



HAL
open science

La simulation obstétricale: du mannequin d'Angélique du Coudray aux Environnements Virtuels. Exemple d'un Simulateur numérique pour l'acquisition de Compétences Non-Techniques

Jessy Barre, Anaïs Job, Daphné Michelet, Philippe Cabon, Catherine Delgoulet, Antoine Tesniere

► To cite this version:

Jessy Barre, Anaïs Job, Daphné Michelet, Philippe Cabon, Catherine Delgoulet, et al.. La simulation obstétricale: du mannequin d'Angélique du Coudray aux Environnements Virtuels. Exemple d'un Simulateur numérique pour l'acquisition de Compétences Non-Techniques. SeGaMed 2018, Jan 2018, Nice, France. hal-02054091

HAL Id: hal-02054091

<https://hal.science/hal-02054091v1>

Submitted on 1 Mar 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La simulation obstétricale : du mannequin d'Angélique du Coudray aux Environnements Virtuels. Exemple d'un Simulateur numérique pour l'acquisition de Compétences Non-Techniques.

Jessy Barré¹, Anais Job², Daphné Michelet¹, Philippe Cabon²,
Catherine Delgoulet², Antoine Tesnière¹.

¹ Ilumens - Université Paris Descartes, 75006 Paris, France.

² LATI - Université Paris Descartes, 92774 Boulogne Billancourt, France.

Résumé

Cet article est divisé en deux parties. La première partie porte sur un état de l'art sur la simulation obstétricale. A partir d'un récapitulatif historique des innovations dans ce domaine, nous présentons les modèles physiques développés depuis la moitié du XVII^{ème} siècle jusqu'aux Environnements Virtuels issus de l'ère de l'informatique et du numérique. Nous présentons dans un second temps un projet de recherche en cours de réalisation, portant sur l'intérêt des Environnements Virtuels pour la formation médicale en général et pour le développement, en situation critique, de Compétences Non-Techniques en particulier (communication, travail collaboratif, etc.). Pour cela, nous avons sélectionné comme objet d'étude une situation d'Hémorragie du Post Partum (HPP). Six scénarios ont été développés sur le logiciel PerinatSims¹, afin de former les sages-femmes aux Compétences Non-Techniques.

Mots clés :

Environnement Virtuel, Simulation, Médecine, Facteurs Organisationnels et Humains, Education.

Introduction

Dans le domaine médical, le terme « simulation » correspond à « l'utilisation d'un dispositif, tels que des mannequins, des simulateurs de tâches, le recours à la Réalité Virtuelle ou à un patient standardisé², pour imiter un dispositif, un patient ou une situation et environnement de soins réels, pour enseigner aux professionnels de santé des procédures thérapeutiques et diagnostiques, des processus, des concepts médicaux ainsi que des prises de décisions »³. En ergonomie le même terme est utilisé pour analyser et transformer des situations de travail, mais également dans un objectif d'apprentissage (connaissances et savoir-faire). Pour cela, il est possible d'avoir recours à un objet support, une personne ou une situation symbolique ou

¹ Logiciel développé par *Medusims* et utilisé dans le projet ANR MacCoy Critical (Modèles pour une réalité virtuelle enrichie par rétroaction adaptative et orchestration pour favoriser l'apprentissage de Compétences Non- Techniques en situations critiques ; <https://maccoy.hds.utc.fr/>).

² Acteur simulant un patient.

³ Traduction libre issue du 111^{ème} Congrès des États-Unis : "H.R. 855 To amend the Public Health Service Act to authorize medical simulation enhancement programs, and for other purposes".

virtuelle [1]. De nos jours, il existe une multitude de techniques en simulation, certaines permettent l'acquisition des connaissances de bases ou des connaissances de haut-niveau, et d'autres se concentrent sur la transmission des savoir-faire. Alinier [2], distingue 6 catégories de simulation allant de l'acquisition des connaissances à la pratique : la simulation par les cours (niveau 0), la simulation Basse-Fidélité/de tâche (niveau 1), la simulation numérique (niveau 2), la simulation via les jeux de rôles ou les patients standardisés (niveau 3), la simulation Moyenne-Fidélité/M-F⁴ (niveau 4) et la simulation Haute-Fidélité/H-F (niveau 5). Nous présentons dans cet article deux types de support utilisés dans la simulation : les modèles physiques (de type « mannequins ») et les Environnements Virtuels (type simulateurs numériques). Nous centrons ensuite notre propos sur la description d'un simulateur numérique particulier, *PerinatSims*¹, pour lequel ont été conçus 6 scénarios de prise en charge d'HPP de nature et de criticité variée ; ceci dans le but d'étudier à terme la contribution du dispositif (simulateur numérique et scénarios) au développement de compétences professionnelles des sages-femmes, communément appelées « Compétences Non Techniques » (CNT). Ces compétences, initialement mises au jour dans le secteur de l'aéronautique et largement travaillées dans le cadre de formations *ad hoc* basées sur le « *Crew Resource Management* » ([4] ; [5]), relèvent d'une tentative d'intégration de facettes des métiers jusque-là peu prises en compte dans les formations professionnelles qui se cantonnaient aux savoirs et savoir-faire technico-règlementaires. Par ailleurs, cette intégration est un enjeu d'autant plus fort que les questions de sécurité et fiabilité des systèmes sociotechniques sont élevées, comme c'est le cas dans l'aéronautique ou dans le secteur médical. Elle permet notamment de suivre une évolution des modèles de la sécurité en considérant les professionnels non plus comme des exécutants plus ou moins fiables des techniques et règles prescrites par l'organisation, mais comme des acteurs d'un système dont on ne peut prévoir et prescrire l'ensemble de ses évolutions [6]. Selon Flin, O'Connor et Crichton [7], ces compétences ou plutôt « habiletés » (*skills*) s'organisent autour de 6 catégories : la conscience de la situation, la prise de décision, le travail collaboratif, la communication, le leadership et la gestion des émotions. Elles renvoient donc à des dimensions individuelles et collectives de la pratique professionnelle, à la croisée de processus cognitifs, sociaux et organisationnels. Leur maîtrise en situation nominale ou critique est tout aussi importante que celle des techniques et réglementations propres à chaque métier ; elle nécessite de fait que chacun y soit préparé en formation et au travail. Le milieu médical, *a fortiori* dans le secteur hospitalier, suppose un travail en pluridisciplinarité et/ou pluri-métiers ; parfois dans des situations nominales, souvent en situation d'urgence et de criticité plus ou moins élevée où les techniques standards et les algorithmes de soins s'avèrent limitant, voire inefficaces. L'approche par les CNT est alors une occasion de reconnaître d'une part le rôle des Facteurs Humains⁵ dans le domaine médical (cf. *To Err is Human*⁶) en soulignant combien ces compétences, dites non-techniques, contribuent à améliorer la performance et à rendre les pratiques médicales plus sûres. Elle permet, d'autre part, de mettre en avant le rôle de l'organisation (au sein des équipes de travail et plus largement des systèmes de travail) en tant que facteur potentiel : a) de développement des CNT et, b) de leur déploiement en situation de travail ou de leur empêchement. La simulation, numérique ou pas, est de son côté un outil pédagogique qui peut être favorable à l'accélération de leur développement. En fonction des scénarios élaborés, elle offre l'opportunité de confrontation des apprenants (en formation initiale ou continue) à des situations atypiques plus ou moins critiques qui supposent l'élaboration de pratiques *ad hoc*, sortant pour partie des prescriptions. Le cadre de la simulation permet d'expérimenter en toute sécurité les réussites et les échecs dans leur élaboration. Il est

