tool?**

4. **What did you enjoy the most? Why?**

.....
.....
.....

5. **What did you enjoy the least? Why?**

.....
.....
.....

6. **Overall, how satisfied are you with your participation in this game?**

7. **Comments:**

.....
.....
.....

Etude 4 - Développement et évaluation d'une formation en blended learning pour améliorer les compétences dans le domaine du renseignement pharmaceutique

Contexte de l'étude

En 2019, la Direction des HUG a décidé que les stocks de médicaments de toutes les unités hospitalières seraient gérés par des Assistants en Pharmacie dans les Unités de Soins (APUS) et non plus par le corps infirmier ; cette décision s'inscrivant dans un projet institutionnel visant à ce que le corps médico-soignant consacre « plus de temps pour les patients ».[265,266]

Le rôle principal des APUS est de gérer l'approvisionnement en médicaments des unités de soins en collaboration étroite avec le personnel soignant. Au-delà de l'aspect purement logistique, les APUS sont devenus des personnes-ressources pour le corps infirmier pour l'obtention de renseignements pharmaceutiques d'ordre clinique (ex. écraser un comprimé, modalités de reconstitution de ce médicament). Les APUS ont cependant été recrutés pour une mission logistique et n'ont pas été formés spécifiquement pour répondre aux questions d'ordre clinique, ces questions étant généralement traitées au sein du Centre d'information pharmaceutique de l'Unité de pharmacie clinique spécialisée. Cependant, les pharmaciens ont estimé qu'un certain nombre de questions simples pourraient être traitées par les APUS directement à condition de leur fournir une formation pour améliorer leurs compétences au sujet des renseignements pharmaceutiques.

Le projet de cette formation a été mené par la doctorante dans le cadre de son travail de diplôme pour le CAS de Formateur en Sciences de la santé. Le programme de formation a été élaboré selon l'approche systématique en six étapes de Kern.[76] Une étude de besoins approfondie a été menées en croisant plusieurs sources de données : les questions posées par les APUS au Centre d'information pharmaceutique sur trois années ; un sondage en ligne auprès des APUS pour déterminer des thématiques d'intérêt pour une formation (Annexe 5) ; des entretiens avec la pharmacienne responsable de l'Unité de pharmacie clinique spécialisée et la pharmacienne responsable des APUS pour définir celles qui étaient prioritaires. Les trois sujets retenus pour la formation, en raison de leur utilité pour la pratique quotidienne, ont été : la communication, la thématique de couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules, la recherche d'information sur les médicaments sur le site internet de la pharmacie.

En raison de leur travail délocalisé dans les unités de soins et leur faible disponibilité pour la formation en présentielle dans les locaux de la pharmacie (1h30 maximum toutes les deux semaines par petits groupes), la formation totalement en présentiel semblait être une option

trop chronophage pour traiter les trois sujets. En outre, les succès rencontrés avec les microlearning pour les infirmiers (Etude 1) et l'outil ludopédagogique pour les patients (Etude 3) nous ont conduits à allier ces deux modalités pour concevoir une formation en blended learning. L'objectif de ce format était d'améliorer les connaissances avec des microlearnings suivis individuellement en distanciel, puis d'approfondir ces connaissances et d'entraîner le savoir-faire (ex. recherche sur le site internet) et le savoir-être (ex. communication) pendant une séance ludopédagogique en groupe et en présentiel.

Les trois microlearnings ont été implémentés sur la plateforme Moodle™ de la pharmacie, créée par la doctorante (visuel Annexe 6), pour permettre un suivi des apprenants pendant l'étude. Voici les liens pour les visionner :
Module 1 : Communication
Module 2 : Couper-écraser les comprimés ou ouvrir les capsules
Module 3 : Site internet de la pharmacie

La séance en présentiel réunissait un groupe de cinq ou six APUS et était menée par deux formateurs (deux pharmaciennes ou une pharmacienne et une APUS impliquée dans la formation). Cette séance de 1h30 comportait trois parties, chacune ayant un format pédagogique différent :
- Un jeu de compétition entre deux équipes « Questions pour une formation ! » d'une durée de 20 minutes (Annexe 7) ;
- Un atelier d'instruction par les pairs « Eclaire ma lanterne » de 30 minutes (Annexe 8) pendant lequel un télé-voting était rendu possible grâce à l'application Sli.do™ ;
- Une session de simulation sur le thème de la Communication, dans laquelle un participant 1 (scénario Annexe 9) posait une question par téléphone à un participant 2 (scénario Annexe 10) qui devait retransmettre la question à un participant 3 (scénario Annexe 11). L'objectif était d'utiliser les outils de communication vus dans le microlearning. Les autres participants étaient observateurs (grille d'observation Annexe 12). La session durait 40 minutes et comprenait un briefing (10 minutes), la simulation (10 minutes), un débriefing (20 minutes).

Une évaluation des connaissances, du degré de certitude et du sentiment de compétence a été faite à trois moments différents : avant la formation, après avoir suivi les microlearnings et après avoir assisté à la séance en présentiel. La satisfaction des participants a également été évaluée après la partie distancielle et après la partie présentielle.

L'article ci-après décrit la conception et l'évaluation de cette formation en blended learning pour les APUS de la Pharmacie des HUG.

Résumé de l'article

Introduction

Ces dernières années, le rôle du technicien en pharmacie (TP) a pris de l'ampleur, exigeant de nouvelles compétences, de meilleures capacités de communication et des connaissances approfondies sur les médicaments. Les objectifs de cette étude étaient de développer et d'évaluer un programme en blended learning (BLP) pour le développement professionnel continu (DPC) des TP.

Méthodes

Un BLP pour améliorer le savoir, le savoir-faire et le savoir-être a été créé en utilisant une approche en six étapes pour le développement de programmes d'enseignement médical. La première partie consistait au visionnage de trois microlearnings sous forme de vidéos pour améliorer les connaissances ; la seconde consistait en une séance ludopédagogique d'une heure et demie pour des groupes de 5-6 PT afin d'approfondir leurs connaissances et d'exercer le savoir-faire et le savoir-être. L'impact sur les connaissances, le degré de certitude (DC) et le sentiment de compétence (SC) ont été évalués avant la formation (pré-test), après le micro-apprentissage (post-test 1) et après la session ludo-éducative (post-test 2).

Résultats

Les trois microlearnings portaient sur les thèmes "Communication", "Couper-écraser un comprimé/ouvrir une capsule" et "Site Internet de la pharmacie". La session ludopédagogique a utilisé l'apprentissage en équipe, l'apprentissage par le jeu, l'enseignement par les pairs et la simulation. Vingt-six TP (âge moyen = 36 ans ± 8) ont participé. Les scores d'évaluation du pré-test et du post-test 1 ont montré une amélioration globale significative du score moyen de connaissances (9,1/18 vs 12,1/18, $p < 0,001$), du DC moyen (3,4/5 vs 4,2/5, $p < 0,001$) et du SC moyen (58,6/100 vs 72,3/100, $p < 0,001$). Après le post-test 2, les scores moyens de connaissances (12,1/18 vs 13,1/18, $p = 0,010$) et du SC (72,3/100 vs 81,1/100, $p = 0,001$) se sont améliorés significativement, l'augmentation du DC n'était pas significatif (4,2/5 vs 4,4/5, $p = 0,105$). Tous les participants ont trouvé que le BLP convenait à leur DPC.

Conclusions

La présente étude a montré les effets positifs du BLP pour la formation des TP en termes d'amélioration des connaissances des TP, du degré de certitude et du sentiment de compétence, avec un niveau de satisfaction élevé. Ce format pédagogique sera utilisé dans le DPC des TP et le BLP inclura progressivement d'autres sujets d'intérêt.

Article 4 — Development and evaluation of a blended learning training programme for pharmacy technicians' continuing education

Article soumis à l'*European Journal of Hospital Pharmacy (EJHP)*

Audrey Flornoy-Guédon[1,2], Caroline Fonzo-Christe[1], Emy Meier[1], Marianne Gazengel-Marchand[1], Olivia François[1], Liliane Gschwind[1], Pascal Bonnabry[1,2]

[1] Pharmacy, Geneva University Hospitals, Geneva, Switzerland

[2] Institute of Pharmaceutical Sciences of Western Switzerland (ISPSO), School of Pharmaceutical Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

Corresponding author:
Audrey Flornoy-Guédon, Pharmacy, Geneva University Hospitals, Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1205 Geneva, Switzerland.
Email: audrey.flornoy@hcuge.ch; Phone: +41 79 553 10 80
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5172-8910

Keywords

Pharmacy technicians; continuing professional development; e-learning; blended learning; team-based learning; game-based learning; simulation; self-perceived competence

ABSTRACT

Introduction

The pharmacy technician's (PT) role has expanded in recent years, requiring new competencies, better communications skills and high-level knowledge about drugs. This study's objectives were to develop and evaluate a blended learning programme (BLP) for PTs' continuing professional development (CPD).

Methods

A BLP designed to enhance knowledge, skills and attitudes was created using a six-step approach to curriculum development for medical education. The first part included three short microlearning videos to improve knowledge; the second consisted of a 1.5-hour 'edutainment' session for groups of 5–6 PTs to deepen their knowledge and practice skills. Impacts on knowledge, degree of certainty (DC) and self-perceived competence (SPC) were evaluated before training (pre-test), after the microlearning (post-test 1) and after the edutainment session (post-test 2).

Results

The three microlearnings were entitled "Communication", "Cut-crush a tablet/open a capsule" and "Pharmacy website". The edutainment session used team-based learning, game-based learning, peer instruction and simulation. Twenty-six PTs (mean = 36 years ± 8) participated. Pre-test and post-test 1 evaluation scores showed significant overall improvements in mean knowledge (9.1/18 *vs* 12.1/18, $p < 0.001$), mean DC (3.4/5 *vs* 4.2/5, $p < 0.001$) and mean SPC (58.6/100 *vs* 72.3/100, $p < 0.001$). After post-test 2, mean knowledge (12.1/18 *vs* 13.1/18, $p = 0.010$) and mean SPC (72.3/100 *vs* 81.1/100, $p = 0.001$) scores had improved, but not mean DC (4.2/5 *vs* 4.4/5, $p = 0.105$). All participants found the BLP suitable for their CPD.

Conclusions

The present study showed the positive effects of using our BLP to improve PTs' knowledge, DC and SPC, to their great satisfaction. This pedagogical format will be integrated into PTs' CPD and include other educational topics.

What is already known on this topic: Pharmacy technicians' (PTs) expanding roles require new competencies, better communications skills and high-level knowledge about drugs.

What this study adds: We developed and evaluated a blended learning programme for PTs' continuing professional development (CPD).

How this study might affect research, practice or policy: This study demonstrated this teaching method's positive overall effects on competencies and student satisfaction. This pedagogical format could be used for the CPD of PTs and other healthcare professionals.

INTRODUCTION

The profession of pharmacy technician (PT) has developed differently around the world, but their role has expanded in recent years.[1] Often present on wards to meet medication needs and manage stocks, nurses identify PTs as key resource persons for answering questions about medications. They also link hospital pharmacy staff with frontline healthcare teams and increasingly collaborate with clinical pharmacists.[2,3]

These new roles require new competencies, such as better communications skills and high-level knowledge about drugs.[4,5] Continuing professional development (CPD) is crucial for PTs, but it has to be designed and implemented.[6]

New teaching methods, such as microlearning, game-based learning, team-based learning, simulations or blended learning programmes (BLP), have all created interest in the medical education field.[7–11] Microlearnings are short, targeted units of e-learning offering flexibility in terms of the time and place of training.[12] They promote self-directed, self-determined learning.[13] Microlearnings' characteristics appear to offer a great opportunity for the CPD of healthcare professionals.[7,14] Distance learning can also have drawbacks, however, such as learners' feelings of isolation and disengagement resulting from a lack of social interaction.[15] Gamification and game-based learning are other effective educational tools that fully engage learners in meaningful, fun, motivational activities in non-threatening environments.[9,10] On-site, team-based learning and simulation are evidence-based active learning pedagogies that promote learner engagement.[9,11,16] They provide environments fostering social interaction and catalysing improvements in knowledge, skills and attitudes.[9,11,16] Peer instruction is an example of team-based learning that encourages learners to reflect on the complex questions asked by instructors and to convince their peers of their chosen answers.[17] Simulation creates a situation or environment as close to reality as possible that enables individuals to experience a representation of a real-life event for practice, learning, evaluation, testing or a better understanding of human systems or actions.[18] A BLP is characterised by a combination of e-learning and face-to-face learning to make the most of each and optimise the overall outcome.[8,19]

Integrating these innovative teaching methods into PTs' CPD is expected to result in improved competencies and learner satisfaction. The present study's objectives were to create and evaluate a blended learning programme for PTs' CPD.

MATERIAL AND METHODS

An interprofessional steering committee composed of three clinical pharmacists, two pharmacists in charge of PT teams and one PT was formed within Geneva University Hospitals' Pharmacy Department. The committee used Kern's six-step approach for curriculum development for medical education to design and implement this training programme project.[20]

Blended learning programme development

Step 1: Problem identification and general needs assessment. New training was mandated by the hospital's Pharmacy Directorate due to PTs' increasing role in ward stock management. Interviews were conducted with the pharmacist responsible for the PTs and the pharmacist responsible for the Clinical Pharmacy Unit to refine expectations. We subsequently identified potential training topics.

Step 2: Targeted needs assessment. An online survey created using the SurveyMonkey® tool was used to collect PTs' perceived training needs. Survey content was based on a retrospective analysis of questions asked by the Clinical Pharmacy Unit's PTs over the previous three years.

Step 3: Goal and objectives. The training programme's goal was to empower PTs to answer clinical questions from nurses that did not require the expertise of a qualified pharmacist. We selected three subjects based on steps 1 and 2's results. Each subject's learning objectives were set using Bloom's Revised Taxonomy.[21]

Step 4: Educational strategies. A blended teaching strategy was designed to enhance knowledge, skills and attitudes. The first part included three microlearnings to be completed individually to improve knowledge. These were developed as short, entertaining videos using the Vyond™ creation tool (GoAnimate Inc.). Learners could access these anytime, anywhere and from any device. The second part consisted of a 1.5-hour face-to-face 'edutainment' session composed of team-based learning involving peer instruction, game-based learning and simulations to deepen knowledge and practice skills and attitudes.

Step 5: Implementation. The three microlearnings were uploaded to the pharmacy department's Moodle™ platform to manage and track the learning process. To enable each PT to participate in a face-to-face session, sessions were repeated five times and led by two trainers. PT groups were randomly composed to include five or six participants each.

