

**Evaluation d'un programme de raisonnement  
clinique et résolution de problème à travers des  
séances de « Serious Game » chez des étudiants  
de 3ème année de médecine**

---

**THÈSE**

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 08/01/2020

PAR

**Mr. YASSINE KHERCHTTOU**

Né le 21 Mai 1993 à SID ZOUINE

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE**

---

**MOTS-CLÉS**

Serious Game – Simulation médicale – Pédagogie – Body Interact

---

**JURY**

<b>Mr.</b>	<b>A. R. EL ADIB</b>		<b>PRESIDENT</b>
	Professeur d'anesthésie réanimation		
<b>Mme.</b>	<b>L. ESSAADOUNI</b>		<b>RAPPORTEUR</b>
	Professeure de médecine interne		
	<b>A. HACHIMI</b>	}	<b>JUGES</b>
<b>Mr.</b>	Professeur d'anesthésie réanimation		



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك  
التي أنعمت عليّ وعلى والديّ  
وأن أعمل صالحاً ترضاه  
وأصلح لي في ذريّتي  
إنّي تبّيت إليك و إنّي من المسلمين"  
صدق الله العظيم





# *Serment d'hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité. Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

*Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

**Déclaration Genève, 1948**





## *Liste des enseignants*



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

**ADMINISTRATION**

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FINECH Benasser	Chirurgie – générale
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HAJJI Ibtissam	Ophthalmologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AGHOUTANE EI Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	JALAL Hicham	Radiologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KAMILI EI Ouafi EI Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie

ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire périphérique	KISSANI Najib	Neurologie
AMAL Said	Dermatologie	KOULALI IDRISSEI Khalid	Traumato-orthopédie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KRATI Khadija	Gastro-entérologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie -Virologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique	LOUHAB Nisrine	Neurologie
ASRI Fatima	Psychiatrie	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato-orthopédie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUAÏTY Brahim	Oto-rhino- laryngologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUGHALEM Mohamed	Anesthésie - réanimation	NAJEB Youssef	Traumato-orthopédie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie - chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-Vasculaire	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOURRAHOUEAT Aïcha	Pédiatrie	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie

BOURROUS Monir	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RADA Nouredine	Pédiatrie
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino- laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SARF Ismail	Urologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	ZYANI Mohammed	Médecine interne
FADILI Wafaa	Néphrologie		

## Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie - Cytogénétique
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ALJ Soumaya	Radiologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
ATMANE El Mehdi	Radiologie	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RBAIBI Aziz	Cardiologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
FAKHRI Anass	Histologie- embyologie cytogénétique	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
GHAZI Mirieme	Rhumatologie		

## Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	ELOATNI Mohamed	Médecine interne
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
AKKA Rachid	Gastro - entérologie	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio- organique
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
AMINE Abdellah	Cardiologie	GHOZLANI Imad	Rhumatologie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	HAJJI Fouad	Urologie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	Hammoune Nabil	Radiologie
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JALLAL Hamid	Cardiologie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	LAHMINE Widad	Pédiatrie
BELGHMAIDI Sarah	OPhtalmologie	LALYA Issam	Radiothérapie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELLASRI Salah	Radiologie	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie - Virologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie - orthopédie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NYA Fouad	Chirurgie Cardio - Vasculaire

CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHETTATI Mariam	Néphrologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
DAMI Abdallah	Médecine Légale	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
DOUIREK Fouzia	Anesthésie-réanimation	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	RHARRASSI Isam	Anatomie- pathologique
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organique	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	TAMZAOURTE Mouna	Gastro - entérologie
EL HAMZAOUI Hamza	Anesthésie réanimation	WARDA Karima	Microbiologie
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio-vasculaire

**LISTE ARRÊTÉE LE 24/09/2019**



# *Dédicaces*



*« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »*

*Marcel Proust.*



*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que*

*Je dédie cette thèse ...* 

الله

*Louange à Dieu tout puissant,  
Qui m'a permis de voir ce jour tant attendu.*

وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْنِي  
كَمَا رَحِمْتَ رَبِّيَ صَغِيرًا

سورة الاسراء 24

### **A MON ADORABLE MAMAN RKIA LAADA**

Je ne trouverai jamais de mots pour t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et surtout pour ta présence dans les moments les plus difficiles. Si j'en suis arrivée là, ce n'est que grâce à toi ma maman adorée. Une vie entière ne suffirait à te rendre cet amour et dévotion.

Ce modeste travail parait bien dérisoire pour traduire une reconnaissance infinie envers une mère aussi merveilleuse que toi. Longue vie à toi maman. Je t'aime très fort.

### **A MON CHER PAPA LAHCEN KHERCHTTOU**

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, estime et respect que j'ai pour toi.

Aucun mot ne pouvait exprimer mon amour et ma considération pour ta personne, pour les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, mon instruction et mon bien être.

Ce travail est ton œuvre, toi qui m'as donné tant de choses et tu continues à le faire.

Vous m'avez appris le sens du travail, de l'honnêteté et de la Responsabilité. En ce jour, j'espère réaliser l'un de vos rêves et J'espère ne jamais vous décevoir.

Que Dieu te protège et te prête longue vie.

### **A MON CHER FRERE ADIL KHERCHTTOU**

A Mon cher petit frère présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.

### **A la mémoire de mes grands-pères BRIK ET HOUSSIN**

Je n'ai pas pu croiser aucun de vous, la mort était plus rapide que ma naissance mais j'ai reçu de très bons échos sur votre vie et vos actions, puissent vos âmes reposent en paix. Que Dieu, le tout puissant, vous couvre de sa sainte miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis.

### **A la mémoire de mes très chères grands-mères YAMNA ET KHADIJA**

Puissent vos âmes reposent en paix. Que Dieu, le tout puissant, vous couvre de sa sainte miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis.

### **Aux familles KHERCHTTOU, LAADA, OUAGUAGU et AIT BELLA**

A tous mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines  
Je tenais à vous remercier pour votre soutien Que ce travail vous apporte l'estime, et le respect que je porte à votre égard, et soit la preuve du désir que j'ai depuis toujours pour vous honorer. Sans vous, ce parcours aurait été plus difficile.

### **Aux familles FAKIRI et EL MFADAL**

Vous m'avez toujours entouré d'amour et de tendresse en me comptant un membre de famille, j'aurais aimé vous rendre hommage un par un en témoignage de mon attachement et de ma grande considération. J'espère que vous trouverez à travers ce travail l'expression de mes sentiments les plus chaleureux. Que ce travail vous apporte l'estime, et le respect que je porte à votre égard. Tous mes vœux de bonheur et de santé...

### **A mes amis et frères ANAS ESSERRAKHI, AMINE FAKIRI, SMAIL BOUTHIM**

Avec qui j'ai partagé des années et décennies fous, Merci pour votre soutien et votre amour C'est grâce à vous que j'ai trouvé le courage de continuer, C'est grâce à vous que je suis devenu ce que je suis.

### **A ma meilleure amie HOUDA KHAYA**

Merci pour ton encouragement et ton soutien dans les moments pénibles, de solitude et de souffrance. Je te prie de trouver dans ce travail l'expression de mon estime et mon sincère attachement. Je prie dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et prospérité.

**A mes chers amis de Ouarzazate et du CHP Sidi Hsein  
Benaceur**

Mohamed Hachmi, Abidin Lakbir, Mohamed Boussif, Mohamed Rami, Mustapha Intezga, Dr Mohamed Echchafaiy, Dr Safaa Gharaba, Abdellatif Agourai, Oualyd El Mfadal, Ilyass Fadil, Mohamed Dexter, Brahim El Mellali, Adil Amsafer, Mohamed Moujane, Naima Baraha, Hind Rhaffar

**A la personne qui a dessiné la trajectoire sur laquelle je marche**  
Dr Adil Lamhani spécialiste en anesthésie-réanimation

**A Dr Amine Benmoussa**

L'exemple de l'homme de science et de discipline

**Ce travail est hommage à mon maître Pr Tarik Fikry**

L'un des enseignants-chercheurs ayant laissé une trace très exemplaire dans l'histoire de la FMPPM, Que votre âme repose en paix. Que Dieu, le tout puissant, vous couvre de sa sainte miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis.

**Grand hommage à Mr Houssaïen Chekroun**

Infirmier à l'unité de greffe de moelle osseuse du CHU Mohamed VI, Que Dieu, le tout puissant, vous couvre de sa sainte miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis.

**Dédicace spéciale à l'équipe de choc .... Team « R »  
Badr Nacer Amajid et Sofia Aghious**

Nous avons travaillé ensemble et appris beaucoup de choses, dans une atmosphère de plaisir et de franchise, j'ai eu la chance de vous connaître et votre amitié a été l'un des plus beaux cadeaux pour moi à la faculté, une amitié qui a dépassé les limites de l'ordinaire, que le bon Dieu réalisera vos rêves en réalités, et que les "R" continuent à "R"er ... bo boo

**Remerciement à l'équipe du centre de simulation et  
d'innovation dans les sciences de la santé de la  
FMPM**

Vos efforts continus nous ont permis d'apprendre beaucoup de choses au fil de notre parcours, ce travail est l'expression de ma gratitude et mon respect envers tous ce que vous faites pour les étudiants de la FMPM.

Sans oublier de mentionner que votre contribution majeure avait un grand impact dans la réalisation de ce travail.

Merci infiniment à :

Mr Khalid ZDEG

Mme Majda BOURADDANE

Mme Rachida SALIH

Mme Nadia ELBARHOUMI

و من علمني حرفا صرت له محبا، فما عساي أقول عن من علمني أن أزن الأرقام و أشيد الأشكال الهندسية، من علمني أن حل المعضلات يبدأ بتجزئتها و ينتهي برسم مبياناتها.  
هذا العمل هو ترجمة لوافر محبتي و عميق إمتناني للأستاذ محمد نايت مبارك، أستاذ الرياضيات بثانوية الخوارزمي 1 التأهيلية بمراكش

### **A mes cher(e)s ami(e)s**

Abderrahman Jouira, Khalid Jamal Eddine, Adil Taoufik, Mohamed Amine Nouri, Bouaazizi Mustapha, Hassan Sati et toutes la famille SATI, Khalid Lancaster, Yassine Dabraoui, Sara Ajdader, Houssam Biborchi, Salah Eddine Bajja, Mouad Gourti, Khalid Elouardi, Farid Mahouane, Mohamed Mahdaoui, Mehdi Maskouf, Soufiane Benkaddour, Oualid Chniber, Ouassim Mansouri, Ouhmani Fatima Ezzahrae, Mohamed Madani, Yassine Bennaoui, Faiçal Rzaizi, Fatma Ait Lahbib, Hatim Zahir, Hicham Idbouja, Abdelfattah Maatoubi, Abderrahim Hakkioui, Houda Bezza, Soumaya Jellal, Iliass Afelnoughri, Imad Qssiti, Yassine Lahmami, Mohamed Amine Kabtour, Mehdi Chadli, Ayoub M'khelfaoui, Mohcine Naaîm, Nada Essini, Nouhaila Syrine Elhijazi, Omar et Oualid Ait Lahcen, Redouane Es-saadi, Abderrahime Ait Moulid (Valdano) Younes Rahil, Youssef Iberkaten, Zineb Lemghari, Zouhir Dendan ...

**A mes chers amis, à vous les collègues de classe,  
d'amphithéâtre, et de stage hospitalier**

Doha Khayat, Hafida Khallouki, Omayma Khadiri, Asmaâ Lahrougui,  
Youness Kamar Echchamchi, Salmaa Khoudraji, Ayoub Kazza,  
Houda Khaya, Hamza Lag, Hamza Lagtarna, Mohamed Jiddi,  
Jouman Abdelfattah, Yassine Joundi, Nadir Inajjarne, Sara Jourani,  
Kaddari Fatimazahrae, Ilyass Lachgar, Nidal Laghfiri, Chaimae  
Kroumbi, Asmae Lahouaoui, Nouhaila Kissa, Nassima Kadri ...

A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur. A tous  
ceux qui me sont très chers et que j'ai omis de citer. A tous ceux  
qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.



# *Remerciements*



**Notre Maitre et Président de Thèse :**

**Professeur Ahmed Ghassane EL ADIB**

***Professeur d'anesthésie et réanimation, chef de service de réanimation maternelle***

Je suis très sensible à l'honneur que vous m'avez fait en acceptant aimablement de présider ce prestigieux jury de thèse.

Je vous remercie de la confiance que vous avez bien voulu m'accorder.

J'ai eu la chance de compter parmi vos étudiants et de profiter de l'étendue de votre savoir. Vos remarquables qualités humaines et professionnelles ont toujours suscité ma profonde admiration. Je vous prie d'accepter le témoignage de ma reconnaissance et l'assurance de mes sentiments respectueux

**A Notre Maître et Rapporteur de Thèse :**

**Professeur Laila ESSAADOUNI**

***Professeur et Chef de service de médecine interne au CHU Mohamed VI de Marrakech,***

Il m'est impossible de dire en quelques mots ce que je vous dois.

Je suis très touché par L'honneur que vous m'avez fait en acceptant de me confier ce travail.

Vous m'avez éblouie par votre sérieux, votre sympathie, votre modestie, votre honnêteté, et toutes vos qualités humaines, professionnelles jointes à votre compétence et votre dévouement pour votre profession, qui seront pour moi un exemple à suivre dans l'exercice de cette honorable mission.

Je vous remercie également pour votre présence et votre disponibilité qui m'a été précieuses, vous avez pu me supporter malgré mes défauts.

Ce fut très agréable de travailler avec vous pendant cette période. Veuillez accepter, cher maître, l'assurance de mon estime et de mon profond respect.

Puisse ce travail être à la hauteur de la confiance que vous m'avez accordée.

**A notre maître et juge de thèse :**  
**Professeur Abdelhamid HACHIMI**  
***Professeur d'anesthésie et réanimation***

Vous avez spontanément accepté de faire partie de notre jury. Je resterai infiniment sensible à l'insigne honneur que vous m'avez fait en acceptant de juger mon travail de thèse.

Votre modestie et votre courtoisie demeurent pour moi des qualités exemplaires. Veuillez accepter, cher Maître, l'expression de ma reconnaissance et mon profonde estime.

Qu'il me soit permis, cher maître, de vous présenter à travers ce travail le témoignage de mon grand respect et l'expression de ma profonde reconnaissance.



# *Abréviations*



# Liste Des Abréviations

FMPM	: Faculté de Médecine et Pharmacie De Marrakech
CSI2S	: Centre de Simulation et D'innovation en Science de la Santé
CHU	: Centre Hospitalier Universitaire
HMA	: Hôpital militaire Avicenne
3D	: Tridimensionnel
2D	: Bidimensionnel
NIH	: National Institut of Health
AVC	: Accident Vasculo-cérébrale
QCM	: Question à Choix Multiple
ARC	: Apprentissage par Raisonnement Clinique
ECG	: Electrocardiogramme
FFR	: Fractional Flow Reserve
Pao	: Pression Artérielle en Oxygène
IDATE	: Institut de l'audiovisuel et des télécommunications en Europe
HMD	: Head-Mounted Displays
LCD	: Liquid-Crystal Display
DDR	: Dance Dance Revolution
EEG	: Electroencéphalogramme
ACM	: Association for Computing Machinery
IEEE	: Institut of Electrical and Electronics Engineers
PC	: Personal Computer
iOs	: iPhone Operating System
SGRN	: Serious Game Research Network
3DVOR	: 3D Virtual Operating Room
IMC	: Infinité Motrice Cérébrale
JMIR	: Journal Of Medical Internet Research

CRM : Crisis Ressource Management

USI : Unité de Soins Intensifs



# *Plan*



<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>Matériel et méthode</b>	<b>4</b>
I.    Type de l'étude	5
II.   Période de l'étude	5
III.  Lieu de la formation	5
IV.   Population	5
V.    Méthode de l'étude	7
VI.   Matériel d'étude	9
VII.  Déroulement des séances	21
VIII. La première étape	24
<b>Résultats</b>	<b>25</b>
I.    Participation	26
II.   Informations Générales et caractéristiques sociodémographiques	26
1. Sexe	26
2. Age	27
3. Pays	27
III.  Les caractéristiques des méthodes d'encadrement	28
1. Objectifs et organisation	28
2. Pertinence des méthodes pédagogiques	29
3. Fonctionnement et facilité d'usage	30
4. Niveau d'acquisition des savoirs	31
5. Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus	33
6. Appréciations générales	35
IV.   Commentaires et suggestions d'améliorations proposées par les participants	37
V.    Comparaison entre les groupes	37
1. Résultat du score des objectifs et organisation selon les groupes	38
2. Résultats de la pertinence des méthodes pédagogiques selon les groupes	39
3. Résultat du score du Fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques selon les groupes	40
4. Résultat du niveau d'acquisition des savoirs selon les groupes	41
5. Résultat du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus selon les groupes	42
6. Résultat des appréciations générales des apprenants selon les groupes	43
<b>Discussion</b>	<b>45</b>
I.    Généralités sur les Serious Games	46
1. Définitions	46
2. L'invasion des jeux sérieux	47
3. Fonctions d'un « Serious Game »	49
4. Compositions d'un « Serious Game »	51
5. Classifications d'un « Serious Game »	56
6. Comparaison de quelques Serious Games avec leurs utilisations dans le domaine de santé	61
7. Apports potentiels des SERIOUS GAMES	74
	77

8.	Limites du Serious Game pour l'éducation	79
9.	Simulation et pronostic	81
II.	Etude de satisfaction	84
III.	Constatations et aléas	85
IV.	Recommandations	87
<b>CONCLUSION</b>		<b>89</b>
<b>ANNEXES</b>		<b>96</b>
<b>RESUME</b>		<b>100</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		



# *Introduction*



La formation médicale basée sur la simulation est une discipline jeune, ayant pour but d'améliorer la qualité des soins en santé. C'est un outil pédagogique innovant qui permet un apprentissage de qualité et sécurisé des savoir-faire en particulier dans les situations critiques,

La simulation présente de grands avantages : absence de danger réel, mise en place de situations variées avec des degrés de difficulté croissants [1], et donc permet d'éviter les risques d'erreurs que représente une formation sur des patients réels [2].

Par ailleurs l'apprentissage par simulation permet de pratiquer et de s'entraîner sur le raisonnement clinique, et de résoudre un nombre infini de problèmes cliniques dans un milieu contrôlé [3].

Dans ce contexte la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech (FMPM) a adopté le projet du centre de simulation et d'innovation en science de la santé (CSI2S), qui est un centre multidisciplinaire, et cible les formations médicales initiale, spécialisée et continue, faisant l'objet d'un investissement pédagogique majeur, ayant comme objectif de répondre aux besoins croissants de formation des professionnels de santé [4].

L'intégration de l'apprentissage par simulation dans le programme pédagogique des étudiants au niveau de la FMPM, a mis en avant son intérêt dans la formation aux gestes et aux soins d'urgence, dans l'annonce du diagnostic d'une maladie grave, dans l'apprentissage des procédures de base en anesthésie réanimation, dans l'éducation thérapeutique et dans l'apprentissage d'ostéosynthèse maxillo-faciale par simulation sur maquette [1], [5]-[7].

Mais aucun d'eux n'a été réalisé sur des jeux de réalité, appelé aussi « Serious Games », ce concept devient de plus en plus populaire bien qu'il en existe actuellement aucune définition précise, la plupart des chercheurs et développeurs s'accordent pour dire que les jeux sérieux sont des jeux utilisés à des fins autres que le simple divertissement. Ils héritent des caractéristiques de jeu, comme tous jeux de divertissement, et se sont concentrés sur un objectif principal tel que l'apprentissage ou la formation, avec l'idée d'appliquer les leçons apprises dans des environnements de travail réels [8], une application qui implique certainement l'usage du raisonnement clinique avec toute la démarche intellectuelle derrière.

L'étude traitée dans ce travail concerne la formation « programme de raisonnement clinique et résolution de problème « Serious Game », au titre de l'année universitaire 2018/2019,

qui a eu lieu à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech et qui a succédé à la question suivante : Peut-on utiliser les jeux de réalité comme moyen d'appui ou d'accompagnement à la formation des étudiants de troisième année de médecine ?

C'est dans cette perspective que nous avons mené cette étude dont le but est de :

- Décrire le cadre pédagogique ainsi que la procédure de la formation.
- Faire une évaluation du degré de satisfaction des étudiants de troisième année envers la formation et son impact sur la pratique médicale.



# *Matériel et méthode*



## **I. Type de l'étude :**

Il s'agit d'une étude prospective, monocentrique, qui avait porté sur une analyse descriptive longitudinale des questionnaires (Annexe 1) remplies par les étudiants de 3ème année, ayant bénéficié de la formation de simulation médicale sur le jeu sérieux « Body Interact » intitulé « Programme de raisonnement clinique et résolution de problème « Serious Game » » au titre de l'année universitaire 2018/2019.

## **II. Période de l'étude :**

Notre étude s'est déroulée du mois de janvier au mois de mai de l'année 2019, selon le planning représenté dans annexe 2.

## **III. Lieu de la formation :**

L'étude s'est déroulée à l'unité de Body Interact au centre de simulation et d'innovation en sciences de la santé (2ème étage).

C'est un département de pédagogie innovant de l'Université Cadi Ayyad, crée dans le cadre de « la cité de l'innovation ». Il se concentre sur la pédagogie médicale en utilisant l'enseignement basé sur les technologies numériques et la simulation. Il cible les formations médicales initiale, spécialisée et continue.

## **IV. Population cible :**

Notre étude avait porté sur l'ensemble des étudiants de troisième année de médecine de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech (FMPM).

Cette population a été choisie sur les critères suivants :

- Etudiants en troisième année ayant fini leur premier cycle de sciences fondamentales (importance de développer leur capacité à résoudre les différents problèmes cliniques).
- Etudiants en troisième année ayant déjà commencé leurs stages hospitaliers (importance de développer leur contact avec les malades).
- Cette promotion était la première à bénéficier de cette formation.

### **1. Critères d'inclusion :**

L'ensemble des étudiants de troisième année de médecine au niveau de la FMPM ayant participé au programme de formation.

## **2. Critères d'exclusion :**

- Les étudiants qui n'ont pas assisté aux séances de simulation de cette formation.
- Les étudiants qui n'ont pas rempli le questionnaire.

## **3. Echantillon :**

Le tirage aléatoire simple était notre technique d'échantillonnage, car tous les participants ayant bénéficié de cette formation étaient recrutés avec les mêmes chances.

En fonction de nos critères d'inclusion, l'échantillon de notre étude a été constitué de 132 participants.

## **4. Modalités de recrutement :**

Le programme de la formation « raisonnement clinique et résolution de problème « Serious Game » » a englobé dans sa réalisation l'ensemble des étudiants de la troisième année de médecine, répartis sur des groupes de 14 personnes.

Pour notre étude, la totalité des étudiants sus-cités a été contactée, par des annonces affichées au sein de la faculté (tableaux d'affichage de la promotion), et d'autres lancées en parallèle sur le site web (<https://www.uca.ma/fmpm>) et aussi sur le réseau sociale Facebook via la page « Centre de Simulation FMPM » (<https://www.facebook.com/pg/CSI2SFMPMARRAKECH>).

Des courriers administratifs ont été envoyés également aux chefs des services hospitaliers du Centre Hospitalier Universitaire Mohamed VI de Marrakech (CHU) et de l'hôpital militaire Avicenne (HMA) afin de justifier leurs absences des stages pendant les jours de formation.

Le recrutement pour la participation à notre étude a été réalisé, sur la base du volontariat. Tous les candidats étaient libres d'accepter ou de refuser la participation aux différentes étapes de l'étude.

## **5. Considérations éthiques :**

Le respect de l'anonymat des questionnaires et la confidentialité des données ont été pris en compte, ces considérations éthiques et en plus le caractère non évaluatif ont motivé la participation de tous les étudiants présents et répondants aux critères d'inclusion.

## V. Méthode de l'étude :

### 1. Collecte des données :

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire pré-établi délivré à la fin de chaque séance, composé de trois parties, la première est dédiée aux informations générales et aux données démographiques, la deuxième partie est composée de 23 questions sous forme d'une échelle de « Likert », le codage utilisé était le suivant :

1 = Pas du tout satisfait

2 = Peu satisfait

3 = Satisfait

4 = Très satisfait

La troisième partie du questionnaire comportait des commentaires libres et des questions ouvertes.

Les formateurs et les personnels responsables du CSI2S ont été avertis au préalable sur le contenu des questionnaires et les modalités de réponse, afin de savoir communiquer avec l'ensemble des étudiants, diriger toutes les étapes de l'étude dans les meilleures conditions, gérer l'ensemble des incidents pouvant perturber le déroulement des séances et d'assurer l'équité d'évaluation et la confidentialité des réponses pour tous les groupes.

Les participants répondants aux critères d'inclusion avaient fait l'objet d'une enquête à la fois sociodémographique et pédagogique, avec un espace de commentaires libres et de questions ouvertes.

#### 1.1. L'enquête sociodémographique :

Les participants à notre étude avaient répondu à un questionnaire incluant les différentes variables sociodémographiques retenues pour notre étude, permettant de caractériser notre échantillon et de déterminer son profil.

#### 1.2. L'enquête pédagogique :

Il s'agissait d'une revue des circonstances et des différentes méthodes d'encadrement dès l'accueil des participants jusqu'à la fin de la formation.

### **1.3. Commentaires libres et questions ouvertes :**

Il s'agissait d'un espace où les participants décrivaient les points fort de la formation et les difficultés rencontrés lors de la séance, et aussi des éventuelles propositions pour l'amélioration.

## **2. Variables de l'étude :**

### **2.1. Variables sociodémographiques :**

- L'âge
- Le sexe
- Pays d'origine

### **2.2. Variables explorant les caractéristiques générales de l'organisation des participants :**

- Groupe
- Date de la formation

### **2.3. Variables explorant l'encadrement pédagogique :**

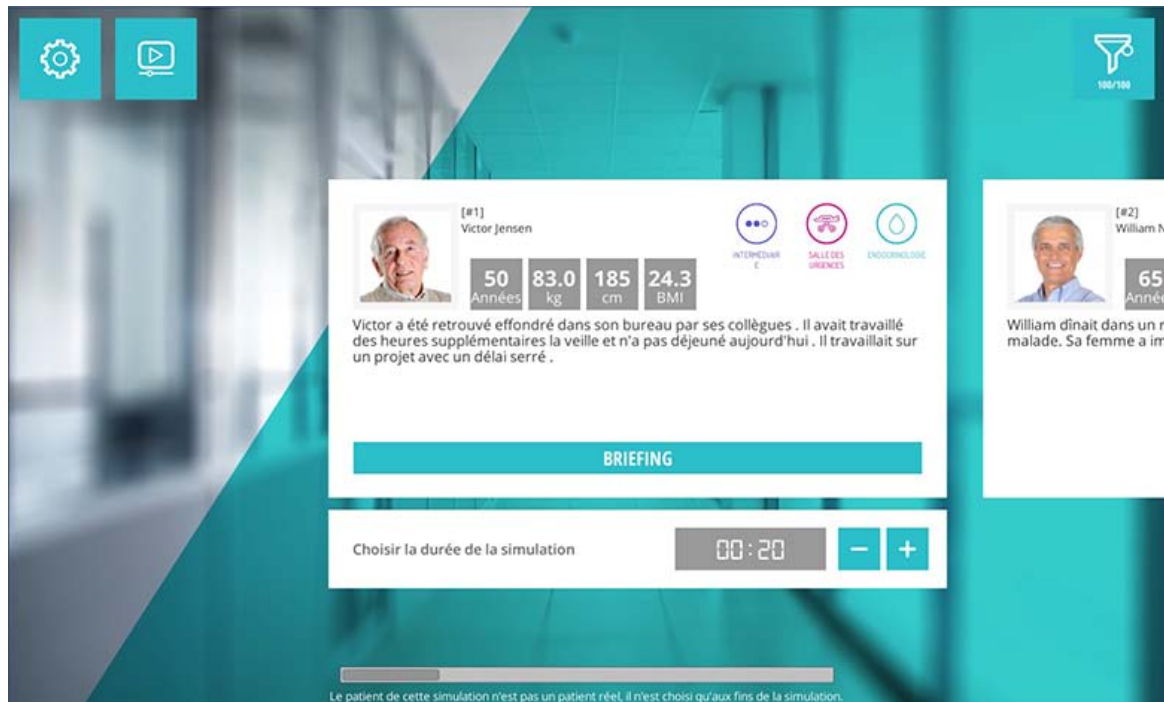
- Clarté des objectifs
- Qualité de l'organisation
- Pertinence des méthodes pédagogiques
- Conditions d'emploi et qualité des outils pédagogiques
- Niveau d'acquisition des savoirs
- Niveau de la logistique et du « réalisme »
- Intérêt des contenus
- Qualité des formateurs et appréciations générales

### **2.4. Variables explorant les commentaires et suggestions des participants :**

- Les points forts de l'atelier, les difficultés rencontrées lors de la simulation et les suggestions d'amélioration.