⁴ Intégrant par exemple la simulation hybride : patient simulé/mannequin de tâche [3].

⁵ En médecine le terme CRM (*Crisis Resource Management*) est souvent utilisé pour parler de Facteurs Humains.

⁶ Donaldson, M. S., Corrigan, J. M., & Kohn, L. T. (2000). *To err is human: building a safer health system*. National Academies Press.

par ailleurs propice au développement de pratiques réflexives, individuelles ou collectives, sur les situations vécues, les choix opérés et les actions engagées ; autant d'éléments facilitant le développement de savoirs et savoir-faire efficaces [8]. Nous verrons dans ce texte comment le dispositif technique *PerinatSims* et les 6 scénarios conçus tentent de tenir les enjeux de développement des CNT par la simulation numérique.

Partie 1 : Des mannequins aux Environnements Virtuels

Vénus, machines, fantômes et mannequins

L'un des premiers simulateurs médicaux et obstétricaux est développé par Angélique du Coudray, sage-femme française pionnière dans l'enseignement des techniques d'accouchements plus sûres. Auteure de l'ouvrage *Abrégé de l'art des accouchements* (première édition en 1759), elle imagine une série de mannequins⁷, reproduisant des bassins de femmes et des nourrissons (réalisés en bois, toile et peau, rembourrés de coton ; voir Figure 1), afin d'enseigner à des milliers de sages-femmes à travers la France les techniques de l'accouchement [9]. Son travail a été approuvé en 1758 par l'Académie Française de chirurgie [10]. A la même époque, des travaux similaires avaient été réalisés comme les « machines » du Docteur William Smellie, représentant des bassins de femmes recouverts de cuir pour l'enseignement des pratiques de l'accouchement ([11] ; [12]). Entre le XVII^{ème} et le XVIII^{ème} siècle, se développe des modèles anatomiques de cire dans le but d'illustrer et d'enseigner les connaissances anatomiques rudimentaires [13]. Par exemple, l'atelier de Clemente Susini réalise des « Vénus anatomiques », comme la célèbre *Venerina* à la fin du XVIII^{ème} siècle ([14] ; voir Figure 1). A la différence des machines développées par du Coudray ou Smellie, les modèles de cire ne sont pas articulables. Ce type de modèle est d'une grande précision mais reste figé. Il est impossible d'enseigner des gestes professionnels, contrairement aux modèles articulés.



Figure 1 : A gauche le simulateur d'Angélique du Coudray (ca 1750 ; conservé au Musée Gustave Flaubert et d'histoire de la médecine à Rouen, France) et à droite le modèle de cire la *Venerina* de Clemente Susini (ca 1780 ; conservé au Musée d'anatomie et obstétrique Palazzo Poggi à Bologne, Italie)⁸.

Au XIX^{ème} siècle les mannequins, parfois appelés « fantômes », fleurissent dans les manuels médicaux. *The New Yorker Medical Journal* publie un article en 1890 de James Clifton Edgar dans lequel ce dernier présente et discute de l'usage des mannequins dans la pratique

⁷ La « machine » est déposée à Rouen en 1778 (Dubois, et al., 2004). Cela comprend le bassin en taille réelle, une poupée de nourrisson et des items annexes tels que des fœtus ou le placenta (voir Figure 1).

⁸ Crédits photographiques : Jacques Petitcolas [16] et Joanna Ebenstein [17].

obstétricale⁹. Il y présente les mannequins/simulateurs de Budin et Pinard, de Schultze ou encore celui réalisé avec Parvin (voir Figure 2). Pour Edgar, les mannequins modernes permettent d'améliorer l'apprentissage des opérations obstétricales et sont plus efficaces que l'enseignement sur cadavres, peu résistant dans le temps. De plus, le recul de la mortalité en natalité (parturiente + fœtus/nourrisson) diminue la disponibilité des cadavres à cette époque.

