

Auriez-vous pensé qu'apprendre les bonnes pratiques de fabrication pouvait être fun?

Validation d'un nouvel outil pédagogique.

par
Faustine Berthod

Maîtrise Universitaire d'études avancées en pharmacie hospitalière (MAS)

Genève, janvier 2018

Supervision

Dr Lucie Bouchoud, Pharmacienne responsable du secteur production, Pharmacie des HUG
Prof. Pascal Bonnabry, Pharmacien-chef, Pharmacie des HUG

Résumé

Introduction : La fabrication de chimiothérapies est un procédé à haut risque pour le patient et pour l'opérateur qui les prépare. Afin de maîtriser ces risques, la formation du personnel hospitalier est obligatoire et doit être faite de manière continue, afin de connaître et d'appliquer les bonnes pratiques de fabrication.

Objectifs : Le but de ce travail a été de valider un concept innovant mêlant simulation et jeu sérieux pour la formation continue des opérateurs en production sur le thème des bonnes pratiques de fabrication.

Méthode : Un pré-test et deux post-tests (immédiat et un mois après l'expérience) étaient constitués de questions issues d'objectifs d'apprentissage définis au-préalable. Pour la construction de l'*Esclean Room*, ces questions théoriques ont été transformées en énigmes. La mise en place de l'*escape room* s'est faite dans une salle blanche simulée, permettant aux apprenants d'actualiser leurs connaissances sur les bonnes pratiques de fabrication et de mener une réflexion sur leurs pratiques professionnelles à travers la fabrication d'une chimiothérapie fictive. L'impact sur les connaissances a été mesuré par les pré- et post-tests en corrélation avec des degrés de certitude. Une évaluation de l'outil a été faite par les participants.

Résultats : Vingt-trois questions théoriques ont été choisies pour l'élaboration des questionnaires. L'outil a été testé auprès de 48 apprenants (43.8% pharmaciens, 55.2% préparateurs/assistantes en pharmacie). L'impact de l'outil a été positif, avec une amélioration de la justesse des réponses et de l'assurance (corrélée avec la justesse des réponses) entre le pré-test et le post-test à un mois: les participants ont répondu entièrement correctement à 634/1104 (57.4%) questions au pré-test avec un score de 10986/22080 (49.8%), puis à 801 (79.2%) au second post test (score de 14089/20240 (69.6%)). Si 68% n'avaient jamais participé à un *escape room* auparavant, 79% ont apprécié ce type de formation.

Conclusion : Ce travail a permis la mise en place d'un *escape room* pédagogique en lien avec les processus à haut risque, tel que la production de chimiothérapies. A travers ce projet, il a été possible de démontrer l'impact positif de

la simulation en pharmacotechnie pour améliorer les connaissances théoriques, avec une rémanence de l'acquis un mois après l'expérience.

Mots-clés : jeux sérieux, simulation, escape game, *escape room*, pharmacotechnie, chimiothérapies, formation continue

Table des matières

Résumé	i
Table des matières	iii
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures	vii
Liste des abréviations et acronymes	viii
Remerciements	x
1. Introduction	12
2. Contexte : notions théoriques sur la pédagogie et la simulation	16
2.1. Approches pédagogiques (apprentissage et simulation).....	16
2.2. Place de la simulation en santé.....	22
2.3. Simulation dans le domaine pharmaceutique et pharmacotechnique	26
2.4. Typologies de simulation.....	28
2.5. Avantages et inconvénients de la simulation.....	31
3. Les jeux sérieux ou <i>serious games</i>	36
3.1. Avantages et inconvénients des jeux sérieux.....	38
3.2. Clés pour la mise en place d'un jeu sérieux.....	40
3.3. Exemples de jeux sérieux	41
3.4. Jeux sérieux et simulation	43
3.5. Bonnes pratiques de simulation	44
4. Objectifs et hypothèses	49
5. Méthodologie.....	50
5.1. Conception et mise en place de l'étude	51
5.2. Mise en place de l' <i>escape room</i>	52
5.3. Sélection des participants	60
5.4. Déroulement de l'expérience.....	61
5.5. Évaluation du programme	65

5.6.	Analyse des données.....	65
5.7.	Analyse des données.....	67
6.	Résultats	72
6.1.	Population incluse	72
6.2.	Évaluation de l'impact de l' <i>Esclean Room</i>	72
6.3.	Durée de passage dans l' <i>Esclean room</i>	78
6.4.	Résultats de l'enquête de satisfaction.....	79
7.	Discussion.....	85
7.1.	Questionnaires (pré-, post-tests et enquête de satisfaction)	85
7.2.	Démarche pour la création d'un jeu	85
7.3.	Validation de l'outil	86
7.4.	Degrés de certitude.....	88
7.5.	Recrutement.....	89
7.6.	Résultats de l'étude.....	90
7.7.	Résultats inattendus et biais	94
7.8.	Enquête de satisfaction	95
7.9.	Synthèse	95
8.	Conclusion et perspectives	97
	Bibliographie.....	99
	Annexe 1 : Liste détaillée des questions dans les pré- et post-tests	107
	Annexe 2 : Liste détaillée des énigmes de l' <i>Esclean room</i>	116
	Annexe 3 : Liste des cadenas utilisés.....	123
	Annexe 4 : Scénario de l' <i>Esclean room</i>	124
	Annexe 5 : Flyer invitation	125
	Annexe 6 : Documents du formateur	126
	Annexe 7 : Questionnaire de satisfaction	130
	Annexe 8 : Corrigé des questions	133
	Annexe 9 : Enquête de satisfaction (version complète).....	140

Annexe 10 : Tableaux complémentaires 149

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux thèmes abordés dans les tests et escape room.....	52
Tableau 2 : Exemple d'analyse de l'exactitude d'une question	69
Tableau 3 : Données démographiques des volontaires.....	72
Tableau 4 : Réponses partiellement et entièrement correctes et score total	73
Tableau 5 : Description du nombre de réponses entièrement et partiellement correctes par participant ainsi que du score total	74
Tableau 6 : Justesse des réponses et scores selon la profession.....	77
Tableau 7 : Degré de certitude moyen entre pré- et post-test 2	78
Tableau 8 : Durées des pré-tests et du passage dans l'Esclean Room	79
Tableau 9 : Satisfaction globale de l'outil	80
Tableau 10 : Appréciation des questionnaires.....	81
Tableau 11 : Appréciation de l'Esclean Room.....	82
Tableau 12 : Thèmes dont le développement intéresserait les participants	84
Tableau 13 : Taux de réponses entièrement correctes par question.....	148
Tableau 14 : Description du nombre de réponses correctes par participant.....	149

Liste des figures

Figure 1 : Triangle didactique	17
Figure 2 : Pyramide des processus cognitifs, adaptée de Blum, Anderson et Krathwohl	18
Figure 3 : La « machine » inventée par Mme du Coudray	23
Figure 4 : Les phases de la session de simulation	44
Figure 5 : Critères d'une méthode pédagogique par simulation	44
Figure 6 : Les bonnes pratiques du debriefing	47
Figure 7 : Déroulement général du travail de recherche.....	50
Figure 8 : Plans des espaces bureau, vestiaire et zone de production	53
Figure 9 : Espace bureau	54
Figure 10 : Espace vestiaire	54
Figure 11 : Espace production.....	55
Figure 12 : Cadenas à trois chiffres nécessitant les réponses correctes de trois questions. Le cadenas et les questions ont un élément de couleur verte.....	57
Figure 13 : Entrée de l'escape room.....	58
Figure 14 : Sas d'entrée et de sortie	58
Figure 15 : Intervalles des degrés de certitude.....	59
Figure 16 : Tarification des réponses selon le degré de certitude	60
Figure 17 : Déroulement de la session de simulation	61
Figure 18 : Tarif	69
Figure 19 : Boxplot du nombre de réponses partiellement correctes par participant .	75
Figure 20 : Boxplot du nombre de réponses (entièrement) correctes par participant	75
Figure 21 : Boxplot du score total (corrélé avec le degré de certitude).....	76
Figure 22 : Nouvelles connaissances développées suite à l'expérience	83

Liste des abréviations et acronymes

BPF : Bonnes pratiques de fabrication

CEPAJE : Modèle utilisé pour qualifier un jeu sérieux (acronyme pour Contexte d'apprentissage, Enseignant, Pédagogie, Apprenant et Jeu)

CiS : Centre interprofessionnel de simulation

CMU : Centre Médical Universitaire

DU : Diplôme Universitaire (équivalent à un Certificate of Advanced Studies, CAS, en Suisse)

ECOS : Examens cliniques objectifs structurés

FunMOOC : FUN (France Université Numérique). L'acronyme MOOC signifie en anglais « massive open online course », on peut le traduire par « cours en ligne ouvert et massif »

FSF : Foch Santé Formation

GMP: good manufacturing practices

HAS : Haute Autorité de Santé

Heds : Haute école de Santé de Genève

HUG : Hôpitaux Universitaires de Genève

Ph. Helv. : Pharmacopée Helvétique

SimulHUG : programme de simulation des Hôpitaux et de l'Université de Genève

SoFraSims : Société française de simulation

*Tell me and I forget.
Teach me and I remember.
Involve me and I learn.*
Benjamin Franklin

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont permis la réalisation de ce travail :

Je tiens à remercier le Professeur Pascal Bonnabry, superviseur direct de ce travail, pour son encadrement, ses nombreux conseils durant ce travail et durant ces trois années de MAS et son soutien durant la construction de cet *escape room* pédagogique.

Un immense merci au Dr Lucie Bouchoud, superviseur direct de ce travail, pour son encadrement, ses précieux conseils, sa confiance durant ce projet et sa relecture efficace pendant son congé maternel.

Un grand merci à Ludivine Falaschi, Febronia Grossrieder et Salim Senhaji pour leur aide précieuse durant la réalisation des questionnaires et des énigmes, merci d'avoir testé les énigmes et farfouillé dans vos imaginaires en quête d'idées.

Je tiens à remercier maintenant un certain nombre de personnes sans qui cette étude n'aurait jamais pu être réalisée. Dans un premier temps, un grand merci aux participants des différents hôpitaux et aux binômes tests qui ont eu l'amabilité de participer à cette étude. Pour leur aide plus que précieuse lors de la construction de l'*Esclean Room*, je tiens à remercier l'équipe de la menuiserie des HUG, plus particulièrement André Fellmann, ainsi que Enrique pour avoir su trouver le matériel nécessaire, Raphy pour ses conseils avisés, Jean-Fred et Laurence pour leurs outils et conseils bricolage. Merci à l'équipe du CiS et du SimulHUG, en particulier à José-Manuel Garcia, Robert Doureradjam et Patricia Picchiottino, pour leurs conseils en simulation.

Un grand merci à Antoine Poncet, statisticien aux HUG, pour son aide précieuse et ses explications dans l'analyse des données de cette étude.

Je tiens à remercier tous mes collègues de la pharmacie des HUG et plus particulièrement mes collègues MAS, doctorants et collègues du bureau MAS: Thomas, Mégane, Sandrine, Pauline, Margaux, Laurent, Liliane, Thérèse, Caroline,

Olivia, Bertrand, Claude, Christian et Audrey, merci pour les moments partagés durant ces trois années.

Pour terminer, je tiens à remercier chaleureusement mes parents, famille et amis pour leur soutien tout au long de ces trois années. Un merci particulier à François pour son soutien quotidien.

1. Introduction

Rappelez-vous cette scène : vous êtes enfant et vous voulez faire un gâteau. Ainsi, vous demandez de l'aide à un adulte. Cet adulte vous lit simplement la recette. Pire encore, il fait le gâteau à votre place.

Imaginez votre réaction!

Vous êtes sûrement déçu. Et vous avez raison. En effet, mettre la main à la pâte vous aurait permis d'avoir un meilleur souvenir des étapes de la fabrication du gâteau. Lorsque l'on fait quelque chose par soi-même, on le vit comme une expérience et cela nous marque plus fortement que si quelqu'un nous racontait cette histoire.

Le sujet de ce travail ne se trouve pas dans un livre de recette mais dans un ouvrage appelé Pharmacopée Helvétique (Ph. Helv.), le recueil officiel des médicaments ayant force de loi.

La Pharmacopée Helvétique contient des prescriptions de qualité qui doivent obligatoirement être respectées pour les médicaments et les excipients. Ces règles à suivre s'appellent les bonnes pratiques de fabrication (BPF) et permettent d'assurer la production de médicaments avec une assurance d'une qualité optimale. Les parties qui nous intéressent sont le chapitre « Règles de Bonnes Pratiques de Fabrication des médicaments en petites quantités » et l'annexe cytotostatiques. Ces deux chapitres couvrent 11 domaines (gestion de la qualité, personnel, locaux et équipements, documentation, production, contrôle de qualité, fabrication en sous-traitance, réclamations et retrait des produits, auto-inspection).

Les BPF¹ définissent les mesures qualitatives pour la production et le contrôle qualité et définissent des mesures générales pour s'assurer que les processus utilisés sont validés, revus et documentés et que le personnel, les locaux et les équipements conviennent à la production de produits thérapeutiques. Des exigences particulières sont également décrites dans ce recueil concernant les produits stériles ou biologiques. L'élaboration d'un tel ouvrage se fait grâce à un réseau d'experts, venant de l'industrie pharmaceutique, des autorités en charge de la délivrance des autorisations et des inspections tels que les pharmaciens cantonaux, des universités

et des professionnels pharmaceutiques (des milieux hospitaliers, officinaux, de l'armée et des associations).

Les BPF s'appliquent, entre autres, lors de la fabrication de chimiothérapie ou la production de médicaments stériles dans le domaine pharmaceutique hospitalier.

En effet, la fabrication de chimiothérapies est un procédé à haut risque, autant pour le patient qui la reçoit, l'infirmier qui l'administre et l'opérateur qui la prépare.

De nombreux exemples illustrent ces risques, qui peuvent être immédiats, retardés ou à long terme.

Des effets locaux tels une irritation de la peau après un contact avec un produit cytotoxique, ou une nécrose suite à l'extravasation d'une chimiothérapie ou encore des effets plus généraux comme des maux de tête, des nausées ou des diarrhées sont considérés comme risques immédiats^{2,3,4} tandis que des effets néfastes sur la reproduction sont considérés comme risques retardés⁵.

La garantie de l'asepsie lors de la fabrication de médicaments stériles est primordiale et les BPF définissent les standards de qualité nécessaires à la production de ces produits, tels que des limites de contamination maximale lors de la production, les limites particulières de chaque zone de production ainsi que la définition de zones à atmosphère contrôlée (ZAC).

Pour maîtriser ces divers risques, autant lors de la production, du transport et de la manipulation des médicaments cytotoxiques ou stériles, le personnel hospitalier doit être formé en conséquence. Ainsi, les soignants, transporteurs ou les opérateurs en production sont formés de manière continue.

Ce travail se rapporte uniquement à la formation concernant les opérateurs en production lors de la préparation de tels produits. Un opérateur, afin de respecter les BPF, doit travailler dans des locaux appropriés et avec des équipements adaptés. Sa manière de travailler devra également respecter des règles. Dans les zones à atmosphère contrôlée, la concentration particulière, la température, le taux d'humidité ainsi que les gradients de pression des différentes pièces doivent être maîtrisés afin de limiter les contaminations environnementales et les risques pour l'opérateur, l'équipe et le produit.

Pour connaître les bons gestes et pour minimiser les risques de contamination, il doit se former continuellement, et a la responsabilité de connaître et d'appliquer les BPF.

Les BPF exigent une formation initiale validée pour l'apprentissage des gestes techniques et une validation périodique qui permet de vérifier le travail aseptique de l'opérateur à l'aide de tests de remplissage avec des milieux de culture. La formation continue des opérateurs est obligatoire et se présente souvent annuellement et sous différentes formes selon les hôpitaux et selon les thèmes abordés.

Le but de ce travail a été de développer un outil pour la formation continue des opérateurs en production sur le thème des BPF. Cet outil, basé sur la simulation, permettra aux opérateurs de compléter et d'actualiser leurs connaissances sur les BPF, tout en proposant un nouveau concept pour la formation continue.

Au lieu d'utiliser une approche traditionnelle comme un cours magistral ou un support théorique écrit, il a été décidé de confronter les opérateurs en production aux BPF dans un monde simulé, grâce à un jeu initialement pensé pour le divertissement, et détourné à des fins utilitaires.

Dans une salle blanche simulée, l'opérateur, à travers l'aspect ludique qu'offrent les *escape rooms*, pourra actualiser ses connaissances et mener une réflexion sur ses pratiques professionnelles.

Les *escape rooms* ou *escape games* sont des jeux qui ont d'abord été créés sous forme électronique par Toshimitsu Takagi (Crimson Room et QP-Shot⁶), et qui se sont rapidement transformés en jeu grandeur nature, au Japon et à Hong-Kong, puis en Europe dès 2010.

Le jeu grandeur nature consiste à devoir, souvent en groupe et en un temps imparti, sortir d'une pièce dans laquelle on est enfermé. Afin de s'échapper, il est nécessaire de trouver des indices permettant de résoudre des énigmes pour avancer dans le jeu.

Dans notre cas, les apprenants sont enfermés à deux dans une salle blanche simulée. Durant un temps imparti de 60 minutes, en plus de devoir fabriquer une chimiothérapie pour un patient fictif, ils doivent résoudre des énigmes sur les BPF pour pouvoir ouvrir des cadenas afin d'avancer dans le jeu.

Par l'union du contenu sérieux à la simulation et au côté ludique, les apprenants utilisent leurs connaissances et consolident leurs notions sur les BPF sans s'en rendre compte.

2. Contexte : notions théoriques sur la pédagogie et la simulation

2.1. Approches pédagogiques (apprentissage et simulation)

Vous souvenez-vous d'un enseignement que vous avez particulièrement retenu?

Si vous arrivez à vous en souvenir, c'est que vous n'avez pas vécu au Moyen-Âge, lorsque le facteur limitant dans l'éducation était le contenant : des livres précieux, avec le savoir recopié par des moines copistes, afin de pouvoir l'enseigner. Gutenberg résolut cette difficulté en inventant l'impression, facilitant l'accès au savoir. Aujourd'hui, cet accès est d'autant plus aisé grâce au *world wide web*, l'internet.

Les technologies ont été bénéfiques à la transmission du savoir mais peuvent malgré tout compromettre l'apprentissage⁷. Les barrières à l'apprentissage ne sont plus dues aujourd'hui à l'accès aux connaissances. En effet, face à la pléthore d'informations que l'on trouve aujourd'hui, nous devons les trier, les acquérir et de les transmettre. Plusieurs méthodes de transmission existent (ex. cours présentiels, enseignements à distance, *e-learning*).

L'appréciation d'un enseignement par un apprenant peut se baser sur l'approche pédagogique choisie mais également sur la motivation de l'apprenant. Ces facteurs peuvent faciliter l'acquisition du savoir⁸. L'enseignant joue donc un rôle important dans l'acquisition des connaissances et devrait pouvoir, en plus d'avoir sa propre approche pédagogique, varier ses méthodes d'enseignement selon le sujet enseigné ou le public cible.

La pédagogie fait référence à l'interaction entre l'enseignant, l'apprenant et le savoir⁹ et peut s'illustrer par le triangle didactique (Figure 1).

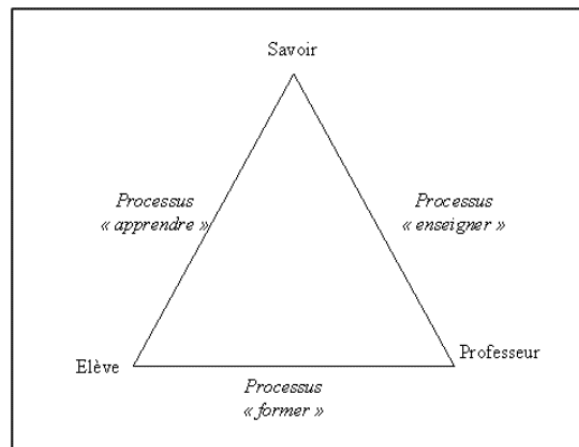


Figure 1 : Triangle didactique¹⁰

L'apprentissage peut être défini comme la « modification stable et durable des savoirs, savoir-faire ou savoir-être d'un individu »¹¹. Les savoirs peuvent être factuels (ex. vocabulaire, symboles, faits), conceptuels (ex. mise en relation d'éléments), procéduraux (ex. accomplissement d'une tâche) ou méta-cognitifs (ex. connaissance de ses propres processus cognitifs, par exemple en répondant à la question « comment vas-tu résoudre ce problème ?¹² »).

Blum, Anderson et Krathwohl^{13,14} ont défini six processus cognitifs croissants qui permettent d'ancrer ces connaissances :



Figure 2 : Pyramide des processus cognitifs, adaptée de Blum, Anderson et Krathwohl

Dans notre outil, nous faisons appel uniquement aux trois premiers niveaux de la pyramide : la mémorisation, la compréhension et l'application.

Plusieurs modèles fournissent des outils qui accompagnent l'apprenant au fil de ces processus cognitifs¹¹. Nous allons en aborder quatre: le modèle transmissif, le behaviorisme, le constructivisme et le socioconstructivisme.

2.1.1. Modèle transmissif¹⁵

Ce modèle domine l'enseignement actuel et place l'enseignant au centre du processus d'apprentissage. Celui-ci a un rôle transmissif et son cours est souvent magistral. Si la transmission est de qualité, ce modèle reste efficace mais la difficulté peut provenir de la transposition didactique, ou comment rendre le savoir enseignable et à la portée des apprenants ?

Les difficultés de ce modèle consistent en la réception et la compréhension du message. Pour que l'apprenant puisse s'approprier la matière enseignée, il lui faudra être attentif, motivé, et doté d'une autonomie d'apprentissage suffisante. Chaque apprenant recevra les informations au rythme imposé par l'enseignant, ce qui pourrait limiter l'assimilation pour certains étudiants.

2.1.2. Behaviorisme (Watson et Skinner)¹¹

Ce modèle est centré sur l'étudiant qui apprend au travers d'« essais-erreurs » et de conditionnements. Par conditionnement, terme issu des travaux de Pavlov¹⁶, on entend enseignement programmé, pédagogie par objectifs (ex. renforcements positifs en cas de réponse correcte et vice-versa).

L'enseignant peut déterminer que l'objectif est atteint lorsque l'apprenant en manifeste la maîtrise, en observant son comportement. Ce modèle, dans lequel les conditions de mise en activité priment, convient aux apprentissages techniques ou professionnels (ex. acquisition d'automatisme, comportements ou gestes professionnels)

2.1.3. Constructivisme (Piaget)¹¹

Dans ce modèle, centré vers l'apprenant, les apprenants construisent leur connaissance par leur activité ou la manipulation d'idées et de connaissances. Grâce aux connaissances acquises, les apprenants en créent des nouvelles. L'enseignant est un facilitateur d'apprentissage et l'apprenant s'adapte au fil de son apprentissage. Dans ce modèle, les situations-problèmes, comme les apprentissages par résolution de problème (ARP) favorisent l'apprentissage : comme l'apprenant ne dispose pas de

suffisamment de connaissances pour résoudre le problème, un conflit cognitif survient et génère des changements conceptuels pour faire progresser l'apprenant.

2.1.4. Socioconstructivisme (Vygotski et Bruner)¹¹

Le socioconstructivisme ajoute une dimension supplémentaire au constructivisme à travers les interactions entre apprenants. L'apprentissage est davantage considéré comme le résultat d'échanges entre enseignant-apprenant et apprenant-apprenant, comme lors de classes inversées lors desquelles l'étudiant devient tuteur. Les apprenants peuvent être de niveaux différents et travailler ensemble sur un objectif commun. L'environnement de mise en activité joue également un rôle précieux dans ce modèle. Un autre modèle socioconstructiviste est le travail en groupe, au cours duquel un conflit sociocognitif se met en place (ex. débat d'idées). Ce conflit est sain et permet grâce aux divergences de points de vue de mener à une solution, heureuse ou malheureuse, qui fait partie de la construction du savoir.

Pour les socioconstructivistes, l'activité mentale ne se produit jamais seule et apprendre est le résultat d'un processus interactif dans lequel les gens apprennent les uns des autres. Les débats d'idées permettent à l'apprenant de réfléchir sur son activité, d'en prendre conscience et de fournir des explications sur ce qu'il fait, et d'en donner la raison. Cette extériorisation de l'activité mentale génère des modes de pensée favorisant l'activité métacognitive.

Dans notre outil, un mélange des modèles behavioriste et socioconstructiviste est présent : les apprenants ne sont pas seuls dans l'*escape room* (socioconstructivisme) et grâce aux cadenas et au format du jeu, ils apprennent par essais-erreurs : tant que la réponse n'est pas correcte, ils ne peuvent pas ouvrir le cadenas et donc pas continuer (behavioriste).

Bien que le modèle choisi par l'enseignant impacte sur le processus cognitif, l'apprenant impacte aussi ce processus par des éléments comme sa motivation ou la représentation de l'enseignement.

La motivation de l'apprenant est importante pour que l'ancrage de l'apprentissage se fasse en profondeur et s'il n'est pas motivé, rien ne le poussera à apprendre. Il existe deux types de motivations¹⁷ : la motivation intrinsèque, qui appartient à l'apprenant, et la motivation extrinsèque, inculquée par l'enseignant.

2.1.5. Motivation intrinsèque

La motivation intrinsèque est la motivation que l'apprenant possède. Il apprécie l'apprentissage en soi ou est intéressé par le sujet enseigné. Comme l'apprentissage l'intéresse, il retiendra le sujet à plus long terme et pourra faire des liens entre ses différentes connaissances, approfondissant sa mémoire de cette manière.

2.1.6. Motivation extrinsèque

La motivation extrinsèque est une motivation à inculquer à l'apprenant. L'enseignant, ou le parent, va encourager l'apprenant, en lui proposant des récompenses pour chaque effort donné. De cette manière, l'apprenant pensera qu'il existe un résultat favorable à l'apprentissage, comme une bonne note. Cette manière de faire ressemble au principe de Pavlov, entraînant un réflexe conditionné chez l'apprenant : grâce à la récompense, l'apprenant trouve l'élan vers l'apprentissage.

2.1.7. Représentation de l'apprenant

La représentation que l'apprenant se fait de la matière ou de soi-même peut influencer sa motivation. Par exemple, s'il a l'impression de ne pas connaître ou de ne pas savoir faire une chose, sa motivation pourrait être diminuée.

En somme, le triangle didactique dépend de plusieurs facteurs. En cas d'efficacité sur tous les points, l'enseignement, l'apprentissage et la formation auront du succès qui se traduira en un développement social et émotionnel, ainsi qu'en l'acquisition de compétences techniques et non-techniques.

2.2. Place de la simulation en santé

Avant de définir la place qu'occupe la simulation en santé, il est nécessaire d'expliquer ce qu'est la simulation, ainsi que son origine.

Pour le Dr. David Gaba, directeur du « *Center for Immersive and Simulation Based Learning* » de l'Université de Stanford, la simulation représente une « technique qui remplace et accentue les expériences réelles par des expériences guidées, souvent immersives, évoquant ou répliquant les aspects substantiels du monde réel d'une manière totalement interactive »¹⁸.

A travers la définition de Gaba, nous comprenons que l'apprenant, pour tirer meilleure expérience de sa session de simulation, doit pouvoir s'immerger dans l'exercice et l'environnement, comme s'il était dans le monde réel. Il n'est pas rare de rencontrer des participants qui, réticents au début d'une session de simulation, pensent ne pas être entrés dans le jeu du scénario. Au moment du *debriefing*, lorsque la session de simulation a été filmée et que certaines parties sont visionnées, les sceptiques sont étonnés de se voir parler au mannequin comme s'il s'agissait d'un vrai patient.

L'intérêt et l'engouement actuels pour l'utilisation de la simulation dans le domaine de la santé vient probablement de son utilisation dans des domaines comme l'aviation ou le militaire, domaines similaires à celui de la santé du point de vue de leur complexité, de l'importance des facteurs humains et de leur organisation. En effet, la simulation fait partie intégrante de la formation des pilotes. Le code des réglementations concernant les pilotes les oblige à acquérir un certain nombre d'heures d'entraînement sur un simulateur d'aviation¹⁹.

Bien que l'utilisation de la simulation dans des domaines hors santé soit fort passionnante et inspirante, nous tâcherons, dans ce travail, de nous concentrer sur l'utilisation de la simulation dans le domaine de la santé.

La définition de la simulation en santé pour la Haute Autorité de Santé (HAS), est « l'utilisation d'un matériel, 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 professionnels²⁰».

L'origine de la simulation en santé remonte très probablement au XVIII^e siècle, et Angélique Marguerite Le Boursier du Coudray pourrait bien en être la fondatrice.

Cette sage-femme française et indépendante s'est battue pour réduire les mortalités infantile et maternelle durant la naissance. Son abrégé, rempli d'illustrations anatomiques en couleur, sa méthode d'enseignement des techniques d'accouchement auprès des paysannes ainsi que sa « machine d'accouchement », ont permis aux plus curieuses de s'instruire auprès d'elle.

En effet, c'est après avoir reçu un enseignement d'obstétrique à Paris, qu'elle décroche un brevet de « sage-femme jurée » et décide de retourner en Auvergne, pour enseigner l'art des accouchements. Ses méthodes d'enseignement touchent autant les médecins, les sages-femmes que les chirurgiens.