## VI. Matériel d'étude :

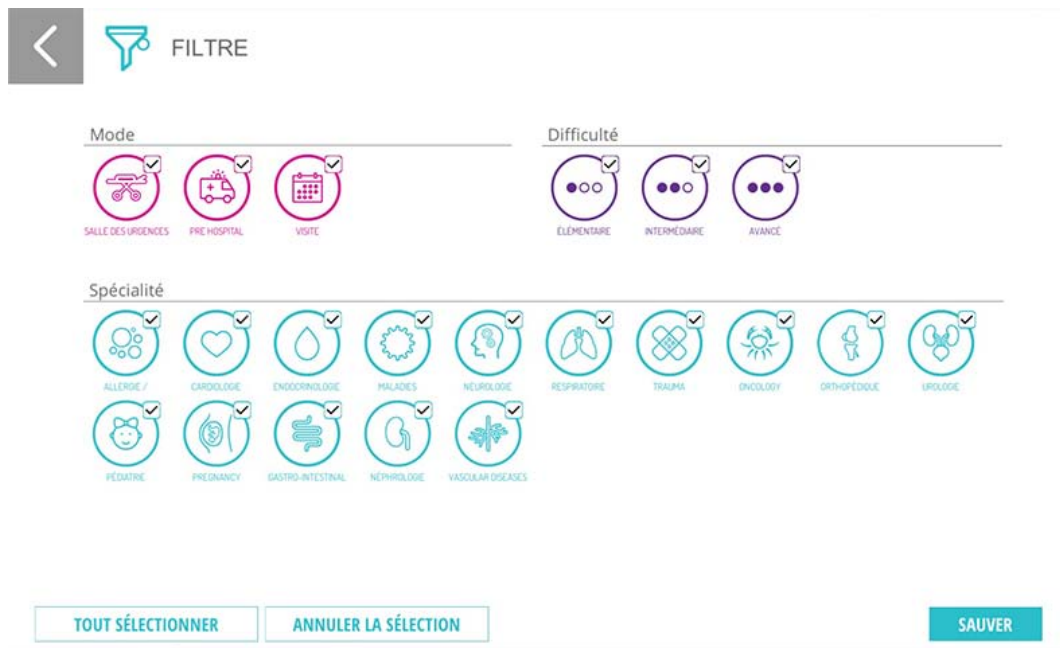
La formation a été réalisée sur la table interactive « Body Interact », c'est un jeu sérieux tridimensionnel (3D) qui fait partie du capital du CSI2S, basé sur des patients interactifs virtuels 3D soutenus par des algorithmes physiologiques réalistes, Il imite les caractéristiques visuelles, spatiales et en temps réel de l'état de santé du patient et fournit un feedback réaliste.



**Figure 1 : Interface graphique du jeu sérieux « BodyInteract »**

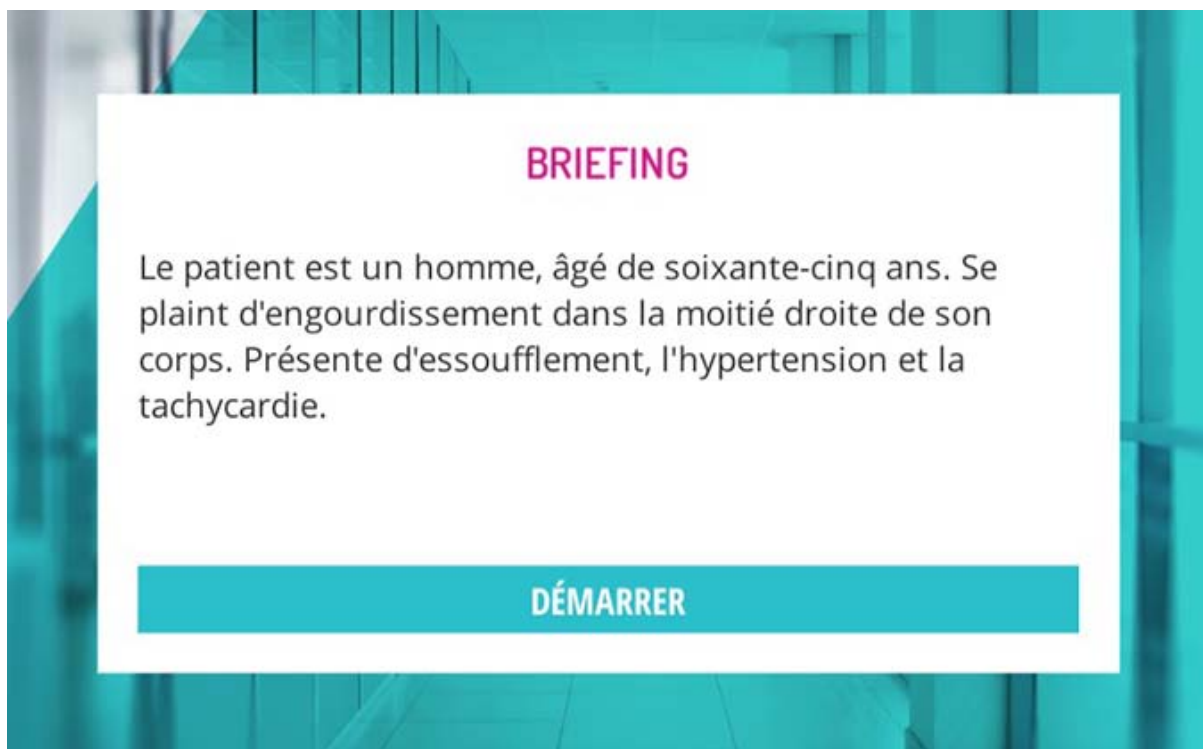
Par ailleurs Body Interact est doté de scénarios cliniques, réparties selon les différentes spécialités, avec des degrés de difficultés variables. Les spécialités disponibles sont :

- Immunologie
- Anesthésiologie
- Cardiologie
- Endocrinologie
- Gastroentérologie
- Maladies infectieuses
- Médecine interne
- Néphrologie
- Neurologie
- Oncologie
- Obstétrique / gynécologie
- Orthopédie
- Pédiatrie
- Pneumologie
- Toxicologie
- Traumatologie
- Urologie
- Maladies vasculaires



**Figure 2 : Filtre des scénarios disponibles**

Chaque scénario commence par un briefing exposant une brève description du problème de santé que présente le malade virtuel, ainsi que l'histoire de sa maladie.



**Figure 3 : Exemple de briefing proposé par le BodyInteract**

Ensuite la simulation enchaîne par l'abord du patient simulé, ce dernier peut varier d'un bébé, enfant, adolescent, femme enceinte, adulte ou personne âgée.



**Figure 4 : Interrogatoire orienté sur BodyInteract**

- L'interface graphique permet de :
- Communiquer avec le patient virtuel et faire un interrogatoire dynamique et orienté à travers une dizaine de questions personnalisées selon chaque situation clinique [Figure 4], à savoir que le patient peut être conscient ou confus, agité ou même inconscient.
- Procéder à l'inspection et l'examen physique.
- Faire un monitoring complet et continu [Figure 5].
- Réaliser des examens complémentaires [Figure 6 et 7].
- Faire une démarche diagnostique basé sur les données collectées.
- Réaliser des interventions (cathétérisme, défibrillation, transfusions, apport d'oxygène, compressions thoraciques ...) [Figure 8].
- Administration de médicaments, classés par catégories (antalgiques, antiarythmiques, antibiotiques, anti-inflammatoires ...) à sélectionner selon le mode d'administration et doses, les médicaments administrés ont des effets en temps réel sur le patient et modifieront son état de santé.

- Il est possible de simuler l'appel à un spécialiste afin de demander conseil, effectuer une intervention spécifique ou obtenir l'autorisation pour une procédure spécialisée [Figure 9].
- Aides à la décision, permettant le calcul rapide de certains scores (score de Wells par exemple) [Figure 9].



**Figure 5 : Options de monitoring sur BodyInteract**

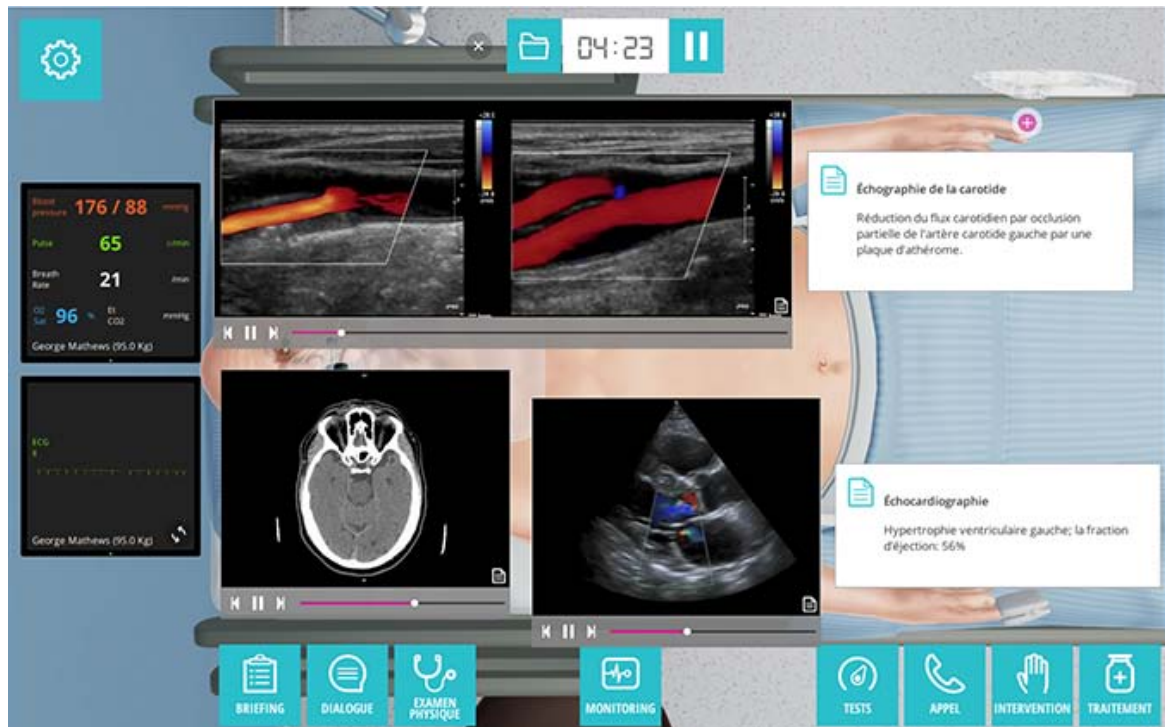


Figure 6 : Exemples des résultats des examens d'imagerie sur BodyInteract



Figure 7 : Exemples des résultats des examens biologiques sur BodyInteract



Figure 8 : Exemples des interventions proposées par le BodyInteract

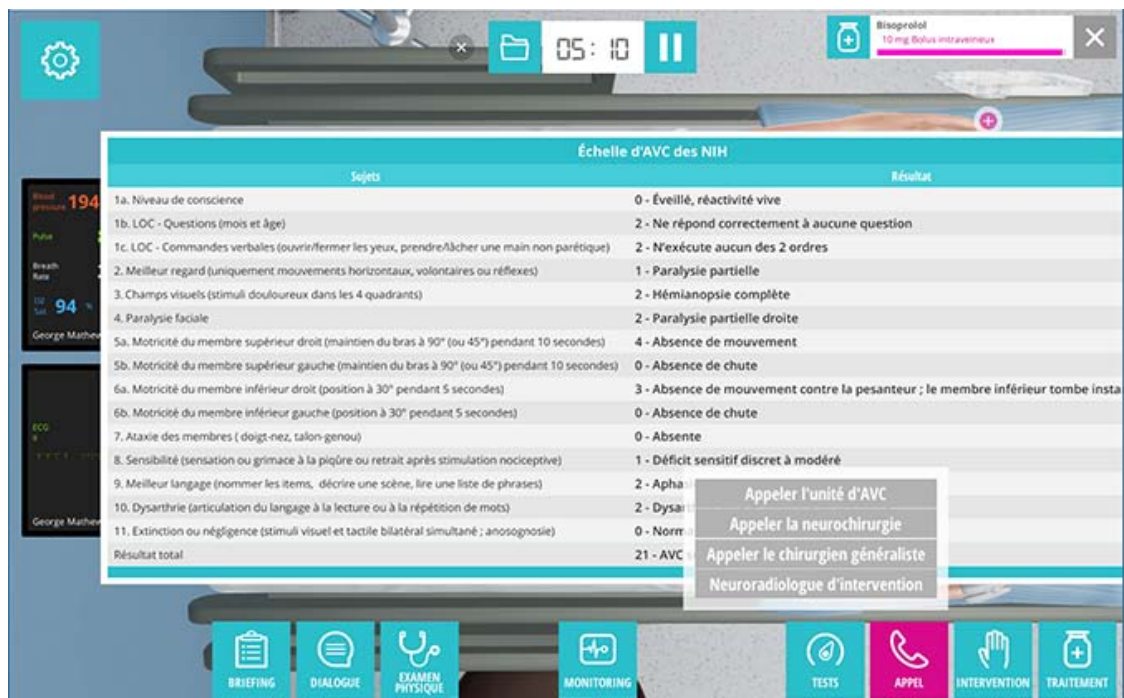
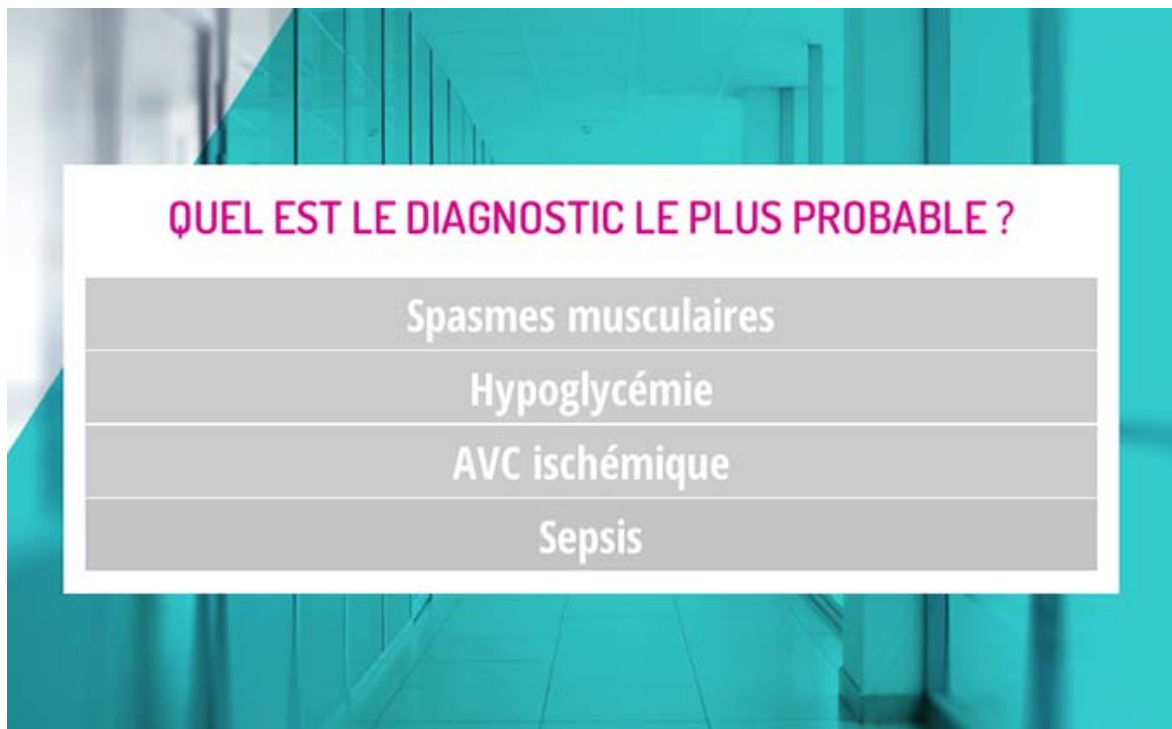


Figure 9 : Exemple d'aide à la décision (calcul de l'échelle d'accident vasculo-cérébrale (AVC) des NIH) et d'appels (autre médecin ou unité spécialisée) proposé par le BodyInteract

La durée de chaque scénario peut être fixée manuellement par l'encadrant ou garder la durée proposée par le simulateur. Après la fin de la simulation, le logiciel passe à une étape évaluative, posant en premier une question à choix multiple (QCM) sur le diagnostic que l'étudiant a fait dans cette séance [Figure 10], puis il expose le rapport de performance selon trois paliers [Figure 11] :

- Examen physique [Figure 12].
- Activité de diagnostic [Figure 13].
- Traitement [Figure 14 et 15].



**Figure 10 : QCM évaluant le diagnostic établi par l'étudiant en fin du scénario**

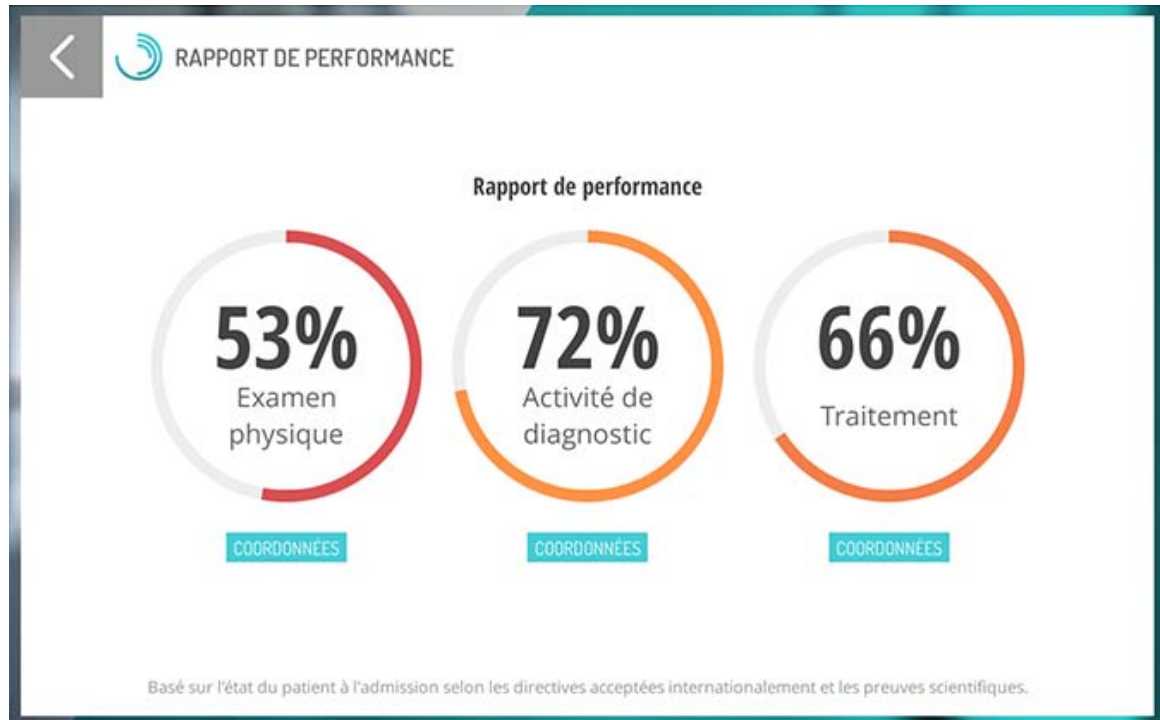


Figure 11 : Exemple de rapport de performance établie par le BodyInteract

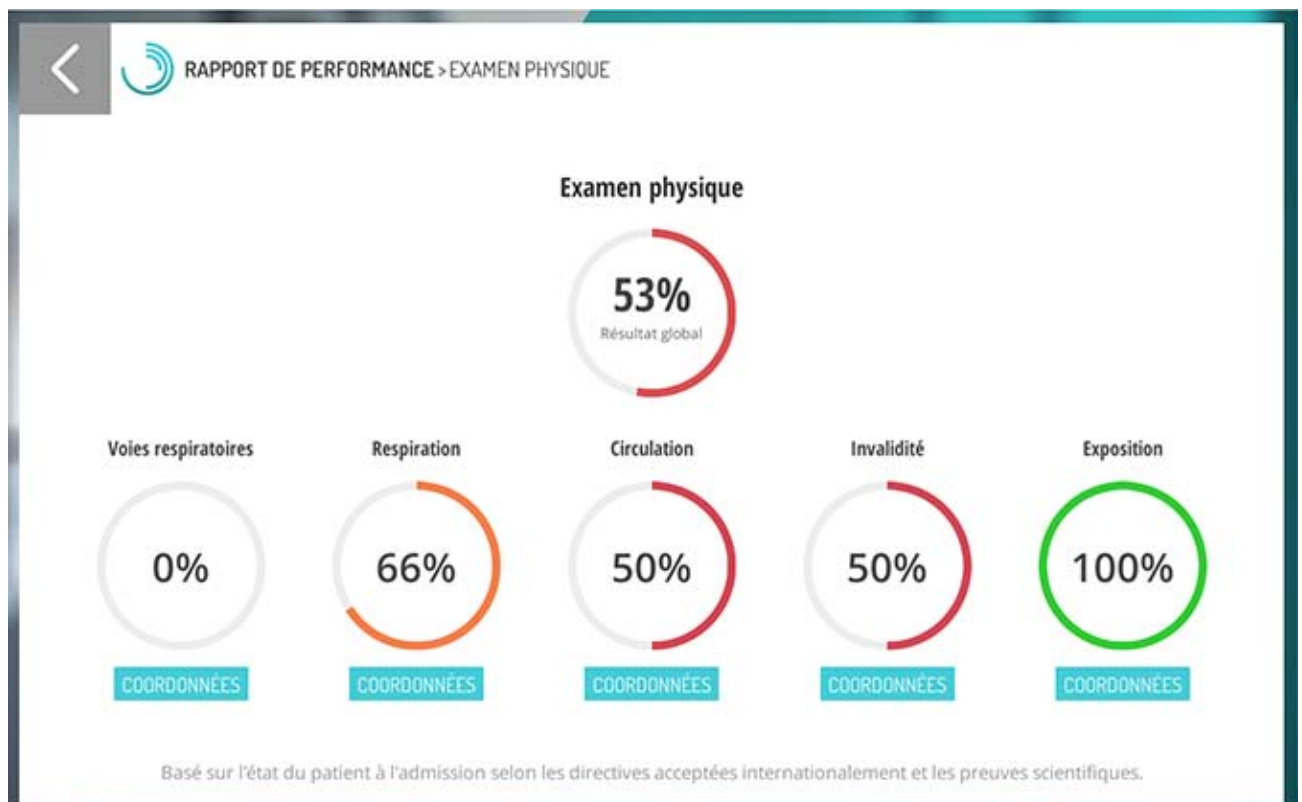


Figure 12 : Rapport de performances détaillé de l'examen physique

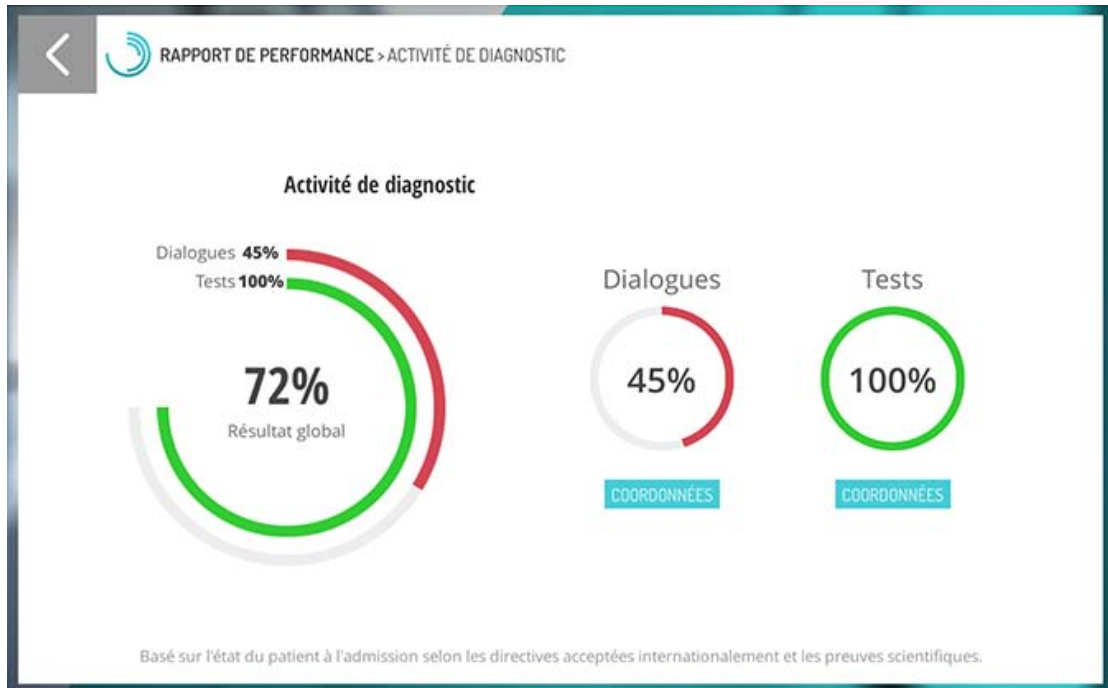
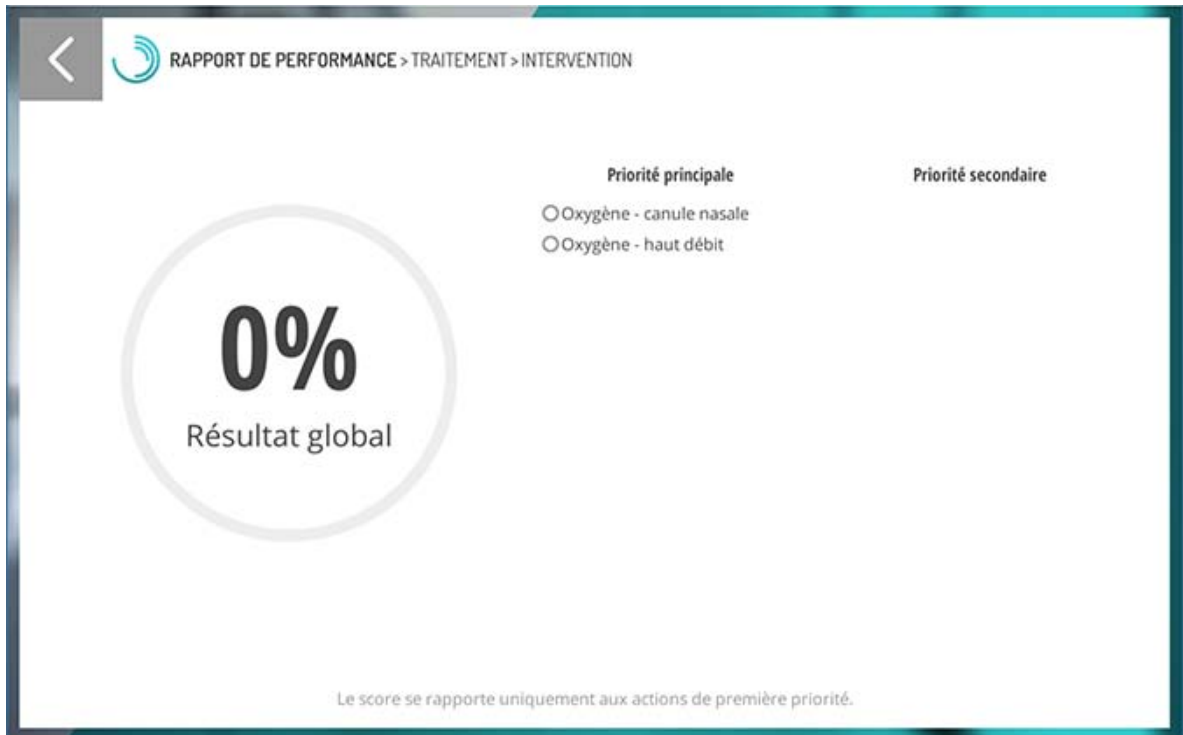


Figure 13 : Rapport de performances détaillé de l'activité de diagnostic



Figure 14 : Rapport de performances détaillé du traitement



**Figure 15 : Rapport de performances détaillé des interventions thérapeutiques**

Au terme de cette évaluation, le logiciel présente un timeline des gestes réalisés, et classe les tâches effectuées selon leur nécessité et leur importance dans la prise en charge du patient virtuel, et permet aussi de guider le débriefing, de revoir et réinterpréter les examens paracliniques [Figure 16].

RAPPORT CHRONOLOGIQUE			
		Glucose sanguin 120 mg/dL	
		Température 37 °C	
<b>Intervention</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Conditions non traité</b>	
Cathéter périphérique IV BRANCHÉ	Pression artérielle 203 / 104 mmHg	Hypertension sévère	
	Fréquence cardiaque 132 bpm	Tachycardie	
	Fréquence respiratoire 23 /min	AVC thrombotique	
	Saturation en O2 90 %	Hypoxie	
	Glucose sanguin 121 mg/dL		
	Température 37 °C		
<b>Test</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Conditions non traité</b>	
Échelle d'AVC des NIH	Pression artérielle 198 / 102 mmHg	Hypertension sévère	
	Fréquence cardiaque 86 bpm	AVC thrombotique	
	Fréquence respiratoire 22 /min		
	Saturation en O2 94 %		
	Glucose sanguin 119 mg/dL		
	Température 37 °C		
<b>Traitement</b>	<b>Monitoring</b>	<b>Conditions non traité</b>	

**Figure 16 : Rapport chronologique des gestes réalisés lors du scénario**

Au long de la séance, la table interactive imite un feedback réaliste et évolutif des malades simulés. Les résultats des examens complémentaires sont procurés avec un décalage horaire de quelques minutes, variable selon le type de l'examen demandé, l'étudiant peut interpréter lui-même ces résultats ou lire l'interprétation fournie par la machine.

En revanche, les différents scénarios sont revus et validés par des experts et des sociétés savantes, les ressources bibliographiques à partir desquels chaque scénario est formulé sont affichées à sa fin [Figure 17].

En outre, le BodyInteract permet à l'apprenant d'émettre son feedback en évaluant le scénario selon la difficulté et le réalisme constaté, mais aussi la satisfaction et un espace de commentaires libre à soumettre au fabricant afin d'améliorer le scénario vécu [Figure 18].