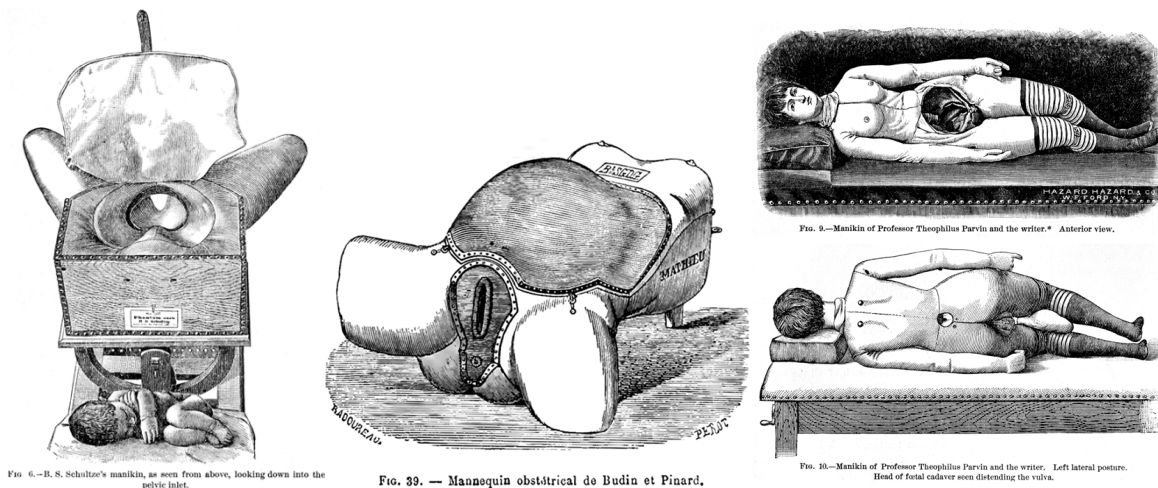


Figure 2 : A gauche illustration du simulateur du Dr Schultze, au milieu illustration du mannequin obstétrical des Drs Budin et Pinard et à droite illustration du mannequin des Drs Parvin et Edgar [15].

Depuis ces premiers simulateurs médicaux, le recours aux mannequins s'est démocratisé au XX^{ème} siècle (ex : [18] ; [19]). Selon de récents travaux en simulation ([2] ; [20]), nous pouvons considérer actuellement trois types de mannequins : les mannequins basse-fidélité/de tâche (ex : *Bassin d'accouchement Prompt Flex* de la société *Laerdal*), les mannequins moyenne-fidélité (ex : *SimMom* de la société *Laerdal*) et les mannequins haute-fidélité (ex : *S2200* de la société *Medicalem*). Ces derniers intègrent des innovations mécaniques et informatiques qui permettent au mannequin représentant la mère de respirer, parler ou encore de cligner des yeux. Parallèlement à ces innovations techniques, de nouvelles technologies font leur apparition en simulation médicale, les Environnements Virtuels.

L'émergence des Environnements Virtuels

Ces dernières années, le développement de l'informatique a permis de créer de nouveaux types de simulateurs dans le domaine médical pour l'acquisition des connaissances et des savoir-faire/gestes techniques [21]. Le recours aux Environnements Virtuels diffère selon le type de technologie utilisée (voir Figure 3). En effet, ils peuvent être intégrés sur des ordinateurs de bureau (ex : Simulateur numérique comme *PerinatSims*), dans des technologies de Réalité Virtuelle (l'utilisateur porte un masque de projection dans lequel il perçoit à 360° un monde en images de synthèses ou réel via une vidéo ; [22]) ou encore des technologies de Réalité Augmentée ou Mixte dans lesquels des modélisations en images de synthèses sont présentées dans l'environnement direct/réel de l'utilisateur, comme des hologrammes (ex : *Immersive Touch* ; [23]).

⁹ Edgar, J. C. (1890). The manikin in the teaching of practical obstetrics. *The New York Medical Journal*, 52, 701-709.

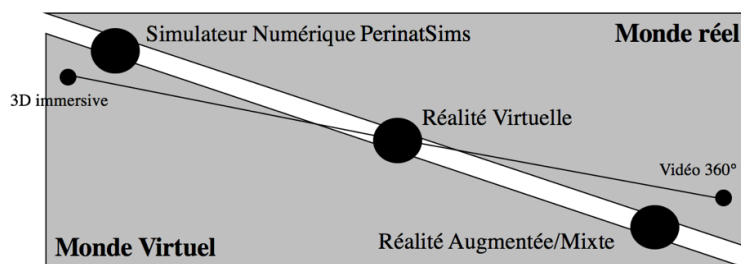


Figure 3 : Positionnement du logiciel PerinatSims par rapport aux autres technologies existantes sur le marché.

Ces programmes de simulation numérique¹⁰ fleurissent dans de nombreuses spécialités médicales comme la réanimation [24] ou les urgences (ex : accidentés de la route ; [25]). Récemment une étude a porté sur la prise en charge des blessés au combat [26]. L'avantage des simulateurs numériques par rapport aux simulateurs H-F (voir Figure 4), tient notamment au fait que cela permet de recréer virtuellement un environnement complet (ex : accident de la route, scène de combat, etc.). Les apprenants ont la possibilité également de s'entraîner de manière régulière et à distance, cette caractéristique est d'autant plus importante pour la formation des professionnels de santé ayant difficilement accès au matériel médical haut de gamme [27].