Sa « machine à accoucher », en fait une poupée grandeur nature, représente la partie inférieure du corps d'une femme et des bébés de chiffons. Elle s'en sert pour enseigner aux matrones qui ne savent ni lire ni écrire²¹.



Figure 3 : La « machine » inventée par Mme du Coudray, Musée Flaubert et d'histoire de la Médecine, Rouen²²

Aujourd'hui, durant certaines formations pré-grade, la simulation est utilisée. En chirurgie par exemple, l'utilisation de cadavres animaux ou humains, ou de mannequins pour la formation continue, est fréquente. L'anesthésiologie est une discipline incorporant la simulation au mieux pendant la formation²³. La tendance est à l'application systématique du concept « jamais la première fois sur un patient ».

Plusieurs études²⁴⁻²⁷ ont montré un impact positif de l'utilisation de la simulation en pré- et post-grade avec des améliorations techniques (connaissances médicales et cliniques, aisance dans certaines procédures en chirurgie laparoscopique par exemple) et non-techniques telles que communication et travail en équipe. L'impact de la simulation sur une amélioration du système, comme par exemple sur le résultat concernant le patient reste difficile à démontrer.

Utiliser la simulation n'est pas un défi simple. En effet, il ne suffit pas d'utiliser la simulation comme un module attaché à la formation, il faut l'intégrer à la formation continue.

L'utilisation de la simulation en santé est variée. Les occasions où la simulation peut avoir un rôle sont nombreuses, que ce soit lors d'une évaluation de soignants ou pour permettre un retour d'expérience, lors d'une réplication d'un scénario, réel ou créé, dans un environnement réaliste mais simulé.

Dans le cadre du développement professionnel continu, un rapport faisant un état des lieux des initiatives existantes et favorisant le déploiement de la simulation en santé a été rédigé en 2012 par la Haute Autorité de Santé (HAS)²⁸. Afin de promouvoir le développement de la simulation en santé, un guide des bonnes pratiques en matière de simulation en santé a été mis sur pieds. La simulation, pour la HAS, semble être un moyen de renforcer la sécurité du patient et la gestion des risques en permettant de :

- former à des procédures, à des gestes ou à la prise en charge de situations ;

- acquérir et réactualiser des connaissances et des compétences techniques et non techniques (travail en équipe, communication entre professionnels, etc.) ;
- analyser ses pratiques professionnelles en faisant porter un nouveau regard sur soi-même lors du *debriefing*
- aborder les situations dites « à risque pour le patient » et d'améliorer la capacité à y faire face en participant à des scénarios qui peuvent être répétés ;
- reconstituer des évènements indésirables, de les comprendre lors du *debriefing* et de mettre en œuvre des actions d'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins

Lors de son implémentation dans un domaine, la simulation en santé est souvent abordée en parallèle à l'analyse et la gestion des risques. L'Université Paris-Descartes propose un diplôme universitaire (DU) à ce sujet, « Analyse et gestion des risques en santé²⁹ ». A travers le programme, divers thématiques sont abordées, comme l'analyse des erreurs, les méthodes d'analyse de risque, les retours d'expérience et la simulation, avec ses aspects théoriques et ses mises en situation.

Comme la simulation permet de s'immerger dans le réel, de reproduire des situations et d'apprendre des gestes techniques ou non-techniques sans prendre de risque, il est évident qu'elle est un outil essentiel pour les professions à risques et peut aisément être utilisée pour compléter une formation, avec pourquoi pas un but de réduction des risques.

Malgré le fait que l'analyse et la gestion des risques soient une porte d'entrée pour aborder la simulation dans la formation des professions à risques, nous n'avons pas pris cette porte et ne nous sommes pas basés sur le recueil des incidents du secteur de production pour créer notre outil. Si lorsque nous avons peu de compétences, le risque d'erreurs est élevé (comme en début de formation), lorsque nos compétences sont élevées, la prise de risque est majorée, et les risques

d'erreurs également. Les erreurs et les compétences sont donc étroitement reliées et les professionnels aguerris ne sont pas à l'abri d'erreurs.

2.3. Simulation dans le domaine pharmaceutique et pharmacotechnique

Vous souvenez-vous d'une technique de simulation utilisée dans le domaine pharmaceutique ou pharmacotechnique?

Pendant le cursus des études de pharmacie à l'Université de Bâle par exemple, les jeux de rôles sont utilisés en dernière année. L'étudiant, qui joue le pharmacien, se trouve face à un acteur, jouant le patient. La scène est filmée, et l'étudiant reçoit ensuite un retour d'expérience de la part d'un autre étudiant. Enfin, l'enseignant s'appuie sur les séquences filmées pour enrichir son apport théorique.

Lors des examens de fin d'études universitaires de pharmacie en Suisse, les étudiants prennent part à un circuit de stations, au cours duquel ils sont examinés sur leurs performances techniques (connaissances cliniques et théoriques) et non-techniques (communication, empathie). Ces circuits s'appellent « examens cliniques objectifs structurés » (ECOS) et font partie de l'examen fédéral depuis 2012.

Dans la littérature, d'autres exemples d'utilisation de la simulation dans le domaine pharmaceutique pré-grade sont cités²², comme l'utilisation de simulateurs de haute-fidélité pour améliorer la qualité des cours de thérapeutique à l'École de Pharmacie de l'Université de Pittsburgh ou à l'École de Pharmacie de l'Université de Rhode Island, où la simulation est intégrée dans le programme de pharmacologie et chimie médicinale.

En 2012, afin d'enrichir l'enseignement à l'Université de Monash³⁰, un espace virtuel de pratique avec un environnement rappelant une pharmacie a été créé et dédié à l'enseignement de la communication à travers des jeux de rôles.

Un prototype de dispensaire virtuel a été créé à l'Université de Newcastle³¹, en Australie, afin d'offrir un espace interactif aux étudiants en pharmacie pour leur permettre de mettre en pratique leur connaissances. Un cours en ligne sert

d'introduction et donne les objectifs du jeu puis un quiz permet aux étudiants d'utiliser le dispensaire virtuel pour trouver les réponses.

A l'École de Pharmacie de l'Université de Temple, des patients sont simulés pour entraîner les étudiants à l'anamnèse médicamenteuse et aux conseils. Ces échanges sont filmés, permettant ainsi à l'étudiant de s'auto-évaluer par la suite³².

L'École de Pharmacie de l'Université de Purdue possède un centre de simulation, où une salle blanche virtuelle a été créée suite à la collaboration d'un membre de la pharmacopée américaine et un centre spécialisé en conceptualisation des données, Envision. La salle blanche virtuelle est projetée contre un mur et les étudiants portent des lunettes 3D afin de naviguer à travers ce monde virtuel. La création d'une zone à atmosphère contrôlée virtuelle sur ordinateur permet aux étudiants de répondre à des questions sur des concepts clés pour évaluer et renforcer leurs connaissances³³.

Pour des étudiants à distance, une université a développé une machine à comprimé virtuelle, pour faciliter la compréhension du mécanisme aux étudiants à distance³⁴.

Par ces quelques exemples, nous comprenons, que même si dans le cursus pharmaceutique, l'utilisation de la simulation n'est pas autant avancée que dans d'autres domaines²², son utilisation augmente de façon claire. Quelques études ont montré un bénéfice de la simulation par rapport à un enseignement habituel ou à un enseignement de type apprentissage par résolution de problèmes, surtout en matière de connaissances non-techniques³⁵⁻³⁷. Dans notre outil, la simulation sera principalement utilisée dans le cadre de connaissances techniques, l'évaluation des connaissances non-techniques n'étant pas notre objectif principal.

La simulation a son rôle dans l'évaluation des acquis dans le domaine pharmaceutique, entre autre grâce au retour d'expérience immédiat. Sous forme de scénarios, elle permet d'aborder des situations à risque pour le patient. L'apprenant peut améliorer sa capacité à y faire face, il peut également appréhender l'apprentissage de procédures ou de gestes techniques.

A travers le *debriefing*, il peut analyser ses pratiques professionnelles et remettre ses connaissances à jour. Sous un autre angle, la simulation permet également de travailler ses compétences non-techniques, lorsque la session de simulation implique un groupe, il est alors possible d'évaluer les capacités de communication, de résolution de problème ou de leadership des apprenants³⁸.

En France, la HAS a récemment formalisé l'utilisation de la simulation en santé en publiant en 2012 le « Guide des bonnes pratiques en matière de simulation en santé », ainsi que les fiches techniques « Méthodes et modalités » et « Simulation en Santé³⁹». Ces guides soutiennent les professionnels voulant utiliser la simulation dans le domaine de la santé en décrivant la structure de la simulation, les scénarios, les ressources matérielles et humaines. Nous nous sommes beaucoup basés sur ces lignes directrices pour la construction de notre outil.

Bien que la simulation soit encore peu utilisée dans le domaine pharmaceutique, contrairement à d'autres domaines de la santé, son potentiel est intéressant et c'est pour cette raison que nous avons décidé de baser notre recherche dans ce domaine, afin d'enrichir la formation continue des opérateurs en production.

2.4. Typologies de simulation

Il existe différents types de simulation utilisée en santé. En se basant sur les définitions choisies au début de ce travail, « la simulation remplace et accentue les expériences réelles » pour Gaba, tandis que pour la HAS, « la simulation représente l'utilisation d'un matériel, de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé, pour reproduire des situations ou des environnements ».

La HAS³⁹ classe les techniques de simulation en trois catégories :

- Simulation humaine ou animale (patient standardisé, jeux de rôles)
- Simulation synthétique (simulateurs procéduraux, simulateurs patients)
- Simulation électronique (environnement 3D, jeux sérieux, réalité virtuelle, réalité augmentée).

Gaba⁴⁰ décrit les techniques de simulation selon 11 dimensions :

- But et objectifs
- Nombre de participants
- Niveau d'expérience
- Domaine de santé
- Métiers des participants
- Type de connaissances
- Âge du patient simulé
- Technologie utilisée
- Lieu de la simulation
- Degré de participation
- Méthode de feed-back utilisée

Dans ce travail, nous allons nous baser sur la classification utilisée par la HAS et allons décrire brièvement chacune des techniques de simulation avant de nous focaliser sur la technique utilisée dans ce travail.

2.4.1. Simulation humaine ou animale :

Patient standardisé, patient simulé, jeu de rôles⁴¹:

Une personne volontaire (patient ou acteur) entraînée joue le rôle d'un patient spécifique. Un scénario est préétabli et chaque rôle est décrit de façon détaillée.

Ce type de technique est utilisé dans la majorité des disciplines de la santé, en pré-grade comme lors de formations continues et sert à développer les facultés non-techniques (ex. communication avec le patient en cas d'annonce de mauvaise nouvelle, communication inter-professionnelle).

Animal et cadavre⁴² :

Les animaux et les cadavres sont des sources faciles d'accès pour l'apprentissage de gestes chirurgicaux (ex. tissu de cochon préservé pour les sutures ou cadavres pour voies veineuses centrales, anesthésies).

2.4.2. Simulation synthétique^{41,22}:

Simulateur à basse ou moyenne fidélité, simulation procédurale:

Un simulateur de « basse-fidélité » représentera qu'une partie du corps humain (ex. peaux synthétiques pour sutures, bras pour perfusions, bassins pour accouchements) et servira d'outil pour une situation interventionnelle précise.

Un simulateur de « moyenne fidélité » reprendra les mêmes caractéristiques du simulateur de « basse-fidélité » mais permettra de reproduire des interventions plus techniques (ex. simulateurs de coronarographies ou de bronchoscopie).

Ces simulateurs sont utilisés pour l'apprentissage de gestes procéduraux et la mise en pratique des connaissances cliniques.

Simulation hybride:

Combinaison d'un patient simulé et d'une partie de mannequin permettant à l'apprenant d'obtenir les impressions du patient et de lui donner des sensations de réel (ex. bassin d'accouchement et acteur).

Simulation haute-fidélité, patients haute-fidélité:

Le mannequin haute-fidélité représente la technique de simulation avec la technologie la plus avancée et est souvent utilisé par les écoles médicales et de soins infirmiers dans un contexte de simulation (ex. salle d'opération ou de réanimation), permettant une mise en situation de situation clinique proche de la réalité. De grandeur nature et très réaliste, il est programmé à l'avance, obéit à un scénario préétabli et peut être piloté à distance (ex. variation des constantes vitales et de son état clinique selon l'intervention des apprenants).

2.4.3. Simulation électronique :

Réalité virtuelle, interface écran, réalité augmentée, environnement 3D, environnement simulé total²³:

Il s'agit de l'incorporation de patients (mannequins haute-fidélité, ou patients standardisés) à des équipements pour créer un environnement clinique réel et

permettre de reprendre des situations complexes dans un cadre de jeu vidéo ou par un modèle informatique pour les appréhender ou étudier des concepts (ex. modélisation d'une épidémie de grippe, utilisation d'un équipement ou prise de décisions cliniques en fonction de différentes variables). La technique utilisée est très proche des environnements de jeux vidéo et leur modélisation ne semble pas présenter de limite dans la diversité des situations, représentant un grand avantage à leur utilisation et leur accessibilité (logiciels utilisables sur divers supports), même si le coût de création des environnements réalistes virtuels est très élevé. Peu de centres académiques utilisent cette forme de simulation.

Jeux sérieux ^{41,22} :

Les jeux sérieux permettent l'enseignement à travers un divertissement. Souvent il s'agit de jeux vidéo qui servent de base à l'apprentissage mais d'autres jeux, comme les jeux plateaux, sont également utilisés⁴³.

Cette technique peut être intéressante pour les métiers de la santé, car elle permet de créer une approche orientée vers l'apprenant et est peu onéreuse si le jeu utilisé comme appui méthodologique existe déjà.

Notre outil de travail est un jeu sérieux non électronique mis en place dans un environnement simulé total. L'environnement simulé dans notre outil est une zone de production de médicaments cytotoxiques en pharmacie hospitalière et le jeu sérieux utilisé est l'*escape game*.

2.5. Avantages et inconvénients de la simulation

Après avoir défini la simulation et sa place dans le domaine de la santé, nous allons aborder les aspects positifs et négatifs de son utilisation dans ce domaine.

Dans la littérature, nous retrouvons plusieurs avantages et inconvénients de l'utilisation de la simulation comme utilisée principalement, c'est-à-dire dans les milieux médico-soignants, avec un patient simulé dans un environnement fictif ou réel. Nous avons essayé de reprendre chaque point et de les discuter par rapport à notre utilisation (environnement simulé sans patient).

2.5.1. Avantages de l'utilisation de la simulation en santé :

Sécurité pour le patient: Un avantage principal cité dans la littérature est celui de la sécurité pour le patient. L'utilisation de la simulation permet une grande liberté d'apprentissage sans risque pour le patient. Dans notre cas, l'apprenant est à l'abri de risques présents lors de la manipulation de produits toxiques grâce à l'environnement simulé. L'outil mis en place est dédié à la formation continue mais pourrait également être utilisé pendant les études pré-grades et permettre aux étudiants un premier contact avec le domaine de la fabrication hospitalière, comme c'est le cas lors de l'utilisation de la simulation chez des étudiants en médecine pour appréhender le contact et l'impact de ses actions sur le patient simulé²².

Qualité : La possibilité d'entraînements multiples sur un même scénario peut aider la réduction d'erreurs dans la pratique et ainsi améliorer la sécurité de façon indirecte⁴⁴.

Homogénéité du cursus: Lors d'études pré-grades, la simulation permet de représenter une situation que chaque étudiant peut entraîner, permettant de couvrir les connaissances requises par les étudiants. Par exemple, la simulation d'un patient pédiatrique ou de soins intensifs, ou une situation de gestion de conflit ou d'abus de substances permettrait de couvrir des domaines que l'étudiant ne serait pas forcément amené à rencontrer lors de stages pratiques.

Pallie au manque de ressources: Lorsque les places de stages pratiques se font rares ou pour des études à distance, la simulation peut pallier à ce manque de ressources en reproduisant une scène, permettant une immersion dans le monde de la santé²².

Retour sur expérience: Un des aspects formatif de la simulation est qu'elle permet un retour sur expérience souvent immédiat et une possibilité pour l'étudiant de s'auto-évaluer lorsque la session de simulation est enregistrée²².

Environnement contrôlé: L'environnement contrôlé offert par la simulation apporte une sécurisation pour l'apprentissage, qui peut ainsi être standardisé. L'apprenant se sent en confiance pour agir de façon naturelle et améliorer ainsi son

apprentissage. Le contrôle de l'environnement est également bénéfique pour exposer chaque apprenant à la même configuration, autant au niveau de l'environnement que du patient simulé. Les connaissances de chaque apprenant peuvent donc être analysées de la même manière²². Enfin, un environnement contrôlé permet de modifier le scénario, d'ajouter des éléments, perturbateurs ou non et d'ainsi varier la difficulté de la session, pour avancer dans l'apprentissage.

Motivation pour l'apprenant³⁰ : La simulation, liée au côté ludique de la mise en scène, permet d'acquérir des compétences et connaissances de façon rapide et engendre une motivation de l'apprenant. Le cercle vertueux de la simulation se met en place : à travers la simulation, la réflexion et l'interprétation se mettent en place, confrontant l'apprenant avec son savoir préalable, lui permettant d'acquérir de nouvelles connaissances. Plus l'expérience sort du commun, plus l'engagement et l'apprentissage de l'apprenant à travers cette expérience sont mémorables, augmentant potentiellement l'efficacité de l'apprentissage. Plusieurs auteurs^{22,23,45,46} ont comparé les jeux sérieux et l'apprentissage traditionnel et décrit les aspects innovants de l'apprentissage par jeu.

2.5.2. Désavantages de l'utilisation de la simulation en santé :

Manque de réalisme²² : Le premier désavantage de la simulation est que c'est irréel! En effet, malgré les progrès dans ce domaine, une session de simulation ne sera jamais réelle. Ce désavantage est flagrant dans les domaines liés à l'humain, comme le domaine de la santé et lorsque les environnements sont simulés à basse ou moyenne fidélité. Quel que soit le niveau d'avancée de la technologie et des mannequins de haute-fidélité, un patient ne sera pas remplacé par un mannequin et un scénario ne remplacera pas le réel. Les facteurs humains comme les émotions, les personnalités ou les distractions rencontrées dans le monde réel ne seront que difficilement simulés de manière totalement réaliste. C'est pour cela que la simulation ne remplacera probablement jamais un entraînement dans un milieu réel supervisé par des pairs. L'univers fictif de la simulation, où les erreurs des apprenants n'ont pas

de conséquences graves, tout en étant une force de l'utilisation de la simulation, est aussi une faiblesse si le lien avec la vie réelle n'est pas suffisamment marqué.

Participation active de l'apprenant^{18,22}: Sans l'engagement entier de l'apprenant pendant la session de simulation, l'utilisation de la simulation perd son sens et l'apprenant n'en tirera pas bénéfice. Bien que conscients qu'il s'agisse de simulation, les apprenants doivent s'engager dans le scénario afin d'en tirer profit. Plus ils s'engagent et jouent le jeu en passant outre le fait que le patient ou l'environnement est simulé, meilleur sera le profit qu'ils tireront de l'expérience. L'aspect novateur de la simulation peut freiner certains participants. Afin d'engager la motivation de chacun, il peut être nécessaire d'en faire un projet d'équipe, pour que tout le monde s'y sente inclus. Lors de la réalisation du scénario par exemple, chacun peut y mettre du sien. Pendant la session de simulation, il est aussi possible d'inclure chaque apprenant, en installant caméras et micros, permettant aux observateurs d'agir et de donner leur avis pendant la session.

Dirigé vers des compétences spécifiques: Lors de session de simulation, l'apprenant est souvent jugé sur un domaine de compétences particulier, et non sur l'ensemble de ses compétences.

Ressources financières: Les coûts de la simulation sont élevés. Un simulateur haute-fidélité coûte entre 15 000 et 250 000 euros⁴⁷, auxquels il faut ajouter des coûts de maintenance ou support technique. Souvent, il est nécessaire de compléter l'environnement dans lequel se trouve le mannequin, afin d'augmenter la sensation de réalité. De vieux équipements font l'affaire, comme ce fût le cas pour notre expérience, pour laquelle nous avons pu récupérer un ancien flux laminaire vertical.

Ressource spatiale: La simulation requière souvent suffisamment d'espace pour sa mise en place. Dans plusieurs hôpitaux, il existe un centre de simulation, avec des salles configurées et dédiées à la simulation pour la formation continue du personnel. Aux Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG), en plus du centre de simulation, la pharmacie disposait d'une salle que nous avons dédiée à la simulation.

Ressources des facultés : Bien que le retour d'expérience qu'offre la simulation représente un des avantages principaux de la simulation dans le cadre de formations, cela représente également un désavantage conséquent. Pour un retour d'expérience immédiat suite à la session, il faut du personnel dédié au *debriefing* et au feed-back et il faut également que ce personnel soit formé. Non seulement il est nécessaire d'avoir du personnel formé au *debriefing*, pièce maîtresse de la simulation, mais il faut aussi des formateurs avec des connaissances métier, différentes selon les sessions de simulation. Un autre désavantage concernant les ressources des facultés concerne à la fois les ressources spatiales et les ressources humaines. Afin d'ancrer les connaissances à travers une session de simulation, il est nécessaire de l'insérer dans un programme de simulation, avec possibilités de rappels sur le sujet, surtout lorsque ceux-ci sont rares. Ces rappels réguliers permettent l'acquisition de gestes et réactions d'équipes.

Retour sur investissement⁴⁸: les institutions dépensent en ressources pour offrir des nouvelles méthodes pédagogiques sans connaître le bénéfice d'un tel changement.

3. Les jeux sérieux ou *serious games*

Dans le monde de la santé, les jeux sérieux reçoivent une attention particulière, et des conférences ont été développées à ce sujet, autant en Amérique⁴⁹ qu'en Europe⁵⁰. Le concept des jeux sérieux consiste à associer un but éducatif à un aspect ludique²³.

Le jeu est une activité physique ou mentale qui n'a pas d'autre but que le plaisir qu'elle procure⁵¹. Cette activité, organisée par un système de règles, est définie par un but, un résultat et une participation volontaire. Le but permet de motiver la participation volontaire des joueurs qui vont l'atteindre grâce à des règles. Le résultat informera le joueur de ses compétences. Les jeux, au travers de l'histoire, ont été utilisés de manières diverses : à la fois de façon éducative, comme entraînement, pour passer une information ou à titre de distraction³⁰.

L'utilisation des jeux à des fins autres que le divertissement nous conduit à la définition des « jeux sérieux », terme traduit des « *serious games* ». Ces jeux, détournés de leur unique fonction ludique, sont employés à des fins utilitaires : éduquer, diffuser un message, prodiguer un entraînement ou favoriser l'échange de données sont des exemples de fonctions recherchées^{52,42}.

Divers domaines développent des jeux sérieux, comme le militaire, les finances, l'éducation ou la santé⁷⁰. Les jeux sérieux présentent une approche centrée sur l'apprenant, contrairement au modèle pédagogique transmissif, où l'enseignant contrôle l'enseignement. L'apprenant, au travers des jeux sérieux, peut contrôler son processus d'apprentissage de manière interactive⁵³.

Les jeux sérieux ont été considérés comme support intéressant pour la pédagogie suite à une observation des joueurs de jeux vidéos, ou *gamers*. En effet, ceux-là passent souvent des heures devant leur écran⁵⁴. En rajoutant des éléments d'apprentissage, les joueurs nés ne seront-ils pas tentés d'apprendre tout en appréciant le jeu⁵⁵?

Il existe deux principales manières d'associer la dimension ludique à la dimension sérieuse : soit en séparant l'aspect sérieux de l'aspect ludique, soit en les unissant.

Dans la première méthode, le jeu est utilisé comme récompense à la suite d'un travail. Avec cette méthode, il se peut qu'un apprenant dont la motivation ne soit pas intrinsèque, dès qu'il a compris la différence entre le « jeu » et l' « apprentissage », fasse tout pour gagner rapidement, afin de pouvoir jouer uniquement. Le risque est qu'il réponde de manière non réfléchie ou donne la réponse aux autres apprenants lorsqu'il la connaît, pour arriver à la partie récréative plus rapidement (ex. *technocity*, orientation scolaire).

La seconde méthode mélange les dimensions pédagogiques et ludiques de manière à ne plus pouvoir les séparer. Par cette méthode, le contenu sérieux est intégré au sein des mécanismes du jeu. L'apprenant gagne s'il a identifié et compris le contenu sérieux du jeu⁴².

Selon Deci et Ryan¹⁷, les jeux sérieux sont adaptés aux apprenants extrinsèquement motivés. Pour eux, les jeux sérieux pourraient représenter un processus moins douloureux qu'un support pédagogique habituel (cours magistral, etc) pour leur permettre d'atteindre un objectif, et ainsi engendrer un entrain pour l'apprentissage. Cependant, le risque serait que le seul intérêt qu'ils présentent pour les jeux sérieux soit l'aspect ludique et qu'une fois sortis de l'environnement du jeu, ils abandonnent.

Les manières d'associer jeu et contenu sérieux, ainsi que le type d'apprenants concernés par les jeux sérieux nous amène à analyser la pertinence des jeux sérieux.

Pertinence d'un jeu sérieux

Avant de sélectionner un jeu sérieux comme support pédagogique, il est nécessaire de procéder à une analyse de sa pertinence : quel est l'intérêt pédagogique de ce jeu? Permet-il de remplir des objectifs, d'aborder les compétences travaillées?

Nous avons choisi de nous baser sur le modèle CEPAJE⁵⁶ pour considérer le bien-fondé de notre jeu sérieux et sur la taxonomie d'Anderson pour définir les processus cognitifs impliqués dans notre jeu sérieux.

La pertinence d'un jeu sérieux est définie par 5 points selon le modèle CEPAJE :

- Contexte d'apprentissage : lieu et matériel utilisés
- Enseignant : quel est son rôle dans le jeu, dans l'introduction, l'animation et le *debriefing*?
- Pédagogie : quelle méthode est choisie pour atteindre les objectifs?
- Apprenant : comment l'histoire est liée au jeu?
- Jeu : quel mode de représentation est choisi pour le jeu : réaliste, immersif? Quels modes de commandes, quel scénario, quelles règles et quels objectifs sont à atteindre?

A travers le jeu, plusieurs processus cognitifs sont touchés par la complexité des actions mentales mises en œuvre par l'apprenant. Après une analyse de la situation, il doit cerner et comprendre le problème et apercevoir les différents choix. Pour imaginer une solution, il lui faut anticiper les conséquences de ses choix, avant de décider l'option qu'il va mettre en œuvre. Puis, il observe le résultat et analyse son action : qu'est-ce qui a provoqué réussite ou échec⁵⁷?

3.1. Avantages et inconvénients des jeux sérieux

Après avoir cité les avantages et inconvénients de l'utilisation de la simulation en santé, nous allons aborder les avantages et limites des jeux sérieux.

3.1.1. Avantages des jeux sérieux^{42,8} :

Motivation : Les jeux sérieux offrent un avantage pédagogique sur la motivation de l'apprenant. Son côté inhabituel et son effet de rupture fait sortir l'apprenant de la routine et le motive à apprendre au-delà du côté ludique. Le fait que

le joueur doit maîtriser et mobiliser un certain nombre de savoirs pour gagner contribue à accroître sa motivation.

Les jeux sérieux sont des outils intéressants pour l'acquisition du savoir en alliant effet motivationnel par l'utilisation d'autres compétences et principes pédagogiques (approche centrée sur l'apprenant, interaction, répétition et feed-back en continu selon le jeu sérieux). Les jeux sérieux permettent de mettre en valeur certaines qualités de l'apprenant.

Différenciation pédagogique : A travers certains jeux sérieux individuels, les apprenants ont la possibilité d'avancer dans leur progression à leur propre rythme. Par contre, l'*escape room* complique la différenciation pédagogique, car l'apprenant n'est pas seul.

Échec : Les jeux sérieux amènent l'apprenant à identifier par lui-même les bonnes notions sans donner la « bonne réponse » de façon directe. Cet apprentissage par essais et erreurs, ainsi que le message d'échec, par exemple un « game over » donné par le jeu, est moins jugeant que lorsque cet échec vient de l'enseignant.

Échanges : Certains jeux sérieux conçus pour multi-joueurs permettent d'échanger des connaissances tout en stimulant les interactions.

3.1.2. Inconvénients des jeux sérieux^{42,8} :

Générationnel : Est-ce qu'un jeu sérieux fonctionne aussi bien avec les adultes (je pense aux différences générationnelles dans un groupe d'apprenants adultes) qu'avec des enfants?

Équilibre : Les jeux sérieux ne conviennent pas à tous les types d'apprenants et lorsqu'il y a un déséquilibre entre « utilité » et « jeu », par exemple lorsque l'utilité prend une trop grande place, l'apprenant risque de trouver ce support ennuyant.

Contre-production : Un jeu sérieux reste un support pédagogique qui peut être contre-productif s'il est mal utilisé. Le jeu se doit d'avoir une pertinence et celle-ci varie selon les apprenants et l'enseignant.