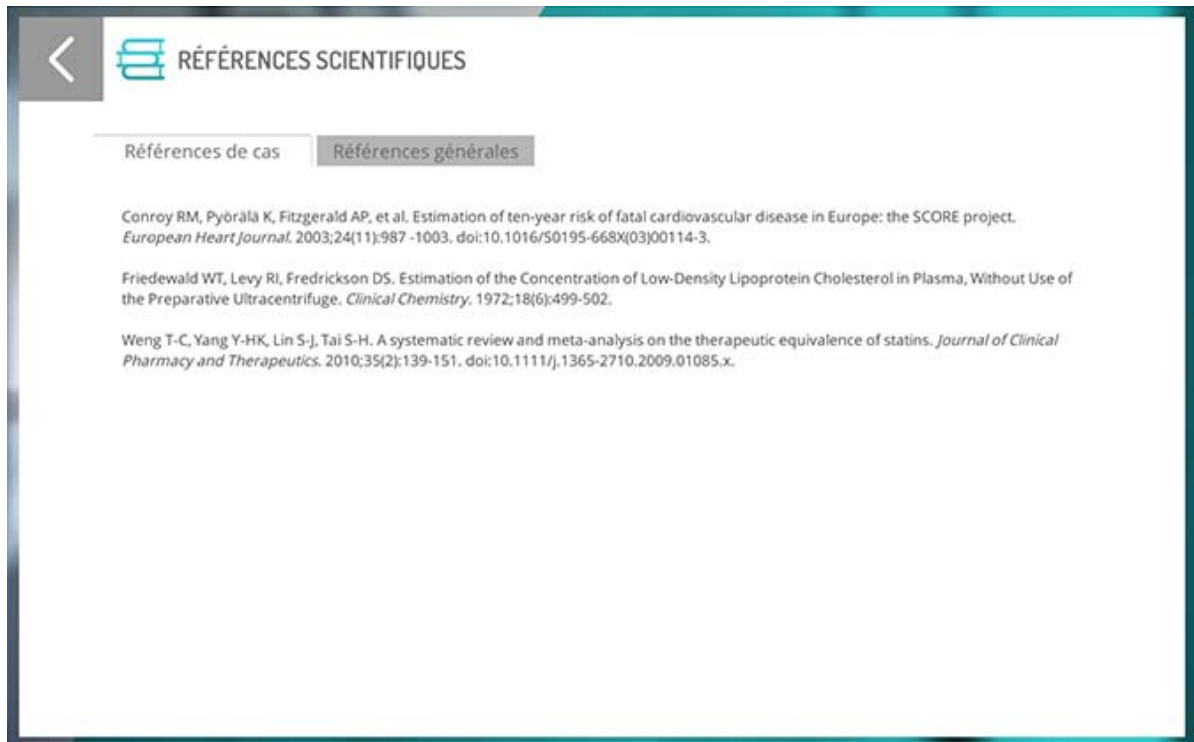


Figure 17 : Références scientifiques du cas simulé

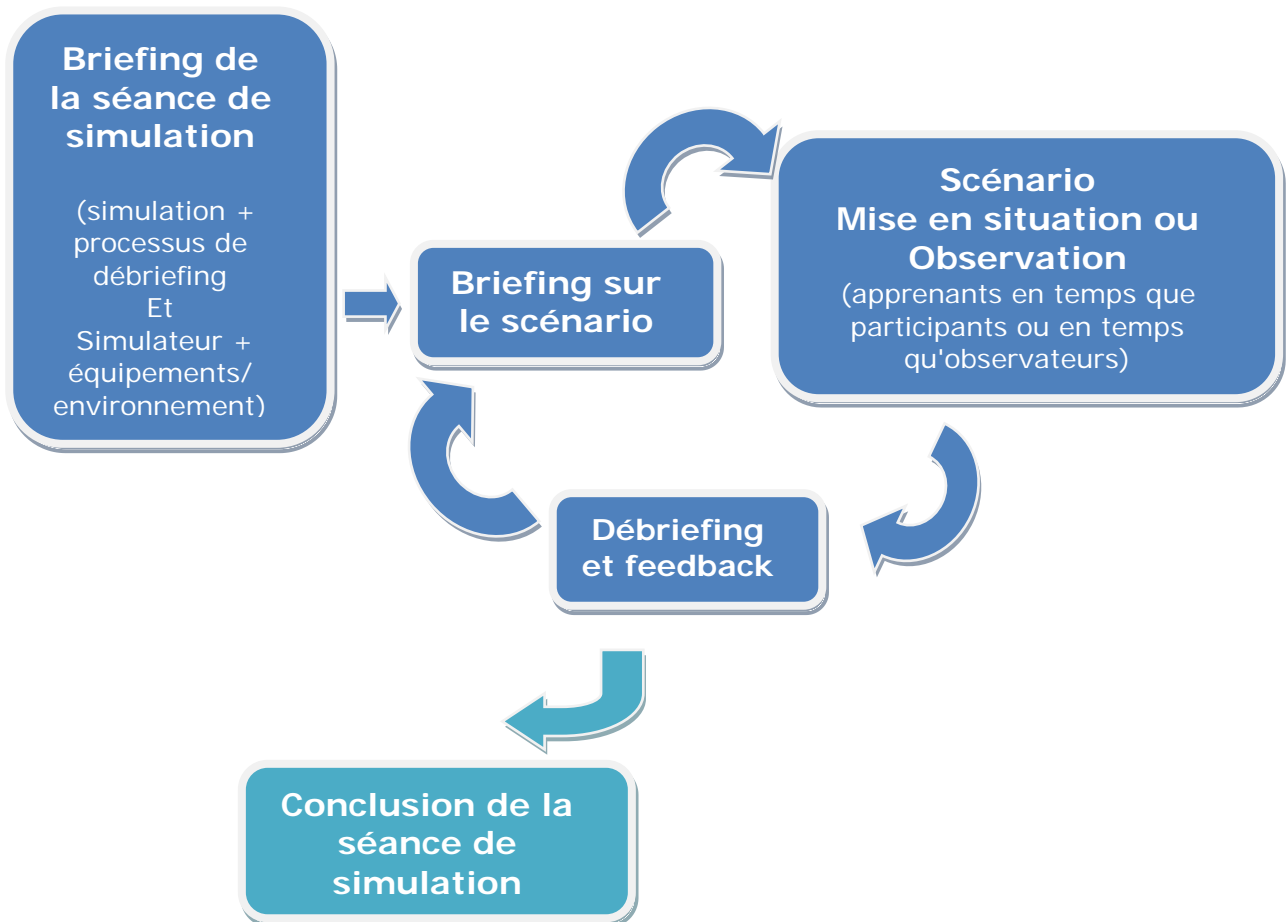


Figure 18 : Panneau d'évaluation du scenari

## VII. Déroulement des séances :

Les groupes représentant l'ensemble de notre échantillon, ont été convoqués au CSI2S à des dates différentes selon le planning préétabli (annexe 2).

L'encadrement était assuré par un médecin formateur en simulation (un professeur). Le déroulement de chaque séance de simulation se faisait généralement sur un mode classique préétabli (figure 19).



**Figure 19 : Déroulement classique d'une séance de simulation**

Le déroulement des séances s'est tenu en trois phases distinctes selon le mode suivant :

## 1. La première étape

La première étape est dédiée à présenter la machine sur laquelle la séance va se dérouler, le fonctionnement de la table interactive et les options que présente celle-ci, puis des sous-groupes de trois personnes ont été constitués, avec l'identification d'un manipulateur principale de la machine dans chaque sous-groupe.

Les objectifs pédagogiques spécifiques à chaque situation pathologique sont fixés par le simulateur virtuel.



**Figure 20 : Salle du simulateur Body Interact**

## 2. La deuxième étape

Ce temps été conçu à la mise en situation des apprenants dans des situations cliniques à travers le simulateur BodyInteract, qui a permis leur réalisation en trois étapes :

- a) **Un briefing** exposant une brève description du problème de santé que présente le malade virtuel, ainsi que l'histoire de sa maladie.
- b) **L'abord du patient simulé**, permettant ainsi d'enchaîner un interrogatoire orienté, un examen clinique et paraclinique, avec des options thérapeutiques multiples comportant des interventions et l'administration de médicaments, de même des éventuels appels simulés à des spécialistes ou le recours à certains aides à la décision.
- c) **Evaluation des performances** à l'aide d'un QCM sur le diagnostique établi, ainsi que l'exposition d'un rapport détaillé sur l'examen physique, l'activité de diagnostic, et le traitement.



**Figure 21 : Déroulement d'une séance de simulation à la salle du Body Interact**

Plusieurs scénarios ont été achevés, les séances de formation étaient interactives, permettant à l'apprenant de poser des questions à l'encadrant et inversement, afin de favoriser l'échange et l'apprentissage transversal. Durant le déroulement des différents scénarii, les autres participants assistaient à l'intervention de leurs collègues.

### **3. La troisième étape**

Cette dernière étape était dédiée au débriefing : Chaque passage était clôturé par une synthèse (débriefing) individuelle et collective dirigée par l'enseignant formateur. Le but était d'amener les étudiants vers la restitution d'un feed-back constructif selon les bonnes pratiques du débriefing.

Les objectifs de débriefing sont résumés dans les points suivants :

- Exprimer les émotions et évacuer le stress provoqué par la simulation.
- Activer les capacités réflexives des étudiants sur leurs performances.
- Comparer la performance réalisée par les étudiants avec les standards attendus.
- Aider les étudiants à « contextualiser » leurs connaissances.
- Aider les apprenants à « décontextualiser » leurs connaissances pour pouvoir les généraliser, les appliquer et les transférer en pratique réelle.
- Générer un feed-back ciblé et constructif pour l'étudiant.
- Développer l'esprit critique et analytique chez les apprenants.

## **VIII. Analyse statistique :**

Notre analyse statistique a porté sur la statistique descriptive (pourcentage, moyenne+/- écart type).

La saisie des données a été faite sur le logiciel d'Excel, les données ont été analysées moyennant le logiciel SPSS version 23.



# *Résultats*



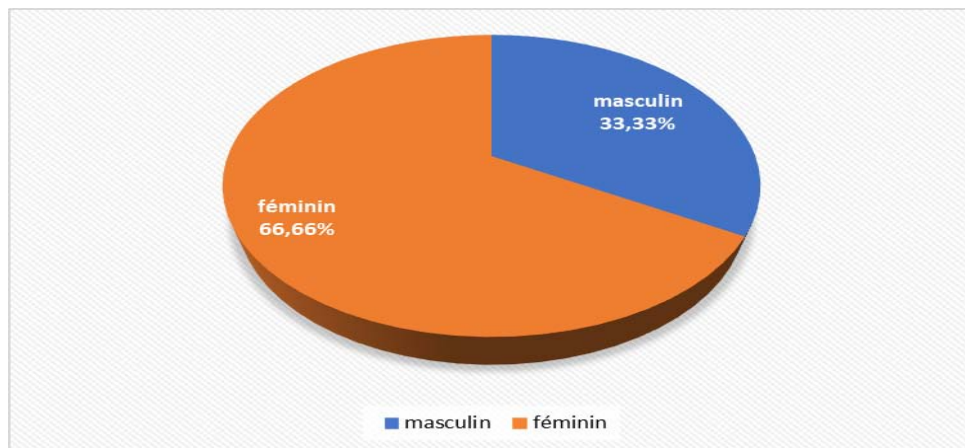
## I. Participation

Notre étude avait inclus 132 apprenants avec un taux de participation de 78,57% (absence de 36 personnes). Par ailleurs, chez ces participants le taux de réponse au questionnaire délivré était de 100%.

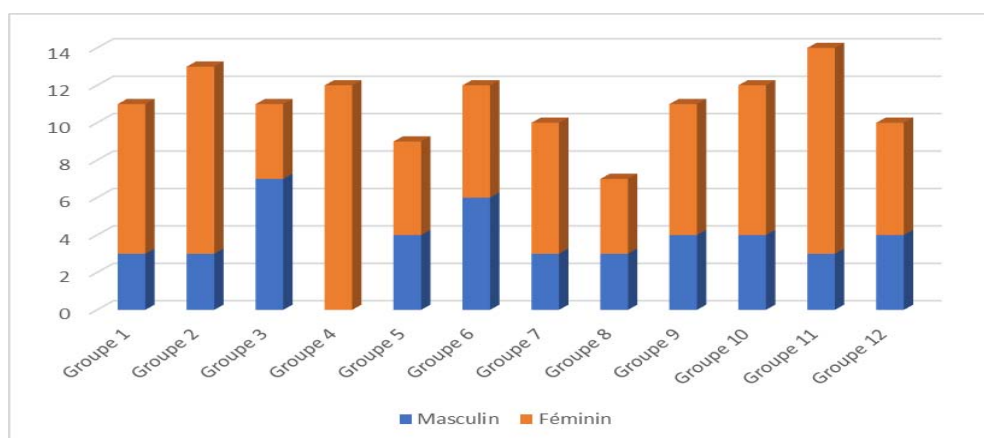
## II. Informations Générales et caractéristiques sociodémographiques

### 1. Sexe :

La majorité des participants étaient de sexe féminin soit 66,66% (88 étudiantes) et un sexe-ratio H/F de 0,5 [Figure 22]. Le groupe 4 était formé strictement par des apprenants de sexe féminin [Figure 23].



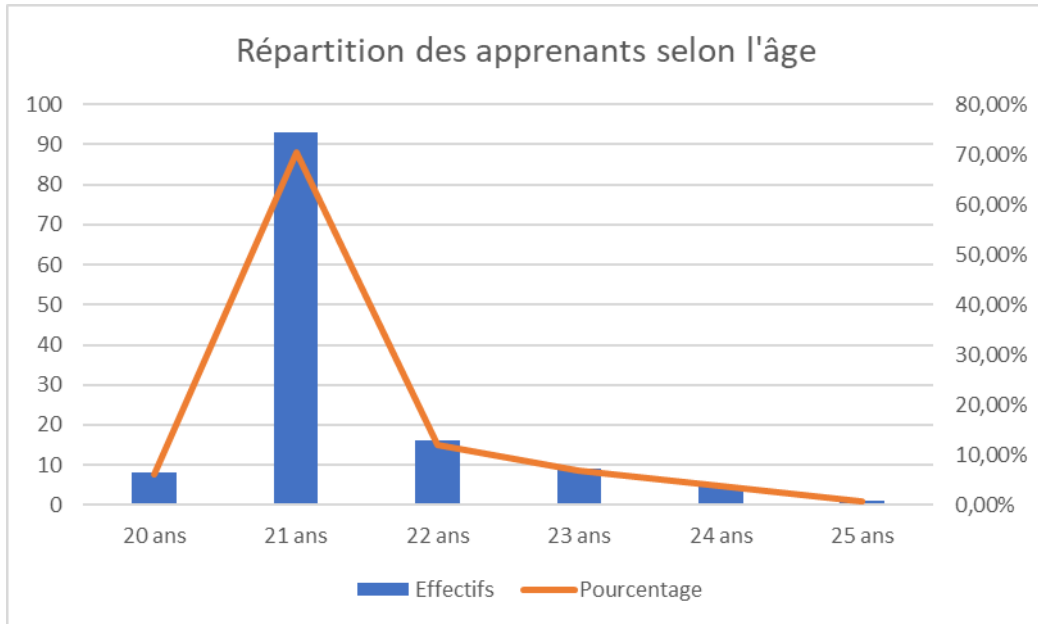
**Figure 22 : Répartition des apprenants selon le sexe**



**Figure 23 : Répartition des apprenants selon le sexe en fonction du groupe**

## 2. Age :

La moyenne d'âge des participants était de 21,34ans avec des extrêmes allant de 20ans à 25ans, la figure 24 illustre la répartition des apprenants selon l'âge.



**Figure 24 : Répartition des apprenants selon l'âge**

## 3. Pays :

La majeure partie des participants était des étudiants marocains, avec la participation de 8 étudiants étrangers, soit 6,06% des apprenants, repartis entre 3 étudiants jordaniens (37,5% des étudiants étrangers), 2 du Togo (25% des étudiants étrangers), 1 de Guinée-Bissau (12,5% des étudiants étrangers), 1 mauritanienne (12,5% des étudiants étrangers) et 1 étudiant tunisien (12,5% des étudiants étrangers) [Figure 25].

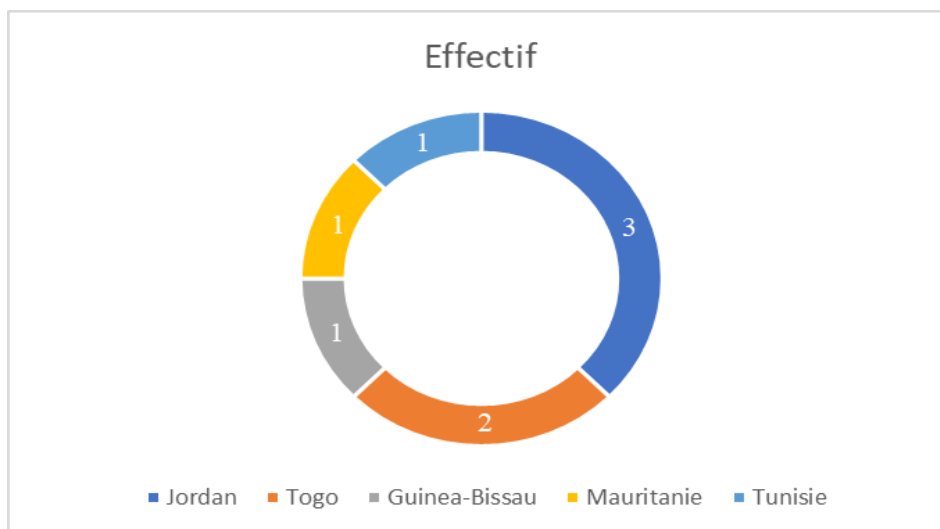


Figure 25 : Répartition des apprenants étrangers selon leurs nationalités

### III. Les caractéristiques des méthodes d'encadrement :

#### 1. Objectifs et organisation :

Les impressions des participants étaient positives sur tous les items concernant les objectifs du programme de simulation auquel ils ont participé, ainsi que sur l'organisation de la formation réalisée [Tableau 1].

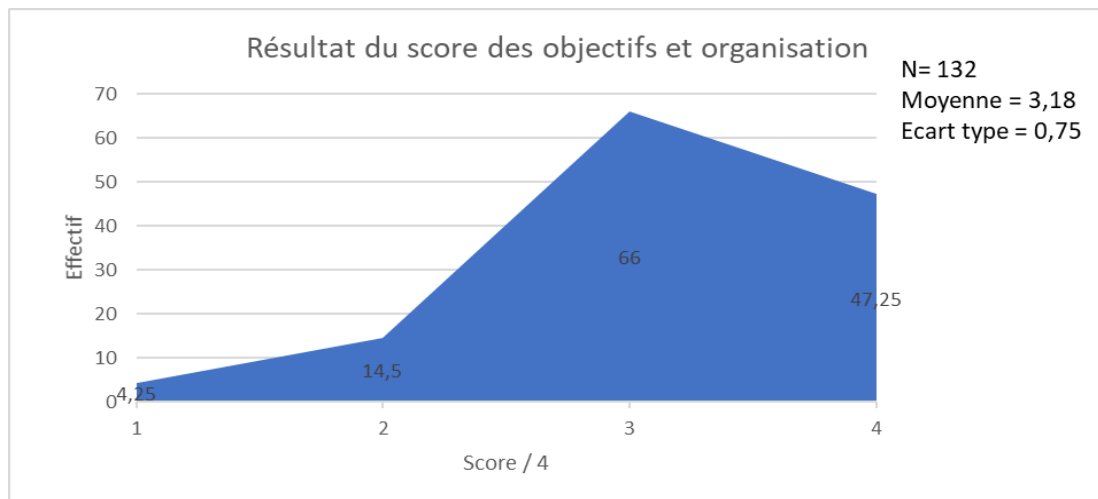
**Tableau I : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant les objectifs et l'organisation sur échelle de Likert**

Objectifs et organisation	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
1-Etes-vous satisfait de l'organisation de cette formation	1 (0,76%)	6 (4,54%)	54 (40,9%)	71 (53,79%)
2-Les objectifs ont été présentés au début de la séance	4 (3,03%)	11 (8,33%)	68 (51,52%)	49 (37,12%)
3-Les objectifs étaient clairs	9 (6,82%)	15 (11,36%)	63 (47,72%)	45 (34,09%)
4-La durée consacrée est suffisante pour maîtriser le scénario	3 (2,27%)	26 (19,70%)	79 (59,85%)	24 (18,18%)

La moyenne des scores des objectifs et de l'organisation de la formation était de 3,18 (+/-0,75) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 2].

**Tableau II : Score des objectifs et organisation**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimum	Maximum
Score des objectifs et organisation (score/4)	3,18 (+/- 0,75)	1	4



**Figure 26 : Résultat du score des objectifs et organisation**

## 2. Pertinence des méthodes pédagogiques :

Les impressions des participants étaient positives sur les questions concernant les méthodes pédagogiques employées lors du programme de simulation auquel ils ont participé, ainsi que sur l'organisation de la formation réalisée [Tableau 3].

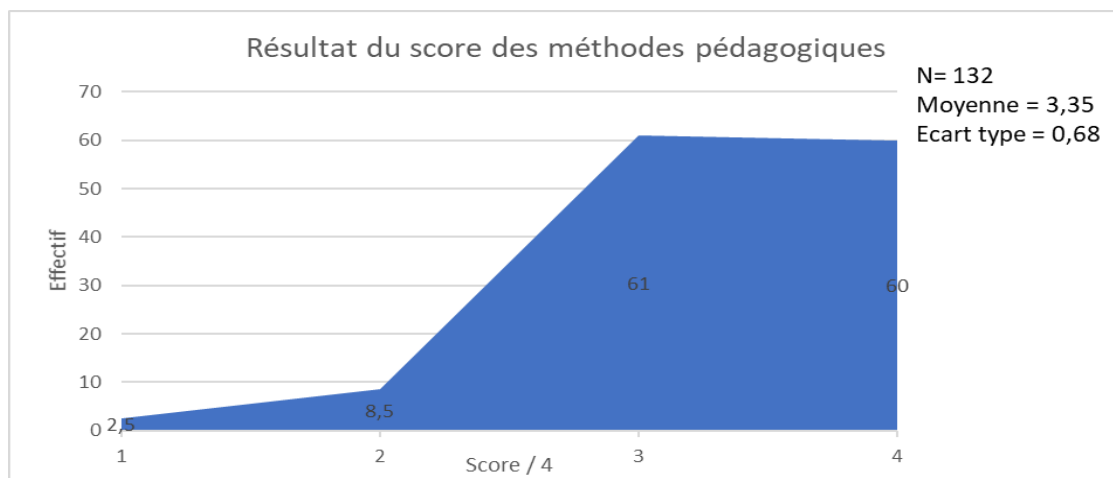
**Tableau III : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant les méthodes pédagogiques employées et leur pertinence sur échelle de Likert.**

Pertinence des méthodes pédagogiques	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
5-Le contenu du jeu sérieux « Serious Game » correspond aux objectifs présentés	1 (0,76%)	6 (4,54%)	54 (40,9%)	71 (53,79%)
6-Le jeu sérieux « BodyInteract » permet d'imiter des situations cliniques que vous pouvez rencontrer lors de vos stages et de votre pratique	4 (3,03%)	11 (8,33%)	68 (51,52%)	49 (37,12%)

La moyenne du score de la pertinence des méthodes pédagogiques employées était de 3,35 (+/- 0,68) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 4].

**Tableau IV : Score pertinence des méthodes pédagogiques**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimu m	Maximu m
Score pertinence des méthodes pédagogiques (score/4)	3,35 (+/- 0,68)	1	4



**Figure 27 : Résultat du score des méthodes pédagogiques**

### 3. Fonctionnement et facilité d'usage :

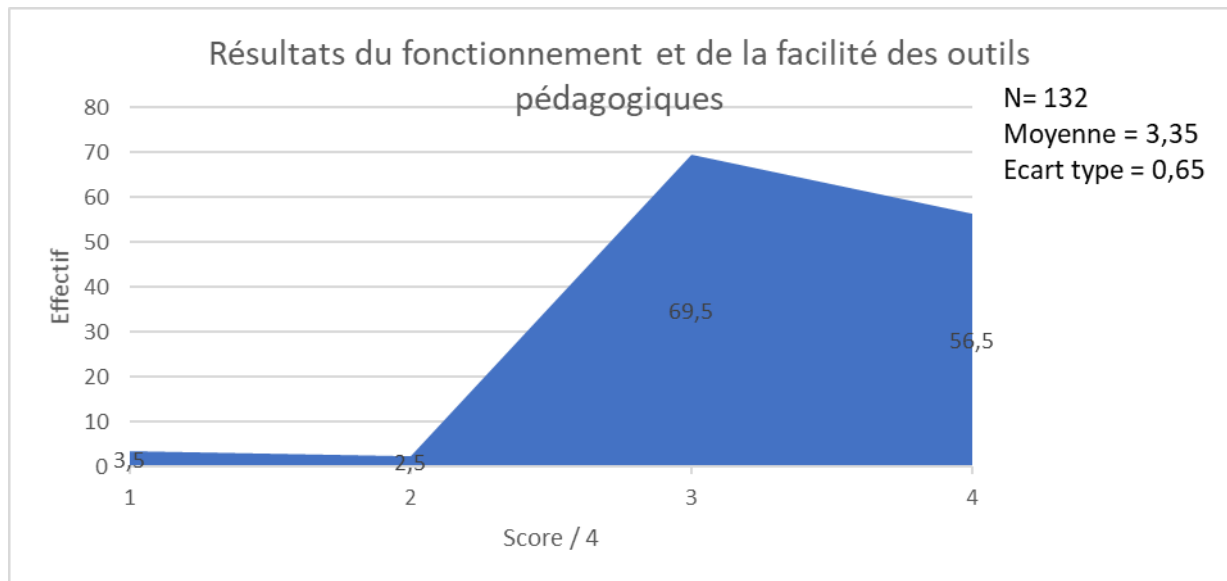
**Tableau V : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant le fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques sur échelle de Likert.**

Fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
7-Le fonctionnement et l'utilisation ont été bien expliqués	5 (3,79%)	3 (2,27%)	86 (65,15%)	38 (28,79%)
8-Le jeu Sérieux est facile à utiliser	2 (1,51%)	2 (1,51%)	53 (40,15%)	75 (56,82%)

La moyenne du score du fonctionnement ainsi que la facilité d'usage des outils pédagogiques était de 3,35 (+/-0,65) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 6].

**Tableau VI : Score du fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimu m	Maximu m
Score du fonctionnement et de la facilité des outils pédagogiques (score/4)	3,35 (+/-0,65)	1	4



**Figure 28 : Résultats du fonctionnement et de la facilité des outils pédagogiques**

#### 4. Niveau d'acquisition des savoirs :

Les apprenants ont exprimé des impressions positives concernant l'amélioration de leurs connaissances théorique vis-à-vis des sujets traités [Tableau 7]

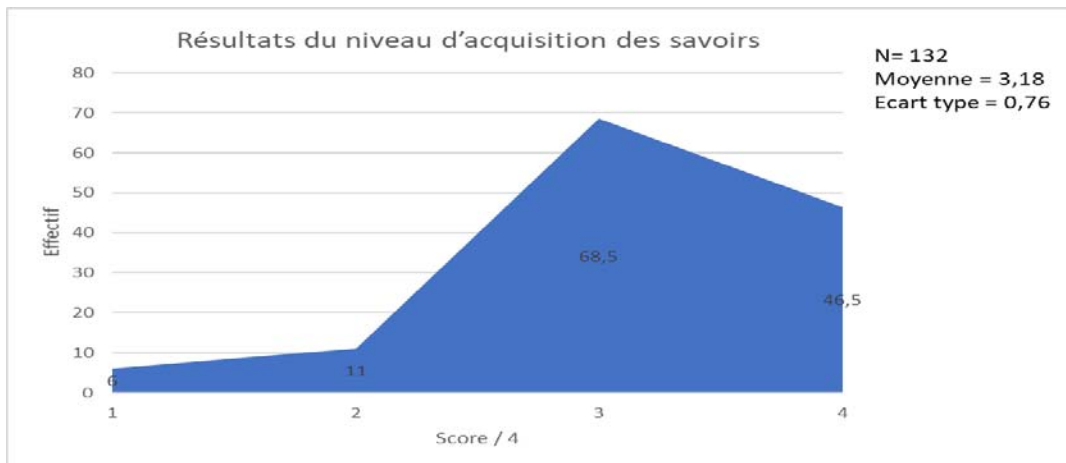
**Tableau VII : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant le niveau d'acquisition des savoirs sur échelle de Likert.**

Niveau d'acquisition des savoirs	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
9-La formation permet d'améliorer les connaissances théoriques et le raisonnement clinique	4 (3,03%)	13 (9,85%)	66 (50%)	49 (37,12%)
10-La formation vous a permis de maîtriser le sujet traité dans le scénario	8 (6,06%)	9 (6,82%)	71 (53,79%)	44 (33,33%)

La moyenne des scores du niveau d'acquisition des savoirs était de 3,18 (+/-0,76) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 8].

**Tableau VIII : Score niveau d'acquisition des savoirs**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimum	Maximum
Score du niveau d'acquisition des savoirs (score/4)	3,18 (+/-0,76)	1	4



**Figure 29 : Résultats du niveau d'acquisition des savoirs**

## 5. Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus :

Les impressions des participants étaient positives sur la logistique et le niveau de réalisme du Serious Game employé lors du programme de simulation auquel ils ont participé, ainsi que l'intérêt du contenu, 95 étudiants (soit 71,97%) pensent que le Serious Game n'est pas suffisant à lui seul pour acquérir les savoirs [Tableau 9].