Step 6: Evaluation and feedback. Evaluations were based on the reaction and learning levels in Kirkpatrick's model.[22] We evaluated the BLP's impact on PTs' knowledge, degree of certainty, self-perceived competence, and satisfaction.

The knowledge assessment consisted of 18 multiple-choice questions (six per topic) developed following the concept of constructive alignment, which ensures consistency between pedagogical objectives, content and assessment.[23] Question scores were 1 if all the propositions were correct, 0.5 if ≥ 50% were correct and 0 otherwise. At the end of the study, individualised feedback with detailed results was emailed to each participant. The degree of certainty (or confidence)—i.e. “How sure am I of my answer?”—was self-assessed for each question using a five-point scale (from 1, “not at all sure”, to 5, “almost certain”).
Self-perceived competence—i.e. “I feel competent to use, guide, explain, search…”—was self-assessed at the pre-test and both post-tests using 11 statements rated on an 11-point Likert scale (from 0 to 100 in ranges of 10).[24]
Satisfaction was assessed via a 25-item questionnaire evaluating a variety of aspects (format, content, overall satisfaction); 19 statements were rated on a five-point Likert scale (from 1, “strongly disagree”, to 5, “strongly agree”) and six open-ended questions.

Conduct of the study

This study used a one-group pre-test–post-tests design. Training began in January 2022, with learners required to complete the pre-test (knowledge, confidence and self-perceived competence assessments). They then had a minimum of three weeks to complete the three microlearnings. Following this part, they received post-test 1 (identical to the pre-test) and a first microlearnings satisfaction questionnaire. After attending the scheduled ‘edutainment’ session, participants completed post-test 2 (identical to the pre-test) and a second satisfaction questionnaire covering that face-to-face session and the training programme overall. Voluntary study participants were recruited from among the University Hospitals of Geneva’s pharmacy department PTs. Ethics approval for the study was not required under the Swiss Law on Medical Research Involving Human Subjects as it involved no patient data or human tissue.

Statistical analysis

Descriptive data such as age, years of practice and hospital experience were expressed as means (± standard deviation, sd), and gender was expressed using numbers and percentages. Because repeated measures were performed on the same individuals at different times (pre-test, post-test 1, post-test 2), scores, the degree of certainty and the self-perceived competence were considered dependent variables. Comparisons were made between pre-test and post-test 1, post-test 1 and post-test 2, and overall score and topic scores using a mixed-effects linear regression model (with a fixed effect on time and a random effect on intercept). Results from post-test 1 were used as reference values to express other regression coefficients (coef) and 95% confidence intervals (95%CI). Statistical significance for all analyses was set

at the two-sided 0.05 level. Data analysis was performed using R software, version R-4.0.2 (R Foundation, Vienna, Austria).

RESULTS

Creation of microlearnings and a face-to-face edutainment session

Twenty PTs answered the survey about their training needs. These were analysed (steps 1 and 2) and eleven topics were identified. The steering committee identified three priority topics to address because of their usefulness in daily practice: communication tools, cutting and crushing tablets or opening capsules, and finding information on the pharmacy website. The three microlearnings were “Communication” (5 min duration), “Cutting and crushing tablets or opening capsules” (6 min) and “The pharmacy website” (6.5 min). Table 1 details each microlearning’s content.

Table 1: *Microlearning contents*

Microlearning	Pedagogical objectives	Content
Communication	▪ Improve information gathering ▪ Structure the information transmitted	• Definition of the active listening tool • Definition of the SCAR tool (Situation, Context, Assessment, Recommendation)[25] • Concrete examples
Cutting and crushing a tablet or opening a capsule	▪ Know the risks and the rules to respect ▪ Find helpful online resources	• Concrete examples of risks associated with this practice • Rules to respect for good practice • Helpful documents on the pharmacy website and the internet
Pharmacy website	▪ Improve knowledge of the website ▪ Optimise searches	• Overall presentation of the website • Useful documents for PTs • Tips to improve searches

The 1.5-hour edutainment session was organised as follows: a two-team, speed-based game involving 11 questions to review the basic concepts seen in the three microlearnings (20 min duration); a peer-instruction-based game to reflect on and solve five complex questions on the three topics and to practice searching for answers on the pharmacy website (30 min); and a simulation scenario to use the communication tools explained in the microlearning (40 min) (Figure 1).

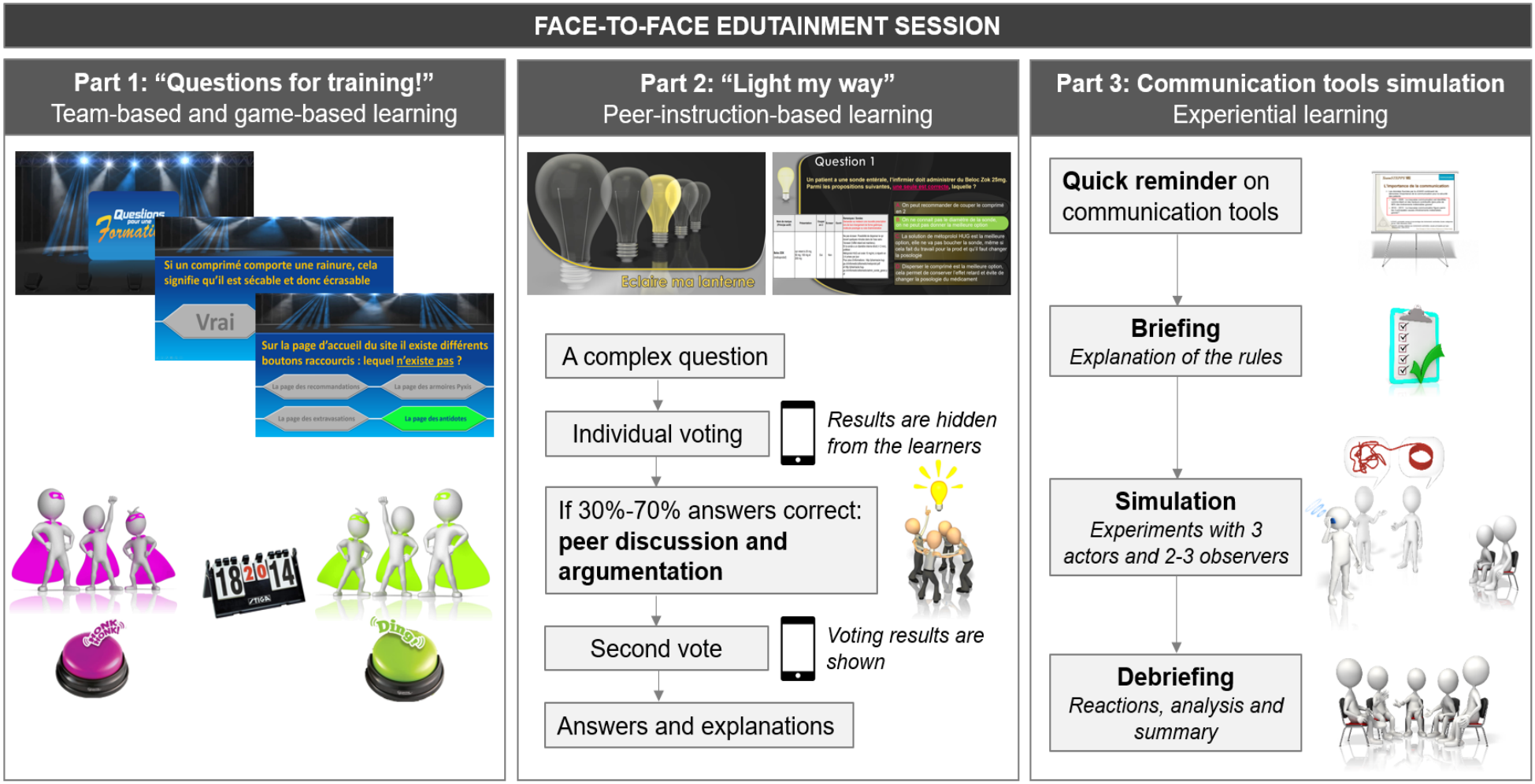


Figure 1: *Presentation of the three parts of the face-to-face edutainment session: a team-based and game-based activity, a peer-teaching activity and a simulation.*

Study population

Of the 26 original participants, all completed the pre-test and 25 (96%) completed post-tests 1 and 2. One person followed the microlearnings but did not complete post-test 1, and another did not attend the face-to-face edutainment session. Most participants were female (n = 25, 96%) and mean age was 36 years old (± 8). Participants had an average of 15 years (± 8) of practice experience, including 6 years (± 5) in a hospital setting.

Evaluation of knowledge, degree of certainty and self-perceived competence

Microlearnings had a significant impact on mean scores for knowledge (9.1/18 *vs* 12.1/18, coef = -3.0, 95%CI [-3.7 – -2.3], $p < 0.001$), DC (3.4/5 *vs* 4.2/5, coef = -0.8, 95%CI [-1.0 – -0.6], $p < 0.001$) and mean self-perceived competence level (58.6/100 *vs* 72.3/100, coef = -14, 95%CI [-19 – -9], $p < 0.001$) after post-test 1. Face-to-face edutainment sessions had a significant impact on mean scores for knowledge (12.1/18 *vs* 13.1/18, coef = 1.0, 95%CI [0.2–1.7], $p = 0.010$) and mean self-perceived competence levels (72.3/100 *vs* 81.1/100, coef = 9, 95%CI [4–14], $p = 0.001$). The mean degree of certainty increased, but the difference was not significant (4.2/5 *vs* 4.4/5, coef = 0.2, 95%CI [0.0–0.3], $p = 0.105$).

The mean overall knowledge score increased significantly by three points between pre-test and post-test 1 and by 1 point between post-tests 1 and 2 (Table 2).

Table 2: *Overall results for knowledge, degree of certainty and self-perceived competence before training (pre-test), after the microlearnings (post-test 1) and after the face-to-face edutainment session (post-test 2). P-values were calculated from a regression coefficient calculation.*

	Pre-test n = 26	**Post-test 1** n = 25	**Post-test 2** n = 25
Mean overall knowledge score (sd) *Range 0–18*	9.1 (1.7)	12.1 (1.6)	13.1 (1.7)
		$p < 0.001$	$p = 0.010$
Mean overall degree of certainty (sd) *Range 0–5*	3.4 (0.5)	4.2 (0.4)	4.4 (0.4)
		$p < 0.001$	$p = 0.105$
Mean overall level of self-perceived competence (sd) *Range 0–100*	58.6 (15.9)	72.3 (14.6)	81.1 (10.0)
		$p < 0.001$	$p = 0.001$

Analysis by topic showed that the microlearnings increased mean knowledge scores, degree of certainty and self-perceived competence levels for all three (Figures 2–4). The face-to-face

edutainment sessions had significant additional impacts on mean knowledge scores for the "Cutting and crushing a tablet" topic and on the mean degree of certainty for the "Communication" topic. Furthermore, face-to-face sessions had significant impacts on self-perceived competence levels for all three topics.

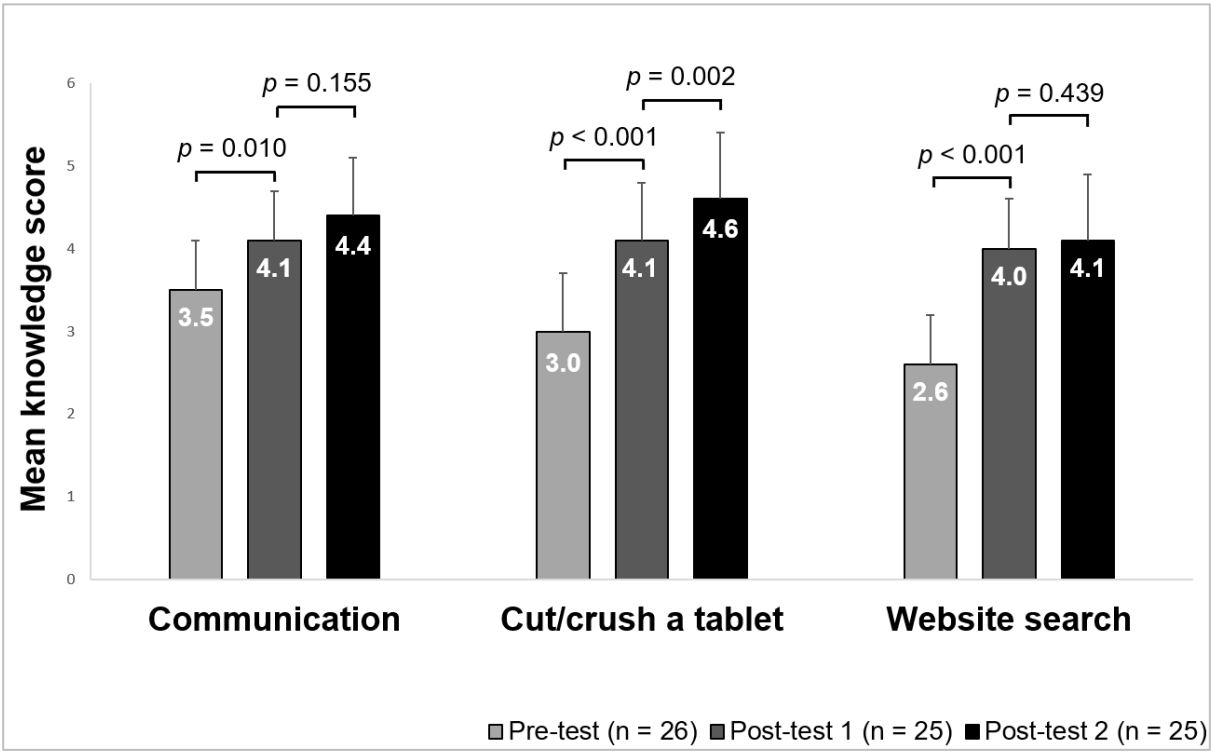


***Figure 2**: Mean knowledge score (range, 0–6), with standard deviations before training (pre-test), after microlearnings (post-test 1) and after the face-to-face edutainment session (post-test 2). P-values were calculated from a regression coefficient calculation.*