Intégration : L'intégration du jeu dans le reste du cours est importante. Le jeu sérieux ne doit pas remplacer l'intégralité du cours, il doit le compléter. Une remédiation ou une mise en commun après le jeu est importante pour une meilleure efficacité (le *debriefing* est très important après un scénario : sans le *debriefing*, le scénario ne vit pas).

Lien avec le réel : L'univers fictif du jeu, où les erreurs des apprenants n'ont pas de conséquences graves, tout en étant une force de l'utilisation du jeu, est aussi une faiblesse si le lien avec la vie réelle n'est pas suffisamment marqué.

Le jeu aide à intégrer la théorie dans la vie réelle et c'est à l'enseignant de créer un lien avec la vie réelle (limite conceptuelle entre l'univers du jeu et le monde réel).

Contraintes logistiques : Si le support choisi pour son jeu est informatique, l'accès internet doit être garanti. Le budget peut également entraver la création d'un jeu sérieux.

3.2. Clés pour la mise en place d'un jeu sérieux

Un jeu sérieux, pour avoir du succès auprès des apprenants, doit susciter la motivation de l'apprenant, en intégrant la phase ludique dans une situation d'apprentissage. Les objectifs doivent être atteignables à travers le jeu, qui offre une liberté malgré l'encadrement par des règles. En plus de l'interaction que peut offrir certains jeux sérieux, ils doivent autoriser l'erreur en dédramatisant l'échec tout en éprouvant les stratégies adoptées par l'apprenant, comme sous forme de feed-back par exemples.

Drummond et al.⁸ proposent trois points à garder à l'œil lors de la mise en place d'un jeu sérieux : son effet motivationnel, son efficacité pédagogique et son évaluation.

En premier lieu, il s'agit de motiver les apprenants pour leur permettre d'aborder les objectifs pédagogiques intégrés dans le jeu. Cet aspect, aussi appelé « convergence des motivations », permet de lier les motivations intrinsèques et

extrinsèques de l'utilisateur (liaison de l'apprentissage à l'effet recherché (une bonne note)).

Ensuite, le jeu doit être efficace pédagogiquement, il doit apporter un atout par rapport à un cours traditionnel et son potentiel d'apprentissage doit être maximisé. Drummond et al. s'appuient ici sur les quatre piliers de l'apprentissage : l'attention, l'apprentissage actif, le feed-back et la consolidation.

Enfin, il convient, pour pouvoir évoluer dans la création de son jeu sérieux, de l'évaluer (éducation basée sur l'évidence).

Les quatre piliers de l'apprentissage

Attention : L'attention, à travers le cadre du jeu permet d'atteindre l'excitation du jeu tout en guidant l'apprenant dans le jeu. Ainsi, le jeu est facilité et l'apprenant peut rester concentré sur le contenu sérieux.

Apprentissage actif : L'apprentissage actif, au travers de l'interaction, permet de garder une concentration et un engagement au fil du jeu. L'engagement de l'apprenant peut être amélioré en majorant l'interaction entre le jeu et le contenu pédagogique.

Feed-back : Le feed-back, comme le score par exemple, permet à l'apprenant d'évaluer l'écart entre sa performance objective et sa performance réelle.

Consolidation : La consolidation au travers de la répétition permet de promouvoir la mémoire à long terme. Elle a son importance pour des sujets rares et difficiles.

3.3. Exemples de jeux sérieux

Bien que les clés pour la mise en place d'un jeu sérieux semblent évidentes, les jeux sérieux mis sur le marché n'ont pas tous eu l'effet escompté. Nous allons discuter d'un exemple n'ayant pas rempli les objectifs anticipés et d'un exemple qui a fonctionné.

3.3.1. Arden: the World of Shakespeare: l'exemple qui n'a pas fonctionné⁵⁸

Grâce à un budget de 250 000 dollars de la Fondation Mac Arthur, un professeur a décidé de créer un jeu vidéo permettant de prendre connaissance des œuvres de Shakespeare. Appelé « Arden : the World of Shakespeare » et destiné aux pré-grades, n'a pas rencontré le succès attendu : les étudiants, déçus par le contenu trop peu ludique, ont vite abandonné le jeu. Pour eux, il y avait trop de lecture demandée et pas assez de combats. Le professeur reconnaît avoir été trop ambitieux, sans avoir mesuré l'ampleur et l'implication technologique pour la réalisation d'un jeu réaliste. Par ailleurs, il conseille de connaître le public cible auquel le jeu est dédié pour éviter de mauvaises surprises.

Ainsi nous voyons que créer un jeu sérieux qui fonctionne n'est pas une mince affaire.

3.3.2. Re-Mission : l'exemple qui a fonctionné⁵⁹

« Re-Mission » a été créé pour des patients oncologiques pédiatriques et développé par HopeLab et Realtime Associates. Dans ce jeu, le patient doit détruire plusieurs types de cancers à l'aide d'un robot humanoïde. L'objectif de ce jeu est de saisir l'importance de l'adhérence à son traitement pour vaincre la maladie. La plupart des joueurs étaient extrinsèquement motivés. Leur motivation étant d'être guéris de leur cancer. Le jeu, très apprécié, a montré une efficacité démontrée dans un essai randomisé contrôlé, avec 375 patients et l'effet positif suite à l'utilisation de ce jeu a été une meilleure connaissance, une meilleure efficacité et une meilleure adhérence à la chimiothérapie orale.

Plusieurs raisons ont fait que Re-Mission, contrairement à Arden, ait fonctionné. En plus d'avoir été conçu par une entreprise de développement et d'édition de jeux vidéos, il a été développé en interaction directe avec des jeunes patients oncologiques pour définir leur motivations à jouer. Ces rencontres ont permis de mettre en avant leur envie de drame, de buts faciles à atteindre, de besoin de feed-backs réguliers et d'environnements complexes⁶⁰.

3.4. Jeux sérieux et simulation

Jeux et simulation :

Qin⁶¹ propose une échelle classifiant le spectre du jeu:

Simulators ---- serious games --- simulation games ---- games

Les simulateurs classiques, à gauche, développés pour l'entraînement de tâches spécifiques amènent un réalisme maximal en essayant de répliquer le monde réel. Les jeux, à droite, sont totalement fictifs et imaginaires et leur but est le divertissement. Au milieu, nous trouvons les jeux de simulation et les jeux sérieux. Qin différencie les jeux sérieux, développés à des fins non divertissantes mais développés pour le développement de compétences. Ils offrent un bon réalisme allié avec un facteur ludique d'un jeu traditionnel. Tandis que les jeux de simulation sont placés dans des environnements fictifs ou imaginatifs.

Si l'on compare les jeux sérieux aux simulateurs traditionnels (Qin), nous pouvons nous concentrer sur quatre facteurs fondamentaux :

- Enjeux divertissant : jeux sérieux > simulateurs (développés uniquement pour développer des compétences)
- Coûts du développement : jeux sérieux (si l'on prend un jeu existant) < simulateurs
- Durée du développement : jeux sérieux (si l'on prend un jeu existant) < simulateurs
- Coûts du déploiement : jeux sérieux (car technologie de support bien développée, hardware et software) < simulateurs

3.5. Bonnes pratiques de simulation

La HAS⁴¹ a émis des lignes directrices pour la mise en place de sessions de simulation, comme le déroulement (Figure 4) qu'une séance de simulation devrait suivre et les critères (Figure 5) à respecter.

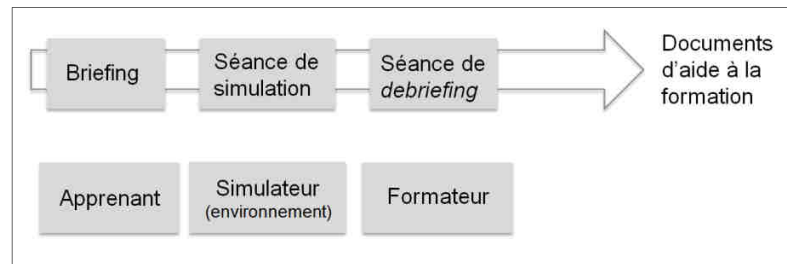


Figure 4 : Les phases de la session de simulation : Briefing, simulation et debriefing

Critères qualifiant une méthode pédagogique par la simulation

- Un objectif pédagogique.
- Un scénario bâti et rédigé visant cet objectif.
- Un *briefing* de présentation du contexte et de l'équipement.
- Un environnement réaliste (validation de la capacité de l'environnement à atteindre l'objectif pédagogique : équipement, réalisme, matériel, mannequin).
- La séance de simulation filmée.
- Un *debriefing* structuré et encadré.
- Un document de fin de séance ou fiche d'aide à la progression.

Figure 5 : Critères d'une méthode pédagogique par simulation

3.5.1. Briefing

Le briefing est important pour assurer le bon déroulement de la séance. Il permet d'expliquer brièvement le concept de la simulation, il permet à l'apprenant de se familiariser avec les locaux, le matériel ou avec le concept comme dans notre cas. L'histoire et le contexte lui sont également présentés.

L'introduction permet de préciser certains éléments, comme les attentes, les règles générales, le rôle du formateur, le contrat fictif si nécessaire et le rappel de valeurs ou règles de confidentialité.

3.5.2. Animation ou passage sur simulateur

L'animation, partie centrale de la session de simulation, se déroule autour d'un scénario, souvent basé sur des situations professionnelles. La simulation, si elle est construite autour de scénarios trop catastrophiques, diminue sa valeur pédagogique. En effet, l'apprenant peut mieux transférer ses connaissances nouvellement acquises sur un scénario représentant une situation difficile mais raisonnablement fréquente que lors d'un scénario trop rare⁴¹.

Dans notre cas, le scénario est la production d'une chimiothérapie, depuis la réception de l'ordonnance, en passant par la constitution du kit, l'habillement, jusqu'à la production. Le simulateur utilisé dans cette séance est une salle blanche, avec espace bureau pour la préparation du kit et un vestiaire.

Le rôle du formateur pendant la simulation est la construction du scénario en amont, puis le pilotage de la session, qui peut évoluer en fonction de la réaction des apprenants. Le formateur doit avoir des connaissances métier et une approche pédagogique par la simulation. Il doit être en mesure d'ajuster le scénario de manière permanente pour maintenir l'apprenant en situation de résolution de problème et pour éviter de terminer sur un échec. Pour ce faire, le formateur intervient lorsque l'apprenant est bloqué. Sa contrainte est double : à la fois, il doit faire évoluer le scénario, mais il doit aussi évaluer les apprenants. Dans notre cas, l'évolution des apprenants n'est pas le but principal. Les aspects techniques (hygiène, fabrication de

la chimiothérapie, respect des bonnes pratiques de fabrication) ont été évalués mais pas les aspects non-techniques tels que communication, leadership etc.

Il est possible de réduire le temps de la simulation d'une façon non homothétique au temps réel, afin de ne pas perdre les objectifs de vue, et de maintenir à certains moments un temps quasi réel pour construire des capacités cognitives qui seront effectivement transférables utilement⁶².

3.5.3. Debriefing

Le *debriefing*, bien qu'il soit très important en simulation, ne sert pas à revisiter l'entier du scénario, mais clôture la session de simulation. Il est possible de s'appuyer si nécessaire sur des enregistrements vidéo. Le *debriefing*, dont la durée est identique ou supérieure à l'animation, se divise en trois parties : phase descriptive, phase d'analyse et phase de synthèse.

Avant de débiter le *debriefing*, une pause peut être nécessaire pour que les apprenants prennent du recul. Dans notre cas, la transition se fait lorsque les apprenants, sortant de la salle blanche, se changent et échangent entre eux et avec moi sur ce qui vient de se passer. Le but du *debriefing* est de ne pas terminer sur un échec.

D'abord, nous analysons le ressenti des participants, en leur demandant comment ils ont vécu l'expérience, comment ils sont rentrés dans la simulation ou comment ils ont géré leur stress.

La phase d'analyse permet ensuite de décortiquer le scénario, en discutant la situation. Dans notre cas, nous reprenons les questions apparues dans le jeu de manière chronologique, afin d'ôter les malentendus et d'ancrer les connaissances. Si nécessaire, des explications et des remarques sont proposées pour chaque question. Finalement, la synthèse permet aux apprenants de résumer les points clés, de réunir les éléments appris durant la séance et d'apporter leur conclusion. Le *debriefing* est très intéressant lorsque les apprenants sont de métiers différents, poussant l'interaction entre corps de métier reflétant la pratique journalière.

Les 12 bonnes pratiques de *debriefing*⁶³

1. Les *debriefings* doivent avoir un intérêt diagnostique (forces et faiblesses des participants).
2. Ils doivent être réalisés dans un environnement facilitant l'apprentissage.
3. Les formateurs et participants doivent privilégier les discussions sur le travail d'équipe.
4. Les leaders doivent être formés à l'art et la science du *debriefing*.
5. Les membres participants doivent se sentir à l'aise durant les *debriefings*.
6. Le *debriefing* doit être focalisé sur quelques points critiques.
7. Les comportements et interactions d'équipes performantes doivent faire l'objet de descriptions ciblées.
8. Des indicateurs objectifs de performance doivent être utilisés.
9. Les résultats du *debriefing* doivent être fournis secondairement.
10. Le *debriefing* doit être réalisé à la fois au plan individuel et au plan de l'équipe au moment le plus approprié.
11. Le *debriefing* doit avoir lieu dès que possible après la séance.
12. Les conclusions et les buts du *debriefing* doivent être enregistrés pour faciliter des *debriefings* ultérieurs.

*Figure 6 : Les bonnes pratiques du *debriefing*⁴¹*

Le *debriefing* se classe en 3 niveaux selon le degré de facilitation^{64,65}. Lorsque le niveau de facilitation est élevé, nous avons un public expert et le formateur n'intervient uniquement dans le cadre des objectifs.

En cas d'un public novice (pré-grade ou participants peu actifs), le formateur intervient pour donner du feed-back de manière plus fréquente et nous parlons alors de niveau de facilitation faible.

Dans ce travail, la transmission active des informations correctes est donnée lors du *debriefing*, se rapprochant du niveau de facilitation faible. L'intention dans cet outil est d'informer les participants sur les questions posées durant le jeu et de modifier leur

réflexion et comportement futur en cas de réponses erronées ou de doutes sur un sujet.

3.5.4. Évaluation de la séance

L'évaluation de la séance par les apprenants est un élément clé pour permettre à la simulation de progresser. Dans notre cas, un questionnaire de satisfaction est rempli à la fin de la session de simulation, et les apprenants peuvent proposer des axes de progrès, afin de permettre au scénario d'évoluer.

4. Objectifs et hypothèses

C'est sur l'envie de diversifier la formation continue des opérateurs en production qu'a démarré la construction de ce travail.

Rapidement vient la constatation que la technologie fait de plus en plus partie de notre quotidien, autant dans le travail journalier de production à la pharmacie des HUG, avec l'arrivée récente d'un robot pour la fabrication des chimiothérapies que dans le développement de cours en ligne, tels que e-learning, ou d'applications pour smartphones. La technologie de la simulation, utilisée dans de nombreux domaines, proches ou loin de celui de la santé, a également déjà été introduite dans le domaine de la pharmacotechnie.

Quelle est donc la nouveauté de ce travail, si ce n'est qu'une nouvelle utilisation de simulation dans le domaine de la pharmacotechnie?

Cette fois, c'est l'alliance du jeu et de la simulation qui nous a poussés à créer un outil pour la formation continue des opérateurs en production.

Le sujet des bonnes pratiques de fabrication nous paraissait être un domaine idéal pour mettre en pratique cet outil innovant, avec le but de renforcer les connaissances et l'assurance des personnes travaillant en lien avec ces bonnes pratiques de fabrication, comme les opérateurs en production.

Les hypothèses de notre étude étaient les suivantes :

- Un plus grand nombre de réponses correctes seraient données à un questionnaire sur les bonnes pratiques de fabrication après être passé, en binôme, dans l'*escape room*
- Le degré de certitude des réponses s'accroîtrait après le passage dans l'*escape room*
- L'appréciation générale de cet outil serait supérieure à d'autres formes d'enseignement ?

5. Méthodologie

Ce travail de recherche s'est étendu sur une durée de huit mois (mai à décembre 2017). Les différentes étapes de sa réalisation sont illustrées dans la figure 7.

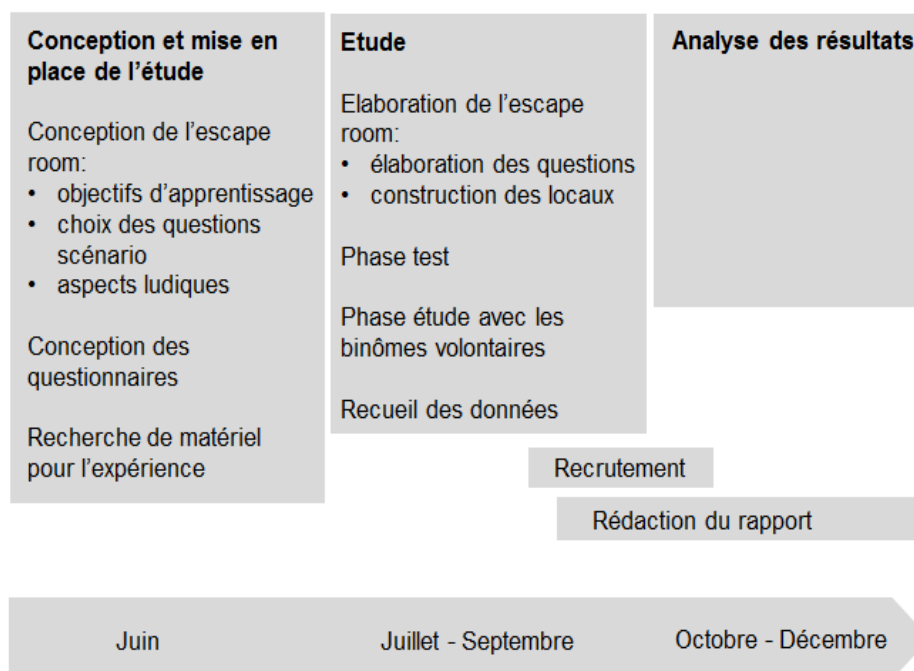


Figure 7 : Déroulement général du travail de recherche

Un travail transversal a permis la mise en place de cet outil :

- La littérature sur la *gamification*, la simulation en santé et les jeux sérieux a été recherchée.
- Un MOOC⁶⁶ sur les jeux sérieux, « Enseigner avec les *Serious Games* », a été suivi sur plusieurs semaines. Celui-ci, proposé par l'Université de Montpellier, était diffusé sur la plate-forme funMOOC.
- Diverses « *escape rooms* » ont été visitées et des créateurs d' « *escape rooms* » ont été rencontrés, afin de comprendre le succès de ce concept et d'avoir quelques clés pour la création de notre propre « *Esclean room* »

- Les bonnes pratiques de fabrication ont été parcourues, afin de définir le contenu sérieux de notre outil pédagogique.
- La validation de cet outil par un pré-test et un post-test a nécessité des connaissances sur la construction de questionnaires, sur les questions à choix multiples, et l'utilisation des degrés de certitude.

Notre recherche bibliographique ne s'est pas limitée aux articles scientifiques. Différents canaux ont été utilisés, comme les bases de données en ligne, telles que PubMed, les journaux⁶⁷ concernant la pratique et la technologie, mais également les sites spécialisés et dédiés au développement de la simulation en santé^{68,49} ou des jeux sérieux, comme celui de la SoFraSims (société française de simulation).

La visite de deux centres de simulation, le SimulHUG des Hôpitaux Universitaires de Genève et le FSF (Foch Santé Formation), avec 600m² de salles de formation dont 200m² de plateaux techniques haute-fidélité, a été fort enrichissante pour se plonger dans le monde de la simulation hospitalière. Pour la pratique de session de simulation, la participation à deux sessions de simulation, avec des infirmiers anesthésistes et avec des étudiants infirmiers a été riche en expérience.

L'apprentissage du vocabulaire et des concepts de base s'est fait au travers de lecture de manuels dédiés, tel que l'ouvrage sur « La Simulation en Santé – De la théorie à la pratique, par Boet, Granry et Savoldelli⁶⁴.

5.1. Conception et mise en place de l'étude

5.1.1. Sélection des questions

Dans un premier temps, les questions à placer dans l'*escape room* et dans les questionnaires ont été sélectionnées en groupe, à l'aide de trois pharmaciens du secteur de production de la pharmacie des HUG et de la préparatrice responsable des formations du même secteur. Deux sortes de réunions hebdomadaires ont été organisées sous forme de « *brainstorming* ». Le premier type a permis de déterminer le contenu sérieux de l'outil, à travers des thèmes à aborder dans le cadre d'une formation continue pour les préparateurs en production et dans la sélection des

questions. Le deuxième type de réunions a permis à l'équipe de réfléchir au contenu ludique de l'*escape room*.

Après consultation, 23 questions ont été retenues pour constituer le contenu sérieux de l'*escape room*. Ces questions reprennent 5 thèmes de la Pharmacopée Helvétique et sont détaillées dans le tableau 1.

Les questionnaires et les questions telles que présentées dans l'*escape room* ont été validés par ce groupe.

Tableau 1 : Principaux thèmes abordés dans les tests et escape room

Thèmes	Contenu
Gestion de la qualité	définitions, calcul
Personnel	sources de contamination, tenues et zones
Locaux et équipements	filtres, pression, nettoyage, désinfectants, chlore, acide peracétique et peroxyde d'hydrogène, zone environnementale d'un isolateur en dépression, équipements, classification des zones
Production	gants, contaminations microbiologiques et risques, stérilisation, définitions, pression, définitions
Contrôle qualité	contaminations

La liste détaillée des questions telles que posées dans les pré- et post-test et les questions de l'*escape room* se trouvent en annexe (Annexes 1 et 2).

5.2. Mise en place de l'*escape room*

5.2.1. Matériel technique

Le lieu dédié à la construction de l'*escape room* était un laboratoire situé dans le Centre Médical Universitaire (CMU) d'une taille d'environ 36 m² (Figure 8).

L'espace a été divisé en trois pièces, basées sur la conception d'une zone de production standard.

La première pièce (Figure 9) avec le lavabo allait être dédiée à l'espace « bureau et préparation des kits ». Un bureau, une chaise, ainsi que le matériel nécessaire pour la constitution des kits y ont été installés. Des sas d'entrée et de sortie ont également été créés (Figure 14).

Dans la deuxième pièce (Figure 10), le vestiaire, une ligne au sol sépare la zone D de la zone C et un charriot contenant le matériel nécessaire à l'habillage était placé.

Dans la troisième pièce (Figure 11), représentant la zone de production, en plus des sas d'entrée et de sortie communiquant avec le premier espace, un flux laminaire vertical avec filtre d'extraction et une table ont été installés.

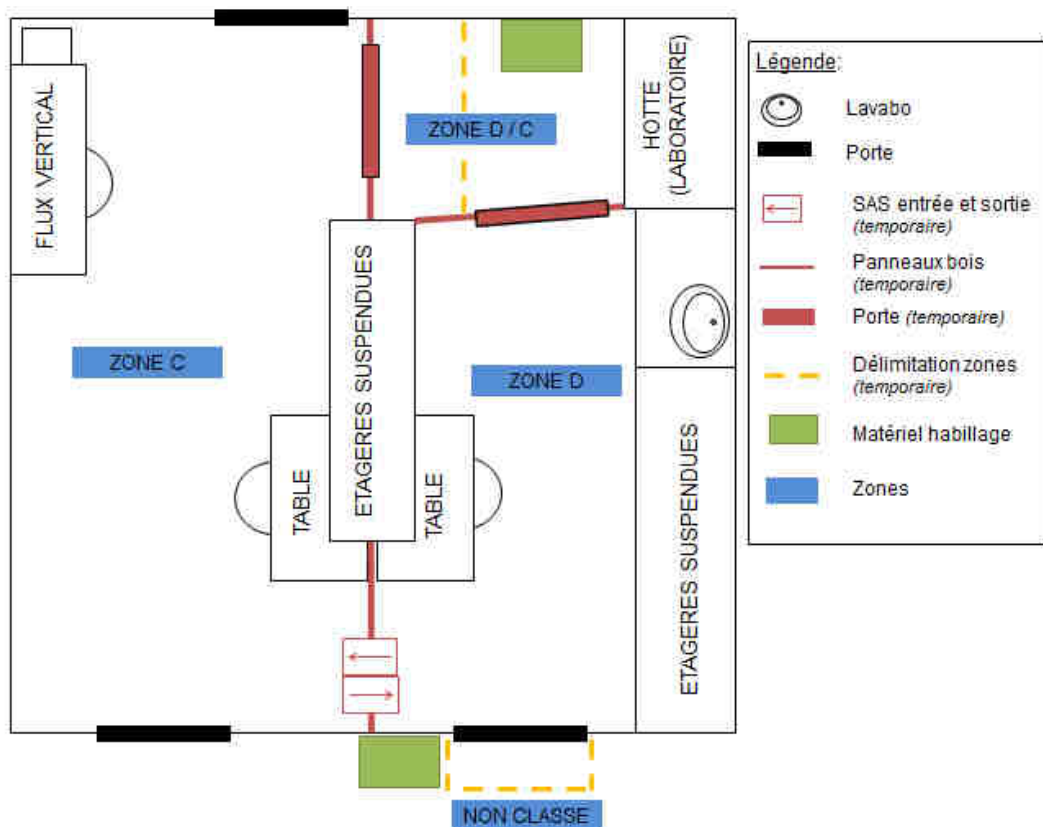


Figure 8 : Plans des espaces bureau, vestiaire et zone de production

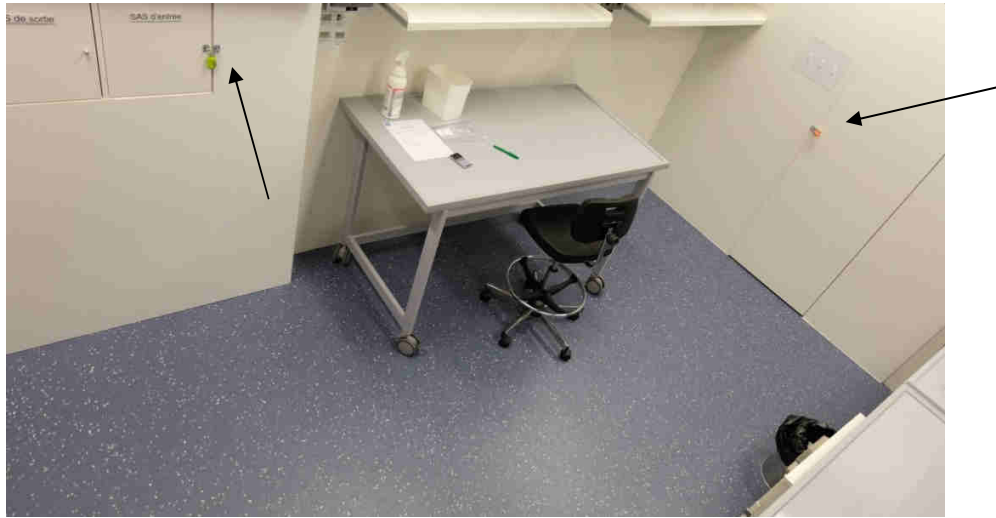


Figure 9 : Espace bureau (flèches indiquant l'emplacement des cadenas)



Figure 10 : Espace vestiaire (flèches indiquant l'emplacement des cadenas)

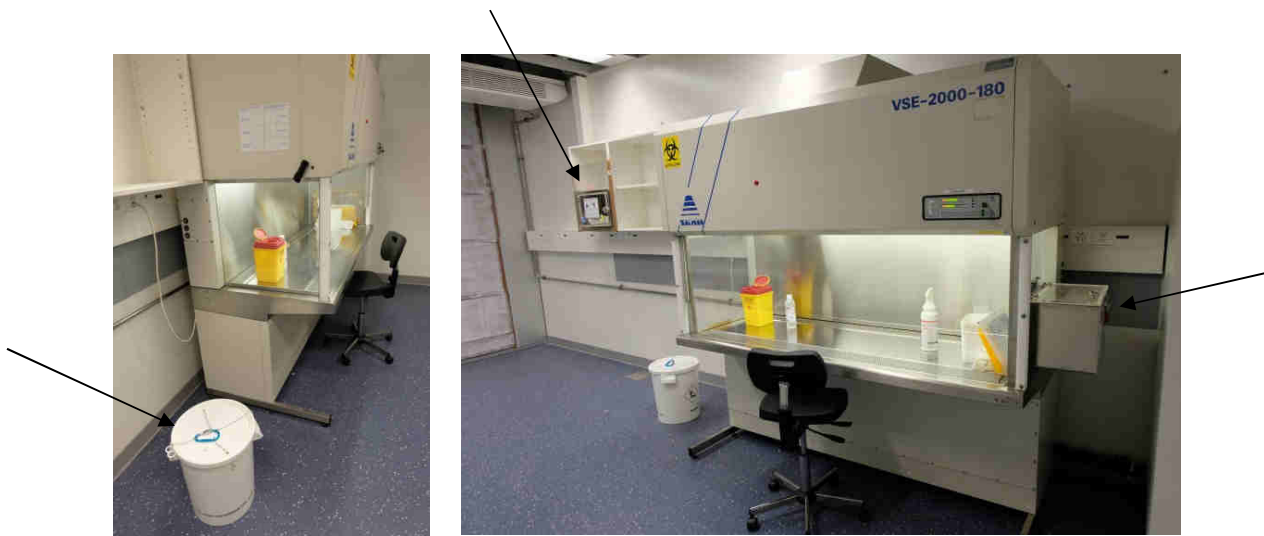


Figure 11 : Espace production (flèches indiquant l'emplacement des cadenas)

Afin de simuler une zone de production, il nous a fallu disposer le matériel nécessaire pour la fabrication d'une chimiothérapie dans les pièces. Pour l'aspect ludique, il a été choisi de se baser uniquement sur des cadenas (liste en Annexe 3), placés à des endroits stratégiques (Figures 9 à 11).