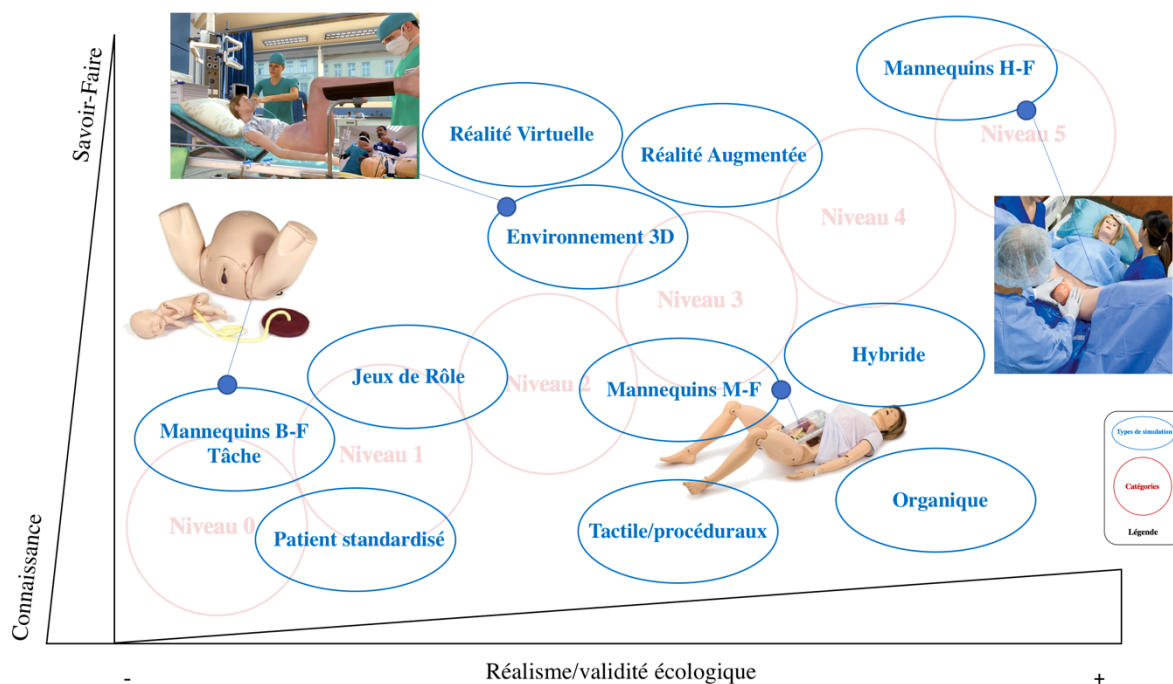


Figure 4 : Types de Simulation organisés selon la catégorisation d'Alinier [2], et le degré de réalisme et/ou de validité écologique.

¹⁰ Dans la littérature scientifique le terme de Serious Game (« jeux sérieux » en français) est de loin le plus utilisé. Alvarez [28], propose la définition suivante : « application informatique, dont l'objectif est de combiner à la fois des aspects sérieux (Serious) tels, de manière non exhaustive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication, ou encore l'information, avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo (Game). Une telle association a donc pour but de s'écarter du simple divertissement ». Nous faisons cependant dans ce papier une distinction entre Serious Game et Simulateur numérique. Nous considérons comme Serious Game tout logiciel s'adressant à un public non professionnel. A contrario, nous considérons les Simulateurs numériques comme relevant de l'apprentissage professionnel.

Dans le domaine médical, de nombreuses recherches sont menées à partir de la plateforme *Second Life*¹¹ [29]. Considéré comme un Environnement Virtuel Collaboratif (Multi-Users Virtual Environment –MUVE- ou Metaverse Technology, en anglais), ce type de plateforme permet aux utilisateurs d’interagir dans un univers en 3D à travers l’utilisation d’avatars ([30] ; [31]). Les recherches menées en médecine portent principalement sur l’apprentissage ou la transmission des connaissances ([32] ; [33] ; [34]), ou la prise en charge des patients comme par exemple la création d’un centre virtuel de psychothérapie (*MyPsySpace* ; [34]). Concernant le domaine obstétrical nous pouvons évoquer *Te wahi whanau: The birth place* [36], centre virtuel de naissance développé dans *Second Life*, pour la formation en Nouvelle Zélande.

Environnements virtuels en obstétrique : Serious Game et Simulateurs numériques

Les environnements virtuels dédiés à l’apprentissage dans le domaine obstétrical peuvent être regroupés en deux catégories. D’un côté les *Serious Game* (dédiés au grand public) et, d’un autre côté, les Simulateurs numériques (dédiés aux professionnels de santé).

Serious Game

Nous distinguons trois types de *Serious Game*⁹ (SG) : les SG en 2 dimensions, ceux en 3 dimensions et enfin ceux relevant davantage du jeu textuel si l’on reste dans le vocabulaire du jeu vidéo (fiction interactive). En 2010, l’université du Wisconsin a développé un projet de SG, avec l’entreprise *Engender Games*, nommé *Emergency Birth!*. Cette application 2D permet de visualiser les « bons » gestes à adopter lors d’un accouchement à la maison (voir Figure 5). Loin d’un simulateur 3D immersif, cette interface serait dédiée plutôt à un public non professionnel, notamment pour les pays en voie de développement où l’accès à des structures médicales est rendu difficile. Le SG *Born To Be Alive* développé par le l’entreprise *Dassault Système* et le laboratoire *Ilumens*, est quant à lui plus réaliste et immersif que le SG présenté précédemment (ex : passage d’un graphisme dessin à des images de synthèse, interactivité plus poussée, etc.). Une situation d’accouchement en environnement virtuel est proposée au grand public, du début du travail aux soins du nouveau-né (voir Figure 5). Il existe enfin un autre type de SG ayant un gameplay¹² différent des applications en 2D ou en 3D, ce sont les programmes ou sites internet de type textuel (ex : QCM). Par exemple, l’université François Rabelais de Tours est à l’origine d’un projet universitaire de type SG intitulé *La femme enceinte et les maladies infectieuses*¹³. L’utilisateur s’informe des maladies infectieuses potentiellement contractées par une femme enceinte d’une manière ludique (présence d’illustrations cartoon de personnages, choix du personnage à incarner dans le jeu, etc.), à travers une série de questions sur des pages textuelles sur internet.

