



UNIVERSITE LILLE 2 DROIT ET SANTE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2016

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

**Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire
sur simulateurs procéduraux.**

Présentée et soutenue publiquement le 26 Avril 2016 à 14H00
au Pôle Formation

Par Guillaume FICHEUX

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Benoît TAVERNIER

Assesseurs :

Madame le Professeur Mercé JOURDAIN

Monsieur le Professeur Jean-Marc LEFEBVRE

Monsieur le Professeur Gérard FORZY

Directeur de Thèse :

Monsieur le Professeur Thierry VAN DER LINDEN

Travail de la Faculté de Médecine & Maïeutique – Institut Catholique de Lille

Avertissement

**La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises
dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.**

Liste des abréviations

ARS : Agence Régionale de Santé

DES : Diplôme d'Etudes Spécialisées

DESC : Diplôme d'Etudes Spécialisées Complémentaire

DFGSM3 : 3^{ème} année du Diplôme de Formation Générale en Sciences Médicales

DFASM1 : 1^{ère} année du Diplôme de Formation Approfondie en Sciences Médicales

DFASM2 : 2^{ème} année du Diplôme de Formation Approfondie en Sciences Médicales

DCEM4 : 4^{ème} année du Deuxième Cycle des Etudes Médicales

ECN : Epreuves Classantes Nationales

ECNi : Epreuves Classantes Nationales Informatisées

FMM : Faculté de Médecine et Maïeutique

GH-ICL : Groupement des Hôpitaux de l'Institut Catholique de Lille

HAS : Haute Autorité de Santé

IMC : Indice de Masse Corporelle

L1 (L2, L3, L4, L5) : 1^{ère} (2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}, 5^{ème}) vertèbre lombaire

LCS : Liquide Cérébro-Spinal (ou Liquide Céphalo-Rachidien)

PL : ponction lombaire

S1 (S2) : 1^{ère} (2^{ème}) vertèbre sacrée

Table des matières

Résumé	1
Introduction	2
La simulation en santé.....	4
I. Définition.....	4
II. Historique	4
III. La simulation aujourd'hui	5
A. Les jeux de rôles	6
B. Le patient virtuel	6
C. Les serious games	6
D. Les mannequins	6
1. Les mannequins basse fidélité	6
2. Les mannequins haute fidélité.....	7
La ponction lombaire	8
I. Indications et contre-indications.....	8
II. Rappels physiologiques et anatomiques	9
A. Physiologie du liquide cérébro-spinal	9
B. Bases anatomiques.....	10
III. Matériel nécessaire pour une ponction lombaire diagnostique	14
A. Aiguille.....	15
1. Aiguille standard.....	15
2. Aiguille atraumatique.....	15
B. Antiseptie et aseptie	15
C. Autre matériel.....	16
IV. Réalisation d'une ponction lombaire	16
A. Installation du patient	16
B. Prise des repères anatomiques.....	17
C. Aseptie et antiseptie	18
D. Ponction	18
E. Recueil du LCS	19
F. Pansement	19

V.	Complications éventuelles	19
A.	Ponction lombaire difficile	19
B.	Céphalées post-ponction lombaire	20
1.	Définition	20
2.	Prévention	20
3.	Traitement	20
C.	Autres complications	21
Matériels et méthodes.....		22
I.	Type d'étude	22
II.	Population étudiée	22
III.	Déroulement de l'étude.....	24
A.	Constitution des groupes.....	24
B.	Formation initiale des étudiants et recueil du consentement.....	25
C.	Recueil des données.....	26
IV.	Matériel utilisé.....	27
A.	Formation théorique	27
B.	Formation pratique sur simulateur.....	27
C.	Questionnaire d'évaluation initiale.....	31
D.	Questionnaire « PL ».....	32
V.	Analyse statistique.....	33
Résultats		34
I.	Population concernée	34
A.	Participation des étudiants selon leur promotion.....	36
B.	Participation des étudiants selon leur service	37
II.	Questionnaire d'évaluation initiale	37
A.	Description de l'échantillon étudié et expérience des étudiants	38
B.	Appréhension des étudiants.....	39
C.	Connaissances des étudiants.....	40
III.	Questionnaire « PL »	41
A.	Description de l'échantillon analysé	41
B.	Critère de jugement principal : réussite du geste	42
1.	Statistiques descriptives.....	42
2.	Régression logistique.....	43
C.	Critère de jugement secondaire : ressenti des étudiants.....	44
1.	Statistiques descriptives.....	44
a)	<i>Aisance ressentie pour la préparation du matériel</i>	<i>44</i>