5.2.2. Installation de l'*escape room*

Pour reprendre l'aspect ludique des *escape rooms* existantes, il a été nécessaire d'échafauder des énigmes variées ainsi que certains « effets spéciaux » tout en respectant l'aspect propreté des salles blanches, pour ne pas s'éloigner de la réalité de façon trop franche.

Pour remplir ce critère, une attention particulière a été portée au matériel pouvant être présent dans une salle blanche. Les effets spéciaux choisis ont été réalisés d'une part avec de la lumière UV, avec de la peinture phosphorescente et avec un miroir.

Dans cet outil, l'imbrication des questions dans le jeu revêtait une importance primordiale. L'ordre et la variété des questions devaient permettre au joueur de répondre à chacune des questions tout en le gardant motivé.

Le déroulement souhaité est représenté sous forme de scénario (Annexe 4). Les différentes pièces sont représentées par une couleur différente. En vert, nous

avons tout ce qui se déroule dans le bureau, en rose dans le vestiaire, en orange ce qui se passe dans le flux, et en bleu, ce qui se passe également dans la partie de production mais en dehors du flux. Les questions disséminées dans l'*escape room* sont représentées par des losanges de la couleur de la pièce correspondante, les cadenas et les codes sont symbolisés par des rectangles grisés. Les actions sont décrites avec des nuages et les rectangles vides décrivent le matériel spécifique lié à une question. Nous voyons que pour ouvrir certains cadenas, il peut être nécessaire de répondre correctement à plusieurs questions (Figure 12) ou que des indices trouvés dans les pièces précédentes aident à la résolution de l'énigme.

Différents types de cadenas ont été utilisés pour l'élaboration de cette *escape room* : des cadenas à chiffres ou à lettres, et de combinaisons différentes.

AS de sortie SAS d'entrée

Comment nettoyer un flux ou une zone?
additionner la ou les réponse(s) correcte(s)

4: de la zone la plus propre à la plus sale?

7: de bas en haut?

2: de la zone la plus sale à la plus propre?

0: avec des mouvements de zig-zag?

2: de haut en bas?

5: sans mouvements de zig-zag?

IFOSFAMIDE JOUR 1

NOM PRENOM : **Romes Kiren** DATE DE NAISSANCE : 12 08 1976
 SERVICE : Oncologie PNEUMO OUPATIENT : 40 kg SURFACE CORPORELLE : 1 53 m²

Ordonnance : Ifosfamide 1.32g/m²
 Posologie totale : 1.32 g

MODE OPERATOIRE

1/ Poser la tubulure sur la poche et la purger
 2/ Dissoudre 2g d'**Holoxan**® avec 50mL d'eau ppi → concentration : **40** mg/mL
 3/ Prélèver le volume prescrit (cytosafte) : **33** mL
 4/ Ajouter ce volume à la poche

Stabilité : Dans du glucose 5% ou du NaCl 0.9% : 7 jours à température ambiante. A l'abri de la lumière

Quel numéro correspond à la bonne réponse?					
1	2	3	4	5	6
1.32 g	62.1 g	62.1 g	1.32 g	1.32 g	1.32 g
50 mg/mL	40 mg/mL	50 mg/mL	40 mg/mL	40 mg/mL	40 mg/mL
33 mL	8.25 mL	8.25 mL	33 mL	33 mL	33 mL

Relier les sources de contamination aux mesures de protection
ex. flacons de principe actif → décontaminant

AS de sortie SAS d'entrée

Comment nettoyer un flux ou une zone?
additionner la ou les réponse(s) correcte(s)

4: de la zone la plus propre à la plus sale?

7: de bas en haut?

2: de la zone la plus sale à la plus propre?

0: avec des mouvements de zig-zag?

2: de haut en bas?

5: sans mouvements de zig-zag?

IFOSFAMIDE JOUR 1

NOM PRENOM : **Romes Kiren** DATE DE NAISSANCE : 12 08 1976
 SERVICE : Oncologie PNEUMO OUPATIENT : 40 kg SURFACE CORPORELLE : 1 53 m²

Ordonnance : Ifosfamide 1.32g/m²
 Posologie totale : 1.32 g

MODE OPERATOIRE

1/ Poser la tubulure sur la poche et la purger
 2/ Dissoudre 2g d'**Holoxan**® avec 50mL d'eau ppi → concentration : **40** mg/mL
 3/ Prélèver le volume prescrit (cytosafte) : **33** mL
 4/ Ajouter ce volume à la poche

Stabilité : Dans du glucose 5% ou du NaCl 0.9% : 7 jours à température ambiante. A l'abri de la lumière

Quel numéro correspond à la bonne réponse?					
1	2	3	4	5	6
1.32 g	62.1 g	62.1 g	1.32 g	1.32 g	1.32 g
50 mg/mL	40 mg/mL	50 mg/mL	40 mg/mL	40 mg/mL	40 mg/mL
33 mL	8.25 mL	8.25 mL	33 mL	33 mL	33 mL

Relier les sources de contamination aux mesures de protection
ex. flacons de principe actif → décontaminant

Figure 12 : Cadenas à trois chiffres nécessitant les réponses correctes de trois questions. Le cadenas et les questions ont un élément de couleur verte



Figure 13 : Entrée de l'escape room (avec matériel d'habillement, procédures et délimitation au sol)



Figure 14 : Sas d'entrée et de sortie (pour la chimiothérapie)

5.2.3. Conception des questionnaires

Trois questionnaires sur le thème des aspects de BPF ont été élaborés :

- Un pré-test, contenant 23 questions de format divers (questions à choix multiples, listes déroulantes, texte libre) qui se retrouvent dans l'*escape room* ainsi que des questions démographiques,

- Un post-test fait immédiatement après le jeu, avec les mêmes questions que le pré-test (et celles de la salle), placées dans un ordre différent pour éviter un biais de mémorisation. Un questionnaire de satisfaction y est également associé.

- Un post-test fait 1 mois après le jeu et identique au post-test.

5.2.4. Utilisation des degrés de certitude

Chacune des réponses aux questions était suivie par une indication du degré de certitude (Figure 15) pour donner la possibilité à l'apprenant d'exprimer l'appréciation de ses compétences. En effet, un participant pourrait répondre correctement à une réponse sans en avoir l'assurance, et vice et versa.

La notion de degré de certitude permettant de mesurer l'effet du hasard est catégorisée comme suit, en se basant sur les publications du Professeur Leclerc^{69,70}:



Figure 15 : Intervalles des degrés de certitude¹⁰¹

1 : Entre 0 et 25% (vraiment pas sûr de la réponse)

2 : Entre 26 et 50% (peu sûr de la réponse)

3 : Entre 51 et 70% (à moitié sûr de la réponse)

4 : Entre 71 et 85% (plutôt sûr de la réponse)

5 : Entre 86 et 95% (assez sûr de la réponse)

6 : Entre 96 et 100% (presque certain de la réponse).

L'échelle utilisée n'est pas symétrique et permet d'affiner la finesse de la certitude entre la seconde moitié, plus utilisée de manière empirique par les apprenants.

Pour faire corrélérer les degrés de certitude aux réponses, chaque question devra être traduite en résultat binaire (même si elle contient plusieurs réponses possibles) et ainsi associée au degré de certitude. Un score dépendant à la fois de la justesse de la réponse et du degré de certitude choisi pourra être attribué à chaque question (Figure 16).

	Degrés de certitude					
	1	2	3	4	5	6
Réponse correcte	+13	+16	+17	+18	+19	+20
Réponse incorrecte	+4	+3	+2	0	-6	-20

Figure 16 : Tarification des réponses selon le degré de certitude¹⁰¹

5.2.5. Essai pilote de l'outil

Avant de débiter l'étude, les questionnaires et l'*escape room* ont été testés de manière pilote par trois binômes constitués uniquement de pharmaciens. Ces tests ont permis de mettre en place quelques modifications dans les questionnaires (formulation de certaines questions) et dans le jeu (changement de numéro sur un des décontaminants). A travers ces tests, il était possible de définir une moyenne de durée de l'expérience (hypothèse : 20 minutes pour chaque salle pour des préparateurs, soit une heure au total). Cette validation nous a rappelé l'importance d'un *debriefing* technique complet (fait de manière incomplète lors des 2 premiers binômes, ce qui s'est vu lors du premier post-test).

5.3. Sélection des participants

Le public cible était varié :

- opérateurs en production (préparateurs, assistants en pharmacie ou pharmaciens) travaillant en production depuis au moins 6 mois ou ayant travaillé en production lors des 3 dernières années (ex. pharmaciens en formation FPH)
- pharmaciens en laboratoire contrôle-qualité
- pharmaciens en assurance qualité

Il s'agit de personnes expérimentées en matière de BPF, étant donné que l'outil est un outil à visée de formation continue (et non initiale).

Les apprenants ont été recrutés dans les hôpitaux de la Suisse romande à l'aide d'un courrier électronique et d'un *flyer* (Annexe 5). Afin de participer, un binôme devait être formé avec au moins une personne sachant produire avant de sélectionner une session sur un calendrier en ligne.

Aucune demande à la Commission cantonale d'Éthique de la Recherche n'a été faite, nous considérons que ce travail ne rentre pas sous l'égide de la Loi sur la Recherche Humaine.

En guise d'encouragement à participer, un cadeau a été promis aux 3 meilleures équipes (meilleur temps et meilleur binôme).

5.4. Déroulement de l'expérience

L'expérience, vécue en binôme d'apprenants, s'est déroulée en six parties (Figure 17) : pré-test individuel, briefing, *Esclean room*, *debriefing*, post-test individuel immédiat et post-test individuel en postdaté (1 mois).

Les durées nécessaires à répondre aux pré- et post-tests individuels étaient d'environ 30 minutes. La durée prévue et annoncée de l'*Esclean room* était de 60 minutes. Si la durée nécessaire à résoudre les énigmes était supérieure à la durée idéale, le jeu n'était pas interrompu, laissant ainsi les apprenants acquérir toutes les connaissances du jeu. Le temps de passage était chronométré.



Figure 17 : Déroulement de la session de simulation

5.4.1. Briefing

Le briefing permettait de donner diverses explications aux participants et était divisé en deux parties. La première partie du briefing, donnée avant le pré-test, permettait de donner des explications sur le but et la forme de l'étude, d'expliquer le pré-test et les degrés de certitude. A ce moment, un rappel des règles liées à la simulation était fait, tel que le contrat fictionnel et le respect mutuel.

La deuxième partie du briefing se déroulait peu avant l'entrée dans le jeu et permettait d'expliquer les principes du jeu d'un escape game, à donner les règles de cet escape game (règles et couleurs cadenas, ordre des numéros, signe « ne pas toucher ») et à illustrer l'histoire autour de l'*Esclean room*.

5.4.2. Pré-test individuel

Le pré-test, constitué de 23 questions succédées par des intervalles de degrés de certitude à choix, était à remplir de manière individuelle et en 30 minutes. Si le temps imparti n'était pas suffisant, 5 minutes supplémentaires étaient accordées. Ce questionnaire, rempli sur ordinateur (www.surveymonkey.com), permettait de connaître le niveau de connaissance des apprenants et leur degré de certitude pour chaque question avant leur passage dans l'*Esclean room*.

Durant le pré-test, le formateur était présent afin de répondre aux éventuelles questions de la part des apprenants.

5.4.3. *Esclean room*

Après le briefing, la partie principale de l'activité pédagogique pouvait débuter. Le binôme débutait l'*Esclean room* à l'extérieur de la salle (Figure 13), où ils écoutaient le scénario de l'*Esclean room*. Puis après s'être habillé pour rentrer en zone D, les binômes devaient trouver les questions dans la pièce et y répondre, afin de pouvoir avancer dans le jeu. Les questions dans le jeu étaient identiques à celles du pré-test mais leur formulation était faite de manière ludique (Figure 12). En répondant aux questions sous format choix multiples, de texte libre, ou en reliant les bonnes définitions entre elles, les joueurs pouvaient obtenir le bon code (chiffre, lettre ou dessin) pour ouvrir le cadenas. Les questions, avec une seule réponse possible, permettaient, en cas de réponse incorrecte, de corriger la réponse à

coups d'essais et d'erreurs. Il était donc possible d'apprendre car seule la bonne réponse permettait de continuer le jeu.

Le formateur n'était pas présent pendant le jeu mais pouvait passer un coup de téléphone fictif pour augmenter la pression de l'équipe (comme dans les vraies *escape room*) et donner, si nécessaire, des indices sous forme de billets écrits manuellement.

Les binômes tests ont permis de calculer une durée moyenne d'environ 20 minutes dans chaque pièce, sans réduction de temps (toutes les manipulations et l'hygiène étaient respectées).

5.4.4. Debriefing

Le *debriefing* permettait aux participants de communiquer leur vécu et ressenti du jeu qui venait de se terminer. Ensuite, chaque question était revue telle que présentée dans l'*Esclean room*. Les questions suscitant des réactions ou ayant posé problème durant le jeu étaient discutées plus longuement avec chaque binôme. Aucun document n'était distribué lors du *debriefing* mais un support visuel était utilisé pour illustrer les questions.

5.4.5. Post-test individuel et questionnaire de satisfaction

Suite au *debriefing*, chaque apprenant se retrouvait face à l'écran, afin de répondre au post-test, composé des mêmes questions qu'au pré-test, mais placées dans un ordre différent, pour éviter un biais de mémorisation.

Pour évaluer la satisfaction des participants, une enquête de satisfaction était incluse suite au premier post-test. Le questionnaire de satisfaction concernait le vécu et la satisfaction des apprenants et était divisé en quatre parties :

- Évaluation de l'*escape room* (pertinence de l'outil, utilité, clarté)
- Évaluation des questionnaires (compréhension, variété des thèmes, difficulté des questions)
- Évaluation globale

Pour les questions de satisfaction et d'appréciation, six réponses étaient possibles :

1. Absolument pas d'accord
2. Pas d'accord
3. Moyennement d'accord
4. D'accord
5. Tout à fait d'accord
6. Sans avis

Une partie du questionnaire était également une récolte de réponses ouvertes sur l'aspect jeu sérieux (équilibre entre aspects ludique et sérieux) ou intérêt pour le développement futur d'un outil dans d'autres domaines.

5.4.6. Post-test individuel, postdaté

Le post-test postdaté d'un mois était envoyé à l'apprenant par courriel environ un mois après son expérience. L'ordre des questions était identique au post-test 1 (biais de mémorisation moins évident après 1 mois).

5.4.7. Corrigé des questions

Un corrigé des questions répondues de manière incorrecte lors du second post-test était envoyé aux personnes, sous forme d'énigmes avec les bonnes réponses (Annexe 8).

5.4.8. Documents du formateur

Pour l'élaboration des différents supports destinés au formateur, nous nous sommes basés sur les critères et recommandations cités par la HAS. Un document de fin de séance rappelant les réponses correctes était envoyé aux personnes y ayant répondu de façon incorrecte lors du deuxième post-test. Les documents d'aide à la formation de notre outil se trouvent en Annexe 6:

- une fiche d'aide au *briefing*,
- une fiche d'aide au *pré-briefing*,
- une fiche d'aide au *debriefing*,
- un document de fin de séance.

5.5. Évaluation du programme

L'outil de formation a été évalué selon le modèle d'évaluation de Donald Kirkpatrick⁷¹. Ce modèle comprend quatre niveaux d'analyse : le premier niveau s'intéresse à la satisfaction des apprenants suite à la session de simulation et il a été testé à l'aide du questionnaire de satisfaction. Le deuxième niveau concerne les connaissances et compétences des apprenants. Il se divise en 2 parties, le niveau 2a avec les connaissances auto-évaluées et le niveau 2b avec les connaissances mesurées. Dans notre outil et afin d'atteindre le niveau 2b du modèle de Kirkpatrick, les connaissances théoriques ont aussi été mesurées à distance de la session, avec le second post-test. Le troisième niveau étudie les changements comportementaux au niveau des connaissances, compétences et attitudes acquises à travers la session de simulation, tandis que le quatrième et dernier niveau mesure l'impact de la session de simulation sur la prise en charge du patient. Les troisième et quatrième niveaux n'ont pas été évalués dans ce travail.

5.6. Analyse des données

Au vu de l'hétérogénéité de notre population, il a été décidé de ne pas regrouper certaines populations entre elles (ex. métier, secteur, hôpital). L'analyse des données a donc été effectuée sur le collectif total et les données récoltées sont les suivantes :

- Réponses individuelles aux pré- et post-tests
- Degrés de certitude pour chacune des questions (pré- et post-tests)
- Réponses au questionnaire de satisfaction

Le logiciel StatXact 8 (Cytel Inc., Cambridge, MA, USA) a été utilisé pour les analyses statistiques.

5.6.1. Participants

Le nombre de personnes ayant participé en fonction de leur âge, sexe, origine hospitalière, métier et secteur a été décrit. La participation antérieure à un *escape room* a également été décrit.

5.6.2. Évaluation de l'impact de l'*Esclean room*

- Le taux de réponses correctes, de réponses entièrement correctes et le score total ont été décrits et comparés entre le pré- et les post-tests en utilisant un modèle de régression logistique à effets mixtes (afin de tenir compte de la répétition des données chez les participants).

- Pour chacune des 23 questions, le taux de réponses entièrement correctes est décrit lors du pré-test et des deux post-tests. La différence de pourcentages entre avant et un mois après la formation (plus représentatif des connaissances sur le long terme) et son intervalle de confiance à 95% ont été estimés et testés en utilisant une méthode exacte qui tient compte de l'appariement des données et qui permet d'évaluer l'impact de l'*Esclean room*. L'hypothèse d'égalité des taux pré- et second post-test a été testée en utilisant le test de Mc Nemar.

- Le taux de réponses correctes et le degré de certitude par participant ont été décrits pour les trois tests. Le pré-test a été comparé avec le second post-test en utilisant un test t pour données paires. Cela permet de répondre à la question : de quelle manière l'*Esclean room* permet-il de s'améliorer? Existe-t-il une variabilité inter-individuelle importante ?

- La différence du nombre de réponses entièrement correctes entre le post-test 2 et le pré-test a été décrite.

- Le degré de certitude moyen a été calculé pour chaque question avec un modèle de régression linéaire à effets mixtes afin de tenir compte de la répétition des observations chez les participants. Cela permet de répondre à la question : est-ce que les participants étaient plus sûrs de leurs réponses au second post test qu'au pré-test, en prenant en compte toutes les possibilités (réponse correcte avant et correcte après, réponse correcte avant et fausse après, réponse fausse avant et correcte après, réponse fausse avant et fausse après) ?

Le gain moyen a été défini par le nombre de réponses entièrement correctes après la formation. Le gain relatif a également été déterminé. Il correspond à l'amélioration réelle par rapport à l'amélioration possible et calculé selon la formule suivante⁷² :

$$Gain\ relatif\ [\%] = \frac{Score\ APRES - Score\ AVANT}{Score\ MAXIMUM - Score\ AVANT} \times 100$$

Pour obtenir le gain relatif moyen d'une population, il faut effectuer la moyenne des gains relatifs de chaque individu dans cette population. On considère qu'il y a un effet positif d'apprentissage lorsque le gain relatif est supérieur à 25 ou 50% suivant le type d'apprentissage (50% pour les apprentissages techniques, 25% pour les apprentissages sociaux ou comportementaux).

5.6.3. Questionnaire de satisfaction

Pour évaluer la satisfaction des participants, une enquête de satisfaction a été incluse suite au premier post-test. Les questions sont détaillées en annexes 7 et 9 et concernaient les sujets suivants :

- Évaluation de l'*escape room* (pertinence de l'outil, utilité, clarté)
- Évaluation des questionnaires (compréhension, variété des thèmes, difficulté des questions)
- Évaluation globale

Pour les questions de satisfaction et d'appréciation, il y avait 5 réponses possibles :

1. Absolument pas d'accord
2. Pas d'accord
3. Moyennement d'accord
4. D'accord
5. Tout à fait d'accord
6. Sans avis

Une partie du questionnaire était également une récolte de réponses ouvertes sur l'aspect jeu sérieux (équilibre entre aspects ludique et sérieux) ou intérêt pour le développement futur d'un outil dans d'autres domaines.

5.7. Analyse des données

L'analyse des données a été effectuée sur le collectif total, sur les données récoltées suivantes :

- Réponses individuelles (partiellement et entièrement correctes) aux pré- et post-tests
- Degrés de certitude pour chacune des questions (pré- et post-tests)
- Réponses au questionnaire de satisfaction

Le logiciel Stata 15 (StataCorp, College Station, Texas, USA) a été utilisé pour les analyses statistiques.

5.7.1. Participants

La population de personnes ayant participé a été décrite en fonction de leur âge, sexe, origine hospitalière, métier et secteur d'activité. La participation antérieure à un *escape room* a également été notifiée.

5.7.2. Évaluation de l'impact de l'*Esclean Room*

Nous avons mesuré l'exactitude des réponses sous 3 formes différentes (exemple Tableau 2) :

- Sous forme de **réponse** pouvant être **partiellement correcte** (e.g. un participant ayant coché correctement 2 items parmi 3 se voyait attribuer 2/3 de point). Le nombre de réponses partiellement correctes était alors calculé comme étant la somme du nombre de points à chacune des questions (une réponse partiellement juste rapportait donc une fraction de point)
- Sous forme de **réponse** (entièrement) **correcte**. Une réponse était considérée comme correcte si elle était entièrement correcte et comme fausse sinon (une réponse partiellement juste était donc considérée comme fausse pour cette analyse).
- Sous forme de **score** (un exemple de calcul se trouve dans le Tableau 1) : la réponse (considérée ici comme soit entièrement correcte soit fausse) était pondérée par le degré de certitude du participant selon l'échelle proposée par Gilles⁷³ (Figure 18) :

		Degrés de certitude					
		1	2	3	4	5	6
Réponse	Correcte	+13	+16	+17	+18	+19	+20
	Incorrecte	+4	+3	+2	0	-6	-20

Figure 18 : Tarif

Tableau 2 : Exemple d'analyse de l'exactitude d'une question

<i>Question : quels désinfectants ont une action contre les spores? (une ou plusieurs réponses possibles)</i>		
<input type="checkbox"/> Alcool <input type="checkbox"/> Ammonium quaternaire <input type="checkbox"/> Peroxyde d'hydrogène <input type="checkbox"/> Chlorhexidine <input type="checkbox"/> Chlore	<input type="checkbox"/> Alcool <input type="checkbox"/> Ammonium quaternaire <input type="checkbox"/> Peroxyde d'hydrogène <input type="checkbox"/> Chlorhexidine <input checked="" type="checkbox"/> Chlore	<input type="checkbox"/> Alcool <input type="checkbox"/> Ammonium quaternaire <input checked="" type="checkbox"/> Peroxyde d'hydrogène <input type="checkbox"/> Chlorhexidine <input checked="" type="checkbox"/> Chlore
<i>Degrés certitude : certitude de 4 (signifiant que l'étudiant estime avoir entre 71 et 85% de chance de répondre correctement à la question)</i>		
Réponses partiellement correctes	0.5	1
Réponses entièrement correctes	0	1
Score total (uniquement avec les réponses entièrement correctes)	+ 0 (points obtenus en cas de réponse <u>incorrecte</u> avec un degré de certitude entre 71 et 85%)	+ 18 (points obtenus en cas de réponse <u>correcte</u> avec un degré de certitude entre 71 et 85%)

5.7.3. Analyse statistique

Exactitude des réponses

Le nombre total de réponses partiellement correctes, de réponses entièrement correctes et le score total est décrit de manière globale pour chacune des 3 conditions de test (pré-test, post-test 1 et post-test 2) sous forme de taux. Ce dernier est calculé comme étant le ratio entre le nombre total de réponses correctes (partiellement ou entièrement) et le nombre total de questions sur l'ensemble des participants (formes 1 et 2) et comme le ratio entre le score total observé et le score total théorique maximal sur l'ensemble des participants (forme 3; score maximal par participant = nb point pour le degré de certitude le plus élevé * nombre de questions = 20 * 23 = 460).

Le gain relatif sert à évaluer l'amélioration des connaissances et il est déterminé et calculé selon la formule suivante:

$$\text{Gain relatif [\%]} = \frac{\text{Score APRES} - \text{Score AVANT}}{\text{Score MAXIMUM} - \text{Score AVANT}} \times 100$$

Pour obtenir le gain relatif moyen d'une population, il faut effectuer la moyenne des gains relatifs de chaque individu dans cette population. On considère qu'il y a un effet positif d'apprentissage lorsque le gain relatif est supérieur à 25 ou 50% suivant le type d'apprentissage (50% pour les apprentissages techniques, 25% pour les apprentissages sociaux ou comportementaux)⁷².

- Le taux de réponses correctes a été décrit pour chacune des questions lors du pré-test et des deux post-tests et le taux de réponses entièrement correctes a été comparé entre le pré-test et le second post-test pour chacune des questions à l'aide du test de McNemar. En effet, si l'*Esclean Room* a un effet sur l'état des connaissances, on s'attend à observer un taux de bonnes réponses un mois après la formation (plus représentatif des connaissances sur le long terme) plus élevé au taux de bonnes réponses avant la formation.

- Le taux de réponses correctes et le degré de certitude par participant ont été décrits pour les trois tests. Le pré-test a été comparé avec le second post-test en utilisant un test t pour données paires. Cela permet de répondre à la question : de quelle manière l'*Esclean room* permet-il de s'améliorer? Existe-t-il une variabilité inter-individuelle importante ?

- La différence du nombre de réponses partiellement et entièrement correctes entre les tests a été décrite pour les 3 professions les plus représentées (avec un minimum de 8 participants).

Degrés de certitude

- Le degré de certitude moyen a été comparé pour chaque question avec un modèle de régression linéaire à effets mixtes afin de tenir compte de la répétition des observations chez les participants. Cela permet de répondre à la question suivante : Est-ce que les participants, en prenant en compte toutes les possibilités (*réponse correcte avant et correcte après, réponse correcte avant et fausse après, réponse fausse avant et correcte après, réponse fausse avant et correcte après*), sont plus sûrs de leurs réponses au second post test qu'au pré-test?

5.7.4. Durée du pré-test et du passage dans l'*Esclean Room*

Les durées des pré-tests ainsi que du passage dans l'escape room ont été notés. Deux temps différents ont été observés pour l'escape room : le temps brut, dit sans péjoration et le temps avec péjoration. La durée avec péjoration prend en compte le nombre d'aides requises pour avancer durant le jeu ainsi que les erreurs importantes, telles qu'un oubli du lavage des mains avant l'entrée en zone de production. Chaque aide péjorait le temps final de 2 minutes, tandis qu'une erreur majeure d'application des BPF le péjorait de 5 minutes.

5.7.5. Questionnaire de satisfaction

Le pourcentage de personnes absolument pas d'accord, pas d'accord, moyennement d'accord, d'accord et tout à fait d'accord a été calculé pour chacune des questions de manière globale.

Pour des raisons de lisibilité, les réponses « absolument pas d'accord, pas d'accord et moyennement d'accord » ont été regroupées ainsi que les groupes « d'accord et tout à fait d'accord ».

6. Résultats

6.1. Population incluse

Au total, 48 personnes (24 binômes) ont participé à l'expérience entre le 11 septembre et le 31 octobre 2017. Un mois après leur passage dans l'*Esclean Room*, 44 participants avaient rempli le second post-test. Les caractéristiques des participants sont décrites dans le tableau 3.

Tableau 3 : Données démographiques des volontaires

	Total pré- et post-test (N=48)
Âge moyen, (écart type)	40.3 (10.4)
Femme, N (%)	40 (83.3)
Origine ⁱ	
Hôpitaux Universitaires de Genève, N (%)	17 (35.4)
Distance parcourue en moyenne; maximale (km)	68; 300
Métier ⁱⁱ	
Préparateur, N (%)	21 (43.8)
Assistant en pharmacie, N (%)	5 (10.4)
Pharmacien en formation ⁱⁱⁱ , N (%)	8 (16.7)
Pharmacien, N (%)	13 (27.1)
Droguiste, N (%)	1 (2.0)
Secteur	
Production	37 (77.0)
Assurance qualité	0 (0.0)
Laboratoire contrôle qualité	2 (4.2)
Autre ^{iv}	9 (18.8)
Participation antérieure à un <i>escape room</i>	15 (31.2)

Abréviation: N, nombre

ⁱ *Origine* : lieu de travail au moment de l'expérience

ⁱⁱ *Métier*: métier au moment de l'expérience

ⁱⁱⁱ *Pharmacien en formation*: est considéré pharmacien en formation tout pharmacien en cours de formation hospitalière ou en cours de doctorat

^{iv} *Autre* : secteur différent de ceux énumérés, valable pour pharmacien en formation

6.2. Évaluation de l'impact de l'*Esclean Room*

6.2.1. **Analyse de l'exactitude des réponses**

De manière générale, l'analyse a permis de mettre en évidence une amélioration du nombre de réponses entièrement correctes après le passage dans l'*Esclean Room*. Sur 1104 questions, les participants ont répondu entièrement

correctement à 634 (57.4%) questions au pré-test. Ce nombre était de 974/1104 (88.2%) au premier post test et de 801/1012 (79.2%) au second post test ($p < 0.001$).