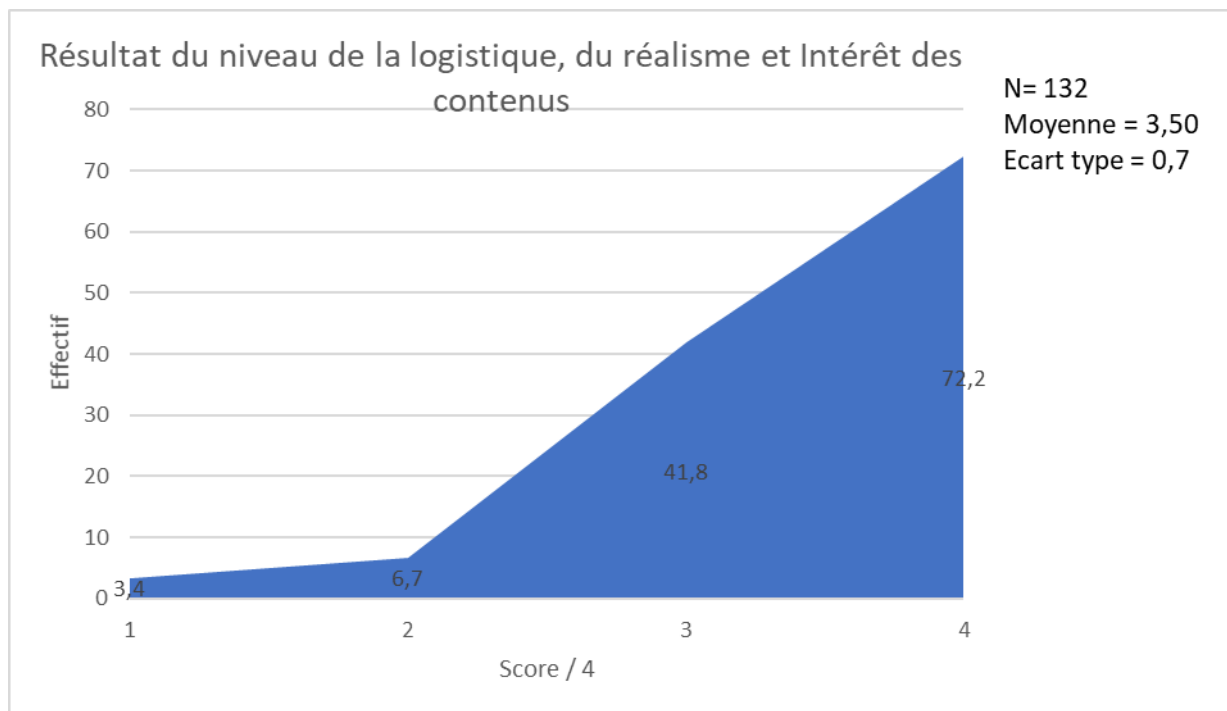
**Tableau IV : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant le niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus sur échelle de Likert.**

Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
11-L'environnement de simulation par « Serious Game » est proche de la réalité	1 (0,76%)	0 (0%)	27 (20,45%)	104 (78,79%)
12-La formation permet l'amélioration des compétences techniques	2 (1,51%)	1 (0,76%)	32 (24,24%)	97 (73,49%)
13-La formation permet l'amélioration des compétences en matière de communication et de travail d'équipe	1 (0,76%)	2 (1,51%)	17 (12,88%)	112 (84,85%)
14-La formation améliore la gestion du stress et des émotions (confiance en soi, panique...)	3 (2,27%)	0 (0%)	67 (50,76%)	62 (46,97%)
15-Le Serious Game est une situation gênante et stressante (stress de faire des erreurs) *	88 (66,67%)	39 (29,55%)	3 (2,27%)	2 (1,51%)
16-L'enseignement sous cette forme d'apprentissage encourage votre autonomie et votre participation active	3 (2,27%)	54 (40,91%)	68 (51,52%)	7 (5,3%)
17-Le Serious Game est suffisant à lui seul*	95 (71,97%)	22 (16,67%)	0 (0%)	15 (11,36%)
18-La formation par Serious Game est complémentaire aux cours théoriques, ateliers ...	2 (1,51%)	3 (2,27%)	38 (28,79%)	89 (67,43%)
19-La formation par Serious Game est capable d'améliorer la qualité des soins et de prise en charge	0 (0%)	3 (2,27%)	66 (50%)	63 (47,73%)
20-Le Serious Game contribue à une pratique plus sécuritaire pour le patient	5 (3,79%)	1 (0,76%)	33 (25%)	93 (70,45%)

La moyenne des scores du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus était de 3,50 (+/-0,7) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 10].

**Tableau X : Score niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimum	Maximum
Score du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus (score/4)	3,50 (+/-0,7)	1	4



**Figure 28 : Résultat du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus**

## 6. Appréciations générales :

Concernant les appréciations générales, les apprenants étaient globalement satisfaits, la majorité avaient exprimé leur désir de reparticiper à d'autres séances de Serious Game ainsi que leur accord sur la nécessité de tels programmes de simulation dans la formation initiale des étudiants de troisième année de médecine [Tableau 11]

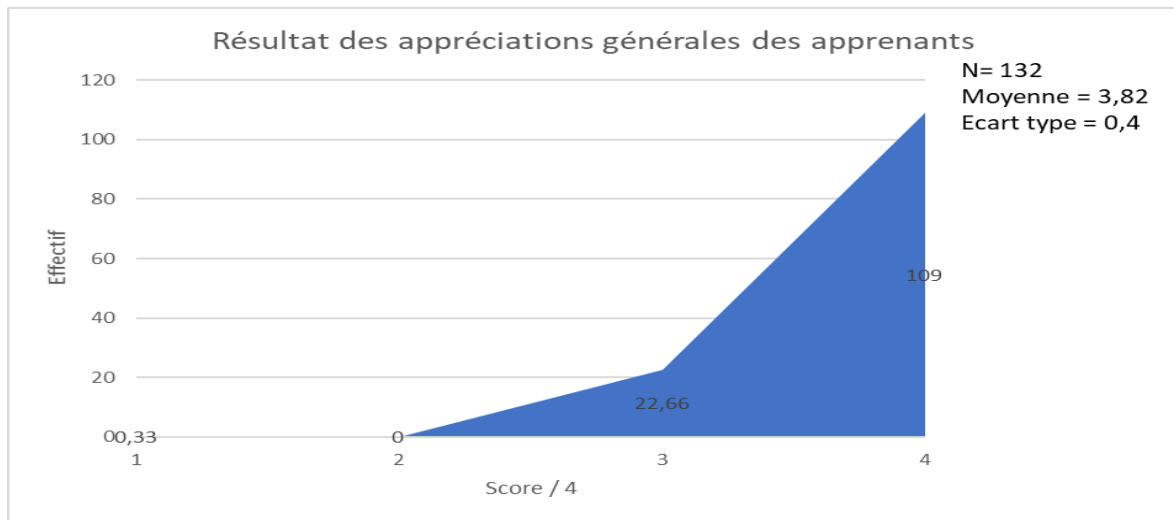
**Tableau XI : Effectifs et fréquences de satisfaction concernant les appréciations générales sur échelle de Likert.**

Appréciations générales	Pas du tout satisfait	Peu satisfait	Satisfait	Très satisfait
21–Globalement êtes-vous satisfaits de cette formation ?	0 (0%)	0 (0%)	23 (17,42%)	109 (82,58 %)
22–Souhaitez-vous participer à d'autres Scénarios de Serious Game	0 (0%)	0 (0%)	11 (8,33%)	121 (91,67 %)
23–Vous pensez que les programmes de simulation haute-fidélité doivent être inscrits de façon systématique dans votre cursus universitaire (formation initiale) ?	1 (0,76%)	0 (0%)	34 (25,76%)	97 (73,48 %)

La moyenne des scores des appréciations générales était de 3,82 (+/-0,40) sur une échelle qui va de 1 à 4 [Tableau 12].

**Tableau XII : Score des appréciations générales**

	Moyenne (+/- Ecart-type)	Minimu m	Maximu m
Score des appréciations générales (score/4)	3,82 (+/- 0,40)	1	4



**Figure 29 : Résultat des appréciations générales des apprenants**

#### IV. Commentaires et suggestions d'améliorations proposées par les participants :

Les commentaires des apprenants ont marqué la facilité d'utilisation de la plateforme et la richesse des scénarios en tant que points forts, alors que la majeure difficulté exprimée été le nombre des étudiants par groupe.

Les suggestions et propositions des participants quant à l'amélioration de l'atelier pour une meilleur pratique ont été nombreuses et diverses :

- Augmenter le timing de la séance.
- Utiliser la plateforme pour les séances d'ARC (apprentissage par raisonnement clinique).
- Se procurer de plus de tables interactives pour plus de disponibilité.
- Utiliser cette méthode pour enseigner quelques cours dans certains modules.

## V. Comparaison entre les groupes :

Une comparaison longitudinale des différents scores pour chaque partie de notre questionnaire à été faite, afin de réaliser une comparaison parallèle des taux de satisfaction dans tous les groupes de notre échantillon.

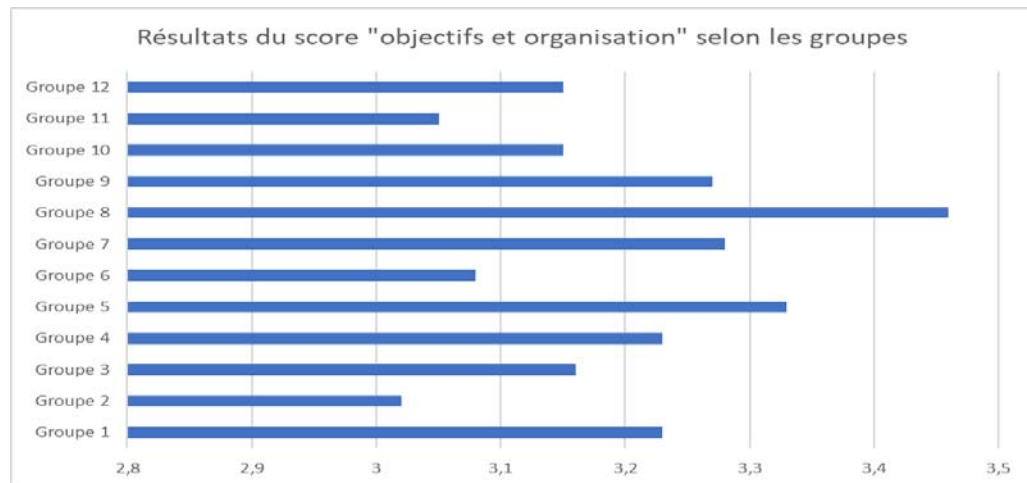
### 1. Résultat du score des objectifs et organisation selon les groupes

Le tableau 13 illustre les moyennes des scores des objectifs et organisation obtenus dans chaque groupe

**Tableau XIII : Moyennes des scores des objectifs et organisation selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,23 (+/- 0,64)
Groupe 2	3,02 (+/- 0,89)
Groupe 3	3,16 (+/- 0,68)
Groupe 4	3,23 (+/- 0,72)
Groupe 5	3,33 (+/- 0,58)
Groupe 6	3,08 (+/- 0,89)
Groupe 7	3,28 (+/- 0,68)
Groupe 8	3,46 (+/- 0,69)
Groupe 9	3,27 (+/- 0,54)
Groupe 10	3,15 (+/- 0,85)
Groupe 11	3,05 (+/- 0,90)
Groupe 12	3,15 (+/- 0,62)

Le groupe 8 a présenté le plus de satisfaction en termes d'organisation et des objectifs avec une moyenne de 3,46 (+/- 0,69) sur une échelle de 1 à 4, par contre le score de satisfaction le plus bas a été noté dans le groupe 2 avec une moyenne de 3,02 (+/- 0,89) sur une échelle de 1 à 4 [Figure 32].



**Figure 30 : Résultats du score objectifs et organisation selon les groupes**

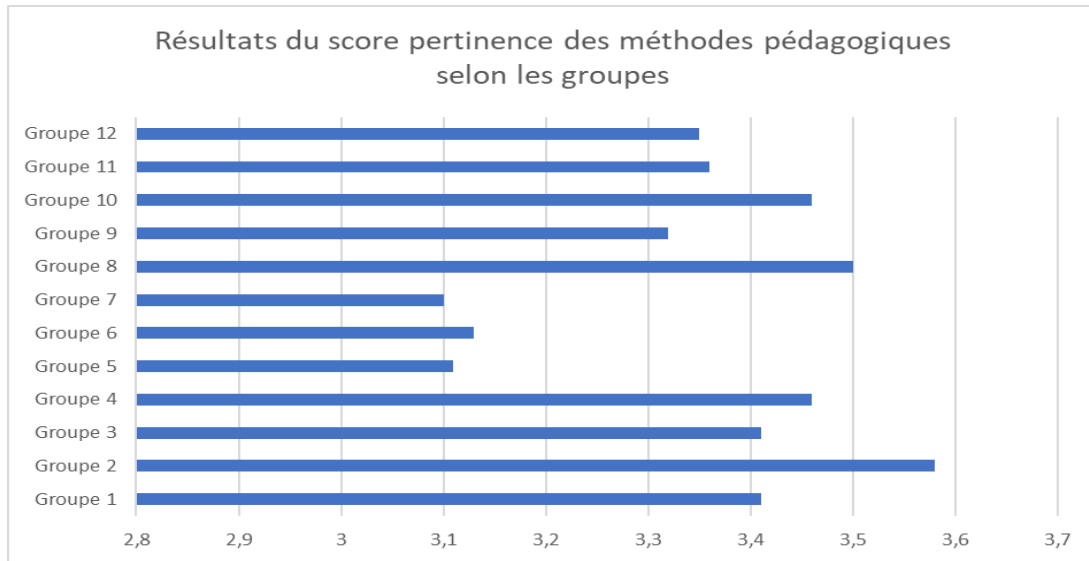
## 2. Résultats de la pertinence des méthodes pédagogiques selon les groupes

L'appréciation des méthodes pédagogiques était meilleure dans le groupe 2 avec une moyenne de 3,58 (+/- 0,58) sur une échelle de 1 à 4, la notation la plus basse a été notée dans le groupe 7 qui était de 3,10 (+/- 0,72) sur une échelle de 1 à 4.

**Tableau XIV : Moyennes du score pertinence des méthodes pédagogiques selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,41 (+/- 0,59)
Groupe 2	3,58 (+/- 0,58)
Groupe 3	3,41 (+/- 0,73)
Groupe 4	3,46 (+/- 0,59)
Groupe 5	3,11 (+/- 0,47)
Groupe 6	3,13 (+/- 0,99)
Groupe 7	3,10 (+/- 0,72)
Groupe 8	3,50 (+/- 0,52)
Groupe 9	3,32 (+/- 0,65)
Groupe 10	3,46 (+/- 0,72)
Groupe 11	3,36 (+/- 0,68)
Groupe 12	3,35 (+/- 0,74)

Le diagramme de la figure 33 illustre les résultats du score pertinence des méthodes pédagogiques en comparant les différents groupes de l'étude.



**Figure 31 : Résultats du score pertinence des méthodes pédagogiques selon les groupes**

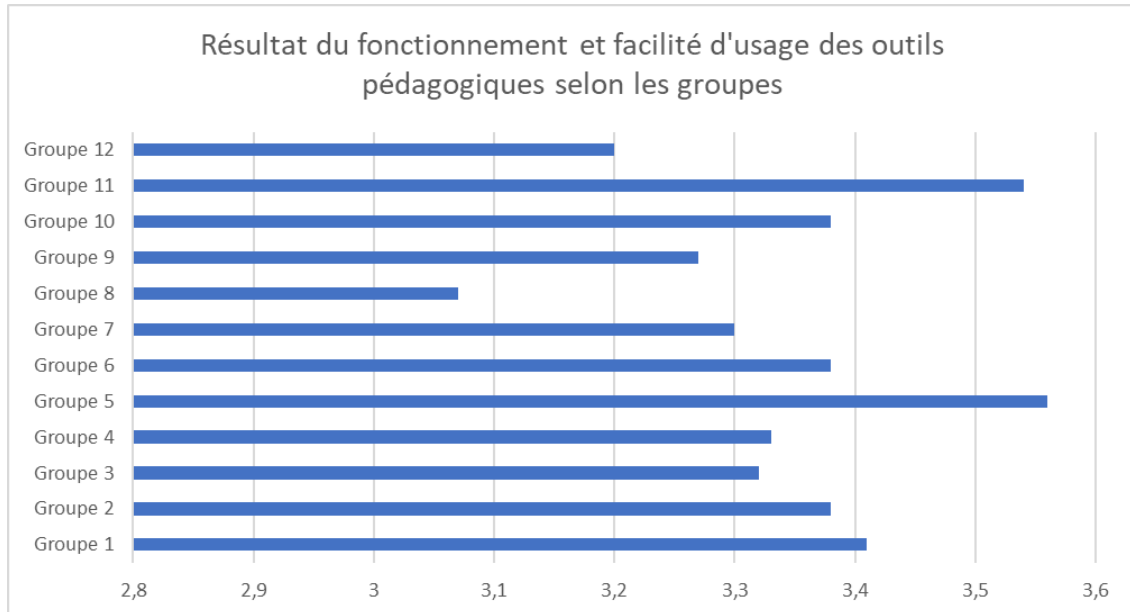
### 3. Fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques selon les groupes :

Les différentes moyennes d'appréciation du fonctionnement et de la facilité d'usage des outils pédagogiques sont regroupées dans le tableau 15

**Tableau XV : Moyennes des scores de fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,41 (+/- 0,50)
Groupe 2	3,38 (+/- 0,57)
Groupe 3	3,32 (+/- 0,78)
Groupe 4	3,33 (+/- 0,7)
Groupe 5	3,56 (+/- 0,51)
Groupe 6	3,38 (+/- 0,71)
Groupe 7	3,3 (+/- 0,57)
Groupe 8	3,07 (+/- 0,73)
Groupe 9	3,27 (+/- 0,70)
Groupe 10	3,38 (+/- 0,77)
Groupe 11	3,54 (+/- 0,58)
Groupe 12	3,2 (+/- 0,69)

La meilleure appréciation du fonctionnement et de la facilité d'usage des outils pédagogiques a été exprimé par le groupe 5 avec une moyenne de 3,56 (+/- 0,51) sur une échelle de 1 à 4, et le contraire était dans le groupe 8 où la plus basse appréciation a été noté par une moyenne de 3,07 (+/- 0,73) sur une échelle de 1 à 4 [Figure 34].



**Figure 32 : Résultats du score de fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques selon les groupes**

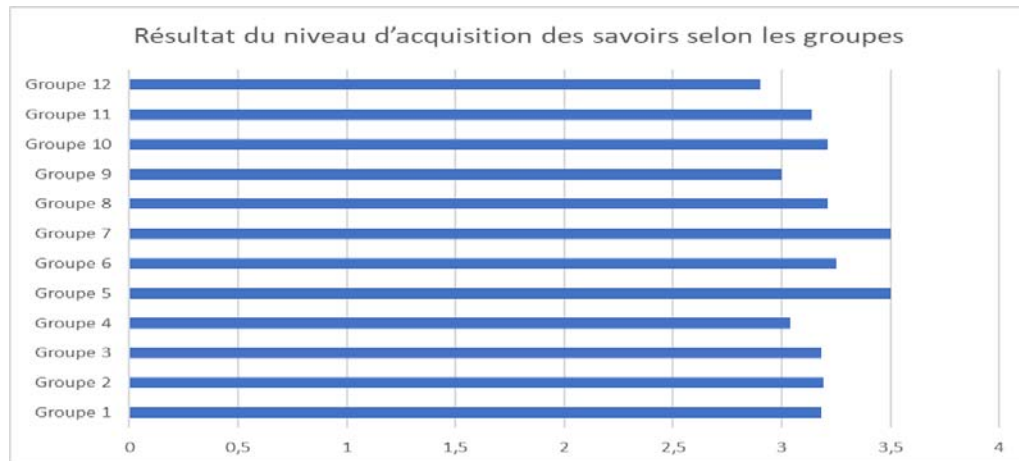
#### 4. Résultat du niveau d'acquisition des savoirs selon les groupes

Les différentes moyennes d'acquisition des savoirs sont regroupées dans le tableau 16

**Tableau XVI : Moyennes du score niveau d'acquisition des savoirs selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,18 (+/- 0,58)
Groupe 2	3,19 (+/- 0,4)
Groupe 3	3,18 (+/- 0,73)
Groupe 4	3,04 (+/- 0,91)
Groupe 5	3,5 (+/- 0,86)
Groupe 6	3,25 (+/- 0,74)
Groupe 7	3,5 (+/- 0,61)
Groupe 8	3,21 (+/- 0,69)
Groupe 9	3 (+/- 1,11)
Groupe 10	3,21 (+/- 0,83)
Groupe 11	3,14 (+/- 0,36)
Groupe 12	2,9 (+/- 1,02)

L'appréciation du niveau d'acquisition des savoirs était meilleure dans les groupes 5 et 7 avec une moyenne de 3,5 sur une échelle de 1 à 4 avec les écarts types (respectivement) 0,86 et 0,61, la notation la plus basse était noté dans le groupe 12 qui était de 2,9 (+/- 1,02) sur une échelle de 1 à 4.



**Figure 33 : Résultats du score niveau d'acquisition des savoirs selon les groupes**

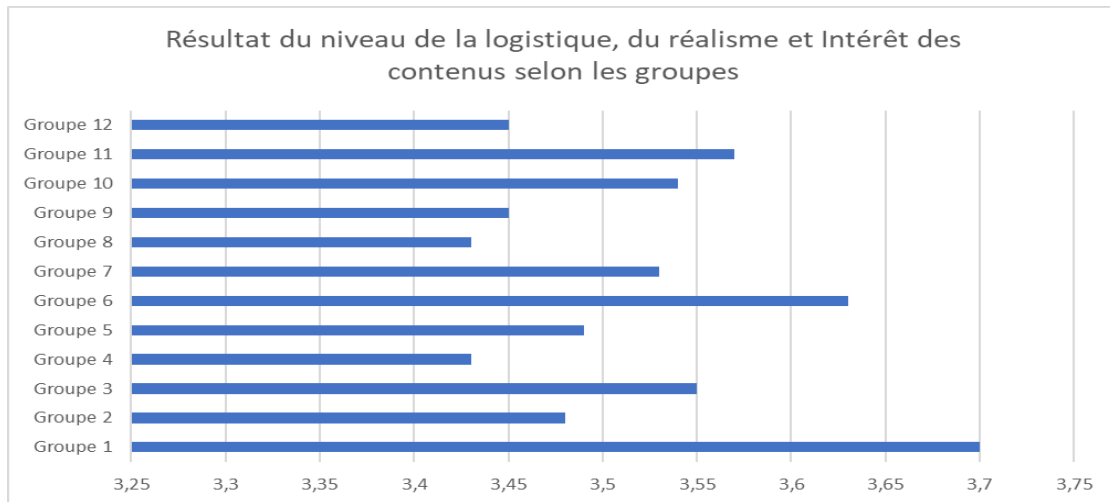
## 5. Résultat du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus selon les groupes

Les différentes moyennes d'appréciation du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus sont regroupées dans le tableau 17

**Tableau XVII : Moyennes du score de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,70 (+/- 0,46)
Groupe 2	3,48 (+/- 0,72)
Groupe 3	3,55 (+/- 0,66)
Groupe 4	3,43 (+/- 0,77)
Groupe 5	3,49 (+/- 0,75)
Groupe 6	3,63 (+/- 0,67)
Groupe 7	3,53 (+/- 0,63)
Groupe 8	3,43 (+/- 0,71)
Groupe 9	3,45 (+/- 0,76)
Groupe 10	3,54 (+/- 0,63)
Groupe 11	3,57 (+/- 0,74)
Groupe 12	3,45 (+/- 0,7)

L'appréciation du niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus était meilleure dans le groupe1 avec une moyenne de 3,7 (+/- 0,46) sur une échelle de 1 à 4, la notation la plus basse a été noté dans les groupes 4 et 8 qui était de 3,43 (+/- 0,77 dans le groupe 4 et +/- 0,71 dans le groupe 8) sur une échelle de 1 à 4.



**Figure 34 : Résultats du score de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus selon les groupes**

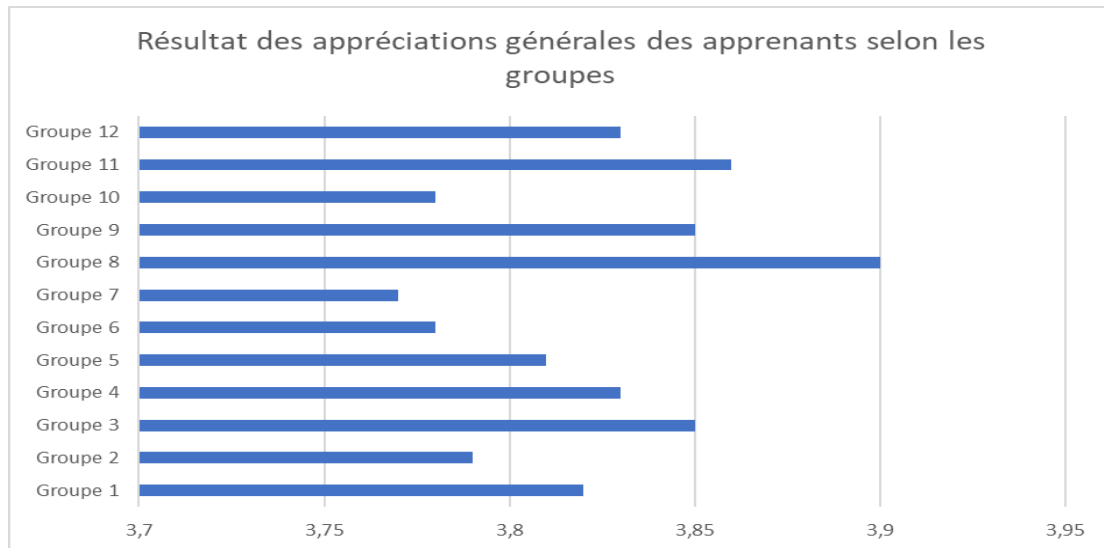
## 6. Résultat des appréciations générales des apprenants selon les groupes

Les différentes moyennes des appréciations générales sont regroupées dans le tableau 18.

**Tableau XVIII : Moyennes du score appréciations générales selon les groupes**

Groupes	Moyenne de satisfaction (+/- écart type)
Groupe 1	3,82 (+/- 0,39)
Groupe 2	3,79 (+/- 0,41)
Groupe 3	3,85 (+/- 0,36)
Groupe 4	3,83 (+/- 0,38)
Groupe 5	3,81 (+/- 0,39)
Groupe 6	3,78 (+/- 0,59)
Groupe 7	3,77 (+/- 0,43)
Groupe 8	3,90 (+/- 0,30)
Groupe 9	3,85 (+/- 0,36)
Groupe 10	3,78 (+/- 0,42)
Groupe 11	3,86 (+/- 0,35)
Groupe 12	3,83 (+/- 0,38)

Globalement les appréciations générales des apprenants étaient positives, la meilleure était dans le groupe 8 avec 3,9 de moyenne (+/- 0,30) sur une échelle de 1 à 4, et inversement la plus basse était dans le groupe 7 avec une moyenne de 3,77 (+/- 0,43) sur une échelle de 1 à 4.



**Figure 35 : Résultats du score appréciations générales selon les groupes**



# *Discussion*



## I. Généralités sur les Serious Games :

### 1. Définitions :

Aujourd'hui, le terme Serious Game, jeu sérieux en français devient de plus en plus populaire. Bien qu'il n'existe actuellement aucune définition exacte du concept [2], mais la plus utilisée est celle des concepteurs de jeux vidéo Sande Chen et David Michael : « Des jeux dont le but principal n'est pas de divertir ou de s'amuser » [9].

Selon cette définition, un jeu sérieux peut s'appliquer à un grand nombre de secteurs : éducation, santé, publicité, communication, politique, causes humanitaires, défense, religion, art, etc. Les jeux sérieux peuvent être de nature numérique ou non. [10], c'est la forme numérique qui est maintenant la plus répandue.

Les travaux de Julian Alvarez, Damien Djaouti et Olivier Rampoux [11] ont défini le jeu sérieux comme :

“Appareil, numérique ou non, dont l'intention initiale est de combiner de manière cohérente les deux aspects utilitaires (« sérieux ») tels que, de manière non exhaustive et non exclusive, l'enseignement, l'apprentissage, la communication ou l'information, avec des aspects ludiques (compétition / défi, règles de contrôle, clôture et procédure, score, caractère artificiel) résultant du jeu, jeu vidéo ou non. Une telle association vise une activité ou un marché différent du divertissement”.

Cette définition peut être résumée par la relation suivante :

**Jeu sérieux = scénario utilitaire + jeu (vidéo)**

Le mot (vidéo) est mis entre parenthèses pour indiquer que le support « jeu vidéo » n'est qu'une des possibilités, même s'il prédomine actuellement dans le domaine du jeu sérieux. Pour ne désigner que les jeux sérieux de nature numérique, nous pouvons utiliser les termes « jeu vidéo sérieux » ou « jeu sérieux numérique » par opposition à « jeu analogique sérieux » pour désigner tous les titres non numériques.