¹¹ Monde virtuel créé par *Linden Lab* en 2003.

¹² Terme équivalent de « jouabilité » (c’est-à-dire l’ensemble des possibilités d’action offertes à un joueur par un jeu vidéo), mais également de la notion « d’expérience vidéoludique » [38].

¹³ Projet développé par Amélie Bertrand, Tiphanie Kuntz, Anthony Bocci et Lionel Fandeur : <http://193.52.214.118/unsfp14/seriousgame/>

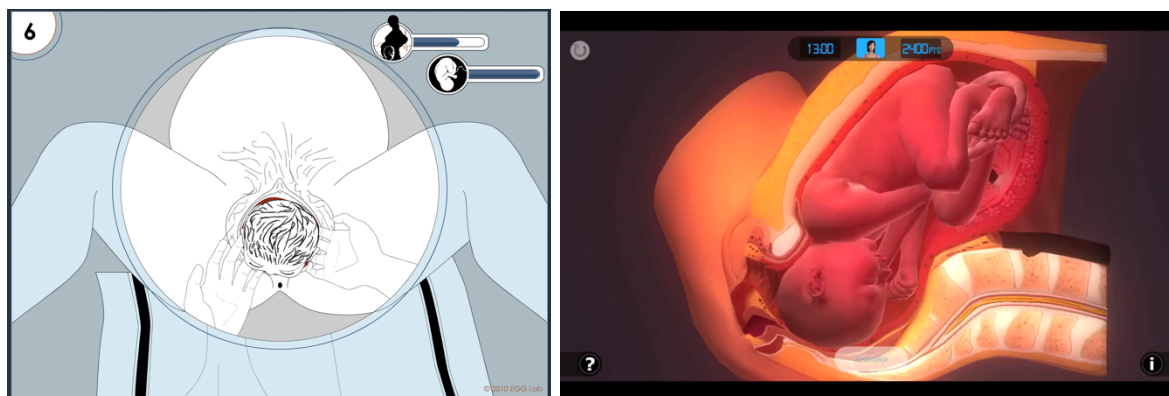


Figure 5 : A gauche, l'illustration du logiciel Emergency Birth!, et à droite, une copie d'écran de Born To Be Alive.

Simulateurs numériques

Les programmes développés dans ce cadre sont généralement à destination des professionnels de santé. La société *Skills2Learn* a développé une interface dédiée à la prise en charge de femmes enceintes par des infirmières et des sages-femmes (*Nursing & Midwifery*). *vHealthCare* de la société *Break Away Games*, propose aux professionnels de santé de tester leurs connaissances et de s'entraîner à différentes situations ou tâches, comme la prise en charge en maternité (voir Figure 6). Concernant le développement de simulateurs pour la recherche, Dit Gautier et ses collaborateurs [37], ont conçu un système immersif de Réalité Virtuelle sur Oculus Rift, visant à former les professionnels de santé à la prise en charge d'une fausse couche, la menace d'une naissance prématurée, un accouchement par forceps pour un rythme cardiaque fœtal anormal et une réduction d'une dystocie des épaules. Autres simulateurs identifiés dans notre état de l'art, il existe trois simulateurs pour entraîner spécifiquement à la prise en charge des Hémorragies du Post Partum¹⁴ : *3DiTeams/postpartum hemorrhage* (*Epic Games platform* ; [27]) ; *Hemosims* développé par la société *Medusims*, destiné à l'équipe médicale en général et aux anesthésistes-réanimateurs en particulier ; et le logiciel *PerinatSims*, développé également par la société *Medusims* pour un public de sages-femmes. C'est ce logiciel que nous utilisons dans notre projet et que présentons en détail dans la partie suivante.



Figure 6 : A gauche, copie d'écran du logiciel vHealthCare. A droite, copie d'écran de 3DiTeams/postpartum hemorrhage [27].

¹⁴ L'Hémorragies du Post-partum (HPP), est la première cause de mortalité maternelle. Il est estimé que plus de 100 000 femmes meurent chaque année dans le monde des suites d'une HPP [39].

Partie 2 : Simulateur numérique PerinatSims

Le simulateur numérique *PerinatSims* a été conçu par notre partenaire *Medusims*. Il intègre divers scénarios de situations critiques pouvant survenir durant une Hémorragie du Post Partum, afin de renforcer les Compétences Techniques des sages-femmes mais également pour entraîner leurs Compétences Non-Techniques (Conscience de la situation, Prise de décision, Travail collaboratif, Communication, Leadership et Gestion des émotions). Dans le projet MacCoy Critical, nous définissons les situations critiques comme étant des situations dynamiques complexes à risques où des facteurs tant internes (l'expérience, les connaissances et savoir-faire, l'état de fatigue, etc.), qu'externes à l'individu (l'environnement au sens large, les autres acteurs présents, etc.), font qu'elles s'écartent des situations a priori maîtrisées par le sujet sur la base des règles et des procédures acquises lors des étapes précédentes de l'apprentissage. Au-delà de l'acquisition des Compétences Techniques nécessaires à une prise en charge efficace d'une HPP (ex : diagnostic posé rapidement ; [40]), la collaboration ou la communication dans l'activité de prise en charge sont également des dimensions importantes à développer [41]. *PerinatSims* est un simulateur numérique matérialisant un Environnement Virtuel (EV) en 3 dimensions d'une salle d'accouchement lors d'une situation d'HPP. Des avatars représentant la parturiente et le personnel médical (infirmière, gynécologue...) sont présents dans l'EV. La vue est à la première personne, celle de la sage-femme, et la progression dans l'EV est de type « *point-and-click* »¹⁵. L'interface, présente à l'écran, propose différentes actions, comme les gestes d'hygiène, la consultation du dossier de la patiente ou encore des actions médicales (voir icônes standardisées, Figure 7).