Le tableau 4 présente le nombre de réponses partiellement ainsi qu'entièrement correctes et le score total (tarification selon le degré de certitude et la justesse de la réponse). Le taux de réponses entièrement correctes au post-test 2 est significativement plus élevé qu'au pré-test (OR = 4.0, IC95% [3.2 à 5.1], $p < 0.001$).

Tableau 4 : Réponses partiellement et entièrement correctes et score total

	Pré test (N=48)	Post test 1 (N=48)	Post test 2 (N=44)
Réponses partiellement correctes	810.6/1104 (73.4%)	1023.7/1104 (92.7%)	877.5/1012 (86.7%)
Réponses entièrement correctes	634/1104 (57.4%)	974/1104 (88.2%)	801/1012 (79.2%)
Score total	10986/22080 (49.8%)	17974/22080 (81.4%)	14089/20240 (69.6%)

Le gain relatif moyen (entre le pré-test et le second post test) était de 53.5% (95%CI 45.6 à 61.4) sur la base du nombre de réponses parfaitement correctes et de 39.1% (95%CI 28.5 à 49.8) sur la base du score tenant compte du degré de certitude.

Pour 14 questions sur 23, l'amélioration ou la péjoration entre le pré et le second post-test n'a pas été démontrée de manière significative ($p > 0.05$). Une amélioration a été démontrée de manière significative pour les 9 questions restantes ($p < 0.05$) (Annexe 10, Tableau 13).

En moyenne, les participants ont répondu correctement à 16.9 questions sur 23 au pré-test (en comptant des fractions de réponses justes) et à 19.9 au second post-test. Si l'on compte les réponses entièrement correctes, le total au pré-test de 13.2 passe à 18.2 au post-test (Tableau 5 et Figure 20). Le score total au pré-test atteint 228.9 points en moyenne, puis 320.2 points au post-test 2. Le score total moyen est significativement plus élevé aux 2 post-tests par rapport au pré-test et il augmente en moyenne de 89 points (IC95% [67 à 110], $p < 0.001$) entre le pré-test et le post test 2 (Tableau 5).

Quatre personnes atteignent le score maximum théorique de 460 au post-test 1 et une personne au post-test 2 (Figure 21). Les figures 19 à 21 montrent qu'il existe une variabilité interindividuelle importante.

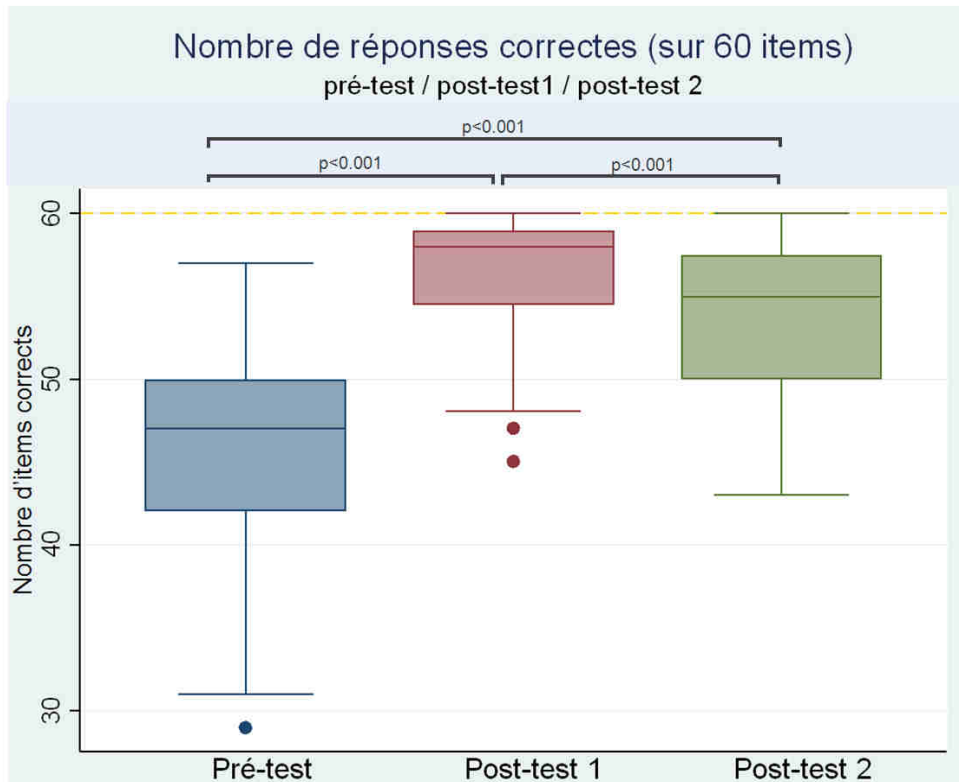
Tableau 5 : Description du nombre de réponses entièrement et partiellement correctes par participant ainsi que du score total

stats		Pré test (N=48)	Post test 1 (N=48)	Post test 2 (N=44)
Réponses partiellement correctes	Moyenne (SD)	16.9 (3.2)	21.3 (1.5)	19.9 (2.3)
	Médiane	17.6	21.7	20.5
	1er quartile	14.9	20.3	18.6
	3ème quartile	19.1	22.7	21.7
	Minimum	9.7	17.7	14.2
	Maximum	22.3	23	23
	Diff* Post-Pré (IC95%)	-	4.4 (3.9 à 5.0)	2.9 (2.3 à 3.5)
	Pval		<0.001 ^I	<0.001 ^{II}
	Pval Post2-Post1			<0.001
	Réponses entièrement correctes	Moyenne (SD)	13.2 (3.9)	20.3 (2.3)
SD		3.9	2.3	3.4
Médiane		13	21	19
1er quartile		11	18	16
3ème quartile		16	22	21
Minimum		5	14	11
Maximum		20	23	23
Diff* Post-Pré (IC95%)		-	7.1 (6.3 à 7.9)	4.8 (4.0 à 5.7)
Pval			<0.001 ^I	<0.001 ^{II}
Pval Post2-Post1				<0.001
Score total	Moyenne (SD)	228.9 (73.3)	374.5 (66.9)	320.2 (83.9)
	Médiane	225	387	318
	1er quartile	173.5	338.5	258.5
	3ème quartile	282	420	389.5
	Minimum	80	212	160
	Maximum	370	460	460
	Diff* Post-Pré (IC95%)	-	146 (125 à 167)	89 (67 à 110)
	Pval		<0.001 ^I	<0.001 ^{II}
	Pval Post2-Post1			<0.001

*Différence moyenne estimée selon un modèle de régression linéaire à effets mixtes

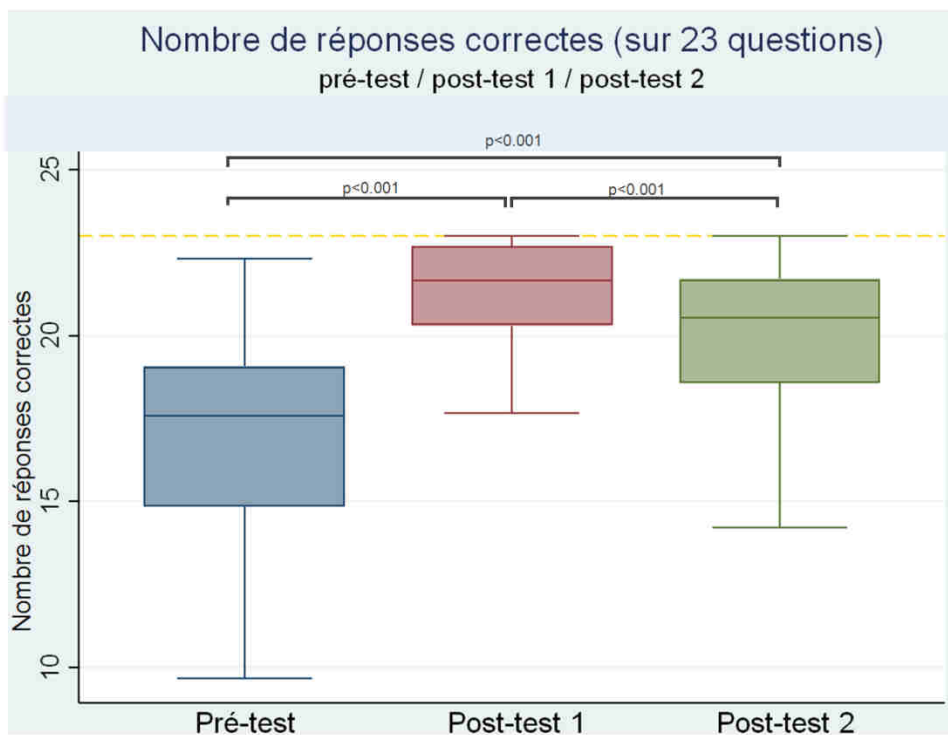
^IIl s'agit de la différence entre le post-test 1 et le pré-test

^{II}Il s'agit de la différence entre le post-test 2 et le pré-test



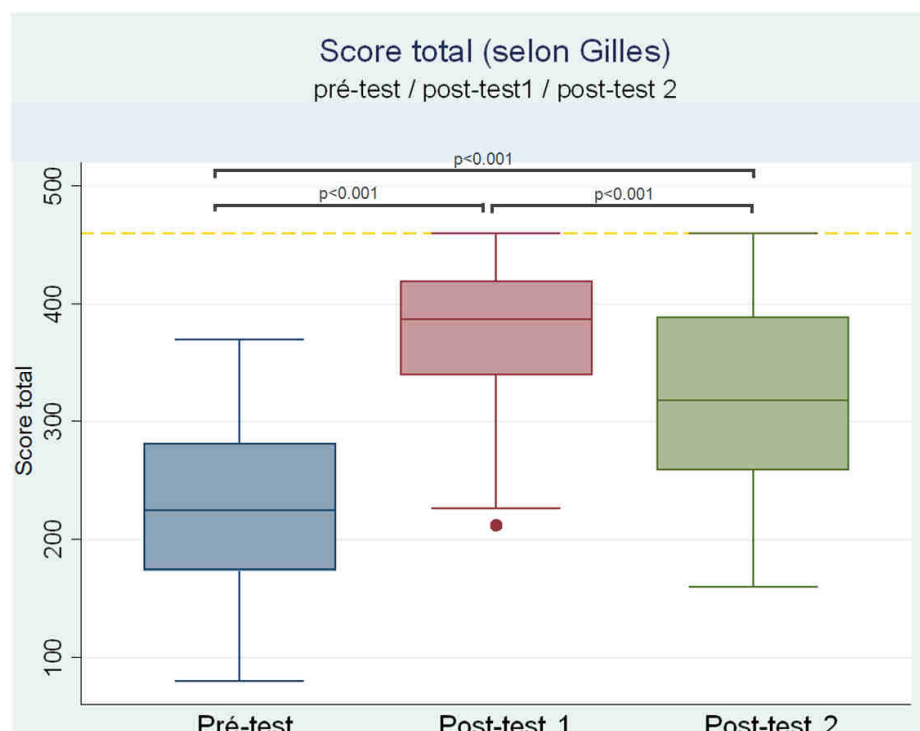
Note : Le trait jaune indique le nombre maximal d'items corrects possibles (=60)

Figure 19 : Boxplot du nombre de réponses partiellement correctes par participant



Note : Le trait jaune indique le nombre maximal de réponses correctes possibles (=23)

Figure 20 : Boxplot du nombre de réponses (entièrement) correctes par participant



Note : Le trait jaune indique le score total possiblement atteignable (=460)

Figure 21 : Boxplot du score total (corrélé avec le degré de certitude)

Pour 43 participants (97.7%), l'*escape room* a permis d'augmenter le nombre de réponses correctes (Annexe 10, Tableau 14). Toutefois 1 participant (2%) a répondu moins bien au second post-test qu'au pré-test (1 réponse fautive en plus). Les 43 autres participants ont obtenu entre 1 et 13 réponses correctes de plus au second post-test qu'au pré-test (Annexe 10, Tableau 14).

Parmi les 3 professions les plus représentées et avec un minimum de 8 participants, le taux de bonnes réponses est le plus élevé pour les pharmaciens et est le plus faible pour les préparateurs. Ce constat reste vrai quelque soit le test (pré, post 1 ou post 2).

Tableau 6 : Justesse des réponses et scores selon la profession

	Pré test N=21	Post test 1 N=21	Post test 2 N=20
Préparateurs			
Nb réponses correctes	68.8%	90.8%	84.6%
Nb réponses entièrement correctes	52.8%	85.5%	76.1%
Score total	45.7%	77.6%	63.5%
	Pré test N=8	Post test 1 N=8	Post test 2 N=8
Pharmaciens en formation			
Nb réponses correctes	77.5%	95.1%	90.0%
Nb réponses entièrement correctes	61.4%	91.3%	84.8%
Score total	54.4%	84.5%	77.0%
	Pré test N=13	Post test 1 N=13	Post test 2 N=12
Pharmaciens			
Nb réponses correctes	86.1%	97.3%	93.5%
Nb réponses entièrement correctes	71.2%	95.0%	88.0%
Score total	60.9%	90.2%	81.4%

6.2.2. Degré de certitude

De manière générale, le degré de certitude moyen a significativement augmenté entre le pré-test et le post-test 2, passant de 4.11/6 à 5.20/6 ($p < 0.001$) (Tableau 7).

Quelle que soit l'exactitude de la réponse, les participants étaient en moyenne plus sûrs au post-test 2 qu'au pré-test, même lorsque la réponse était initialement exacte puis fausse !

Cependant, les participants étaient plus sûrs de leur réponse lorsque cette dernière était correcte que lorsqu'elle était fausse, aussi bien au pré-test (respectivement 4.6/6 et 3.45/6, $p < 0.001$) qu'au post-test 2 (5.41/6 vs 4.65/6, $p < 0.001$).

Tableau 7 : Degré de certitude moyen entre pré- et post-test 2

Réponses entièrement correctes	Pré test (95%CI)	Post test 2 (95%CI)	Différence post2-pré (95CI%)	pval
Toutes les réponses	4.11 (3.76 à 4.46)	5.20 (4.85 à 5.55)	1.09 (0.99 à 1.19)	<0.001
Pré et post2 corrects (n=530)	4.63 (4.35 à 4.92)	5.38 (5.09 à 5.67)	0.75 (0.63 à 0.87)	<0.001
Pré correct et post2 faux (n=60)	4.28 (3.71 à 4.85)	4.83 (4.26 à 5.40)	0.55 (0.19 à 0.91)	0.003
Pré faux et post2 correct (n=271)	3.56 (3.23 à 3.88)	5.29 (4.96 à 5.62)	1.73 (1.54 à 1.93)	<0.001
Pré et post2 faux (n=151)	3.11 (2.66 à 3.57)	4.42 (3.97 à 4.88)	1.31 (1.03 à 1.60)	<0.001
Pré correct (n=634)	4.60 (4.32 à 4.88)			
Pré faux (n=470)	3.45 (3.16 à 3.74)			
post2 correct (n=801)		5.41 (5.19 à 5.63)		
post2 faux (n=211)		4.65 (4.40 à 4.90)		
Différence correct-faux (IC95%)	1.14 (0.98 à 1.31)	0.76 (0.61 à 0.91)		
Pval	< 0.001 ^I	<0.001 ^{II}		

^IComparaison entre réponses correctes et erronées au pré-test

^{II}Comparaison entre réponses correctes et erronées au second post-test

6.3. Durée de passage dans l'Esclean room

Les durées des pré-tests ainsi que du passage dans l'*escape room* ont été notés. Deux temps différents ont été observés pour l'*escape room* : le temps brut, dit sans péjoration et le temps avec péjoration. Ce deuxième temps prend en compte le nombre d'aides requises durant le jeu ainsi que les erreurs importantes de respect des BPF (ex. absence de lavage de mains). Onze binômes ont pu s'échapper en moins de 60 minutes (temps brut) et 3 binômes ont nécessité 60 minutes exactement. Avec la majoration, 5 binômes s'en sortent en moins de 60 minutes, et 1 équipe a eu besoin de 60 minutes.

En moyenne, le pré-test a été réalisé en 24 minutes et 7 personnes ont nécessité plus que les 30 minutes accordées initialement.

Tableau 8 : Durées des pré-tests et du passage dans l'Esclean Room

	stats	Esclean room (N=48) [min]
Durée sans péjoration	Moyenne (SD)	68 (14)
	Minimum	44
	Maximum	100
Durée avec péjoration ⁱ	Moyenne (SD)	77 (16)
	Minimum	54
	Maximum	120
Durée pré-test	Moyenne (SD)	24 (6)
	Minimum	13
	Maximum	50




ⁱ Péjoration : temps ajusté au nombre d'aides nécessaires (une aide rajoute 2 minutes) ainsi qu'aux erreurs importantes de respect des BPF (ajout de 5 minutes)

6.4. Résultats de l'enquête de satisfaction

Tout le questionnaire n'a pas été représenté ici mais est disponible dans l'annexe 9.

Tous les participants recommanderaient cette expérience à des collègues. La grande majorité des participants (81.1%) a trouvé que cette expérience leur permettrait d'améliorer leur pratique professionnelle, tandis que pour 16.8%, cette forme de formation continue ne concernait pas leur quotidien (Tableau 9).

Tableau 9 : Satisfaction globale de l'outil




			
Cette expérience me permettra d'améliorer ma pratique professionnelle	81.1%	16.8%	2.1%
Recommanderiez-vous cette expérience à des collègues ?	100%		

« Nécessite le déplacement et prend du temps. L'idéal serait via une application web »

« Absolument oui je recommande »
 « Beaucoup de créativité dans ce jeu, un sens de la "dépatouille-toi" intéressant à tester »
 « Augmente également la confiance en soi »
 « Il est impératif que les futurs participants n'aient pas d'échos avant de venir !!!! »

Tous les participants ont affirmé être satisfaits de la pertinence des questions par rapport à l'*Esclean room*. Pour 91.6%, la difficulté des questions correspondait au contenu d'une formation continue. 27.1% estimaient que certaines questions n'étaient pas formulées de manière claire. Même si 97.9% trouvaient que les thèmes abordés étaient variés, un tiers (27.1%) seulement pensait avoir abordé tous les thèmes des BPF (Tableau 10).




Tableau 10 : Appréciation des questionnaires

			
Formulation des questions claire et compréhensible	72.9%	27.1%	
Variété des thèmes abordés	97.9%	2.1%	
Difficulté des questions correspondante au contenu d'une formation continue	91.6%	8.4%	
Les questions sont pertinentes par rapport à l'escape room	100%		

« Questions pas évidentes à comprendre »
 « Envisager plusieurs pistes parallèles pour trouver une même réponse »
 « Varier l'avancement par étapes avec un autre moyen que des cadenas [...]»

Le tableau 11 présente les réponses aux questions concernant l'appréciation de l'*escape room*. Concernant le format choisi pour la formation continue, 97.9% des participants l'ont apprécié et 70.8% ont considéré leurs connaissances préalables suffisantes pour y participer (Tableau 11).

Tableau 11 : Appréciation de l'Esclean Room

			
Connaissances préalables suffisantes pour répondre aux questions	70.8%	27.1%	2.1%
Pertinence du format <i>escape game</i> pour la formation continue en production	97.9%	2.1%	
Plus-value de l'aspect ludique pour l'apprentissage des BPF	97.9%	2.1%	

« Difficile de retenir toutes les réponses aux questions durant le jeu »

« Si on se prend trop au jeu on oublie que l'on doit faire les choses comme [...] en milieu aseptisé : On ose transgresser les règles d'hygiène [...] »

« Meilleure façon pour apprendre et retenir »

« Je n'ai pas vu le temps passer et ai appris / [...] rafraîchi mes connaissances »

« L'aspect ludique peut permettre une meilleure assimilation des connaissances »

Les commentaires (commentaires globaux en Annexe 9) sur l'association des aspects ludiques et sérieux dans le jeu sont positifs et les apprenants ont apprécié l'attractivité du côté ludique de l'outil pédagogique, avec un oubli de la notion du temps (rapporté autant en avantage qu'en inconvénient), même si c'était difficile parfois de savoir où se situait la limite entre le réel et la simulation. La notion d'esprit d'équipe pendant le jeu est également ressortie et le fait de faire l'escape room en binôme en pouvant échanger sur ses connaissances a plu.

Plusieurs connaissances ont pu être acquises ou rafraîchies (Figure 22) :



Figure 22 : Nouvelles connaissances développées suite à l'expérience (taille des mots selon l'occurrence)

Pour les apprenants, les thèmes essentiels de la production et des BPF étaient abordés, même si parfois trop de thèmes étaient traités. Certains auraient aimé que la production ait plus de valeur dans le jeu. Plus de la moitié des participants (32/48, 66.5%, Annexe 9) seraient intéressés au développement d'un tel outil dans d'autres domaines, autant en production que dans d'autres domaines de la pharmacie hospitalière (Tableau 12).

Tableau 12 : Thèmes dont le développement intéresserait les participants

Thèmes de production	Thèmes de pharmacie hospitalière
Actions des différentes molécules cytotoxiques utilisées	Qualité (normes, réglementations)
Aspects concernant les protocoles	Laboratoire contrôle qualité
Concentration des préparations et stabilité	Officine
Contamination chimique avec les cytotoxiques lors de la manipulation et conséquences	Distribution
Pratique en cas de bris de flacon (<i>spill-kit</i> , boîte à gants UV)	Garde
Microbiologie	Assistance pharmaceutique
Réglementation des BPF et références, inspections	Pharmacie clinique
Préparations aseptiques (nutritions parentérales), non stériles, galéniques	
Garde	
Essais cliniques	
Manipulation (sous flux)	

Certains éléments perturbateurs ont été relevés, comme la nouveauté de l'*escape room* (la majorité des apprenants n'ayant jamais participé auparavant à un *escape room*) et la compréhension du principe, par 12 apprenants (25%). Le changement de pratique et le fait de se sentir observé n'ont pas été des facilitateurs du jeu. En plus de certaines questions difficiles, certains aspects ludiques ont mis en difficulté certains binômes (énigme à résoudre pour éteindre la lumière et obtenir l'indice, photo des *dreadlocks* non reconnue), ainsi que certains aspects techniques (port de gants pour ouvrir les cadenas) ou humains (« stress de ma binôme »).

En conclusion, les appréciations de l'*escape room* en comparaison avec un cours théorique traitant le même thème étaient principalement le côté ludique (18/48), l'interaction (6/48), l'assimilation par kinesthésie (4/48), par mémoire visuelle (3/48) et émotionnelle (1/48).

7. Discussion

7.1. Questionnaires (pré-, post-tests et enquête de satisfaction)

Le choix des thématiques abordées pendant les pré- et post-tests a été faite par le groupe *brainstorming*. En plus de compléter les formations continues habituellement données aux opérateurs en production à la pharmacie des HUG, elles reflétaient les connaissances nécessaires pour les personnes travaillant en lien avec les BPF, comme lors de la production de chimiothérapies.

Une base de données de plusieurs questions a été élaborée sur la base de formations théoriques diverses ainsi que sur des formations continues utilisées dans d'autres hôpitaux⁷⁴. Celle-ci a été réduite pour l'élaboration des questionnaires et de l'*escape room*. Certains thèmes, comme le bri de flacon, ont été mis de côté en raison du nombre suffisant de questions disponibles et de la faisabilité des énigmes dans l'*escape room*.

Le *briefing* et le *debriefing* n'ont pas été évalués lors du questionnaire de satisfaction, même si cela est recommandé⁷⁵. Une évaluation de la performance du formateur aurait été d'autant plus intéressante que celui-ci n'avait pas de formation particulière à la pédagogie pour adultes.

7.2. Démarche pour la création d'un jeu

Pour concevoir un jeu pédagogique, il est important de commencer par définir ses objectifs pédagogiques et de cerner la plus-value d'innover dans son enseignement avec un jeu. L'invention du concept de jeu se fera sur la base du contenu sérieux que l'on souhaite transposer. Qu'apportera la notion ludique dans cet enseignement et quelle acquisition supplémentaire les apprenants vont-ils pouvoir assimiler?

Le mécanisme du jeu peut être défini en procédant à des bêta-tests. Dans notre cas et dans ce cadre, chaque question telle que présentée dans l'*Esclean room* a été testée auprès de l'équipe *brainstorming* et des binômes tests.

Comment vais-je mesurer l'apprentissage à travers le jeu? La validation des acquis n'est pas un point qui a été abordé lors de cette expérience. En effet, la mission première était de valider l'outil pédagogique au travers de l'acquisition des connaissances.

7.3. Validation de l'outil

Il a été difficile d'évaluer le niveau de difficulté des questions pour ce premier projet et il est fort possible qu'au vu de la grande variabilité des taux de bonnes réponses, certaines questions aient demandé plus d'effort ou au contraire étaient trop faciles. La justesse des réponses au pré-test étant assez élevée, elle peut traduire une certaine aisance des apprenants face au questionnaire.

Pour éviter de tels doutes, il est normalement d'usage de valider un outil avant son utilisation. Dans notre expérience, la validation aurait permis de cerner les questions peu compréhensibles, de cibler le degré de difficulté du contenu ainsi que des erreurs dans l'*escape room*.

Au vu du temps réduit pour la mise en place et l'élaboration de l'étude et par peur de perdre des apprenants, nous avons validé les questionnaires et l'*escape room* avec le groupe *brainstorming* et avec 3 binômes tests, composés de pharmaciens (un pharmacien de production, un pharmacien d'assurance qualité et quatre pharmaciens internes). Le choix de pharmaciens pour valider notre outil présente un biais pour notre étude. En effet, cette population ne reflète pas l'hétérogénéité du public-cible, composé également de préparateurs en pharmacie. La validation a néanmoins permis de mettre en lumière quelques imprécisions et erreurs qui ont pu être modifiées avant le lancement de l'*Esclean room*.

D'autres imprécisions et erreurs ont cependant été relevées en cours d'expérience. Celles-ci n'ont pas été modifiées mais expliquées lors du *debriefing*.

Ces aspects confirment l'importance de la validation d'un outil par son public cible avant sa mise en application. Nous sommes conscients que la non-validation des questionnaires représente un biais dans notre étude.

7.3.1. *Debriefing*

La validation par des binômes tests a permis de mettre en avant l'importance du *debriefing* : lors du premier passage test, le *debriefing* a été ciblé sur les questions ayant paru poser problème durant le jeu. De cette manière, il est apparu lors des post-tests que certaines questions n'ayant pas paru avoir posé problème, étaient répondues de manière erronée. En effet, comme le passage dans l'*escape room* se fait par équipe, il est courant que l'un des coéquipiers n'ait pas eu le temps d'être confronté à toutes les questions. Ainsi, elles étaient répondues de manière erronée avec un degré de certitude élevé lors du post-test. C'est pour cela qu'il a été décidé d'aborder toutes les questions lors du *debriefing* avec un support visuel (corrigé des énigmes). De cette manière, chacun repartait pour le post-test avec une connaissance complète des questions préalables.

Usuellement, la durée moyenne théorique d'un *debriefing* consiste en 1-1.5x la durée du temps de simulation. Dans cette expérience, le *debriefing*, d'une durée plus courte (entre 30 et 40 minutes environ), permettait de donner des explications sur les connaissances théoriques rencontrées lors du jeu. Comme les connaissances abordées dans l'exercice étaient théoriques, la durée était suffisante pour couvrir tous les aspects abordés dans le jeu. Si l'aspect non technique (communication entre pairs, travail en groupe) avait été le sujet de cette étude, la durée du *debriefing* aurait dû être rallongée.

7.3.2. *Mise en place de l'Esclean room*

Malgré le montage du scénario, avec un arrangement des énigmes au fil du jeu permettant d'avancer en suivant un fil rouge, il a été noté que certains joueurs ont contourné ces précautions, soit en désolidarisant les cadenas de leur accroche sans les ouvrir ou en devinant la combinaison finale lorsqu'il leur manquait une réponse. Bien que l'aspect ludique ne soit pas le but premier de ce jeu, ces exemples montrent

la difficulté liée à la construction d'un tel outil ainsi que l'importance de placer les énigmes de façon à ce que les apprenants puissent répondre à toutes les questions, à titre pédagogique.

7.4. Degrés de certitude

Il a été décidé de faire corrélérer la justesse des réponses avec l'assurance des apprenants en utilisant les degrés de certitude suite à diverses présentations à ce sujet et à la rédaction de travaux antérieurs^{71,72,75-77}.