Le « scénario d'utilité » fait référence au travail du chercheur Étienne Armand Amato qui a proposé en 2007 le terme « jeu d'utilité » pour désigner les jeux sérieux. Pour Amato [12], c'est :

“ Transformer leurs destinataires en termes d'amélioration de leurs compétences (formation), d'adaptation à l'environnement (traitement des phobies), de compréhension d'un phénomène (éducation) ou de renforcer le soutien apporté au message transmis (promotion, publicité, jeux vidéo idéologiques), également appelé jeux politiques). ”

Trois familles principales de fonctions utilitaires à associer aux jeux peuvent être référencées : la diffusion d'un message, la formation et la promotion de l'échange de données [11].

En revue des définitions citées, associées à la consultation de plusieurs exemples de jeux sérieux, on peut dessiner et mettre en évidence les caractéristiques suivantes de ce type de médias :

- Un objectif principal qui n'est pas le divertissement : le jeu sérieux est un processus d'apprentissage.
- Un moyen de divertissement en parallèle : le jeu sérieux est un jeu.
- Une technologie d'informations et communication : le jeu sérieux peut être (non exclusivement) une application de technologies de jeu vidéo.
- Il vise des objectifs d'apprentissage multiples : enseigner, former, instruire, guérir.
- Il s'applique dans presque chaque domaine : enseignement, formation professionnelle, santé, défense, politique, publicité, activité.
- Il est destiné à toutes les tranches d'âge : enfants, adolescents, adultes et personnes plus âgées.

## **2. L'invasion des jeux sérieux :**

Les premières traces d'utilisation de jeux à des fins d'apprentissage ou de communication et donc pour autre chose que du divertissement, ont été identifiés aux XVe et XVIe siècles par Julian Alvarez [10]. Si le concept d'apprentissage par le jeu n'est pas nouveau, l'expression « Serious Game », jeu sérieux en français, est utilisée pour la première fois en 1970 par Clark Abt [13] dans un livre de même nom, dans lequel il présente l'intérêt des jeux numériques et non-numériques pour l'entraînement et l'éducation. A la même époque, le terme Serious Game est également utilisé dans le livre « The New Alexandria Simulation : A Serious Game of State and Local Politics » [14] à propos d'un jeu non numérique.

Toutefois, il faudra attendre une trentaine d'année pour que le boom économique de l'industrie des jeux vidéo remette l'utilisation et le développement de jeux sérieux au premier plan. Un pourcentage toujours plus important de la population joue ou a joué aux jeux vidéo, d'abord sur des consoles de jeux et des ordinateurs et de plus en plus sur des téléphones mobiles ou des tablettes. Cette accoutumance aux jeux ne concerne pas seulement les joueurs les plus jeunes ou les plus aisés, mais touche toutes les couches de la société, tous les sexes et toutes les classes d'âge. Il semble donc naturel que les industries tout comme les chercheurs se soient mises à étudier comment les jeux vidéo pouvaient être utilisés pour des activités sortant du pur divertissement. C'est ce contexte qui porte les recherches actuelles menées autour des jeux sérieux et qui a par exemple permis la sortie du jeu « America's Army » en 2002. Ce jeu, qui a su attirer l'attention du public, est considéré comme le premier jeu sérieux à succès [15].

Notons toutefois que certains de ces domaines n'ont pas de frontière nette et se chevauchent parfois de façon significative tel que par exemple l'e-learning, le ludo-éducatif (edutainment) et l'apprentissage basé sur le jeu (game based learning).

Le marché des jeux sérieux connaît une croissance rapide depuis 2005. En 2007, son chiffre d'affaire était estimé par une fourchette le situant entre 1.5 et 10 milliards de dollars [10]. En 2010, un rapport de l'IDATE (Institut de l'audiovisuel et des télécommunications en Europe) estimait que le marché mondial des jeux sérieux était de 1.5 milliard d'euros avec un taux de croissance annuel moyen de 47% et donc un énorme potentiel [16].

Selon des rapports plus récents sur les prévisions à l'horizon 2020 du marché des jeux sérieux dans les domaines de l'éducation, de la culture, de la santé, du commerce, des médias et de la publicité, publié par MarketsandMarkets en mai 2015, ce marché serait d'environ 5,45 milliards de dollars d'ici 2020, avec un taux de croissance annuel composé de 16,38% entre 2015 et 2020 [17], alors que sur un rapport publié par AlliedMarketResearch.com le marché mondial des jeux sérieux était évalué à 2731 millions de dollars en 2016 et devrait atteindre 9167 millions de dollars en 2023, avec un taux de croissance annuel composé de 19,2% de 2017 à 2023 [18].

### 3. Fonctions d'un « Serious Game » :

Tous les jeux, y compris les jeux informatiques, peuvent être spécifiés au moyen de quatre composants différents [Figure 36].

1. Le premier composant est **la règle**, qui crée le modèle défini dans les règles de jeu qui connectent le joueur et le jeu.
2. Le deuxième élément est **le défi**, qui détermine les bonus pour récompenser les bonnes actions ou les barrières et les obstacles qui empêchent le joueur d'atteindre facilement l'objectif du jeu. Les défis sont utilisés pour créer les différents niveaux de difficulté du jeu afin d'encourager le plaisir et motiver le joueur à passer plus de temps avec le jeu.
3. La troisième composante est **l'interaction** qui représente la façon dont le joueur communique avec le jeu. L'interaction fait référence à toute action effectuée par le joueur pour démarrer une activité. L'interaction peut être visuelle, à l'écoute, physique (dactylographie, souris, pavé tactile, pression sur une touche), l'échange de dialogue, etc. Les différentes techniques d'interaction sont supportées par des outils spécifiques, qui représentent des équipements ou des accessoires connectés aux jeux pour donner des informations d'entrée des utilisateurs au système. Par exemple, le joueur peut utiliser une planche d'équilibre Wii comme outil dans un jeu d'exercices pour améliorer ses capacités motrices après une opération.
4. Le dernier élément est **l'objectif** qui est défini comme étant l'objectif que nos efforts ou nos actions visent à atteindre ou à accomplir. On distingue deux types d'objectifs : explicite et implicite. Bien que l'objectif explicite ne soit que le divertissement et la nature de chaque jeu, l'objectif implicite inclut l'amélioration des compétences et des aptitudes, l'acquisition de connaissances ou l'acquisition d'expérience. Le type d'objectifs permet de différencier les jeux informatiques (avec uniquement des objectifs explicites) des jeux sérieux (avec à la fois des objectifs implicites et explicites).

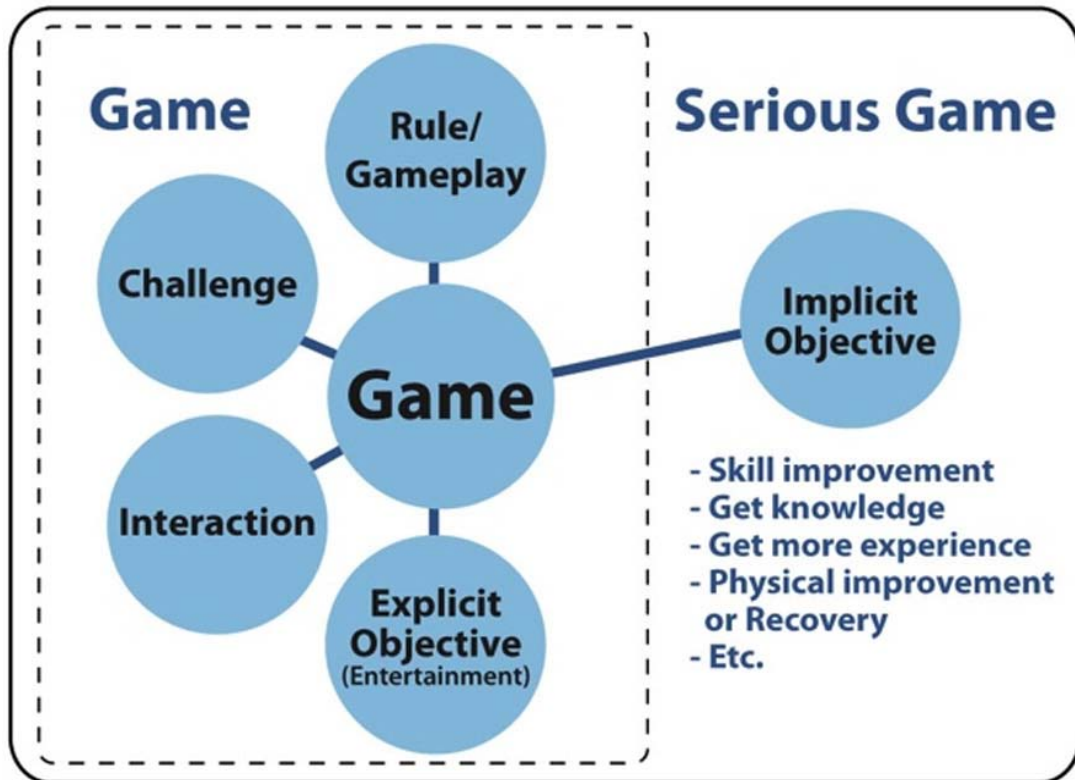


Figure 36 : Les fonctions des Serious Game

#### 4. Compositions d'un « Serious Game » :

La composition d'un Serious Game reste assez compliquée, impliquant plusieurs processus, technologies et spécialistes, sur la figure 37 ces différentes composantes sont illustrées.

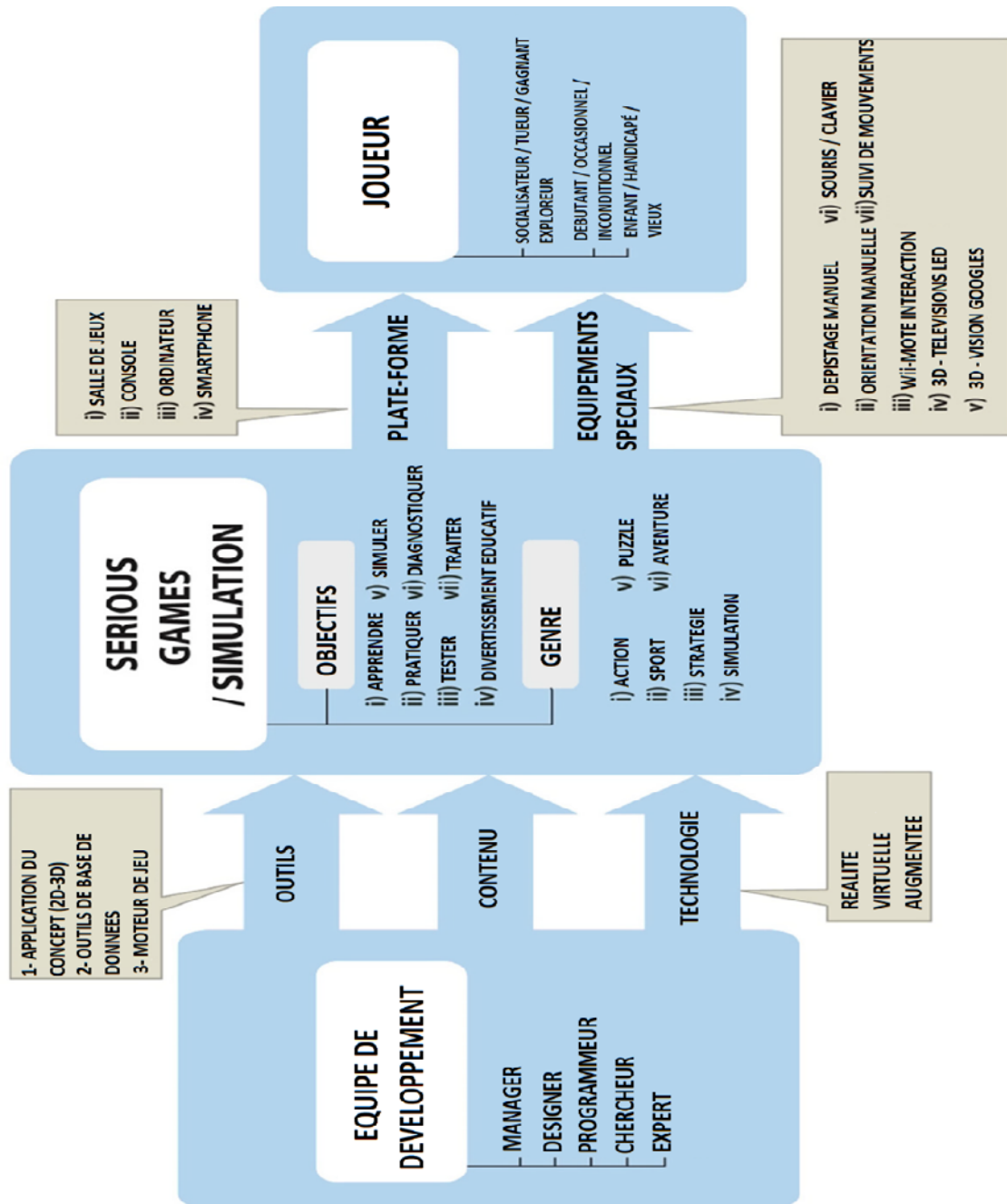


Figure 37 : Principaux composants d'un Serious Game

Une première composante est l'équipe de développeurs, qui peut comprendre des gestionnaires, des concepteurs graphiques 2D et 3D, des programmeurs, des chercheurs et des fournisseurs de contenu, entre autres. Dans une petite équipe, une personne peut être affectée à plusieurs postes, dans les équipes de développement moyennes ou grandes également, d'autres postes seront ajoutés [19], tels que concepteur de jeu, testeur de jeu, concepteur de niveau, animateur, ingénieur en logiciel, artiste en interface ou analyste en simulation. Le nombre de personnes dans l'équipe dépend du budget, du temps et de la taille du jeu sérieux.

Dans le cas des jeux sérieux, une attention particulière doit être accordée au fournisseur de contenu qui fournit non seulement les informations liées au jeu, mais partage également son expertise pour définir les paramètres du jeu, tels que le niveau de difficulté ou les récompenses et obstacles appropriés. Généralement, les fournisseurs de contenu sont des professionnels et des experts dans un domaine d'application spécifique. Pour créer le jeu sérieux, l'équipe de développeurs doit déterminer les outils, les technologies et les contenus à utiliser dans le jeu. Nous décrivons ci-dessous ces éléments.

- 1- Les **outils** peuvent être séparés en trois groupes principaux qui fonctionnent ensemble : le moteur de jeu, la base de données et les applications logicielles de conception. Tous travaillent ensemble.
  - a. Premièrement, tous les dispositifs artistiques aux formats 2D et 3D sont créés (par diverses applications de conception, telles que Adobe Illustrator, Coral Draw pour les conceptions 2D et Autodesk 3DMax, Maya, Zbrush pour les conceptions 3D) et conservés dans la base de données.
  - b. La base de données conserve toutes les données et informations requises par la plate-forme, y compris les informations sur le joueur, le score, l'objet de jeu, l'animation, etc.
  - c. Le moteur de jeu est l'un des composants les plus importants. Il contient code spécifique qui contrôle le fonctionnement du système sur chaque jeu. Quand une application est lancée, le moteur de jeu dicte ce que l'interface graphique va présenter à l'utilisateur. Il définit également l'ensemble de règles qui déterminent

les conditions de victoire, c'est-à-dire les étapes nécessaires qu'un utilisateur doit suivre pour terminer le jeu. Chaque information d'entrée est obtenue via l'interface graphique. Ensuite, l'action de retour est générée par le moteur de jeu connecté à la base de données. Le moteur reçoit les entrées de l'utilisateur, interprète ce qu'il tente de faire et décrit les sorties appropriées. Lorsque les conditions de gain sont remplies, l'interface appropriée est présentée et les scores du jeu sont enregistrés pour référence future.

- 2- Le **contenu** peut être défini comme une information importante qui sera transmise aux joueurs lorsque le jeu sérieux est joué. Le contenu est fourni par des experts et converti en informations utiles en fonction de l'objectif du jeu sérieux.
- 3- La **technologie** est la branche de la connaissance qui traite de la création et de l'utilisation de moyens techniques et de leur interaction avec la vie, la société et l'environnement. S'inspirant de sujets tels que les arts industriels, l'ingénierie, les sciences appliquées, etc. Dans ce contexte, deux technologies exceptionnelles sont la réalité virtuelle et la réalité augmentée [20], [21]. La réalité virtuelle fait référence à des environnements simulés par ordinateur pouvant simuler une présence physique dans des lieux situés dans le monde réel, ainsi que dans des mondes imaginaires. Elle est généralement associée à la technologie immersive qui fournit des environnements réalistes grâce à des équipements spéciaux tels que l'holographie, les affichages montés sur la tête (head-mounted displays = HMD), les équipements tactiles haptiques, etc. La réalité augmentée est une technologie qui permet à l'imagerie virtuelle générée par ordinateur de superposer exactement des objets physiques, en temps réel [57].

Ces trois composants (outil, contenu et technologie) sont fondamentaux dans le processus de développement de jeux. Pour les sélectionner, nous devons identifier l'objectif du jeu et le genre de jeu, décrits ci-dessous.

L'objectif du jeu dans le cas des jeux sérieux, est principalement axé sur l'éducation, la formation et l'information de manière efficace et incisive [22]-[25]. D'autres objectifs peuvent être la pratique, les tests, la simulation, le diagnostic et le traitement. Un jeu

sérieux peut contenir plusieurs objectifs. Par exemple, les jeux sérieux pour la santé ne sont pas seulement axés sur le ludo-divertissement, mais ils peuvent également être axés sur le diagnostic et le traitement [26], [27, p.], [28].

Le genre de jeu est utilisé pour classer les jeux vidéo en fonction de leurs règles de jeu [29]. Les genres de jeux proposés sont notamment : Les jeux d'aventure qui impliquent une exploration de l'environnement et une interaction avec celui-ci en tant que facette principale du jeu, Jeux de sport qui imitent les sports physiques traditionnels tels que le basketball, le football, etc. Jeux de stratégie où les joueurs ont besoin de tactique et de sagacité pour atteindre les objectifs, Exergame, qui combine des équipements d'exercice et des jeux vidéo, pour encourager les gens à faire de l'exercice en rendant l'activité plus amusante, Jeux de casse-tête qui nécessitent que le joueur résolve un casse-tête tel qu'un labyrinthe, un problème logique ou le positionnement de différentes pièces ensemble, Jeux d'action dans lesquels les joueurs doivent avoir de bons réflexes, une coordination main-œil et des temps de réaction rapides afin de surmonter des défis tels que combats, éviter les pièges, sauter, courir, accomplir des tâches dans un délai serré, etc. Jeux de rôles dans lesquels le personnage du joueur a des aptitudes et des capacités représentées par des statistiques. Le jeu implique que les personnages explorent et remplissent des quêtes qui construisent leurs statistiques et leurs biens. Le jeu peut être simple ou multi-joueurs, et enfin des jeux de simulation qui tentent d'imiter de manière réaliste les conditions d'un environnement ou d'une activité particulière.

La spécification du joueur cible est l'une des parties les plus importantes du processus de développement de jeux. Les objectifs consistent à créer le jeu le plus satisfaisant pour les utilisateurs visés et à obtenir les résultats les plus efficaces sur des objectifs implicites.

Le joueur peut être désigné par différents contextes tels que le style de jeu (socialiseur, tueur, performant et explorateur), les compétences de jeu (débutant, occasionnel et hardcore) et le statut de joueur (enfants, handicapés et personnes âgées).

Se concentrer uniquement sur le statut du joueur ne sera pas suffisant pour encourager une utilisation répétée lorsque les compétences du joueur cible seront améliorées.

Afin de satisfaire les joueurs de tous les niveaux, les défis doivent être soigneusement étudiés en fournissant des récompenses et des obstacles appropriés. Une étude croisée de diverses combinaisons de types de joueurs serait intéressante pour les équipes de développeurs de jeux sérieux afin de satisfaire tous les joueurs cibles.

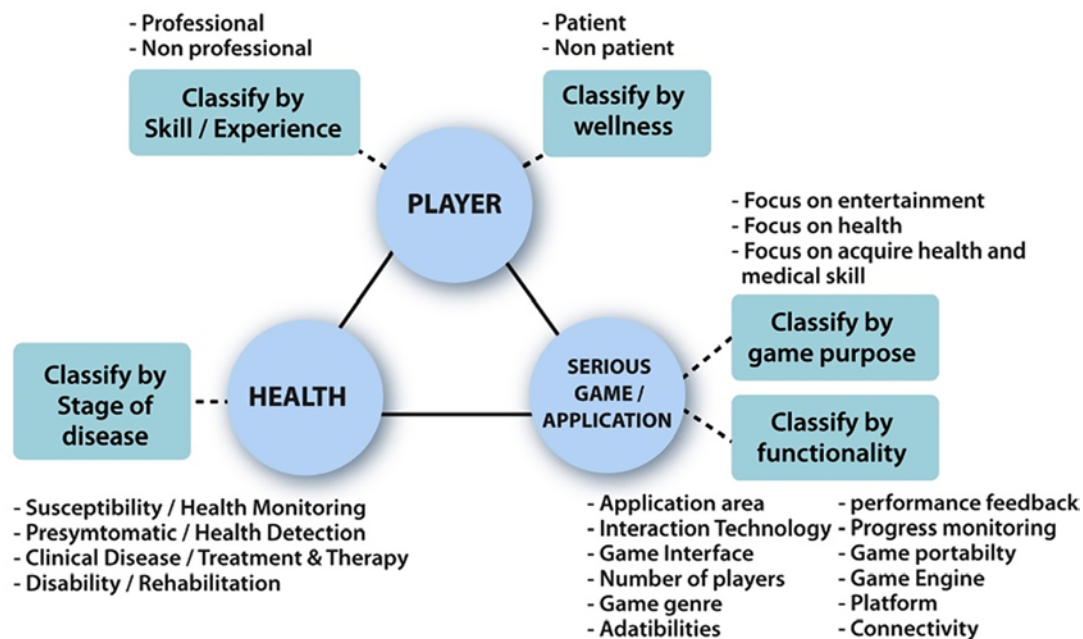
Pour fournir le Serious Game aux joueurs, deux dernières composantes doivent être pris en compte :

a- La plate-forme de jeu : fait référence à la combinaison spécifique de matériel électronique ou informatique qui, associée à un logiciel, permet à un jeu vidéo de fonctionner. La plate-forme de jeu peut être divisée en quatre types : Arcade (gros appareils normalement présents dans les centres commerciaux); Console (Nintendo NES, PlayStation, Wii, Xbox360, etc.); Ordinateurs de poche (Game Boy, iPad, iPhone, Nintendo DS, PSP, Mobile, etc.) et ordinateurs personnels (ordinateurs de bureau, ordinateurs portables).

b- Les équipements spéciaux ou les périphériques d'interface utilisés dans les environnements virtuels servent de portails vers un monde virtuel. Les périphériques d'entrée de données remplissent des fonctions spéciales d'interaction, telles que la reconnaissance des gestes ou la capture des performances. Par exemple, suivi de la main, orientation de la main, Wii-mote, gant de pincement ou suivi du mouvement. D'autre part, les dispositifs spéciaux destinés aux périphériques de sortie de données, tels que les lunettes de vision 3D ou les écrans LCD 3D, sont utilisés pour le contrôle des images basé sur la vision sur des jeux sérieux.

## 5. Classifications d'un « Serious Game » :

Une revue de la littérature relève un très grand nombre de classifications selon le domaine du jeu, dans cette section nous présentons les classifications proposées pour les jeux sérieux dans le domaine de santé [Figure 38].



**Figure 38 : Classification des Serious Games dans le domaine de santé**

### 5.1. Selon le but du jeu :

Il existe trois catégories principales de jeux sérieux pour la santé selon leur objectif principal. On peut envisager des jeux :

- 1- Centré sur le divertissement : dans ce cas, en plus du divertissement, il est nécessaire de déplacer certaines parties du corps pour que le bien-être soit obtenu en bonus. À titre d'exemple, considérons DDR (Dance Dance Revolution) [30], la série pionnière du genre rythmique et de la danse dans les jeux vidéo.
- 2- Centré sur la santé : dans ce cas, l'objectif principal est la santé, mais le jeu est utilisé comme un outil permettant de transmettre des connaissances ou des compétences. Pour utiliser les capacités du moteur de jeu, divers contenus relatifs à la santé sont transmis aux joueurs. Par exemple, Fatworld [31], Re-Mission [32], Air medic sky1 [33] et de

nombreux autres jeux.

- 3- Centré sur l'acquisition de compétences médicales : dans ce cas, le jeu a une utilisation sérieuse pour des raisons de santé en ce qui concerne un besoin, d'un point de vue virtuel ou d'une simulation pour éviter ou atténuer le risque, la sécurité, le budget, etc. La plupart des jeux de cette catégorie sont des jeux de simulation avec réalité virtuelle ou réalité augmentée

### 5.2. Selon le stade de maladie :

Cette classification est basée sur l'étape de la maladie sur laquelle le jeu est concentré. Après la classification proposée par Merrill [34], nous pouvons considérer les quatre catégories différentes, représentées dans la figure 39, ensemble avec le but du jeu, comme décrit ci-dessous.

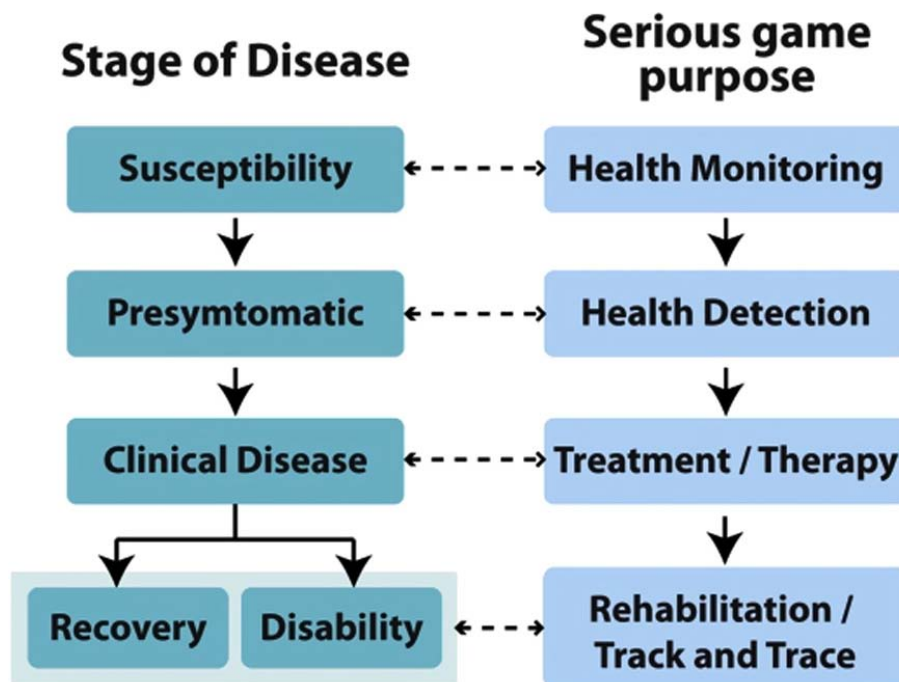


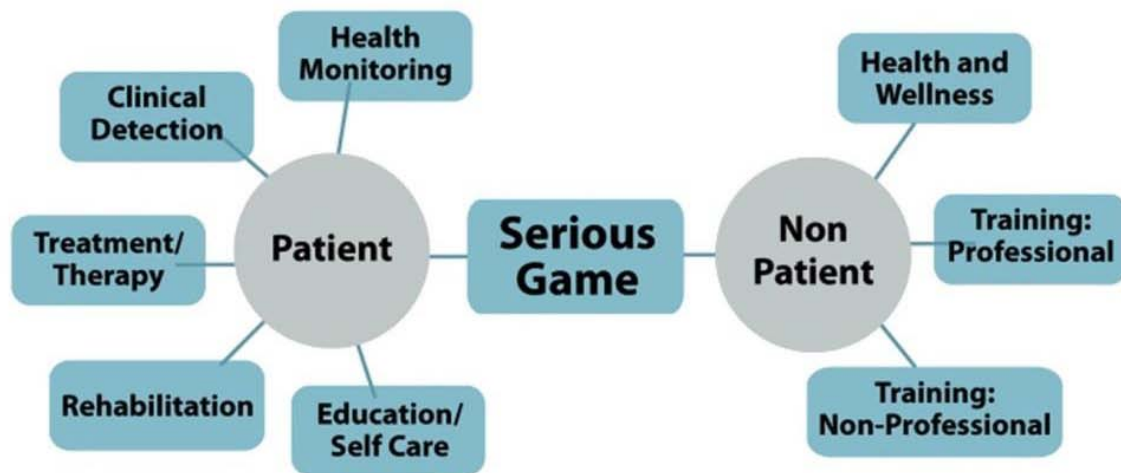
Figure 39 : Classification par stade de maladie

- 1- **Étape de Sensibilité (Susceptibility)** : c'est la première étape, dans laquelle la personne est toujours saine. Un jeu sérieux dans cette étape aide l'utilisateur à familiariser avec le contrôle de procédures et avec des maladies que lui ou elles pourraient développer plus tard dans la vie.
- 2- **Étape Pré symptomatique (Presymptomatic)** : Dans cette étape, les gens se sentent toujours sains bien que la maladie soit déjà présente. Par exemple, le nombre de particules virales peut toujours être trop petit pour produire une réponse dans le corps, ou un organe échouant peut toujours pouvoir faire face à la pression supplémentaire de la maladie sans indications externes. Le début de cette étape peut être découvert par les contrôles périodiques mentionnés ci-dessus. Dans cette étape, la maladie spécifique est maintenant connue et les chances de se développer sont très élevées, donc des jeux sérieux plus concentrés peuvent être utilisés pour montrer au patient les aspects pertinents de sa maladie et son traitement. Les jeux sérieux à base d'EEG [35] et PlayWithEyes [36] sont des exemples.
- 3- **Étape de Maladie Clinique (Clinical disease)** : Dans cette troisième étape, les symptômes de la maladie se manifestent déjà chez le patient comme des conditions aiguës ou comme le début d'une maladie chronique. Pendant cette phase, les manifestations de maladies reconnaissables et le diagnostic de la maladie spécifique peuvent être faits. Si la maladie n'a pas été détectée dans les étapes précédentes, les jeux sérieux peuvent être utilisés pour familiariser les patients avec la progression attendue de leur maladie et les procédures de traitement. On peut aussi montrer des traitements alternatifs utilisant des jeux. Les jeux ont eu l'intention d'être joués par des docteurs ou d'autres personnels médicaux se concentrant d'habitude sur cette étape aussi. Quelques exemples sont des compétences Sociales, la thérapie d'enfants ayant des troubles de la parole [37] et améliorent la coordination bi-manuelle des enfants avec la paralysie cérébrale spasmodique [38].
- 4- **Étape d'Incapacité, Rétablissement (Recovery, Disability)** : Dans cette dernière étape de la maladie, deux résultats différents sont possibles : la maladie peut être guérie, rendant le patient sain ou à une autre étape de sensibilité, où il peut avoir des effets sérieux sur la santé du patient, les faisant incapable de fonctionner aux niveaux précédents, en somme, la maladie peut devenir chronique. Dans des cas sérieux, un état d'incapacité (invalidité) peut arriver. Des

jeux sérieux dans cette étape traitent normalement la procédure de réadaptation, ou l'aide du patient fait face à leurs handicaps comme la réadaptation Neuropsychologique [39, p. 3], la réadaptation de douleur Chronique [40], la réadaptation du membre Supérieure après l'attaque [41] ou Après la Maladie de Parkinson [42].