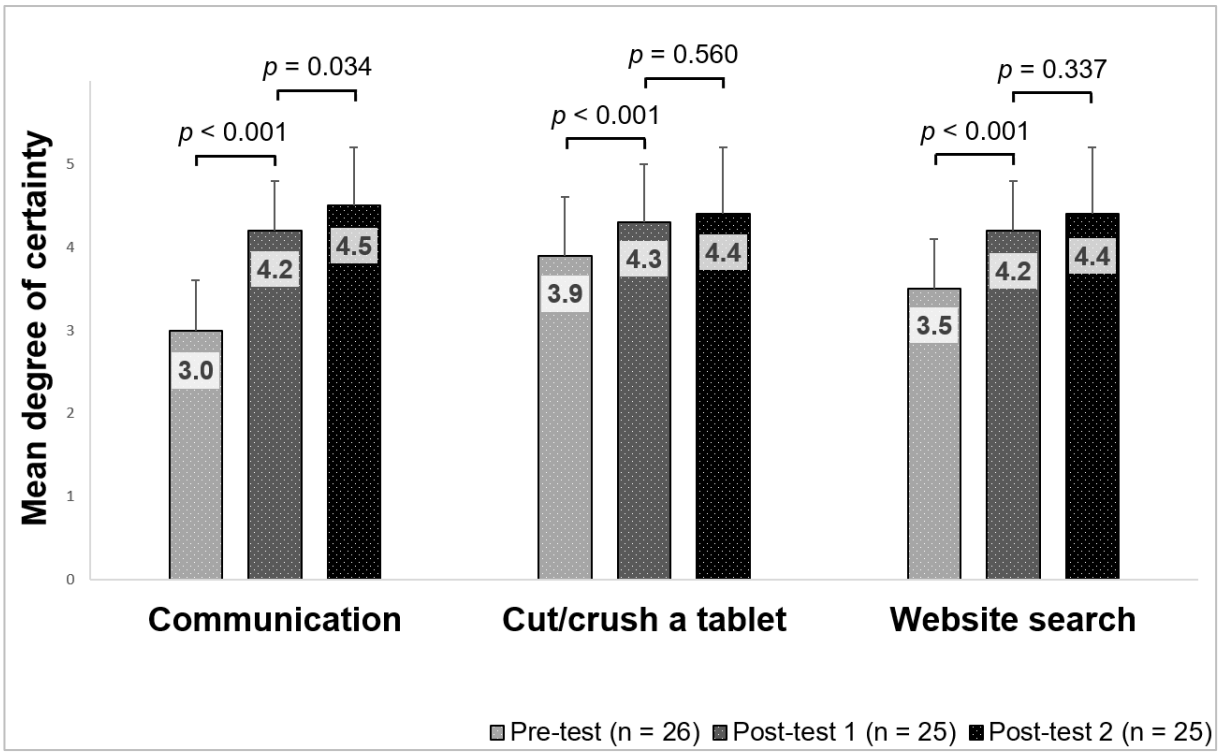


Figure 3*: Mean degree of certainty (range, 0–5), with standard deviations before training (pre-test), after microlearnings (post-test 1) and after the face-to-face edutainment sessions (post-test 2). P-values were calculated from a regression coefficient calculation.*

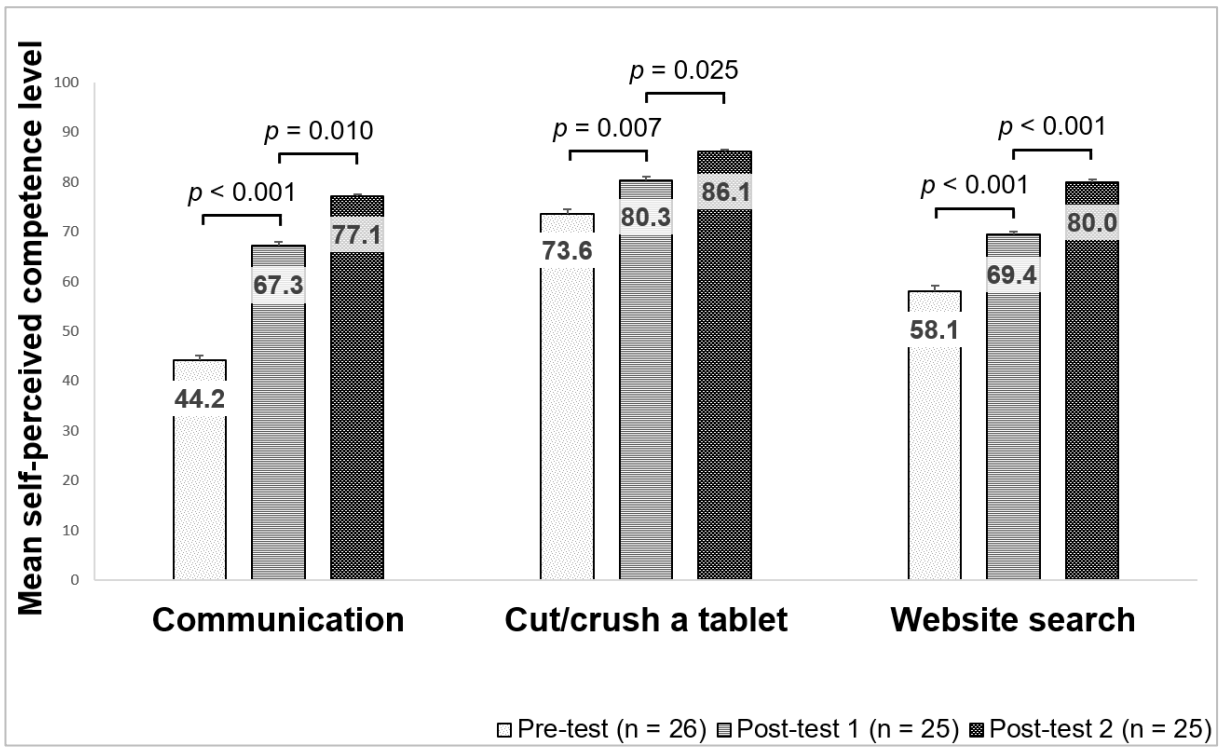


Figure 4*: Mean self-perceived competence level (range, 0–100), with standard deviations before training (pre-test), after microlearnings (post-test 1) and after the face-to-face edutainment sessions (post-test 2). P-values were calculated from a regression coefficient calculation.*

Analysis by topic also showed that the overall BLP significantly improved the mean knowledge score for the “Cutting and crushing a tablet” topic. Mean knowledge scores increased significantly after the “Communication” and “Pharmacy website” microlearnings, but those improvements were no longer statistically significant after the face-to-face edutainment session. The overall BLP significantly self-perceived competence levels for all three topics.

Satisfaction

All 26 participants completed the satisfaction questionnaire about microlearnings, and 25 completed it for the face-to-face session and the overall BLP.

All participants (n = 26) agreed or strongly agreed that microlearnings were a suitable format for their CPD. One participant had difficulties with the online training’s technological aspects (Moodle™, online questionnaires).

All the participants (n = 25) enjoyed each part of the face-to-face sessions (game-based learning, peer instruction, and simulation) and agreed or strongly agreed that group interactions and the entertaining style optimised learning. All 25 participants agreed or strongly agreed that the contents of the microlearnings and the face-to-face session were relevant to their training needs and useful for their daily practice. They strongly agreed that the microlearnings and edutainment sessions were complementary and asked for more BLPs as part of their CPD.

DISCUSSION

Summary of results

We developed a BLP for PTs that included three microlearnings and a face-to-face edutainment session. The topics covered were “Communication” (a major part of avoiding serious adverse events), “Cutting and crushing tablets or opening capsules” (a major theme among nurses’ questions within our institution), and our “Pharmacy website” (which contains more than 200 reference documents for healthcare professionals).[25,26]

The BLP significantly improved overall knowledge, confidence and self-perceived competence for all the participants. After the microlearnings, mean knowledge scores, the degree of certainty and the self-perceived competence levels increased significantly. The programme offered a flexible format for becoming proficient. The face-to-face sessions reinforced these results. Group work and practice seemed particularly useful for developing a self-perceived competence, including in knowledge, skills and attitudes. All the PTs were satisfied with the BLP format and found it relevant and useful for their practice. Participants enjoyed all the

teaching methods (microlearning, game-based learning, peer instruction, and simulation) and wanted to see this type of training repeated as part of their CPD.

Comparison with the relevant literature

Our results showing improved knowledge and confidence following microlearnings for PTs were consistent with those of a review that evaluated their effects on healthcare students. We also concluded that microlearnings were a useful training method for busy healthcare professionals.[7]

To the best of our knowledge, no previous studies have been conducted to develop and evaluate a BLP for PTs. A recent meta-analysis demonstrated that BLP had consistently better effects on knowledge outcomes than did traditional learning methods in health education (e.g. with doctors, nurses, pharmacists, etc.).[19] One randomised controlled trial concluded that BLPs seem to provide better pedagogical value than online learning alone in terms of teaching undergraduate nurses clinical supervision skills.[27] Another study with a design similar to ours showed the effectiveness of using blended learning approaches to improve nursing students' communication skills and self-efficacy during clinical transfers.[28]

Furthermore, a recent study assessing PTs' learning preferences using a VARK (visual, auditory, reading/writing, kinaesthetic) questionnaire concluded that their training should be multimodal and include experiential learning.[29] Our results indicating high satisfaction with the BLP reinforced these findings; participants enjoyed the entertaining aspect that was also a factor recently described in the literature as one that might improve learning outcomes among healthcare professionals.[10]

We used self-perceived competence to obtain more information about self-confidence and detect erroneous beliefs.[30] Indeed, at pre-test, participants perceived themselves as less competent in "Communication", even though they had a better mean score, and as quite competent in "Cutting and crushing tablets or opening capsules", even though their mean score was fairly median. After training, Self-perceived competence levels were more consistent with knowledge scores. However, a study with medical students reported varying degrees of agreement between self-perceived and objectively measured competences. Self-perceived competence must be interpreted cautiously.[31]

Study limitations

Our study had some limitations, including the lack of a control group (e.g. no intervention, just microlearning or just face-to-face learning groups) and the relatively low number of participants. Regarding teaching impact, we limited our evaluation to the first two levels of Kirkpatrick's model (user satisfaction and knowledge) and did not evaluate levels 3 and 4 (transposition into professional practice and impact for patients).[22] Moreover, we performed

the assessments directly after the microlearnings and the face-to-face sessions; thus the duration of the impact is therefore unknown.

Future research

To address some of the study's limitations, more PTs could be included from other hospitals, with other topics evaluated. It would be interesting to retest participants' knowledge a few months after their training to measure retention over time and evaluate the need to reinforce their knowledge regularly. To evaluate level three in Kirkpatrick's evaluation model for training programs, field audits could be conducted to observe changes in participants' behaviour and practice. Self-perceived and objectively measured competencies could also be compared in working environments.

CONCLUSIONS

The present study demonstrated a blended learning programme's positive overall impact on improving knowledge, degrees of certainty and self-perceived competence levels for three topics important for pharmacy technicians. Participant satisfaction with this pedagogical format was high: it could be used for pharmacy technicians' continuing professional development and is probably similarly applicable to other healthcare professionals.

DECLARATION OF CONFLICTING INTERESTS

The authors declare no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship or publication of this article.

FUNDING

The authors received no financial support for the research, authorship or publication of this article.

ACKNOWLEDGMENT

We are grateful to all the study participants and to Antoine Poncet (Clinical Research Centre, University of Geneva and Geneva University Hospitals) for his statistical analysis and support.

REFERENCES

1 Snoswell CL. A meta-analysis of pharmacists and pharmacy technicians' accuracy checking proficiency. *Research in Social and Administrative Pharmacy* 2020;**16**:760–5. doi:10.1016/j.sapharm.2019.08.028

2 Rathbone AP, Jamie K, Blackburn J, *et al.* Exploring an extended role for pharmacy assistants on inpatient wards in UK hospitals: using mixed methods to develop the role of medicines assistants. *Eur J Hosp Pharm* 2020;**27**:78–83. doi:10.1136/ejhpharm-2018-001518

3 Gadd S, Lopez CE III, Nelson CA, *et al.* Identifying key roles of the pharmacy technician in primary care settings. *American Journal of Health-System Pharmacy* 2022;**79**:460–6. doi:10.1093/ajhp/zxab391

4 Koehler TC, Bok H, Westerman M, *et al.* Developing a competency framework for pharmacy technicians: Perspectives from the field. *Research in Social and Administrative Pharmacy* 2019;**15**:514–20. doi:10.1016/j.sapharm.2018.06.017

5 Mattingly AN, Mattingly TJ. Advancing the role of the pharmacy technician: A systematic review. *J Am Pharm Assoc (2003)* 2018;**58**:94–108. doi:10.1016/j.japh.2017.10.015

6 Jetha M, Walji A, Gregory P, *et al.* Pharmacist-Pharmacy Technician Intraprofessional Collaboration and Workplace Integration: Implications for Educators. *Pharmacy (Basel)* 2020;**8**:E95. doi:10.3390/pharmacy8020095

7 Gagne JCD, Park HK, Hall K, *et al.* Microlearning in Health Professions Education: Scoping Review. *JMIR Medical Education* 2019;**5**:e13997. doi:10.2196/13997

8 Liu Q, Peng W, Zhang F, *et al.* The Effectiveness of Blended Learning in Health Professions: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 2016;**18**:e2. doi:10.2196/jmir.4807

9 Khalafalla FG, Alqaysi R. Blending team-based learning and game-based learning in pharmacy education. *Curr Pharm Teach Learn* 2021;**13**:992–7. doi:10.1016/j.cptl.2021.06.013

10 van Gaalen AEJ, Brouwer J, Schönrock-Adema J, *et al.* Gamification of health professions education: a systematic review. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2021;**26**:683–711. doi:10.1007/s10459-020-10000-3

11 Motola I, Devine LA, Chung HS, *et al.* Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. *Med Teach* 2013;**35**:e1511-1530. doi:10.3109/0142159X.2013.818632

12 Torgerson C. *The microlearning guide to microlearning*. Kalamazoo, Michigan: Torgerson Consulting 2016.

13 Blaschke LM, Kenyon C, Hase S. *Experiences in self-determined learning*. California: CreateSpace Independent Publishing 2014.

14 Prior Filipe H, Paton M, Tipping J, *et al.* Microlearning to improve CPD learning objectives. *Clin Teach* 2020;**17**:695–9. doi:10.1111/tct.13208

15 Dahiya S, Bernard A. Microlearning: The Future of CPD/CME. *J Eur CME*;**10**:2014048. doi:10.1080/21614083.2021.2014048

16 Maimaiti G, Jia C, Hew KF. Student disengagement in web-based videoconferencing supported online learning: an activity theory perspective. *Interactive Learning Environments* 2021;**0**:1–20. doi:10.1080/10494820.2021.1984949

17 Hur Y, Cho AR, Kim S. Review on the administration and effectiveness of team-based learning in medical education. *Korean J Med Educ* 2013;**25**:271–7. doi:10.3946/kjme.2013.25.4.271

18 Mazur E, editor. *Peer instruction: a user's manual*. 1. ed., Pearson new international edition. Harlow: Pearson 2014.