L'intérêt à utiliser les degrés de certitude concerne à la fois l'indication subjective par l'apprenant au sujet de la difficulté d'une question et également sa réflexion au sujet de ses propres compétences. Grâce au degré de certitude, la perception de l'apprenant est prise en compte, étoffant la situation dichotomique d'une question proposant une réponse « juste » ou « fausse ». Cette capacité d'auto-évaluation, qui peut et devrait être entraînée avant son utilisation (ce qui n'a pas été le cas dans cette étude), permet de changer le rapport qu'a l'apprenant avec les connaissances évaluées. Les degrés de certitude permettent également de donner un retour à l'apprenant, dans le cas où celui-ci donne une réponse fautive avec un degré de certitude élevé.

Les degrés de certitude sont principalement utilisés avec des questions à choix multiples binaires. Dans notre étude, plusieurs questions n'étaient pas binaires, mais comportaient trois, quatre ou cinq réponses possibles. C'est pour cela qu'il a été décidé d'appliquer la cotation des degrés de certitude aux questions entièrement correctes. Une question répondue partiellement correctement était considérée comme « entièrement fautive » et pondérée de manière plus sévère.

Le principal constat suite à l'utilisation des degrés de certitude a été la similitude entre son évolution entre les tests et celle des réponses entièrement correctes : ces deux mesures montrent une amélioration plus faible au second post-test qu'au premier post-test, contrairement à la mesure des réponses partiellement correctes. La sévérité de la correction (une réponse ne pouvant être qu'entièrement juste ou entièrement fautive) en est sûrement la raison.

L'utilisation de cette pondération intéressante pourrait être confirmée lors de la mise en place d'une base de données de questions, pour guider sa stratification par difficulté.

7.5. Recrutement

Le recrutement par envoi de courriel a été efficace : après 1 mois environ, la quasi-totalité des dates étaient réservées. Le succès a été plus grand qu'espéré. Le rappel pour la participation au second post-test a été plus difficile et malgré plusieurs rappels, 4 apprenants n'ont pas pu répondre au second post-test.

Un grand intérêt a été démontré pour cette étude, dont la majorité des participants étaient externes aux Hôpitaux Universitaires de Genève. La plupart des sessions se sont terminées au-delà des horaires habituels de travail, mais les apprenants ne semblaient pas être dérangés par cela. Un seul participant, gêné par la distance, aurait aimé prendre part à une expérience en ligne. Les hôpitaux présents étaient francophones, et majoritairement de Suisse romande, avec le Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (Lausanne), les hôpitaux de Sion, Vevey, Fribourg et Morges, ainsi que deux participants de Nice et de Paris (Hôpital Foch, Suresnes). La majorité des hôpitaux ont permis à toute leur équipe de participer à l'étude. De ce point de vue, la distance à parcourir ne semble pas avoir été une barrière. Le développement d'un *serious game* en ligne, bien qu'il permettrait éventuellement d'inclure plus de participants, ne permettrait pas autant d'échanges entre les participants et le formateur (sur les connaissances ou les manières de travailler) qu'a permis ce *serious game* réel. Le fait d'avoir mis en place l'*Esclean room* dans un lieu neutre, séparé des zones à atmosphère contrôlée utilisées par les apprenants, permet aussi de distinguer la simulation de la réalité. Les erreurs faites lors du passage dans l'*Esclean room*, sans conséquence pour le patient, ont pu être discutées de manière ouverte lors du *debriefing*. Ces échanges, très importants lors d'un travail en équipe comme la fabrication de chimiothérapies, n'auraient pas eu la même spontanéité avec un *serious game* en ligne.

7.6. Résultats de l'étude

7.6.1. Questionnaires

Globalement, cette étude nous a permis de mettre en évidence que l'*Esclean room* a eu un impact positif sur les connaissances des apprenants puisque le nombre de réponses totalement correctes juste après le passage en *escape room* ainsi qu'un mois après l'expérience était statistiquement plus élevé comparé aux taux de réponses entièrement correctes du pré-test. Le gain relatif moyen de 53.5% pour les réponses entièrement correctes et de 39.1% sur la base du score tenant compte du degré de certitude dépasse le seuil de 25 à 50%, à partir duquel l'apprentissage est considéré comme ayant un effet positif.

Bien que la recherche sur les jeux sérieux soit prometteuse, ces derniers ne doivent pas remplacer les autres méthodes d'apprentissage, mais plutôt être utilisés pour améliorer l'apprentissage dans certains cas⁷⁸.

L'analyse détaillée de chacune des questions nous a permis de mettre en évidence que quatre d'entre elles étaient bien connues avant le passage dans l'*escape room* (répondues à 90% et plus de manière entièrement correcte). Celles-ci concernaient « les sources de contamination », « la stérilisation de surface des agents de décontamination », « les tenues des différentes zones » et « le choix des gants pour la fabrication de médicaments cytotoxiques ».

Les questions répondues avec le moins d'aisance au pré-test étaient les questions 4 et 7 : « Définitions de quarantaine, lot, qualification et validation » ainsi que « Différentiel de pascal entre deux zones ».

Pour 14 questions sur 23, l'amélioration ou la péjoration entre le pré et le second post-test n'a pas été démontrée de manière significative ($p > 0.001$). Une amélioration a été démontrée de manière significative pour les 9 questions restantes (Annexe 10, Tableau 13).

Parmi les quatorze questions dont la différence observée entre le pré- et le second post-test n'a pas pu être démontrée de manière significative, deux questions

n'ont montré aucune différence de progression. Celles-ci ne présentaient cependant pas une grande marge de progression possible ; ayant déjà été répondues de manière correcte à raison de 90% et 92% au pré-test. Deux autres questions ont montré une péjoration de 7% (également non significative) au second post-test. La première concernait « les sources de contamination » (question pourtant répondue de manière entièrement correcte au pré-test pour 92% des apprenants) et la seconde « la classification d'un équipement pour la fabrication aseptique ». Il est possible que le *debriefing* n'ait pas été assez clair pour ces deux questions.

La création des questions a été une étape importante puisqu'il a fallu faire attention à ce que celles-ci ne soient ni trop faciles, ni trop difficiles, pour ne pas biaiser les résultats. Dans notre cas, le taux de réponses entièrement correctes au pré-test (Tableau 5 et Annexe 10, Tableau 13) était assez variable en fonction des questions, ce qui montre que l'exercice a été réussi.

Les apprenants ont répondu de manière entièrement correcte à en moyenne 5 questions en plus en second post-test qu'au pré-test. Pour un participant, le nombre de réponses correctes au second post-test n'a pas été amélioré par rapport au pré-test. L'amélioration maximale au second post-test a été de 23% pour 5 participants.

Le score total, corrélation de la justesse des réponses et de l'assurance des participants, a également montré une amélioration entre le second post-test et le pré-test. Le score moyen est passé de 228 à 320 points (sur un score maximal de 460 points). Si quatre apprenants ont atteints le score maximal lors du premier post-test, il n'y en avait plus qu'un au second post-test. Le score minimal au second post-test était de 160 points.

La perte de connaissances entre le premier et le second post-test, démontrée à la fois lors de la mesure des réponses partiellement correctes que lors de la mesure des réponses entièrement correcte, est un phénomène attendu. En effet, le premier post-test permet de mesurer les connaissances « pendant » la session, tandis que le second post-test, à un mois, mesure les connaissances résiduelles, « après » la session. C'est pour cette raison que la plupart des comparaisons ont été faites entre

le second post-test et le pré-test. Le premier post-test, réalisé à la sortie de l'*Esclean room* et juste après le *debriefing*, permet de refléter les connaissances acquises au travers de l'expérience, sans savoir si elles perdurent. Cette « perte » de connaissances au second post-test, qui est assez modérée, était attendue et n'est donc pas inquiétante.

Dans cette étude, il a été décidé de faire un post-test uniquement un mois après l'expérience pour des raisons de faisabilité (temps à disposition) mais il pourrait être intéressant de connaître l'évolution des connaissances à plus long terme, par exemple après 3 ou 6 mois. La littérature⁷⁹ suggère que les post-tests faits immédiatement après une session ne représentent aucune valeur prédictive sur la rétention d'information à long terme.

Une étude⁸⁰ démontre que la plus grande partie des connaissances acquises lors d'un cours théorique sera perdue en moins de deux ans, tandis qu'une autre⁸¹, basée sur une session de simulation, indique que les connaissances, meilleures immédiatement après la session de simulation, diminuaient un an après la session et que la répétition de la simulation permettait d'apporter des améliorations. Le gain informationnel à long terme dépendra également de la manière et de la fréquence dont l'information a été donnée. Il serait intéressant, dans notre étude, de répéter le post-test dans une année, et si nécessaire, de renouveler le passage dans l'*Esclean room*.

7.6.2. Degrés de certitude

Nous avons pu observer que le degré de certitude augmentait de manière significative au second post-test, quelque soit la justesse de la réponse des participants. Les participants répondant correctement aux questions sont néanmoins plus sûrs d'eux.

L'explication peut être psychologique : la certitude étant plus basse au pré-test au vu de la nouveauté, tandis que lors du second post-test, les questions ont déjà été vues trois fois auparavant.

Dans notre cas, le degré de certitude conforte la preuve d'efficacité de l'outil grâce aux taux de réponses correctes et à l'assurance des participants, diminuant l'effet du hasard des réponses répondues correctement.

7.6.3. Attitude des participants dans l'*escape room*

Bien que n'étant pas l'objet de cette étude, plusieurs différences subjectives ont pu être relevées lors du passage dans l'*Esclean room*, telle qu'une différence de compréhension du jeu entre les binômes ayant déjà participé à une *escape room* ou sans expérience préalable ou une différence d'aisance vis-à-vis du matériel et des processus entre binômes des HUG et externes aux HUG, malgré la construction de la zone de production inédite. Peu de différences dans l'attitude a été observée entre les différents métiers, ou secteurs d'activité, hormis dans la motivation intrinsèque entre les binômes venus de leur propre grès ou non (ex. heures supplémentaires, trajet).

L'observation de connaissances non-techniques a également été relevée, bien que n'étant pas incluses dans les objectifs de notre étude, telles que l'enseignement entre pairs lorsque l'un connaissait le sujet mieux que l'autre ou le partage des indices et énigmes trouvées de la part de l'apprenant ne fabriquant pas la chimiothérapie.

Un partage des tâches a été observé dans la plupart des groupes : un des équipiers s'occupait de fabriquer la chimiothérapie tandis que l'autre continuait à fouiller la pièce à la recherche d'indices, parfois celui qui trouvait un indice demandait son avis à celui qui produisait (« *tu sais si c'est juste? Ah pardon, tu es en train de produire, j'attends que tu aies fini* »). Un leadership a été observé dans les binômes ayant bien fonctionné, certaines fois au détriment de la personnalité plus réservée d'un des coéquipiers. Des bons échanges ont été relevés dans la plupart des groupes.

Quelques erreurs ont néanmoins aussi pu être remarquées et abordées lors du *debriefing* :

- Un binôme a préparé la chimiothérapie dans l'espace bureau, sans gants

- Plusieurs binômes, ne trouvant pas le code complet du cadenas de la poubelle, ont soulevé le couvercle et lu la question collée dans la poubelle sans ouvrir le cadenas
- Pour un groupe, nous avons oublié de fermer la caisse grise dans le vestiaire, et cet élément les a mis dans le doute. Cependant, pendant le jeu, le code complet a néanmoins été demandé, de manière à couvrir toutes les questions.

Quelques erreurs techniques ont également été remarquées, comme le réseau de télécoms insuffisant pour utiliser les téléphones portables pour donner des indices, ou une hotte qui ne s'éteignait pas.

Ces impairs montrent qu'on ne s'improvise pas *game master* en huit mois et que, malgré un engouement général pour ce genre de formation continue, cette forme d'innovation pédagogique n'a pas convenu à tous les apprenants. En effet, certains binômes se sont sentis mis en compétition entre les différents centres hospitaliers ou au sein de leur établissement lorsqu'ils ont appris que la durée de passage était prise en compte, tandis que d'autres n'ont pas aimé se savoir observés lors de leur passage dans l'*Esclean room*. Il est possible que pour certaines générations de participants, le fait de ne pas connaître ce jeu ait eu un impact sur leur motivation.

7.7. Résultats inattendus et biais

Il nous a paru étonnant que seul un apprenant émette un regard critique sur la distance et la durée de l'expérience. Comme la majorité des apprenants (31/48) étaient externes aux HUG et qu'ils venaient hors du canton de Genève, il aurait été acceptable d'avoir plus de remarques négatives concernant l'aspect pratique du lieu et de la durée de l'expérience.

La différence de pratique et de matériel pour les apprenants externes aux HUG peut présenter un biais dans cette étude.

Lors de la mise en place de l'expérience, nous espérions pouvoir inclure une vingtaine d'apprenants. Les 48 apprenants finalement inclus nous démontrent un

engouement particulier pour ce nouveau type d'apprentissage mais sont également un désavantage par rapport au design de l'outil. En effet, comme chaque groupe est constitué de deux personnes et que la durée totale (entre tests, explications et *escape room*) avoisine les 2h30 - 3h00, cet outil a démontré être très chronophage. Peut-être l'aurions-nous façonné de manière différente si nous avions anticipé ce succès ? Nous aurions par exemple pu créer des groupes de plus grande taille, par exemple 3-4 personnes, ce qui aurait permis de mieux travailler sur la question de la dynamique d'équipe.

7.8. Enquête de satisfaction

Bien que le questionnaire de satisfaction ne permette pas une analyse en profondeur de l'efficacité ou de l'utilité de l'outil, il permet d'avoir des éléments d'amélioration possible et de connaître la direction à prendre pour un développement futur.

Bien que 68% n'aient jamais pris part à un *escape room* auparavant, la majorité des participants (79%) ont été satisfaits par l'outil et tous recommanderaient cette forme de formation continue. Comme cité plus haut, les jeux sérieux ne devraient pas remplacer les autres outils pédagogiques mais être utilisés à bon escient. Pour 97.9%, l'aspect ludique offre une plus-value à l'apprentissage des BPF.

7.9. Synthèse

L'objectif principal de la *gamification* d'une salle blanche était de trouver des manières d'enrichir les modules de formation continue pour les opérateurs en production. Selon le retour des utilisateurs, l'utilisation d'un outil interactif et ludique pour le domaine des BPF a été perçue comme une façon positive d'enrichir l'apprentissage de ces aspects et les résultats montrent une augmentation significative de leurs connaissances grâce à l'outil.

Cette étude a permis de satisfaire notre envie de diversifier la formation continue des opérateurs, qui était à l'origine de ce projet. Les retours montrent que cette nouvelle forme de pédagogie a également plu aux apprenants ayant participé à

l'expérience. L'innovation dans l'enseignement est nécessaire pour améliorer l'apprentissage des apprenants⁸². Par le jeu, nous favorisons la compréhension des BPF et la satisfaction des apprenants à prendre part à des formations continues.

Cette expérience a également permis de confirmer les trois hypothèses posées. En effet, le passage dans l'*escape room* permet d'augmenter les connaissances et le degré de certitude des apprenants, même un mois après l'expérience. De plus, cette forme pédagogique a été généralement appréciée par les différents apprenants y ayant pris part.

8. Conclusion et perspectives

Ce travail a permis la mise en place d'un *escape room* pédagogique en lien avec les processus à haut risque, tel que la production de chimiothérapies. A travers ce projet, il a été possible de démontrer l'intérêt de l'utilisation de la simulation en pharmacotechnie pour améliorer les connaissances théoriques.

Ce concept innovant a été validé auprès de 48 participants, avec une évaluation des connaissances rémanentes un mois après l'expérience. L'objectif était d'évaluer l'apport d'un tel jeu sur l'apprentissage ou le rappel de connaissances nécessaires à toute personne ayant trait aux BPF. L'*Esclean room* a permis d'améliorer de manière significative l'acquisition de connaissances, passant de 57.4% de réponses entièrement correctes au pré-test à 79.2% au second post-test. L'assurance des apprenants a également bénéficié d'une amélioration significative, comme démontré avec le score total moyen de 228.9 points en pré-test à 320.2 points un mois après le passage dans l'*Esclean room*. Tous les participants n'ont pas bénéficié de l'outil de la même manière, cependant ce concept a été très apprécié des utilisateurs. Une amélioration des questionnaires sur le plan de la compréhension de certaines questions devra être envisagée.

Les limitations de l'étude résident dans le choix du matériel, inconnu pour 64.5% des participants, et dans le fait que les questionnaires n'aient pas été validés par un public reflétant le public cible. Une validation correcte aurait permis la reformulation de certaines questions, évitant certaines erreurs de compréhension et une ambiguïté dans les réponses.

A l'avenir, en plus de renouveler le post-test à lointaine distance de l'expérience (ex. un an après le passage dans l'*Esclean room*) pour vérifier la rémanence des connaissances acquises, il serait intéressant d'étudier les changements comportementaux liés aux connaissances, compétences et attitudes acquises à travers la session de simulation (niveau 3 de Kirkpatrick).

Une comparaison de l'acquisition des connaissances à travers cet outil et un autre format, tel qu'un *e-learning* ou un cours magistral pourrait également être important pour appuyer la plus-value des *serious games* en pédagogie.

Une hésitation se ferait néanmoins quant à l'utilisation répétée du format de l'*escape room* pour les formations continues en pharmacie hospitalière. En effet, bien que doté d'un aspect ludique fort attrayant, il est probable que cet outil, sûrement en vogue de façon temporaire, utilisé de manière répétée, fatigue les utilisateurs. Néanmoins, certains apprenants, suite au passage dans l'*Esclean room*, ont décrété que l'utilisation d'un tel outil lors de formations continues de fréquence biannuelle serait intéressante et que le niveau de difficulté pouvait être majoré pour les apprenants connaissant le principe. Dans cette même veine, il serait donc possible d'intégrer l'*Esclean room* dans une gamme de *serious escape games* à niveaux variables, pour accompagner les opérateurs en production au fil de leur carrière.

D'autres connaissances pourraient également être testées à travers ce format ludique, afin d'élargir la palette des éléments à acquérir au fil des formations continues, comme les connaissances non techniques. En effet, la communication entre pairs ou en interprofessionnalité, le leadership ou la résolution de problème en groupe pourraient être l'objet de formations continues en pharmacie hospitalière.

Finalement, l'expérience a permis la mise en évidence de certains paramètres concernant cet outil innovant. Les participants se soumettent avec plaisir à la formation continue sous cette forme d'expérience et démontrent une grande motivation intrinsèque. Dans l'utilisation de l'*escape room* les savoirs employés (connaissances pharmaceutiques), sont pointés précisément, par contre le côté didactique (évaluation des savoirs acquis, consignes, questions) et les principes de l'enseignement aux adultes ont été laissés de côté, ce qui nous fait admettre que l'on ne s'improvise pas enseignant! En effet, nous avons naïvement et sur une période brève de 8 mois été maître de jeu, ce qui a démontré certaines faiblesses comme par exemple le côté chronophage de l'outil tel qu'il a été utilisé (passation des consignes, équipes de deux personnes), ou le post-test fait à distance.

Bibliographie

1. World Health Organization, Good Manufacturing Practices [en ligne]. http://www.who.int/biologicals/vaccines/good_manufacturing_practice/en/# (consulté le 05.09.2017)
2. Walusiak, J. et al. Occupational asthma due to mitoxantrone. *Allergy*, 2002; 57 (5): 461
3. Kusnetz, E, Condon, M. Acute effects from occupational exposure to antineoplastic drugs in a para-professional health care worker. *Am J Ind Med*, 2003; 44(1):107-9
4. McDiarmid, M, Egan, T. Acute occupational exposure to antineoplastic agents. *J Occup Med*, 1988; 30 (12):984-7
5. Skov, T et al. Leukaemia and reproductive outcome among nurses handling antineoplastic drugs. *Br J Ind Med*, 1992: 49 (12): 855-61
6. Nomade escape [en ligne] <https://www.nomade-escape.com/qu-est-ce-qu-un-escape-game.html> (consulté le 05.09.2017)
7. McCoy, B., Digital Distractions in the classroom: student classroom use of digital devices for non-class related purposes [en ligne]. *Faculty Publications, College of Journalism & Mass*, 2013
8. Drummond, D. Serious games for health: Three steps forwards. *Advances in Simulation*, 2017; 2:3
9. Murphy, P. et al. *Pedagogy and Practice: culture and identities*. SAGE. U.K.: The Open University, 2008.
10. Admée 2008 [en ligne]. <https://plone2.unige.ch/admee08/communications-individuelles/j-a6/j-a6-1> (consulté le 23.09.2017)
11. Barnier, G. Théories de l'apprentissage et pratiques d'enseignement. IUFM d'Aix-Marseille, 2009 [en ligne] <https://cahierfle.wordpress.com/2009/08/11/theories-de-lapprentissage-et-pratiques-denseignement-gerard-barnier/> (consulté en septembre 2017)

12. Gerlach, J. M. *Collaborative Learning: Underlying Processes and Effective Techniques*. San Francisco; USA, Jossey-Bass Publishing, 1994
13. Bloom, B.S. et al. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York: David McKay, 1956.
14. Taxonomie des processus cognitifs d'Anderson et de Krathwohl [en ligne]. http://edutechwiki.unige.ch/fr/Niveaux_et_types_d%E2%80%99apprentissage,
15. <https://moocmooc.wordpress.com/2012/10/28/taxonomie-des-processus-cognitifs-danderson-et-de-krathwohl/> (consulté le 23.09.2017)
16. O'Sullivan, M. Teaching large classes: The international evidence and a discussion of some good practice in Ugandan primary schools. *Int J Educ Dev*, 2006, 26; 24-37
17. Rescorla, R. Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, 1967; 74 (1): 71-80
18. Barnier, G. Théories de l'apprentissage et pratiques d'enseignement. IUFM d'Aix-Marseille, 2009 [en ligne] <https://cahierfle.wordpress.com/2009/08/11/theories-de-lapprentissage-et-pratiques-denseignement-gerard-barnier/> (consulté en septembre 2017)
19. Ryan R.M, Deci E. L, Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 2000; 25: 54-67
20. Gaba, D. M. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*, 2004; 13: 2-10
21. Certification : Pilots, Flight Instructors, and Ground Instructors, Electronic code of Federal Regulations [en ligne], <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&sid=40760189a03dfea0b501608f33820a45&rqn=div5&view=text&n ode=14:2.0.1.1.2&idno=14> (consulté le 19.09.2017)
22. America's Authentic Government Information. H.R. 855 To amend the Public Health Service Act to authorize medical simulation enhancement programs, and for other purposes. 111th Congress 1st session. GPO; 2009. [en ligne].

<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr855ih/pdf/BILLS-111hr855ih.pdf>

(consulté le 23.07.2017)

23. Moran, ME. Enlightenment via simulation : « crone-ology's » first woman. *J Endourol*, 2010; 24 (1): 5-8
24. La Croix, <https://www.la-croix.com/Ethique/Sciences-Ethique/Sciences/Madame-du-Coudray-pionniere-de-la-simulation-2016-01-04-1399587> (consulté le 20.09.2017)
25. Lin, K. et al. Simulation and introductory pharmacy practice experiences. *Am J Pharm Educ*, 2011; 75(10)
26. Ricciardi, F. De Paolis L. T. A comprehensive review of serious games in health professions. *Int J Comp Games Technology*, 2014
27. Okuda, Y. The use of simulation in the education of emergency care providers for cardiac emergencies. *Int J Emerg Med*, 2008; 1:73-77
28. Okuda, Y. The utility of simulation in medical education: What is the evidence? *Mount Sinai Journal of Medicine*, 2009; 76:330-343
29. Green, M. Improving patient safety through simulation training in anesthesiology: Where are we? *Anesthesiology Research and Practice*, 2016
30. Granry, J-C., Moll, M-C. Rapport de mission: Etat 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. [en ligne] www.has-sante.fr (consulté le 05.09.2017)
31. Le portail de la formation continue de l'Université Paris Descartes. <http://www.scfc.parisdescartes.fr/index.php/descartes/formations/pharmacie/pharmacie-hospitaliere/du-analyse-et-gestion-des-risques-en-sante> (consulté le 20.09.2017)
32. Hussainy, S.Y. A virtual practice environment to develop communication skills in pharmacy students. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 2012; 76(10)

33. Hookham, G. *Gamification for education: designing a pharmacy education game*. Switzerland: Springer International Publishing, 2015
34. Institute for Clinical Simulation and Patient Safety, Philadelphia: Temple University School of Medicine. www.temple.edu/ics/about/standardized.html (consulté le 22.09.2017)
35. Patel, S. A virtual clean room to teach USP 797 regulations for intravenous medications. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 2011; 75 (1)
36. Mattsson, S. Using a virtual tablet machine to improve student understanding of the complex processes involved in tablet manufacturing. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 2016; 80(5), 1–8
37. Srinivasan, M. Assessment clinical skills using simulator technologies. *Acad Psychiatry*, 2006; 30 (6): 505-15
38. Seybert, AL. Simulation-based learning versus problem-based learning in an acute care pharmacotherapy course. *Simul Healthc*, 2012; 7(3):162-5
39. Steadman, RH. Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills. *Crit Care Med*, 2006;34(1):151-7
40. Darrodes, M. *Elaboration d'un programme de simulation destine aux équipes pharmaceutiques des unités de préparation des cytotoxiques*. Mémoire du diplôme d'études spécialisées de pharmacie hospitalière pratique et recherche. Université Paris-Sud, 2015
41. Granry, J-C., Moll, M-C. Evaluation et amélioration des pratiques : Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. [en ligne] www.has-sante.fr (consulté le 05.09.2017)
42. Gaba, D. M. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*, 2004; 13: 2-10
43. Lin, K. et al. Simulation and introductory pharmacy practice experiences. *Am J Pharm Educ*, 2011; 75(10)

44. Granry, J-C., Moll, M-C. Evaluation et amélioration des pratiques : Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. [en ligne] www.has-sante.fr (consulté le 05.09.2017)
45. Alvarez, J., Rampnoux, O. Plateforme Fun MOOC : Enseigner avec les Serious Games, Université de Montpellier [en ligne] www.fun-mooc.fr (consulté entre mai et juillet 2017)
46. Bradley, P. The history of simulation in medical education and possible future directions. *Med Educ*, 2006; 40 (3) 254-62
47. Michael, D., Chen, S. *Serious games: games that educate, train, and inform*. Canada: Thomson Course Technology, 2006
48. Delafontaine, S. Serious gaming: *Quand et comment l'employer?* Mémoire du master MSI HES-SO, 2013
49. L'Obs, Simuler pour mieux soigner, la nouvelle pédagogie médicale. [en ligne] <https://tempsreel.nouvelobs.com/rue89/rue89-sante/20150921.RUE0646/simuler-pour-mieux-soigner-la-nouvelle-pedagogie-medicale.html> (consulté le 09.09.2017)
50. Bukhari, H. A framework for determining the return on investment of simulation-based training in health care. *Journ Health Care*, 2004; 54:1-7
51. Games for health [en ligne] www.gamesforhealth.org (consulté le 05.09.2017)
52. Games for health Europe [en ligne] www.gamesforhealtheurope.org (consulté le 05.09.2017)
53. Rey, A. *Le Robert: Dictionnaire d'aujourd'hui*. Sablons : France Loisirs, 1992
54. Stokes, B. Videogames have changed: time to consider "Serious games"?. *Development Education Journal*, 2005
55. De Paolis, L. *Serious Game for Laparoscopic Suturing Training*. *Proceedings - 6th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*, 2012
56. Eichenbaum, A. Video games: play that can do serious good. *American Journal of Play*, 2014; 1:50-72

57. Prensky, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 2002; 10 (1): 5-11
58. Ludoscience, modèle CEPAJe [en ligne]. <http://www.ludoscience.com/FR/diffusion/922-Presentation-du-modele-CEPAJe.html> (consulté le 05.09.2017)
59. Quinche, F. *Game based learning : Apprendre avec les jeux vidéos*. Berne : educa.ch, 2013
60. Klopfer, E. *Moving learning games forward: obstacles, opportunities and openness*. Massachusetts Institute of Technology: The Education Arcade, 2009.
61. Kato, PM. A video game improves behavioral outcomes in adolescents and young adults with cancer: a randomized trial. *Pediatrics*, 2008; 122 (2): 305-17
62. Hopelab, projets et missions [en ligne] <http://www.hopelab.org/projects/mission/> (consulté en septembre 2017)
63. Qin, J. Learning blood management in orthopedic surgery through gameplay. *IEEE Comput Graph Appl*, 2010; 30 (2): 45-57
64. Boet, S., Granry, JC., Savoldelli, G. *La simulation en santé : De la théorie à la pratique*. Springer, 2013
65. Salas, E. et al. Debriefing medical teams: 12 evidence-based best practices and tips. *Jt Comm J Qual Patient Saf*, 2008;34(9):518-27
66. Savoldelli, G. Réflexion sur le feed-back et le débriefing. Programme SimulHUG, DU Formateurs à l'Enseignement de la médecine sur simulateur. Université Paris-Descartes, 2012
67. Horcik, Z. *Former par la simulation: de l'analyse de l'expérience des participants à la conception de formations par simulation*. Mémoire de thèse de doctorat. Université de Genève, 2014
68. Qu'est-ce qu'un MOOC ?, Université de Genève. <http://moocs.unige.ch/presentation/> (consulté le 05.09.2017)

69. Journal of Oncology Pharmacy Practice, BMJ Simulation & Technology enhanced Learning
70. International Journal of Serious Games [en ligne] <http://journal.seriousgamesociety.org/index.php?journal=IJSG> (consulté le 20.09.2017)
71. Leclercq, D. *Innovations en Pédagogie Universitaire*. 19° Journées franco-suisse de Pharmacie hospitalière, Mâcon, 2015
72. Prosperi, O. *Développement d'un indice de difficulté subjective pour la calibration de tests standardisés*. Mémoire du diplôme de Master en Sciences et Pratiques de l'Education. HEP-Vaud et Unil, 2012
73. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. *Evaluating training programs: the four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers; 2006
74. Gerard F-M. L'évaluation de l'efficacité d'une formation. Gest 2000. 2003;20(3):13–33.
75. Gilles, J-L, *Utilisation des degrés de certitude et normes de réalisme en situation d'examen et d'auto-estimation à FA.P.S.E.* - ULG, Colloque de l'ADMEE-EUROPE "Dix années de travaux de recherche en évaluation", 1996
76. Ce qu'il faut savoir avant d'entrer : Module pour vous familiariser avec le fonctionnement d'une unité de préparation des médicaments cytotoxiques. SIMU CANCERO (CHU Nice, CHU Lille, Université Lille 2, HU Genève, Hôpital Foch) SFPC, version 1, janvier 2015
77. Debriefing Assessment For Simulation in Healthcare (DASH), Rater's Handbook, The Center for Medical Simulation [en ligne] <https://harvardmedsim.org/debriefing-assessment-for-simulation-in-healthcare-dash/> (consulté le 11.12.2017)
78. Bruttomesso, D. The use of degrees of certainty to evaluate knowledge. *Patient Education and Counseling*, 2003 : 51, 29-37
79. Folch, C. *Elaboration d'un outil pédagogique d'information sur les médicaments destiné aux patients*. Mémoire de la Maîtrise universitaire d'études avancées en pharmacie hospitalière. Université de Genève et Hôpitaux Universitaires de Genève, 2016

80. Cain, J. Are serious games a good strategy for pharmacy education? American Journal of Pharmaceutical Education, 2015
81. Perry, S. Evaluation of self-assessment tests for predicting long-term knowledge retention. Journal of Continuing Education in the Health Professions, 1985
82. Bacon, D. How fast do students forget what they learn in consumer behaviour? A longitudinal study. Journal of Marketing Education, 2006; 28(3): 181-192
83. Vadnais, M. et al. Assessment of long-term knowledge retention following single-day simulation training for uncommon but critical obstetrical events. J Matern Fetal Neonatal Med, 2012; 25 (9): 1640-1645
84. Pôle de soutien à l'enseignement et l'apprentissage [en ligne]. <https://www.unige.ch/dife/enseigner-apprendre/soutien-enseignement/innovations-et-projets/> (consulté le 02.12.2017)

Annexe 1 : Liste détaillée des questions dans les pré- et post-tests

1. Le chlore, malgré son effet sur les spores, a des désavantages pour son utilisation en tant que décontaminant pour les équipements. Lesquels ?
(une ou plusieurs réponses possibles)

- Coût très élevé
- Est buvable
- Corrosif
- Pas d'action virucide

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude



2. Comment protéger les sources de contamination suivantes?

Particules émises (ex. toux)

Flacons de principe actif

Cheveux

Mains

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude:

3. Quelle est la qualité minimale de filtres requise dans un isolateur de zone A ?

- HEPA 14
- EPA 11
- ULPA 16
- EPA 10
- EPA 12

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude:

4. Définitions

Une matière première est en (11 lettres)

lorsqu'elle est isolée physiquement afin d'éviter son utilisation en attendant que sa libération soit statuuée.