### 5.3. Classification selon le bien-être du joueur (patient/non-patient)

Dans cette classification les jeux sérieux sont dispatchés en deux groupes de joueurs cibles [Figure 40] et décrit comme suit :



**Figure 40 : Classification des Serious Games par joueur**

#### **a. Jeux sérieux pour les patients**

Les jeux sérieux pour les patients peuvent être classés selon leur utilisation dans des catégories différentes qui sont :

- 1- La surveillance de la santé qui vise à surveiller la santé des patients en surveillant des bio-signaux, tels que le système de télégestion de l'insuffisance cardiaque (tele-management system) [43], la surveillance des soins de santé (health-care system) [44] et le système de surveillance (U-health monitoring system) [45].
- 2- La détection se concentre sur l'analyse ou le traçage des symptômes irréguliers du patient. Par exemple, EEG-based serious games [46] et PlayWithEyes .
- 3- La réhabilitation est une restauration de la santé et des compétences de vie après la maladie tels que la rééducation neuropsychologique (Neuropsychological rehabilitation) [47], la rééducation de la douleur chronique (Chronic pain rehabilitation) et réhabilitation du membre

supérieur après accident vasculaire cérébral (Upper limb rehabilitation following stroke) [41].

4- L'éducation aux soins autodirigés augmente la compréhension de la maladie ou les problèmes de santé et apprendre à obtenir et à rester plus sain avec.

**b. Jeux sérieux pour les non-patients**

Les jeux sérieux pour les non-patients peuvent être classés selon leur utilisation dans trois catégories différentes qui sont :

- 1- Les jeux de santé et de bien-être : qui se concentrent sur les problèmes de mode de vie et leurs relations avec la santé fonctionnelle. Nous avons étudié les jeux sérieux concernant l'étude du comté d'Alameda [48] qui suggère que les gens peuvent améliorer leur santé par : (1) l'exercice, (2) suffisamment de sommeil, (3) maintenir un poids santé, (4) limiter la consommation d'alcool et, (5) éviter de fumer. Quelques exemples sont de jeux sensoriels gate-ball (Sensory gate-ball game) (Dancing in the streets DITS), (Fitness adventure), (Virku) et (Mo-Fun circus).
- 2- Les jeux de formation et de simulation pour professionnels : sont des jeux sérieux utilisés comme outils d'apprentissage et de pratique pour les professionnels de la santé.
- 3- Les jeux de formation et de simulation pour les non-professionnels sont des jeux utilisés par les personnes laïques pour apprendre à améliorer leurs soins de santé.

## **6. Comparaison de quelques Serious Games avec leurs utilisations dans le domaine de santé :**

Au cours de la dernière décennie, de nombreux jeux sérieux dans le domaine de la santé ont été développés [49], et leurs utilisation a envahi le domaine de santé. Afin de présenter des applications des jeux sérieux dans le domaine de santé, et d'établir une comparaison, nous avons entamé une recherche bibliographique sur plusieurs bases de données (Les bases de données bibliographiques internationales en ligne de Science Direct, Association for Computing Machinery (ACM), Institut de la société informatique des ingénieurs électriciens et électroniciens (IEEE) Bibliothèque numérique (CSDL), Cambridge Journals Online, Oxford University Press (revues), NRC Research Press, la base de données CINAHL, BioMed Central et Emerald, ResearchersGate), le choix sur des centaines d'exemples était obligatoire, pour cela on a sélectionné les jeux ayant plus de documentation et de données publiées, et qui ont plus d'impact dans le domaine de santé.

Pour cette comparaison on s'est basé sur des critères issus des chapitres fonctions, composition et classifications d'un Serious Game.

Les critères définis sont :

- Auteur(s) ou équipe de travail
- Règle du jeu
- Objectif
- Plate-forme et interface
- Maladie traitée
- Stade de maladie
- Joueurs (nombre et état de santé)

#### A. Captain Novolin [50] :

- Jeu sérieux paru en 1992, édité par Sculptured Software et développé par Raya Systems
- La règle du jeu : Captain Novolin est le seul capable d'arrêter l'extra-terrestre Blubberman et de sauver le maire de la ville. Il conduit un hors-bord et doit éviter les envahisseurs extra-terrestres qui se sont transformés en "malbouffe". Captain Novolin doit aussi manger des repas sains pour garder son taux de glucose à un niveau qui le garde en bonne santé. Le joueur peut gagner des points extra en répondant correctement à des questions à choix multiples sur le diabète (dont les réponses correctes sont données en début de niveau). On note également que les joueurs doivent surveiller l'index glycémique des bonus alimentaires qu'ils ramassent.



**Figure 41 : Captures d'écran du jeu Captain Novolin**

- L'objectif : sensibiliser les enfants à l'importance du contrôle de taux de glucose et à la manière de gérer l'insuline
- Plate-forme et interface : Super Nintendo joué sur écran
- Maladie traitée : le diabète sucré
- Stade de maladie : Etape de manifestation de la maladie
- Joueur : un seul joueur, qui est déjà atteint de la maladie traitée.

#### B. Re-Mission [51]

- La sortie de ce Serious Game était en 2006 en 2 versions (Re-Mission 1 et 2), développé par Realtime Associates et édité par HopeLab
- Le système du jeu : un nanorobot conçu pour être injecté dans le corps humain et combattre certains types de cancer au niveau cellulaire. Pendant 20 niveaux, le joueur doit

surveiller le patient et faire un rapport des symptômes au Dr West.

- L'objectif de ce jeu est d'abord d'expliquer simplement le principe des traitements contre le cancer mais aussi d'initier un dialogue avec les patients à propos de leur maladie.
- Plate-formes et interfaces : jeu disponible en ligne sur PC et portable (Android et iOS) gratuitement
- Maladie traitée : Cancer
- Stade de maladie : Etape de manifestation de la maladie
- Joueur : un seul joueur, adolescent atteint de cancer



**Figure 42 : Captures d'écran du jeu Re-Mission 2**

### C. Pulse!! :

- Ce jeu est le fruit d'une commande du gouvernement américain, il est autant connu pour la diversité des situations proposées (plus de 25000 cas cliniques) que pour son budget colossal (10 millions de dollars investis pour sa réalisation).
- Il a été édité par Breakaway Games en 2007 et intégré en France par Interaction Healthcare, c'est le premier simulateur 3D connu. [52]
- Il permet de dispenser un entraînement autour des compétences cliniques requises pour faire face à des situations d'urgence telles des accidents de transports ou des attaques

bio-terroristes. En plus du comportement très réaliste du patient virtuel, les procédures médicales sont reproduites avec une grande fidélité [53].

- Ce Serious Game propose un environnement 3D immersif, réaliste et collaboratif (plusieurs apprenants sont réunis dans le jeu par le biais de leur avatar).



**Figure 43 : Captures d'écran du jeu Pulse !!**

- Les maladies traitées dans ce jeu sont multiples et donc il n'est pas conçu à une seule affection.
- Stade de maladie : après expression clinique des pathologies traitées dans le jeu.
- Les joueurs peuvent être multiples, ce Serious Game est destiné à des professionnels de santé (infirmiers et médecins).

#### **D. CliniSpace Virtual Sim Center :**

- C'est un Serious Game développé par la société « Innovation in Learning, Inc » publié la première fois en 2010 puis remis à jour en 2018.
- Dans une logique similaire au jeu sérieux « Pulse !! », CliniSpace [54] permet à son public d'incarner un médecin, et de s'entraîner au suivi de pathologies sur des patients virtuels. L'apprenant aborde les aspects opérationnels (consulter le dossier médical, dispenser une consultation) mais également les aspects organisationnels (planifier une intervention). La possibilité pour l'enseignant de concevoir des études de cas à partir d'objectifs pédagogiques en fait un véritable environnement d'apprentissage.



**Figure 44 : Capture d'écran du jeu Clinispace**

- Objectif : s'entraîner à résoudre des situations cliniques
- Plate-forme : PC (Windows) avec une interface 3D.
- Les maladies traitées sont multiples.
- Stade de maladie : étape de maladie clinique.
- Joueurs multiples, généralement des étudiants et des professionnels de santé.

#### **E. 3DiTeams :**

- Jeu sérieux développé par le Centre médical universitaire de Duke et la société Virtual Heroes en 2007.
- Le joueur commence la formation dans une "phase d'apprentissage indépendante" où il se familiarise avec l'équipe de travail et les compétences en communication, puis applique ces compétences en identifiant les comportements dans une série de courtes vidéos. La deuxième phase est la "phase de collaboration / coordination d'équipe" où jusqu'à 32 joueurs entrent dans l'environnement virtuel de formation. Se déroulant dans un hôpital de campagne fictif ou dans une salle d'urgence hospitalière, le joueur commence chaque mission en dehors de la zone de soins en attendant l'arrivée du patient. Tous les membres du groupe sont représentés en avatars et peuvent interagir les uns avec les autres, ainsi qu'avec les patients et les instruments. Tout le monde a un rôle prédéterminé en tant que médecin, infirmière, technicien ou observateur, au moment où l'instructeur commence un

briefing pour la prochaine situation clinique. Une fois que le patient est arrivé, l'équipe entre dans la salle et commence à évaluer et à traiter le patient. L'interface utilisateur de l'instructeur permet de contrôler manuellement les signes vitaux du patient en réponse aux actions du joueur ou en permettant au moteur de physiologie intégré de contrôler la réponse du patient. Une fois le patient stabilisé, un transfert téléphonique a lieu entre l'équipe soignante et l'équipe soignante réceptrice. L'équipe se rassemble ensuite à l'extérieur de la zone de soins pour procéder à un compte rendu ou à un bilan après action de ses soins. Le jeu se termine lorsque le chef d'équipe renvoie l'équipe. En fin de session, les apprenants sont virtuellement regroupés pour un compte-rendu de leur performance, enregistrements vidéo à l'appui, par le responsable de l'équipe.



**Figure 45 : Capture d'écran du jeu 3DiTeams**

- L'objectif de 3DiTeams [55] est l'enseignement et l'entraînement à la communication entre les praticiens lors des soins du patient, 70% des évènements sentinelles ayant pour cause une défaillance de communication. Les scénarios proposés sont issus du curriculum

TeamSTEPPS de l'agence américaine pour la recherche et de la qualité des soins de santé [56].

- Plate-formes et interfaces : PC, Microsoft Windows
- Les situations pathologiques traitées sont multiples
- Stade de maladie : Étape de Maladie Clinique
- Joueurs multiples, professionnels de santé.

#### F. 3D Virtual Operating Room :

- L'idée est née d'un groupe de chercheurs du SERIOUS GAME RESEARCH NETWORK (SGRN), porté par l'Université Champollion) et de médecins de l'Université de Toulouse en partenariat avec les sociétés KTM Advance et Novamotion associées aux médecins (anesthésistes et chirurgiens) et aux chercheurs du SGRN, experts dans les domaines du learning game, de la vie artificielle et simulation comportementale, de l'ergonomie et de la didactique. Ce jeu a été publié en 2013.
- À travers un environnement numérique, Reproduisant le contexte d'un bloc opératoire, il est révélateur de l'impact de décisions individuelles ou collectives sur le déroulé de l'opération. Il met en jeu tous les acteurs de santé qui interviennent depuis l'entrée du patient au bloc opératoire jusqu'à sa sortie ; son originalité est de proposer un entraînement collaboratif et des outils de débriefing pour le formateur et ses élèves.



**Figure 46 : Captures d'écran du jeu 3DVOR**

- Objectif : 3DVOR (3D Virtual Operating Room) [57] est également centré sur la communication et le travail en collaboration, mais dans un contexte de prévention et de gestion des risques dans le bloc opératoire.
- Plateformes et interfaces : jeu 3D multilingue, accessible en ligne à travers un navigateur.
- Les situations pathologiques traitées sont multiples.
- Stade de maladie : stades pré-symptomatique et symptomatique.
- 3DVOR propose un entraînement collaboratif à l'ensemble des personnels du bloc opératoire et donc les joueurs sont multiples.

#### **G. Rehal I.T. :**

- Jeu développé par la société Fishing cactus
- C'est un Serious Game médical pour la revalidation des cérébrolésés. Ce Serious Game s'adresse aux personnes présentant des perturbations des fonctions cognitives, en l'occurrence des fonctions attentionnelles (ex : concentration, attention sélective, attention divisée), des fonctions exécutives (ex : planification, flexibilité) et des mémoires (ex : maintien à court terme d'une information, apprentissage et récupération d'une information). Sur le plan moteur, il vise les désordres au niveau des interactions vision-objet nécessaires à tout acte de préhension, les troubles de l'orientation dans l'espace, les pertes de l'équilibre et les problèmes de proprioception. Le but initial est d'observer une personne réaliser des tâches de la vie quotidienne dans un environnement virtuel réaliste, afin de récolter des informations qualitatives et quantitatives sur sa performance (capacités, incapacités et handicap). Dans un second temps, cette mise en situation permettra une intervention thérapeutique : apprentissage de stratégies, renforcement de la métacognition, développement de moyens de compensation, entraînement de la fonction motrice par répétitions de stimulations physiques (mouvements réels et observés) et de simulations proprioceptives induites. De plus, ce logiciel visera le développement de l'orientation spatiale. L'utilisation du feedback visuel instantané favorisera, quant à lui, l'attention de la personne (source d'apprentissage moteur et de diminution du risque de chute). [58]

- Plateformes et interfaces : Jeu 3D utilisant les technologies Kinect et Xbox 360.
- Les situations pathologiques traitées sont multiples
- Stade de maladie : stade d'incapacité (réadaptation)
- Joueur unique atteint d'une perturbation des fonctions cognitives

#### H. Voracy Fish :

- Voracy fish [22], [59] est un Serious Game développé par la société GENIOUS Healthcare en 2012
- Le patient est placé face à une caméra et un écran vidéo. Ses mouvements lui permettent de déplacer un poisson dans un univers marin. Le poisson piloté doit ainsi se nourrir d'autres poissons et éviter de se faire dévorer. Il se déplace en fonction des mouvements bi-manuels ou manuels latéraux effectués par le patient.



**Figure 47 : Un patient qui déplace un poisson en mobilisant ses membres supérieurs à travers le jeu Voracy fish**

- L'objectif est la rééducation fonctionnelle des membres supérieurs, en intégrant le logiciel dans un processus de soin.
- Plateformes et interfaces : environnement 3D, Microsoft Kinect 2, PC sous Windows 8.1 64 bits.
- Pathologies concernées : multiples pathologies (Accident Vasculaire Cérébral (AVC), IMC (Infirmité Motrice Cérébrale) avec atteintes légères, Sclérose en plaques, Maladie de

Parkinson ...)

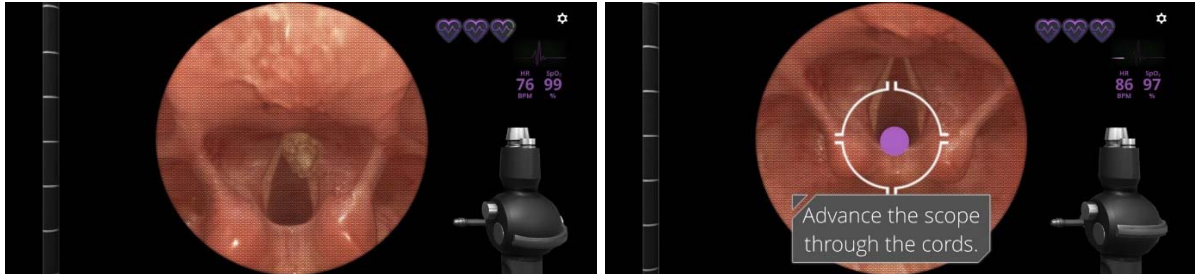
- Stade de maladie : stade d'incapacité (réadaptation)
- Joueurs multiples, malades.

#### I. JeStiMule :

- Serious Game développé par la société CEA List en 2010.
- Dans un autre type d'usage, c'est un jeu éducatif pour la stimulation multisensorielle d'enfants atteints de troubles envahissants du développement.
- JeStiMule [60] propose d'expérimenter en réalité virtuelle les interactions sociales réciproques, la reconnaissance des émotions exprimées avec différents indices sociaux (visages, gestes et mise en situation), en utilisant des codes couleur, des mots émotionnels, des expressions idiomatiques, en deux stades un premier d'apprentissage et un deuxième temps d'expérimentation. Les 26 mini-jeux proposés permettent de s'adapter aux compétences des joueurs selon s'ils sont ou non lecteurs et selon leurs capacités de communication et de socialisations.
- Il se destine aux patients de tout niveau à partir de l'école élémentaire, présentant un trouble du spectre autistique.
- Une étude a été amenée en 2018 sur des enfants marocains qui a démontrée que ce Serious Game a facilité progressivement la reconnaissance des émotions suivants : bonheur, surprise, tristesse, colère, douleur et peur. Cependant, avec une difficulté à reconnaître les trois émotions restantes, à savoir neutre, drôle et dégoût [61].
- Plateformes et interfaces : jeu PC supporté par un environnement 3D
- Maladie traitée : autisme.
- Joueur unique, malade.

### J. Airway Ex :

- Jeu sérieux développé par la société « Level Ex), lancé en 2016.



**Figure 48 : Capture d'écran du jeu sérieux Airway Ex**

- Cet exemple illustre l'usage de la technologie au profit de l'apprentissage des gestes et compétences d'intubation, proposant plusieurs scénarii de différents types d'intubations vidéo guidés (intubation par voie orale, par voie nasale, apprentissage des gestes endoscopiques élémentaires, cas cliniques et challenges d'intubations difficiles ...) par plusieurs moyens et multiples dispositifs (vidéo laryngoscope, fibroscope souple ...)
- Le jeu Airway Ex est destiné aux étudiants et professionnels pratiquant l'intubation.
- Ce Serious Game est disponible sur mobile (Android et iOS)
- Maladie traitée : multiples affections nécessitant une intubation.
- Joueur unique, sain
- A noter que la Société Level Ex a déjà développé trois autres jeux sérieux similaires pour l'endoscopie digestive (Gastro Ex), les gestes de cardiologie interventionnel (Cardio Ex) et un Serious Game pour la bronchoscopie et les gestes mini-invasives endo-bronchiques (Pulm Ex).

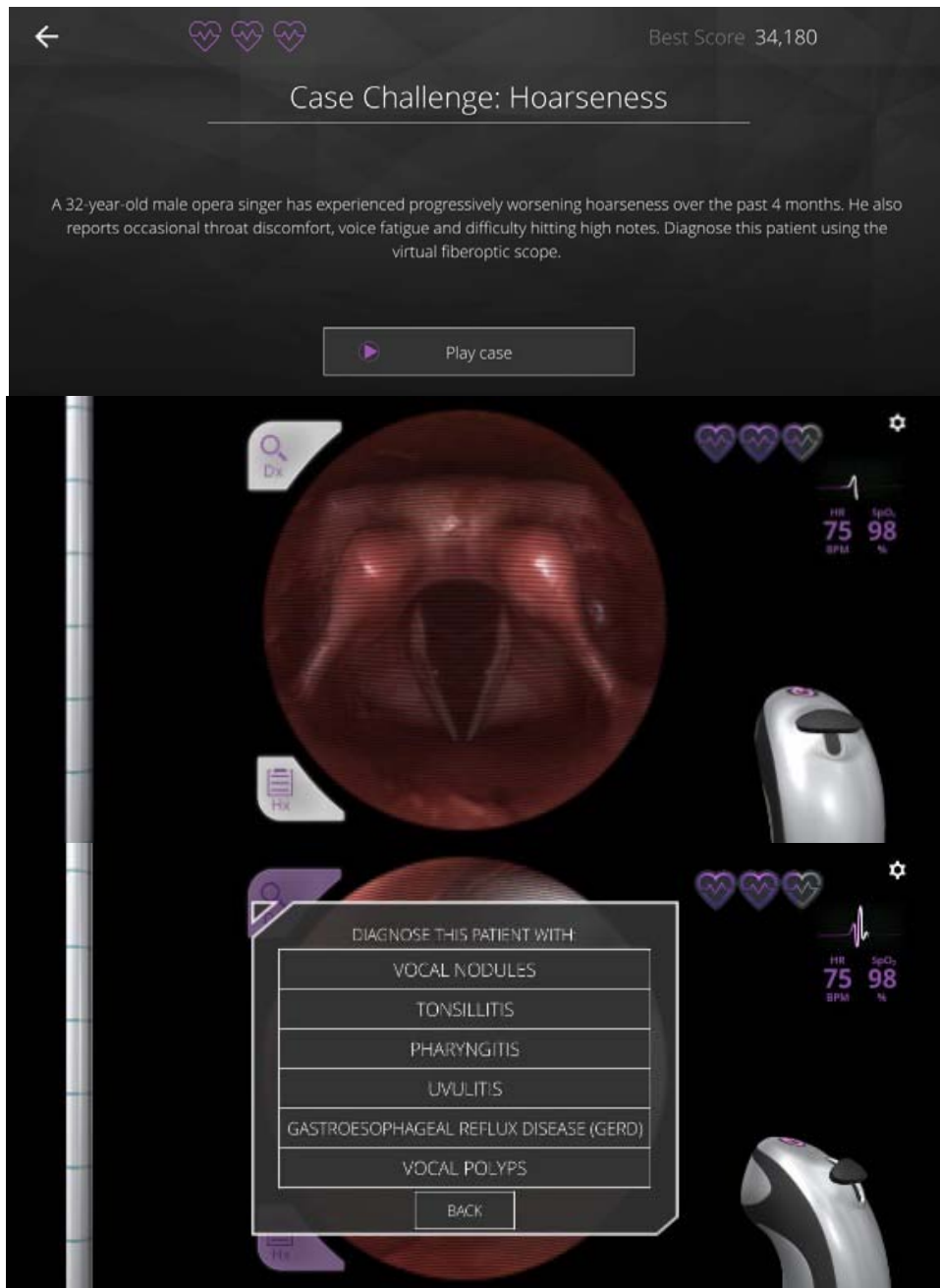


Figure 49 : Défi diagnostique d'un cas clinique de nodule des cordes vocaux

### K. FoldIt :

- Jeu sérieux développé par le Centre des sciences des jeux de l'Université de Washington, Institut de conception de protéines de l'Université de Washington, Université du Nord-Est, Université Vanderbilt, Université de Californie à Davis et Université du Massachusetts à Dartmouth. Avec une grande équipe de producteurs, designers, biochimistes ...
- Le projet FoldIt [62] propose au grand public de contribuer à la recherche scientifique, en leur présentant des problèmes de pliage de protéines représentées en 3 dimensions. Les joueurs doivent proposer des solutions manuelles de pliage de la structure tridimensionnelle d'une protéine utile à l'élaboration de nouveaux médicaments contre des maladies, telles le VIH ou le cancer. Les solutions collectées sont alors transmises à un laboratoire en charge d'élaborer de nouveaux traitements médicaux.

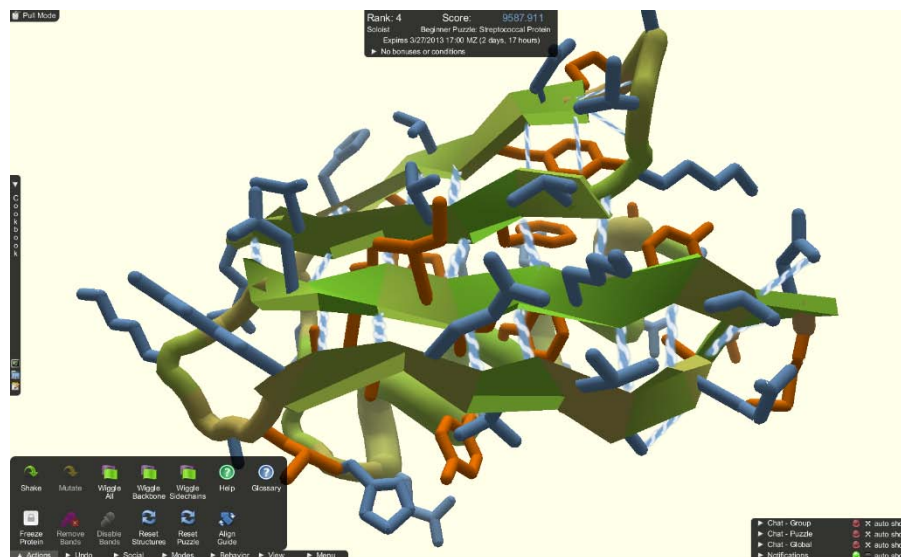


Figure 50 : Capture d'écran du jeu sérieux FoldIt

- Il est destiné au grand public, curieux et funs de la résolution des puzzles
- Disponible sur PC et supporte les différents systèmes d'exploitation (Windows, MacOS et Linux)
- Les résultats peuvent être exploités dans tout stade de maladie
- Joueur unique, sain.

## 7. Apports potentiels des SERIOUS GAMES :

Au fil de notre étude, et à travers une revue de littérature, on peut tirer les apports potentiels des Serious Games dans le domaine de santé, à la fois pour les apprenants et les professionnels de santé, quels soit individuels ou collectifs, mais aussi pour les patients.

### Apports pour les apprenants et les professionnels de santé :

#### A. Apports individuels :

##### a. Amélioration de la rétention des connaissances et du raisonnement clinique des étudiants :

Une étude publiée en 2019 sur le JMIR (Journal Of Medical Internet Research) réalisée sur le simulateur Body Interact [63] rapporte une amélioration de 20,4% dans la rétention des connaissances, initialement et 2 mois après. Ces résultats révèlent l'adéquation de la simulation virtuelle clinique aux attentes et aux modes d'apprentissage de la nouvelle génération.

De même l'institut international des sciences du comportement appliquées [64], rapporte que les méthodes participatives d'enseignements, qui impliquent la discussion et la « pratique en faisant », comme présenté sur la figure 51, est associé à des meilleurs taux de rétention des connaissances qui atteint 75%.

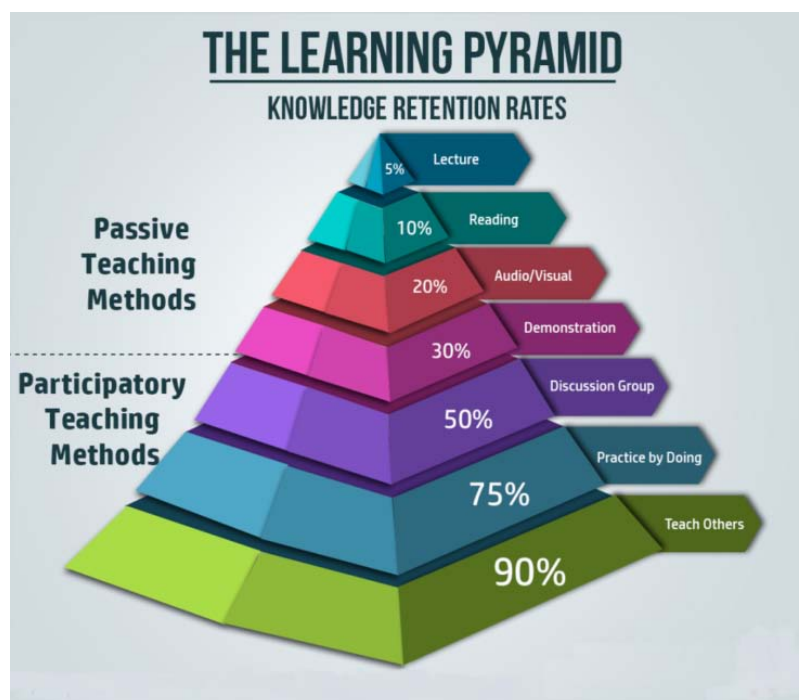


Figure 51 : The learning pyramid

**b. L'acquisition et le maintien des compétences :**

En accord avec Tricot [65], le travail de Maria Denami et Pascal Marquet [66] en 2018, affirme que les technologies numériques peuvent dans certains cas véritablement apporter une valeur surajouté en termes d'acquisition de connaissances et/ou de compétences et de leur maintien, mais insiste sur la prise en considération du paysage culturel ainsi que les orientations des apprenants, afin de rendre la formation non seulement plus efficace, mais aussi adaptée au langage de cette culture.

