



**HAL**  
open science

# La simulation en rhumatologie : état des lieux national et mise en place d'un programme de formation à la ponction articulaire du genou et de l'épaule sur simulateur procédural, avec évaluation sur cadavres

Vincent Bretagne

## ► To cite this version:

Vincent Bretagne. La simulation en rhumatologie : état des lieux national et mise en place d'un programme de formation à la ponction articulaire du genou et de l'épaule sur simulateur procédural, avec évaluation sur cadavres. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03162397

**HAL Id: dumas-03162397**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03162397>**

Submitted on 8 Mar 2021

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

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

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

-----  
UFR SANTÉ

FACULTÉ de MÉDECINE

Année 2019/2020

**THÈSE POUR L'OBTENTION**  
**DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le Lundi 21 Septembre 2020.

par

M. BRETAGNE Vincent, Simon, Antoine

Né le 19/05/1993 à RENNES (*Ille-et-Vilaine*)

**La Simulation en Rhumatologie : État des lieux national et mise en place d'un programme de formation à la ponction articulaire du genou et de l'épaule sur simulateur procédural, avec évaluation sur cadavres.**

**Président : Monsieur le Professeur Christian MARCELLI**

**Membres : Monsieur le Professeur Bernard GUILLOIS, Directeur de thèse**

Madame le Professeur Raffaèle FAUVET

Madame le Docteur Anne BELLOT

Monsieur le Docteur Thierry COLIN

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie
Mme	CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro Entérologie
M.	DEFER Gilles	Neurologie
M.	DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M.	DENISE Pierre	Physiologie
Mme	DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M.	DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M.	DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale
Mme	ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie
M.	ESMAIL-BEYGUI Farzin	Cardiologie

<b>Mme FAUVET Raffaèle</b>	Gynécologie – Obstétrique
<b>M. FISCHER Marc-Olivier</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M. GÉRARD Jean-Louis</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M. GUILLOIS Bernard</b>	Pédiatrie
<b>Mme GUITTET-BAUD Lydia</b>	Epidémiologie, économie de la santé et
prévention	
<b>M. HABRAND Jean-Louis</b>	Cancérologie option Radiothérapie
<b>M. HAMON Martial</b>	Cardiologie
<b>Mme HAMON Michèle</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>M. HANOUS Jean-Luc</b>	Anesthésie et réa. médecine péri-
opératoire	
<b>M. HULET Christophe</b>	Chirurgie orthopédique et
traumatologique	
<b>M. ICARD Philippe</b>	Chirurgie thoracique et cardio-
vasculaire	
<b>M. JOIN-LAMBERT Olivier</b>	Bactériologie - Virologie
<b>Mme JOLY-LOBBEDEZ Florence</b>	Cancérologie
<b>M. JOUBERT Michael</b>	Endocrinologie
<b>M. LAUNOY Guy</b>	Epidémiologie, économie de la santé
et prévention	
<b>M. LE HELLO Simon</b>	Bactériologie-Virologie
<b>Mme LE MAUFF Brigitte</b>	Immunologie
<b>M. LOBBEDEZ Thierry</b>	Néphrologie
<b>M. LUBRANO Jean</b>	Chirurgie viscérale et digestive
<b>M. MAHE Marc-André</b>	Cancérologie
<b>M. MANRIQUE Alain</b>	Biophysique et médecine nucléaire
<b>M. MARCELLI Christian</b>	Rhumatologie
<b>M. MARTINAUD Olivier</b>	Neurologie
<b>M. MAUREL Jean</b>	Chirurgie générale
<b>M. MILLIEZ Paul</b>	Cardiologie
<b>M. MOREAU Sylvain</b>	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
<b>M. MOUTEL Grégoire</b>	Médecine légale et droit de la santé
<b>M. NORMAND Hervé</b>	Physiologie
<b>M. PARIENTI Jean-Jacques</b>	Biostatistiques, info. médicale et tech.
de communication	
<b>M. PELAGE Jean-Pierre</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>Mme PIQUET Marie-Astrid</b>	Nutrition
<b>M. QUINTYN Jean-Claude</b>	Ophtalmologie
<b>Mme RAT Anne-Christine</b>	Rhumatologie

M. RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M. REPESSE Yohann	Hématologie
M. REZNIK Yves	Endocrinologie
M. ROD Julien	Chirurgie infantile
M. ROUPIE Eric	Médecine d'urgence
Mme THARIAT Juliette	Radiothérapie
M. TILLOU Xavier	Urologie
M. TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
M. TROUSSARD Xavier	Hématologie
Mme VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M. VERDON Renaud	Maladies infectieuses
Mme VERNEUIL Laurence	Dermatologie
M. VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

### **PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

M. DE LA SAYETTE Vincent	Neurologie
Mme DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne	Dermatologie
M. GUILLAUME Cyril	Médecine palliative
M. LE BAS François	Médecine Générale
M. SABATIER Rémi	Cardiologie

### **PRCE**

Mme LELEU Solveig	Anglais
-------------------	---------

### **PROFESSEURS EMERITES**

M. HURAUULT de LIGNY Bruno	Néphrologie
Mme KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M. LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. LEPORRIER Michel	Hématologie
M. VIADER Fausto	Neurologie

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS****HOSPITALIERS**

M. ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M. BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M. BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M. COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M. CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M. DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme DUPONT Claire	Pédiatrie
M. ÉTARD Olivier	Physiologie
M. GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M. GRUCHY Nicolas	Génétique
M. GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M. HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico- faciale
M. ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M. JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme KRIEGER Sophie	Pharmacie
M. LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M. MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M. SESBOÛÉ Bruno	Physiologie

**M. TOUTIRAIS Olivier**

Immunologie

**M. VEYSSIERE Alexis**

Chirurgie maxillo-faciale et

stomatologie

**MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

**Mme ABBATE-LERAY Pascale**

Médecine générale

**M. COUETTE Pierre-André**

Médecine générale

**Mme NOEL DE JAEGHER Sophie**

Médecine générale

**M. PITHON Anni**

Médecine générale

**M. SAINMONT Nicolas**

Médecine générale

**Mme SCHONBRODT Laure**

Médecine générale

**MAITRES DE CONFERENCES EMERITES**

**Mme DEBRUYNE Danièle**

Pharmacologie fondamentale

**Mme DERLON-BOREL Annie**

Hématologie

**Mme LEPORRIER Nathalie**

Génétique

## Remerciements

### **Au Pr Bernard Guillois, directeur de thèse :**

Je vous remercie pour votre investissement sans faille, votre énergie, votre bienveillance et votre sympathie. Nous avons pu mener ce travail jusqu'au bout malgré de nombreux aléas logistiques grâce à votre soutien. C'était un honneur et un plaisir de vous avoir comme directeur de thèse.

### **Au Pr Christian Marcelli, président du jury :**

Je vous remercie de m'avoir permis de réaliser ce projet via l'acquisition des simulateurs procéduraux. Votre disponibilité permanente auprès des internes de Rhumatologie restera pour moi un véritable exemple.

### **Au Dr Thierry Colin :**

Je vous remercie de m'avoir le premier fait découvrir la Rhumatologie interventionnelle au cours de ces fameux « mercredi scopie », et de votre confiance accordée alors que je n'étais qu'en deuxième semestre.

### **Au Pr Raffaèle Fauvet et au Dr Anne Bellot :**

Je vous remercie d'avoir accepté de rejoindre mon jury de thèse, vous me faites l'honneur d'apporter vos connaissances et votre expérience lors de la lecture de cette thèse.

### **Au Dr Alice Delapierre :**

Je te remercie pour ta sympathie et ton aide précieuse lors de l'évaluation des étudiants au laboratoire d'anatomie.

### **Au Dr Hitier et à toute l'équipe du Laboratoire d'Anatomie du PFRS de Caen :**

Je vous remercie pour votre aide dans la préparation de l'évaluation et votre gentillesse.

**A l'ensemble des rhumatologues des différents CHU français, Professeurs Universitaires et Praticiens Hospitaliers**, ayant pris le temps de répondre au questionnaire avec précisions et détails, afin de rendre possible cet état des lieux des pratiques nationales.

### **A mes parents et mon frère :**

Je vous remercie pour votre amour et votre soutien inconditionnel pendant toutes ces années. Maman, je sais que Papa est fier de nous là où il est.

**A tous mes amis d'enfance, ceux de la faculté de médecine de Rennes et de Caen :**

Merci pour les fous rires, les vacances et toutes ces choses inestimables.

**A Camille :**

Mon amour, merci pour ta présence à mes côtés et la prouesse de me supporter au quotidien.

## **Abréviations (par ordre alphabétique) :**

ALARM: Association of Litigation And Risk Management

BSAD : Bourse Sous Acromio Deltoïdienne

CREX : Comité de Retour d'Expérience

CSCT : Certificat de Synthèse Clinique et Thérapeutique

DPC : Développement Professionnel Continu.

ECOS : Examens Cliniques Objectifs et Structurés

EDF : Électricité de France

EIAS : Évènements Indésirables Associés aux Soins

ETP : Éducation thérapeutique

EULAR : European Ligue Against Rheumatism

FTA : Functional Task Alignment

GH : Gléno-Humérale

HAS : Haute Autorité de Santé

IDE : Infirmière Diplômée d'État

IGF : Insulin-like Growth Factor

LST : Latent Safety Threat : menace latente potentielle au cours des soins

OGPDC : Organisme de Gestion du Développement Professionnel Continu

PDGF : Platelet Derived Growth Factor

PFRS : Pôle de Formation et de Recherche en Santé

REMEDI : Revue des Erreurs liées aux Médicaments Et Dispositifs médicaux associés

RMM : Revues de Mortalité-Morbidité

SAED : Situation Antécédents Évaluation Demande

TGF-beta: Transforming Growth Factor-beta

VEGF : Vascular Endothelial Growth Factor

## **Index des Tableaux :**

Tableau 1 : Simulation en santé, 10 propositions (1) – p27

Tableau 2 : Niveau de confiance des internes selon le geste invasif (2) – p46

Tableau 3 : Grille d'évaluation de la ponction articulaire – p59

Tableau 4 : Population de l'étude – p68

Tableau 5 : Progression du niveau de confiance dans la ponction articulaire du genou et de l'épaule – p69

Tableau 6 : Progression des connaissances théoriques du questionnaire d'évaluation – p69

Tableau 7 : Groupe Genou, suivi des ponctions sur simulateur – p70

Tableau 8 : Groupe Épaule, suivi des ponctions sur simulateur – p71

Tableau 9 : Respect du protocole d'asepsie – p72

Tableau 10 : Succès à la ponction articulaire du genou ( > 2 ponctions de genou réussies sur les 3 tentées ) selon le groupe de formation sur mannequin – p73

Tableau 11 : Succès à la ponction articulaire de l'épaule ( > 2 ponctions d'épaule réussies sur les 3 tentées ) selon le groupe de formation sur mannequin – p73

Tableau 12 : Résultats selon le statut « compétent » ou « non compétent » des étudiants sur cadavres – p74

Tableau 13 : Comparaison des ponctions de hanche, cheville et poignet sous repères cliniques et écho-guidage (3) – p87

## **Index des Figures :**

Figure 1 : Les différents champs de la simulation en santé (1) – p5

Figures 2 et 3 : Bras équipé d'une fistule artificielle et plastron avec cathéter central (4) – p7

Figure 4 : Exemple de mannequin dit de « haute-fidélité » - p9

Figure 5 : Modèle modifié de Kirkpatrick (1) – p22

Figure 6 : Répartition géographique globale des activités de simulation en France (1) – p25

Figure 7 : Proportion des différentes techniques de simulation au sein des centres français (1) – p25

Figures 8 et 9 : Simulation hybride basée sur la réalité virtuelle (5) – p29

Figure 10 : Répartition ponction sous repères cliniques, échographie diagnostique et échographie interventionnelle au sein des pays membres de l'EULAR (6) – p42

Figure 11 : Facteurs limitant les infiltrations en ambulatoire (7) – p45

Figure 12 : Diagramme de flux – p67

Figure 13 : Courbe ROC – p72

Figure 14 : Comparaison des niveaux de confiance dans l'infiltration du genou et de l'épaule avant et après formation (8) – p77

### **Index des Photographies :**

Photographies 1 : Simulateur procédural genou ALT 70103 – p51

Photographies 2 : Simulateur procédural épaule ALT 70202 – p52

Photographie 3 : Cathéter supéro-patellaire médial, Laboratoire d'anatomie, PFRS (Pôle de Formation et de Recherche en Santé) Caen – p56

Photographie 4 : Cathéter gléno-huméral par voie postérieure, Laboratoire d'anatomie, PFRS Caen – p57

Photographie 5 : Cadavre n°4 (C4) préparé pour l'évaluation, position demi assise – p63

Photographie 6 : Disposition des 4 cadavres (C1 à C4) le jour de l'évaluation au laboratoire d'anatomie du CHU de Caen – p64

Photographie 7 : Pansement opaque avec points de ponction factices – p79

## **Sommaire :**

### **I. Introduction :**

#### I-1. Historique de la simulation (p1)

I-1.1 Simulation et aéronautique

I-1.2 Enseignement tiré des méthodes de simulation en dehors de la santé

#### I-2. La simulation en santé (p3)

I-2.1 Définition

I-2.2 Historique

I-2.3 Différentes techniques de simulation

I-2.4 Les différentes infrastructures

I-2.5 Conception d'un programme de simulation

I-2.6 Description d'une séance de simulation

I-2.7 Critères de bonne pratique de la simulation en santé

I-2.8 Évaluation de l'impact d'une formation par la simulation (modèle de Kirkpatrick)

I-2.9 Rôle de l'enseignant

I-2.10 État des lieux de la simulation en santé : un développement inégal

I-2.11 Les 10 propositions de la Haute Autorité de Santé en faveur de la simulation

#### I-3 Simulation et Rhumatologie (p27)

### **II. Enquête nationale sur l'état des lieux de l'enseignement par la simulation en Rhumatologie en France (p31)**

II-1 Matériel et méthodes

II-2 Réponses aux différentes questions

II-3 Synthèse de l'état des lieux national en simulation et Rhumatologie

### **III. Apport des simulateurs procéduraux dans la formation des étudiants à la ponction articulaire du genou et de l'épaule (p41)**

#### III-1 Introduction (p41)

#### III-2 Objectifs (p42)

#### III-3 Matériel et méthodes (p47)

III-3.1 Recrutement des étudiants

III-3.2 Description de la formation

III-3.3 Description des simulateurs procéduraux

III-3.4 Description de l'évaluation sur cadavres au laboratoire d'anatomie

*III-3.4.1 Préparation des cadavres*

*III-3.4.2 Modalités de l'évaluation*

III-3.5 Questionnaire de confiance en soi dans la réalisation des ponctions articulaires et d'évaluation des connaissances.

III-3.6 Tests statistiques

III-3.7 Différentes phases de l'étude

III-3.8 Questionnaire d'évaluation de la formation par les étudiants

#### III-4 Résultats (p66)

III-4.1 Niveau de confiance et connaissances théoriques

III-4.2 Formation sur les simulateurs procéduraux

III-4.3 Évaluation sur cadavres au laboratoire d'anatomie

III-4.4 Comparaison des résultats selon le statut compétent ou non des étudiants sur cadavres.

#### III-5 Discussion (p76)

III-5.1 Niveau de confiance et connaissances théoriques

III-5.2 Formation sur les simulateurs procéduraux.

III-5.3 Évaluation sur cadavres au laboratoire d'anatomie

III-5.4 Comparaison des résultats selon le statut compétent ou non des étudiants sur cadavres

III-5.5 Autres points

III-5.6 Limites de l'étude

III-5.7 Forces de l'étude

#### III- 6 Conclusion (p92)

#### Bibliographie (p94)

#### Annexes (p97)

**ANNEXE 1 : Questionnaire de confiance en soi dans la réalisation des ponctions articulaires du genou et de l'épaule et d'évaluation des connaissances**

**ANNEXE 2 : Clause de confidentialité**

**ANNEXE 3 : Questionnaire d'évaluation de la formation par les étudiants, synthèse des réponses**

**ANNEXE 4 : Résultats de l'évaluation sur cadavres**

## I. Introduction

### I-1 Historique de la simulation :

La simulation, au sens moderne, a pris ses origines dans les industries à risques, que l'on considère aujourd'hui comme ultra sûres : l'aéronautique, la marine marchande, le secteur militaire et l'industrie nucléaire (1,4). Dans ces domaines, cette science de la simulation s'est donc imposée d'elle-même afin de répondre à deux objectifs : améliorer la sécurité et répondre à l'enjeu économique.

#### I-1.1 Simulation et aéronautique : berceau de la simulation professionnelle à grande échelle (1) :

Les premiers simulateurs de vol sont apparus au début du 20<sup>ème</sup> siècle, de façon concomitante aux vrais avions. La sanction répétée des accidents mortels lors de l'entraînement initial sur des machines inconnues a rapidement imposé de découvrir les avions sur simulateurs. Il convient cependant de rappeler que la formation en vol réel avec instructeurs perdure. On ne peut « apprendre à voler sans voler ». Le simulateur va en revanche être utilisé massivement pour les formations de reconversion spécifique à chaque appareil qui rythment la carrière des pilotes, et pour leurs séances d'entraînement imposées tous les 6 mois. La simulation est la science de la multidisciplinarité. Dans l'aéronautique, elle implique bien évidemment les pilotes, mais des formations continues sur simulateurs sont également dédiées aux personnels de cabine pour l'évacuation (toboggans, ouverture des portes et issues de secours...), ainsi qu'aux contrôleurs aériens pour leur entraînement initial et continu. L'aéronautique est le secteur industriel mondialisé où il y a le plus de simulateurs de

tout ordre. L'ensemble de la gamme de simulation est utilisé : jeux électroniques utilisant des micro mondes réalistes, simulateurs simplifiés de cockpits ou d'entraîneurs de contrôle aérien sur une base en dur, simulateurs réalistes complets avec interface détaillée pour la formation continue au vol, jeux de rôles dans la gestion des conflits d'équipage (« Crew-Ressource Management », méthode privilégiée pour travailler les compétences non techniques et le travail en équipe).

Les moyens, notamment financiers, dédiés à la simulation dans l'aéronautique sont considérables. Il s'agit d'une des différences majeures avec le domaine de la santé, dont nous discuterons un peu plus tard. On estime que 10 à 15 % du budget total d'une compagnie est dédiée à la formation continue. Il s'agit d'un investissement rentable lorsque l'on sait que faire voler un avion « à vide » pour une formation représente un coût de 50 000 à 100 000 euros selon la machine. L'autre élément essentiel de ce secteur, est que le temps de formation, notamment via la simulation, fait partie intégrante de l'emploi du temps du personnel. Cela favorise la qualité des connaissances et des compétences, permettant aux personnels de s'entraîner à ce qu'ils voient tous les jours mais aussi à ce qu'ils n'observeront jamais.

#### I-1.2 Enseignement tiré des méthodes de simulation en dehors de la santé (1) :

- La formation par la simulation permet de sécuriser les pratiques.
- Planifier et dédier du temps à la formation du personnel est nécessaire.
- Dans certains secteurs d'activité, la formation par la simulation permet de réaliser des économies par rapport à la formation en situation réelle.
- Une revalidation périodique des compétences est indispensable.

- Importance de la bienveillance, comme le souligne René Amalberti (médecin, professeur de Physiologie, conseiller sécurité des soins à la HAS) : « La simulation professionnelle n'est pas un jeu. Elle donne à voir les compétences, les échecs, questionne l'égo des professionnels, et peut susciter une émotion réelle des participants. Ces dimensions peuvent servir utilement l'acquisition des compétences, mais leur gradation doit être particulièrement contrôlée, et probablement appliquée avec discernement selon les personnalités des opérateurs. Car l'opérateur de conduite en formation est bien la cible du dispositif, et c'est bien aussi le seul élément du puzzle qui ne soit pas simulé. »

## 1-2 La simulation en santé :

### 1-2.1 Définition :

La Chambre des représentants des États-Unis (11th congress, 02-2009) définit la simulation en santé de la façon suivante :

« Le terme simulation en santé correspond à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels. » (1)

## 1-2.2 Historique de la simulation en santé :

Pendant les années 1950, le Pr. Peter Safar et le Dr. Bjorn Lind s'associent au fabricant de jouet Asmund Laerdal ; ils souhaitent perfectionner les manœuvres de réanimation cardio-pulmonaire. Le travail commun de ces 3 hommes a permis de créer le célèbre mannequin « *Resusci Anne* » au début des années 1960. Au même moment, grâce aux travaux des Dr. Abrahamson et Denson, le premier mannequin contrôlé par ordinateur verra le jour, *le Sim One*, qui posera les fondements des mannequins haute-fidélité actuels (1).

L'utilisation du « patient standardisé » commence dans les années 1960 aux États-Unis, sous la direction du Dr Howard Barrows, qui simulera, à visée pédagogique, un patient atteint de Sclérose en plaques (1).

La simulation en santé a connu un essor considérable au cours des 2 dernières décennies. Elle marque la fin de la méthode traditionnelle, « *See one, Do One, Teach one* », présentant des risques de complications pour le patient et d'incompétence potentielle des apprenants (9). La simulation vise à devenir, si ce n'est déjà le cas, la méthode dédiée à la formation initiale et continue des étudiants et des cliniciens confirmés, pour la relation avec le patient, la maîtrise des gestes techniques et la gestion des situations de crise (10,11).

## 1-2.3 Les différentes techniques de simulation en santé (1):

Les différents champs de la simulation en santé apparaissent dans la figure 1, tirée du rapport HAS de 2012 de Granry et al. réalisant l'état de l'art en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé (1).

Figure 1 : Les différents champs de la simulation en santé (1)

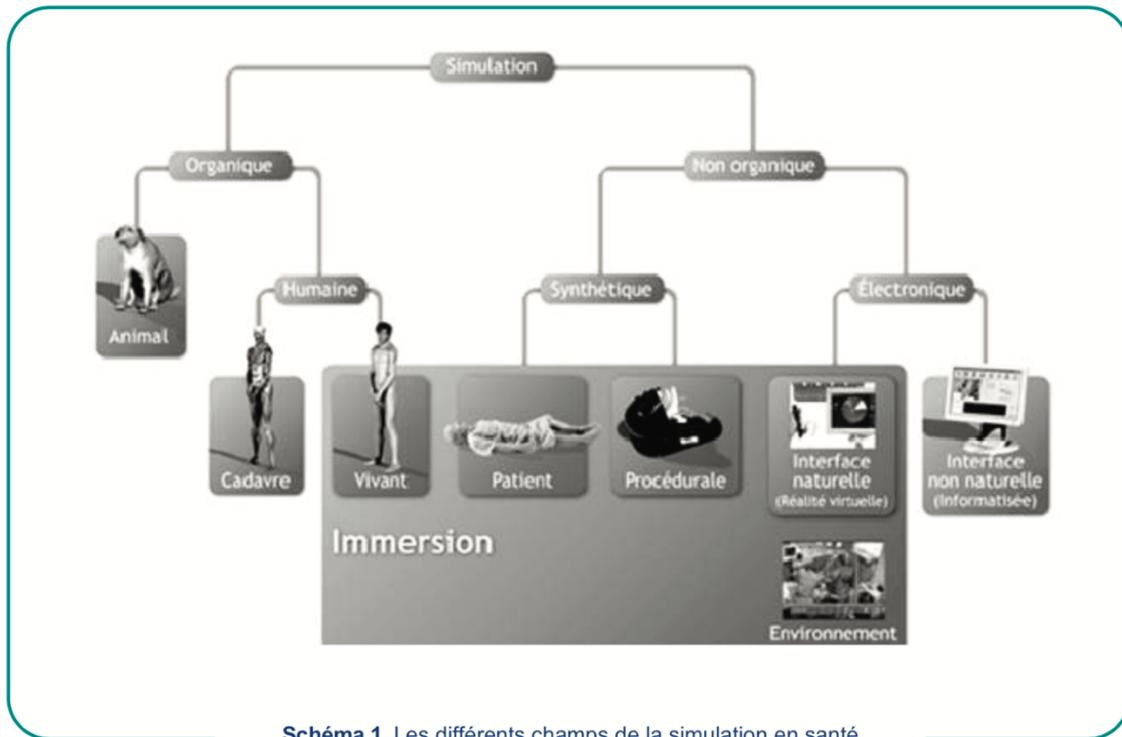


Schéma 1. Les différents champs de la simulation en santé

*Remarque Figure 1 :* L'encadré grisé correspond aux techniques de simulation les plus utilisées de nos jours. Nous voyons que les cadavres ne rentrent pas dans la zone grisée, ce qui traduit bien la difficulté d'accès à un tel support d'entraînement.