19 Lioce L, Lopreiato J, Downing D, *et al. Healthcare Simulation Dictionary*. 2nd Edition. Rockville: MD: Agency for Healthcare Research and Quality 2020. https://www.ahrq.gov/patient-safety/resources/simulation/terms.html (accessed 25 May 2022).

20 Vallée A, Blacher J, Cariou A, *et al.* Blended Learning Compared to Traditional Learning in Medical Education: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res* 2020;**22**:e16504. doi:10.2196/16504

21 McCutcheon K, O'Halloran P, Lohan M. Online learning versus blended learning of clinical supervisee skills with pre-registration nursing students: A randomised controlled trial. *Int J Nurs Stud* 2018;**82**:30–9. doi:10.1016/j.ijnurstu.2018.02.005

22 Kern DE, editor. *Curriculum development for medical education: a six step approach*. Baltimore: Johns Hopkins University Press 1998.

23 Adams NE. Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. *J Med Libr Assoc* 2015;**103**:152–3. doi:10.3163/1536-5050.103.3.010

24 Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: the four levels*. 3rd ed. San Francisco, CA: Berrett-Koehler 2006.

25 Biggs J. Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education* 1996;**32**:347–64.

26 TeamSTEPPS for Office-Based Care: Communication. http://www.ahrq.gov/teamstepps/officebasedcare/module3/office_comm.html (accessed 14 Oct 2021).

27 Home - Pharmacie à Genève aux HUG. https://pharmacie.hug.ch/ (accessed 5 Jun 2022).

28 Stanley ER, Hafford A, Naseman R, *et al.* Assessment of pharmacy technician learning preferences and implications for training. *Am J Health Syst Pharm* 2021;**78**:S16–25. doi:10.1093/ajhp/zxaa362

29 Solin P, Tamminen N, Partonen T. Suicide prevention training: self-perceived competence among primary healthcare professionals. *Scand J Prim Health Care*;**39**:332–8. doi:10.1080/02813432.2021.1958462

30 Katowa-Mukwato P, Banda S. Self-perceived versus objectively measured competence in performing clinical practical procedures by final year medical students. *Int J Med Educ* 2016;**7**:122–9. doi:10.5116/ijme.5709.2a7e

Chapitre III : Discussion, conclusions et perspectives

I. Discussion générale

Ce travail de thèse a porté sur l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes (MPI), telles que le microlearning, le serious game, la ludopédagogie, le blended learning, l'instruction par les pairs et la simulation. Nous avons créé des dispositifs pour la formation continue des professionnels de santé et la sensibilisation des patients sur la sécurité d'utilisation des médicaments en utilisant ces méthodes. Nous en avons ensuite évalué l'impact sur l'apprentissage (hormis pour le serious game qui n'a pas encore été évalué).

La première étape de cette démarche a consisté à sonder les pharmaciens hospitaliers européens quant à l'utilisation de MPI dans leurs enseignements. L'enquête a révélé qu'elles sont utilisées dans le cadre universitaire et/ou de formations continues. Les utilisateurs en tirent globalement de la satisfaction et pensent qu'elles présentent un intérêt pour leurs enseignements. L'évaluation de l'impact de ces méthodes sur l'apprentissage ou la satisfaction n'était pas toujours mise en œuvre. Parmi les répondants qui n'utilisaient pas ces méthodes pédagogiques, une large majorité s'est déclarée désireuse de les utiliser. Les freins principaux évoqués par l'ensemble des répondants à l'utilisation de MPI étaient le manque de connaissances à ce sujet, le manque de temps pour les utiliser et le fait de ne pas savoir comment les intégrer à leur enseignement. Cela a conforté l'idée que le sujet de recherche de cette thèse était non seulement d'actualité mais pouvait être utile pour d'autres pharmaciens hospitaliers ayant une activité d'enseignement. En effet, ce présent travail de recherche propose des applications pratiques pour les enseignements et également des méthodes d'évaluations testées et éprouvées.

La deuxième étape de la démarche consistait à tester différentes MPI auprès de publics cibles divers pour lesquels le pharmacien hospitalier peut avoir un rôle à jouer comme enseignant.

La première étude portait sur le développement et l'évaluation de microlearnings sur trois thématiques de sécurité de l'administration des médicaments pour un public-cible d'infirmiers. Ce format pédagogique s'est révélé efficace pour améliorer de manière significative les connaissances et le degré de certitude sur les thématiques évaluées (couper-écraser les comprimés/ouvrir les capsules, compatibilité en Y des médicaments, calculs de doses et conversions d'unités). Un haut niveau de satisfaction a été exprimé au regard de la flexibilité et de l'aspect ludique de ce format, qui répond à la problématique du manque de temps disponible pour la formation continue du personnel infirmier. Le format du microlearning oblige les formateurs à reconsidérer l'essentiel d'un sujet et à le livrer sous une forme attractive. Cela nécessite un effort de consensus entre les parties prenantes et un effort de créativité, mais cette étude nous a convaincu du bénéfice de ce format pour la formation de tous les

professionnels de santé au vu des résultats sur l'apprentissage, la confiance en soi et la satisfaction. Ce format, s'il contient de l'interactivité, permet en outre d'entraîner ses connaissances et de prendre conscience de ses lacunes. Il reste cependant assez limité pour entraîner le savoir-faire et n'est pas adapté pour travailler le savoir-être. En résumé, le microlearning est un format pédagogique qui permet, en quelques minutes, d'apporter ou de remettre à niveau des connaissances de base pour un grand nombre d'apprenants. Il peut présenter un intérêt par exemple en amont d'un enseignement en présentiel qui favoriserait la mise en pratique (ex. simulation).

La deuxième étude concernait la conception d'un serious game pour des médecins et des infirmiers afin d'améliorer les connaissances et l'adhésion aux guidelines sur les anticoagulants. La gestion de ce projet d'ampleur — tant sur le plan de la thématique que de l'éventail des sujets abordés — a mis en lumière la richesse d'une collaboration interprofessionnelle impliquant des parties prenantes d'horizons différents. La collaboration entre infirmiers, médecins, pharmaciens a entériné l'importance d'allier des visions complémentaires dans la conception d'une formation pour obtenir des fondements scientifiques solides. Le projet nous a permis de nous rendre compte que certaines recommandations institutionnelles devaient être remises à jour et a permis d'uniformiser les pratiques de différents spécialistes du domaine. La collaboration avec la firme mandatée pour développer le serious game a confronté deux mondes très différents que sont celui de la santé, millimétré et protocolaire, avec celui du jeu vidéo, créatif et très technique. Les deux mondes se sont rejoints sur une véritable volonté d'aboutir à un produit fini de haute qualité en termes d'immersion, de pédagogie et de contenu. L'expérience tirée de l'étude précédente nous a incités à développer des parcours de formation modulaires de courte durée et flexibles. Ce projet nous a enseigné que la conception d'un serious game, respectant les concepts pédagogiques clés, élaboré sur des contenus scientifiques solides et à jour, et se traduisant sous forme de scénarios crédibles dans un monde virtuel, demande un investissement conséquent en temps et donc en ressources humaines. Bien que l'impact de ce format pédagogique n'ait pu être évalué dans le temps imparti à cette thèse, on peut d'ores et déjà affirmer qu'il a les avantages de pouvoir offrir une formation immersive et expérientielle à environ 2000 médecins et 4500 infirmiers de notre institution avec une logistique relativement simple (LMS disponible au sein de notre institution). Un bon retour sur investissement devrait ainsi pouvoir être obtenu.

La troisième étude portait sur la conception et l'évaluation d'un outil ludopédagogique en présentiel pour sensibiliser les patients sur les barrières de sécurité mises en place à l'hôpital pour garantir la sécurité du médicament, et promouvoir leur rôle pour contribuer à leur propre sécurité. Ce dispositif de « Parcours aventure sécurité médicaments » a montré une efficacité

pour améliorer les connaissances et le degré de certitude des participants sur plusieurs thématiques liées à la sécurité du médicament. La satisfaction des participants a été unanime. L'apprentissage actif et le côté ludique ont été évoqués comme ayant une valeur-ajoutée. Les professionnels de santé qui ont testé le parcours aventure ont plébiscité la conception de formations adaptées pour eux, utilisant ce type de dispositif. Du point de vue du formateur, ce dispositif a nécessité un matériel conséquent et un nombre important de formateurs, il nécessiterait d'être adapté pour être utilisé dans la formation continue des professionnels de santé.

Enfin, la quatrième étude a permis de tester un dispositif de formation en blended learning (microlearnings + séance ludopédagogique) auprès d'APUS sur trois thématiques : Communication, Couper-écraser les comprimés/ouvrir les capsules, Recherche d'informations sur le site internet du Centre d'information pharmaceutique de la Pharmacie des HUG. Les deux parties de la formation — distanciel et présentiel — ont eu un impact positif sur le gain de connaissances, le degré de certitude et le sentiment de compétence. Les résultats ont montré que la complémentarité du distanciel et du présentiel, de l'individuel et du collectif, constituent une association vertueuse sur l'impact de la formation sur l'apprentissage des participants. Les microlearnings ont permis de gagner du temps sur la formation en présentiel en mettant à disposition des contenus théoriques en amont de la séance, et ont permis aux apprenants de se mettre sur un pied d'égalité quant aux connaissances à avoir avant la séance en présentiel. La séance en présentiel a permis d'approfondir ces notions et a mis à profit l'apprentissage en groupe. Par le biais de méthode comme l'instruction par les pairs, les formateurs pouvaient écouter le groupe d'apprenants débattre autour d'un sujet, identifier si les notions étaient comprises, en observer l'application, analyser si le raisonnement de pensée était correct et réajuster si nécessaire. La simulation a également permis de mettre en application des notions théoriques vues en amont, de travailler sur le savoir-être, de susciter la pensée critique et réflexive des apprenants, acteurs ou observateurs. Après la séance en présentiel, même si le gain de connaissances et de degré de certitude n'était pas significatif pour tous les thèmes abordés, le sentiment de compétence a été augmenté significativement pour les trois sujets. La satisfaction des apprenants a été excellente quant à la mixité des méthodes dans la formation qui ont été jugés complémentaires. Du point de vue du formateur, l'organisation et la conduite de ces séances ont été peu problématiques. Quelques rappels ont cependant été nécessaires pour que la partie distancielle soit réalisée dans les temps avant la séance en présentiel. Pendant la séance, les formateurs se sont positionnés comme des facilitateurs et ont apprécié les échanges humains, ce qui a rendu l'enseignement gratifiant.

II. Conclusions générales

La première conclusion de cette thèse est que les méthodes pédagogiques innovantes étudiées ont montré une efficacité sur l'apprentissage et ont été appréciées des apprenants et des enseignants. Ce travail a permis d'expérimenter différents modèles de MPI et nous a permis de réaliser que le blended learning avec des contenus attractifs permet de tendre vers une formation idéale qui rassemble les principes-clés de la pédagogie innovante comme nous l'avons définie : une pédagogie centrée sur l'apprenant, engageante, autodéterminée, autodirigée, active, qui diminue la charge cognitive et qui est multimodale. Les résultats de ce travail qui vient compléter les données de la littérature devraient orienter les pharmaciens hospitaliers vers l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes pour la conception des programmes de formation continue pour les professionnels de santé et pour la sensibilisation des patients.

La deuxième conclusion est que le revers de la médaille d'une pédagogie innovante est l'investissement important de l'enseignant en termes de temps et d'énergie pour concevoir ses enseignements. Cela force à s'interroger sur l'essentiel des objectifs et du contenu de chaque formation pour satisfaire au principe du *less is more*. L'enseignant doit ainsi créer des enseignements au service de la compétence des apprenants qui soient véritablement alignés avec leurs besoins et leurs contraintes, et qui diminuent leur charge cognitive.

La troisième conclusion tirée de l'expérience de cette thèse est qu'enseigner s'apprend. Dans le domaine de la santé, les enseignants sont des experts-métier et leur pratique de terrain enrichit d'ailleurs leur enseignement. Cependant, la formation actuelle du pharmacien hospitalier n'inclut pas ou très peu de notions de pédagogie or tout enseignant devrait acquérir de telles notions. La doctorante s'est formée à la pédagogie durant ce doctorat en suivant un CAS de Formateur en Sciences de la Santé pendant un an et demi pour apprendre les principes de base de la pédagogie et être formée entre autres sur des aspects très spécifiques comme la simulation et l'évaluation de l'enseignement. Par ailleurs, une auto-formation a été nécessaire (forums, tutoriels, livres blancs) pour créer une plateforme Moodle™, puis pour maîtriser les outils Articulate Storyline™, Rise™, Vyond™ qui ont permis de créer les microlearnings et ceux comme Sli.do™ pour faire voter les participants lors de l'instruction par les pairs.

Enfin, loin d'avoir la prétention de définir une recette miracle, plusieurs paramètres devraient être pris en compte pour décider de la modalité pédagogique innovante à utiliser. Parmi les paramètres à considérer, l'efficience est un axe important. Si on prend l'exemple du serious game qui semble être une modalité pédagogique très prometteuse mais qui nécessite un

investissement important en ressources, il doit être utilisé à bon escient (ex. milliers d'apprenants à former). Ainsi, au même titre qu'il existe la règle des 5B pour l'administration des médicaments, les professionnels de santé qui enseignent devraient appliquer la « règle des 5B de l'enseignement » avant de concevoir un enseignement innovant : la Bonne modalité pédagogique avec le Bon contenu pour le Bon apprenant afin de viser la Bonne compétence et de mettre en œuvre la Bonne évaluation (*Figure 30*).