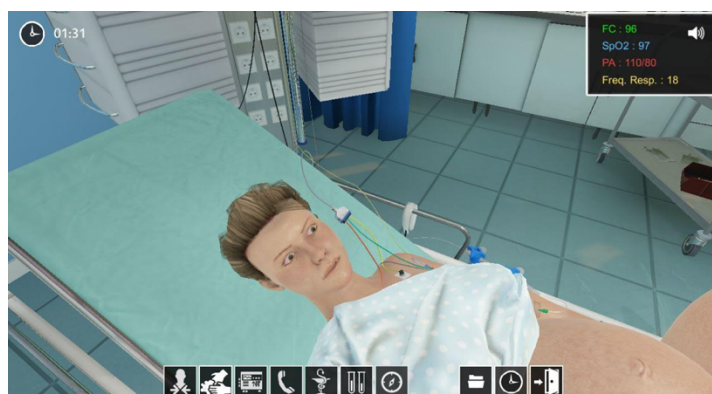


Figure 7 : Simulateur numérique PerinatSims conçu par Medusims.

Parmi les fonctionnalités disponibles dans le logiciel, l'utilisateur peut interagir avec la patiente (ex : lui demander si elle a des allergies connues ou si elle a mal quelque part). Il est possible de lui administrer des médicaments ou de consulter son dossier. L'utilisateur peut également interagir avec son environnement : appeler ses collègues avec le téléphone de la salle d'accouchement ou allumer/éteindre le scope. Enfin, des actions liées à la situation d'HPP sont réalisables : installer le sac de recueil sous la patiente, extraire/vérifier le placenta, réaliser un massage utérin, etc. (voir Figure 8). Toujours dans un objectif de formation, à la fin de chaque session, un débriefing sous forme de retour standardisé, est proposé par le logiciel : un code couleur indique quelles actions ont été bien ou mal réalisées par l'apprenante.

¹⁵ L'interaction avec le logiciel (PC ou MAC) est effectuée via clavier/souris : l'utilisateur déplace le pointeur avec la souris sur l'écran d'ordinateur/l'EV (pointer) et appuie dessus pour déclencher l'action (cliquer).



Figure 8 : Illustrations de différentes actions possibles sur le logiciel : interagir avec la patiente, vérifier le tonus utérin ou encore consulter son dossier/ses résultats.

Développé à l'origine pour entraîner principalement les Compétences Techniques¹⁶, nous avons créé avec *Medusims* des scénarios supplémentaires afin d'entraîner à l'acquisition des CNT. Pour cela 6 nouveaux scénarios dans lesquels des événements critiques¹⁷ viennent s'ajouter ont été développés. Parmi ces 6 scénarios, 3 événements mettent en jeu un problème socio-organisationnel (HPP + anesthésiste qui n'arrive pas en salle d'accouchement pour aider la sage-femme ; HPP + le père qui frappe à la porte de la salle d'accouchement ; HPP + équipe médicale –anesthésiste et gynécologue- occupée laissant la sage-femme seule face à la situation) et les 3 autres un problème médical (HPP + allergie ; HPP + hypothermie ; HPP + désaturation). Chacun de ces scénarios mobilise différentes CNT (voir tableau 1). Par exemple dans le scénario du « Père qui frappe à la porte » (dans cette situation le conjoint de la parturiente, qui n'est pas dans la salle d'accouchement, signale son inquiétude en venant frapper à la porte de la salle pour demander ce qui se passe exactement. Au bout de quelques instants sans réponse, il montre son mécontentement en étant un peu plus agressif), les CNT de Communication et de Gestion des émotions sont ici fortement sollicitées. C'est donc à travers ces différents scénarios que nous envisageons d'évaluer en quoi ce type d'EV est en mesure de participer au développement des CNT des sages-femmes.

¹⁶ *Medusims* propose plusieurs scénarios au sein de son logiciel. Chaque scénario diffère selon le dossier de la patiente (âge, nombre et type d'accouchement passé). Exemple de scénario : « Madame Dinechin, 29 ans, vient d'accoucher de son premier enfant. Elle ne se sent pas bien en salle de naissance. Madame Dinechin n'a pas d'antécédents, ni d'allergie connue, ni de critères d'intubation difficile. Elle dispose de sa carte complète de groupe sanguin (AB+) et de RAI à jour ».

¹⁷ Dans le projet MacCoy Critical, nous considérons ces événements comme des « situations dynamiques complexes à risques où des facteurs tant internes (l'expérience, les connaissances et savoir-faire, l'état de fatigue, etc.) qu'externes à l'individu (l'environnement au sens large, les autres acteurs présents, etc.) font qu'elles s'écartent des situations *a priori* maîtrisées par le sujet sur la base des règles et des procédures acquises ».

Tableau 1 : CNT mobilisées en fonction du scénario.