### Simulation organique :

- Animal.
- Humaine :
  - o Patient « simulé » (12) :

Le patient « simulé » est une personne spécialement formée pour interpréter l'histoire d'un vrai patient, et reproduire systématiquement les signes cliniques, la personnalité, le langage corporel et les réactions émotionnelles définies dans un scénario. Le patient « simulé » peut être un comédien amateur ou professionnel, un patient « expert »

(patient réel utilisant sa propre histoire et ses symptômes physiques). Son rôle est d'échanger des informations verbales ou non verbales avec le médecin ou le soignant, pour décrire une symptomatologie clinique ou recevoir une information liée au soin. Le patient « simulé » peut être « standardisé ». Dans ce cas, son rôle est prédéfini et il ne doit pas s'en écarter, afin de permettre en particulier une évaluation sommative des apprenants, notamment dans le cadre des Examens Cliniques Objectifs et Structurés (ECOS). La participation des patients « simulés » au débriefing, à l'issue d'une séance de simulation, est particulièrement intéressante pour les apprenants, en leur offrant l'occasion rare d'entendre « le vécu des patients » face à leurs mots (maux) et attitudes.

- Cadavres (13,14) :

L'utilisation de cadavre peut permettre un apprentissage de gestes techniques en chirurgie ainsi que dans de multiples spécialités médicales. Leur utilisation suit la réglementation en vigueur.

### Simulation hybride (15) :

- Basée sur des patients :

La simulation hybride combine le recours à des patients « simulés » et à des simulateurs procéduraux (on parle alors de simulation hybride basée sur les patients). Elle permet de lutter contre le principal grief rapporté par les apprenants : « Le manque de réalisme » des scénarii.

Figures 2 et 3 : Bras équipé d'une fistule artificielle et plastron thoracique avec cathéter central.



Grâce à la simulation hybride, les formateurs peuvent étudier 3 domaines de compétence de l'apprenant : cognitif (connaissances), psychomoteur (ses actions en conséquence) et affectif (réactions et sensations selon le comportement du patient simulé). Par ailleurs, le patient « simulé » peut remarquer des éléments pertinents au

cours du scénario qui n'auraient pas été décelés par les formateurs, et ainsi améliorer la qualité du débriefing.

- Basée sur des modèles virtuels (5,16) :

Forme de simulation hybride combinant le plus souvent des simulateurs procéduraux avec des modèles informatiques variés, permettant d'apporter des informations complémentaires à l'apprenant. Par exemple : mannequin d'intubation oro-trachéale combiné à un ordinateur donnant le statut ventilatoire du patient ; Simulateur procédural d'échographie combiné à un ordinateur modélisant en 3D de la coupe réalisée.

La simulation hybride est souvent plus intéressante chez les étudiants maîtrisant déjà les gestes techniques. En effet, multiplier les objectifs sur une seule session conduit à alourdir la charge cognitive de l'apprenant, ce qui peut entraîner des difficultés à retenir sur le long terme les connaissances acquises lors de la formation.

#### Simulation non organique :

- Synthétique :
  - o Simulateurs procéduraux (haute ou basse fidélité) (11) :

Les simulateurs procéduraux permettent un apprentissage par la répétition de gestes dans une procédure, le plus souvent technique : tête d'intubation, arbre bronchique pour endoscopie, bras pour perfusion, articulations pour ponctions/infiltrations.

- o Simulateurs tactiles et de laparoscopie chirurgicale :

Le plus simple est une boîte cachant la vision directe (*pelvic trainer*), intégrant ou non une caméra, et permettant de réaliser des exercices variés (préhension, suture,

dissection aux ciseaux...) courants en laparoscopie. Les simulateurs chirurgicaux les plus sophistiqués procurent une sensation de retour de force et de résistance à l'opérateur. Les exemples les plus courants sont retrouvés en endoscopie et en coelioscopie.

- Simulateurs patients (dits de « haute-fidélité »)

Représentés par des mannequins corps entiers pilotés par ordinateur. Ils sont capables de générer des réponses vocales, de simuler les bruits cardio-pulmonaires, de modifier les paramètres hémodynamiques (fréquence cardiaque, pression artérielle, saturation artérielle en oxygène), ou encore de changer de couleur (cyanose ...). La simulation haute-fidélité constitue un outil de formation complet pouvant réduire le fossé entre une faible exposition aux situations critiques et une pratique répétée nécessaire à une prise en charge efficace (1).

Figure 4 : Exemple de mannequin dit de « haute-fidélité »



- Électronique :
  - Réalité virtuelle et réalité augmentée basées sur des interfaces écran :

Permet d'appréhender des situations complexes, ou d'étudier des concepts illustrés de manière plus concrète par des modèles informatiques. Contrairement à l'environnement 3D, des actions physiques directes sont possibles de la part de l'apprenant, permettant de se familiariser à l'acquisition de procédures interventionnelles.

- Environnement 3D et jeux sérieux (« serious game ») :

Se rapproche par son réalisme des jeux vidéo les plus performants. Très utile pour l'apprentissage à distance et se prête bien au e-learning. Aucune limite dans la diversité des situations qu'il est possible de créer, permettant une immersion totale dans la situation mise en scène.

#### I-2.4 Les différentes infrastructures :

Les programmes de simulation peuvent être réalisés au sein de plusieurs infrastructures :

##### Les centres de simulation :

« Le centre de simulation désigne, de façon générique, des structures institutionnelles qui regroupent un ensemble de ressources humaines, scientifiques et éducationnelles, immobilières, techniques et logistiques ayant vocation à être utilisées au service de l'enseignement et de l'apprentissage dans le cadre de dispositifs – ou programmes – de formation de professionnels de santé ».

##### Simulation « in situ » :

La séance de simulation est réalisée dans l'environnement habituel de travail des participants (14). Par ce fait elle s'oppose à la simulation plus traditionnelle, dite « In-

center simulation » ou « off- site simulation », représentant les sessions de formation au sein des centres de simulation.

- Intérêts principaux de la simulation in situ :
  - Scénarii plus réalistes évoluant dans les conditions réelles de travail des équipes
  - Coût réduit pour les gestionnaires des centres de simulation, une part importante du matériel nécessaire se trouvant sur place.
  - Identification possible de menaces potentielles pour la sécurité au cours des soins, « Potential Latent Safety Threats (LST) », en rapport avec des problèmes d'organisation.
  - Possibilité de tester le fonctionnement d'un nouvel environnement de travail (construction d'un nouveau bloc opératoire, d'un nouveau service d'accueil des urgences) :
- Quelques limites de la simulation in situ (14) :
  - Contraintes techniques : risque d'altération du matériel (mannequins, audio-vidéo...) au cours du transport vers le lieu du scénario.
  - Contraintes humaines : risque de déconcentration des apprenants (interruptions de tâches, appels téléphoniques...).
  - Risque d'interférer avec le fonctionnement du service et la prise en charge des patients en cours de soins.

#### Les ateliers de simulation (14) :

Des ateliers de simulation peuvent se dérouler au sein d'un institut de formation ou lors de congrès ou de séminaires.

## 1-2.5 Conception d'un programme de simulation :

Un programme de simulation doit suivre le plan suivant (14) :

- Analyse des besoins des équipes soignantes
- Définition des objectifs pédagogiques
- Mise en place du programme de simulation (choix et description des approches, des techniques et des scénarios.)
- Évaluation du programme de simulation.

Les scénarii sont issus de situations professionnelles véritables, souvent problématiques ou nécessitant à minima des connaissances et des compétences spécifiques imposant réflexion et entraînement pour atteindre la compétence (14).

On peut distinguer 3 types d'approches pour concevoir un programme de simulation en santé (17) :

L'approche « a priori », où la simulation est utilisée de manière préventive pour former les professionnels de santé et réduire leur risque d'erreurs potentielles.

L'approche « a posteriori », qui part d'évènements indésirables associés aux soins et reconstruit ces situations afin d'identifier les dysfonctionnements systémiques et les prises de décision ayant mené à l'évènement.

L'approche basée sur « la communication avec le patient », qui est dédiée à l'annonce des évènements indésirables/dommages associés aux soins, des diagnostics de maladies graves, des prises en charge critiques ainsi qu'à la gestion des situations de crise. La maîtrise de la communication avec le patient est également fondamentale dans le cadre de l'éducation thérapeutique du patient (ETP).

La notion de « culture positive de l'erreur » est un nouveau concept qui émerge ces dernières années (17). De récents travaux montrent en effet l'importance des

erreurs dans l'apprentissage et l'impact de l'utilisation volontaire d'erreurs pour améliorer l'analyse de celles-ci, les dédramatiser et assurer un enseignement durable : « Error management training » : Proposer aux apprenants de faire intentionnellement des erreurs et observer comment le groupe se comporte (gestion des émotions, interruption du processus de soins, solidarité entre les membres de l'équipe, capacité à identifier et récupérer l'erreur).

« Chambre des erreurs » (12) : dans un environnement de soins reconstitué (chambre de patient, cabinet médical, bloc opératoire), on introduit des erreurs monothématiques ou plurithématiques (identito-vigilance, hygiène, médicament), en nombre limité (8 à 10 erreurs maximum). Le professionnel de santé doit alors les identifier lors de son passage dans « la chambre des erreurs ».

La simulation est une ressource de grande qualité pour promouvoir la multidisciplinarité, renforcer le travail en équipe et étudier les facteurs humains. Il est indispensable de tester les scénarii avant leur utilisation avec les apprenants afin de vérifier leur faisabilité et leur pertinence.

Un **programme** de simulation peut comporter une ou plusieurs **sessions** de simulation, et une session de simulation peut comporter une ou plusieurs **séances** (14).

#### I-2.6 Description d'une séance de simulation :

Chaque séance de simulation doit comporter les 4 étapes suivantes :

##### 1. Pré-briefing :

Cette première étape est fondamentale pour que la session de simulation se passe dans les meilleures conditions. Le pré-briefing vise à expliquer ou à rappeler en quoi

consiste la formation en simulation et à mettre à l'aise les participants en les assurant de la bienveillance des formateurs qui sont garants de la sécurité émotionnelle : absence de jugement porté sur les personnes elles-mêmes, confidentialité exigée des participants sur ce qui s'est passé pendant la formation, notion d'erreur sans conséquence pour le « patient mannequin » (12). Ensuite, le formateur présente les locaux, le mannequin avec ses fonctionnalités, le matériel disponible (appareils de monitoring, téléphone...) et les ressources potentielles (appel à l'aide, examens complémentaires...). Cette étape, si elle est correctement réalisée, permet d'obtenir l'adhésion des apprenants à la simulation. Elle permet également de « déconstruire » immédiatement les idées reçues, en clarifiant d'emblée les limites du matériel utilisé, afin de ne pas mettre les étudiants en difficulté lors des scénarii (18).

## 2. Briefing :

Le briefing pose le contexte du scénario : situation médicale simulée, présentation du patient... Il permet d'expliquer à chacun des apprenants son rôle et les objectifs visés.

## 3. Scénario sur simulateur :

Un scénario de qualité dépend pour beaucoup de la compétence du formateur, autant pour la construction du scénario que pour sa capacité à le piloter et le faire évoluer en temps réel en fonction des actions réalisées par les apprenants.

L'enregistrement vidéo (en respectant le droit à l'image des apprenants), permet aux apprenants « non participants » d'observer la retransmission du scénario en direct dans une autre salle, et ainsi de pouvoir bénéficier au mieux du débriefing (14).

Lors du déroulement du scénario, les apprenants sont encouragés à formuler à voix haute leurs hypothèses, questionnements ou problèmes, afin de faciliter la compréhension de leurs actions et le débriefing ultérieur.

#### 4. Débriefing :

L'adage « Le scénario n'est qu'un prétexte au débriefing » symbolise bien que celui-ci est l'étape fondamentale de la formation. Il existe 3 modalités de débriefing (12) :

- Le débriefing terminal réalisé par un « formateur débrieur » (appelé aussi « facilitateur »). C'est la méthode la plus répandue, donc celle que nous détaillerons.
- Le débriefing terminal en « autodébriefing », menée par les apprenants entre eux.
- Le « microdébriefing », réalisé directement au cours du scénario

Sa durée doit être au moins égale à celle du scénario, soit entre 30 et 90 minutes. La présence d'un co-débrieur (expert dans la spécialité médicale simulée, psychologue ...) peut améliorer la qualité du débriefing.

Le débriefing comporte 3 phases (12,14) :

- Phase descriptive (ou phase de « réaction ») :

Le formateur interroge les apprenants sur leur ressenti pendant le scénario, ce qui permet de libérer les émotions, parfois intenses, que les stagiaires ont pu vivre au cours du scénario (l'angoisse d'être passé pour quelqu'un d'incompétent auprès de leurs pairs est une crainte récurrente).

- Phase d'analyse :

C'est la phase la plus longue. Elle permet aux apprenants, grâce à des questions ouvertes, de dire ce qu'ils ont fait et d'expliquer les raisons de leurs actions. La discussion peut faire intervenir les apprenants « spectateurs ». Cette phase doit permettre d'identifier les forces et les faiblesses de chaque participant (1). L'enregistrement vidéo peut être une aide précieuse pour visionner les moments forts du scénario et appuyer les messages du formateur (14).

- Phase d'application ou de synthèse :

Permet aux participants de faire une synthèse et de récapituler ce qu'ils ont appris au cours de la séance. Il est d'usage de faire un « tour de table » afin que chacun puisse s'exprimer. On peut conclure la séance en demandant aux participants de décrire ce qu'ils feraient si la même situation survenait. Enfin, il est important de remettre un document support en fin de séance, tel qu'une fiche d'aide à la progression (14), résumant les principales connaissances et compétences acquises au cours de la formation et pouvant suggérer des axes de progression.

Pour réaliser un débriefing de qualité, plusieurs éléments sont considérés comme essentiels :

- Assurer et garantir la sécurité psychologique des apprenants.
- L'a priori favorable sur les compétences et aptitudes des apprenants : pendant le briefing, le formateur pourra affirmer qu'il a confiance dans la compétence et la capacité des apprenants à résoudre la situation clinique proposée, qu'il n'y aura pas de piège.
- Des objectifs pédagogiques clairs, se focalisant sur quelques points précis.
- Le débriefing doit avoir lieu dès que possible après le scénario.
- L'utilisation de questions ouvertes : limite les suppositions et les interprétations et favorise l'autoévaluation.
- Le respect des silences : quand le formateur pose une question, il ne doit pas « meubler » le silence et anticiper une réponse qui ne vient pas. Cet intervalle de silence est précieux pour l'apprenant, lui permettant de mobiliser et hiérarchiser ses connaissances.

## I-2.7 Critères de bonne pratique de la simulation en santé :

Granry et al., lors de la rédaction de leur rapport HAS en 2012, « État de l'Art en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la Santé (1) », ont synthétisé 12 points caractérisant les bonnes pratiques de la formation par simulation.

Détaillons certains de ces points :

- La pratique « délibérée » : méthode d'entraînement suivant certains principes spécifiques :
  - A chaque objectif correspond un niveau approprié de difficulté
  - La pratique est ciblée, répétée
  - Un feedback des formateurs, dirigé sur la seule performance professionnelle (12), permet aux apprenants de corriger leurs erreurs.
  - L'atteinte du standard visé précède l'évolution vers un autre objectif, plus complexe, comme le préconise le « Mastery Learning ».
- L'intégration dans le curriculum :

La simulation doit devenir une méthode de formation aussi commune que la revue de la littérature ou le travail en laboratoire. La pratique de la simulation doit donc être organisée, planifiée et reconnue.

- Évaluation des formations :

Elle peut se faire de plusieurs façons :

- Observation simple de la performance des participants
- Évaluation écrite des connaissances
- Mesure objective des performances via des critères validés et une formalisation de l'évaluation.

Notre étude sur la ponction articulaire s'est attachée à respecter ces 3 critères d'évaluation, afin de s'assurer de la qualité de la formation.

- Formation d'équipes :

Les dysfonctionnements à l'intérieur des équipes soignantes sont responsables de nombreux effets indésirables. La simulation est un outil de choix pour améliorer la cohésion du groupe en facilitant la communication, en permettant à chacun de mieux définir son rôle au sein d'une équipe.

- Évaluations sanctionnantes :

La simulation commence à être utilisée en France comme outil de certification initiale ou de revalidation des professionnels de santé. Cela s'intègre parfaitement aux objectifs du Développement Professionnel Continu (DPC). Le DPC comporte l'analyse par tous les professionnels de santé de leurs pratiques professionnelles ainsi que l'acquisition ou l'approfondissement de connaissances ou de compétences. Il constitue une obligation individuelle qui s'inscrit dans une démarche permanente.

Formation des formateurs :

Les formateurs en simulation, qu'ils soient occasionnels (moins de 6 séances de formation /an) ou réguliers (plus de 6 séances de formation /an), doivent détenir une formation spécifique à la simulation (diplômes universitaires, formations officielles en France ou à l'étranger, stages, formations courtes) (14).

De nos jours, la qualité des soins et la sécurité des patients s'imposent à chaque professionnel de santé. Revenons sur la définition d'un Évènement Indésirable Associé aux Soins (*articles R. 6111-1. et R. 1413-67. du Code de la Santé Publique* (17)) :

- Évènement défavorable survenant chez un patient

- Associé aux soins (lors d'investigation, de traitement, d'actes médicaux, ou d'actions de prévention)
- Qui a, ou aurait pu, provoquer des dommages chez le patient
- Qui s'écarte des résultats escomptés ou des attentes de soins
- Qui est inattendu au regard de l'état de santé du patient ou de l'évolution naturelle d'une pathologie

Aujourd'hui, il ne devrait plus être acceptable de réaliser un geste invasif sur un patient sans un entraînement préalable sur simulateur (11,19). L'usage de la simulation ne protège pas que les patients. Elle protège également le personnel de santé inexpérimenté de certaines conséquences juridiques, éthiques, psychiques voir physiques, pouvant survenir lors des « premières fois » dans la vie réelle, chez les individus non ou mal préparés (4). Le professionnel de santé impliqué dans l'évènement indésirable peut ressentir une lourde culpabilité, voir une perte de confiance en ses capacités professionnelles. Cet état de fait peut le mener à une souffrance telle qu'il peut alors être qualifié de « seconde victime » de l'évènement indésirable (17).

L'environnement où se déroule les sessions de formation doit être adapté aux objectifs pédagogiques (20) :

Une formation visant la maîtrise d'un geste technique doit optimiser au maximum le simulateur procédural utilisé, qui doit être réaliste, ce qui ne repose pas uniquement sur son aspect physique. Cette notion est reflétée par la « *Functional Task Alignment* » (FTA), où « réponse adaptée du simulateur aux gestes réalisés ». L'analyse de la FTA d'un simulateur procédural évalue, par rapport à la réalité, la qualité de la réponse du mannequin au geste réalisé. Elle permet d'évaluer la qualité

du simulateur à reproduire une réponse similaire à une situation clinique réelle selon la réalisation correcte, ou incorrecte, de la procédure (11,21).

La notion de « fidélité » en simulation comporte 4 dimensions (14) :

- La fidélité psychologique, qui renvoie au degré avec lequel le participant accepte la simulation comme une alternative valable à la réalité.
- La fidélité de l'équipement, qui renvoie au degré avec lequel le simulateur reproduit l'aspect et le comportement de l'équipement réel (*FTA*)
- La fidélité de l'environnement, qui renvoie au degré de réalisme des indices visuels et sensoriels présents dans la salle de simulation
- La fidélité temporelle, qui renvoie à la façon dont le temps évolue au cours du scénario. Tout « raccourci » temporel, par exemple, réduit cette dimension de la fidélité (exemple : ne pas respecter le temps nécessaire à l'obtention des examens complémentaires demandés, efficacité immédiate des thérapeutiques administrées...)

Une technique pédagogique mise au point par Benjamin Bloom en 1968, dénommée « Mastery Learning » (apprentissage de la maîtrise), constitue l'une des clés de voûte en simulation. Le « Mastery Learning » consiste en une formation échelonnée et progressive, dans laquelle les apprenants ne se forment à de nouvelles connaissances, de nouveaux gestes, plus complexes, qu'une fois maîtrisé les objectifs précédents (1). La maîtrise des objectifs étant systématiquement garantie par une évaluation sommative individuelle. Les apprenants doivent donc réaliser, sans limite de temps et avec « feedback » des instructeurs, les différentes tâches à accomplir jusqu'à les maîtriser. A noter que tous les étudiants n'ont pas les mêmes courbes d'apprentissage, le temps nécessaire à l'acquisition d'une compétence est donc

variable d'un sujet à l'autre (11). Les scénarii devront être de difficulté croissante sans être inutilement compliqués pour le stagiaire (1).

I-2.8 Évaluation de l'impact d'une formation par la simulation (modèle de Kirkpatrick) :

Le chercheur américain Donald Kirkpatrick a mis au point en 1959 un modèle d'évaluation des formations (tout domaine confondu). Ce modèle sera modifié à plusieurs reprises, avant d'être une dernière fois perfectionné en 2010 par James et Wendy Kirkpatrick.

Il permet d'évaluer une formation définie selon 4 niveaux (1,22) :

- Niveau 1 : La réaction :

À quel point les participants trouvent la formation satisfaisante et pertinente par rapport à leur travail. Cette satisfaction est le plus souvent appréhendée sous forme de questionnaires de satisfaction. A noter qu'une évaluation positive n'est pas synonyme d'un apprentissage réussi (14).

- Niveau 2 : L'apprentissage :

À quel point les participants acquièrent les connaissances, les compétences et le comportement attendus du fait de leur participation à la session de simulation. Il s'agit ici de l'évaluation pédagogique. On peut dichotomiser ce niveau en 2 parties :

- Niveau 2A : l'acquisition des compétences est auto-évaluée par l'apprenant.
- Niveau 2B : L'acquisition des compétences est mesurée objectivement par évaluation : examen des connaissances, évaluation par le formateur.

A réaliser idéalement avant et après la session de simulation pour mesurer les progrès réalisés (14).

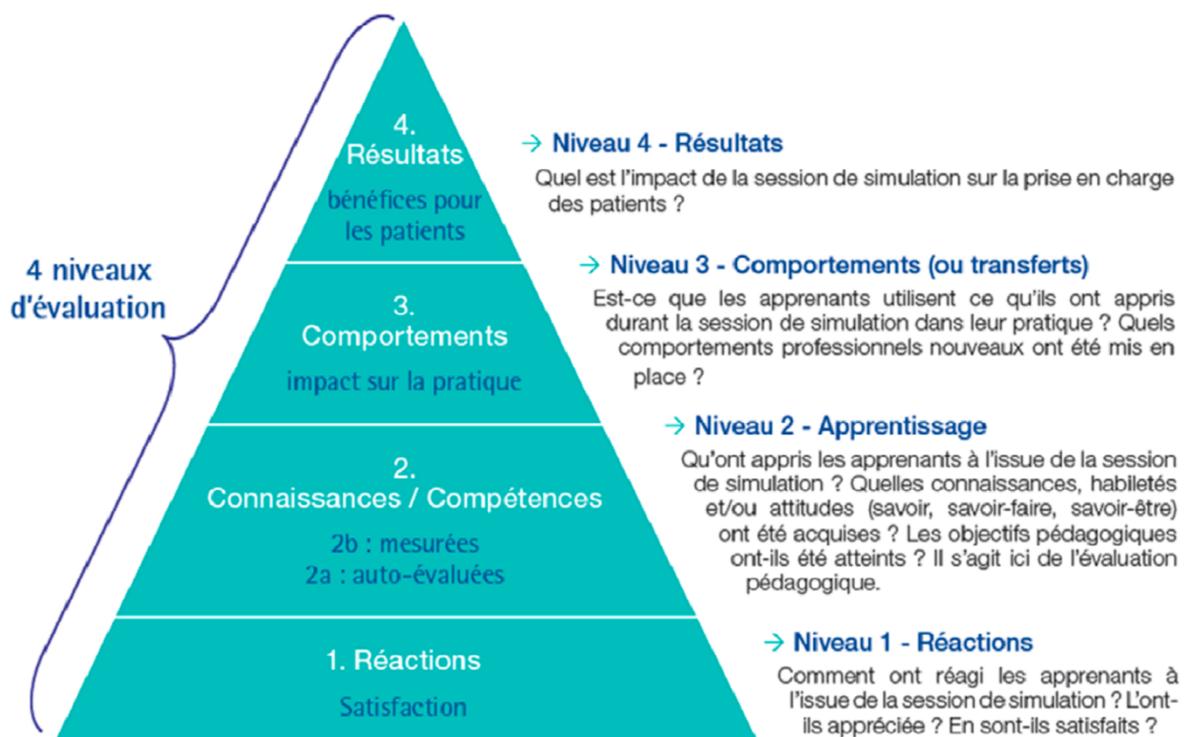
- Niveau 3 : Le comportement :

À quel point les participants appliquent ce qu'ils ont appris pendant la formation lorsqu'ils sont de retour au travail. Correspond au degré de transfert dans la pratique réelle.