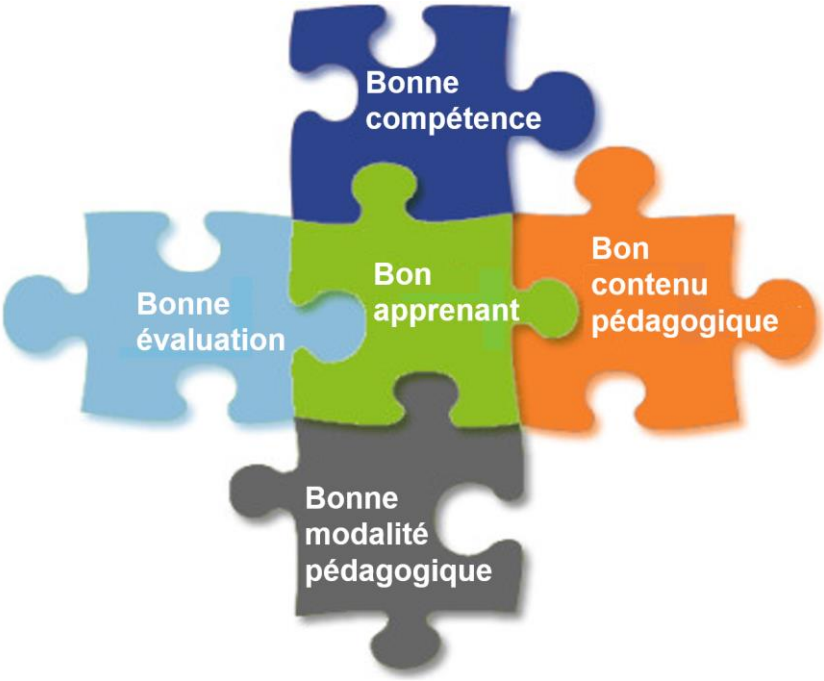


Figure 30 : Les 5 B de l'enseignement innovant.

Concernant les limites identifiées dans ce travail, nous pouvons évoquer les modalités d'évaluation. En effet, nous n'avons évalué dans nos études que les deux premiers niveaux du modèle de Kirkpatrick (la satisfaction et le gain de connaissances).[133] Par ailleurs, nous n'avons pas non plus évalué l'apprentissage sur le long terme. Nos études n'ont pas non plus effectué de comparaison entre différentes méthodes pédagogiques.

III. Perspectives

Plusieurs pistes sont envisageables pour poursuivre le travail amorcé par cette thèse :

1. Développer ou faire évoluer les référentiels de compétences

En faisant notre travail de recherche, nous avons identifié quelques pistes d'amélioration et lacunes au niveau des référentiels de compétences suisses pour les professions de pharmaciens hospitaliers, d'infirmiers et d'APUS. A titre d'exemple, le référentiel PROFILES[80] pour les médecins, a été développé selon le principe de l'Éducation Basée sur les Compétences[68]. Il décrit les 7 rôles du médecin sur les fondations de CanMEDS[39] (ex. rôle d'expert médical, de communicateur, etc…), ces rôles sont interconnectés avec une liste d'EPAs, « Activités Professionnelles Confiables », qui spécifient les compétences à maîtriser par les apprenants pour exercer leur métier (ex. EPA6.1 : reconnaître les signes vitaux anormaux). Le dernier niveau de détail de ce référentiel liste un ensemble de situations auxquelles l'apprenant devrait être confronté pour atteindre les objectifs fixés par les EPAs. Comparé à PROFILES, le référentiel de formation post-grade FPH[81] pour les Pharmaciens hospitaliers et le KFH[83,84] pour les infirmiers sont moins détaillés, il serait donc intéressant de préciser les objectifs de compétences sous forme d'EPAs et d'y ajouter des situations auxquelles l'apprenant devrait être confronté pour atteindre ces objectifs. Par ailleurs, ces référentiels qui datent de quelques années pourraient être réactualisés. Concernant les APUS, il n'existe pas de référentiel de compétences, il serait donc nécessaire d'en développer un sur le modèle PROFILES.

Les référentiels de compétences sont une base solide sur laquelle s'appuyer pour la construction des modules de formation. Plus ils sont détaillés, précis et actualisés, plus les formateurs sont guidés pour développer des formations basées sur les compétences et centrées sur les apprenants.

2. Aller plus loin dans l'évaluation des méthodes pédagogiques innovantes

L'évaluation de l'impact de ces méthodes pédagogiques devrait aller un cran plus loin dans les futures recherches, en évaluant l'impact sur le comportement des apprenants. Cela pourrait se faire au travers d'évaluation de type simulations ou au travers d'audits des pratiques en identifiant des indicateurs adéquats.

Par exemple, il pourrait être demandé à un groupe d'infirmiers ayant suivi les microlearnings « couper-écraser les comprimés », « compatibilité en Y des médicaments » et « calculs de doses et conversions d'unités » de participer à un scénario de simulation sur l'administration des médicaments qui regrouperait les trois thématiques ; leurs comportements pourraient être comparés à ceux d'un groupe d'infirmiers n'ayant suivi aucune formation en amont et à ceux d'un groupe d'infirmiers ayant suivi un cours *ex cathedra*. Cela permettrait d'évaluer l'apport du format microlearning. Par ailleurs, les comportements d'une population d'apprenants ayant suivi une formation en microlearning et d'une population d'apprenants ayant suivi une formation en blended learning pourraient être comparés. Dans la même logique, d'autres déclinaisons seraient à envisager pour comparer les différentes MPI entre elles.

Enfin, l'impact des formations devrait être étudié au long cours et sur un nombre plus important d'apprenants.

3. Pérenniser, poursuivre la conception et l'évaluation d'enseignements innovants

Les microlearnings et les modules de serious game conçus pendant cette thèse devront être mis à jour, pour cela nous devrons évaluer la fréquence nécessaire et les ressources à allouer. Des outils de feedback après les modules pourraient être utilisés pour que les apprenants puissent signaler ce qui n'est plus à jour.

Pour poursuivre le travail amorcé dans cette thèse, certaines méthodes pédagogiques comme la simulation et l'instruction par les pairs, qui ont été étudiées brièvement, nécessiteraient d'être explorées de manière indépendante et plus approfondie. D'autres méthodes comme la réalité virtuelle et la réalité augmentée n'ont pas été étudiées dans ce travail et ont été peu explorées dans le domaine de la pharmacie.[267] Elles pourraient être évaluées pour acquérir des compétences techniques comme l'utilisation d'un robot de distribution de médicament ou d'une armoire à pharmacie automatisée par exemple.[96]

Les travaux de cette thèse, l'expérience acquise et les multiples enseignements développés par la Pharmacie des HUG depuis plusieurs années ont fait naître un concept de formation innovante : Pharmamobile

(https://pharmacie.hug.ch/sites/pharmacie/files/presentation/fichiers/Innovation_Pharmamobile.pdf).

Le concept a pour objectifs :

- de proposer à des professionnels de santé une offre de formations qui soient au plus proche de leurs besoins ;
- à des patients un éventail d'actions de sensibilisation et d'éducation thérapeutique ;
- aux étudiants suisses un Pharmascope pour faire découvrir la profession de pharmacien.

L'innovation réside d'une part dans l'utilisation de méthodes pédagogiques innovantes adaptées aux contextes et aux apprenants (microlearnings, serious game, simulation, ludopédagogie, instruction par les pairs), d'autre part dans l'utilisation de modalités variées (distanciel, présentiel, blended learning) et enfin en ayant une infrastructure mobile (matériel et formateurs) qui permet d'aller à la rencontre des apprenants et de former *in situ*.

Pharmamobile a pour ambition d'inclure une dimension interprofessionnelle en proposant par exemple, après avoir suivi le serious game sur les anticoagulants, un enseignement en présentiel avec des participants médecins, infirmiers et pharmaciens.

Pharmamobile proposera une offre de formations innovantes mises à la disposition d'autres hôpitaux. En mutualisant nos formations créées, il ne sera pas forcément nécessaire que chaque hôpital développe des compétences en pédagogie. Cependant, pour les professionnels de santé qui souhaiteraient améliorer leurs compétences dans ce domaine sans avoir la possibilité de s'engager dans une formation de type CAS, Pharmamobile pourra mettre à disposition des « teaching tips » ou « bouchées pédagogiques » sous forme de microlearnings et des formations pour apprendre à développer des dispositifs pédagogiques innovants. Cela permettra à terme de créer une communauté d'échanges ou de s'associer à une communauté existante (ex SIFEM : Société internationale francophone d'éducation médicale).

4. Concevoir et évaluer des enseignements innovants universitaires

L'enquête ayant révélé l'utilisation de méthodes pédagogiques dans l'enseignement universitaire, il serait intéressant d'évaluer l'apport des MPI dans l'enseignement pré-gradué et post-gradué en pharmacie hospitalière en Suisse romande.

L'enseignement pré-gradué serait à prioriser car c'est probablement là qu'il y a le plus à faire. La démarche pourrait débuter par un état des lieux des méthodes utilisées dans l'ensemble des enseignements du cursus de pharmacie et un état des lieux de la connaissance des MPI parmi les enseignants qui interviennent dans ce cursus. Une enquête interrogeant les

étudiants pour connaître leur niveau de satisfaction vis-à-vis des méthodes pédagogiques employées et leurs avis par rapport à l'utilisation des MPI dans le cursus universitaire pourrait venir apporter une vision complémentaire. Un travail collégial pour faire évoluer le catalogue actuel d'objectifs de formation en pharmacie[268] en référentiel de compétences de type PROFILES permettrait de tendre vers une Éducation Basée sur les Compétences qui est le tremplin pour l'utilisation des MPI. Une des MPI par laquelle commencer, qui a fait ses preuves en enseignement académique pré-gradué, est l'instruction par les pairs qui pourrait être implémentée et évaluée en se calquant sur les modèles présents dans la littérature.[226,229]

Concernant l'enseignement post-gradué, plusieurs formations de type FPH, MAS ou CAS pourraient faire l'objet d'une analyse quant à l'utilisation des MPI. Si on prend l'exemple du MAS en Pharmacie hospitalière, la formation intègre déjà des MPI (ex. ateliers de jeux de rôle, apprentissage par problème). Un important travail sur l'intégration de la simulation dans la formation pendant les stages a déjà été amorcé, notamment pour la formation au Centre d'information pharmaceutique, et nécessite d'être mis en œuvre, et l'impact sur le développement des compétences visées, d'être évalué par les formateurs et les apprenants. La dimension du sentiment de compétence qui n'est à l'heure actuelle pas abordée dans la formation des MAS pourrait intégrer les évaluations de stage afin d'enrichir le dialogue enseignant-apprenant et catalyser l'apprentissage de l'apprenant.

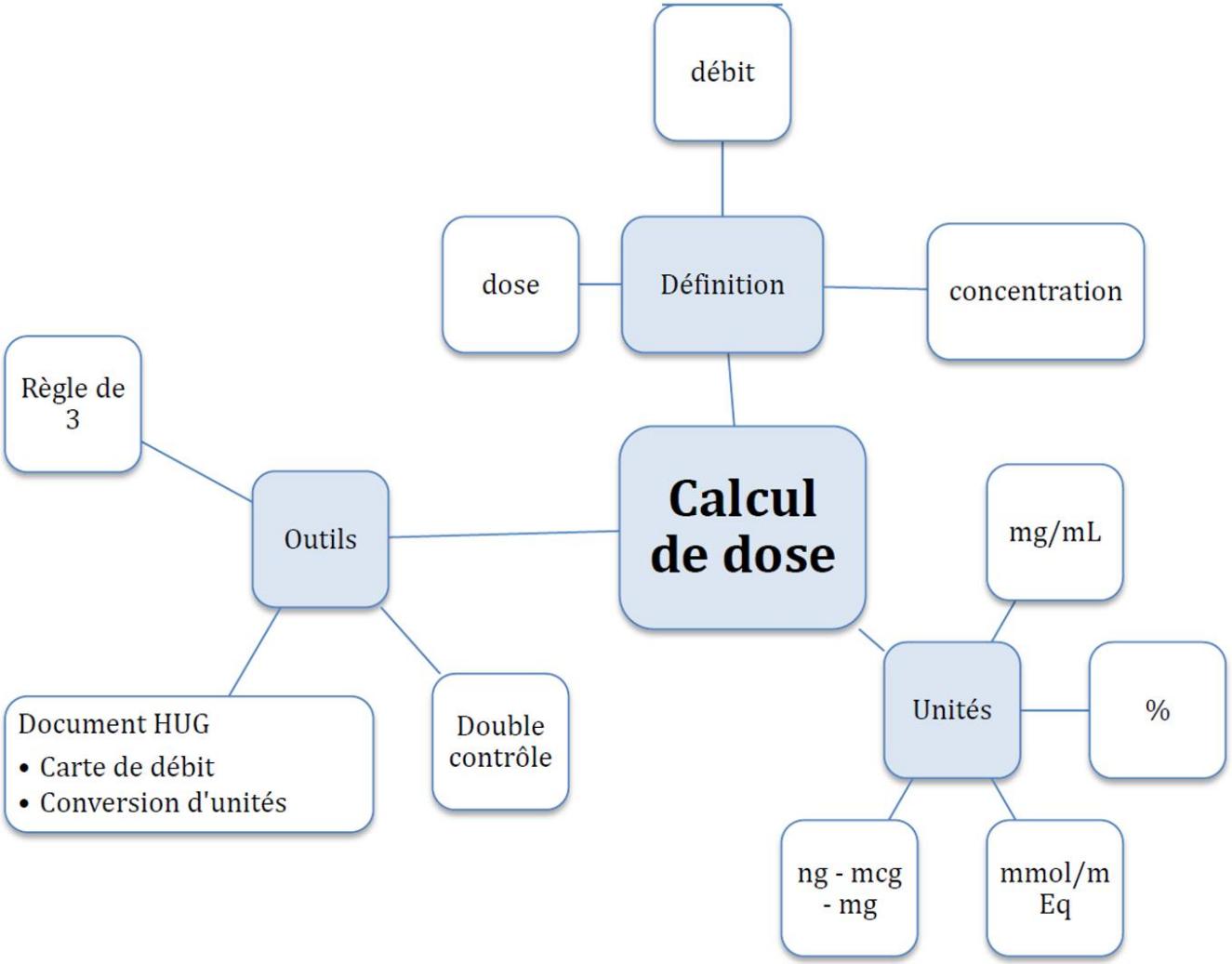
****

Se situer dans le paradigme de l'apprentissage plutôt que dans celui de l'enseignement, passer de l'intuition d'enseigner à l'intention de proposer un enseignement basé sur des preuves sont des principes qui obligent à sortir de sa zone de confort et à penser différemment. Ils sont cependant essentiels pour évoluer vers un enseignement plus efficace.