**c. Évaluation des connaissances :**

Certains pays comme l'Australie par exemple, et/ou certaines disciplines, en particulier l'anesthésie, font appel à la simulation pour l'évaluation des connaissances de praticiens en formation.

Enfin, pour aller plus loin, aux États-Unis, la simulation est également utilisée pour évaluer les compétences techniques et non techniques de praticiens étrangers souhaitant venir exercer aux États-Unis.

**d. Une motivation de l'apprenant accrue :**

Il n'en reste pas moins que, même dans les études où le jeu sérieux ne se révèle pas plus efficace qu'un apprentissage traditionnel pour l'acquisition de connaissances, comme dans l'étude de Maja Wrzesien et ses collègues de l'Université de Valence [67], les élèves peuvent y trouver une motivation et un engagement accrus. Le jeu, de façon générale, est en effet associé à une motivation intrinsèque susceptible d'encourager la performance et l'estime de soi [68].

**B. Apports collectifs :**

**a. Amélioration de la prise en charge globale et des performances des équipes de soins :**

La prise en charge des patients nécessite une prise en charge globale et collective, nécessitant la collaboration coordonnée des différents acteurs de soins. Il a été observé qu'un dysfonctionnement dans une ou plusieurs étapes de la prise en charge était associé à la survenue d'effets indésirables. La simulation dans ce contexte permet également d'améliorer la prise en charge des patients en améliorant la performance globale des équipes.

**b. Amélioration de la communication intra et inter-équipes :**

Certains jeux sérieux ont pris le thème de communication comme sujet principale de

simulation, tel que le jeu 3DiTeams sus cité dans le chapitre « Comparaison de quelques Serious Games avec leurs utilisations dans le domaine de santé », une application qui ne peut qu'apporter des bénéfices en termes de communication.

Dans une logique similaire, Barr [69] affirme que les Serious Games incitent les élèves à travailler ensemble : « Le jeu encourage la communication et la collaboration entre élèves, aussi bien en ligne qu'en personne. Les élèves s'expliquent mutuellement des concepts, se félicitent lorsqu'ils réussissent ou échouent (car dans notre classe nous encourageons l'apprentissage par essai-erreur) et se soutiennent lorsqu'ils prennent des risques ».

### **Apports pour les patients :**

#### **a. Une prise en charge plus sécurisée :**

« Jamais la première fois sur un malade » de ce slogan on peut pointer l'intérêt de la simulation à travers des Serious Games en termes de sécurité des malades, car ça permet aux apprenants d'expérimenter des scénarios, des actes, des techniques ou des comportements à plusieurs reprises, de manière reproductible, sans faire courir au patient un risque qui serait évidemment jugé inacceptable. Elle permet par ailleurs de provoquer les complications et autres difficultés qu'il serait bien trop dangereux d'induire dans la réalité [67]. La simulation présente cependant de grands avantages : absence de danger réel, mise en place de situations variées avec des degrés de difficulté croissants [1], et donc permet d'éviter les risques d'erreurs que représente une formation sur des patients réels [2].

#### **b. Contribution à la sécurité des données des malades :**

En Malaisie, au sein de l'hôpital universitaire de Kebangsaan, un jeu sérieux a été finalisé dans l'objectif de s'entraîner et de se sensibiliser à la sécurité de l'information, y compris les informations des patients [70].

#### **c. Acquisition de compétences vis-à-vis de situations pathologiques potentielles :**

Comme cité dans la section « Comparaison de quelques Serious Games avec leurs utilisations dans le domaine de santé », plusieurs jeux sérieux ont été créés pour des patients, dans plusieurs objectifs, que ça soit diffuser des messages, sensibiliser les sujets à risque, ou éduquer les patients atteints de pathologies quelconques, afin de reconnaître leurs maladies et les mieux gérer, voir même procurer des dispositifs de rééducation ou de réadaptation en cas

d'une infirmité.

## **8. Limites du Serious Game pour l'éducation :**

S'ils s'avèrent efficaces pour la transmission de connaissances, les Serious Games n'en sont pas pour autant un « outil magique », et encore moins un remplaçant d'enseignant. Certaines études, en effet, montrent des situations dans lesquelles les Serious Games ne s'avèrent pas forcément plus efficaces que d'autres approches pédagogiques, voire parfois carrément contre-productifs. Ces situations peuvent être liées à plusieurs facteurs tels présentés dans le travail de Damien Djaouti [71] :

### **A. L'utilisation de Serious Games non pertinents :**

La limite la plus importante quant à l'usage pédagogique du Serious Game est la pertinence du choix du jeu à utiliser [72]. De la même manière qu'il existe différentes théories cognitives du processus d'apprentissage, il existe différents types de Serious Games : behavioristes, constructivistes... [73]. De plus, les Serious Games existants sont tout simplement de qualité très variable selon les compétences et les intentions de leurs concepteurs. Cependant, comme tout autre support pédagogique, il est difficile de juger de la qualité d'un Serious Game de manière absolue : pour être pertinent, ce travail de sélection doit être effectué par chaque enseignant en fonction de ses étudiants, de ses objectifs pédagogiques, et de ses méthodes de travail. Ainsi, certaines notions seront peut-être transmises plus efficacement à travers un cours magistral, tandis que d'autres connaissances auront au contraire besoin d'un Serious Game pour permettre aux élèves de les acquérir. Seul l'enseignant est à même d'opérer ce genre de choix.

### **B. L'absence d'intégration du Serious Game au travail de l'enseignant :**

La plupart des études sur l'utilisation efficace d'un Serious Game en classe démontrent le rôle central de l'enseignant dans la réussite de cette activité. Comme l'explique Hochet [74] : « *La simple mise à disposition d'un jeu ne semble pas changer grand-chose à ce que les élèves apprennent. [...] La médiation de l'enseignant, qui pense la place du jeu dans une démarche d'apprentissage, reste donc indispensable* ».

Par exemple, d'après des expérimentations menées par Habgood [75], un même Serious Game s'avère bien plus efficace pour l'acquisition de connaissances si l'enseignant prend la peine, après la séance de jeu, de faire un « débriefing » collectif avec ses étudiants.

#### **C. Durée de la validité des formations sur simulateur :**

Si la simulation doit dans un avenir proche s'intégrer dans la formation initiale et continue des médecins et des autres professionnels de santé, à quelle fréquence faut-il réaliser les séances afin de conserver le bénéfice de la formation ? Quelques auteurs se sont intéressés à ce sujet et apportent un début de réponse. La durée de rétention de l'apprentissage après une formation sur simulateur semble limitée dans le temps. En effet dans une étude réalisée avec des scénarios d'intubation et de ventilation difficiles, les auteurs retrouvent chez les apprenants une rétention des acquis qui décline à partir du 3ème mois après la formation [76] même si pour d'autres cette rétention peut aller jusqu'à un an [77].

#### **D. Des contraintes matérielles et logistiques**

Enfin, il ne faut pas non plus sous-estimer l'implication logistique que peut représenter l'utilisation de jeux vidéo [78], au-delà du travail de l'enseignant : Les dispositifs utilisés ont un coût élevé, variable selon leur degré de sophistication technique et électronique. En cas d'utilisation répétée, un contrat de maintenance préventive et une mise à jour régulière sont recommandés. Un système de retransmission et d'enregistrement audio vidéo entre la salle de simulation et de débriefing complète le plus souvent l'équipement du centre. La vidéo est utile pour la retransmission en direct pour les observateurs mais son emploi pour accompagner le débriefing est discuté [79]. À cela s'ajoute le prix éventuel le coût d'ordinateurs ou de consoles capables de faire tourner le jeu. Cet outil justifie-t-il alors les lourds investissements financiers très souvent assurés par les facultés de médecine et les hôpitaux ? Un début de réponse a été proposé par une équipe américaine qui a montré qu'une formation sur simulateur permettait de diminuer significativement le nombre d'infections sur cathéters centraux et ainsi de faire une économie substantielle (antibiothérapie, prolongation de l'hospitalisation) susceptible de rembourser au moins sept fois le coût de la formation [80].

## 9. Simulation et pronostic :

L'intérêt porté par les pédagogues et les gestionnaires de la santé à l'acquisition et au maintien des compétences nécessaires au travail d'équipe a contribué à favoriser l'implication des anesthésiologistes dans le développement et le fonctionnement des centres de simulation. L'application au monde de la médecine spécialisée de concepts tels que le « Crisis (ou Crew) Resource Management (CRM) », qui vise l'optimisation du travail d'équipe, est en grande partie le fruit d'un travail effectué par les anesthésiologistes [81]. En effet, les divers environnements dans lesquels évoluent ces derniers (salles d'opération, unités de soins intensives (USI), etc.) sont souvent source d'interactions interprofessionnelles complexes, lesquelles sont susceptibles d'influencer la qualité des soins et le pronostic des patients. Il n'est donc pas surprenant de constater les efforts substantiels réalisés par certaines institutions afin de se doter de ressources capables de simuler les activistes professionnelles propres à ces environnements. Ces outils ont souvent été mis en place au prix d'investissements humains et financiers significatifs, qu'il s'agisse du volet matériel (infrastructures, mannequins, etc.) ou du contenu pédagogique des formations développées.

Il faut cependant noter que si le développement d'outils dédiés à l'enseignement par simulation des compétences non techniques a connu une progression fulgurante au cours des dernières décennies, l'impact de ceux-ci sur le pronostic des patients demeure incertain.

En effet, malgré des investissements majeurs dans ce domaine, il n'existe que quelques travaux qui se sont intéressés directement à l'effet sur la performance clinique réelle ou la mortalité des patients. Sur une publication dans le Journal Canadien d'anesthésie, on retrouve l'un des rares articles s'intéressant à ces items. Dans ce travail, Boet et coll. ont procédé au recensement des publications portant sur l'impact de l'enseignement du CRM ou des compétences non techniques sur l'amélioration du travail en milieu clinique et du pronostic des patients [82]. Malgré une abondante littérature touchant l'acquisition des compétences reliées au travail d'équipe, les auteurs n'ont répertorié que neuf travaux portant directement sur l'impact de celle-ci au niveau clinique ou pronostique. Parmi les quatre études s'intéressant uniquement à la performance en milieu clinique, trois ont noté l'impact positif de la simulation lorsque celle-ci était comparée ou ajoutée à un enseignement traditionnel. Quant à elles, les cinq études

s'intéressant aux indices pronostiques ont toutes noté un impact positif de la simulation sur divers éléments tels que les taux de complications, mais une seule (portant sur la gestion de l'arrêt cardiaque pédiatrique) a montré une réduction de la mortalité. Il existe évidemment de nombreux articles où les interventions pédagogiques reposant sur la simulation font l'objet d'évaluations. La quasi-totalité de ceux-ci touche cependant la satisfaction des étudiants ou la mesure de leur performance en environnement simulé.

Les études recensées par Boet et coll. suggèrent donc que la simulation est en effet capable d'influencer positivement la performance clinique ou, ultimement, le pronostic des patients.

## II. Discussion de nos résultats :

Les jugements des apprenants au cours de l'étude ont été très positifs. La majorité des apprenants sont satisfaits de la formation. Les moyennes de satisfaction des scores : Objectifs et organisation ; Pertinence des méthodes pédagogiques, Fonctionnement et facilité d'usage des outils pédagogiques ; Niveau d'acquisition des savoirs ; Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus ; Appréciations générales sont nettement positives, elles sont respectivement de 3,18 (+/-0,75), 3,35 (+/- 0,68), 3,35 (+/-0,65), 3,18 (+/-0,76), 3,50 (+/- 0,7), 3,82 (+/-0,40) sur une échelle allant de 1 à 4.

Le tableau suivant [Tableau 19] montre une comparaison des moyennes de satisfaction colligé dans notre travail aux données de la littérature [83]-[85]

**Tableau XIX : Tableau comparatif des moyennes de satisfactions dans notre série et les différentes séries étudiées**

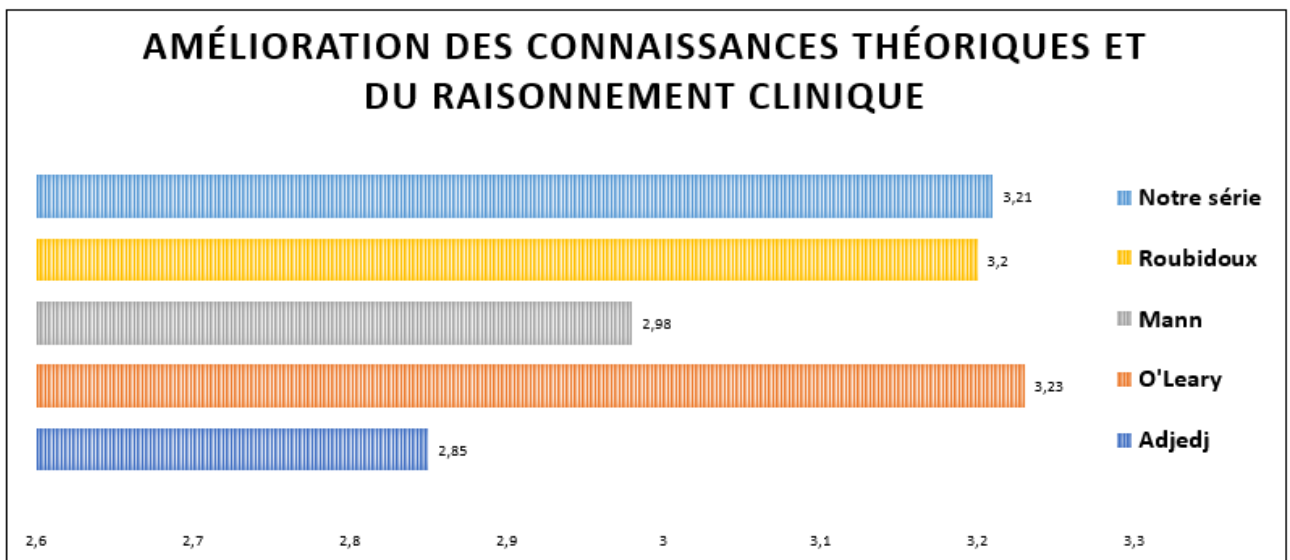
Auteur / Items étudiés	Adjedj et Al. (2017)	O'Leary et Al. (2005)	Mann et Al. (2002)	Notre série
Objectifs et organisation	3,37	-	-	3,18
Pertinence des méthodes pédagogiques	3,13	-	3,08	3,35
Fonctionnement et facilité d'usage	3,12	3,54	2,88	3,35
Niveau d'acquisition des savoirs	2,85	3,23	2,98	3,18
Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus	3,37	-	-	3,50
Appréciations générales	3,1	3,54	-	3,82

On constate que nos résultats sont proches de ceux de la littérature concernant les niveaux de satisfaction selon les items étudiés.

La comparaison transversale des différentes moyennes de satisfactions des apprenants vis-à-vis de la formation réalisée montre des appréciations homogènes en terme d'acquisition des savoirs [Figure 33] dans tous les groupes, ce qui témoigne que l'enseignement par Serious Game est indépendant de l'encadrement.

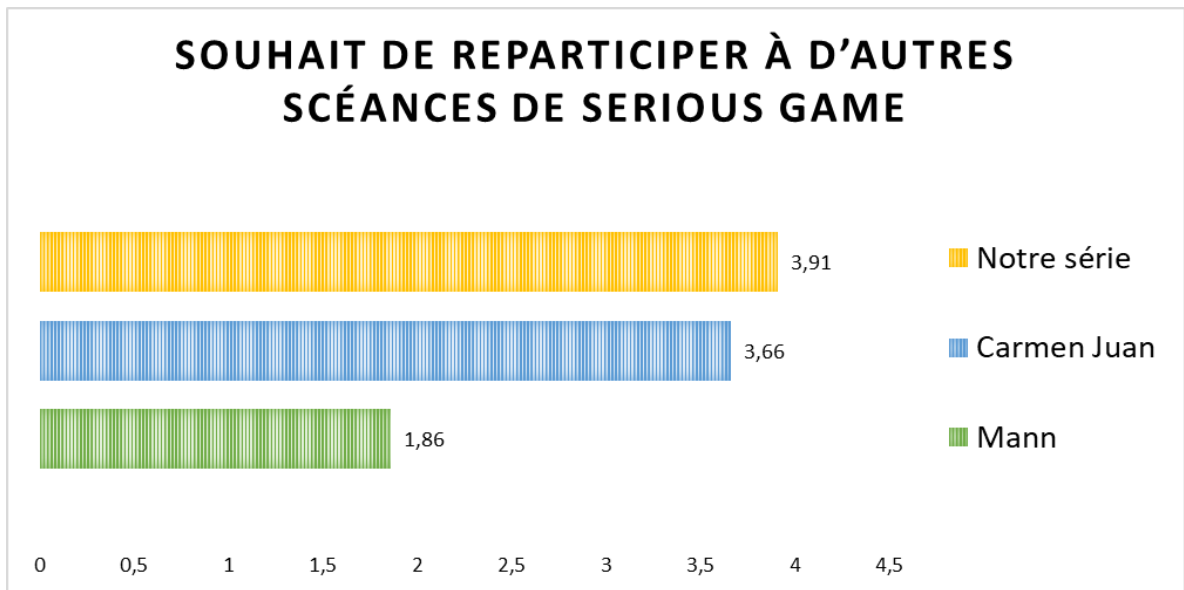
La majorité des apprenants déclarent avoir tiré un profit significatif de ces séances pour leur pratique quotidienne dans la gestion des situations critiques. Les perceptions des participants de la qualité de l'enseignement par le Serious Game sont généralement très positives et entretiennent l'hypothèse que la simulation par Serious Game contribue à une amélioration de la qualité des soins et à une pratique plus sécuritaire pour le patient.

La quasi-majorité de nos apprenants pensent que la formation par Serious Game permet d'améliorer les connaissances théoriques et le raisonnement clinique, ce qui dépasse les résultats obtenus dans les travaux de Mann et Adjedj et rejoint ceux obtenus par O'Leary et Roubidoux [49]. La figure 52 permet d'illustrer cette constatation.



**Figure 52 : L'amélioration des connaissances théoriques et du raisonnement clinique dans les différentes séries**

De plus, la plupart des participants ont exprimé leur souhait de reparticiper à d'autres Scénarios de Serious Game, la moyenne de cet item était de 3.91/4, qui reste supérieure aux résultats obtenus par Mann et Carmen Juan [Figure 53]. [86].



**Figure 53 : Souhait de reparticiper à d'autres séances de Serious Game dans notre série et dans les différentes séries étudiées**

Le travail de Carmen Juan (2014) a conclu à l'importance de l'âge en termes de satisfaction envers les jeux sérieux, Les plus jeunes apprenants ont déclaré une plus grande satisfaction [86]. En effet, la moyenne d'âge dans notre série était de 21,34ans (étudiants appartenant à la génération Y (enfants nés de 1980 à environ 2000)), ce sont des individus qui passent plus de temps à jouer à des jeux vidéo qu'à lire et qui apprennent en essayant les choses [87], et donc nous pouvons comprendre leur aisance et l'attrait pour l'utilisation des jeux sérieux.

### III. Constatations et aléas :

L'année universitaire 2018/2019 était une année exceptionnelle, marquée par la survenue d'une grève nationale ouverte des étudiants en médecine, qui ont boycotté les activités pédagogiques à partir du 25 Mars 2019, de ce fait la formation n'a pu être assurée que pour 12 groupes sur 30, ce qui a limité notre échantillon à 132 étudiants. La grève n'a commencé qu'en fin Mars mais le contexte de colère était apparent plusieurs mois avant cette date, ce qui peut affecter nos résultats tant qu'il s'agit d'une étude de satisfaction dans un contexte d'insatisfaction.

Concernant les biais éventuels, on peut retenir la taille de l'échantillon, on pourrait aussi reprocher à notre étude d'être une étude ouverte. D'autre part, l'auto-évaluation des apprenants sur leurs nouvelles capacités fraîchement acquises par un questionnaire de satisfaction est peu objective, le majeur aléa derrière ces facteurs était la survenue de la grève ouverte des étudiants.

Le simulateur Body Interact est disponible dans notre faculté en un seul exemplaire, et avec l'augmentation accrue des chiffres des étudiants et des besoins de formation, cette prestation ne semble pas appropriée, bien évidemment que les handicaps financiers et techniques ne peuvent pas être négligés.

Quelques scénarii sur le Body Interact ne sont pas traduits à la langue française, chose qui peut contribuer à l'amélioration de l'anglais médicale chez nos étudiants.

On note que certaines conduites diagnostiques et/ou thérapeutiques ne sont pas adaptées au contexte marocain, néanmoins une mise à jour récente du jeu sérieux Body Interact propose un module supplémentaire qui est le « BI Scenario Editor », ce dernier permet d'intégrer des scénarios personnalisés ou d'éditer les scénarios existants, ce qui peut contribuer à la création de scénarios adaptés à notre contexte.



# *Recommandations*



A travers notre travail on peut tirer les recommandations suivantes :

- Promouvoir l'acquisition de nouveaux Serious Games au profit de la FMPM et du centre hospitalier universitaire Mohamed VI.
- Assurer la continuité de formation de formateur en simulation médicale incluant la formation à travers les Serious Games.
- Promouvoir l'usage des Serious Games dans le diplôme de pédagogie médicale organisé par la FMPM.
- Mettre en place une stratégie pour avoir un accord avec les différents laboratoires développeurs des Serious Games, afin que tous les étudiants et résidents puissent en profiter (notamment au sein de l'UCA).
- Mettre en place une stratégie pour créer des versions marocaines, personnalisées des Serious Games avec différents scénarios, prenant en compte les particularités culturels de nos patients, et les moyens disponibles dans notre contexte pour les apprenants et les professionnels de santé.
- Organiser des sessions de simulation par Serious Games interdisciplinaires entre les différentes spécialités, dans le but d'améliorer la prise en charge des patients.
- Promouvoir l'intégration de la simulation par Serious Game dans le cursus universitaire des étudiants en médecine en tant que formation initiale de façon à compléter les cours théoriques, certains chapitres peuvent être enseigné par le simulateur, voir même intégrer cet outil comme partie des stages hospitaliers et l'utiliser comme travail pratique sur malades virtuels.
- Adopter la simulation par Serious Games comme outil d'évaluation dans les examens cliniques orientés structurés, et comme outil de formation continue des médecins diplômés.
- Prévoir dans le futur, des études explorant l'intérêt pronostique et l'impact de ces techniques dans la pratique des médecins.



# *Conclusion*



L'analyse de nos résultats montre des appréciations globalement positives auprès des apprenants, concordant avec les données de la littérature.

De même le jeu sérieux c'est un outil puissant qui permet de compléter l'expérience clinique en renforçant l'apprentissage cognitif, en augmentant la possibilité de pratiquer des raisonnements diagnostiques et des gestes thérapeutiques, Ce premier est très prometteur certes, et même indispensable pour la pédagogie médicale, mais il ne peut pas remplacer l'apprentissage au lit du malade, ni l'enseignement théorique.

Des actions concrètes d'amélioration de l'enseignement sont toujours requises dans la formation à travers ces outils pédagogiques. Ce type de simulation devra bénéficier de l'association à la pédagogie de la maîtrise qui demande que l'exercice soit répété jusqu'à ce qu'un niveau minimal de compétence soit acquis, un principe souvent retrouvé dans les jeux vidéo.

Au Maroc, la simulation par Serious Games doit poursuivre son intégration actuelle dans la formation initiale et continue des médecins, et même en profiter pour la sensibilisation des patients marocains et leurs implications dans la prise en charge des différentes affections qui peuvent les toucher, chantier qui semble prometteur mais nécessite un investissement pour la création de jeux sérieux adaptés à notre contexte et à la culture de nos patients.



# *Annexes*





<b>A. Objectifs et organisation</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1. Etes-vous satisfait de l'organisation de cette formation				
2. Les objectifs ont été présentés au début de la séance				
3. Les objectifs étaient clairs				
4. La durée consacrée est suffisante pour maîtriser le scénario				

<b>B. Pertinence des méthodes pédagogiques</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
5. Le contenu du jeu sérieux « Serious Game » correspond aux objectifs présentés				
6. Le jeu sérieux « BodyInteract » permet d'imiter des situations cliniques que vous pouvez rencontrer lors de vos stages et de votre pratique				

<b>C. Conditions d'emplois et qualité des outils pédagogiques</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
7. Le fonctionnement et l'utilisation ont été bien expliqués				
8. Le jeu Sérieux est facile à utiliser				
<b>D. Niveau d'acquisition des savoirs</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
9. La formation permet d'améliorer les connaissances théoriques et le raisonnement clinique				
10. La formation vous a permis de maîtriser le sujet traité dans le				

scénario				
----------	--	--	--	--

<b>E. Niveau de la logistique, du réalisme et Intérêt des contenus</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
11. L'environnement de simulation par « Serious Game » est proche de la réalité				
12. La formation permet l'amélioration des compétences techniques				
13. La formation permet l'amélioration des compétences en matière de communication et de travail d'équipe				
14. La formation améliore la gestion du stress et des émotions (confiance en soi, panique...)				
15. Le Serious Game est une situation gênante et stressante (stress de faire des erreurs)				
16. L'enseignement sous cette forme d'apprentissage encourage votre autonomie et votre participation active				
17. Le Serious Game est suffisant à lui seul				
18. La formation par Serious Game est complémentaire aux cours théoriques, ateliers ...				
19. La formation par Serious Game est capable d'améliorer la qualité des soins et de prise en charge				
20. Le Serious Game contribue à une pratique plus sécuritaire pour le patient				
<b>F. Appréciations générales</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
21. Globalement êtes-vous satisfait de cette formation par Serious Game ?				

22. Souhaitez-vous participer à d'autres Scénarios de Serious Game				
23. Vous pensez que les programmes de simulation haute-fidélité doivent être inscrits de façon systématique dans votre cursus universitaire (formation initiale) ?				

**III. Commentaires et suggestions des participants :**

1. Points forts de la formation

.....  
.....  
.....

2. Difficultés rencontrées lors de la séance


.....  
.....  
.....

3. Propositions pour suggestions d'améliorations


.....  
.....  
.....

Merci de votre collaboration


## ANNEXE 2 :




MARRAKECH  
جامعة القاضي عياض  
UNIVERSITÉ CADI AYYAD



Cité de l'Innovation  
DE MARRAKECH



مركز المحاكاة والإبتكار  
في علوم الصحة  
Centre de Simulation et d'Innovation  
en Sciences de la Santé




كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

**Année Universitaire 2018-2019**  
**Etudiants de la 3<sup>ème</sup> année**  
**2<sup>ème</sup> Semestre**  
**Programme de Raisonnement Clinique & Résolution de**  
**problème « Serious Game »**

Effectifs : 430 étudiants, soit 30 groupes de 15 étudiants  
Début de la Formation : le 30 Janvier 2019

Date	Groupes	Horaire	Formateurs
Mercredi 30 Janvier	G1	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G2	10h30 à 12h	
Mercredi 06 Février	G3	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G4	10h30 à 12h	
Mercredi 13 Février	G5	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G6	10h30 à 12h	
Mercredi 20 Février	G7	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G8	10h30 à 12h	
Mercredi 27 Février	G9	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G10	10h30 à 12h	
Mercredi 06 Mars	G11	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G12	10h30 à 12h	
Mercredi 13 Mars	G13	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G14	10h30 à 12h	
Mercredi 20 Mars	G15	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G16	10h30 à 12h	
Mercredi 27 Mars	G17	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G18	10h30 à 12h	
Mercredi 03 Avril	G19	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G20	10h30 à 12h	
Mercredi 17 Avril	G21	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G22	10h30 à 12h	
Mercredi 24 Avril	G23	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G24	10h30 à 12h	
Mercredi 08 Mai	G25	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G26	10h30 à 12h	
Mercredi 15 Mai	G27	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G28	10h30 à 12h	
Mercredi 22 Mai	G29	9h à 10h30	Pr. Essaadouni
	G30	10h30 à 12h	



Pour le Doyen et PO  
Secrétaire Général  
Signature: *Abdelhak EL HOUDAIRI*

Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech : BP 7010 Sidi Abbad 40000 - Marrakech.  
Tél : 05 24 33 98 90 - Fax : 05 24 43 28 87 - Web : <http://www.fmpm.ucam.ac.ma>

## Annexe 3 : Ressources pédagogiques du CSI2S

### Ressources Pédagogiques

La Simulation s'affirme comme une méthode pédagogique active et innovante. Elle est basée sur l'apprentissage expérientiel, la pratique réflexive et sur l'idée qu'il est important de développer les compétences avant, pendant et après interactions avec les « vrais » patients. Elle ouvre une infinie voie de recherche sous ses formes les plus diverses.

Le Centre de Simulation de la FMPM (CSI2S) dispose de multiples ressources pédagogiques : mannequins grandeur nature, plus ou moins sophistiqués et utilisés au travers des scénarios établis rendant la situation extrêmement proche de la réalité.