- Niveau 4 : Les résultats :

À quel point les résultats visés sont atteints à la suite de la formation. Ce niveau mesure l'impact de la session de simulation sur la prise en charge des patients.

Figure 5 : Modèle modifié de Kirkpatrick (1)



## I-2.9 : Rôle de l'enseignant :

De nouvelles recommandations, des avancées technologiques, diagnostiques et thérapeutiques dans le domaine de la santé apparaissent chaque semaine. Il est donc primordial de promouvoir le « *Self Regulated Learning* », afin que les étudiants « apprennent à apprendre ». Néanmoins, le rôle de l'enseignant, via son « feedback » au cours des sessions de formation demeure fondamental. Le « *feedback* » peut être défini comme une remarque portant sur la comparaison entre la performance réalisée par l'apprenant avec le gold standard représentée par l'objectif de la formation (algorithme diagnostique ou thérapeutique, geste technique, attitude physique lors d'une consultation...). En simulation procédurale, dédiée à l'acquisition de savoir-faire technique, le « feedback » doit se concentrer sur le procédé et non sur le résultat. En effet, une grande majorité des simulateurs procéduraux actuels apportent automatiquement une réponse sur la réussite ou non du geste (bip sonore, obtention de liquide, voyant lumineux...), l'enseignant a donc tout son rôle sur l'encadrement de la technique utilisée, plus que sur le résultat en soi (11).

Le renforcement positif de l'enseignant est tout aussi important que le feedback correctif. Il permet d'accroître le niveau de confiance de l'apprenant et de l'encourager à poursuivre dans ce sens (11).

## I-2.10 État des lieux de la simulation en santé : Un développement inégal :

L'équipe du centre de simulation de Bristol (Royaume Uni), effectue régulièrement un travail de recensement mondial des centres de simulation : <http://www.bmsc.co.uk/>

## Simulation en Amérique du Nord : Un support pédagogique incontournable (1)

En Amérique du Nord, la simulation est utilisée de façon routinière dans les formations médicales, chirurgicales et paramédicales. Le premier centre de simulation canadien a ouvert en 1995 à Toronto, peu de temps après les premiers centres aux États-Unis.

La simulation y est devenue un outil d'attractivité des centres hospitaliers et des universités. Les établissements ne disposant pas de centre de simulation sont désormais considérés comme peu attractifs aussi bien par les patients que par les étudiants.

Les centres de simulation y ont plusieurs objectifs bien définis :

- Enseignement
- Recherche dans le domaine médical et dans l'étude des facteurs humains et des compétences non techniques (communication et travail en équipe)
- Certification (obtention du diplôme de formation initiale) et réévaluation (autorisation d'exercice soumise à une revalidation régulière) des professionnels de santé.

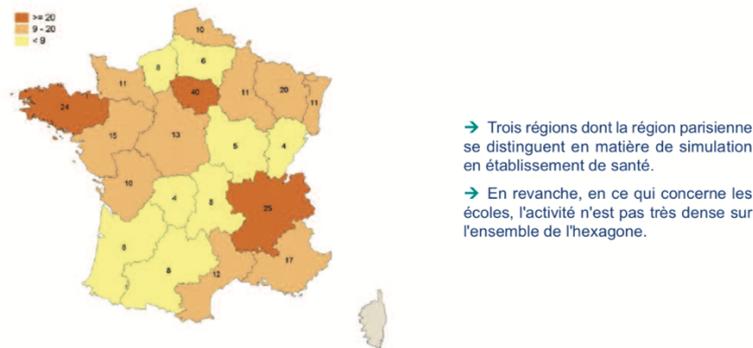
Les ressources financières allouées à la simulation sont importantes, ce qui facilite la croissance de ce secteur.

## Simulation en France : une activité émergente :

Granry et al.(1), dans leur rapport de mission HAS de 2012, ont réalisé une analyse des activités en simulation auprès de 275 structures de santé au niveau national :174 établissements de santé (publiques, privés, centre de lutte contre le cancer) et 101 écoles (facultés de médecine et de pharmacie, écoles de sage-femme).

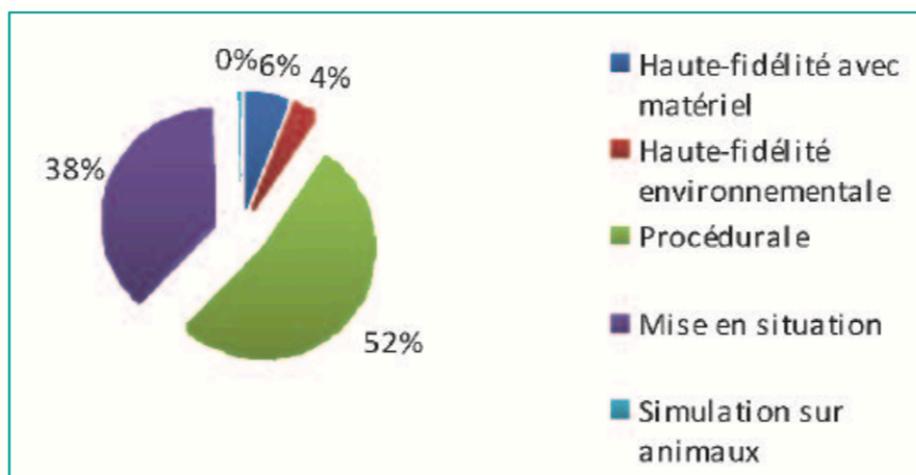
La répartition géographique de ces structures avec activités de Simulation est inégale sur le territoire, avec 3 zones de concentration principales : l'île de France, la Bretagne et l'Auvergne-Rhône-Alpes.

Figure 6 : Répartition géographique globale des activités de simulation en France (1)



L'analyse des différentes techniques de simulation utilisées dans ces établissements révèle une majorité d'activité de simulation procédurale (apprentissage ciblé de techniques) et de mises en situation (études de cas ou jeux de rôles). Les activités de haute-fidélité et de simulation animale sont beaucoup plus faibles, probablement en raison du coût du matériel et des difficultés organisationnelles qui y sont liées.

Figure 7 : Proportion des différentes techniques de simulation au sein des centres français (1)



Certaines disciplines médico-chirurgicales sont davantage pratiquées en Simulation en France : SAMU/CESU et Médecine d'Urgence, Obstétrique, Anesthésie-Réanimation, Néonatalogie et Chirurgie. Ces spécialités étant historiquement les plus à risques, et celles avec le plus d'antériorité en formation procédurale.

Les dernières années ont vu apparaître des formations universitaires reconnues et diplômantes, pour le personnel souhaitant acquérir des compétences de formateur en simulation : « DIU Simulation en sciences de la Santé » d'Angers-Caen-Tours, « DU Formateur à l'enseignement sur simulateur » ... Dans la même optique, de plus en plus de DU de spécialités médico-chirurgicales utilisent des techniques de simulation pendant les formations afin d'améliorer les connaissances et les compétences des apprenants.

Le coût élevé du matériel de simulation, le coût, la disponibilité et la formation des formateurs sont des enjeux majeurs pour le développement de l'enseignement par la simulation.

I-2.11 : Les 10 propositions de la Haute Autorité de Santé en faveur de la simulation :

En 2012, la Haute Autorité de Santé (HAS) a édité 10 propositions pour promouvoir le développement de l'enseignement par la simulation en France (cf tableau ci-dessous).

Tableau 1 : Simulation en santé, 10 propositions (1)

Simulation en santé : 10 propositions	
<b>Proposition 1</b>	→ La formation par les méthodes de simulation en santé doit être intégrée dans tous les programmes d'enseignement des professionnels de santé à toutes les étapes de leur cursus (initial et continu). Un objectif éthique devrait être prioritaire : « <b>jamais la première fois sur le patient</b> ».
<b>Proposition 2</b>	→ L'importance de l'impact de la formation par la simulation sur les facteurs humains et le travail en équipe ainsi que son utilité dans la sécurité des soins doivent être largement étudiés.
<b>Proposition 3</b>	→ Une politique nationale doit permettre à la formation par la simulation d'être valorisée et dotée de manière adaptée.
<b>Proposition 4</b>	→ La formation initiale et continue par la simulation doit faire l'objet de coopérations entre les universités et les structures de soins ou les instituts de formation (publics ou privés).
<b>Proposition 5</b>	→ Les formateurs en matière de simulation doivent bénéficier d'une compétence réelle, validée par l'obtention de diplômes universitaires spécifiques.
<b>Proposition 6</b>	→ Chaque société savante doit identifier des programmes de formation par la simulation adaptés aux priorités de leur discipline.
<b>Proposition 7</b>	→ L'ensemble des ressources doit faire l'objet d'une mutualisation selon des critères validés (plates-formes équipées accessibles, banque de scénario, programmes de DPC, etc.).
<b>Proposition 8</b>	→ Au niveau national ou régional, les accidents les plus graves ou les plus significatifs doivent faire l'objet de reconstitutions en simulation afin d'en analyser les causes et de prévenir leur répétition.
<b>Proposition 9</b>	→ La simulation peut être utilisée comme un outil de validation des compétences (ou de transfert de compétences) des professionnels au sein de structures « certifiées ».
<b>Proposition 10</b>	→ Les travaux de recherche sur la simulation en santé doivent faire l'objet d'une méthodologie rigoureuse et d'une collaboration en réseau.

### I-3. Simulation et Rhumatologie :

La Rhumatologie, contrairement à d'autres spécialités comme l'Anesthésie-Réanimation, la Médecine d'Urgence, la Néonatalogie, la Pédiatrie ou la Gynécologie-Obstétrique, a peu développé l'enseignement par la simulation.

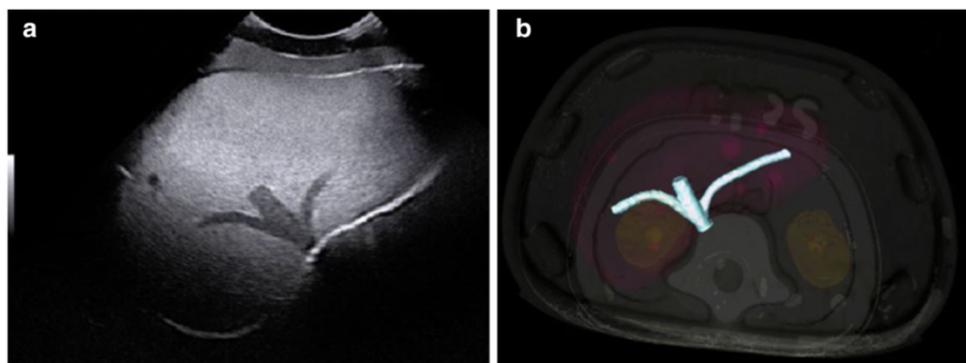
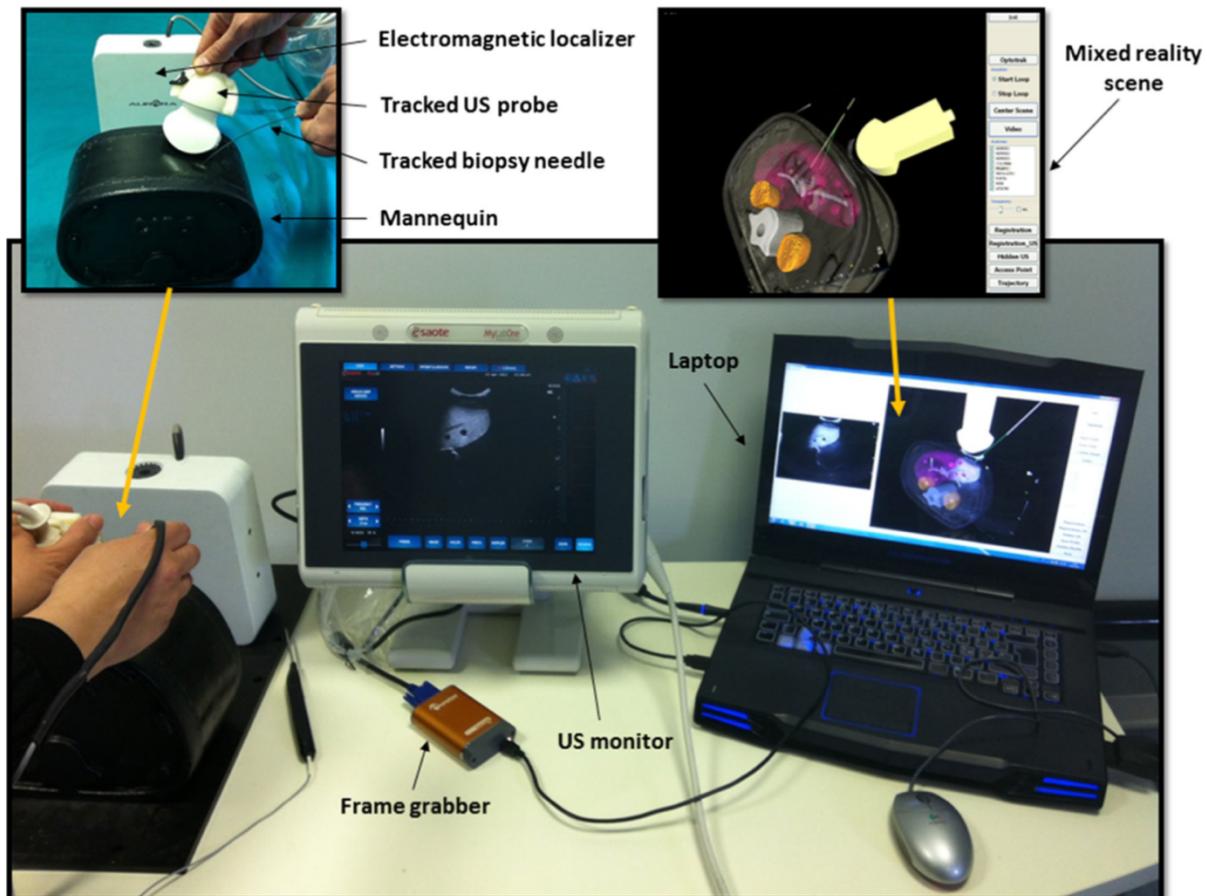
Rappelons cependant que le texte n°49 du Journal officiel de la République française inscrit la simulation comme méthode d'enseignement et d'évaluation du Diplôme d'Études Spécialisées de Rhumatologie (23). La Rhumatologie doit donc utiliser la simulation, et s'y prête parfaitement dans plusieurs domaines :

- simulation de l'examen clinique (15)

- simulation d'une annonce diagnostique
- simulation pour l'échographie diagnostique et interventionnelle :

L'échographie, dite « opérateur-dépendant », nécessite, outre une parfaite connaissance de l'anatomie de la région étudiée, une capacité à se représenter en 3D des coupes planes en 2D, notamment lors de l'échographie interventionnelle, afin de pouvoir anticiper la « balistique » de l'aiguille jusqu'à la cible visée. Devenue un outil majeur du praticien, tant diagnostique que thérapeutique, l'échographie suppose une période d'apprentissage relativement longue. Les simulateurs procéduraux échogènes (comme ceux que nous avons utilisés dans notre travail), et la simulation hybride avec réalité virtuelle, permettent aujourd'hui d'accélérer cet apprentissage. Freschi et al. ont démontré en 2015 l'intérêt de la réalité augmentée pour améliorer la formation à l'échographie diagnostique et interventionnelle. Ils disposaient d'un mannequin physique d'échographie abdominale relié à un moniteur d'échographie (images classiques en 2D), qui était complété sur un autre écran d'une modélisation 3D de l'anatomie visualisée. L'anatomie 3D évoluait sur l'autre écran simultanément au déplacement de la sonde d'échographie. Après 10 minutes de prise en main, ils ont demandé à 36 novices en échographie de mettre en évidence la bifurcation de la veine porte, 18 d'entre eux en utilisant uniquement le moniteur classique d'échographie (groupe « classique »), tandis que les 18 autres bénéficiaient en complément de la modélisation 3D (groupe « hybride »). Soixante dix huit pour cent des étudiants du groupe hybride ont réussi (52 secondes en moyenne) contre seulement 45 % du groupe classique (65 secondes en moyenne). Quatre échographistes experts ont jugé ce procédé facile d'utilisation et utile pour l'entraînement des novices, leur permettant d'acquérir une bonne représentation 3D de l'espace (5).

Figures 8 et 9 : simulation hybride basée sur la réalité virtuelle (5)



**a** A correct visualization of the target for the test session. **b** 3D virtual model of the portal vein bifurcation

- Simulation de gestes techniques :

Les principaux gestes pouvant être enseignés via la simulation en Rhumatologie sont les ponctions et infiltrations (corticoïdes, visco-supplémentation, « platelet-rich plasma » {PRP}) des articulations périphériques et l'apprentissage de la ponction

lombaire. Cet enseignement peut se faire sous repères cliniques ou échographiques (6,24).

Cette formation aux gestes techniques est essentielle. En effet, il est demandé aux étudiants en médecine ainsi qu'aux internes de spécialité, dont les rhumatologues, de maîtriser certains gestes techniques fondamentaux. Paradoxalement à cet objectif clairement établi, il n'existe pas, à ce jour, de cadres structurés et de recommandations sur les modalités d'apprentissage de ces procédures. Chaque étudiant est donc livré, selon les terrains de stage où il évolue, au hasard d'avoir l'opportunité de réaliser telle ou telle procédure (2,9). Il faut par ailleurs que ses responsables de stage lui laissent l'opportunité de réaliser ce geste, et que lui-même accepte de se lancer avec une inexpérience quasi complète. On voit donc que cette formation est très aléatoire, et surtout dangereuse pour le patient qui constituera le premier support de formation d'un individu inexpérimenté aux gestes invasifs. En conséquence, la majorité des étudiants, ainsi qu'un certain nombre d'internes, ne se sentent pas confiants pour réaliser des gestes qu'ils devraient en théorie savoir maîtriser.

Brydges et al. (25) ont analysé 67 études portant sur les modalités de formation de 5 gestes techniques considérés comme fondamentaux à maîtriser pour les internes américains et canadiens selon l'American Board of Internal Medicine (ABIM) et le Royal College of Physicians and Surgeons of Canada (RCPSC) : la ponction lombaire, la ponction articulaire, la ponction pleurale, la « paracentèse » en règle générale et la mise en place d'un cathéter veineux central. Il est ressorti 3 grandes méthodes de formation :

« See one, Do One » : Véritable « marque de fabrique » de l'apprentissage traditionnel, avec démonstration unique par le formateur avant de réaliser soit même le geste sur le patient.

« Educational-Theory Informed » : Utilisant de multiples ressources éducatives dont « le mastery learning », où l'étudiant pratique jusqu'à maîtriser la compétence avant de passer à une étape plus complexe.

« Medical Procedure Service » : Les étudiants bénéficient de stages de 2 à 4 semaines dans différentes spécialités médicales, où ils apprennent auprès de spécialistes en la matière les gestes techniques dédiés (apprentissage de la ponction articulaire en Rhumatologie, de la ponction pleurale en Pneumologie...). Ces stages pratiques sont précédés par des cours théoriques et des entraînements sur simulateurs dédiés.

Parmi ces différentes méthodes, c'est la « Medical Procedure Service » qui présente le plus fort intérêt éducatif, entremêlant l'apprentissage sécurisant de la simulation et son application directe clinique dans des milieux compétents, avec un feedback systématique d'un spécialiste du domaine. Cette méthode serait encore améliorée si on y intégrait le « mastery learning » sur simulateur avant la tentative sur le patient, car Brydges et al. rappellent que la simulation est et restera « un précurseur à l'entraînement clinique réel ».

## **II. Enquête nationale sur l'état des lieux de l'enseignement par la simulation en Rhumatologie en France :**

### II-1. Matériel et méthodes :

Nous avons mis au point un questionnaire standardisé, sous forme de QCM et de réponses ouvertes courtes, afin de dresser un état des lieux des pratiques, au niveau national, en matière de simulation en Rhumatologie.

Trente-quatre questionnaires ont été envoyés par mail, via « Google doc © » suivant le lien suivant :

[https://drive.google.com/open?id=1zxmMCTiawBAFS2m-TRz6rLoXv7FkoEwJLISH\\_KqghwA](https://drive.google.com/open?id=1zxmMCTiawBAFS2m-TRz6rLoXv7FkoEwJLISH_KqghwA)

Liste des chefs de service et/ou PU-PH de Rhumatologie auxquels le questionnaire a été adressé :

Pr Francis BERENBAUM, APHP Saint Antoine

Pr Philippe BERTIN, Limoges

Pr Maxime BREBAN, APHP Ambroise Paré

Pr Véronique BREUIL, Nice

Pr Alain CANTAGREL, Toulouse

Pr Roland CHAPURLAT, Hospices civils de Lyon

Pr Xavier CHEVALIER, APHP Henri Mondor

Pr Bernard CORTET, Lille

Pr Michel DE BANDT, Martinique Pointe-à-Pitre, Fort-de-France

Pr Françoise DEBIAIS, Poitiers

Pr Géraldine FALGARONE, APHP Bobigny

Pr Bruno FAUTREL, APHP Pitié Salpêtrière

Pr Philippe GAUDIN, Grenoble

Pr Vincent GOEB, Amiens

Pr Philippe GOUPILLE, Tours

Pr Pascal GUGGENBUHL, Rennes

Pr Pierre LAFORGUE, Marseille

Pr Benoît LE GOFF, Nantes

Pr Erick LEGRAND, Angers

Pr Christian MARCELLI, Caen  
Pr Xavier MARIETTE, APHP Kremlin Bicêtre  
Pr Jacques MOREL, Montpellier/Nîmes  
Pr Paul ORNETTI, Dijon  
Pr Pascal RICHETTE, APHP Lariboisière,  
Pr Christian ROUX, APHP Cochin  
Pr Jean Hugues SALMON, Reims  
Pr Alain SARAUX, Brest  
Pr Thierry SCHAEVERBEKE, Bordeaux  
Pr Jean SIBILIA, Strasbourg  
Pr Martin SOUBRIER, Clermont Ferrand  
Pr Thierry THOMAS, Saint Etienne  
Pr Isabelle VALCKENAERE, Nancy  
Pr Olivier VITTECOQ, Rouen  
Pr Daniel WENDLING, Besançon

20 réponses ont été obtenues sur les 34 questionnaires envoyés.

## II-2. Réponses aux différentes questions :

**Utilisez-vous déjà des techniques de simulation comme méthode d'ENSEIGNEMENT pour les étudiants hospitaliers ? Si oui quelles méthodes ?**  
**20 réponses complétées**

- Simulateurs procéduraux basse technicité : 35 %
- Simulateurs procéduraux haute technicité : 15 %
- Jeux de rôles (avec les personnels du service) : 30 %
- Patients simulés : 30 %
- Simulation Hybride (plusieurs techniques de simulation) : 5 %
- Aucune : 35 %

*Commentaire de l'un des répondeurs :*

Utilisation de simulateurs procéduraux basse technicité de type mannequins genoux, épaules et poignets non échogènes.

Scénarii réalisés via jeux de rôles et patients simulés, joués par les PU-PH, exemple : Patient avec une polyarthrite rhumatoïde sous méthotrexate : Formation des étudiants sur la relation médecin-malade, l'examen clinique et la recherche d'effets indésirables du traitement.

**Utilisez-vous déjà des techniques de simulation comme méthode d'ENSEIGNEMENT pour les internes ? Si oui quelles méthodes ? 20 réponses complétées**

- Simulateurs procéduraux basse technicité : 40 %
- Simulateurs procéduraux haute technicité : 10 %
- Jeux de rôles (avec les personnels du service) : 20 %
- Patients simulés : 20 %
- Simulation Hybride (plusieurs techniques de simulation) : 5 %
- Aucune : 50 %

**Utilisez-vous déjà des techniques de simulation comme méthode d'ENSEIGNEMENT en formation continue ? Si oui quelles méthodes ? 20 réponses complétées.**

- Simulateurs procéduraux basse technicité : 20 %
- Simulateurs procéduraux haute technicité : 5 %
- Jeux de rôles (avec les personnels du service) : 5 %
- Patients simulés : 0 %
- Simulation Hybride (plusieurs techniques de simulation) : 0 %
- Aucune : 70 %

**Quels sont vos objectifs pédagogiques pour les étudiants hospitaliers ?**

- *Réponse 1* : Relation médecin-malade, apprentissage de l'examen clinique, évaluation des connaissances théoriques
- *Réponse 2* : Apprendre l'examen clinique rhumatologique sur eux-mêmes avant de le réaliser sur le patient.
- *Réponse 3* : Connaître les indications et savoir réaliser une ponction de genou et une ponction lombaire.
- *Réponse 4* :
  - Former les étudiants au raisonnement clinique à partir de leur propre recueil d'informations au lit du malade lors de la visite. Nous les habituons à formuler une phrase de synthèse résumant la question posée, puis à envisager des hypothèses de façon très ouverte, à les critiquer puis les hiérarchiser avant de proposer des méthodes d'investigation.