Quantité définie d'une matière première, d'un article de conditionnement ou d'un produit fabriqué en une opération ou en une série d'opérations, telle qu'elle puisse être considérée comme homogène: (3 lettres)

A la réception d'un équipement, que doit-on faire pour examiner l'adéquation de l'équipement, comme le fait qu'il soit conforme à nos attentes? (13 lettres)

Opération destinée à démontrer, documents à l'appui, qu'une procédure, un procédé ou une activité conduit effectivement aux résultats escomptés (10 lettres)

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude:

5. Quelle tenue pour quelle zone?

Zone C	<input type="text"/>
Zone D	<input type="text"/>
Zone B	<input type="text"/>

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

.... entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

6. Quel type de stérilisation obtient-on avec l'acide peracétique ou le peroxyde d'hydrogène?

- une stérilisation de surface
- une stérilisation au cœur des principes actifs et dispositifs médicaux

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

.... entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

7. Différentiel de pression

L'intervalle de pression souhaité
entre deux zones est de ... Pascal

à ... Pascal

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

8. Quels désinfectants ont une action contre les spores ?

(une ou plusieurs réponses possibles)

- Alcool
- Ammonium quaternaire
- H₂O₂
- Chlorhexidine
- Chlore

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

9. Quelle doit être la zone minimale de l'environnement immédiat d'un isolateur en dépression?

- C
- B
- A
- D

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

10. Comment nettoyer:

	Une ZAC	Les parois d'un flux	Le plan de travail d'un flux?
Comment nettoyer:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

	entre 0% et 25%	entre 26% et 50%	entre 51% et 70%	entre 71% et 85%	entre 86% et 95%	entre 96% et 100%
Degrés de certitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Quelle doit être la zone BPF d'un équipement pour la fabrication aseptique?

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

	entre 0% et 25%	entre 26% et 50%	entre 51% et 70%	entre 71% et 85%	entre 86% et 95%	entre 96% et 100%
Degrés de certitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Quels énoncés sont corrects?

(une ou plusieurs réponses possibles)

- Il est possible d'avoir une zone A dans une zone D
- UFC signifie: unité formatrice de colonie
- Le nombre de particules fait partie de la définition de la classification d'une zone à atmosphère contrôlée
- La classe d'un isolateur est: A

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

	entre 0% et 25%	entre 26% et 50%	entre 51% et 70%	entre 71% et 85%	entre 86% et 95%	entre 96% et 100%
Degrés de certitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Reliez les équipements aux descriptions leur convenant au mieux

(une réponse ne peut être utilisée qu'une seule fois)

	Equipement
Préparation aseptique de produits non toxiques:	<input type="text"/>
Environnement immédiat : zone D	<input type="text"/>
Environnement immédiat : zone C	<input type="text"/>

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

	entre 0% et 25%	entre 26% et 50%	entre 51% et 70%	entre 71% et 85%	entre 86% et 95%	entre 96% et 100%
Degrés de certitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Quels gants faut-il utiliser lors de production de chimiothérapies?
(une ou plusieurs réponses possibles)

5

- Stériles et non-poudrés
- Non-stériles et non-poudrés
- Stériles et poudrés

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude ○ ○ ○ ○ ○ ○

15. Quel énoncé est faux?

5

- Le peroxyde d'hydrogène sent le vinaigre
- Le peroxyde d'hydrogène est très inflammable
- Le peroxyde d'hydrogène et l'acide peracétique servent à faire une stérilisation de surface
- Le peroxyde d'hydrogène n'a aucune odeur

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude ○ ○ ○ ○ ○ ○

16. Quelles sont les affirmations correctes au sujet des contrôles concernant la contamination microbiologique de l'air, des surfaces critiques et du personnel ?
(une ou plusieurs réponses possibles)

5

- Les contaminations microbiologiques se traduisent en ufc/m3 pour les échantillons d'air et en ufc/plaque pour les plaques de pétri
- La méthode par écouvillonnage est une méthode où les cinq doigts sont apposés délicatement sur un milieu nutritif
- Des seuils d'alerte et d'action sont définis pour chaque classe
- Pour être conforme à la zone d'un isolateur (= zone A), le résultat de la gélose de contact doit être inférieur à <1 ufc/plaque
- Les contrôles suivants sont à effectuer régulièrement:
Prélèvements microbiologiques de l'air et des surfaces,
Contrôle particulaire de l'air

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

... entre 0% et 25% ... entre 26% et 50% ... entre 51% et 70% ... entre 71% et 85% ... entre 86% et 95% ... entre 96% et 100%

Degrés de certitude ○ ○ ○ ○ ○ ○

17. La préparation des médicaments stériles impose des exigences particulières en vue de réduire les risques de contamination microbienne, particulaire et pyrogène. Il existe trois procédés de préparation des médicaments stériles :

Procédés de fabrication des médicaments stériles

1. Méthode à effectuer aussi près que possible du point de remplissage, à l'aide d'un filtre stérile à pores de 0,22µm.	<input type="text"/>
2. Méthode de choix lorsqu'elle est envisageable. Ne convient pas aux principes actifs thermo-dégradables.	<input type="text"/>
3. Méthode dont l'objectif est de maintenir la stérilité d'un produit obtenu à partir de composants stériles en utilisant des matériaux de préparation stérilisés. La est un moyen d'atteindre cet objectif.	<input type="text"/>

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25%
 entre 26% et 50%
 entre 51% et 70%
 entre 71% et 85%
 entre 86% et 95%
 entre 96% et 100%

Degrés de certitude

18. Calculs

Quelle est la concentration totale de la préparation suivante : dissoudre 15 mg d'irinotecan dans 7 mL d'eau ppi ?mg/mL

Méthotrexate 2.5mg/m² : Quelle est la dose totale de methotrexate à préparer pour un patient avec un poids de 57 kg et une surface corporelle de 1.72 m² ? mg

On aimerait 0.4 mg de pomalidomide pour une préparation. La solution mère est à 3.5 mg/mL. Quel volume faut-il prélever ? mL

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25%
 entre 26% et 50%
 entre 51% et 70%
 entre 71% et 85%
 entre 86% et 95%
 entre 96% et 100%

Degrés de certitude

19. Quel flux choisir pour la fabrication d'un cytotoxique?

- flux vertical avec filtre d'extraction
- flux horizontal

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

20. Définitions

La (13 lettres)
d'un produit par une autre matière
est une action non souhaitée.

Notion d'assurance de la qualité,
s'appliquant à la fabrication de
médicaments à usage humain ou
vétérinaire (3 lettres)

Les deux agents stérilisants
couramment utilisés pour les
isolateurs sont l' (16
lettres), un agent corrosif, et le
..... (18 lettres), un
agent sans odeur et très
inflammable.

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

21. Les BPF classent les opérations de fabrication selon leur risque de contamination microbologique (*risque pour la préparation et pour le patient*). Comment évaluez-vous les opérations de fabrication de cytotoxiques suivantes?

	Risque
1. Mélange de poudres cytotoxiques en système ouvert	<input type="text"/>
2. Dissolution dans un contenant ouvert	<input type="text"/>
3. Transfert en système clos de solutions	<input type="text"/>

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

22. Quelle pression est plus sécuritaire pour l'opérateur lors de fabrication de chimiothérapies en isolateur?

- pression négative
- pression positive

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

Degrés de certitude

23. "ZAC" signifie "zone à accès contrôlé"?

- correct
- incorrect

Après avoir répondu à cette question, à quel point pensez-vous que votre réponse soit correcte?

entre 0% et 25% entre 26% et 50% entre 51% et 70% entre 71% et 85% entre 86% et 95% entre 96% et 100%

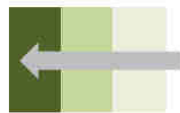
Degrés de certitude

Annexe 2 : Liste détaillée des énigmes de l'Esclean room

Relier les sources de contamination aux mesures de protection
ex. flacons de principe actif → décontaminant



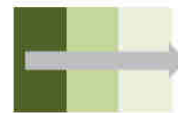
Comment nettoyer un flux ou une zone?
additionner la ou les réponse(s) correcte(s)



4: de la zone la plus propre à la plus sale?



7: de bas en haut?



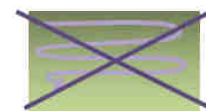
2: de la zone la plus sale à la plus propre?



0: avec des mouvements de zig-zag?



2: de haut en bas?



5: sans mouvements de zig-zag?

IFOSFAMIDE JOUR 1

NOM PRENOM : Romes Klein

DATE DE NAISSANCE : 12.06.1976

SERVICE : Oncologie

POIDS DU PATIENT : 46 kg

SURFACE CORPORELLE : 1.73 m²

Ordonnance : Ifosfamide 1.35g/m²

Posologie totale: mg

MODE OPERATOIRE

- 1/ Poser la tubulure sur la poche et la purger
- 2/ Dissoudre 2g d'Holoxan[®] avec 50mL d'eau ppi → concentration : mg/mL
- 3/ Prélèver le volume prescrit (cylosafe) mL
- 4/ Ajouter ce volume à la poche

Stabilité : Dans du glucose 5% ou du NaCl 0.9% : 7 jours à température ambiante. A l'abri de la lumière.

Quelle est la bonne réponse ?

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1) 2.33 g | 2) 62.1 g | 3) 62.1 g | 4) 2.33 g |
| 50 mg/mL | 40 mg/mL | 50 mg/mL | 40 mg/mL |
| 58.25 mL | 8.25 mL | 8.25 mL | 58.25 mL |

Quelle tenue pour quelle zone?

Zone D	Zone C	Zone B



Quels gants faut-il utiliser lors de production de chimiothérapies?

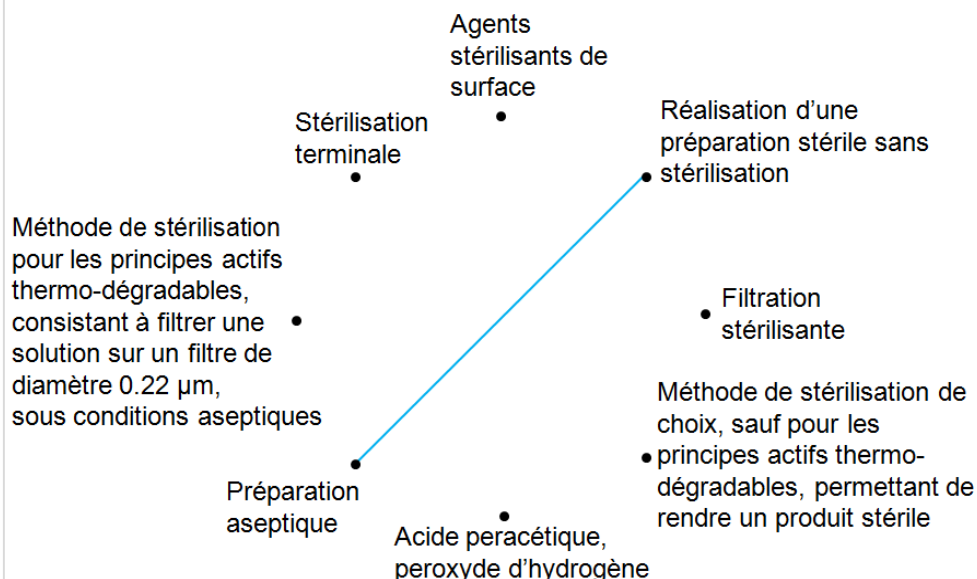
Contaminations microbiologiques de l'air, des surfaces critiques et du personnel.


Combien de réponses sont correctes?

- Les contaminations microbiologiques se traduisent en ufc/m³ pour les échantillons d'air et en ufc/plaque pour les plaques de pétri
- Pour être conforme à la zone d'un isolateur (= zone A), le résultat de la gélose de contact doit être inférieur à < 1 ufc/plaque
- La méthode par écouvillonnage est une méthode où les cinq doigts sont apposés délicatement sur un milieu nutritif
- Des seuils d'alerte et d'action sont définis pour chaque classe
- Les contrôles suivants sont à effectuer régulièrement:
 - Prélèvements microbiologiques de l'air et des surfaces
 - Contrôle particulaire de l'air

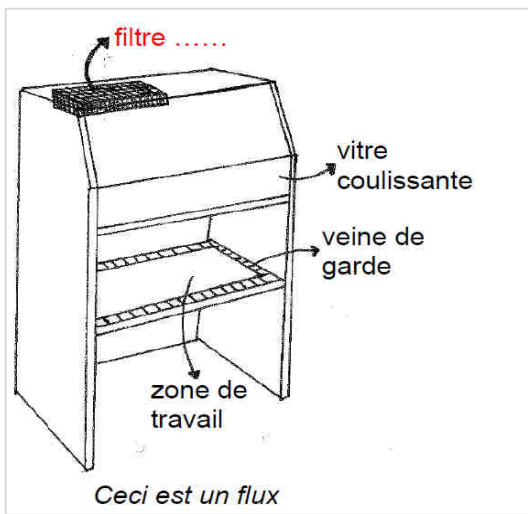
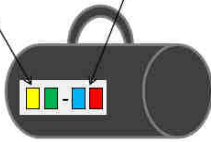
Procédés de fabrication des médicaments stériles.

Reliez les termes aux définitions:

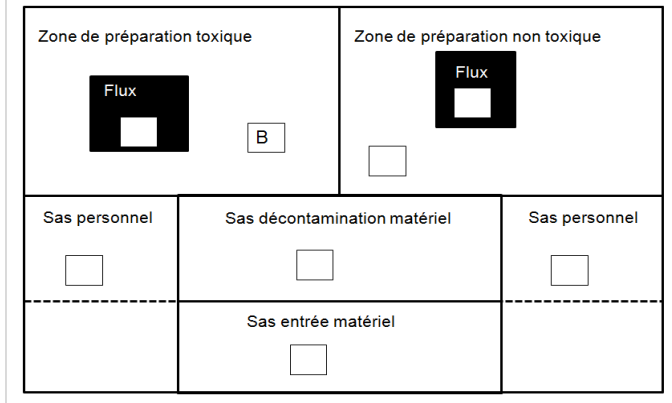


<p>Quel flux choisir pour la fabrication d'un cytotoxique?</p> <p>4 (flux vertical avec filtre d'extraction)</p> <p>6 (flux horizontal)</p>	<p>Quelle pression est plus sécuritaire pour l'opérateur lors de fabrication de chimiothérapies en isolateur?</p> 	<p>« ZAC » signifie « zone à accès contrôlé »?</p> <p>2 (non)</p> <p>7 (oui)</p>	<p>=</p>
---	---	--	----------------

Entre deux zones, il est souhaité d'avoir un intervalle de pression entre Pa (Pascal) et Pa (équivalent à une pression entre 1.0 et 1.5 mmH₂O (millimètres d'eau))



Voici le plan d'une zone à atmosphère contrôlée lambda.
Comment classifiez-vous les zones?



Reliez les équipements aux descriptions leur convenant au mieux	Comment reliez-vous les activités suivantes aux risques de contamination microbiologique?
Environnement immédiat: zone D	Risque faible
Environnement immédiat: zone C	Risque modéré
Préparation aseptique de produits non toxiques	Risque élevé

Le chlore, malgré son effet sur les spores, a un désavantage pour son utilisation en tant que décontaminant pour les équipements. Lequel?

1. Pas d'action virucide
2. Corrosif
3. Est buvable
4. Coût très élevé

En plus du chlore, quel désinfectant a une action contre les spores?



Concernant la différence entre le peroxyde d'hydrogène et l'acide peracétique, quel énoncé est faux?

- 1) Le peroxyde d'hydrogène n'a aucune odeur
- 2) Le peroxyde d'hydrogène est très inflammable
- 3) Les deux agents servent à faire une stérilisation de surface
- 4) Le peroxyde d'hydrogène sent le vinaigre

Combien de réponses sont correctes?

- Il est possible d'avoir une zone A dans une zone D
- La classe d'un isolateur est A
- Le nombre de particules fait partie de la définition de la classification d'une zone à atmosphère contrôlée
- UFC signifie: unité formatrice de colonie

Quelle est la qualité minimale de filtres requise dans un isolateur de zone A?

		Classe de filtre	Valeur intégrale (efficacité globale)	
			Efficacité d'épuration (%)	Pénétration (%)
1)	Filtres à air particulaires efficaces	EPA 10	85	15
2)		EPA 11	95	5
3)		EPA 12	99,5	0,5
	Filtres à air particulaires haute efficacité (très efficaces contre bactéries, assez contre virus)	HEPA 13	99,95	0,05
4)		HEPA 14	99,995	0,005
	Filtres à air à pénétration ultra faible	ULPA 15	99,9995	0,0005
5)		ULPA 16	99,99995	0,00005
		ULPA 17	99,999995	0,000005

Classification des filtres haute efficacité selon la norme EN 1822

Vertical

1. A la réception d'un équipement, que doit-on faire pour examiner l'adéquation de l'équipement, comme le fait qu'il soit conforme à nos attentes ?
2. Démonstration systématique et documentée, basée sur la prise en compte des facteurs de risque, d'un procédé donné, utilisant l'équipement et le matériel prévus à cette fin, permet réellement d'obtenir de manière reproductible, un produit ayant la qualité attendue et exigée.
3. Quantité définie d'une matière première, d'un article de conditionnement ou d'un produit fabriqué en une opération ou en une série d'opérations, telle qu'elle puisse être considérée comme homogène.

Horizontal

1. Statut des matières premières, des articles de conditionnement, des produits intermédiaires, en vrac ou finis, isolés physiquement ou séparés par d'autres moyens efficaces destinés à éviter leur utilisation, leur distribution ou leur remise en attendant qu'il soit statué sur leur libération ou leur refus.
4. Protection épousant la forme de la main et des doigts.
5. Action non souhaitée d'une matière première ou d'un produit envers une autre matière première, un emballage ou un autre produit.
6. Notion d'assurance de la qualité, s'appliquant à la fabrication de médicaments à usage humain ou vétérinaire.

Annexe 3 : Liste des cadenas utilisés

Cadenas à disposition

N°	Description cadenas	Chiffres/ Lettres	Nbre	Question	Réponse	Lieu
1	Hama, vert	Chiffres	3	Sources de contaminations et solutions?	8-6-4	SAS matériel bureau
				Comment nettoyer un flux ou une zone?		
				Calcul (réponse: choix de la 4e réponse)		
2	Hama, orange	Chiffres	3	Tenue vestimentaire?	3-5-1	Porte bureau/vestiaire
3	Abus, bleu	Chiffres	3	Questions sur contaminations microbiologiques: 4	4-2-5	Coffre dans vestiaire
				Question sur stérilisation etc (réponse *), puis UV: * =5		
				Question sur flux (« calcul »): 2		
4	Arc-en-ciel	Chiffres	4	Différence pression?	1015	Porte vestiaire/prod
5	Wordlock, rouge	Lettres	4	Type filtre?	HEPA	SAS côté
6	Mousqueton bleu	Chiffres	3	Relier équipements aux descriptions et activités aux risques (5)	2-5-7	Poubelle cytos (avec noté: < < (plus petit chiffre au plus grd))
				Choix spray pour isolateur? Pictogramme: 7		
				Désavantage du chlore (2) (question sous plaques pétri)		
7	Noir	Lettres	4-5	Plan zones (avec flèche)	B-A-C-C	Boîtes avec sprays
8	Hama, orange	Chiffres	3	Différence entre peroxyde et acide peracétique (4)	4-4-4 (à mettre encore)	SAS sortie, mot-croisé dedans
				Combien de réponses correctes? (4)		
				Qualité minimale de filtre requise? (4)		
9	Wordlock, bleu	Lettres	4	Mot-croisé dans le spillkit (16.)	GAME	Porte sortie

Annexe 5 : Flyer invitation

Esclean Room

Deux personnes
Enfermées dans une salle blanche

60 minutes – Pas une de plus
Fouillez la pièce – Résolvez des énigmes

Relevez le défi de livrer la chimiothérapie qui sauvera une vie.



Un nouveau type de formation sur les BPF.

On se souvient des expériences. Pas des heures passées à lire la Pharmacopée.



Inscriptions: <https://www.timify.com/chfr/profile/pharmacie-hug>

Lieu: CMU, Rue Michel-Servet 1, 1206 Genève, 5^e étage

Renseignements: Faustine Berthod, faub@hcuge.ch

Public cible: opérateurs en production (préparateurs, assistants en pharmacie ou pharmaciens) depuis minimum 6 mois ou ayant travaillé en production ces 3 dernières années (ex. pharmaciens en formation FPH), pharmaciens travaillant au laboratoire contrôle-qualité ou en assurance qualité

**Le concept de ce serious game est celui des «escape room» ou «escape game». Il s'agit d'un jeu dont le principe consiste à s'échapper d'une pièce en trouvant des éléments cachés et en résolvant des énigmes. Ici, la pièce est une salle blanche et les énigmes sont des questions formatives sur les bonnes pratiques de fabrication.*

Annexe 6 : Documents du formateur



BRIEFING, PRE-BRIEFING ET DEBRIEFING

1 BRIEFING

Informations générales

BUT ETUDE : VALIDER UNE METHODE D'APPRENTISSAGE.

VALIDATION : PRE-TEST ET POST-TEST

THEME : BONNES PRATIQUES DE PREPARATION

DONC Le but de l'étude n'est pas de juger les participants et il n'y a pas de « bonne » ou « mauvaise performance ».

METHODE D'APPRENTISSAGE : ESCAPE GAME

Késako ?

GROUPE ENFERME SALLE

60 MINUTES

RESOUDRE ENIGMES

DEROULEMENT SESSION SIMULATION

3 PARTIES :

PRE-TEST : 30 MINUTES

ESCLEAN ROOM : 1H30 (BRIEFING ET DEBRIEFING)

POST-TEST: 30 MINUTES PUIS DANS 1 MOIS

→ QUESTIONS ?

Règles générales

VOUS ETES OPERATEURS EN PRODUCTION

JE SUIS FORMATEUR ET NON EVALUATEUR, JE VOUS AIDE !

SI VOUS BLOQUEZ....

Contrat fictionnel :

MANQUE DE REALISME → JOUEZ LE JEU, PRENEZ LA SITUATION ET LA SIMULATION AU SERIEUX. MERCI

Rappel de valeurs :



BRIEFING, PRE-BRIEFING ET DEBRIEFING

RESPECT MUTUEL, CRITIQUE CONSTRUCTIVE, ERREURS :
OPPORTUNITES D'APPRENTISSAGE, ABSENCE DE JUGEMENT

CE QUI SE PASSE ICI, RESTE ICI

Règles de confidentialité : POUR NE PAS BIAISER L'ETUDE, GARDEZ LES
INFORMATIONS POUR VOUS. MERCI

MATOS

CHAQUE QUESTION : REPONSE EN CHIFFRE OU LETTRE → OUVRIR
CADENAS

PARFOIS PLUSIEURS QUESTIONS NECESSAIRES !

CODE COULEUR : EXEMPLE PREMIER CADENAS VERT ET QUESTIONS
AUSSI

ORDRE : DU PLUS GRAND AU PLUS PETIT, CADENAS DIFFERENTS, CAVE
OÙ EST LA LIGNE

LECTURE LIBELLES, GARDER INDICES, TOUS !

COMMUNICATION COMMUNICATION COMMUNICATION !

**Sachez que vous allez trouver les questions que vous viendrez d'avoir au
pré-test.**

Prenez connaissance de TOUTES les informations que vous trouvez.

Annoncez vos actions.

NOUS ALLONS DEBUTER AVEC LE PRE-TEST

2 PRE-TEST : durée de 30 minutes (+ 5 minutes bonus si nécessaire)

30 MINUTES POUR LE PRE-TEST : CONNAISSANCES EN BPF

Après chaque question, notez votre degré de certitude (important pour notre
validation). Donner un exemple : si je mets une réponse au bol, mettre un
degré de certitude bas.

Aucune aide

FIN DU PRE-TEST



BRIEFING, PRE-BRIEFING ET DEBRIEFING

3 ESCLEAN ROOM ET PRE-BRIEFING

Vous êtes des opérateurs en production, aujourd'hui assignés aux chimiothérapies. Les dernières préparations ont été fabriquées hier en fin d'après-midi. Il est 7h30, vous venez de recevoir un appel de l'oncologue. Une ordonnance urgente a été faxée. Vous avez maintenant 60 minutes pour fabriquer et livrer la chimiothérapie qui sauvera M. Romes Kleen (12.06.1976).

Informations à noter pour chaque participant

Participants		
Briefing		
Durée du pré-test		
Durée de l'esclean room		
Lecture des libellés (ex additionner)		
Leader		
Consignes (du plus grand au plus petit)		
BUREAU		
VESTIAIRE		
ZAC		
PROD		
Vérification de la dose (volumétrique)		
Nombre d'aides		
Durée du débriefing		
Durée du post-test		
Questions à revoir lors du débriefing		
Take home messages		



BRIEFING, PRE-BRIEFING ET DEBRIEFING

4 DEBRIEFING

BRAVO, VOUS AVEZ REUSSI !

1) **RESSENTI** :

ATTENTION, s'ils vont trop dans le vif des questions : « on garde ces infos pour après »

- comment tu t'es sentie ?
- par rapport au matériel utilisé ?, aux locaux, à la situation ?
- as-tu pu rentrer dans le « jeu », dans la « situation » ?
- comment s'est passé la gestion du stress ? »

2) **ANALYSE** : STEP BY STEP **décortiquer le scénario, discussion de la situation**

Si on reprend maintenant les questions dans leur ordre d'apparition dans le jeu :

4) **TAKE HOME MESSAGE** (take home message)

- **résumé des points-clés et qu'ai-je appris en 1 mot : qu'est-ce que vous pouvez garder ?**
- **que pouvez-vous améliorer ?**
- **si vous devez apporter des conclusions..., que reprenez-vous de ce genre d'exercice (en 2 mots) ?**
- Qu'est-ce que vous reprenez de cette simulation ?
- Qu'avez-vous appris de nouveau (citer 3 éléments) ?