	Scénarios	CNT mobilisées
<i>Événement socio-organisationnel</i>	Anesthésiste qui n'arrive pas	Prise de décision, Communication.
	Equipe occupée	Prise de décision, Communication, Leadership/Followership, Gestion des émotions.
	Père qui frappe à la porte	Conscience de la situation, Travail collaboratif, Communication, Leadership/Followership.
<i>Événement médical</i>	Hypothermie	Gestion des émotions.
	Désaturation	Conscience de la situation, Gestion des émotions, Gestion des émotions.
	Allergie	Conscience de la situation, Travail collaboratif.

Conclusion

Nous avons présenté dans cet article deux grandes familles de simulateur, les mannequins d'un côté et les Environnements Virtuels de l'autre. La simulation doit être considérée comme un ensemble d'exercices visant à acquérir des connaissances et des savoir-faire ([2]; Figure 4). Avant de s'exercer sur des mannequins H-F (niveau 5 ; Figure 4), les connaissances de base doivent être acquises par l'apprenant (niveau 0 et 1 ; Figure 4). Nous pouvons alors considérer la simulation numérique (environnement 3D, Réalité virtuelle et/ou Augmentée), comme faisant partie aujourd'hui du cursus de formation des apprenants. Cependant les simulateurs numériques nous paraissent être un terrain d'étude prometteur concernant le développement des compétences professionnelles des apprenants (ex : possibilité de s'entraîner régulièrement et/ou à distance). Une fois le dispositif conçu, notre projet de recherche vise à étudier l'apport de ce type de technologie sur le renforcement des Compétences Techniques, mais également et surtout pour l'élaboration des Compétence Non-Techniques (ici chez les praticiennes sages-femmes dans une situation d'HPP). Les simulateurs médicaux se révèlent être des outils intéressants pour la formation notamment grâce à la flexibilité intrinsèque de cette technologie. Des mondes virtuels peuvent être modélés afin d'entraîner les apprenants sur une tâche spécifique. La formation aux Facteurs Organisationnels et Humains dans le domaine médical, pourrait avoir recours à cette famille de simulateurs afin de sensibiliser les praticiens médicaux (ex : amélioration du travail des équipes par le développement des dimensions collaborative et/ou communicationnelle ; [42]). Une série d'expérimentations est prévue dans les prochains mois pour évaluer les atouts/limites de ces simulateurs dans le développement et la maîtrise des CNT.

Remerciements

Ce programme de recherche intitulé MacCoy Critical (Modèles pour une réalité virtuelle enrichie par rétroaction adaptative et orchestration pour favoriser l'apprentissage de Compétences Non- Techniques en situations critiques ; <https://maccoy.hds.utc.fr/>), a reçu le soutien de l'ANR (N° ANR-14-CE24-0021).

Références

[1] Pastré, P. (2005). *Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Toulouse : Octarès.

[2] Alinier, G. (2007). A typology of educationally focused medical simulation tools. *Medical teacher*, 29(8), e243-e250.

[3] Granry, J-C. & Moll, M-C. (2012). *État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé*. Rapport de mission de la Haute Autorité de Santé.

[4] Helmreich, R.L., Fousher, H.C. (1993). Why Crew Resource Management? Empirical and theoretical bases of human factors training in aviation. In E.L. Weiner, B.G. Kanki, and R.L. Helmreich (Eds.), *Cockpit resource management* (pp. 3-45), San Diego, CA: Academic Press.

[5] Kanki, B.G., Helmreich, R.L., & Anca, J. (2010). *Crew Resource Management*. San Diego CA: Elsevier.

[6] Amalberti, R. (2016). *Safer Healthcare*. London: Springer Open access.

[7] Flin, R. H., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). *Safety at the sharp end: a guide to non-technical skills*. Ashgate Publishing.

[8] Mollo, V., Nascimento, A. (2013). Pratiques réflexives et développement des individus, des collectifs et des organisations. In, P. Falzon (Ed.), *Ergonomie constructive* (pp. 207-221), Paris : PUF.

[9] Dubois, A., Gélis, J., Demoy, S., Petitcolas, J., Benozio, M., Beugnot, C., & Durier, C. (2004). *La " machine " de Madame Du Coudray ou l'art des accouchements au XVIIIe siècle*. Edition : Point de vues.

[10] Stanley, A. (1995). *Mothers and daughters of invention: Notes for a revised history of technology*. Rutgers University Press.

[11] King, H. (2007). *Midwifery, obstetrics and the rise of gynaecology: the uses of a sixteenth-century compendium*. Ashgate Publishing.

[12] O'dowd, M. J., & Philipp, E. E. (2000). *The history of obstetrics and gynaecology*. Taylor & Francis.

[13] Owen, H. (2012). Early use of simulation in medical education. *Simulation in healthcare*, 7(2), 102-116.

[14] Ballestriero, R. (2010). Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works? *Journal of Anatomy*, 216(2), 223-234.

[15] Owen, H. (2016). Simulation in Obstetrics, Gynecology and Midwifery. In H. Owen (Eds.), *Simulation in Healthcare Education* (pp. 69-242). Springer International Publishing.

[16] Pettitcolas, J. (2006). Le mannequin de Mme du Coudray ou comment former les accoucheuses au XVIIIe siècle. *La Revue du praticien. Gynécologie et obstétrique*, 56, 226-229.

[17] Ebenstein, J. (2016). *The Anatomical Venus: Wax, God, Death & the Ecstatic*. Distributed Art Publishers, Incorporated.

[18] Graves, J.O. (1951). *Mother Manikin for Teaching Approved Practice of Obstetrics and Midwifery – USA Patent Office No. 2,551,560*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[19] Cooper, J. B., & Taqueti, V. (2004). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *BMJ Quality & Safety*, 13(suppl 1), i11-i18.