- Lecture des examens d'imagerie, pendant les visites et les consultations, donc en vie réelle et non en séance de simulation.
- *Réponse 5* : Apprentissage de la ponction lombaire
- *Réponse 6* : Simulation utilisée en sémiologie (jeux de rôles entre étudiants) et pour l'apprentissage de la relation médecin-patient (patients simulés). Savoir réaliser un examen clinique de l'appareil locomoteur, savoir raisonner devant des douleurs de l'appareil locomoteur, apprentissage des gestes techniques sur des articulations factices (ponction de genou notamment).
- *Réponse 7* : Apprentissage de la ponction articulaire.
- *Réponse 8* : Formation aux gestes de médecine générale
- *Réponse 9* : Savoir diagnostiquer et traiter les pathologies listées dans les items de l'ECN
- *Réponse 10* : Très bon niveau de connaissance en Rhumatologie pour l'ECN.
- *Réponse 11* : Apprentissage de la relation médecin-patient
- *Réponse 12* : Apprentissage de l'examen clinique de l'appareil locomoteur, interprétation des examens cliniques, assister à des gestes techniques et des consultations.
- *Réponse 13* : Apprentissage de la ponction articulaire du genou.

#### **Quels sont vos objectifs pédagogiques pour les internes ?**

- *Réponse 1* : Apprentissage des gestes techniques sur les mannequins
- *Réponse 2* : Les accompagner et les guider pour qu'ils soient plus à l'aise dans la pratique des gestes en Rhumatologie (ponctions et infiltrations) et dans la conduite d'une consultation.
- *Réponse 3* : Acquisition des connaissances et des compétences en pathologies de l'appareil locomoteur, gestes techniques et échographie.
- *Réponse 4* : Apprentissage de la relation médecin-patient
- *Réponse 5* : Gestes techniques
- *Réponse 6* : Autonomie
- *Réponse 7* : Savoir diagnostiquer et traiter les pathologies rhumatologiques. Savoir définir le parcours de soin optimal pour un patient donné. Savoir effectuer les gestes listés par le COFER (Ponction genou, épaule, poignet et cheville) (23)
- *Réponse 8* : Formation aux gestes de Rhumatologie, avec et sans échographie.
- *Réponse 9* : Apprentissage de la ponction articulaire.
- *Réponse 10* : Pour les Internes, utilisation seulement d'articulations factices (épaule, genou, poignet) pour les gestes, notamment écho-guidés.
- *Réponse 11* : Annonce d'un diagnostic
- *Réponse 12* : Mêmes objectifs que ceux énoncés plus haut pour les étudiants hospitaliers, en ajoutant les orientations thérapeutiques.

**Utilisez-vous déjà des techniques de simulation comme méthode d'ÉVALUATION pour les étudiants hospitaliers ? Si oui quelles méthodes ? 19 réponses complétées.**

- Simulateurs procéduraux basse technicité : 5 %
- Simulateurs procéduraux haute technicité : 5 %
- Jeux de rôles (avec les personnels du service) : 16 %

- Patients simulés : 16 %
- Simulation Hybride (plusieurs techniques de simulation) : 5 %
- Aucune : 68 %

*Commentaire de l'un des répondants :*

Scénarii réalisés via jeux de rôles et patients simulés, joués par les PU-PH, dans le cadre des ECOS et CSCT (Certificat de Synthèse Clinique et Thérapeutique).

**Utilisez-vous déjà des techniques de simulation comme méthode d'ÉVALUATION pour les internes ? Si oui quelles méthodes ? 20 réponses complétées.**

- Simulateurs procéduraux basse technicité : 10 %
- Simulateurs procéduraux haute technicité : 10 %
- Jeux de rôles (avec les personnels du service) : 0 %
- Patients simulés : 0 %
- Simulation Hybride (plusieurs techniques de simulation) : 0 %
- Aucune : 90 %

*Commentaire de l'un des répondants :*

Pas d'évaluation pour les internes, uniquement de la formation.

**Si vous utilisez des techniques de simulation, où se déroulent ces sessions ? 12 réponses complétées**

- Directement au sein de votre service : 50 %
- Dans le centre de simulation de votre établissement (Hospitalier ou Universitaire) : 75 %
- Dans un autre centre de simulation : 8 %

*Commentaires :*

- Centre de simulation « Présage © » à Lille
- Laboratoire expérimental de simulation de médecine intensive de l'université de Nantes (« SiMU © » de Nantes : <https://lesimudenantes.univ-nantes.fr> )
- « NorSimS © » de Caen (<http://norsims.unicaen.fr/>)

**Si les sessions de simulation se déroulent dans un centre de simulation extérieur à votre établissement, pouvez-vous préciser sa localisation et sa nature ?**

- *Commentaire de l'un des répondants :* École de chirurgie de Paris, sur sujets froids, lors des journées organisées par les laboratoires pharmaceutiques.

**Quelle est la périodicité des sessions d'enseignement en simulation pour les étudiants hospitaliers ? – 13 réponses complétées**

- Chaque stage : 85 %
- Annuelle : 31 %
- Autre : 8 %
- **Si "Autre" périodicité, pouvez-vous préciser ?**
  - *Réponse 1* : « Chaque stage » si possible mais « Annuelle » au minimum pour les étudiants hospitaliers passés en stage de Rhumatologie.

*Commentaires :*

- *Réponse 2* : Une fois par an au sein de la faculté et à chaque stage dans le service de Rhumatologie.
- *Réponse 3* : Formation annuelle pour les DFASM1, et à chaque stage pour les étudiants du service.

**Quelle est la périodicité des sessions d'enseignement en simulation pour les internes ? 12 réponses complétées.**

- Chaque stage : 50 %
- Annuelle : 17 %
- Autre : 33 %
- **Si "Autre" périodicité, pouvez-vous préciser ?**

*Commentaires :*

- *Réponse 1* : Formation également annuelle des promotions de médecine générale.
- *Réponse 2* : A chaque semestre
- *Réponse 3* : A la demande des internes, selon leur ressenti en besoin de formation

**Réalisez-vous systématiquement les 3 étapes d'une séance de Simulation ? 11 réponses complétées**

- Briefing : 63 %
- Déroulement du scénario : 82 %
- Débriefing ou Feedback : 36 %

**Concevez-vous vos propres scénarii de Simulation ou utilisez-vous des scénarii pré établis dans une banque de scénarii ? 10 réponses complétées.**

- Scénarii personnels : 100 %
- Scénarii extraits d'une banque de Simulation : 0 %

**Quels sont les obstacles à l'enseignement par la Simulation en Rhumatologie ? 18 réponses complétées.**

- Manque d'intérêt pour la méthode : 6 %
- Absence de formation à l'enseignement par la Simulation : 28 %
- Absence de disponibilité des enseignants : 44 %
- Difficultés d'accès aux centres de Simulation : 33 %
- Difficultés de financement pour l'acquisition du matériel nécessaire : 56 %
- Autre : 33 %
- **Si "Autre", pouvez-vous préciser ?**
  - *Réponse 1* : La durée de vie des mannequins est faible, notamment lors d'utilisation avec des promotions importantes type médecine générale, où à la fin de la session de formation le mannequin est très endommagé.
  - *Réponse 2* : Manque de création de matériel adapté à la simulation en gestes en Rhumatologie.
  - *Réponse 3* : Peu de moyens et de temps dédiés, manque de logiciel déjà existant. Il faut donc tout créer de A à Z et le temps manque.
  - *Réponse 4* : Convaincu à titre personnel qu'être confronté à la réalité est plus formateur que la simulation. Il y a beaucoup de vrais malades...pourquoi en inventer des faux ? La confrontation à la réalité permet de montrer que les facteurs influençant la décision vont bien au-delà de la recette de cuisine des recommandations, et qu'il y a plus d'incertitudes dans la vie réelle, et de paramètres, y compris subjectifs, qui doivent être intégrés à la prise de décision.
  - *Réponse 5* : Manque de connaissance pour les outils disponibles
  - *Réponse 6* : Manque de temps.

**Pensez-vous que la formation par la Simulation constitue un réel progrès dans l'enseignement en Rhumatologie ? 17 réponses complétées**

- Oui : 94 %
- Non : 12 % (1 réponse avec « oui et non » \*)
- **Si "Non", pouvez-vous préciser ?**
  - \* *Réponse 1* : Oui et Non ; C'est bien pour éviter les « patients cobayes », ça ne remplace pas le réel pour ce qui est de la formation. Cette méthode est également intéressante pour se former aux gestes techniques peu fréquents dans la vraie vie.
  - *Réponse 2* : La simulation est (dans ce que j'ai vu) une simplification de la réalité. Peut-être à elle une place dans la formation initiale, mais je pense vraiment qu'au moins à partir de l'internat il faut se confronter au réel. La seule place pour laquelle la simulation pourrait constituer un progrès, c'est la réalisation de gestes techniques, avant de se lancer sur un malade.

**Si vous ne faites pas encore d'enseignement par la simulation, avez-vous le projet de vous y mettre ? 6 réponses complétées**

- Oui dans 1 an : 0 %
- Oui dans 2 ans : 17 %
- Oui, ultérieurement : 50 %

- Non : 33 % (2 réponses)

### Comment définiriez-vous la simulation en Rhumatologie ? 12 réponses complétées.

- *Réponse 1* : Apprendre à « savoir-faire » (gestes techniques, examen clinique, communication...) avant toute réalisation sur un patient réel.
- *Réponse 2* : Outil pédagogique nécessaire à l'apprentissage et au perfectionnement des gestes diagnostiques et techniques.
- *Réponse 3* : Indispensable.
- *Réponse 4* : Convaincu de l'intérêt de la simulation en chirurgie, mais en médecine, je pense qu'il est plus intéressant de revoir et d'analyser a posteriori des dossiers de patients réels.
- *Réponse 5* : la simulation est le futur de la pédagogie en Rhumatologie.
- *Réponse 6* : Indispensable pour l'acquisition des compétences propres à la Rhumatologie (sémiologie, gestes, relation avec le patient).
- *Réponse 7* : Prometteuse
- *Réponse 8* : Nécessaire
- *Réponse 9* : Valeur ajoutée
- *Réponse 10* : Outil de formation supplémentaire
- *Réponse 11* : Utile pour la mise en pratique de l'apprentissage théorique, mais chronophage donc parfois difficile à mettre en place en raison du manque de temps dédié pour cet enseignement.

### II-3. Synthèse de l'état des lieux national en simulation et Rhumatologie :

La pratique de la Simulation en Rhumatologie est relativement faible au niveau national, d'autant plus si l'on suppose que les 14 centres non répondeurs ne pratiquent pas ou peu la simulation. Il reste donc beaucoup de travail à accomplir pour satisfaire aux exigences officielles de la maquette de DES publiées en 2017 (23).

La majorité des pratiques relève de ***l'évaluation formative***, et prédomine sur les étudiants hospitaliers. Parmi ces pratiques, la simulation organique humaine (jeux de rôles, patients simulés) et les simulateurs procéduraux basse technicité (mannequins non échogènes) sont majoritaires. Plus l'avancée dans le cursus est importante, moins la formation via la simulation est utilisée en Rhumatologie :

35 % des répondeurs n'utilisent aucune technique de simulation pour les étudiants,  
 50 % des répondeurs n'utilisent aucune technique de simulation pour les internes,  
 70 % des répondeurs n'utilisent aucune technique de simulation pour la formation continue. On constate pourtant un réel investissement de ceux pratiquant la simulation : 85 % réalisent à chaque stage des sessions de formation par simulation pour les étudiants.

***L'évaluation sommative***, sanctionnante, est plus rare. Nous l'avons dit au début de ce travail, on ne peut parler de pédagogie sans parler d'évaluation, gage de qualité des formations, et prérequis indispensable pour optimiser l'apprentissage des apprenants :

68 % des répondeurs n'utilisent aucune technique de simulation pour évaluer les étudiants hospitaliers,  
 90 % des répondeurs n'utilisent aucune technique de simulation pour évaluer les internes.

Autre fait marquant : seulement 36 % des réponders réalisent le « débriefing » à l'issu des séances de formation. Le manque de formation des enseignants aux principes de la simulation y est pour beaucoup. Rappelons que le débriefing est l'étape essentielle, le scénario n'est « qu'un prétexte au débriefing ».

Les objectifs pédagogiques pour les étudiants hospitaliers et les internes sont relativement proches, toute proportion gardée sur le niveau d'expertise attendu : connaissances théoriques, relation médecin-patient (souvent citée, reflet de l'importance donnée aux compétences non techniques et aux facteurs humains), examen clinique et gestes techniques.

Les principaux obstacles rapportés pour généraliser la pratique de la simulation en Rhumatologie sont :

- les difficultés de financement pour l'acquisition du matériel nécessaire (56 %),
- l'absence de disponibilité des enseignants (44 %),
- la difficulté d'accès aux centres de simulation (33 %).

Il est clair que la simulation est un des outils pédagogiques les plus onéreux, et probablement l'un des plus chronophages, du moins avec l'organisation actuelle. Pour pallier cela, promouvoir la simulation in situ et les plateformes mutualisées de simulation, afin de partager les ressources techniques et humaines, serait une stratégie intéressante. Il faut également intégrer et planifier les sessions de formation dans la formation initiale et continue, afin de consacrer un temps dédié à ces activités, qui ne doit pas se faire uniquement sur du temps personnel.

Nombre d'avis sur la simulation sont intéressants à analyser, considérée par certains comme une « simplification de la réalité », voire une « alternative au contact réel du patient » pour former un médecin. Cette vision des choses est probablement due à un manque d'information sur ce qu'est réellement la simulation. Elle n'a jamais eu vocation à se substituer au contact réel du patient, mais plutôt à mieux s'y préparer, dans l'intérêt conjoint du malade et du praticien.

Dans cette optique, 94 % des réponders considèrent la simulation comme un réel progrès dans l'enseignement en Rhumatologie, la qualifiant « d'indispensable pour l'acquisition des compétences propres à cette spécialité », voire le « futur de la pédagogie en Rhumatologie ».

En conclusion, bien qu'une marge de progression importante subsiste, la pensée globale est positive et encourageante en ce qui concerne la simulation en Rhumatologie.

Après la présentation générale de l'enseignement par la simulation, sa déclinaison pour la formation médicale, et les résultats de l'enquête nationale sur son application dans la formation en Rhumatologie, nous allons maintenant présenter notre travail de recherche intitulé : « Apport des simulateurs procéduraux dans la formation des étudiants à la ponction articulaire du genou et de l'épaule ».

### **III. Apport des simulateurs procéduraux dans la formation des étudiants à la ponction articulaire du genou et de l'épaule :**

#### III-1. Introduction :

Pourquoi concevoir un programme d'entraînement aux ponctions articulaires sous repères cliniques ? :

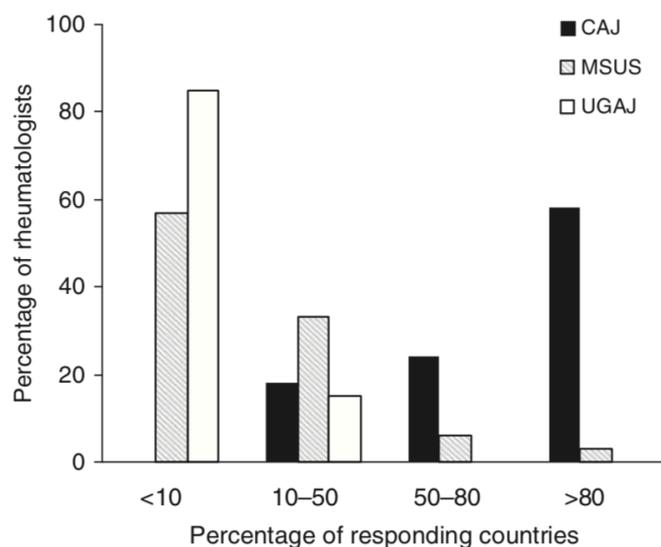
Les indications des ponctions articulaires sont multiples. Les deux grands cadres sont la ponction à visée « diagnostique » (arthrite septique ? inflammatoire ? mécanique ?) et la ponction à visée « évacuatrice ». Si davantage de médecins, notamment urgentistes et généralistes, savaient réaliser des infiltrations et des ponctions articulaires, cela permettrait de raccourcir les délais de consultation des rhumatologues et d'optimiser la prise en charge des patients (7,9).

Maîtriser le geste de la ponction articulaire est primordial, d'une part pour garantir l'efficacité directe des thérapeutiques, d'autre part pour prévenir les complications et les lésions des structures péri-articulaires (26,27): structures nerveuses (exemple pour l'épaule : nerf axillaire, nerf supra scapulaire et nerf pectoral latéral = 3 branches du plexus brachial {C5C6}), structures vasculaires ou tendineuses.

Les ponctions et infiltrations sous repères cliniques restent l'usage européen le plus répandu, encore de nos jours (6). Une enquête sur les pratiques de Rhumatologie interventionnelle a été réalisée en 2012 au sein de 44 pays dont ceux membres de l'EULAR (European League Against Rheumatism). Dans plus de 80 % des 33 pays répondeurs à l'enquête, on constate que les ponctions/infiltrations sous repères cliniques (conventional joint injection and arthrocentesis) sont majoritaires :

Figure 10 : Répartition ponction sous repères cliniques, échographie diagnostique et échographie interventionnelle au sein des pays membres de l'EULAR (6)

Percentage of rheumatologists routinely performing conventional joint injection and arthrocentesis (CAJ), musculoskeletal ultrasound (MSUS) or ultrasound-guided arthrocentesis and joint injection (UGAJ) by percentage of responding countries ( $n = 33$ ).



### III-2. Objectifs :

L'objectif principal de cette étude est de montrer que la formation sur simulateur procédural améliore la compétence en ponctions articulaires du genou et de l'épaule en comparaison à la formation traditionnelle théorique reposant sur des cours et l'observation simple.

L'objectif secondaire est de déterminer le nombre minimal de ponction d'entraînement nécessaire sur simulateur pour arriver à un niveau de compétence jugé satisfaisant en ponction articulaire.

En se basant sur la littérature, les étudiants nécessiteraient environ 4 ponctions d'entraînement avant d'être considérés comme aptes à ponctionner (de 3 au genou à 12 pour certains sites (28)). "The American Board of Internal Medicine requires that every internal medicine resident perform only 3 supervised arthrocentesis to be proficient in this procedure. Many residents might not feel confident to perform this procedure after residency training with such minimal experience" (8).

Pour répondre à cette question, Tariq et al (9) ont questionné 64 internes et Professeurs d'Université d'un des plus importants hôpitaux du Pakistan : l'Aga Khan University Hospital, basé à Karachi, étant reconnu par la « Joint Commission for International Accreditation ». Ces derniers devaient estimer, pour de nombreux gestes techniques : ponction articulaire, ponction lombaire, ponction médullaire, gaz du sang, cathétérisme central et périphérique, intubation oro-trachéale... *le nombre de procédures nécessaires à réaliser avant de se considérer comme compétent dans ces gestes techniques.* Après analyse de l'ensemble des réponses, et validation par un comité d'experts, ils ont établi un journal de bord destiné aux étudiants et aux internes. Dans celui-ci, les apprenants devaient, et ce pendant chaque année de leur cursus, justifier d'un nombre défini de procédures réalisées. *Ce nombre ayant été fixé au préalable par le comité d'experts comme le nombre nécessaire pour atteindre la compétence.* Les auteurs soulignent l'importance d'une formation graduelle selon le niveau de l'apprenant, avec des objectifs définis en fonction de l'année du cursus. En ce qui concerne la ponction articulaire périphérique, les objectifs ont été définis comme suit :

1ère année d'internat : **Observer** au moins 2 ponctions articulaires + **Aider physiquement** à au moins 2 autres ponctions articulaires (préparation du matériel...)

2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année d'internat : **Réaliser sous supervision directe** au moins 3 ponctions articulaires

4<sup>ème</sup> année d'internat : **Réaliser de façon indépendante, en autonomie**, au moins 2 ponctions articulaires.

Donc un total de **5 ponctions minimum** réalisées eux-mêmes au cours de leur cursus.

Le problème de cette méthode est que *le nombre minimal de procédures nécessaire est établi de façon empirique, sans évaluation objective des étudiants*. Il convient donc, en prenant appui sur ces données, de mesurer de façon objective si de tels chiffres sont cohérents.

Les ponctions/infiltrations articulaires ne concernent pas exclusivement les rhumatologues. Elles sont fréquemment utilisées en médecine générale, en médecine d'urgence et dans de nombreuses autres spécialités (chirurgie orthopédique, médecine physique et de réadaptation...) (3,8,15,27,29–33). En 2006, les problèmes musculo-squelettiques représentaient le 1<sup>er</sup> motif de consultation de médecine générale ; avec 54 % des généralistes réalisant des ponctions/infiltrations (30,34). Un rhumatologue peut quant à lui réaliser jusqu'à 60 000 infiltrations/ponctions durant sa carrière (6,8,24), les sites articulaires les plus fréquents étant le genou, l'épaule et le coude (épicondyle latéral) (7).

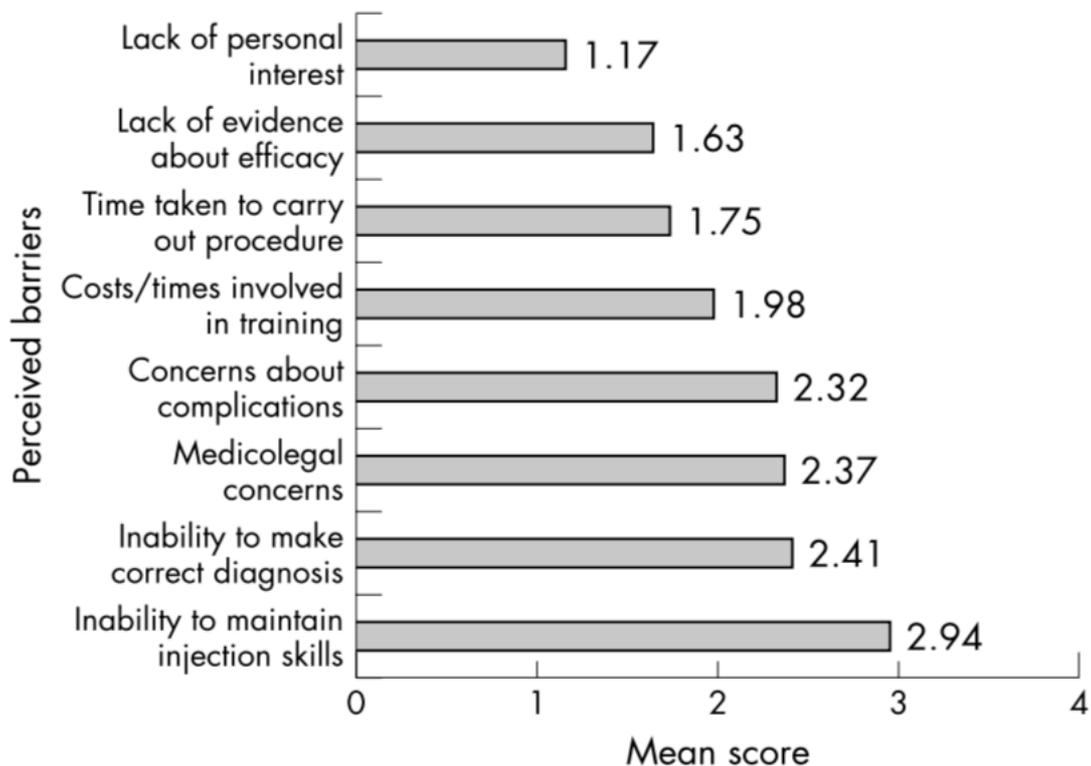
Les principaux facteurs limitants les médecins généralistes dans la réalisation des ponctions/infiltrations articulaires sont :

L'incapacité à maintenir un niveau suffisant dans les gestes techniques par difficultés d'accès aux formations continues dédiées (9),

La crainte du mauvais diagnostic,

Les problèmes médico-légaux en cas de complications (7,33), avec en particulier le risque d'infection iatrogène articulaire post ponction (estimé à 1/10 000 gestes (27)).