b) Aisance ressentie pour l'installation du patient et la réalisation de l'antisepsie	45
c) Aisance ressentie pour la prise des repères anatomiques	45
d) Aisance ressentie pour la réalisation de la ponction en elle-même	46
e) Aisance ressentie sur le plan de la communication avec le patient....	47
2. Difficultés rencontrées par les étudiants.....	47
3. Commentaires des étudiants.....	48
Discussion	49
I. Critiques méthodologiques	49
A. Faiblesses de l'étude.....	49
B. Forces de l'étude.....	50
II. Réussite du geste par les étudiants.....	51
III. Connaissances, aisance et ressenti général des étudiants	52
IV. Développement de la simulation en santé	54
Conclusion.....	58
Références bibliographiques	59
Annexes	63
Annexe 1 : Exemple de convocation envoyée par courriel aux étudiants avant la formation initiale	64
Annexe 2 : Support PowerPoint® utilisé pour la formation théorique.....	65
Annexe 3 : Lettre d'information	67
Annexe 4 : Formulaire de consentement	68
Annexe 5 : Questionnaire d'évaluation initiale.....	69
Annexe 6 : Questionnaire « PL ».....	71
Annexe 7 : Déclaration à la CNIL.....	73
Annexe 8 : Avis du CIER du GH-ICL.....	74

RESUME

Contexte : la simulation s'impose depuis quelques années comme une méthode de formation indispensable pour les professions de santé, permettant de reproduire des gestes techniques ou des prises en charge spécifiques à l'infini, en conditions réalistes et sans danger pour les patients. La ponction lombaire est un geste perçu par les étudiants comme difficile et potentiellement à risque. L'apprentissage sur simulateur a-t-il un impact sur les performances des étudiants en médecine pour la réalisation de ce geste ?

Méthode : dans cette étude de cohorte prospective, les étudiants en médecine de la 3^{ème} à la 6^{ème} année en stage dans six services du GH-ICL étaient répartis aléatoirement en deux groupes. L'un des groupes bénéficiait d'une formation théorique à la ponction lombaire. L'autre groupe bénéficiait de la même formation théorique couplée à un entraînement sur mannequin de simulation. Les étudiants étaient ensuite invités à compléter un questionnaire d'autoévaluation après chaque ponction lombaire réalisée durant leurs stages hospitaliers.

Résultats : la réussite du geste en conditions réelles était plus élevée pour les étudiants ayant bénéficié de la formation sur simulateur (OR = 13,7 ; p = 0,025). Par ailleurs, les étudiants formés à l'aide de cette méthode pédagogique déclaraient se sentir plus à l'aise lors de la réalisation d'une ponction lombaire à l'hôpital.

Conclusion : la simulation permet une amélioration significative des performances des étudiants en médecine pour la réalisation de la ponction lombaire. La simulation, sous toutes ses formes, doit continuer à se développer pour devenir partie intégrante de la formation des professionnels de santé en complément de l'enseignement traditionnel.

INTRODUCTION

La pratique médicale fait appel à un certain nombre de compétences cliniques. Ces compétences, qu'il est possible de définir comme l'aptitude d'un sujet à faire interagir ses capacités avec une situation donnée de la manière la plus adaptée afin de résoudre le problème posé [1], nécessitent tout au long des études médicales l'acquisition de connaissances à la fois théoriques (le savoir) et procédurales (le savoir-faire et le savoir-être). Parmi ces connaissances procédurales, les habiletés techniques sont encore très souvent enseignées directement au lit du patient, les étudiants étant par conséquent formés de façon très variable selon leur parcours [2]. Certains gestes techniques sont rares ou potentiellement dangereux. Dans certains cas l'apprentissage sur le patient peut également poser des questions éthiques, comme cela a été le cas récemment pour les touchers pelviens [3].

La simulation s'impose aujourd'hui comme une méthode de formation essentielle pour les professions dites « à risque », que ce soit dans les domaines des transports, du nucléaire, de l'armée ou de la médecine par exemple [4]. Elle permet l'entraînement à des situations diverses, potentiellement rares et graves, en conditions réalistes et sans courir le risque d'une erreur réelle.