5 POST-TEST ET ENQUÊTE SATISFACTION : durée de 30 minutes (+ 5 minutes bonus si nécessaire)

POST-TEST ET ENQUETE SATISFACTION

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION

Annexe 7 : Questionnaire de satisfaction

Votre avis compte! Comment avez-vous trouvé l'expérience?

Ce questionnaire a pour but de connaître votre opinion sur l'escape room et sur les pré- et post-test. SVP, mettez une croix dans la colonne qui vous semble la plus appropriée. Pour les questions à choix multiple, ne cochez qu'une seule case par proposition.

1. Evaluation de l'escape room

	Sans avis	Absolument pas d'accord	Pas d'accord	Moyennement d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
1. Cette simulation est pertinente par rapport à ma pratique professionnelle quotidienne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Mon expérience/mes connaissances préalables m'ont permis de facilement répondre aux questions et d'avancer dans l'escape game.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ce modèle « escape game » est un outil pédagogique pertinent pour la formation continue des opérateurs en production.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. J'ai eu suffisamment de temps lors du jeu pour résoudre les énigmes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Les questions posées au fil du jeu sont pertinentes.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. La disposition des questions dans le jeu est adéquate.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. L'aspect ludique apporte une plus-value pour l'apprentissage des bonnes pratiques de fabrication.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Espace pour commenter au besoin:

2. Evaluation des pré- et post-tests.

	Sans avis	Absolument pas d'accord	Pas d'accord	Moyennement d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
1. Les questions étaient formulées de manière claire et compréhensible.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Les thèmes abordés étaient variés.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. La difficulté des questions correspondait à ce que l'on peut attendre dans une formation continue.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Les questions sont pertinentes par rapport à l'escape room.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Espace pour commenter au besoin:

3. Evaluation globale.

	Sans avis	Absolument pas d'accord	Pas d'accord	Moyennement d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
1. Cette expérience me permettra d'améliorer ma pratique professionnelle/journalière.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Recommanderiez-vous cette expérience à des collègues ?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Espace pour commenter au besoin:

4. Questions à développer

1) Quels éléments vous ont perturbés lors du jeu (ex. mis mal à l'aise, fait perdre du temps)?

2) Commentez l'association des aspects ludiques et sérieux dans le jeu? Existe-t-il un bon équilibre entre les deux aspects?

3) Commentez les questions, sont-elles assez interactives?

4) Commentez les questions, sont-elles assez variées?

5) Avez-vous développé de nouvelles connaissances grâce à l'escape game et aux tests ?

6) Si oui, lesquelles (donner 2-3 éléments)? Si non, pourquoi ?

7) Quelles sont vos appréciations de l'escape game par rapport à un cours théorique, traitant le même thème ?

8) Est-ce que vous auriez voulu aborder certains thèmes qui ne l'ont pas été? Lesquels ?

9) Seriez-vous intéressé(e) par le développement d'un tel outil dans d'autres domaines ? Si oui, dans lesquels ?

10) Autres commentaires:

Annexe 8 : Corrigé des questions

Relier les sources de contamination aux mesures de protection
ex. flacons de principe actif → décontaminant



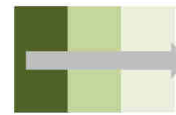
Comment nettoyer un flux ou une zone?
additionner la ou les réponse(s) correcte(s)



4: de la zone la plus propre à la plus sale?



7: de bas en haut?



2: de la zone la plus sale à la plus propre?



0: avec des mouvements de zig-zag?



2: de haut en bas?



5: sans mouvements de zig-zag?

Ordonnance : Ifosfamide 1.35g/m²

NOM PRENOM : Romes Kleen

DATE DE NAISSANCE : 12.06.1976

Posologie totale : g

SERVICE : Oncologie

$$1.35\text{g}/\text{m}^2 \times 0.98 \text{ m}^2 = 1.32 \text{ g}$$

POIDS DU PATIENT : 46 kg

SURFACE CORPORELLE : 0.98 m²

MODE OPERATOIRE

1/ Poser la tubulure sur la poche et la purger

2/ Dissoudre 2g d'Holoxan® avec 50mL d'eau ppi → concentration : mg/mL **2000 mg/50 mL = 40 mg/mL**

3/ Prélever le volume prescrit (cytosafe) : mL **40 mg/mL, on veut 1.32 g = 1320 mg → 33 mL**

4/ Ajouter ce volume à la poche

Stabilité : Dans du glucose 5% ou du NaCl 0.9% : 7 jours à température ambiante. A l'abri de la lumière

Poches à disposition: 50 mL de G5%, volume additionnel max: 100 mL, cf doc HUG

Quel numéro correspond à la bonne réponse?

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1) 1.32 g | 2) 62.1 g | 3) 62.1 g | 4) 1.32 g |
| 50 mg/mL | 40 mg/mL | 50 mg/mL | 40 mg/mL |
| 33 mL | 8.25 mL | 8.25 mL | 33 mL |

Quelle tenue pour quelle zone?

Zone D	Zone C	Zone B
		

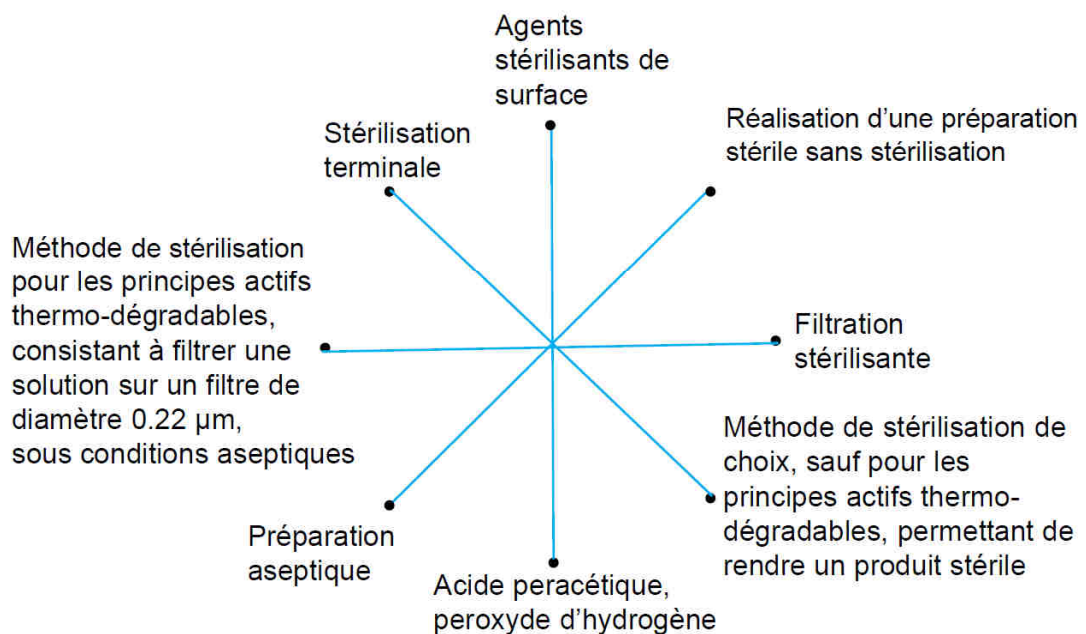
Contaminations microbiologiques de l'air, des surfaces critiques et du personnel.

Combien de réponses sont correctes?

- ✓ Les contaminations microbiologiques se traduisent en ufc/m³ pour les échantillons d'air et en ufc/plaque pour les plaques de pétri
- ✓ Pour être conforme à la zone d'un isolateur (= zone A), le résultat de la gélose de contact doit être inférieur à < 1 ufc/plaque
- ✗ La méthode par écouvillonnage est une méthode où les cinq doigts sont apposés délicatement sur un milieu nutritif
- ✓ Des seuils d'alerte et d'action sont définis pour chaque classe
- ✓ Les contrôles suivants sont à effectuer en routine:
 - Prélèvements microbiologiques de l'air et des surfaces
 - Contrôle particulière de l'air

Procédés de fabrication des médicaments stériles.

Reliez les termes aux définitions:



Quel flux choisir pour la fabrication d'un cytotoxique?

4 (flux vertical avec filtre d'extraction)

6 (flux horizontal)

Quelle pression est plus sécuritaire pour l'opérateur lors de fabrication de chimiothérapies en isolateur?



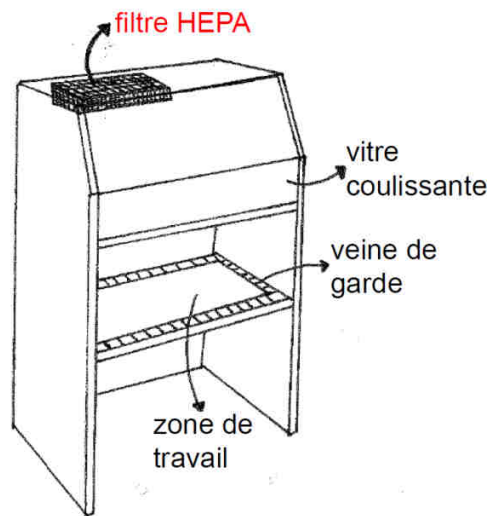
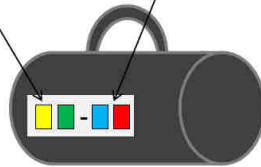
« ZAC » signifie « zone à accès contrôlé »?

2 (non)

7 (oui)

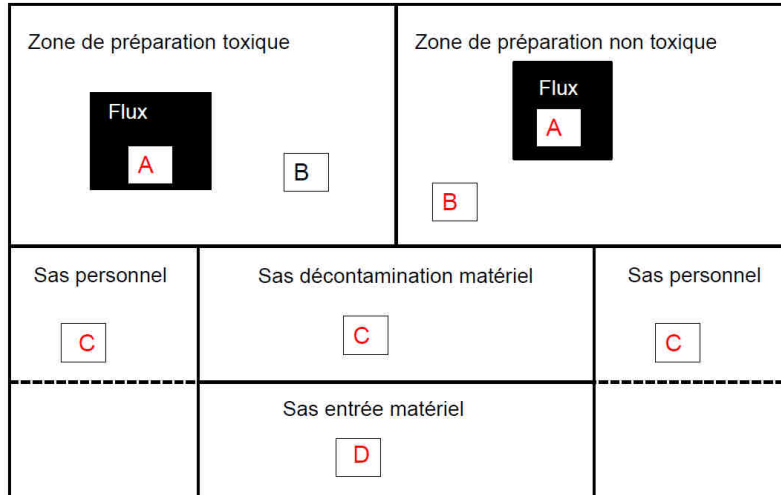


Entre deux zones, il est souhaité d'avoir un intervalle de pression entre **.10.. Pa (Pascal)** et **.15.. Pa** (équivalent à une pression entre 1.0 et 1.5 mmH₂O (millimètres d'eau))



Ceci est un flux

Voici le plan d'une zone à atmosphère contrôlée lambda.
Comment classifiez-vous les zones?



[Reliez les équipements aux descriptions leur convenant au mieux](#)

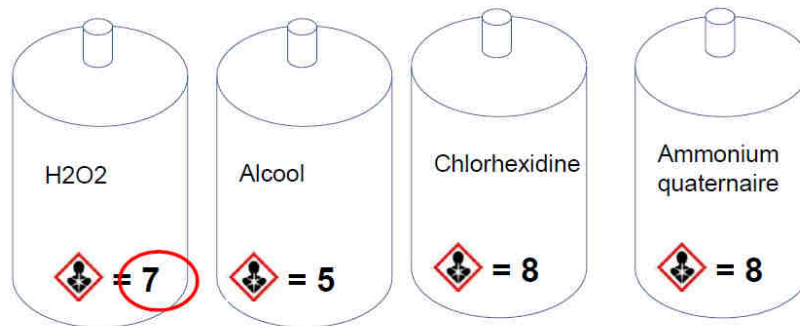
[Comment reliez-vous les activités suivantes aux risques de contamination microbiologique?](#)

Environnement immédiat: zone D		Transfert en système clos de solutions	Risque faible
Environnement immédiat: zone C		Dissolution dans un contenant ouvert	Risque modéré
Préparation aseptique de produits non toxiques		Mélange de poudres cytotoxiques en système ouvert	Risque élevé

Le chlore, malgré son effet sur les spores, a un désavantage pour son utilisation en tant que décontaminant pour les équipements. Lequel?

1. Pas d'action virucide
2. Corrosif
3. Est buvable
4. Coût très élevé

En plus du chlore, quel désinfectant a le plus une action contre les spores?









Concernant la différence entre le peroxyde d'hydrogène et l'acide peracétique, quel énoncé est faux?

- 1) Le peroxyde d'hydrogène n'a aucune odeur
- 2) Le peroxyde d'hydrogène est très inflammable
- 3) Les deux agents servent à faire une stérilisation de surface
- 4) Le peroxyde d'hydrogène sent le vinaigre

Annexe 9 : Enquête de satisfaction (version complète)

1. Évaluation de l'escape room







						
Cette simulation est pertinente par rapport à ma pratique professionnelle quotidienne.			5	11	31	1
Mon expérience/mes connaissances préalables m'ont permis de facilement répondre aux questions et d'avancer dans l'escape game.		1	12	26	8	1
Ce modèle « escape game » est un outil pédagogique pertinent pour la formation continue des opérateurs en production.			1	9	38	
J'ai eu suffisamment de temps lors du jeu pour résoudre les énigmes.		2	7	21	17	1
Les questions posées au fil du jeu sont pertinentes.			1	20	27	
La disposition des questions dans le jeu est adéquate.		1	4	21	20	2
L'aspect ludique apporte une plus-value pour l'apprentissage des bonnes pratiques de fabrication.			1	5	42	

Commentaires libres :

Positifs	Négatifs
Génial Ludique : Meilleure façon pour apprendre et retenir / je n'ai pas vu le temps passer et ai appris-rafraîchi mes connaissances //l'aspect ludique peut permettre une meilleure assimilation des	Avec un temps déterminé pour résoudre l'énigme, il est difficile de retenir toutes les réponses aux questions durant le jeu. questions pas évidentes à comprendre

<p>connaissances / super intéressant, très bien conçu, permet de retirer beaucoup de chose, bravo / super, les notions apprises ne seront pas oubliées / Très bien, très ludique!! Une très bonne idée pour apprendre et rafraichir les connaissances de manière pratique et amusante</p> <p>On a suffisamment de temps, même si on a fait plus de 60min.</p>	<p>Trop bien. Mais si on se prend trop au jeu on en oublie que l'on doit faire les choses comme ci on était dans une vraie situation en milieu aseptisé. On ose by-passer les règles d'hygiène ou BPF alors qu'on serait très attentif en vrai.</p>
---	---

2. Évaluation des questionnaires







						
Les questions étaient formulées de manière claire et compréhensible.	1	1	11	28	7	
Les thèmes abordés étaient variés.			1	22	25	
La difficulté des questions correspondait à ce que l'on peut attendre dans une formation continue.			4	21	23	
Les questions sont pertinentes par rapport à l'escape room.				17	31	

Commentaires libres :

Positifs	Négatifs
Très bien!	Attention à la formulation au pluriel dans l'énoncé car on comprend qu'il y aura plusieurs réponses. Mettre entre parenthèse les "s" et précisez comme déjà fait "une ou plusieurs réponses possibles / mais certaines dans le 1er questionnaire

	<p>formulées spécialement</p> <p>envisager plusieurs pistes parallèles pour trouver une même réponse; et varier l'avancement par étape avec un autre moyen que des cadenas (car si bloqué sur les chiffres, on reste scotché). d'autres</p> <p>Pour la difficulté, cela dépend de la formation, je pense. Pour un pharmacien, les questions m'ont semblé assez faciles (même si je n'ai pas répondu juste à toutes).</p>
--	--

3. Évaluation globale

						
Cette expérience me permettra d'améliorer ma pratique professionnelle/journalière.	1		7	20	19	1
Recommanderiez-vous cette expérience à des collègues ?				7	41	

Commentaires libres :

Positifs	Négatifs
<p>absolument oui je recommande/ Beaucoup de créativité dans ce jeu, un sens de la "dépatouille-toi" intéressant à tester</p> <p>augmente également la confiance en soi</p>	<p>Nécessite le déplacement, prend du temps, idéal serait via une application web</p>

<p>il est impératif que les futurs participants n'aient pas eu d'échos avant de venir !!!!</p> <p>Vraiment nécessaire selon moi.</p> <p>Fonctionnera différemment si on devait faire une autre escape game sur une autre thématique de production. La première fois c'est toujours plus difficile. Le temps d'adaptation est plus grand</p>	
---	--

4. Questions à développer

	Oui	Non	NA	Commentaires
Commentez l'association des aspects ludiques et sérieux dans le jeu? Existe-t-il un bon équilibre entre les deux aspects?	39	3	6	
Commentez les questions, sont-elles assez interactives?	42		6	
Commentez les questions, sont-elles assez variées?	41		7	
Avez-vous développé de nouvelles connaissances grâce à l'escape game et aux tests ?	34	3	2	9 (plutôt des rappels que des nouvelles connaissances)
Est-ce que vous auriez voulu aborder certains thèmes qui ne l'ont pas été? Lesquels ?	13	18	17	
Seriez-vous intéressé(e) par le développement d'un tel outil dans d'autres domaines ? Si oui, dans lesquels ?	32	3	13	

Commentaires des questions :

Commentez l'association des aspects ludiques et sérieux dans le jeu? Existe-t-il un bon équilibre entre les deux aspects?

Simulation	Ludique
<p>on peut rire en travaillant quand on est opérationnel</p> <p>d'associer un esprit d'équipe</p> <p>on se demande jusqu'à quel point on doit "jouer" le jeu.../difficile de se mettre en situation de travail/</p>	<p>coté ludique est très attractif / c'est ludique et on oublie la notion de temps / jeu inattendu pour moi / on se prend bien au jeu, c'est super sympa / je n'ai pas vu le temps passé tellement on est pris dans le jeu / On s'amuse tout en étant sérieux! / oui mais pas toujours évident de différencier les deux aspects/ réfléchir plus loin</p> <p>L'excitation de l'aspect ludique ne nous permet pas de retenir toutes les rponses aux questions théoriques / on voit plus le côté ludique. pas forcément envie de me mettre en mode "réponse aux questions avec mon savoir". Cherchait plus des énigmes logiques. Mais je suis influencée par les nombreux escape games que j'ai fait dans mes hobbys.</p> <p>oui, l'Esclean room reprend tout les éléments d'une vrai escape room</p>

Commentez les questions, sont-elles assez interactives et variées?

Interaction personnes	Questions dans jeu
<p>Le fait d'être deux permet d'échanger les connaissances / oui très interactives et parfait pour un binôme afin d'apporter chacun notre réflexion et expérience /</p> <p>la variation donne du piment au jeu/ Très interactives et marrantes/ Très interactives. Vraiment pertinentes!</p>	<p>mais parfois même trop pointues à mon goût/ on doit beaucoup faire preuve d'observation/ mais sous l'effet de la rapidité. n a pas toujours bien lu les questions</p>
Thèmes variés	Production (aspect manquant ?)
<p>abordent plusieurs thèmes essentiels de la production / englobent une bonne partie des BPF/ axé BPF / autant dans la pratique et théorique. Presque trop/ différents thèmes sont abordés comme les filtres, les problèmes de choix de sur et dépression, les choix des ZAC en fonction des contraintes.../ oui, elles sont de plusieurs domaines (logique, observation, calcul, etc...)</p>	<p>que la production en elle-même n'est pas vraiment jugée /</p>

Quelles nouvelles connaissances avez-vous développées grâce à l'escape game et aux tests ?

Termes (occurrence)	
pression des salles (16) salle (A-D)/ Bon rappel sur les équipements et les zones (2) Décontaminant, spores (20) Filtres (11) Prélèvements, particules (2) UFC/piaques (1) Nettoyage (1) Manipulation (1) Qualification pour équipements (1)	rappels que des nouvelles connaissances/ C'était un bon rafraîchissement et révision des connaissances/ clarification de certaines notions floues (9) Echanges de pratique (1)

Est-ce que vous auriez voulu aborder certains thèmes qui ne l'ont pas été? Lesquels ?

Cytos	Prod
actions des différentes molécules cytotoxiques utilisées	la microbiologie
aspects protocoles	la réglementation des bpf ? les références (d'où ça vient, comment ça évolue etc), les inspections, etc, c'est tellement vaste qu'il y aurait moyen de faire des modules par chapitre / sur les BPF par exemples
concentration de la préparation et stabilité	pour les préparations aseptiques
contamination chimique avec des cytos lors d'une manip: quelles conséquences et comment agir / les contaminations? /La pratique (spillkit-boite à gants UV)	manipulation sous flux / sur la préparation sous hotte / Peut-être des aspects sur la prod en elle-même, mais difficile à appliquer.

Seriez-vous intéressé(e) par le développement d'un tel outil dans d'autres domaines ? Si oui, dans lesquels ?

Production (occurrence)	Autres (occurrence)
Les préparations stériles (1)	Assistance pharmaceutique (4)
EC (2)	dans la pharmacie clinique (2)
Non stériles, galénique (4)	Pharmacologie (1)
Garde (3)	Distribution (1)
TPN (2)	Officine (1)
	Garde (3)
	Qualité : normes, etc / réglementation CQ/ la gestion de l'eau à l'hôpital car ceux sont des thèmes à discussion et interprétation également (1)
	LCQ (2)

Quels éléments vous ont perturbé lors du jeu (ex. mis mal à l'aise, fait perdre du temps)?

<p>A la rentrée du jeu ne pas savoir pas quoi commencer du coup crise de fou rire / dernière pièce, on ne savait pas trop par ou commencer / la nouveauté (comprendre le principe)/ la poursuite du jeu nécessitait de se changer dans le sas et nous n'avions pas pensé qu'on devait le faire avant d'avoir "fini" de trouver des indices./ mise en condition - pas simple pour une 1ère fois/ ne pas savoir quoi chercher par moment, pétouiller sans savoir comment continuer/ ne pas savoir quoi faire à l'entrée dans l'escape room/ on sait pas trop par ou commencer/ pas bien compris au début et au fil du jeu ça allait mieux/ pas compris le principe de l'escape room au début/ pas toujours savoir dans quel sens ça va/ Rien de particulier mais il a fallu un peu de temps pour comprendre le mécanisme du jeu</p> <p>le matériel est différent, le changement de pratique</p> <p>la chaleur sous les habits... / se sentir observé</p> <p>plusieurs réponses pour une question</p>	<p>boîte grise avec la pression négative à soustraire / Les questions plus techniques comme les pressions et les agents décontaminants /</p> <p>les recherches sur les questions sans rapport avec les BPF/ L'inscription sur le masque que j'ai pris pour un numéro de lot, les cheveux dreads que je n'ai pas reconnu</p> <p>Certains indices (la nuit tous les chats sont gris) / Eteindre la lumière! / indice à trouver grâce à la lumière/ La lumière qui ne s'est pas éteint/ éteindre la lumière pour voir l'indice/ vestiaire et la nuit :)</p> <p>on a eu du mal à ouvrir un cadenas avec le bon code/ Papier (trous du triangle) mal aligné, production en elle-même/ port de gants pour ouvrir les cadenas/ système des cadenas qui fait perdre un peu de temps/ un cadenas déjà ouvert</p> <p>de ne pas avoir d'indication de temps/ le stress du temps.../ ne pas avoir la notion du temps, le fait de vouloir aller vite</p> <p>il manque des informations sur la concentration finale de la poche / Ne pas trop savoir dans quelle classe on se trouve, ne pas avoir de numéro de lot sur l'étiquette</p> <p>indices de 2 énigmes proches physiquement</p> <p>Le stress de ma binôme.</p> <p>Non connaissance des prép "non cyto"/ non habitué a la manipulation sous hotte</p>
--	---

Quelles sont vos appréciations de l'escape game par rapport à un cours théorique, traitant le même thème ?

Commentaires (occurrence)	
<p>Côté ludique (17) : Bien mieux, 1h20 de cours n'ont jamais passées aussi vite :), ludique = intéressant (11), meilleur apprentissage par le jeu - mémorisation meilleure à mon avis, on retient plus vite</p> <p>Interaction (6) : obliger de s'impliquer, aspect ludique et en binôme : il, renforce liens entre collègues</p> <p>Action (4): fait d'être actif, en mouvement (le temps passe plus vite et on apprend), L'escape game est une nouvelle manière d'apprentissage et de révision, l'expérience pratique du jeu permet de garder plus de points en tête qu'avec un simple cours théorique</p> <p>On est obligés d'avoir la bonne réponse pour aller de l'avant.</p> <p>Pédagogique (3) : avec bases acquises dans la vie professionnelle ou lors d'un cours, nécessite des connaissances préalables sinon on coincerait rapidement)</p>	<p>C'est complémentaire à un cours théorique, mais cela ne remplace pas à mon avis, c'est par exemple nickel pour faire une piqûre de rappel régulièrement, et pour rendre les bpf un peu plus fun, pour motiver les troupes par ex</p> <p>Plus marquant, plus constructif, plus intéressant, plus motivant, plus vivant</p> <p>La proximité entre la théorie, de suite appliquée dans la pratique et surtout visuellement est très intéressant pour retenir et comprendre/ meilleur rapport apprentissage/temps de "formation"</p> <p>Visuel (3) : (Meilleure assimilation par mémoire visuelle, meilleure mémoire grâce aux côtés visuels)</p> <p>Simulation : On peut apprendre et rester décontracté au même temps</p> <p>Perso j'ai une mémoire émotionnelle, ce genre de format me convient tout à fait</p>
Autre commentaires (occurrence)	
<p>belle expérience (4)</p> <p>bravo (9)</p> <p>belle idée (5)</p> <p>merci (7)</p> <p>bon outil (2)</p>	<p>on devrait en faire plus souvent. l'idée est génial et super bien faite.</p> <p>c'était super intéressant et captivant. C'est un très bon outil pédagogique</p> <p>super coach merci pour l'accueil, Merci Faustine</p> <p>un chouette outil qui peut bien motiver des troupes dans plein de domaines différents !!! Beaucoup de créativité pour en développer un, c'est un très chouette projet !!!</p> <p>selon moi l'irradiation gamma est une méthode de stérilisation terminale qui n'est pas contre-indiquée pour les produits thermosensibles :-)</p>

Annexe 10 : Tableaux complémentaires

Tableau 13 : Taux de réponses entièrement correctes par question (voir Annexe 1 pour les questionnaires complets)

Question	Pré test (N=48)	Post test 1 (N=48)	Post test 2 (N=44)	Différence entre post-test 2 et pré-test (95%CI)	Mac Nemar pval
1	31 (65%)	48 (100%)	41 (93%)	27% (12 à 43)	<0.001
2	44 (92%)	46 (96%)	37 (84%)	-7% (-22 à 9)	0.508
3	30 (62%)	48 (100%)	39 (89%)	23% (7 à 39)	0.006
4	7 (15%)	43 (90%)	36 (82%)	68% (52 à 84)	<0.001
5	43 (90%)	43 (90%)	42 (95%)	5% (-7 à 16)	0.625
6	44 (92%)	46 (96%)	41 (93%)	0% (-11 à 11)	1
7	6 (12%)	46 (96%)	25 (57%)	43% (25 à 61)	<0.001
8	8 (17%)	34 (71%)	17 (39%)	23% (4 à 42)	0.021
9	27 (56%)	36 (75%)	27 (61%)	2% (-16 à 21)	1
10	19 (40%)	37 (77%)	33 (75%)	34% (15 à 53)	0.001
11	31 (65%)	31 (65%)	26 (59%)	-7% (-25 à 11)	0.581
12	11 (23%)	45 (94%)	30 (68%)	43% (26 à 60)	<0.001
13	31 (65%)	39 (81%)	35 (80%)	14% (-7 à 34)	0.238
14	43 (90%)	48 (100%)	40 (91%)	0% (-13 à 13)	1
15	31 (65%)	48 (100%)	32 (73%)	5% (-13 à 22)	0.774
16	15 (31%)	46 (96%)	33 (75%)	43% (23 à 64)	<0.001
17	30 (62%)	37 (77%)	33 (75%)	14% (-6 à 33)	0.210
18	34 (71%)	38 (79%)	38 (86%)	16% (-2 à 34)	0.092
19	42 (88%)	48 (100%)	43 (98%)	9% (-2 à 20)	0.125
20	12 (25%)	34 (71%)	32 (73%)	45% (27 à 64)	<0.001
21	17 (35%)	41 (85%)	41 (93%)	59% (42 à 76)	<0.001
22	42 (88%)	46 (96%)	40 (91%)	5% (-9 à 18)	0.688
23	36 (75%)	46 (96%)	40 (91%)	16% (-4 à 32)	0.065

Tableau 14 : Description du nombre de réponses correctes par participant

Différence de réponses correctes entre le second post-test et le pré-test	Nombre de participants (N=44)
-1	1/44 (2%)
1	2/44 (5%)
2	3/44 (7%)
3	8/44 (18%)
4	5/44 (11%)
5	10/44 (23%)
6	7/44 (16%)
7	4/44 (9%)
8	2/44 (5%)
11	1/44 (2%)
13	1/44 (2%)