Figure 11 : Facteurs limitants les infiltrations en ambulatoire (7)



Très peu d'étudiants se sentent à l'aise avec l'examen musculo-squelettique et les ponctions articulaires, de surcroît les ponctions autres qu'au genou (8,28,34–36). En effet, le niveau de confiance dans la ponction articulaire des étudiants et des internes est souvent faible, même étonnamment plus faible que dans certains gestes paraissant plus complexes et invasifs : Lafleur et al (2) ont relevé au cours de leurs études de 2019 portant sur 64 internes, un niveau de confiance dans la ponction articulaire de 4,8/10, score équivalent à celui rapporté dans la ponction pleurale, et

inférieur au niveau de confiance dans diverses techniques de paracentèses et de cathétérismes périphériques écho-guidés :

Tableau 2 : Niveau de confiance des internes selon le geste invasif (2)

Selected procedures in internal medicine residency	Results of needs-assessment questionnaires on agreement scales of 0–10 standard deviation (SD) <sup>a</sup> n = 64							Procedures in e-logbook before the session n = 51	
	Q1: Confidence	Q2: Importance	Q3: Complexity	Q4: Stressfulness	Q5: Motivation	Q6: Peer feedback	Q7: Instructor feedback	Total number of procedures documented by all participants before the session	Procedures performed per participant before the session Mean (SD)
Ultrasound-guided jugular vein catheterisation	4.2 (2.9)	9.4 (0.8)	7.5 (1.4)	7.4 (1.8)	9.5 (0.9)	8.3 (2.0)	9.4 (1.0)	226 (15)	4.4 (5.4)
Ultrasound-guided femoral vein catheterisation	3.3 (2.7)	8.2 (1.7)	7.2 (1.6)	7.2 (1.9)	8.8 (1.8)	7.8 (2.3)	8.9 (1.6)		
Ultrasound-guided subclavian vein catheterisation	1.5 (1.7)	7.4 (2.2)	8.4 (1.1)	8.4 (1.3)	8.7 (2.2)	7.7 (2.7)	8.9 (2.0)		
Ultrasound-guided thoracocentesis	4.8 (2.4)	8.3 (1.6)	5.2 (1.7)	5.3 (2.0)	8.5 (1.6)	7.7 (2.0)	8.6 (1.6)	165 (17)	3.2 (2.9)
Lumbar puncture	7.5 (1.7)	9.3 (1.0)	5.2 (2.3)	5.1 (2.5)	7.0 (2.6)	6.4 (2.9)	7.1 (2.7)	268 (27)	5.3 (4.7)
Ultrasound-guided paracentesis	6.2 (2.7)	8.4 (1.6)	4.4 (2.0)	4.3 (1.9)	8.1 (1.9)	7.3 (2.4)	8.3 (1.8)	83 (7)	1.6 (1.9)
Arthrocentesis	4.8 (2.3)	7.9 (2.0)	5.2 (2.0)	4.6 (2.1)	7.4 (2.4)	7.1 (2.4)	7.7 (2.2)	89 (7)	1.7 (3.2)
Ultrasound-guided peripheral vein-arterial catheterisation	5.3 (2.4)	7.5 (2.4)	4.2 (2.1)	3.9 (2.5)	7.3 (2.4)	7.3 (2.2)	8.0 (2.0)	357 (28)	7.0 (8.3)

<sup>a</sup>Full questionnaire presented in Appendix 1.

Ce faible niveau de confiance peut être mis en relation avec la rareté de la pratique.

En effet, les internes participant à cette étude ne rapportent avoir réalisé au cours de leur cursus qu'1,7 ponction articulaire en moyenne, ce qui est nettement inférieur à certains autres gestes : 3,2 ponctions pleurales, 5,3 ponctions lombaires.

Les ponctions articulaires les plus redoutées des étudiants sont la cheville et le poignet, y compris pour les internes de Rhumatologie, rapportant un niveau de confiance sur une échelle de Likert de 0 à 5 de 2,31/5 pour le poignet et de 2,37/5 pour la cheville (30).

### III-3 Matériel et méthodes :

Notre étude a été approuvée par le comité pédagogique du centre de simulation du CHU de CAEN (NorSimS®) et par le Comité d'éthique du CHU de Caen (CLERS).

Étude de simulation basée sur une approche « a priori » (11,28,30,43), monocentrique (CHU de CAEN), prospective, en ouvert, en per protocole, basée sur une cohorte de 30 étudiants hospitaliers.

#### III-3.1 : Recrutement des étudiants

Critères d'inclusion : étudiants hospitaliers de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> année.

Critères d'exclusion :

- étudiants de 6<sup>ème</sup> année (risque de différence de niveau trop importante avec les étudiants de 4<sup>ème</sup> année)
- expérience préalable dans la ponction articulaire
- étudiants passés en stage de Rhumatologie (risque de biais de formation avec les autres étudiants, autant pour la maîtrise du geste que pour les connaissances théoriques du questionnaire de niveau de confiance et de connaissances ) (3,15,28,32).

Soixante demandes de participation à l'étude ont été reçues, dont 51 répondaient aux critères d'inclusion. Le recrutement des étudiants s'est fait sur la base du volontariat, sans aucun lien hiérarchique avec l'investigateur de l'étude, par ordre de réception des demandes de participation.

Tous les étudiants participant à l'étude ont donné leur engagement écrit après information claire et éclairée. Nous avons garanti aux étudiants l'anonymat dans le

traitement des données ainsi que l'assurance qu'aucune information sur le contenu des séances et leurs performances ne serait transmise à leur hiérarchie directe en stage ou à la faculté (*Article 4 Confidentialité* et *Article 5 Indépendance* de la Charte déontologique de l'Agence Nationale de Recherche Mars 2009 -(9)) .

### III-3.2 Description de la formation :

Tous les étudiants ont bénéficié :

- d'un cours théorique en amphithéâtre sur l'anatomie, les pathologies et l'échographie de l'épaule et du genou (8,27,30,34). Ce cours a été remis aux étudiants sous forme de PDF pour pouvoir le retravailler en autonomie :  
<https://drive.google.com/file/d/17uIPrrJ9rk7GiklWWMqFVTEBruFYztRe/view?usp=sharing>  
<https://drive.google.com/file/d/149slt8YYyxfF3M6bgMN5Z1x7h5XULr4y/view?usp=sharing>
- d'un atelier pratique d'initiation à l'échographie « saine » du genou et de l'épaule sur 3 heures avec explications des techniques d'écho-repérage pour les ponctions/infiltrations (*échographes utilisés : FUJIFILM Diagnostic Ultrasound System FAZONE CB, CB MTP CART ; SAMSUNG CART UGEO HM70A*). Les étudiants, répartis en binômes, travaillaient entre eux après explications sur un sujet volontaire (6) ;
- d'une initiation à l'échographie « pathologique » de l'épaule et du genou via des vidéos expliquées pendant les cours théoriques ;
- de la mise à disposition de vidéos de simulation hybride basée sur le patient (Patient simulé + simulateur procédural du genou et de l'épaule), afin d'apprendre dans la globalité la gestion d'un patient se présentant aux urgences avec un épanchement articulaire (détaillée ensuite) ;
- d'une formation à la ponction articulaire sur simulateurs procéduraux.

Afin d'accroître la fidélité environnementale de la formation, nous avons demandé aux étudiants de se former en blouse et de respecter les règles d'asepsie élémentaires habituellement en vigueur dans les services de santé (11,17,44).

Les étudiants ont été randomisés en 2 groupes, via un tirage au sort réalisé par une personne sans conflit d'intérêt avec l'étude :

- 15 étudiants hospitaliers (Groupe A) : entraînement sur simulateur procédural **aux ponctions de genou (uniquement)**.
- 15 étudiants hospitaliers (Groupe B) : entraînement sur simulateur procédural **aux ponctions de la Gléno-Humérale de l'épaule par voie antérieure (uniquement)**.

Formation à la ponction de genou sur simulateur :

Dix minutes de briefing en début de séance : présentation du mannequin *LIMBS and THINGS ALT 70103*®, de ses possibilités et de ses limites. Présentation des locaux et du matériel disponible (26) (seringues de 20cc, aiguilles vertes 21G \* 2" / 0.8\*50mm, compresses non tissées stériles, masques chirurgicaux, gants stériles de taille adaptée aux apprenants, champs stériles, bétadine alcoolique orange 5 %, pot collecteur, poubelles).

Point de ponction enseigné situé 1cm au-dessus et latéralement du coin supéro-externe de la patella (24,31).

Formation à la ponction d'épaule sur simulateur :

Même protocole que pour le genou : entraînement des étudiants en blouse, 10 minutes de briefing en début de séance avec présentation du mannequin *LIMBS and THINGS ALT 70202*® et du matériel disponible.

Point de ponction situé 1cm latéralement et 0,5cm en dessous de l'extrémité antéro-latérale du processus coracoïde (26,27). Importance soulignée aux étudiants ne pas ponctionner trop bas ni trop en médial car risque d'échec et de ponction du plexus brachial et des vaisseaux axillaires (26).

*Remarque : En scopie , technique « gold standard » des ponctions/infiltrations de la Gléno-Humérale, on vise la zone médiale de la tête humérale, donc conseil donné aux étudiants de progresser avec l'aiguille sur un trajet antéro-latéral pour viser cette cible (24).*

Dans les deux groupes, après quelques ponctions d'entraînement sans limite de temps, afin de se familiariser avec la technique de ponction et le matériel disponible, les étudiants se sont entraînés dans les conditions identiques à celles de l'évaluation au laboratoire d'anatomie : chronométrés (6 minutes première ponction / 2 minutes pour chacune des 2 suivantes), préparation du matériel et réalisation du protocole d'asepsie, geste technique lui-même. En effet, nous savons que dans beaucoup de programmes de simulation procédurale, la durée des procédures avoisine seulement les 30 % de la durée en pratique réelle, les étapes de préparation étant très souvent accélérées voir occultées (2), ce qui nuit à la fidélité temporelle de la formation (14).

Les étudiants de chaque groupe ont eu la possibilité de s'entraîner sur 1 à 3 demi-journées de formation selon leurs disponibilités. Les formations sur simulateurs avaient lieu dans les salles dédiées à la simulation procédurale de NorSimS® (15,19,33).

### III-3.3 Description des simulateurs procéduraux :

- le mannequin de genou (*LIMBS and THINGS ALT 70103* ®, coût de 3154€) permet les ponctions/infiltrations de liquide (macroscopiquement semblable au liquide synovial) sous repères cliniques et échographiques via un module d'échographie. Ponctions/ Infiltrations possibles au niveau supéro-patellaire médial ou latéral.

Photographies 1 : Simulateur procédural genou ALT 70103



- le mannequin d'épaule (*LIMBS and THINGS ALT 70202* ®, coût de 3867€) permet les ponctions/infiltrations de liquide (macroscopiquement semblable au liquide synovial) sous repères cliniques et échographiques via un module d'échographie. Ponctions/ Infiltrations possibles au niveau de la gléno-humérale par voie antérieure ou postérieure, de l'acromio-claviculaire, de la bourse sous acromio-deltoïdienne et de la gaine du long biceps.

Photographies 2 : Simulateur procédural épaule ALT 70202



Nous avons choisi ces mannequins et non leurs versions antérieures (*mannequin épaule LIMBS AND THINGS ALT 70200* ®) en raison de leur meilleure « Functional Task Alignment » (21). Ils permettent de ponctionner réellement du liquide articulaire, comme sur un patient, contrairement aux versions précédentes (2,34,36) qui signalent la bonne position de l'aiguille uniquement par un signal sonore.

Ces mannequins ont été utilisés pour réaliser la vidéo de simulation hybride mettant en scène une situation clinique réelle de consultation aux urgences pour une monoarthrite du genou et de la gléno-humérale : une interne du CHU de Caen (après

signature de droit à l'image) jouait le rôle de patiente « simulée », à laquelle nous avons intégré les mannequins de genou et d'épaule en lieu et place de ses propres articulations, couvertes par un champ stérile. Cette simulation hybride permet d'appréhender la prise en charge globale du patient (communication, examen clinique, geste technique).

<https://drive.google.com/drive/folders/1aW73J7UTgR2k6Y9stUqhMwbthOvKQzRu?usp=sharing> (Lien vers la vidéo réalisée, fournie aux étudiants). Voici les étapes expliquées pendant cette séance de simulation hybride :

- interrogatoire du patient, avec recherche des contre-indications à la ponction articulaire.
- explications du geste et des risques encourus
- recueil du consentement
- préparation du matériel
- geste technique
- information au patient des consignes à observer au décours du geste

Nous avons souhaité, au travers de cette vidéo, souligner aux étudiants l'importance d'une bonne communication avec le patient, élément primordial pour la qualité des soins, dans le souci éthique de « primum non nocere » (« en premier lieu, ne pas nuire ») (17). D'autres vidéos complémentaires de ponction du genou et de l'épaule, retrouvées sur internet et intéressantes sur le plan pédagogique, ont également été fournis aux étudiants (visualisables sur le cours théorique du début d'étude – lien p63). Rappelons qu'à notre époque les ressources internet disponibles sont nombreuses mais ne présentent pas toutes le même niveau de validité. Karim et al. avaient dénombré en 2013 plus de 1000 vidéos en ligne sur la ponction de genou, mais

seulement 13 remplissaient leurs critères d'inclusion, dont 5 retenues pour leur qualité pédagogique (32).

### III-3.4 Description de l'évaluation sur cadavres au Laboratoire d'Anatomie :

Comme le Laboratoire d'Anatomie de l'UFR de Santé de Caen dispose de cadavres à l'École de Chirurgie, il nous est apparu pertinent d'évaluer la compétence des étudiants en ponctions articulaires sur ces cadavres plutôt que sur les simulateurs procéduraux sur lesquels les étudiants s'étaient entraînés. Chaque étudiant a ainsi ponctionné l'épaule et le genou d'un cadavre. Le groupe A, qui s'était entraîné sur simulateur à la ponction de genou, servait de témoin pour la ponction d'épaule au groupe B qui s'était entraîné à la ponction d'épaule, et vice-versa (les étudiants de chaque groupe n'ayant été formés sur mannequin qu'à une seule articulation).

L'évaluation sur cadavres s'est faite en ouvert, l'évaluateur sachant sur quelle articulation l'étudiant s'était entraîné.

#### *III-3.4.1 Préparation des cadavres :*

Chez les cadavres, nous avons créé des épanchements articulaires en insérant sous écho-guidage des cathéters en intra articulaire (16G\*1,77" / 1,7\*45mm ; 21G\*2" / 0,8\*50mm ; 20G\*3,5" / 0,9\*90mm) permettant de remplir les articulations de sérum physiologique couplé à du colorant bleu. L'ajout de colorant bleu a permis de confirmer que le liquide ponctionné était bien celui inséré en intra articulaire, et non du liquide provenant d'une autre localisation. Les articulations des cadavres étaient au préalable vidées du liquide synovial résiduel, puis remplies avec comme objectif un épanchement de même abondance que ceux présents dans les mannequins

d'entraînement : 30 à 40cc dans le genou et 20 cc dans la gléno-humérale. Les cathéters ont été suturés à la peau et reliés à une tubulure en plastique avec robinet, permettant de remplir plusieurs fois l'articulation après chaque ponction, en assurant la même quantité de liquide entre chaque geste.

Quatre cadavres « frais » (qualité tissulaire plus proche des patients vivants (29)) ont été préparés la veille de l'évaluation afin de pallier les problèmes techniques potentiels pouvant survenir au cours de celle-ci. La préparation de 4 cadavres a permis également de :

- multiplier les articulations supports afin de ne pas voir apparaître les traces de ponction pour ne pas biaiser les étudiants. Les traces apparaissent dès 15-20 ponctions (35).
- limiter le risque de fuite des épanchements dans les tissus mous, possible après plusieurs ponctions consécutives ; pour diminuer ce risque, les articulations étaient remplies en réalisant une injection lente à pression constante et en utilisant une seringue de gros calibre (3,29)

Ces quatre cadavres ont été classés selon leur niveau de difficulté (facile, intermédiaire, difficile) estimé pour la ponction articulaire de l'épaule et du genou, en prenant en compte 3 paramètres :

- morphologie du cadavre : les cadavres avec IMC élevés étaient jugés plus difficiles à ponctionner en raison d'une plus grande difficulté à retrouver les repères anatomiques.
- état de l'articulation : niveau de difficulté supérieur si lésions dégénératives évoluées (arthrose, nombreuses franges synoviales visualisées en échographie au niveau du récessus supra patellaire)

- « ponction test » réalisée par l'investigateur principal (Vincent BRETAGNE) lors de la préparation des cadavres.

Préparation de l'épanchement du genou : mise en place du cathéter dans le récessus supra patellaire par voie patellaire médiale, pour laisser libre la zone supéro-latérale de la patella. La ponction par voie supéro-latérale étant celle enseignée sur mannequin (zone la plus précise des ponctions sur épanchement) et la plus fréquemment utilisée en pratique courante (24,31,37). Le genou était ensuite fléchi à 20° en plaçant un boudin sous le genou (pour se rapprocher au maximum de la position de ponction sur le simulateur procédural)

Photographie 3 : Cathéter supéro-patellaire médial, Laboratoire d'Anatomie, PFRS (Pôle de Formation et de Recherche en Santé) Caen.



Préparation de l'épanchement de la gléno-humérale : mise en place du cathéter sous écho-guidage par voie postérieure dans la gléno-humérale (*échographes utilisés : FUJIFILM Diagnostic Ultrasound System FAZONE CB, CB MTP CART ; SAMSUNG CART UGEO HM70A*) (27,38). Les étudiants ponctionnant par voie antérieure sous repères cliniques. Les cadavres ont été placés en position assise (pour se rapprocher au maximum de la position de ponction sur le simulateur procédural), membre supérieur en rotation externe paume de la main vers le haut pour dégager le tendon du long biceps et rendre plus facile d'accès la capsule articulaire (24).

Photographie 4 : Cathéter gléno-huméral par voie postérieure, Laboratoire d'Anatomie, PFRS Caen.



### *III-3.4.2 Modalités de l'évaluation :*

#### Critère principal de jugement :

Le « **succès** » de la ponction articulaire, du genou et de l'épaule, a été défini comme la **réussite de 2 ponctions sur les 3 tentées sur cadavres** (soit un taux de succès moyen de 67 %), avec comme critère de réussite l'obtention de  $\geq 3\text{mL}$  à la ponction d'épaule, et de  $\geq 5\text{mL}$  à la ponction de genou.

Ce taux de succès a été établi en se basant sur la réussite des ponctions sous repères cliniques dans la littérature, variable selon le support (patients vivants ou cadavres), et selon la quantité de liquide nécessaire pour considérer la ponction comme un succès. Le taux de réussite est donc extrêmement variable, allant de 29 % à 93 % selon les études (3,31). Ce critère de « succès » ( $\geq 2/3$  ponctions réussies) a été validé auprès de 4 praticiens hospitaliers du service de Rhumatologie du CHU de Caen dont 1 Professeur des Universités-Praticien Hospitalier (Pr Christian Marcelli, chef de service).

Une grille d'évaluation de la qualité générale de la ponction articulaire a été conçue pour prendre en considération d'autres critères que celui du succès. En l'absence de grille validée par une société savante (6,32,39), nous en avons conçu une à partir des éléments les plus pertinents retrouvés dans la littérature.

Tableau 3 : Grille d'évaluation de la ponction articulaire

NOM / PRENOM			
ARTICULATION EVALUÉE	GENOU/EPAULE		
Matériel utilisé	Evaluation première Ponction		
Masque	OUI/NON		
Désinfection des mains SHA en respectant les 6 temps	OUI/NON		
Protocole de désinfection en 2 temps avec <del>bétadine</del> alcoolique orange et compresses en non tissées stériles	OUI/NON		
Gants stériles	OUI/NON		
Pas de faute d'asepsie	Evaluation première Ponction		
	OUI/NON		
Techniques de Ponction	Ponction 1.	Ponction 2.	Ponction 3
Repères anatomiques respectés	OUI/NON	OUI/NON.	OUI/NON
Modification de la direction de l'aiguille au cours du geste ( <u>sans la ressortir, sinon compte comme une nouvelle tentative</u> )	OUI/NON	OUI/NON.	OUI/NON
Progression le "vide à la main"	OUI/NON	OUI/NON.	OUI/NON
Compression du point de ponction avec compresse au retrait de l'aiguille	OUI/NON	OUI/NON.	OUI/NON
Durée du geste <u>avant d'obtenir du liquide</u> , temps imparti première ponction 6 min (avec préparation), 2 min pour les 2 autres ponctions.			
Quantité de liquide synovial obtenue (succès si >3mL EPAULE et >5mL GENOU) - Préciser si échec			
Ponction 1			
Ponction 2			
Ponction 3			

Le jour de l'évaluation, l'étudiant réalisait la ponction articulaire selon la méthode enseignée au cours de la formation. L'examineur, quant à lui, ne faisait aucune remarque et observait l'étudiant en complétant la grille (35).

Une tentative était définie par l'insertion de l'aiguille jusqu'à son retrait de la peau (3). Le temps dédié pour les ponctions était de 6 minutes pour la première (car incluant le temps de désinfection), et de 2 minutes pour chacune des deux autres ponctions.

L'évaluation des étudiants a été assurée par deux évaluateurs de niveau comparable pour la formation réalisée, bien que d'avancée différente dans le cursus médical (19) :

- un Interne de Rhumatologie : Mr BRETAGNE Vincent, compétent à l'enseignement échographique et aux gestes techniques et ayant suivi une formation courte diplômante de formateur en simulation.
- un sénior de Rhumatologie : Dr DELAPIERRE Alice.

Critère secondaire de jugement :

Afin de pouvoir déterminer le nombre de ponctions d'entraînement minimal nécessaire sur simulateur pour être « compétent » à la ponction articulaire, nous avons mis au point un « **algorithme de compétence sur cadavre** » :

- Étudiant « **compétent sur cadavre** » si **succès ( $\geq 2/3$  ponctions réussies) sur l'articulation à laquelle il a été formé sur mannequin**, quel que soit le résultat (succès/échec) sur l'autre articulation.
- Étudiant « **non compétent sur cadavres** » si **échec ( $< 2/3$  de ponctions réussies) sur l'articulation à laquelle il a été formé sur mannequin**, quel que soit le résultat (succès/échec) sur l'autre articulation.

III-3.5 Questionnaire de confiance en soi dans la réalisation des ponctions articulaires et d'évaluation des connaissances (Annexe 1) (2,8,13,28,30,34,36,40) :

Le questionnaire est présenté en Annexe 1. Il a été distribué aux étudiants au début de l'étude, avant le cours théorique, afin de réaliser une cartographie de leurs connaissances de base (principe de la « carte conceptuelle » (12)). Afin de connaître leur niveau réel, et d'éviter toute révision de « dernière minute », les étudiants

n'avaient pas été informés de la réalisation de ce questionnaire. Ce même questionnaire a été de nouveau distribué aux étudiants à la fin de l'étude, juste avant l'évaluation sur cadavres, 8 jours après la dernière journée de formation. Nous avons ainsi pu analyser la progression théorique des étudiants au cours de la formation, et observer le lien entre niveau de connaissances et performance pratique à la ponction articulaire. Le niveau de confiance des étudiants dans la maîtrise de la ponction d'épaule et de genou a été mesuré sur une échelle de LIKERT à 5 points. Les autres questions du questionnaire ont été pondérées via un système de mots clés, afin de pouvoir réaliser une évaluation numérique des résultats.

### III-3.6 Tests statistiques :

Il n'y a pas eu de calcul du nombre de sujets nécessaires préalablement à l'étude, car il s'agissait d'une étude exploratoire et surtout il n'était pas possible de recruter davantage d'étudiants compte tenu de la disponibilité de l'investigateur principal dans le temps imparti.

Le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

- ⇒ Fisher Exact : permet d'étudier l'association entre deux variables qualitatives quand les conditions d'application du test de chi-deux ne sont pas respectées.
  
- ⇒ Wilcoxon-Mann-Whitney : test de différence de moyenne, non-paramétrique. Les variables testées (le temps, par exemple) présentent une distribution qui ne suit pas une loi normale.
  
- ⇒ La courbe ROC a été construite à partir de deux variables :

- variable quantitative : le nombre d'essais réalisés sur mannequin par chaque étudiant
- variable qualitative binaire : la compétence sur cadavre (selon l'algorithme défini)

Cette dernière variable (qui n'a pas pu être obtenue qu'à la fin de l'expérience, après donc évaluation des étudiants) nous permet de dichotomiser la population en deux groupes (compétent / non compétent) et de « prédire » le nombre d'essais à réaliser afin d'être, par la suite, considéré « compétent ». Cette valeur seuil minimale est calculé par l'index de Youden.