<b>Radiologie</b>  Blue Phantom	<b>Echographie</b>  Echographie	<b>Cardiologie / Pneumologie</b>  Patient Cardio-Pulmonaire	<b>ORL / Ophtalmologie</b>  Examen d'oreille	 Chirurgie de l'œil
<b>Pédiatrie</b>  Simulateur Patient Inhibé	 Simulateur Patient Enfant	<b>Chirurgie</b>  Laparoscopie	 Endoscope-Bronchoscope	<b>Endoscopie</b>  Endoscope-Bronchoscope
<b>Simulateur d'Accouchement</b>  Simulateur d'Accouchement	<b>Examen Pelvien</b>  Examen Pelvien	<b>Séniologie / Allaitement</b>  Séniologie / Allaitement	<b>Hystérocopie</b>  Hystérocopie	<b>Simulateur Prélevement Ovocyte</b>  Simulateur Prélevement Ovocyte
<b>Simulation Clinique</b>  Simulateur Patient Adulte	<b>Examen clinique et Nursing</b>  Examen clinique et Nursing	<b>Anatomie</b>  Table d'anatomie	<b>Cadavres Synthétiques</b>  Cadavres Synthétiques	



# *Résumés*



## Résumé

L'apprentissage médical et son évaluation ont subi des changements profonds à l'ère du numérique. L'acquisition des connaissances et des compétences profite désormais des plateformes virtuelles pédagogiques interactives au niveau des facultés de médecine. C'est l'exemple des serious games ou jeux vidéo sérieux qui sont des outils de formation dont l'usage se développe depuis plusieurs années.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la satisfaction des étudiants de troisième année de médecine concernant un apprentissage du raisonnement clinique réalisé sur le jeu sérieux (Body Interact) au niveau du centre de simulation au sein de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech.

Il s'agit d'une étude descriptive longitudinale prospective basée sur un questionnaire anonyme délivré à la fin de chaque séance, auprès des étudiants de troisième année de médecine ayant bénéficié de la formation organisée du 30 janvier au 22 mai 2019.

Notre échantillon comprenait 132 étudiants, la majorité était de sexe féminin soit 66% avec un sexe-ratio H/F de 0,5 et une moyenne d'âge de 21,34 ans (des extrêmes allant de 20 ans à 25ans), le taux de réponse au questionnaire été de 100%. Les jugements des apprenants au cours de l'étude ont été très positifs. Généralement, la majorité des apprenants sont satisfaits de la formation. Les moyennes des scores de satisfaction : (objectifs et organisation, pertinence des méthodes pédagogiques, fonctionnement et facilité d'usage, niveau d'acquisition des savoirs, intérêt des contenus et appréciations générales) sont respectivement de 3,18 (+/-0,75) ; 3,35 (+/- 0,68) ; 3,35 (+/-0,65) ; 3,18 (+/-0,76) ; 3,50 (+/-0,7) ; 3,82 (+/-0,40) sur une échelle qui va de 1 à 4.

La majorité des apprenants déclarent avoir tiré un profit significatif de ces séances pour leur pratique quotidienne dans la gestion des situations critiques. Les perceptions des participants de la qualité de l'enseignement par le Serious Game sont généralement très positives et entretiennent l'hypothèse que la simulation par Serious Game contribue à l'amélioration de la qualité des soins et à une pratique plus sécuritaire pour le patient ainsi que l'amélioration des connaissances théoriques, du raisonnement clinique et des compétences techniques.

Cependant, ces jeux sérieux ne sont pas des produits faciles à développer, ils nécessitent une conception complexe ainsi que des coûts de développement élevés. Des actions concrètes d'amélioration de l'enseignement sont toujours requises dans la formation par Serious Games notamment par création d'une version marocaine prenant compte des particularités socio-culturelles de nos patients et des moyens diagnostiques et thérapeutiques disponibles dans notre contexte.

## Abstract :

Medical learning and its evaluation have undergone profound changes in the digital age. The acquisition of knowledge and skills now benefits from interactive virtual educational platforms in medical schools. This is the example of serious games or serious video games which are training tools whose use has been developing for several years.

The aim of this study is to make an evaluation of the degree of satisfaction of third-year students towards simulation training on the serious game "Body Interact" at the center of simulation and innovation in health sciences of the Faculty of Medicine and Pharmacy of Marrakech.

It is a prospective longitudinal descriptive study based on an anonymous survey given at the end of each session, to third-year medical students who have benefited from the training sessions organized from January 30th to May 22nd, 2019.

Our sample included 132 students, the majority of participants were female as in 66% of the sample with a sex ratio M / F of 0.5 and an average age of 21.34 years (extremes ranging from 20 to 25 years old ), the response rate to the survey was 100%.

The learners' reviews during the study were very positive. Generally, the majority of learners are satisfied with the training. The average satisfaction's score are subdivided as: objectives and organization, relevance of teaching methods, operation and ease of use, level of knowledge acquisition, value of content and general assessments are respectively 3.18 (+/- 0.75), 3.35 (+/- 0.68), 3.35 (+/-0.65), 3.18 (+/-0.76), 3.50 (+/-0.7), 3.82 (+/-0.40) on a scale that ranges from 1 to 4.

The majority of learners report having profited from these sessions for their daily practice in managing critical situations. Participants' perceptions of the quality of teaching by Serious Games are generally very positive and support the hypothesis that the simulation by Serious Game contributes to improving the quality of care and safer practice for the patient as well as the improvement of theoretical knowledge, clinical reasoning and technical skills.

However, these serious games are not easy products to develop, they require a complex design as well as high development fees. Concrete actions towards continuous improvement are always a must when it comes to training by Serious Games, in particular by creating a Moroccan version taking into account the socio-cultural specificities of our patients and the diagnostic and therapeutic means available in our context.

## ملخص :

لقد مر التعليم الطبي وتقييمه بتغيرات عميقة في العصر الرقمي. فقد استفاد اكتساب المعرفة والمهارات الآن من المنصات التعليمية الافتراضية التفاعلية على مستوى كليات الطب. المثال على ذلك هو الألعاب الجادة أو ألعاب الفيديو الجادة التي تعتبر أدوات تدريب وتكوين تم تطوير استخدامها منذ عدة سنوات.

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء تقييم لدرجة رضا طلاب السنة الثالثة بكلية الطب حول برنامج لتعلم التفكير السريري، الذي تم باستخدام اللعبة الجادة "BODY INTERACT" بمركز المحاكاة بكلية الطب والصيدلة بمراكش.

إنها دراسة وصفية طولية مستقبلية تعتمد على استبيان تم تقديمه في نهاية كل حصة، لطلاب الطب في السنة الثالثة الذين استفادوا من الدورة التي تم تنظيمها في الفترة من 30 يناير إلى 22 مايو 2019.

شملت عينة الدراسة 132 طالبًا، وكانت غالبية المشاركين من الإناث بما يعادل 66٪ من العينة ومتوسط عمر 21.34 سنة (تراوحت حدوده القصوى بين 20 سنة إلى 25 سنة)، معدل الاجابة عن الإستبيان كان بنسبة 100٪.

كانت ارتسامات المتعلمين خلال الدراسة إيجابية للغاية. بشكل عام، حيث أن غالبية المتعلمين راضون عن التدريب. شملت معدلات درجات الرضا الأهداف، التنظيم، أهمية طرق التدريس، طرق الاستخدام، جودة أدوات التدريس وأهمية المحتوى وقد كانت على التوالي 3.18 (+/- 0.75)، 3.35 (+/- 0.68)، 3.18 (+/- 0.76)، 3.50 (+/- 0.7)، 3.82 (+/- 0.40) على مقياس من 1 إلى 4.

يعلن غالبية المتعلمين أنهم استفادوا بشكل كبير من هذه الحصص لممارستهم اليومية في إدارة المواقف الحرجة. تعتبر تصورات المشاركين حول جودة التعليم من خلال اللعبة الجادة إيجابية بشكل عام وتدعم الفرضية القائلة بأن المحاكاة بواسطة اللعبة الجادة تسهم في تحسين جودة الرعاية والممارسة الأكثر أمانًا للمريض وكذلك تحسين المعرفة النظرية، والتفكير السريري والمهارات التقنية.

ومع ذلك، فإن هذه الألعاب الجادة صعبة التطوير، فهي تتطلب تصميمًا معقدًا بالإضافة إلى حن تكاليف التطوير باهظة الثمن. إن الإجراءات الملموسة نحو التحسين المستمر ضرورة دائمة عندما يتعلق الأمر بالتدريب من خلال الألعاب الجادة، فإن إنشاء نسخة مغربية الخصائص يظل ضرورة لإدارة أفضل مع مراعاة الخصوصيات الاجتماعية والثقافية لمرضاينا والوسائل التشخيصية والعلاجية المتاحة في سياقنا.



# *Bibliographies*



1. **D. BOUNID,**  
« Evaluation des séances des gestes et soins d'urgence à la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech »,  
Thèse de doctoract, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, 2017.
2. **J. C. GRANRY et M. C. MOLL,**  
« Rapport de mission de la Haute Autorité de Santé, Etat de l'Art national et international en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Saint Denis La Plaine : Haute Autorité de Santé », 2012.
3. **Susan G. Forneris, Diana O. Neal, Jone Tiffany, Mary Beth Kuehn, Heidi M. Meyer, Linda M. Blazovich, Ann E. Holland, Melanie Smerillo** September 2015  
«Enhancing Clinical Reasoning Through Simulation Debriefing: A Multisite Study ». *Nursing education perspectives* VOLUME 36 NUMBER 5 .
4. « **Projet d'enseignement par simulation à la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech n.d.** » .
5. **S. Dannoune,**  
« L'apprentissage de l'annonce du diagnostic de cancer par simulation, expérience de la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech »,  
Thèse de doctoract, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, 2017.
6. **O. Nacir,**  
« Simulation médicale et Education thérapeutique »,  
Thèse de doctoract, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, 2017.
7. **Y. Bennaoui,**  
« Impact de la simulation d'ostéosynthèse sur maquette dans la chirurgie maxillo-faciale »,  
Thèse de doctoract, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech, 2018.
8. **V. Wattanasoontorn, I. Boada, R. García, et M. Sbert,**  
« Serious games for health »,  
*Entertain. Comput.*, vol. 4, n° 4, p. 231-247, déc. 2013
9. **D. R. Michael,**  
*Serious games : games that educate, train and inform.*  
Boston, Mass : Thomson Course Technology, 2006.
10. **J. Alvarez,**  
*Introduction au Serious Game.*  
Éditions Questions Théoriques, 2010.
11. **J. ALVAREZ, D. DJAOUTI, et O. RAMPNOUX,**  
*Apprendre avec les serious games ?*  
Canopé Éditions. 2016.
12. **E. A. AMATO,**  
« Vers une instrumentalisation communicationnelle des jeux vidéo. Quelles formes de séduction idéologique ou publicitaire? », nov-2007.  
[En ligne]. Disponible sur: <http://www.omnsh.org/ressources/422/vers-une-instrumentalisation-communicationnelle-des-jeux-video-queelles-formes-de>. [Consulté le: 09-oct-2019].

13. **C. Abt,**  
Serious Games. 1987.
14. **D. R. Jansiewicz,**  
The New Alexandria Simulation: A Serious Game of State and Local Politics.  
Canfield Press, 1973.
15. **B. Sawyer et D. Rejeski,**  
« Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation. » 2002.  
Woodrow Wilson international center for scholars, Washinton
16. **IDATE, « Serious Games Market Report », 2010.**  
[En ligne]. Disponible sur: [http://www.idate.org/en/News/Serious-Games\\_643.html](http://www.idate.org/en/News/Serious-Games_643.html). [Consulté le: 18-mai-2019].
17. **« Serious Game Market by Vertical (Education, Corporate, Healthcare, Retail, Media and Advertising), Application (Training, Sales, Human Resource, Marketing), Platform, End-User (Enterprise, Consumer), and Region – Forecast to 2020 ».**  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/serious-game-market-67640395.html>. [Consulté le: 09-déc-2019].
18. **« Serious Games Market by User Type (Enterprises and Consumers), Application (Advertising & Marketing, Simulation Training, Research & Planning, Human resources, and Others), and Industry Vertical (Healthcare, Aerospace & Defense, Government, Education, Retail, Media & Entertainment, and Others) – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2016–2023 ».**  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.alliedmarketresearch.com/serious-games-market>. [Consulté le: 09-oct-2019].
19. **Games Industry Jobs**  
[En ligne]. Disponible sur: <https://jobs.gamesindustry.biz/>. [Consulté le: 10-déc-2019].
20. **F. Liarokapis, L. Macan, G. Malone, G. Rebolledo-Mendez, et S. de Freitas,**  
« A Pervasive Augmented Reality Serious Game »,  
in Proceedings of the 2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications,  
Washington, DC, USA, 2009, p. 148-155,
21. **« Succubus. Interactive, Happy Night Club », 2009.**  
[En ligne]. Disponible sur: <http://www.secrethappynight.com/>. [Consulté le: 23-nov-2012].
22. **« GENIOUS Interactive, Voracy Fish: New multiplayer serious game for physical rehabilitation », Curapy.com.**  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.curapy.com/jeux/voracy-fish/>. [Consulté le: 09-oct-2019].
23. **V. Janarthanan,**  
« Serious Video Games: Games for Education and Health »,  
in Proceedings of the 2012 Ninth International Conference on Information Technology – New Generations, Washington, DC, USA, 2012, p. 875-878,
24. **J. Riedel et J. Hauge,**  
« State of the art of serious games for business and industry », 2011, p. 1-8.  
17th International Conference on Concurrent Enterprising, ICE 2011 – Conference Proceedings.

25. **F. Zhou, H. B.-L. Duh, et M. Billinghurst,**  
« Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR »,  
in Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality,  
Washington, DC, USA, 2008, p. 193-202,
26. **S. D. Atkinson et V. L. Narasimhan,**  
« Design of an introductory medical gaming environment for diagnosis and management of Parkinson's disease »,  
Trendz Inf. Sci. Comput., p. 94-102, 2010,
27. **N. A. Bartolome, A. M. Zorrilla, et B. G. Zapirain,**  
« Can Game-based Therapies Be Trusted? Is Game-based Education Effective? A Systematic Review of the Serious Games for Health and Education »,  
in Proceedings of the 2011 16th International Conference on Computer Games, Washington, DC, USA, 2011, p. 275-282,
28. **J. A. Mckanna, H. Jimison, et M. Pavel,**  
« Divided attention in computer game play: Analysis utilizing unobtrusive health monitoring »,  
Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,  
Minneapolis, MN, 2009, pp. 6247-6250.
29. **F. Mili, J. Barr, M. Harris, et L. Pittiglio,**  
« Nursing Training: 3D Game with Learning Objectives »,  
in First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, 2008, p. 236-242,
30. **H. L. Yi,**  
« Designing Serious Games to Enhance Political Efficacy and Critical Thinking Disposition for College Students: The Case of Taiwan »,  
2011 Third Int. Conf. Games Virtual Worlds Serious Appl., p. 148-151, 2011 ,
31. « **Fatworld.org** », 2007.  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.serious-game.fr/jouez-gros/>.
32. « **Research | Re-Mission 2: Fight cancer and WIN! Games for cancer support based on scientific research.** »  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.re-mission2.org/#/research>. [Consulté le: 10-déc-2019].
33. **Z. S. de Urturi, A. M. Zorrilla, et B. G. Zapirain,**  
« Serious Game based on first aid education for individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD) using android mobile devices »,  
2011 16th Int. Conf. Comput. Games CGAMES.
34. **R. Merrill,**  
Introduction to Epidemiology. 2017.  
7<sup>ème</sup> édition Jones & Bartlett Learning, LLC, an Ascend Learning Company
35. **Q. Wang, O. Sourina, et M. K. Nguyen,**  
« EEG-Based "Serious" Games Design for Medical Applications »,  
2010 Int. Conf. Cyberworlds, p. 270-276, 2010,

36. **A. D. Bortoli et O. Gaggi,**  
« PlayWithEyes: A new way to test children eyes »,  
2011 IEEE 1st Int. Conf. Serious Games Appl. Health SeGAH, p. 1-4, 2011,
37. **M. Cagatay, P. Ege, G. Tokdemir, et N. E. Cagiltay,**  
« A serious game for speech disorder children therapy »,  
in 2012 7th International Symposium on Health Informatics and Bioinformatics, 2012, p. 1&23,
38. **E. C. P. van Loon, C. E. Peper, A. van de Rijt, et A. Salverda,**  
« Serious gaming to improve bimanual coordination in children with spastic cerebral palsy »,  
in 2011 International Conference on Virtual Rehabilitation, 2011, p. 1-2,
39. **S. Moya, S. Grau, D. Tost, R. Campeny, et M. Ruiz,**  
« Animation of 3d avatars for rehabilitation of the upper limbs In, Third International Conference  
on Games and Virtual Worlds for Serious Applications »,  
2011, p. 168-171.
40. **C. Schonauer, T. Pintaric, H. Kaufmann, S. J.- Kosterink, et M. M. R. Vollenbroek-Hutten,**  
« Chronic pain rehabilitation with a serious game using multimodal input »,  
2011 Int. Conf. Virtual Rehabil., p. 1-8, 2011,
41. **J. W. Burke, M. McNeill, D. Charles, P. Morrow, J. Crosbie, et S. McDonough,**  
« Serious Games for Upper Limb Rehabilitation Following Stroke »,  
in Proceedings of the 2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications,  
Washington, DC, USA, 2009, p. 103-110,
42. « **Red Hill Studios, Games for people with Parkinson's Disease** », Red Hill Studios, 17-sept-2013.  
[En ligne]. Disponible sur: <http://www.redhillstudios.com/>. [Consulté le: 05-oct-2019].
43. **J. Finkelstein, J. Wood, E. Cha, A. Orlov, et C. Dennison,**  
« Feasibility of congestive heart failure telemanagement using a wii-based telecare platform »,  
Conf. Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf., vol. 2010, p. 2211-2214, 2010.
44. **P. Fergus, K. Kifayat, S. Cooper, M. Merabti, et A. El Rhalibi,**  
« A framework for physical health improvement using Wireless Sensor Networks and gaming »,  
in 2009 3rd International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare,  
2009, p. 1-4.
45. **S. Lee, J. Kim, J. Kim, et M. Lee,**  
« A design of the u-health monitoring system using a Nintendo DS game machine »,  
Conf. Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf., vol.  
2009, p. 1695-1698, 2009.
46. « **WarnerBros.com | Warner Bros. Entertainment's Group Of Companies Launch Their Efforts For  
The Partnership For An HIV-Free Generation Initiative | Press Release** ».  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.warnerbros.com/news/press-releases/warner-bros-entertainment%E2%80%99s-group-companies-launch-their-efforts-partnership-hiv-free/>.  
[Consulté le: 09-déc-2019].

47. **S. Grau, D. Tost, R. Campeny, S. Moya, et M. Ruiz,**  
« Design of 3D Virtual Neuropsychological Rehabilitation Activities »,  
2010 Second Int. Conf. Games Virtual Worlds Serious Appl., p. 109-116, 2010.
48. **J. H. MEd et M. Steve Dorman PhD,**  
« The Alameda County Study: A Systematic, Chronological Review »,  
Am. J. Health Educ., vol. 36, n° 5, p. 302-308, oct. 2005.
49. **M. A. Roubidoux, C. M. Chapman, et M. E. Piontek,**  
« Development and evaluation of an interactive Web-based breast imaging game for medical students. »,  
Acad. Radiol., vol. 9, n° 10, p. 1169-1178, 2002.
50. **A.-M. Calle-Bustos, M.-C. Juan, I. García-García, et F. Abad,**  
« An augmented reality game to support therapeutic education for children with diabetes », PloS One, vol. 12, n° 9, p. e0184645, 2017.
51. **T. de la Hera Conde-Pumpido,**  
« The Persuasive Roles of Digital Games: The Case of Cancer Games »,  
Media Commun., vol. 6, n° 2, p. 103-111, juin 2018.
52. **Y. Kasbi,**  
« Pulse!!, le serious game du monde médical | SeriousGame.be », 2010.  
[En ligne]. Disponible sur: <http://blog.seriousgame.be/pulse-le-serious-game-du-monde-medical>. [Consulté le: 09-août-2019].
53. **S. Arnab, I. Dunwell, et K. Debattista,**  
Serious Games for Healthcare: Applications and Implications.  
IGI Global, 2001.
54. **F. Ricciardi et L. T. De Paolis,**  
« A Comprehensive Review of Serious Games in Health Professions »,  
International Journal of Computer Games Technology, 2014.  
[En ligne]. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/ijcgt/2014/787968/>. [Consulté le: 09-déc-2019].
55. « **3DiTeams: Gaming Environment for Training Healthcare Team Coordination Skills** ».  
[En ligne]. Disponible sur: [https://anesthesiology.duke.edu/?page\\_id=825623](https://anesthesiology.duke.edu/?page_id=825623). [Consulté le: 09-oct-2019].
56. « **Agency for Healthcare Research and Quality, Curriculum Materials** ».  
[En ligne]. Disponible sur: <http://www.ahrq.gov/teamsteps/curriculum-materials.html>.  
[Consulté le: 09-oct-2019].
57. **G. Devreux,**  
« Le rôle des comportements informationnels dans la prise de conscience de la situation : usage dans le serious game 3D Virtual Operating Room »,  
Thèse de doctorat en Psychologie Université Toulouse le Mirail – Toulouse II, 2015
58. **I. Corazza, D. Bianchini, S. Urbinati, et R. Zannoli,**  
« REHAL®, a telemedicine platform for home cardiac rehabilitation »,  
Minerva Cardioangiol., vol. 62, n° 5, p. 399-405, oct. 2014.

59. **I. A. Codreanu et A. M. Florea,**  
« A Proposed Serious Game Architecture to Self-Management HealthCare for Older Adults »,  
2015 17th Int. Symp. Symb. Numer. Algorithms Sci. Comput. SYNASC, p. 437-440, 2015.
60. **M. Elhaddadi, M. Latifi, et A. O. T. Ahami,**  
« Impact du Serious Game JeStiMulE sur la reconnaissance des expressions faciales émotionnelles  
chez les enfants autistes »,  
Antropo, 38, 75-86. [www.didac.ehu.es/antropo](http://www.didac.ehu.es/antropo) p. 12, 2017.
61. **K. Mammad,**  
« Effect of a serious game JeStiMulE in emotion recognition of Moroccan autistic children »,  
J. Educ. Health Community Psychol., vol. 7, n° 2, p. 17, avr. 2018.
62. « **The Science Behind Foldit** ».  
[En ligne]. Disponible sur: <http://fold.it/portal/info/about>. [Consulté le: 09-oct-2019].
63. **J. M. Padilha, P. P. Machado, A. Ribeiro, J. Ramos, et P. Costa,**  
« Clinical Virtual Simulation in Nursing Education: Randomized Controlled Trial »,  
J. Med. Internet Res., vol. 21, n° 3, p. e11529, 2019.
64. **K. Masters,**  
« Edgar Dale's Pyramid of Learning in medical education: A literature review »,  
Med. Teach., vol. 35, n° 11, p. e1584-e1593, nov. 2013.
65. « **Utilité, apprentissages et enseignement : une approche évolutionniste (p.99 – 115)** – Extrait du  
livre : UTILITÉ – André TRICOT (EAN13 : 9782706128738), PUG Grenoble ».
66. **M. Denami et P. Marquet,**  
« Un Serious Game pour la formation professionnelle : le cas des opérateurs en milieu aseptique,  
De l'école à la vie professionnelle, un puissant outil d'apprentissage et d'acquisition de  
compétences », p. 12, 2018.  
Thèse de doctorat en science de l'éducation, Laboratoire interuniversitaire des sciences de  
l'éducation et de la communication (Strasbourg).
67. **M. Wrzesien et M. A. Raya,**  
« Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students  
in the E-Junior project »,  
Comput. Educ., vol. 55, n° 1, p. 178-187, août 2010.
68. **R. M. Ryan et E. L. Deci,**  
« Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions »,  
Contemp. Educ. Psychol., vol. 25, n° 1, p. 54-67, janv. 2000.
69. **Barr,**  
« Case Study of Lure of the Labyrinth », Playing to Learn, 16-mars-2012.  
[En ligne]. Disponible sur: <https://lynettebarr.wordpress.com/2012/03/16/lotlcasestudy/>.  
[Consulté le: 09-oct-2019].
70. **A. Ghazvini et Z. Shukur,**  
« A serious game for healthcare industry: Information security awareness training program for  
Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia »,  
Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl., vol. 9, n° 9, p. 236-245, janv. 2018.

71. **D. Djaouti,**  
« Serious Games pour l'éducation : utiliser, créer, faire créer? »,  
Tréma, n° 44, p. 51-64, mai 2016.
72. **P. Wastiau, C. Kearney, et W. Van Der Berghe,**  
« Quels usages pour les jeux électroniques en classe? » European Schoolnet.
73. **S. Egenfeldt-Nielsen,** « Overview of research on the educational use of video games »,  
Digit. Kompet, p. 184-213, 2006.
74. **Hochet,**  
« Jeux vidéo et enseignement de l'histoire et de la géographie. In Rufat (Samuel) et Ter Minassian (Hovig) (dir.), Les jeux vidéos comme objet de recherche », 2011, p. 103-112.
75. **M. P. J. Habgood,**  
« THE EFFECTIVE INTEGRATION OF DIGITAL GAMES AND LEARNING CONTENT »,  
PhD thesis, University of Nottingham. p. 262.
76. **P. M. Kuduvalli, A. Jervis, S. Q. M. Tighe, et N. M. Robin,**  
« Unanticipated difficult airway management in anaesthetised patients: a prospective study of the effect of mannequin training on management strategies and skill retention »,  
Anaesthesia, vol. 63, n° 4, p. 364-369, avr. 2008.
77. **S. Boet et al,**  
« Complex procedural skills are retained for a minimum of 1 yr after a single high-fidelity simulation training session »,  
Br. J. Anaesth., vol. 107, n° 4, p. 533-539, oct. 2011.
78. « **Educasources – Jouer en classe, est-ce bien sérieux? Bilan de l'expérimentation académique sur les usages de jeux sérieux au collège et au lycée** ».  
[En ligne]. Disponible sur: <http://www.educasources.education.fr/fiche-detaillee-162900.html>.  
[Consulté le: 09-déc-2019].
79. **G. L. Savoldelli, V. N. Naik, J. Park, H. S. Joo, R. Chow, et S. J. Hamstra,**  
« Value of debriefing during simulated crisis management: oral versus video-assisted oral feedback »,  
Anesthesiology, vol. 105, n° 2, p. 279-285, août 2006.
80. **E. R. Cohen et al.**  
« Cost savings from reduced catheter-related bloodstream infection after simulation-based education for residents in a medical intensive care unit »,  
Simul. Healthc. J. Soc. Simul. Healthc., vol. 5, n° 2, p. 98-102, avr. 2010.
81. **S. K. Howard, D. M. Gaba, K. J. Fish, G. Yang, et F. H. Sarnquist,**  
« Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents »,  
Aviat. Space Environ. Med., vol. 63, n° 9, p. 763-770, sept. 1992.
82. **S. Boet et al.**  
« Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review »,  
Can. J. Anaesth. J. Can. Anesth., vol. 61, n° 6, p. 571-582, juin 2014.

- 83. J. Adjedj et al.**  
« Medical Student Evaluation With a Serious Game Compared to Multiple Choice Questions Assessment »,  
JMIR Serious Games, vol. 5, n° 2, p. e11, mai 2017.
- 84. S. O'Leary, L. Diepenhorst, R. Churley–Strom, et D. Magrane,**  
« Educational games in an obstetrics and gynecology core curriculum »,  
Am. J. Obstet. Gynecol., vol. 193, n° 5, p. 1848-1851, nov. 2005.
- 85. B. D. Mann, B. M. Eidelson, S. G. Fukuchi, S. A. Nissman, S. Robertson, et L. Jardines,**  
« The development of an interactive game-based tool for learning surgical management algorithms via computer »,  
Am. J. Surg., vol. 183, n° 3, p. 305-308, mars 2002.
- 86. M.–C. Juan, M. Mendez–Lopez, E. Perez–Hernandez, et S. Albiol–Perez,**  
« Augmented Reality for the Assessment of Children's Spatial Memory in Real Settings »,  
PLoS ONE, vol. 9, n° 12, p. e113751, déc. 2014.
- 87. M. Prensky,**  
« DON'T BOTHER ME, MOM — I'M LEARNING »,  
Edition Paragon House St. Paul, Minnesota, p. 20, 2003.

## قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم  
أن أراقب الله في مهنتي  
وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف والأحوال  
بأدلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض والألم والقلق .  
وأن أحفظ للناس كرامتهم ، وأستر عورتهم ، وأكتم سيرهم .  
وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله مسخراً لكل  
رعايتي الطبية للقريب والبعيد ، والصالح والطالح والصكديق  
والعَدُو .

وأن أثار على طلب العلم المسخر لنفع الإنسان . . . لا الأداة  
وأن أوقر من علمي ، وأعلم من يصغرنى ، وأكون أخاً لكل زميل في  
المهنة الطبية متعاونين على البر والتقوى ،  
وأن تكون حياتي  
مصداق لإيماني  
في سيري وعلانياتي ،  
نقية مما يشينها  
تجاه الله ورسوله والمؤمنين ،  
والله على ما أقول شهيد .



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

أطروحة رقم 014

سنة 2020

تقييم برنامج للتفكير السريري وحل المشاكل من خلال  
حصص على لعبة جادة لفائدة طلبة الطب بالسنة الثالثة  
الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2020/01/08  
من طرف

السيد ياسين خرشطو

المزداد في 21 ماي 1993 ب سيد زوين مراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية :

لعبة جادة - بيذاغوجيا - علوم التدريس - محاكاة طبية

اللجنة

الرئيس

أ.ع. الأيب

السيد

المشرفة

أستاذ في الإنعاش والتخدير

ل. السعدوني

السيدة

أستاذة في الطب الباطني

ع. هاشيمي

السيد

الحكام

أستاذ في الإنعاش والتخدير