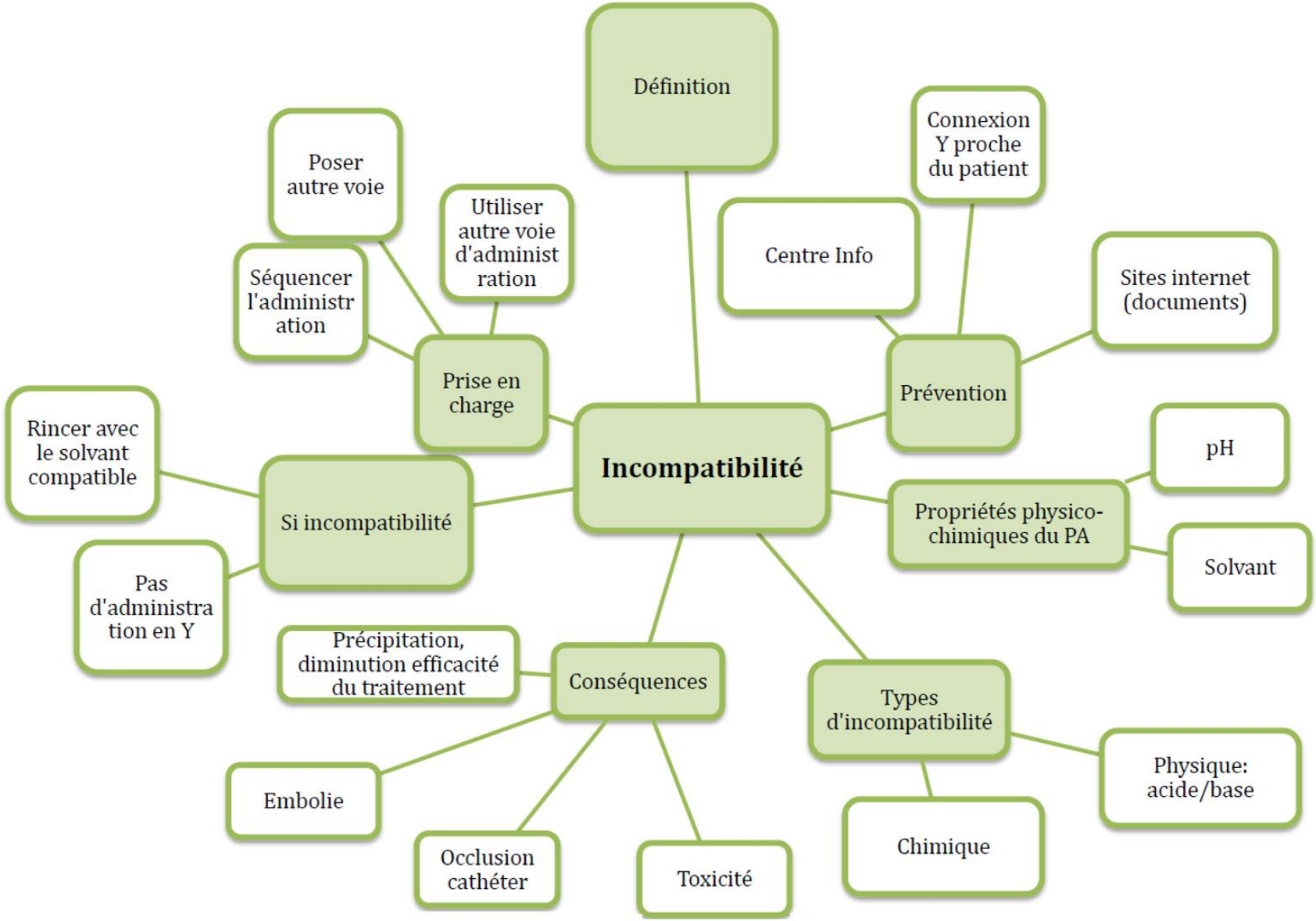
Annexes

Annexe 1 : Cartes conceptuelles créées dans le cadre de l'étude 1 sur les microlearnings

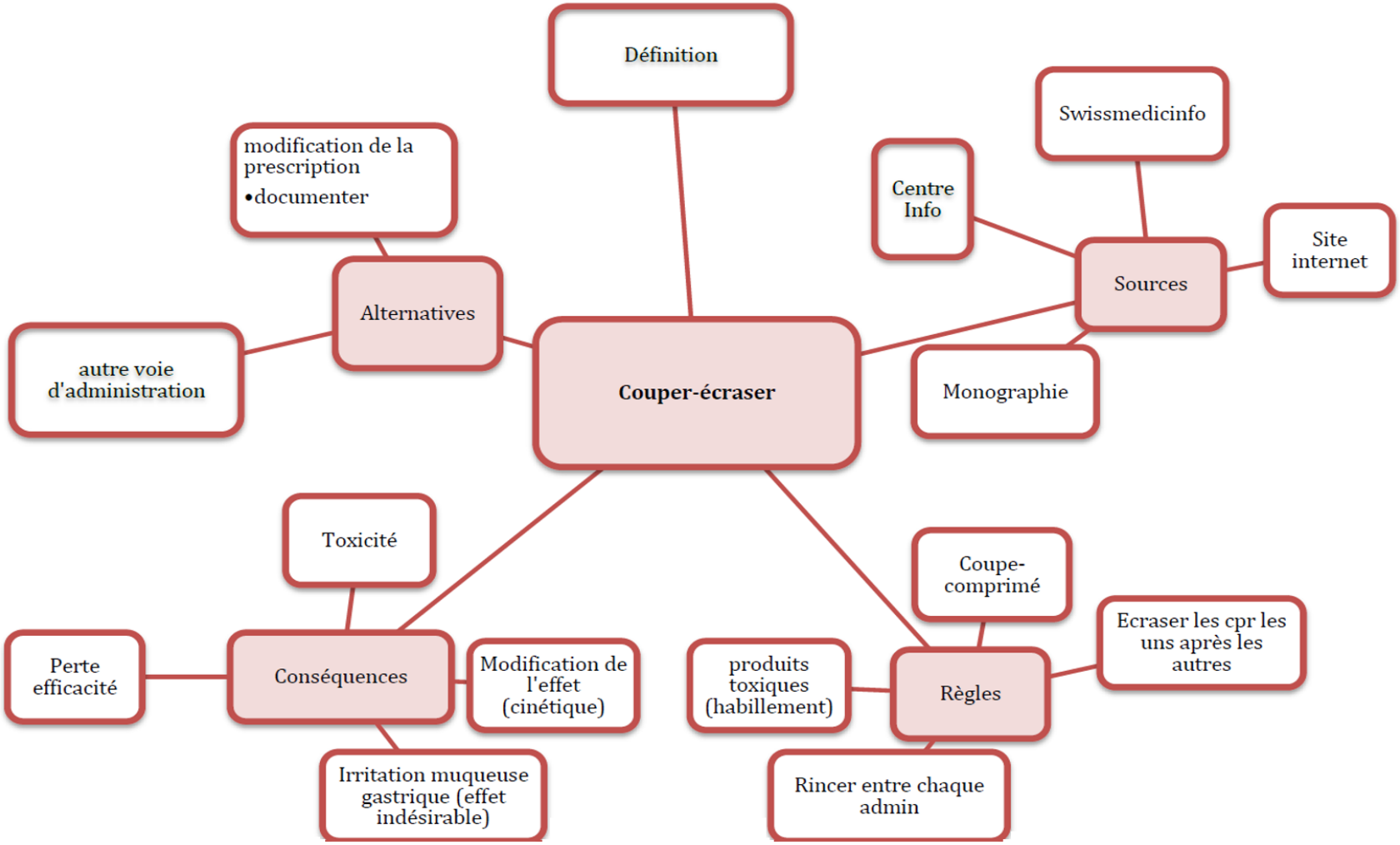
Carte conceptuelle pour le microlearning sur les calculs de doses (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



Carte conceptuelle pour le microlearning sur les compatibilités en Y des médicaments injectables (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



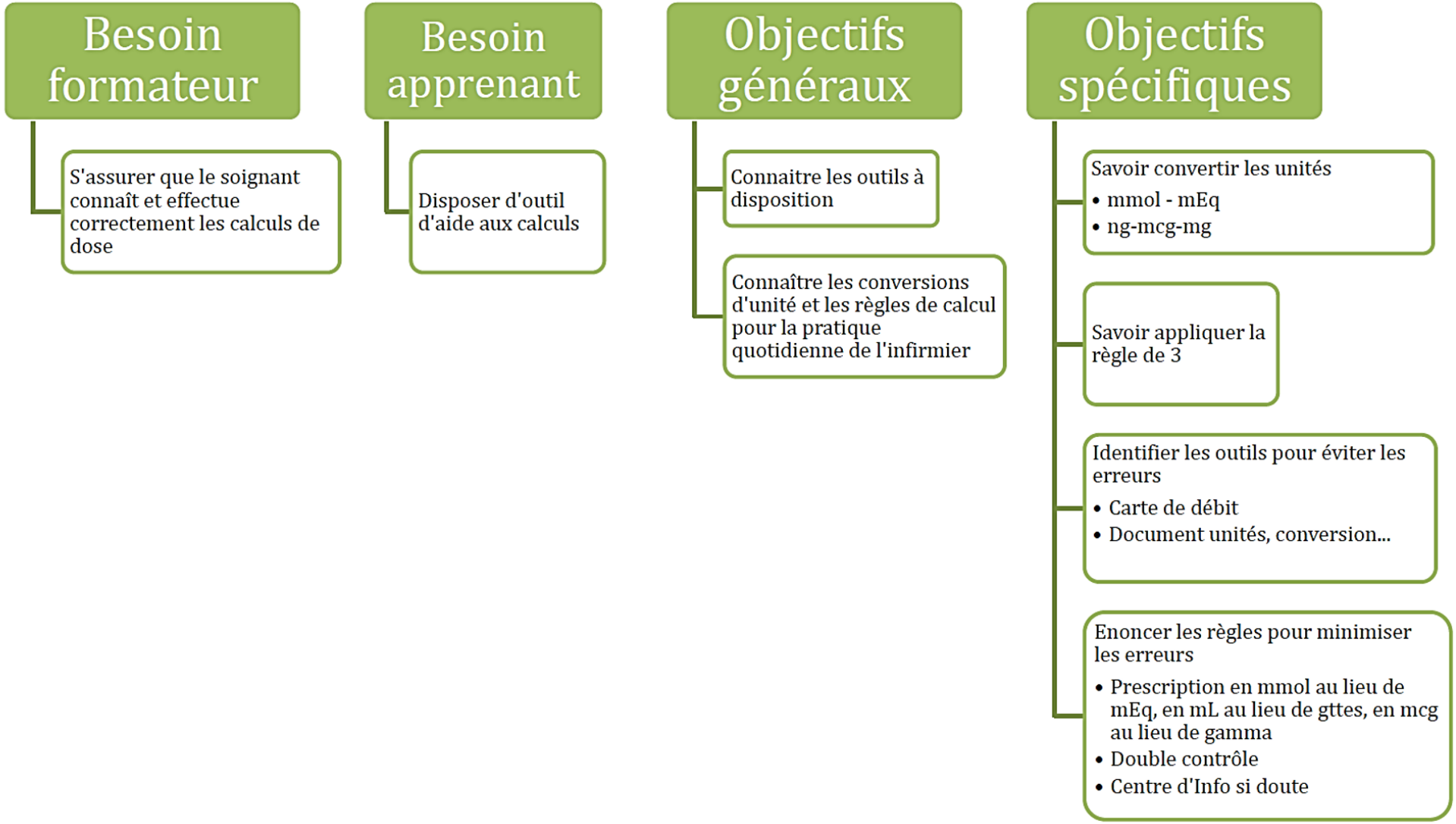
Carte conceptuelle pour le microlearning sur la thématique de couper-écraser les comprimés ou ouvrir les capsules (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



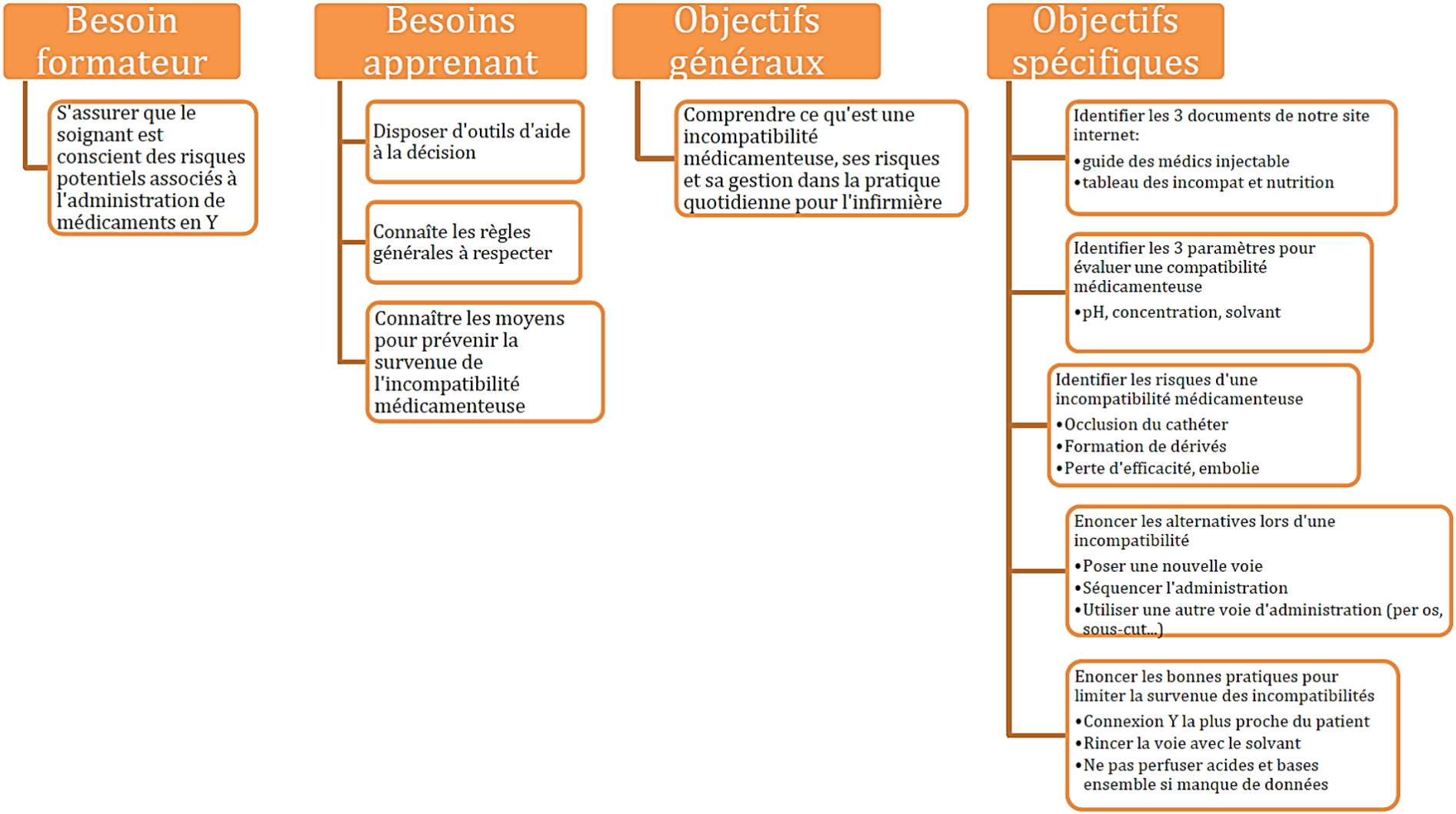
→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 2 : Formulation des objectifs pédagogiques dans le cadre de l'étude 1 sur les microlearnings