III-3.7 Différentes phases de l'étude :

- **1<sup>ère</sup> demi-journée (05 Février 2020), Groupes A et B, Formateur Vincent BRETAGNE, 4h30 :**
  - Réponse au questionnaire de confiance en soi dans la réalisation des ponctions articulaires et d'évaluation des connaissances
  - Cours théorique en amphithéâtre, anatomie, pathologies et échographie de l'épaule et du genou
  - Atelier pratique d'échographie « saine »
- **2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> demi-journées le matin (10 et 17 Février 2020, 2 Mars 2020). Obligation des apprenants de participer à au moins une des 3 séances, mais possibilité de venir aux 3. Groupe A : Entraînement sur simulateur procédural**

aux ponctions de genou par voie supéro-latérale sous repères cliniques.

Formateur Vincent BRETAGNE, séance de 4h30 chacune.

- 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> demi-journée l'après-midi (10 et 17 Février 2020, 2 Mars 2020).  
Obligation des apprenants de participer à au moins une des 3 séances, mais possibilité de venir aux 3. Groupe B : Entraînement sur simulateur procédural aux ponctions de la gléno-humérale par voie antérieure sous repères cliniques. Formateur Vincent BRETAGNE, séance de 4h30 chacune.
- 5<sup>ème</sup> journée (10 Mars 2020) : Groupe A et B : Évaluation sur cadavres, Évaluateurs Vincent BRETAGNE et Dr Alice DELAPIERRE, 10h

Photographie 5 : Cadavre n°4 (C4) préparé pour l'évaluation, position demi assise



Photographie 6 : Disposition des 4 cadavres (C1 à C4) le jour de l'évaluation au  
Laboratoire d'Anatomie du CHU de Caen



8h00 : Préparation de la salle d'évaluation et mise en place du matériel

8h30 :

- Accueil des étudiants du matin, présentation des corps, du *matériel à disposition\** et de la salle d'anatomie (Pré-BRIEFING). Rappel du déroulement de l'évaluation et de ses objectifs (BRIEFING)
- **Randomisation des 13 étudiants du matin :**
  - Tirage au sort avec ordre de passage de 1 à 13
  - Les étudiants sont appelés 2 par 2 suivant l'ordre croissant de leurs numéros, le plus petit numéro commence par ponctionner l'épaule, l'autre étudiant commence au genou. Puis ils inversent.
  - Une fois la moitié des étudiants du matin évalués, les examinateurs changent de cadavres pour homogénéiser les ponctions d'épaule et de genou sur chacun des corps.
- **Questionnaire de niveau de confiance dans la ponction articulaire et d'évaluation des connaissances de nouveau à remplir** (tout comme au début de la formation, les étudiants n'ont pas été prévenu au préalable afin d'éviter des révisions de dernière minute qui aurait biaisé l'intérêt pédagogique de la formation)
- **Clause de confidentialité à remplir** (Annexe 2)

9h00 :

- **Début de l'évaluation à la ponction articulaire (30 minutes par binôme)**
  - Mr Vincent BRETAGNE évaluant l'épaule :

- 6 minutes première ponction (timing comprenant la préparation du matériel et le temps de ponction)
  - 2 minutes pour chacune des 2 autres ponctions
- Dr Alice DELAPIERRE évaluant le genou :
  - 6 minutes première ponction (timing comprenant la préparation du matériel et le temps de ponction)
  - 2 minutes pour chacune des 2 autres ponctions
- Les évaluateurs observent silencieusement les apprenants sans leur communiquer d'information
- Une fois évalué, chaque binôme quitte le Laboratoire d'Anatomie sans communiquer d'information à leurs collègues n'ayant pas encore été évalués.

12h30-14h : Pause + Installation des cadavres de l'après midi

14h00 :

- Protocole (Pré-BRIEFING, BRIEFING, RANDOMISATION {16 étudiants l'après-midi}, questionnaire de confiance et d'évaluation des connaissances, Clause de confidentialité) similaire à celui réalisé le matin

14h30 :

- **Début de l'évaluation à la ponction articulaire : Protocole identique à celui réalisé l'après midi**

18h30 : Fin de journée.

*\*Matériel à disposition :* Aiguille de 2 pouces de 21G (0.8\*50mm), seringues de 20cc, gants stériles, gants non stériles, compresses stériles 7,5cm x 7,5cm, povidone iodée alcoolique 5 %, sérum physiologique, masques chirurgicaux, solution hydro alcoolique, champs stériles.

### III-3.8 Questionnaire d'évaluation de la formation par les étudiants (Annexe 3)

Ce questionnaire a été adressé aux étudiants une semaine après l'évaluation au Laboratoire d'Anatomie, pour avoir leur ressenti sur l'étude et recueillir leurs principales remarques (indispensables pour améliorer les études futures ) (14,19).

Les 7 paramètres étudiés étaient :

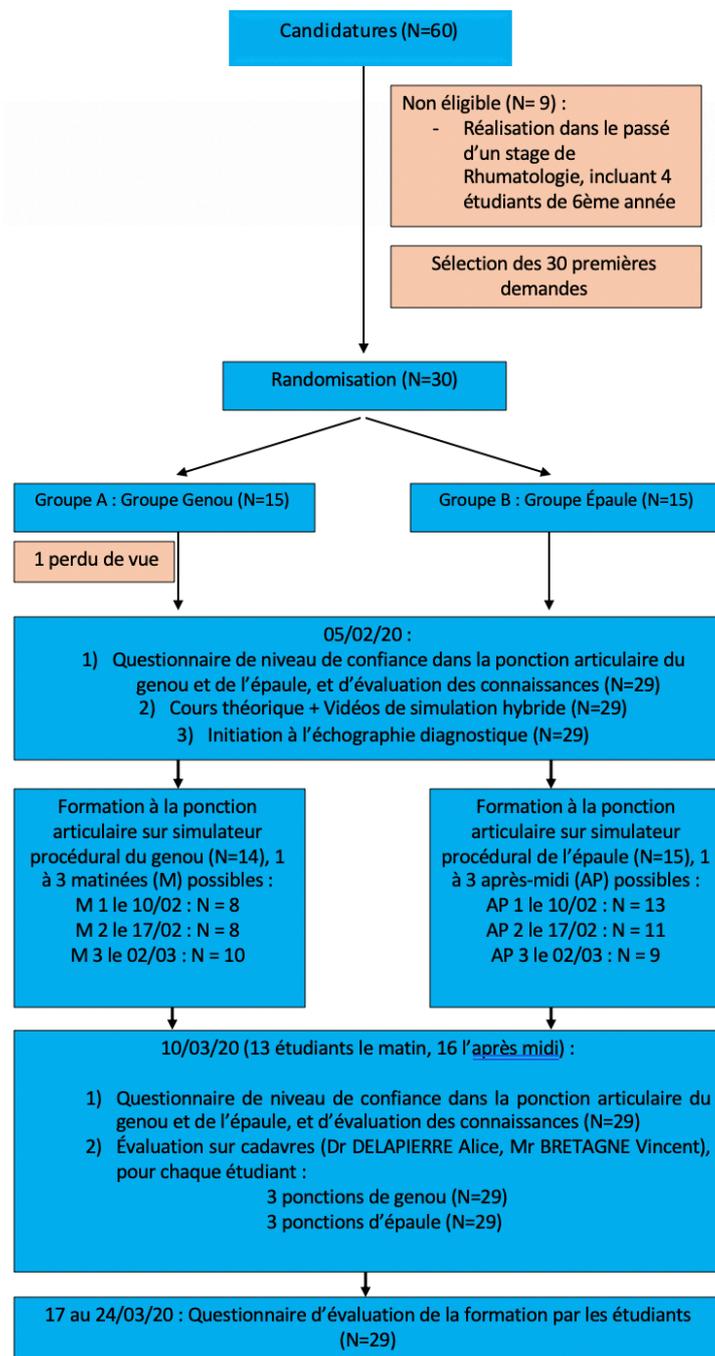
- l'évaluation du cours théorique sur une échelle de Likert de 1 à 4 points (1 mauvais, 2 bon, 3 moyen, 4 excellent)
- la facilité de compréhension de l'initiation à l'échographie et son utilité en pratique clinique dans l'année à suivre
- évaluation de la qualité de la formation sur les simulateurs procéduraux
- évaluation de la qualité de l'évaluation sur les cadavres au Laboratoire d'Anatomie
- la pratique sur les cadavres est-elle une plus-value pour la confiance pour réaliser une ponction articulaire par rapport à une formation uniquement sur les simulateurs ?
- transposition dans la pratique clinique de la formation : si demain un patient avec épanchement articulaire du genou et/ou de la gléno-humérale se présente, pensez-vous réaliser la ponction articulaire ?
- quelles sont les formations souhaitées par les étudiants en Rhumatologie par Simulation.

#### III-4 Résultats :

L'étude s'est déroulée entre le 5 Février 2020 (cours théorique initial) et le 24 Mars 2020 (réception des questionnaires de débriefing). Sur les 60 demandes de participation reçues, 51 étaient éligibles. La sélection s'est effectuée en retenant les 30 premières demandes par ordre chronologique, en respectant un ratio équilibré d'étudiants en 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> année. Vingt-neuf étudiants ont mené à bien l'étude en respectant l'ensemble des étapes : Cours théorique, questionnaire de niveau de confiance et de connaissances de début d'étude, initiation à l'échographie

diagnostique, formation sur les simulateurs procéduraux, questionnaire de niveau de confiance et de connaissances de fin d'étude, évaluation sur les cadavres, questionnaire d'évaluation de la formation. L'unique perdu de vue appartenait au groupe genou. Il ne s'est pas présenté au cours théorique initial, et a par conséquent été exclu de l'étude.

Figure 12 : Diagramme de flux



Les 2 groupes étaient comparables, aucun des étudiants n'ayant d'expérience préalable en Rhumatologie et dans la ponction articulaire. Environ 2/3 de femmes dans chacun des groupes, expliqué par la supériorité numérique de ces dernières dans les études de médecine (Tableau 4).

Tableau 4 : Population de l'étude

	<b>Groupe Genou (n=14)</b>	<b>Groupe Épaule (n=15)</b>
<b>Étudiant de 4ème année n (%)</b>	6 (42,9 %)	9 (60 %)
<b>Étudiant de 5ème année n (%)</b>	8 (57,1 %)	6 (40 %)
<b>Hommes n (%)</b>	4 (28,6 %)	5 (33,3 %)
<b>Femmes n (%)</b>	10 (71,4 %)	10 (66,7 %)
<b>Réalisation antérieure d'un stage de Rhumatologie n (%)</b>	0 (0 %)	0 (0 %)
<b>Expérience préalable dans la ponction articulaire n (%)</b>	0 (0 %)	0 (0 %)

III-4.1 Niveaux de confiance et connaissances théoriques (Tableaux 5 et 6) :

Tableau 5 : Progression du niveau de confiance dans la ponction articulaire du genou et de l'épaule.

	<b>Score moyen début de formation</b>	<b>Score moyen fin de formation</b>	<b><i>p value</i></b>
<b>Niveau de confiance ponction de genou</b>	1,03/5	3/5	< 0,01
<b>Niveau de confiance ponction d'épaule</b>	0,76/5	2,8/5	< 0,01

Tableau 6 : Progression des connaissances théoriques au questionnaire d'évaluation

	<b>Score moyen début de formation</b>	<b>Score moyen fin de formation</b>	<b><i>p value</i></b>
<b>Indications d'une ponction articulaire</b>	1,31/2	1,34/2	< 0,01
<b>Contre-Indication d'une ponction articulaire</b>	1,31/4	2,2/4	< 0,01
<b>Contre-indication d'une infiltration de corticoïdes</b>	0,9/1	0,9/1	NS
<b>Nombre max. d'infiltrations / an</b>	0,34/1	0,66/1	0,008
<b>Repères cliniques ponction de genou</b>	0,14/1	0,97/1	< 0,01
<b>Repères cliniques ponction de la GH.</b>	0/1	0,83/1	< 0,01
<b>Complications de la ponction articulaire</b>	1,6/5	2,7/5	< 0,01
<b>Total</b>	5,6/15	9,7/15	< 0,01

On constate non seulement une amélioration significative du niveau de confiance dans la ponction articulaire du genou et de l'épaule, mais également des progrès significatifs des connaissances théoriques sur l'ensemble du questionnaire.

#### III-4.2 Formation sur les simulateurs procéduraux :

Tableau 7 : Groupe Genou, suivi des ponctions sur simulateur

<b>Étudiant</b>	<b>Nombre de ponctions réalisées</b>	<b>Nombre de ponctions réussies</b>	<b>≥ 2/3 ponctions réussies</b>
<b>1</b>	6	5	OUI
<b>2</b>	10	7	OUI
<b>3</b>	8	7	OUI
<b>4</b>	7	7	OUI
<b>5</b>	7	5	OUI
<b>6</b>	7	6	OUI
<b>7</b>	7	6	OUI
<b>8</b>	7	7	OUI
<b>9</b>	10	9	OUI
<b>10</b>	14	12	OUI
<b>11</b>	6	6	OUI
<b>12</b>	8	7	OUI
<b>13</b>	6	4	OUI
<b>14</b>	10	9	OUI

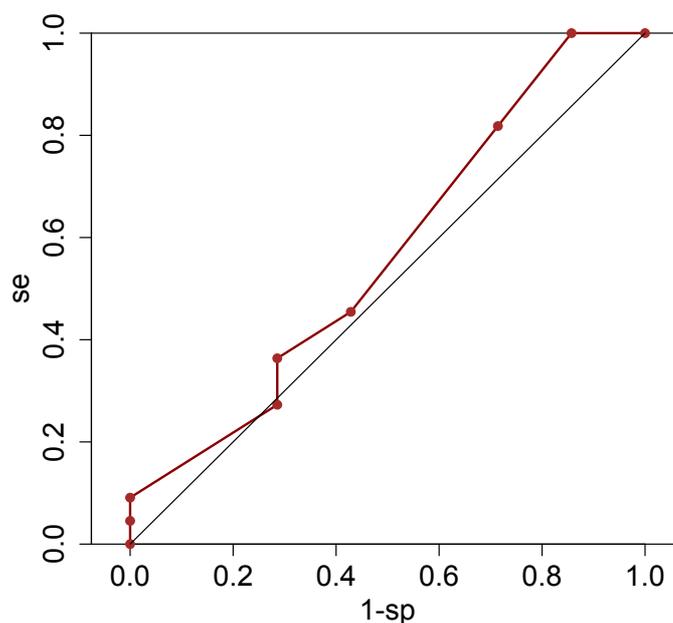
Tableau 8 : Groupe Épaule, suivi des ponctions sur simulateur

Étudiant	Nombre de ponctions réalisées	Nombre de ponctions réussies	≥ 2/3 ponctions réussies
1	6	6	OUI
2	7	6	OUI
3	8	7	OUI
4	6	4	OUI
5	7	5	OUI
6	7	4	NON
7	7	6	OUI
8	10	10	OUI
9	11	11	OUI
10	9	9	OUI
11	2	2	OUI
12	7	6	OUI
13	9	6	OUI
14	10	9	OUI
15	10	7	OUI

28 étudiants sur 29 ont atteint sur simulateurs un taux de succès moyen de 2/3 de ponctions réussies (Tableaux 7 et 8), correspondant au taux à atteindre lors de l'évaluation sur cadavres pour chacune des articulations.

Le nombre minimal de ponctions d'entraînement sur les mannequins, nécessaire pour atteindre la compétence sur les cadavres, est donné par l'indice de Youden de la courbe ROC. Cette valeur seuil minimale est estimée à 4 ponctions d'entraînement (Figure 13).

Figure 13 : Courbe ROC



III-4.3 Évaluation sur cadavres au laboratoire d'anatomie :

Tableau 9 : Respect du protocole d'asepsie :

	<b>Groupe Genou (n=14)</b>	<b>Groupe Épaule (n=15)</b>
<b>Port du masque - n (%)</b>	13 (93)	15 (100)
<b>Respect du protocole de désinfection des mains à la SHA - n (%)</b>	13 (93)	12 (80)
<b>Réalisation des 2 temps à la bétadine - n (%)</b>	14 (100)	15 (100)
<b>Port de gants stériles - n (%)</b>	14 (100)	15 (100)

Les règles d'asepsie élémentaires sont bien respectées dans les deux groupes : masque chirurgical porté dans 96,5 % des cas, respect des 6 temps de désinfection à

la SHA dans 86,5 % des cas, réalisation des 2 temps de désinfection à la bétadine et port des gants stériles dans 100 % des cas.

Tableau 10 : « Succès » à la ponction articulaire du genou ( = au moins 2 ponctions de genou réussies sur les 3 tentées ) selon le groupe de formation sur mannequin

	GRUPE GENOU (n=14)	GRUPE ÉPAULE (n=15)	<i>P value</i>
ÉCHEC GENOU - n (%)	3 (21)	6 (40)	0,43
SUCCÈS GENOU -n (%)	11 (79)	9 (60)	

Tableau 11 : « Succès » à la ponction articulaire de l'épaule ( = au moins 2 ponctions d'épaule réussies sur les 3 tentées ) selon le groupe de formation sur mannequin

	GRUPE GENOU (n=14)	GRUPE ÉPAULE (n=15)	<i>P value</i>
ÉCHEC ÉPAULE - n (%)	6 (43)	4 (26)	0,45
SUCCÈS ÉPAULE -n (%)	8 (57)	11 (74)	

On ne met pas en évidence de différence statistiquement significative de « succès » sur cadavres à la ponction articulaire du genou ( $p = 0,43$ ) et de l'épaule ( $p = 0,45$ ) selon le groupe de formation sur simulateur procédural – Tableaux 10 et 11.

III-4.4 Comparaison des résultats selon le statut compétent ou non des étudiants sur cadavres :

Tableau 12 : Résultats selon le statut « compétent » ou « non compétent » des étudiants sur cadavres :

	Étudiants non compétents sur cadavres (n=7)	Étudiants compétents sur cadavres (n=22)	p value
Nb moyen de ponctions tentées sur mannequins	7,14	8,14	0,6
Nb moyen de ponctions réussies sur mannequins	5,86	7	0,34
Score moyen questionnaire début d'étude	5,14	5,73	0,54
<u>Score moyen questionnaire fin d'étude</u>	<u>8,43</u>	<u>10,32</u>	<u>0,014</u>
Respect repères anatomiques Genou sur cadavres - n (%)	3 (42,9)	17 (77,3)	0,15
Respect repères anatomiques Épaule sur cadavres - n (%)	4 (57,1)	18 (81,8)	0,31
Modification de la direction de l'aiguille au cours de la ponction de genou - n (%)	6 (85,7)	14 (63,6)	0,38
Modification de la direction de l'aiguille au cours de la ponction d'épaule - n (%)	7 (100)	13 (59,1)	0,06
Progression ponction de genou "le vide à la main" - n (%)	6 (85,7)	20 (90,9)	NS
Progression ponction d'épaule "le vide à la main" - n (%)	6 (85,7)	20 (90,9)	NS
Compression du pt de ponction au retrait de l'aiguille lors de la ponction de genou - n (%)	2 (28,6)	13 (59,1)	0,21
Compression du pt de ponction au retrait de l'aiguille lors de la ponction d'épaule - n (%)	5 (71,4)	19 (86,4)	0,57
Durée cumulée moyenne des 3 ponctions de genou, secondes	485	418,64	0,13
<u>Durée cumulée moyenne des 3 ponctions d'épaule, secondes</u>	<u>572,86</u>	<u>485,09</u>	<u>0,03</u>
<b>Difficulté des cadavres de genou :</b>			<b>0,03</b>
Facile - n (%)	1 (14,3%)	14 (63,6)	
Intermédiaire - n (%)	6 (85,7)	8 (36,4)	
<b>Difficulté des cadavres d'épaule :</b>			<b>0,55</b>
Intermédiaire - n (%)	7 (100)	19 (86,4)	
Difficile - n (%)	0 (0)	3 (13,6)	

En suivant notre « algorithme de compétence », 22 étudiants ont atteint la compétence sur cadavre (succès sur l'articulation formée +/- l'autre articulation) et 7 ne l'ont pas atteint (échec sur l'articulation formée +/- succès sur l'autre articulation) – Tableaux 10, 11 et 12.

Les scores moyens du questionnaire d'évaluation des connaissances au début de l'étude ne montrent pas de différence significative entre les étudiants

« compétents » et les étudiants « non compétents » : 5,73 points versus 5,14 points ( $p=0,54$ ).

Les scores moyens du questionnaire d'évaluation des connaissances en fin d'étude montrent en revanche une supériorité des connaissances théoriques chez les étudiants « compétents » à la ponction articulaire sur cadavres par rapport aux étudiants « non compétents » : 10,32 points versus 8,43 points ( $p=0,014$ ).

Les 22 étudiants « compétents » sur cadavres ont réalisé en moyenne 8,14 ponctions d'entraînement sur simulateurs, dont 7,0 réussies. Les étudiants « non compétents » sur cadavres ont réalisé en moyenne 7,14 ponctions d'entraînement sur simulateurs, dont 5,86 réussies ( $p > 0,05$ ).

Près de 80 % des étudiants « compétents » respectent les repères anatomiques du genou (77,3 %) et de l'épaule (81,8 %). Les étudiants « non compétents » n'ont quant à eux respecté ces repères que dans environ 50% des cas (42,9 % pour le genou, 57,1 % pour l'épaule).

Deux éléments techniques restent à perfectionner, tant chez les étudiants « compétents » que chez les « non compétents » : le maintien de la direction de l'aiguille au cours du geste (61 % des « compétents » et 93 % des « non compétents » la modifie) ; la compression du point de ponction au retrait de l'aiguille (non réalisée chez 27,3 % des « compétents » et chez 50 % des « non compétents »). La progression le « vide à la main » est quant à elle bien respectée, réalisée dans 90,9 % des cas chez les « compétents » et dans 85,7 % des cas chez les « non compétents ».

Il n'y a pas de différence statistiquement significative sur la durée cumulée moyenne des ponctions articulaires de genou chez les « compétents » et les « non compétents » : 418 secondes versus 485 secondes ( $p = 0,13$ ). A contrario, les étudiants « compétents » ont une durée cumulée moyenne des ponctions articulaires

d'épaule significativement plus courte que les étudiants « non compétents » : 485 secondes versus 572 secondes ( $p = 0,03$ ).

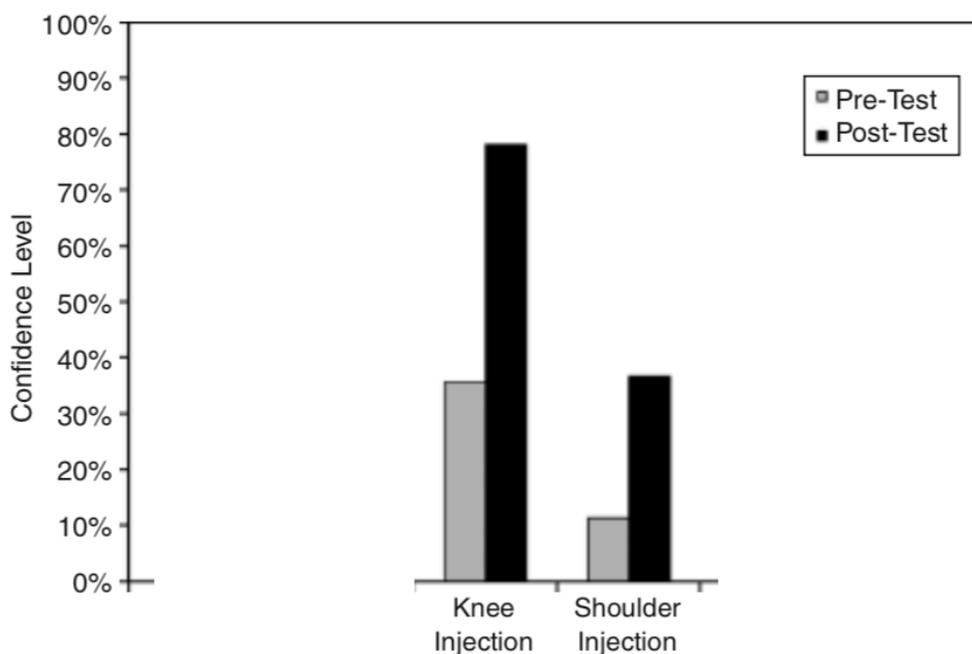
Le niveau de difficulté des ponctions de genou était statistiquement différent entre les « compétents » et les « non compétents ». 63,6 % des « compétents » ont ponctionné des genoux considérés comme « faciles », contre seulement 14,3 % des « non compétents »,  $p = 0,03$ . En ce qui concerne l'épaule, les articulations des cadavres étaient considérées de même niveau de difficulté entre les étudiants « compétents » et « non compétents », avec respectivement 86,4 % et 100 % d'épaules de difficulté « intermédiaire »,  $p=0,55$ .