[20] Butler, K. W., Veltre, D. E., & Brady, D. (2009). Implementation of active learning pedagogy comparing low-fidelity simulation versus high-fidelity simulation in pediatric nursing education. *Clinical Simulation in Nursing*, 5(4), e129-e136.

[21] Lelardeux, C., Panzoli, D., Alvarez, J., Galaup, M., & Lagarrigue, P. (2012). Serious game, simulateur, serious play: état de l'art pour la formation en santé. *LARSEN Proceedings*.

[22] Pulijala, Y., Ma, M. & Ayoub, A. (2017). Oculus surgery – an Application of Oculus Rift and Stereoscopic 3D videos in training maxillofacial surgeons. In Ma, Minhua, Oikonomou, Andreas (Eds.), *Serious Games and Edutainment Applications 2*, (pp. 187-202). Springer-Verlag: Heidelberg, Germany.

[23] Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical endoscopy*, 30(10), 4174-4183.

[24] Wattanasoontorn, V., Magdics, M., Boada, I., & Sbert, M. (2013, September). A kinect-based system for cardiopulmonary resuscitation simulation: A pilot study. In Ma, M., Fradinho Oliveira, M., Sobah, A., Baalsrud Hauge, J. (Eds.), *International Conference on Serious Games Development and Applications* (pp. 51-63). Springer, Berlin, Heidelberg.

[25] Jouffroy, R., Khélifi, G., Fontaine, M., Parlavecchio, J., Carli, P., & Vivien, B. (2016). Apport de la simulation pour la prise en charge des urgences vitales. *Congrès de la SFAR*.

[26] Pasquier, P., Mérat, S., Malgras, B., Petit, L., Queran, X., Bay, C., ... & Perez, J. P. (2016). A serious game for massive training and assessment of French soldiers involved in forward combat casualty care (3D-SC1): development and deployment. *JMIR serious games*, 4(1), e5, 1-10.

[27] Taekman, J. M., Foureman, M. F., Bulamba, F., Steele, M., Comstock, E., Kintu, A., ... & Olufolabi, A. (2017). A novel Multiplayer screen-Based simulation experience for african learners improved confidence in Management of Postpartum hemorrhage. *Frontiers in Public Health*, 5(248), 1-7.

[28] Alvarez, J. (2007). *Du jeu vidéo au serious game: approches culturelle, pragmatique et formelle*. Thèse de Doctorat. Université Toulouse Jean Jaurès.

[29] Boulos, M. N. K., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233-245.

[30] Davis, A., Murphy, J., Owens, D., Khazanchi, D., & Zigurs, I. (2009). Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in metaverses. *Journal of the Association for Information Systems*, 10(2), 91-117.

[31] Boughzala, I., De Vreede, G.J., & Limayem, M. (2012). Team collaboration in virtual worlds: editorial to the special issue. *Journal of the Association for Information Systems*, 13(10), 714-734.

[32] Wiecha, J., Heyden, R., Sternthal, E., & Merialdi, M. (2010). Learning in a Virtual World: Experience With Using Second Life for Medical Education. *Journal of Medical Internet Research*, 12(1), e1.

[33] Richardson, A., Hazzard, M., Challman, S. D., Morgenstein, A. M., & Brueckner, J. K. (2011). A “Second Life” for gross anatomy: Applications for multiuser virtual environments in teaching the anatomical sciences. *Anatomical sciences education*, 4(1), 39-43.

[34] McGrath, J., Kman, N., Danforth, D., Bahner, D. P., Khandelwal, S., Martin, D. R., ... & Nelson, R. (2015). Virtual alternative to the oral examination for emergency medicine residents. *Western Journal of Emergency Medicine*, 16(2), 336-343.

[35] Brahnam, S., & Brooks, A. L. (2014). Two innovative healthcare technologies at the intersection of serious games, alternative realities, and play therapy. In M. Graña et al. (Eds.), *Innovation in Medicine and Healthcare 2014* (pp. 153-162). IOS Press.

[36] Stewart, S., & Davis, D. (2012). On the MUVE or in decline: Reflecting on the Sustainability of the Virtual Birth Centre developed in Second Life. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(3).

[37] Dit Gautier, E. J., Bot-Robin, V., Libessart, A., Doucède, G., Cosson, M., & Rubod, C. (2016). Design of a Serious Game for Handling Obstetrical Emergencies. *JMIR serious games*, 4(2), e21.

[38] Ermi, L., & Mäyrä, F. (2005). Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. In Suzanne De Castell and Jennifer Jenson (Eds.), *Worlds in play: International perspectives on digital games research*, (pp 37-53). NY: Peter Lang Publishing Inc.

[39] AbouZahr, C. (2003). Global burden of maternal death and disability. *British medical bulletin*, 67(1), 1-11.

[40] Marshall, N. E., Vanderhoeven, J., Eden, K. B., Segel, S. Y., & Guise, J. M. (2015). Impact of simulation and team training on postpartum hemorrhage management in non-academic centers. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 28(5), 495-499.

[41] Cornthwaite, K., Edwards, S., & Siassakos, D. (2013). Reducing risk in maternity by optimising teamwork and leadership: an evidence-based approach to save mothers and babies. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 27(4), 571-581.

[42] Foronda, C., Gattamorta, K., Snowden, K., & Bauman, E. B. (2014). Use of virtual clinical simulation to improve communication skills of baccalaureate nursing students: A pilot study. *Nurse Education Today*, 34(6), e53-e57.

Adresse de correspondance

Jessy BARRE
Laboratoire Ilumens
Université Paris Descartes
45 Rue des Saints-Pères,
75006 Paris
E-mail : jessy.barre@gmail.com