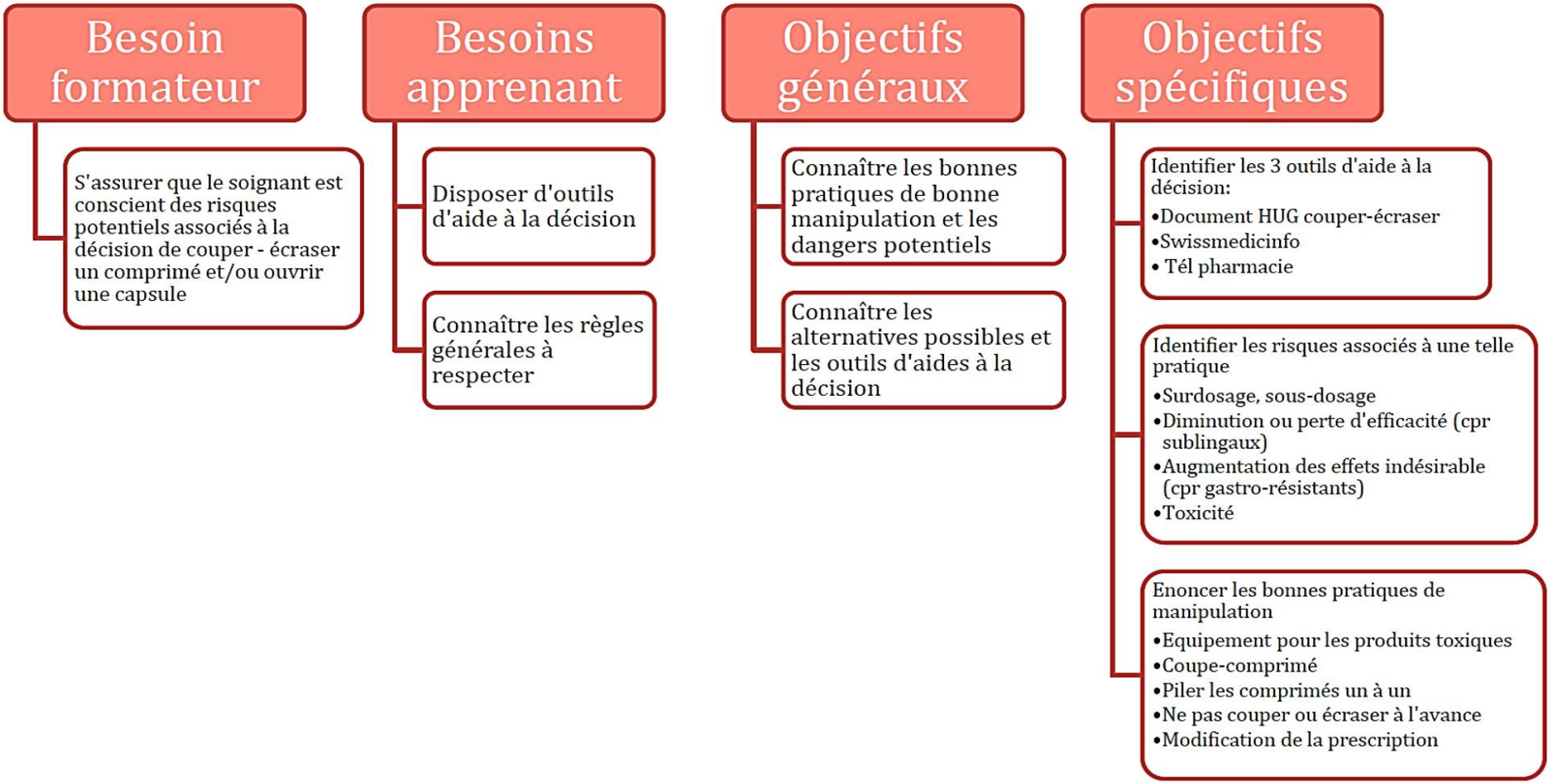
Objectifs pédagogiques pour le microlearning sur les calculs de doses (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



Objectifs pédagogiques pour le microlearning sur les compatibilités en Y des médicaments injectables (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



Objectifs pédagogiques pour le microlearning sur la thématique de couper-écraser les comprimés ou ouvrir les capsules (Etude 1 : Formation en microlearning pour des infirmiers)



→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 3 : Visuel de la page internet créée pour la formation en microlearnings d'infirmiers (étude 1)

Etude sur les microlearnings - Pharmacie des HUG

La Pharmacie des Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG) est en train de développer des microlearnings pour le personnel infirmier.

Un microlearning est un module e-learning d'une durée courte (max 15 min) sur un sujet précis. Au travers de cette étude, réalisée dans le cadre d'un travail de diplôme de MAS de Pharmacie hospitalière, nous souhaitons évaluer l'impact de 3 microlearnings sur le gain de connaissances et la satisfaction.

Ces microlearnings peuvent être visionnés sur un smartphone, un ordinateur ou une tablette. Cependant, pour une ergonomie maximale, nous vous conseillons de privilégier un écran d'ordinateur. Il vous est possible de visionner chaque microlearning plusieurs fois et indépendamment les uns des autres.

Nous vous remercions de votre participation à cette étude et espérons que vous prendrez du plaisir à apprendre.

En cas de problème technique ou de question, veuillez envoyer un email à : sladjana.spasojevic@hcuge.ch ou nous contacter par téléphone au 079/553.37.01. Nous sommes joignables du lundi au vendredi de 8h à 17h.

Marche à suivre

Cliquez sur les images ci-dessous pour accéder aux modules de microlearning.

Chaque module comporte 3 étapes :

- Etape 1 : pré-test (évaluation des connaissances de base)
- Etape 2 : vidéo ludique à visionner
- Etape 3 : post-test (évaluation des connaissances après la vidéo)

Microlearning sur couper-écraser les comprimés et ouvrir les capsules

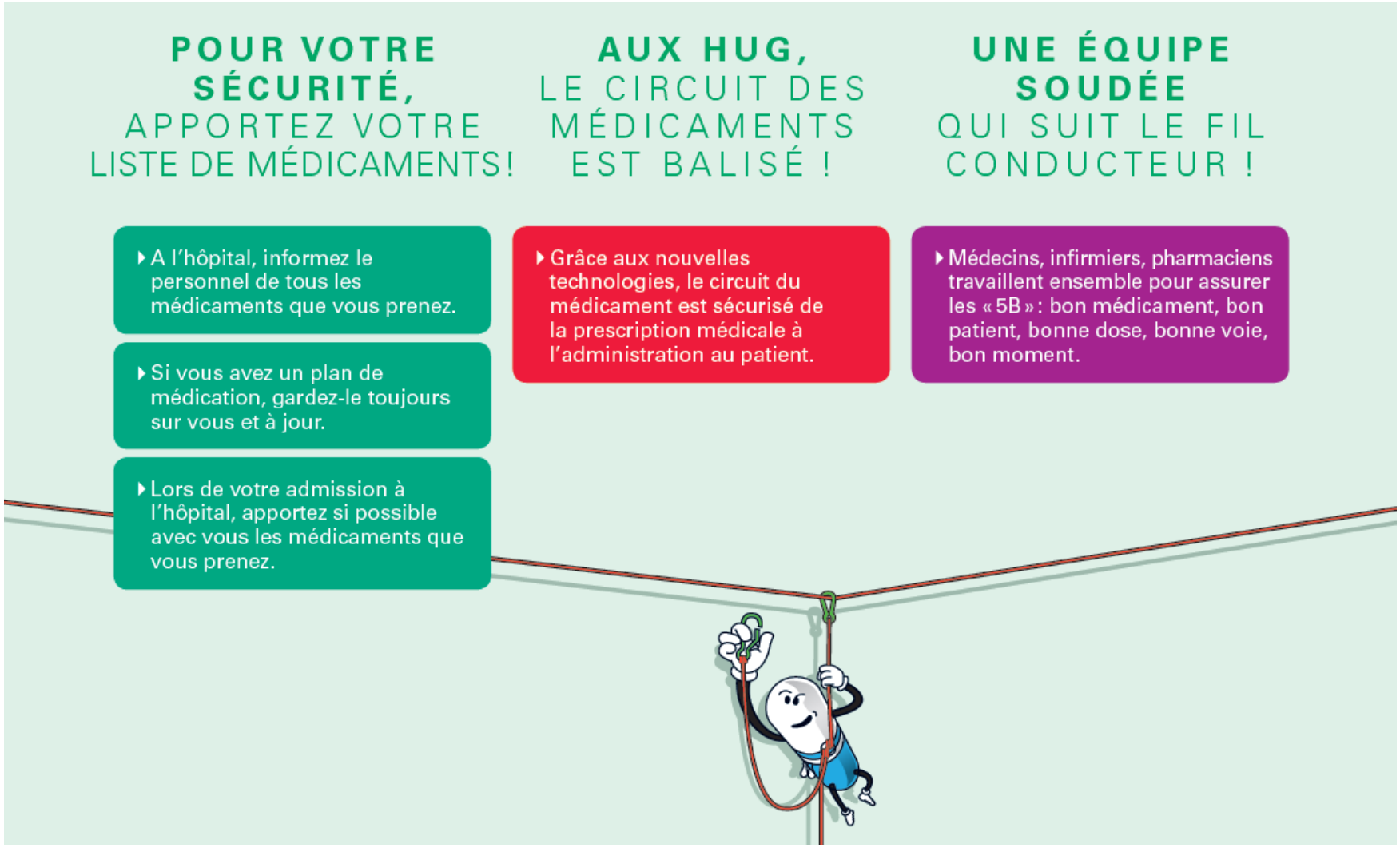
Microlearning sur les compatibilités des médicaments en Y

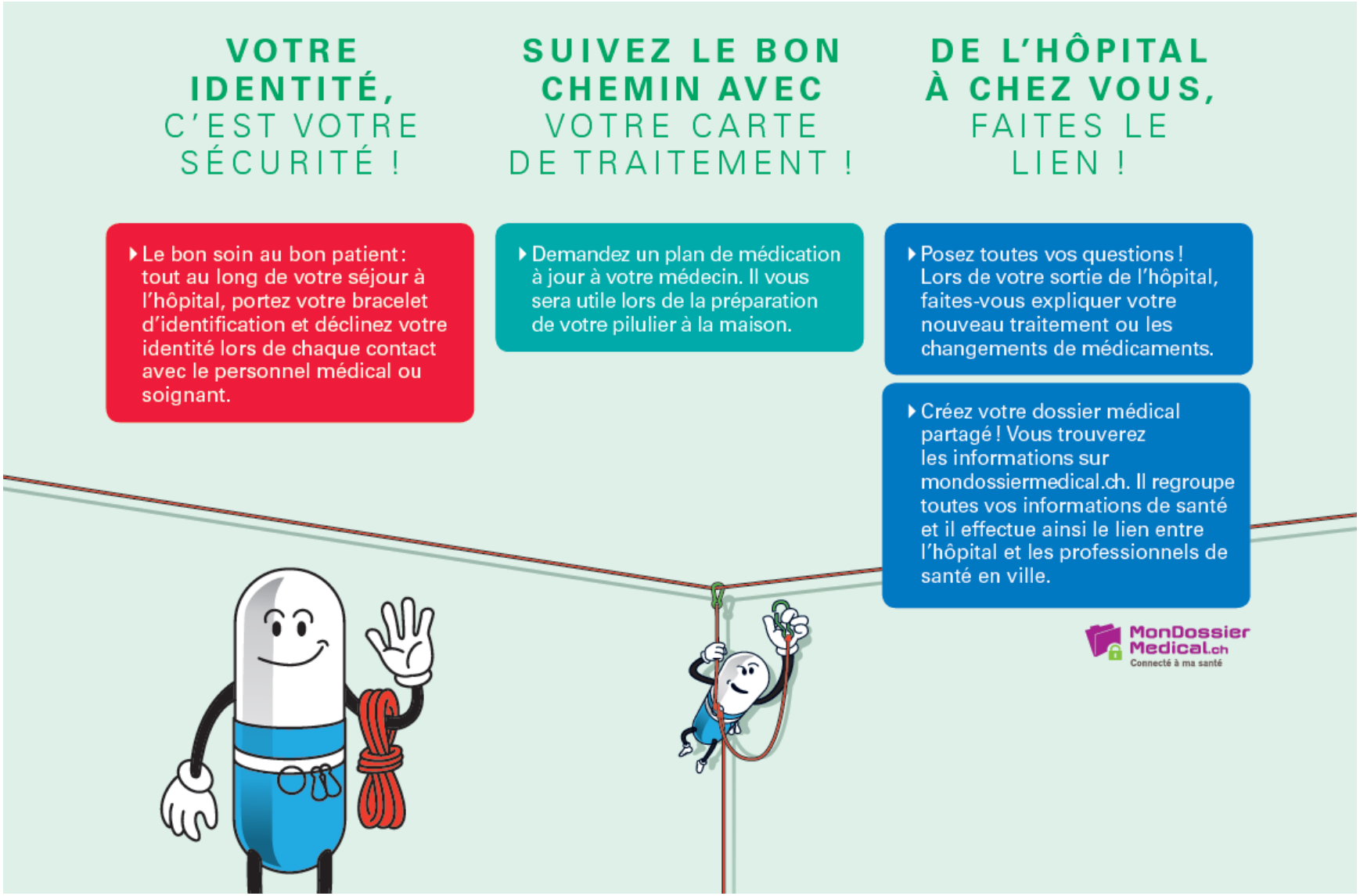
Microlearning sur le calcul de dose

A présent que vous avez regardé les 3 vidéos, veuillez répondre au questionnaire de satisfaction en cliquant sur l'image. **Il est très important que vous y répondiez car il fait partie intégrante de notre étude.**