### III-5 Discussion :

III-5.1 Questionnaire de confiance en soi dans la réalisation d'une ponction articulaire du genou et de l'épaule et d'évaluation des connaissances (Annexe 1) :

Le niveau de confiance des étudiants, extrêmement faible en début d'étude, dans la ponction articulaire (1/5 pour le genou, 0,8/5 pour l'épaule), met en relief la nécessité d'établir de telles formations pratiques. Le gain de niveau de confiance est significatif au cours de l'étude, + 2 points pour le genou et l'épaule (Tableau 5). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Wilcox et al. dans leur étude de 2006 portant sur la formation de 63 internes à la ponction/infiltration et l'examen clinique du genou et de l'épaule (cours théorique, observation clinique et entraînement sur simulateurs avec évaluation avant/après formation du niveau de confiance) :

Figure 14 : Comparaison des niveaux de confiance dans l'infiltration du genou et de l'épaule avant et après formation (8)



La ponction de genou est souvent considérée comme un geste « simple » en cas d'épanchement articulaire abondant, pour autant, les données recueillies auprès des étudiants au cours de ce travail démontrent que très peu d'étudiants connaissaient les repères anatomiques de la ponction du genou en début d'étude (score moyen 0,14/1). Pour la gléno-humérale, aucun des 29 étudiants ne connaissait en début d'étude les repères anatomiques (score moyen 0/1). Or, nous étions en droit de croire que les étudiants de 5<sup>ème</sup> année connaissaient ces repères anatomiques, la Rhumatologie étant enseignée au CHU de Caen en fin de 4<sup>ème</sup> année. L'enseignement théorique « classique » n'est donc pas adapté à la formation des gestes techniques. Ces gestes n'ont donc rien d'évident et nécessitent un réel apprentissage. En fin d'étude, 97 % des étudiants connaissaient, de façon académique, les repères anatomiques de la ponction du genou et 83 % connaissaient ceux de l'épaule – Tableau 6.

### III-5.2 Formation sur les simulateurs procéduraux :

Les étudiants de chaque groupe ont eu la possibilité de s'entraîner sur 1 à 3 demi-journées de formation selon leurs disponibilités (offre d'entraînement supérieure à celles de la majorité des autres études (8,15,28,35)). La formation aux ponctions articulaires, sur simulateurs, étalée sur plusieurs séances a permis de réduire les effectifs de chacun des groupes, potentialisant l'attention des étudiants et la qualité de la formation (34).

Afin d'augmenter la fidélité des sessions de simulation procédurale, les étudiants venaient s'entraîner en blouse, et avaient pour consignes de respecter l'ensemble des règles d'asepsie en vigueur lors de la pratique réelle. De plus, pour familiariser les étudiants aux conditions de l'évaluation au laboratoire d'anatomie, ils étaient chronométrés lors de leur entraînement (temps imparti : 6minutes pour les ponctions précédées du protocole d'asepsie avec préparation du matériel ; 2 minutes pour les ponctions simples).

Les étudiants ont été satisfaits de la formation sur les simulateurs procéduraux *LIMBS and THINGS ALT 70103 et 70202*®, les évaluant ainsi sur une échelle de Likert de 1 à 4 points (Annexe 3 – synthèse des réponses au questionnaire d'évaluation de la formation par les étudiants) :

- repères anatomiques : 3,6/4
- sensation au cours du geste : 3,7/4
- niveau de réalisme : 3,2/4

Certains étudiants ont cependant souligné avoir été perturbés par les traces de ponctions de leurs prédécesseurs sur les mannequins, notamment pour le mannequin d'épaule. Cela a pu consciemment, ou inconsciemment, modifier le point de ponction

réalisé par certains étudiants. Pour pallier cela, des pansements opaques avec des points de ponctions simulés à différents endroits ont été réalisés :

Photographie 7 : Pansement opaque avec points de ponction factices



Nous l'avons dit, la simulation est une activité onéreuse. Après contact avec la société LAERDAL®, en ce qui concerne le mannequin d'épaule, il est nécessaire de remplacer la totalité du module échogène (impossibilité de changer uniquement la peau synthétique, contrairement au mannequin de genou).

### III-5.3 Évaluation sur cadavres au laboratoire d'anatomie :

100 % des étudiants du groupe genou ont réussi  $\geq 2/3$  de leurs ponctions de genou sur simulateur à la fin des 3 matinées de formation. Ils sont 79 % à avoir atteint

ce taux de réussite à la ponction de genou sur cadavres, contre 60 % dans le groupe épaule.

93,3 % des étudiants du groupe épaule ont réussi  $\geq 2/3$  de leurs ponctions d'épaule sur simulateurs à la fin des 3 après-midi de formation. Ils sont 74 % à avoir atteint ce taux de réussite à la ponction d'épaule sur cadavres, contre 57 % dans le groupe genou.

On peut expliquer ces différences de résultats entre mannequins et cadavres par les propriétés de l'articulation du mannequin : morphologie standard, pas de remaniement dégénératif de l'articulation, quantité de l'épanchement présent parfaitement ajustée. Les articulations des cadavres sont quant à elles soumises aux variations individuelles. Malgré tout, 76 % des étudiants de l'étude confirment que les repères anatomiques appris sur les simulateurs se retrouvaient facilement sur les cadavres.

La courbe ROC nous indique un nombre de ponctions d'entraînement minimal nécessaire de 4,0 pour espérer atteindre la compétence sur cadavres. Ce chiffre de 4,0 ponctions est en accord avec les études précédentes concluant à un nombre minimal de 2 à 5 ponctions d'entraînement (8,9,28) ; Il convient cependant d'être prudent avec ce seuil, qui ne peut être généralisé à la population générale sans avoir été vérifié sur un effectif plus important.

L'évaluation au Laboratoire d'Anatomie a été très appréciée des étudiants, lui attribuant une note globale de 3,4/4 sur l'échelle de Likert.

Malgré la position assise « face à face » des cadavres, pouvant être impressionnante pour certains, 89,7 % des étudiants déclarent ne pas avoir été indisposés le jour de l'évaluation. De plus, 72 % des étudiants rapportent que le fait d'avoir pu ponctionner des cadavres a permis de les rendre plus confiants dans la

maîtrise du geste technique que s'ils ne s'étaient exercés que sur les simulateurs, comme l'avaient rapporté Berman et al. en 2012 (41). La simulation la plus « fidèle » pour l'apprentissage de gestes techniques reste donc la simulation organique, humaine. En revanche, il semble difficile de généraliser la formation sur cadavres, du fait d'un manque de disponibilité des cadavres et de la lourdeur de leur mobilisation. Les mannequins présentent quant à eux un confort de formation beaucoup plus important. Le temps laissé aux étudiants pour réaliser les 3 ponctions articulaires (6 minutes première ponction, 2 minutes pour les deux autres) était considéré comme suffisant et adapté par 93 % des étudiants.

79 % des étudiants du groupe genou ont réussi au moins 2/3 de leurs ponctions de genou du cadavre, contre seulement 60 % des étudiants du groupe épaule. De la même façon, 74 % des étudiants du groupe épaule ont réussi au moins 2/3 de leurs ponctions d'épaule du cadavre, contre seulement 57 % des étudiants du groupe genou. Malheureusement, au risque  $\alpha$  de 5 %, ces différences ne sont pas statistiquement significatives. Notre effectif trop réduit, non calculé avant l'étude car il s'agissait d'une étude exploratoire, est probablement la raison de ce manque de significativité. Par ailleurs, la disponibilité du formateur empêchait d'envisager un effectif d'étudiants plus important. En outre, le feedback apporté aux étudiants lors de leur formation sur l'un des simulateurs a pu être utilisé pour améliorer leur performance sur l'autre articulation, même en l'absence d'entraînement pratique sur le simulateur procédural dédié. Un étudiant du groupe genou a en effet rapporté que sa formation sur simulateur procédural du genou l'a énormément aidé à réussir la ponction d'épaule sur cadavre, en lui apprenant les fondamentaux d'une bonne technique de ponction articulaire, en apprenant le repérage anatomique et la gestuelle adaptée. Pour étayer cette hypothèse, et démontrer l'intérêt de la formation sur simulateur, il serait

intéressant à l'avenir de prévoir un 3<sup>ème</sup> groupe, dont les modalités de formation pourraient être :

- formation « clinique » au lit du malade, sans passage sur simulateur, s'apparentant à la formation traditionnelle, avec les avantages mais aussi tous les inconvénients que nous lui connaissons : formation très hétérogène selon les patients présents, les formateurs et les possibilités de ponction, « première fois sur le patient » ...ce qui va à l'encontre des principes fondamentaux de la simulation.

ou

- absence de formation sur simulateur, avec uniquement des cours théoriques sur les repères anatomiques et la technique de ponction ainsi que des vidéos de simulation hybride ; cette seconde modalité de formation avait été envisagée lors de la conception de l'étude, mais nous avons fait le choix, dans l'espoir d'atteindre la significativité statistique, et face à l'impossibilité de recruter plus de 30 étudiants (1 seul investigateur principal), de former 2 groupes de 15 étudiants plutôt que 3 groupes de 10.

III-5.4 Comparaison des résultats selon le statut compétent ou non des étudiants sur cadavres :

Les étudiants « **compétents** » à la ponction articulaire sur cadavres (= « **succès** » sur l'articulation avec formation sur simulateur) totalisent un score significativement plus élevé au questionnaire d'évaluation des connaissances de fin d'étude que leurs collègues « **non compétents** » à la ponction articulaire (= « **échec** » sur l'articulation avec formation sur simulateur) : 10,32 points versus 8,43 points

( $p = 0,014$ ). On peut donc confirmer qu'une bonne connaissance anatomique contribue au succès du geste technique.

63,6 % des « compétents » ont ponctionné des genoux considérés comme « faciles », contre seulement 14,3 % des « non compétents »,  $p = 0,03$  (Tableau 12). Il existe donc un problème d'équité dans l'évaluation du genou, mais qui est dû au hasard (ordre de passage des étudiants tiré au sort le jour de l'évaluation). Il n'y avait pas de différence en ce qui concerne la « facilité » de ponction des cadavres d'épaules. Il est impossible d'un point de vue logistique de sélectionner les cadavres qui seront utilisés le jour de l'évaluation, on ne peut donc se soustraire à cette différence de difficultés des articulations ponctionnées (gonarthrose plus ou moins évoluée, nombre de franges synoviales intra articulaires, séquelles traumatiques ...), sans compter la nécessité de multiplier le nombre de cadavres support pour prévenir l'apparition des traces de ponctions, apparaissant après 15 à 20 ponctions (35).

86 % de l'ensemble des étudiants de l'étude se disent prêts à ponctionner un genou en situation réelle si l'occasion se présentait, contre 66 % pour l'épaule. Un élément intéressant à souligner, c'est la répartition de ces chiffres au sein des 2 groupes : **Groupe Genou** : 92 % des étudiants prêts à ponctionner un genou, mais seulement 36 % pour l'épaule ; **Groupe Épaule** : 93 % des étudiants prêts à ponctionner une épaule et 80 % prêt à ponctionner un genou. On voit donc bien que l'appréhension à ponctionner la gléno-humérale persiste chez les étudiants n'ayant pas reçu d'entraînement spécifique sur simulateur. Les étudiants doivent avoir reçu une formation spécifique à la ponction d'épaule pour s'en sentir capable. Cela est moins vrai pour la ponction de genou, où l'apprentissage de la ponction d'un autre site articulaire peut suffire à mettre les étudiants en confiance pour se lancer dans ce geste

technique directement sur un patient réel (ce qui reste malgré tout contraire au principe fondamental en Simulation : « Jamais la première fois sur le patient »).

### III-5.5 Autres points :

Le but de notre étude était de former les étudiants de 4<sup>ème</sup> et de 5<sup>ème</sup> année de médecine à la ponction articulaire du genou et de l'épaule à partir de repères cliniques. Néanmoins, les ponctions écho-guidées étant de plus en plus fréquentes en Rhumatologie, il nous est apparu indispensable d'initier les étudiants à l'échographie diagnostique pour compléter leur formation.

Nous avons demandé aux étudiants quelles seraient les formations en Rhumatologie qu'ils souhaiteraient suivre via la simulation : enseignement des gestes techniques, de l'examen clinique d'une articulation saine et d'une articulation pathologique, ainsi que la gestion de l'annonce diagnostique des maladies chroniques et des maladies graves. L'apprentissage de l'échographie ostéo-articulaire est également fréquemment demandée, preuve de la place désormais incontournable de l'imagerie dans la pratique quotidienne, la sonde d'échographie étant devenue le « stéthoscope du rhumatologue ».

### III-5.6 Limites de l'étude :

Effectif réduit avec uniquement 30 étudiants inclus initialement, ce qui limite la puissance de l'étude et contribue à l'absence de différence significative de « succès » selon le groupe de formation lors de l'évaluation sur cadavres. Gardons en tête qu'il s'agit d'une étude pilote, avec un protocole établi sur sa faisabilité dans le temps

imparti. Il faudra donc se servir des résultats de cette étude pour calculer a priori l'effectif nécessaire dans les prochains travaux afin d'atteindre la significativité statistique (3,19,32).

Les résultats sur cadavres doivent être interprétés prudemment et ceux pour différentes raisons : les étudiants réalisant des ponctions sur cadavres sont moins préoccupés par les structures nobles à éviter (vaisseaux, nerfs, tendons) et par la douleur du patient au cours du geste, que lors de ponctions réalisées sur des patients vivants (3). Les gestes techniques sur sujet vivant sont donc plus difficiles que sur cadavres (13) ; de plus, malgré une évaluation réalisée sur des cadavres « frais », les propriétés des tissus peuvent être altérées, ce qui modifie les sensations au cours du geste (13,31).

Nous avons évalué les connaissances théoriques et la compétence dans la ponction articulaire juste après la fin de la formation. Mais, la question qui se pose est le maintien des connaissances et des compétences sur le long terme (34). En effet, nous savons que l'un des principaux facteurs limitant les médecins généralistes pour la réalisation des gestes techniques en cabinet est la difficulté à maintenir leur niveau d'aptitude (7). Le délai avant mise en application des compétences acquises doit être le plus court possible pour garantir un savoir-faire durable (11). Donc, si les étudiants utilisent leurs nouvelles compétences rapidement et à chaque opportunité, nous sommes en droit d'espérer qu'ils resteront compétents en ponction articulaire. Pour tester la rétention de la compétence, il serait intéressant de refaire une évaluation sur cadavres à 1 an.

Nous avons formé et évalué les étudiants à la ponction de la gléno-humérale, et non de la bourse sous acromio-deltoïdienne (BSAD) de l'épaule, bien que cette

dernière soit plus fréquemment l'objet des ponctions/infiltrations en pratique courante.

L'articulation gléno-humérale a été choisie pour ce travail pour deux raisons :

- raison technique avec les cadavres : en cas de fissures intra-tendineuses au sein de la coiffe des rotateurs, une grande partie du liquide injecté dans la BSAD se disperserait dans les fissures tendineuses. Le liquide injecté n'aurait donc pas pu être récupéré par l'étudiant pour objectiver la réussite de sa ponction (38). L'articulation gléno-humérale, au contraire, retenait la quasi-totalité du liquide injecté via les cathéters intra-articulaires\*.
- nous cherchons avant tout à valider une méthode de formation à la ponction articulaire par la simulation (21) :

Le choix de l'articulation enseignée doit donc être utile en pratique, mais également fonctionnelle pour valider cette méthode\*.

Les étudiants ont été formés aux ponctions sous repères cliniques malgré le caractère échogène des simulateurs procéduraux. Pourquoi ? Tout d'abord en raison du trop long délai de formation des étudiants hospitaliers pour l'échographie interventionnelle, qui impose au préalable de maîtriser l'échographie diagnostique (anatomie, manipulation de la sonde, sémiologie échographique et balistique pour anticiper le trajet de l'aiguille (5)). Avant d'apprendre à courir, il faut apprendre à marcher, c'est le principe du « Mastery Learning » : formation progressive, en s'assurant que les fondamentaux sont acquis avant de passer à un nouvel apprentissage. De plus, en simulation, il convient de s'adapter au public visé. Nous avons fait ici un programme de formation destiné aux étudiants hospitaliers, qui réalisent, dans la plupart des cas, des gestes uniquement sous repères cliniques. Enfin, le bénéfice de ponctionner systématiquement en écho-guidé est débattu dans la littérature : Berona et al. ont comparé en 2016 le taux de succès aux ponctions

articulaires de la hanche, de la cheville et du poignet, sous échoguidage et en repères cliniques, auprès d'internes des urgences. Ils n'ont pas mis en évidence de différence significative (3).

Tableau 13 : Comparaison des ponctions de hanche, cheville et poignet sous repères cliniques et écho-guidage (3)

Success, median attempts, and median time to success for ultrasound-guided and landmark-guided arthrocentesis.

	Ultrasound	Landmark	p-Value
<i>Success (%)</i>			
Hip	17/17 (100%)	14/17 (82%)	p = 0.08
Ankle	17/17 (100%)	16/17 (94%)	p = 0.31
Wrist	11/13 (85%)	12/13 (92%)	p = 0.56
Overall	45/47 (96)	42/47 (89%)	p = 0.26
<i># Attempts (range)</i>			
Hip	1 (1-4)	2 (1-5)	p = 0.12
Ankle	2 (1-4)	1 (1-5)	p = 0.36
Wrist	3 (1-7)	2 (1-8)	p = 0.70
Overall	1 (1-7)	2 (1-8)	p = 0.12
<i>Time to success in seconds (range)</i>			
Hip	38 (11-270)	112 (15-300)	p = 0.11
Ankle	24 (3-202)	35 (3-300)	p = 0.62
Wrist	70 (14-300)	50 (5-300)	p = 1.0
Overall	38 (3-300)	51 (3-300)	p = 0.23

A contrario, une revue de la littérature de 2015 comparant la ponction de genou écho-guidée avec la ponction sous repères cliniques révèle une supériorité de la ponction écho-guidée en termes de précision, de quantité de liquide obtenu, de douleurs au cours du geste et dans les 2 semaines suivantes (31). En tout état de cause, il convient de garder à l'esprit qu'une ponction de genou simple chez un patient de corpulence standard peut tout à fait être réalisée sous repères cliniques (24). Cependant, pour les internes de spécialités amenés à réaliser fréquemment des ponctions/infiltrations articulaires, il serait intéressant de concevoir un programme de formation aux ponctions écho-guidées via ces mannequins nouvelle génération. L'échographie interventionnelle en Rhumatologie étant malheureusement le plus souvent absente

des programmes de formation, plus rarement optionnelle et exceptionnellement obligatoire (6).

Pour cette étude, nous avons choisi de recruter des étudiants hospitaliers plutôt que des internes, qui, pourtant, sont plus concernés par ce type de gestes. La raison essentielle en a été la faisabilité de l'étude, car recruter 30 internes de niveau comparable en ponction articulaire était irréaliste. En effet, il n'y a que 29 internes en phase socle de Rhumatologie, Orthopédie et Médecine Physique et de Réadaptation (spécialités réalisant le plus de ponctions/infiltrations) dans les universités de Caen, Rouen et Rennes. Les internes ayant davantage d'expérience que les étudiants hospitaliers, leur niveau préalable en ponction articulaire aurait été beaucoup plus variable, car fonction des stages réalisés pendant l'externat et l'internat. Les résultats de l'étude auraient donc été difficiles à interpréter. Enfin, mobiliser des internes sur plusieurs jours pour satisfaire aux besoins de la formation aurait été très difficile si ce n'est impossible compte tenu de la nécessité de continuité des soins au sein de leurs services respectifs.

Enfin, utiliser le protocole de cette étude pour en faire une formation courante peut être complexe d'un point de vue logistique. Un tel programme d'entraînement est chronophage pour les formateurs s'ils ne disposent pas d'un temps dédié pour cette activité dans leur emploi du temps. Il est primordial que la simulation devienne partie intégrante des programmes de formation en Rhumatologie. Cette condition est indispensable pour pouvoir développer à grande échelle de telles activités. Le coût élevé des simulateurs procéduraux (5,15,28), l'accessibilité et l'entretien des cadavres peuvent également poser problème pour les centres disposant de ressources plus faibles (29). Il faut rappeler que les simulateurs procéduraux ont reçu à la fin de la formation pas moins de 150 ponctions quasiment au même endroit, et à intervalle de

temps très rapproché. La peau synthétique du mannequin (voir le module échographique complet pour le mannequin d'épaule comme expliqué page 79), est donc quasiment à changer à la fin de la formation, ce qui majore encore la facture pour les centres de simulation. Une solution possible serait de réaliser, dans le cadre du développement professionnel continu, des formations payantes sur ces simulateurs pour financer l'entretien du matériel.

### III-5.7 Forces de l'étude :

A notre connaissance, il s'agit de la première étude formant les étudiants sur mannequins et les évaluant sur cadavres\*, ce qui permet aux étudiants de se rapprocher au maximum de la vraie vie. Nous savons que l'utilisation des cadavres permet aux étudiants de mieux apprécier la réalité tissulaire des patients pour la formation aux gestes techniques. En effet, Hanson et al. (13) ont montré que les étudiants en odontologie formés sur les cadavres se sentaient avantagés par rapport à ceux formés uniquement sur mannequins, en soulignant que les sensations étaient plus proches de la réalité.

Des études précédentes ont comparé différentes méthodes de formation à la ponction articulaire (cours théoriques, formation « au chevet du malade » supervisée par un enseignant, mannequins, cadavres, vidéos internet...), mais il est très rarement fait d'évaluation objective de ces différentes méthodes, reposant le plus souvent sur le niveau de confiance des étudiants avant et après la formation, hors nous savons que c'est un critère imparfait (8,19,25,28,30,32,34,36). Dans notre étude, nous avons cherché à montrer de façon objective, en utilisant une grille d'évaluation standardisée basée sur la littérature et un avis d'experts, que les étudiants formés à la ponction

articulaire sur simulateur procédural avaient de meilleurs résultats sur cadavres que leurs collègues ayant uniquement bénéficié d'une formation théorique. Les taux de succès « bruts » sur cadavres, selon le groupe de formation sur mannequin (Tableaux 10 et 11), vont dans ce sens, mais il faudra confirmer cette hypothèse sur un effectif plus important afin d'atteindre la significativité statistique.

Nous l'avons dit, participer à cette étude a probablement changé le comportement des étudiants : 89 % pensent désormais pouvoir utiliser l'échographie pour confirmer un épanchement articulaire ; 86 % tenteront une ponction de genou si l'occasion se présente, 66 % une ponction d'épaule. Il serait intéressant de confirmer cela par des questionnaires de suivi afin de quantifier le nombre réel d'échographies et de ponctions réalisées par les étudiants, et mesurer ainsi l'impact sur la prise en charge des patients.

Nous avons cherché à déterminer le nombre minimal nécessaire de ponctions d'entraînement pour atteindre la compétence, ce qui présente un double intérêt : « pédagogique » et « économique » (la durée de vie du mannequin étant inversement proportionnelle au nombre de ponctions réalisées). En pratique, en s'inspirant du modèle de Tariq et al. (9), nous pourrions délivrer à chaque étudiant un journal de bord avec les gestes techniques à maîtriser, basé sur des objectifs clairs année par année.

Par exemple :

- Étape 1, DFASM 1 : **observation** de 2 ponctions articulaires au minimum
- Étape 2, DFASM 2 : **Réalisation** d'au moins 4 ponctions articulaires (*seuil d'entraînement calculé dans notre étude*) sur simulateurs procéduraux, avec feedback de l'enseignant

- Étape 3, DFASM3 : **Réalisation** d'au moins 4 ponctions articulaires sur patient réel, avec dans l'idéal une supervision directe pour la première, mais non obligatoire si passage sur simulateurs.
  - o Remarque : Évaluation sommative obligatoire pour passage à l'étape suivante (Mastery Learning).

Cette étude est également novatrice via l'utilisation de mannequins échogènes nouvelle génération (*Limbs and Things ALT70103® Genou ; ALT70202® Épaule*). Nous avons également testé et validé le procédé de cathéter intra-articulaire pour créer des épanchements, mis au point par Ross et al. (29) au niveau de l'articulation tibio-talienne de la cheville, en l'utilisant pour la première fois sur l'épaule et le genou.

Ce travail promeut le « *blended learning* » (32), à savoir une multiplication des supports d'apprentissage : cours théorique en amphithéâtre, initiation pratique à l'échographie diagnostique, mise à disposition de vidéos en ligne, simulateurs procéduraux nouvelle génération et travail sur cadavres. Autant de techniques permettant d'accroître le niveau d'attention des étudiants et d'améliorer leurs connaissances théoriques et leur savoir-faire sur le long terme. Dans cette même optique, plusieurs types de simulation ont été utilisés : Simulation organique, humaine, basée sur les cadavres ; Simulation non organique, synthétique, basée sur les simulateurs procéduraux ; Simulation Hybride, basée sur l'association de patient simulé avec les simulateurs procéduraux (vidéos délivrées aux étudiants pour la dimension globale du geste technique).

En respectant le modèle du « Mastery Learning », où chaque étape fait l'objet d'une évaluation sommative permettant l'accès au niveau supérieur, nous pourrions concevoir un programme de simulation en Rhumatologie suivant le modèle suivant :

Session 1 (Patient simulé) : Interrogatoire + Examen clinique du genou

Session 2 (Simulateur procédural +/- cadavre) : Ponction articulaire du genou

Session 3 (Simulation hybride : Patient simulé + simulateur procédural ; voir vidéos

<https://drive.google.com/drive/folders/1aW73J7UTgR2k6Y9stUqhMwbthOvKQzRu?usp=sharing>) : Prise en charge globale du patient venant aux urgences pour une

monoarthrite du genou (Interrogatoire + Examen clinique + Ponction articulaire +

Consignes de surveillance au décours de la procédure à donner au patient)

### III-6 Conclusion :

Cette étude a permis de former 29 étudiants de 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> année de médecine, sur simulateurs procéduraux, aux ponctions articulaires du genou et de l'épaule, et de les évaluer sur cadavres.

En raison d'un manque de puissance due à un effectif trop faible, il n'a pas été trouvé de différence statistiquement significative de « succès » sur aucune des 2 articulations entre le groupe formé sur une articulation et son groupe témoin. Comme rapporté par les étudiants, les conseils délivrés au cours de leur formation sur l'une des deux articulations sur simulateur, ont pu leur servir pour réussir la ponction de l'autre articulation sur cadavre.

Vingt-deux étudiants sur 29 ont réussi à ponctionner sur cadavres l'articulation à laquelle ils avaient été formés, et ont donc atteint la compétence. Le niveau de confiance dans la réalisation de ces deux ponctions articulaires a significativement augmenté chez l'ensemble des étudiants. Les connaissances théoriques se sont également améliorées, et sont significativement supérieures en fin d'étude chez tous les étudiants, avec une amélioration plus importante dans le groupe « compétent ».

Les règles d'asepsie et le protocole de désinfection préalable à toute ponction articulaire est également acquis pour plus de 86,5 % des étudiants.

Il semblerait que le nombre minimal de ponctions d'entraînement nécessaire sur simulateurs afin d'atteindre la compétence sur cadavre (et par extension sur patient « vivant »), soit de 4 ponctions, ce qui est en accord avec les résultats d'études antérieures.

Enfin, il est important de noter l'enthousiasme et l'investissement sans faille des étudiants au cours de ce travail et leur adhésion à la simulation pour perfectionner leur formation en Rhumatologie.

## **Bibliographie :**

1. Granry J-C, Moll M-C. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins. HAS; 2012. (HAS). Report No.: 978-2-11-128512-5.
2. Lafleur A, Demchuk G, Tremblay M-L, Simard C, Rivière É. Value for money in self-regulated procedural simulation. *Clin Teach*. 2019;16(6):615-22.
3. Berona K, Abdi A, Menchine M, Mailhot T, Kang T, Seif D, et al. Success of ultrasound-guided versus landmark-guided arthrocentesis of hip, ankle, and wrist in a cadaver model. *Am J Emerg Med*. 2017;35(2):240-4.
4. Dunbar-Reid K, Sinclair PM, Hudson D. Advancing renal education: hybrid simulation, using simulated patients to enhance realism in haemodialysis education. *J Ren Care*. 2015;41(2):134-9.
5. Freschi C, Parrini S, Dinelli N, Ferrari M, Ferrari V. Hybrid simulation using mixed reality for interventional ultrasound imaging training. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2015;10(7):1109-15.
6. Mandl P, Naredo E, Conaghan PG, D'Agostino M-A, Wakefield RJ, Bachta A, et al. Practice of ultrasound-guided arthrocentesis and joint injection, including training and implementation, in Europe: results of a survey of experts and scientific societies. *Rheumatology*. 2012;51(1):184-90.
7. Gormley GJ. Joint and soft tissue injections in the community: questionnaire survey of general practitioners' experiences and attitudes. *Ann Rheum Dis*. 2003;62(1):61-4.
8. Wilcox T, Oyler J, Harada C, Utset T. Musculoskeletal exam and joint injection training for internal medicine residents. *J Gen Intern Med*. 2006;21(5):521-3.
9. Tariq M, Bhulani N, Jafferani A, Naeem Q, Ahsan S, Motiwala A, et al. Optimum number of procedures required to achieve procedural skills competency in internal medicine residents. *BMC Med Educ*. 2015;15:179.
10. Roussin CJ, Weinstock P. SimZones: An Organizational Innovation for Simulation Programs and Centers. *Acad Med*. 2017;92(8):1114-20.
11. Rivière E, Saucier D, Lafleur A, Lacasse M, Chiniara G. Twelve tips for efficient procedural simulation. *Med Teach*. 2018;40(7):743-51.
12. Moll M-C, Boussemaere S. Simulation en santé et gestion des risques. Partie 2 - Outils du guide méthodologique. HAS; 2019
13. Hanson C, Wilkinson T, Macluskey M. Do dental undergraduates think that Thiel-embalmed cadavers are a more realistic model for teaching exodontia? *Eur J Dent Educ*. 2018;22(1):e14-8.
14. Granry J-C, Moll M-C. Evaluation et amélioration des pratiques - Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. HAS; 2012.
15. Stroud L, Cavalcanti RB. Hybrid Simulation for Knee Arthrocentesis: Improving Fidelity in Procedures Training. *J Gen Intern Med*. 2013;28(5):723-7.
16. Komasa N, Atagi K, Minami T. Combination of video and manikin hybrid simulation for rapid response emergency airway management training in medical students. *J Clin Anesth*. 2018;46:75-6.
17. Moll M-C. Simulation en santé et gestion des risques. Partie 1 - Guide méthodologique. HAS; 2019.
18. Kurup V, Matei V, Ray J. Role of in-situ simulation for training in healthcare: opportunities and challenges. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017;30(6):755-60.
19. Litzau M, Hillman E. Emergency Medicine Interest Group Procedural Simulation

- Conference : An Experience for Multiple Learner Levels. *Missouri Medicine*. 2016;(113:4):310-3.
20. Pitt MB, Eppich WJ, Shane ML, Butteris SM. Using Simulation in Global Health: Considerations for Design and Implementation. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2017;12(3):177-81.
  21. Adams RA, Gilbert GE, Buckley LA, Nino Fong R, Fuentealba IC, Little EL. A Method for Functional Task Alignment Analysis of an Arthrocentesis Simulator. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2018;13(4):289-94.
  22. Pottiez J. Nouveau modèle de Kirkpatrick : quels apports pour la fonction formation ? [Internet]. Le blog de C-Campus. 2019 [cité 8 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.blog-formation-entreprise.fr/nouveau-modele-kirkpatrick-apports-fonction-formation/>
  23. COFER. Diplôme d'études spécialisées de Rhumatologie. *Journal officiel de la République française*. 2017;
  24. Hansford B, Stacy G. Musculoskeletal Aspiration Procedures. *Semin Interv Radiol*. 2012;29(04):270-85.
  25. Brydges R, Stroud L, Wong BM, Holmboe ES, Imrie K, Hatala R. Core Competencies or a Competent Core? A Scoping Review and Realist Synthesis of Invasive Bedside Procedural Skills Training in Internal Medicine: *Acad Med*. 2017;92(11):1632-43.
  26. Esenyel CZ, Ozturk K, Demirhan M, Sonmez M, Kahraman S, Esenyel M, et al. Accuracy of anterior glenohumeral injections: a cadaver study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130(3):297-300.
  27. Baruffi S, Varacallo M. *Shoulder Arthrocentesis Technique*. StartPearls Publishing. 2019; :6.
  28. Barilla-LaBarca M-L, Tsang JC, Goldsmith M, Furie R. Design, Implementation, and Outcome of a Hands-on Arthrocentesis Workshop: *JCR J Clin Rheumatol*. 2009;15(6):275-9.
  29. Ross G, Ashenburg N, Wynn D, McCarthy J, Clendening A, Presley B, et al. Intra-Articular Catheter Placement: A Novel Approach for Simulating Ankle Effusions in Cadaver Models. *West J Emerg Med*. 2018;20(1):92-3.
  30. Sterrett AG, Bateman H, Guthrie J, Rehman A, Osting V, Carter JD, et al. Virtual Rheumatology: Using Simulators and a Formal Workshop to Teach Medical Students, Internal Medicine Residents, and Rheumatology Subspecialty Residents Arthrocentesis. *J Clin Rheumatol*. 2011;17(3):121-3.
  31. Wu T, Dong Y, Song H xin, Fu Y, Li J hua. Ultrasound-guided versus landmark in knee arthrocentesis: A systematic review. *Semin Arthritis Rheum*. 2016;45(5):627-32.
  32. Karim J, Marwan Y, Dawas A, Esmaeel A, Snell L. Learning knee arthrocentesis using YouTube videos. *Clin Teach*. 2019;
  33. Senbel E. Quelles précautions doit-on prendre pour limiter le risque infectieux lors d'une infiltration en 2010 ? *La lettre du Rhumatologue*, n° 365 ; 2010 :3.
  34. Battistone MJ, Barker AM, Grotzke MP, Beck JP, Berdan JT, Butler JM, et al. Effectiveness of an Interprofessional and Multidisciplinary Musculoskeletal Training Program. *J Grad Med Educ*. 2016;8(3):398-404.
  35. Beran TN, McLaughlin K, Al Ansari A, Kassam A. Conformity of behaviors among medical students: impact on performance of knee arthrocentesis in simulation. *Adv Health Sci Educ*. 2013;18(4):589-96.
  36. Berney - 2008 - Influence of an Interactive Joint Model Injection . *J Rheumatol*. 2007; 34:1576-9.
  37. Esenyel C, Demirhan M, Esenyel M, Sonmez M, Kahraman S, Senel B, et al. Comparison of four different intra-articular injection sites in the knee: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15(5):573-7.
  38. Tavernier T. Échographie interventionnelle de l'épaule. *La lettre du Rhumatologue*,

n°416. 2015;;3.

39. BORGEY - 2019 - Recommandations d'Hygiène par le Dr Borgey, CHU de Caen. 2020;

40. Mahjoub - 2013 - Ponctionner, infiltrer, pas si compliqué ! Le Médecin du Québec, volume 48, n°5. 2013;

41. Berman JR, Ben-Artzi A, Fisher MC, Bass AR, Pillinger MH. A Comparison of Arthrocentesis Teaching Tools: Cadavers, Synthetic Joint Models, and the Relative Utility of Different Educational Modalities in Improving Trainees' Comfort With Procedures. JCR J Clin Rheumatol. 2012;18(4):175-9.

## Annexes :

### **ANNEXE 1 : Questionnaire de confiance en soi dans la réalisation d'une ponction articulaire du genou et de l'épaule et d'évaluation des connaissances :**

Nom :

Prénom :

Année :

- 1) Évaluer, **sur une échelle de 0 à 5**, votre niveau de confiance dans la ponction articulaire du genou. Avec 0 « Aucune confiance en moi pour la réalisation de ce geste », à 5 « confiance totale pour réaliser ce geste ».
  - Réponse : X
  
- 2) Évaluer, **sur une échelle de 0 à 5**, votre niveau de confiance dans la ponction articulaire de l'épaule (Gléno-Humérale). Avec 0 « Aucune confiance en moi pour la réalisation de ce geste », à 5 « confiance totale pour réaliser ce geste ».
  - Réponse : X
  
- 3) Citer les principales indications d'une ponction articulaire :
  - Réponse : 0 à 2 points
    - i. **Diagnostique** avec analyse du liquide articulaire (épanchement d'origine infectieuse, inflammatoire {microcristallin ou rhumatisme inflammatoire chronique} ou mécanique {poussée congestive d'arthrose}) : 1 point
    - ii. **Évacuatrice** à visée antalgique et protectrice de l'articulation si inoculum septique : 1 point
  
- 4) Citer les principales contre-indications d'une ponction articulaire :
  - Réponse : 0 à 4 points
    - i. Infection ou lésion cutanée au point de ponction (seule contre-indication absolue) : 1 point
    - ii. Traitement anticoagulant hors zones thérapeutiques, thrombopénie sévère, hémopathie avec troubles de la coagulation : 1 point
    - iii. Présence de matériel (avis chirurgical systématique au préalable) : 1 point
    - iv. Articulation « instable » : 1 point
  
- 5) Citer les principales contre-indications d'une infiltration de corticoïdes :
  - Réponse : 0 à 1 point

- i. Même contre-indications que la ponction (ne rapporte pas de point)
  - ii. Infection locale ou systémique : 1 point
  - iii. Diabète déséquilibré (ne rapporte pas de point)
  - iv. HTA mal contrôlée (ne rapporte pas de point)
  
- 6) Combien d'infiltrations de corticoïdes pouvez-vous réaliser au maximum par an pour une articulation ?
  - Réponse 0 à 1 point.
    - i. 3 infiltrations par an : 1 point
  
- 7) Connaissez-vous les repères cliniques de la ponction articulaire du genou ? Si oui décrivez les :
  - Réponse : 0 à 1 point
    - i. 1 travers de doigt (ou 1cm) au-dessus et en dehors de la patella : 1 point
  
- 8) Connaissez-vous les repères cliniques de la ponction articulaire de l'épaule (articulation gléno-humérale par voie antérieure) ? Si oui décrivez les :
  - Réponse 0 à 1 point
    - i. 1cm latéralement + 0,5cm en dessous de l'extrémité antéro latérale du processus coracoïde : 1 point
  
- 9) Décrivez le matériel nécessaire à la réalisation d'une ponction articulaire :
  - Réponse : Pas de point pour cette question
    - i. Aiguilles adaptées à la morphologie du patient (21G 5cm le plus souvent), seringues de 20cc, compresses non tissées stériles, bétadine alcoolique pour une désinfection en 2 temps, champs stériles, pansement sec, masque, solution hydro alcoolique, pot collecteur d'aiguilles, pots de recueil du liquide, bords de cytologie/anatomopathologie/microbiologie.
  
- 10) Quelles sont les principales complications de la ponction articulaire ?
  - Réponse : 0 à 5 points
    - i. Douleur : 1 point
    - ii. Hémarthrose : 1 point
    - iii. Arthrite septique : 1 point

- iv. Lésion des structures nobles aux alentours du point de ponction (Tendons, ligaments, vaisseaux, nerfs) : 1 point
- v. Allergie aux produits utilisés : 1 point

**ANNEXE 2 : Clause de confidentialité :**



**Clause de confidentialité - Étude de Rhumatologie interventionnelle.**

*Pr Bernard Guillois, Dr Alice Delapierre, Mr Vincent Bretagne.*

NOM :

PRENOM :

Année de Formation :

Je m'engage à ne délivrer aucune information relative à l'évaluation sur cadavres du 10/03/2020 (Questionnaire d'auto-évaluation à remplir, techniques de ponction, matériel disponible...), aux étudiants n'ayant pas encore été évalués.

La transmission d'informations pouvant entraîner des biais et compromettre la validité des résultats de l'étude.

Signature précédée de la mention « lue et approuvée » :

**ANNEXE 3 : Questionnaire d'évaluation de la formation par les étudiants, synthèse des réponses :**

NOM :

PRÉNOM :

ANNEE (DFASM 1 OU 2) :

GROUPE D'AFFECTATION SUR SIMULATEUR PROCEDURAL (GENOU OU EPAULE) :

Échelle de LIKERT utilisée pour certaines questions : 1 - Mauvais, 2 - Moyen, 3 - Bon, 4 – Excellent.

1) Qu'avez-vous pensé du cours théorique réalisé le 5 Février 2020 ?

Likert Moyen 3,7/4

2) Concernant l'initiation aux coupes échographiques « de base » du genou et de l'épaule, cela vous a-t-il semblé facile ?

55 % OUI ; 45 % NON

3) Pensez-vous que cette initiation échographique aura un impact sur votre pratique quotidienne dans l'année à suivre (gardes aux urgences, dans les services...) pour confirmer la présence d'un épanchement articulaire ?

89 % OUI, 11 % NON

4) Qu'avez-vous pensé de la formation aux ponctions articulaires sur simulateur procédural (« mannequins ») ?

Repères anatomiques : Likert Moyen Épaule et Genou 3,6/4

Sensation au cours du geste : Likert Moyen Épaule 3,3/4 ; Genou 3,7/4

Niveau de réalisme : Likert Moyen Épaule et Genou 3,2/4

5) Pensez-vous vous avoir été suffisamment entraîné(e) sur le simulateur/mannequin auquel vous avez été affecté(e) avant l'évaluation sur cadavre ?

Groupe EPAULE : 80 % OUI (Nombre moyen de ponctions réalisées 8) ; 20 % NON (Nombre moyen de ponctions réalisées 6)

Groupe GENOU : 93 % OUI (Nombre moyen de ponctions réalisées 8) ; 7 % NON (Nombre moyen de ponctions réalisées 6)

6) Qu'avez-vous pensé globalement de l'évaluation au laboratoire d'anatomie sur les cadavres ?

Likert Moyen 3,4/4

7) Les repères anatomiques appris sur le simulateur procédural/mannequin se retrouvaient-ils facilement sur les cadavres ? (Ne répondre que pour l'articulation sur laquelle vous vous êtes entraîné(e))

Mannequin EPAULE ⇔ Cadavre EPAULE : 73 % OUI – 27 % NON

Mannequin GENOU ⇔ Cadavre GENOU : 79 % OUI – 21 % NON

8) Le temps qui vous était accordé lors de l'évaluation : 6 min première ponction, 2 min pour les 2 autres, était-il suffisant ? 93 % OUI – 7 % NON

9) Le fait d'avoir pu ponctionner des cadavres vous a-t-il rendu plus confiant(e) dans la maîtrise du geste technique que si vous n'aviez pu vous entraîner que sur les simulateurs ? 72 % OUI – 22 % NON

10) Inversement, la formation sur simulateurs vous aurait-elle suffi ? 34 % OUI – 66 % NON

11) Avez-vous été indisposé lors de l'évaluation au laboratoire d'anatomie par le fait de ponctionner des cadavres ? 7 % OUI – 93 % NON

12) Si demain un patient, de corpulence standard et sans situation « inhabituelle » (prothèse articulaire, infection cutanée, contre-indication ou autres anomalies...) se présente avec un épanchement articulaire :

**a. Du genou. Essayerez-vous de le ponctionner ?**

2 Groupes confondus : 86 % OUI (Groupe GENOU : 92 % ; Groupe EPAULE 80 %)

**b. De l'épaule. Essayerez-vous de la ponctionner ?**

2 Groupes confondus : 66 % OUI (Groupe GENOU : 36 % ; Groupe EPAULE 93 %)

13) Concernant la formation en Rhumatologie, quelles formations par simulation (au sens large : consultation, gestes techniques, examen clinique, annonce d'une mauvaise nouvelle...) vous semblent intéressantes à mettre en place ?

- Gestes techniques (Ponctions/Infiltrations de toutes les articulations)
- Apprentissage de l'examen clinique d'une articulation saine et pathologique.
- Annonce diagnostique et de maladies chroniques graves, consultations et explications aux patients des risques/complications/déroulement des procédures techniques
- Hygiène et entraînement aux protocoles d'asepsie
- Formation à l'échographie ostéo articulaire
- Entraînement à la gestion de toute situation stressante

14) *Remarques libres (synthèse des principales remarques reçues) :*

« Merci de nous avoir permis de se former aux ponctions articulaires, je trouve ça dommage qu'aucune formation (théorique, pratique sur mannequin ou cadavre) ne nous soit proposée durant notre deuxième cycle pour se former aux gestes techniques courants en milieu hospitalier. C'était donc une très bonne opportunité pour nous. »

« L'exercice était intéressant, j'ai apprécié d'apprendre à ponctionner un genou et d'essayer de ponctionner l'épaule même sans avoir eu d'entraînement. Je me sens aujourd'hui plus à l'aise pour la préparation du matériel en cas de besoin de ponctionner une articulation. Je me sens également plus à même de comprendre le geste effectué. »

« Initiative d'étude pour laquelle je tire un bénéfice réel »

« Expérience tout à fait enrichissante, qui reste de loin ma meilleure participation à une étude du fait de son côté pratique qui allie connaissances et application directe. J'encourage et félicite ce genre d'étude »

« Enrichissante et donnant des idées pour de futurs projets professionnels, cruel manque de formation pratique en médecine, formation échographique incontournable mais devant se faire en petits groupes pour être formateur, intérêt des simulateurs pour appréhender les gestes techniques si les cadavres sont difficilement accessibles, formation permettant de mieux comprendre le geste effectué, formateur pour la bonne préparation du matériel avant le geste »

***Annexe 4 : Résultats de l'évaluation sur cadavres :***

<https://drive.google.com/file/d/1nJSzhp2RmFocd99uYsOE4AqJY3vFRIR/view?usp=sharing>

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs ».

VU, le Président de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer  
en référence à la délibération  
du Conseil d'Université  
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président  
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2020

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : BRETAGNE Vincent

TITRE DE LA THESE :

La Simulation en Rhumatologie : État des lieux national et mise en place d'un programme de formation à la ponction articulaire du genou et de l'épaule sur simulateur procédural, avec évaluation sur cadavres.

RESUME DE LA THESE EN FRANÇAIS :

La simulation a connu un essor considérable au cours des 2 dernières décennies, notamment pour l'acquisition des gestes techniques via la simulation procédurale.

Notre travail a comporté 2 parties :

- État des lieux des formations en Rhumatologie par la simulation, réalisé à partir d'un questionnaire adressé aux 34 services universitaires de Rhumatologie français. Sur les 20 réponses obtenues, nous constatons que la simulation en Rhumatologie est encore émergente, essentiellement centrée sur la formation des étudiants.

- Conception d'un programme de formation à la ponction articulaire du genou et de l'épaule (cours théorique, échographie, vidéos de simulations hybride, entraînement sur simulateurs procéduraux), avec évaluation sur cadavres. 2 groupes de 15 étudiants, chacun formé à une seule articulation (groupe « genou » et groupe « épaule ») pour servir de témoin à l'autre. Tous les étudiants ont ponctionné sur cadavres les 2 articulations, l'objectif étant de démontrer une compétence supérieure en cas de formation préalable sur simulateur. Au total, 22 étudiants ont atteint la compétence sur cadavres à la ponction articulaire. 79 % des étudiants du groupe « genou » sont compétents sur le genou du cadavre, contre 60 % des étudiants du groupe « épaule » ( $p = 0,43$ ). 74 % des étudiants du groupe « épaule » sont compétents sur l'épaule du cadavre, contre 57 % des étudiants du groupe « genou » ( $p = 0,45$ ). En raison d'un manque de puissance dû à un effectif trop faible, ces différences ne sont pas statistiquement significatives et devront être confirmées sur un échantillon plus important pour valider l'intérêt de la formation à la ponction articulaire sur simulateur.

MOTS CLES : Simulation, Rhumatologie, Ponction articulaire, Mannequins, Simulateur procédural, Cadavres

TITRE DE LA THESE EN ANGLAIS :

Simulation in Rheumatology: National inventory and implementation of a training program for knee and shoulder arthrocentesis on a procedural simulator, with evaluation on cadavers.

RESUME DE LA THESE EN ANGLAIS :

Simulation is a teaching method that has grown considerably over the past two decades, especially for the acquisition of technical skills through procedural simulation.

Our work consisted of 2 parts:

- A national inventory of training in Rheumatology through simulation, based on a survey sent to the 34 French University Rheumatology Departments. On the 20 answers obtained, we noted that simulation in Rheumatology is still emerging, essentially centered on the training of students.

- Design of a training program for knee and shoulder arthrocentesis (theoretical course, introduction to ultrasound, videos of hybrid simulation, training on procedural simulators), with evaluation on cadavers. Two groups of 15 students, each formed in a single joint ("knee" group and "shoulder" group) to serve as control for the other. Each student punctured the two joints on cadavers, the objective being to demonstrate better skills after being trained on a simulator. At the end of the study, 22 students achieved competence in joint arthrocentesis. 79 % of the students in the "knee" group are competent on the cadaver's knee, against 60 % of the students in the "shoulder" group ( $p = 0.43$ ). 74 % of students in the "shoulder" group are competent on the cadaver's shoulder, compared to 57 % of students in the "knee" group ( $p = 0.45$ ). Due to a lack of power with too small number of people, these differences are not statistically significant and will have to be confirmed on a larger sample to validate the interest of arthrocentesis training on simulator.

KEY WORDS: Simulation, Rheumatology, Arthrocentesis, Manikins, Procedural simulator, cadavers.