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 4 : Messages-clefs pour la sécurisation des médicaments, rappelés aux participants lors de leur participation au « Parcours aventure sécurité médicaments » (étude 3)





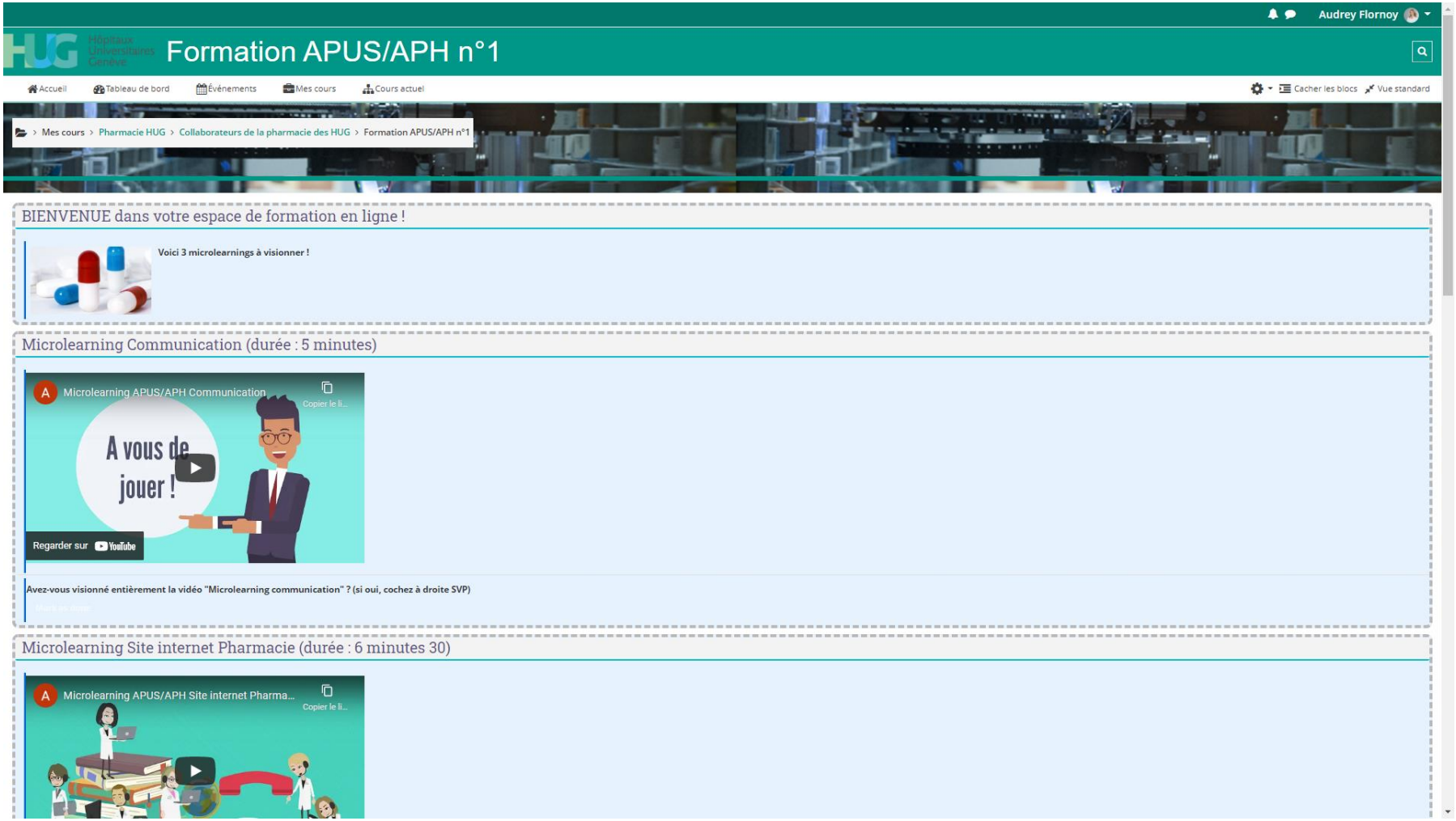
→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 5 : Thématiques d'intérêt pour la formation des assistants en pharmacie des unités de soins (APUS) identifiées grâce à l'étude de besoins (étude 4)

	Formation utile d'après les **APUS**	Formation utile et prioritaire d'après les **pharmaciennes**
Couper/écraser un comprimé : risques associés et gestion des questions simples	✓	✓
Extravasations : documents utiles	✓	✗
Médic. par sondes entérales : documents utiles	✓	✗
Stabilité des médic. et température : gestion des questions simples et documents	✓	✓
Compatibilité des médic. en Y : quelles infos demander pour aider à la résolution des questions	✓	✗
Conversions d'unités de dose : %, mmol, mEq, mg, mcg	✓	✓
Guides des médic. injectables : décrypter les infos	✓	✗
Médic. injectables à prendre per os : document utile	✓	✗
Médic. par voie sous-cutanée : document utile	✓	✗
Communication	✓	✓
Mieux connaître le site internet	✓	✓
Mieux connaître les documents de la page des recommandations	✓	✓
Savoir qui fait quoi à la pharmacie pour mieux savoir à qui s'adresser pour traiter une question	✓	✓
Autres :	-Vocabulaire infirmier sur les sondes entérales et les voies veineuses	-Comprendre la notion sound-alike / look alike et les risques associés

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 6 : Visuel du parcours MoodleTM créé pour la partie distancielle de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4)

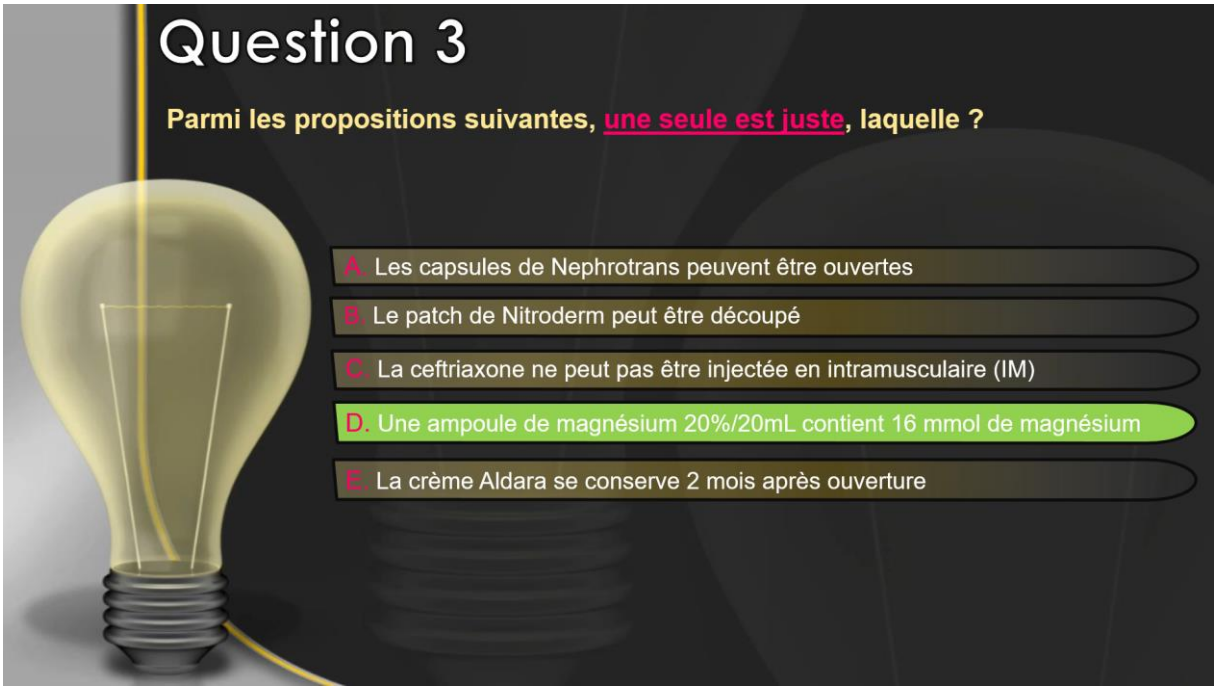


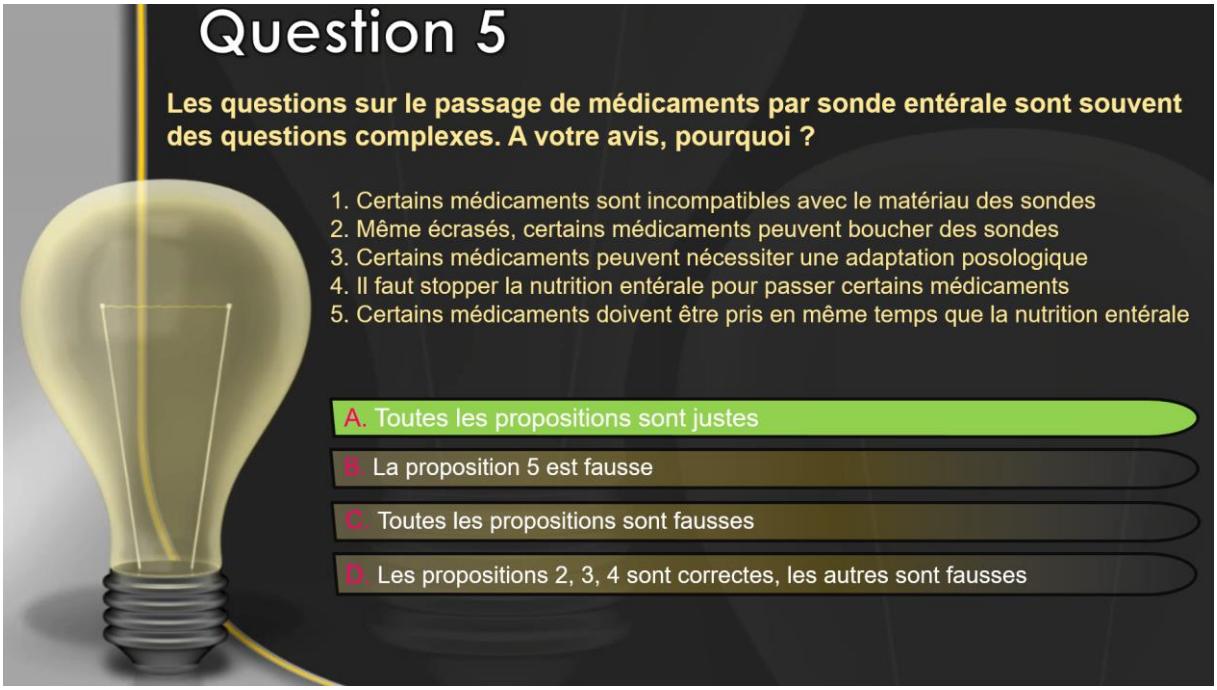
→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 7 : Exemples de questions du jeu « Questions pour une formation ! » de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4)

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 8 : Exemples de questions du jeu « Eclaire ma lanterne » de la formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie (étude 4)





→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 9 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 1 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4)

Rôle de l'infirmier.ière

Vous êtes infirmier.ière aux soins intensifs de pédiatrie. Le médecin a prescrit de la ribavirine (Copegus®) 100mg per os pour un bébé de 5 mois atteint d'une hépatite C. Le bébé pleure beaucoup, les parents sont très stressés et inquiets. Pour apaiser tout le monde, le médecin veut commencer le traitement tout de suite.

Vous vous demandez si vous pouvez écraser un comprimé de ribavirine 200mg (Copegus®), le mettre dans 4mL d'eau, en faire une suspension puis en prendre 2mL avec une seringue orale par la suite. En pédiatrie, il vous arrive de faire cela de temps en temps en attendant de recevoir les capsules faites par la pharmacie.

Vous appelez le téléphone de garde pour avoir de l'aide. Vous exposez votre problématique à votre interlocuteur.

Pour info (**si on vous demande**) :

- votre numéro de téléphone = 51 000
- vous n'avez pas le temps d'aller sur le site internet de la pharmacie car vous êtes très occupé.e
- il vous faut une réponse le plus rapidement possible

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 10 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 2 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4)

Rôle de l'APUS 1

Vous êtes APUS en formation, vous doublez une garde et on vous a confié le téléphone.

Vous êtes à votre bureau, avec une tablette à disposition. Votre téléphone sonne pour vous demander votre aide.

Vous allez devoir prendre l'information puis la transmettre à votre collègue qui vous supervise mais qui était dans la pièce à côté (et qui n'a rien entendu du coup de fil). Ensemble, vous devrez chercher comment répondre à la question posée par téléphone.

Bien sûr, vous pouvez joindre le.la pharmacien.ne de garde à tout moment.

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 11 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : consignes pour le participant 3 (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4)

Rôle de l'APUS 2

Vous êtes APUS. C'est la garde et vous supervisez un.e autre APUS en formation, vous lui avez confié le téléphone.

Vous êtes occupé.e dans la pièce d'à côté et l'autre APUS peut venir vous voir à tout moment. Vous l'aidez volontiers s'il y a une recherche à faire car vous savez qu'elle n'est pas encore à l'aise.

Bien sûr, vous pouvez joindre le.la pharmacien.ne de garde à tout moment.

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT

Annexe 12 : Scénario de simulation sur le thème « Communication » : grille d'évaluation des participants observateurs (formation en blended learning destinée aux assistants en pharmacie - étude 4)

Grille d'observation (Communication)

Date_____

I : insuffisant ; AB : assez bien ; B : bien ; TB : très bien ; E : excellent

Critères	I	AB	B	TB	E	Commentaires
La personne qui écoute la demande de l'infirmier.ère						
• a écouté attentivement la demande sans interruption	☐	☐	☐	☐	☐	
• a posé des questions pour affiner/préciser la demande	☐	☐	☐	☐	☐	
• a reformulé de la demande	☐	☐	☐	☐	☐	
L'APUS qui transmet la question :						
S (**Situation**) : a transmis la question de l'infirmier.ère de manière claire et concise	☐	☐	☐	☐	☐	
C (**Contexte**) : a transmis des éléments cliniques pertinents	☐	☐	☐	☐	☐	
A (**Appréciation**) : a fait une évaluation de la situation (simple, complexe), Se questionne sur comment répondre à la question	☐	☐	☐	☐	☐	
R (**Recommandation**) : a énoncé ce qu'il reste à faire, le délai de réponse, a transmis les coordonnées de la personne demandeuse	☐	☐	☐	☐	☐	

→ RETOUR VERS LA LECTURE DU MANUSCRIT