La simulation en santé, avec le principe de base « Jamais la première fois sur le patient », permet d'acquérir de manière durable des compétences techniques ou non [5, 6], sans danger ni inconfort pour le patient, et contribue ainsi à l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins. Elle est déjà largement répandue en Amérique du Nord où elle est utilisée de manière routinière, autant pour la formation initiale des médecins et des professions paramédicales que pour leur certification ou leur re-certification [7]. Son développement en Europe est plus récent mais elle tend, depuis quelques années, à s'imposer comme une méthode pédagogique incontournable notamment pour la formation initiale des médecins urgentistes et anesthésistes-réanimateurs [8].

La ponction lombaire (PL) est un geste relativement fréquent, potentiellement douloureux, parfois anxiogène et dont les complications, bien que rares, peuvent s'avérer graves. Comme pour tout geste technique, la bonne connaissance de l'anatomie de la région concernée ainsi que des indications, contre-indications et étapes techniques du geste est indispensable pour la réussite et la sécurité de la procédure. Plusieurs études ont montré l'intérêt de la simulation pour l'apprentissage de ce geste, mais la plupart s'intéresse à la formation des internes ou se base sur un post-test théorique effectué à l'issue de la séance de simulation [9, 10].

L'étude présentée ici vise à évaluer l'intérêt de la simulation pour la formation à la PL des étudiants en Médecine de la 3^{ème} à la 6^{ème} année, d'une part en comparant objectivement la réussite du geste en conditions réelles, à l'hôpital, entre des étudiants ayant bénéficié d'une formation sur simulateur et des étudiants n'en ayant pas bénéficié, et d'autre part en appréciant le ressenti subjectif des étudiants à l'issue du geste.

L'objectif principal est donc d'évaluer l'impact de l'apprentissage de la ponction lombaire par simulation sur les performances des étudiants mis en situation réelle de réaliser ce geste sur le patient.

Les objectifs secondaires sont :

- D'évaluer les connaissances initiales des étudiants sur la ponction lombaire grâce à un questionnaire d'évaluation initiale.
- D'observer les effets de la simulation sur le ressenti des étudiants.

LA SIMULATION EN SANTE

I. Définition

Dans un rapport de Janvier 2012 [7], la HAS reprend cette définition de la simulation : « 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 » [11].

II. Historique

Le premier simulateur de l'histoire est sans aucun doute le cadavre, qu'il soit humain ou animal, qui permet toujours aujourd'hui aux chirurgiens de s'exercer à la pratique de leur art avant d'intervenir sur de vrais patients, et ce officiellement depuis la fondation de l'Académie royale de chirurgie de Paris en 1731 [12].

Le premier mannequin artificiel, quant à lui, est l'œuvre de Mme Du Coudray, sage-femme du XVIII^{ème} siècle. Marquée par les carences qu'elle découvre lors d'un voyage en Auvergne, sa région natale, elle décide de former les matrones qui assuraient alors les accouchements dans les campagnes et conçoit en 1759 une « machine à accoucher » composée d'un véritable bassin de femme recouvert de cuir, de coton et de tissu [13]. Le réalisme fonctionnel est très poussé : ainsi, un jeu de rubans permet de simuler l'amplication du périnée et de modifier la dilatation cervicale, et l'enfant présente tous les reliefs nécessaires pour le diagnostic du type de présentation. Ce mannequin lui permettra de former plus de 5000 accoucheuses et 500 médecins « démonstrateurs ». Le dernier exemplaire connu de la « machine »

est aujourd'hui exposé au Musée Flaubert et d'histoire de la médecine de Rouen (Figure 1).

Figure 1 : Mannequin d'accouchement de Mme Du Coudray.

(avec l'aimable autorisation du Musée Flaubert et d'histoire de la Médecine, CHU-Hôpitaux de Rouen)



Dans les années 1910, Mme Chase, fabricante de poupées en tissu, crée un mannequin de taille adulte qui sera utilisé durant plusieurs décennies aux Etats-Unis pour l'apprentissage des gestes infirmiers [14].

D'autres mannequins ont vu le jour par la suite [15] : la célèbre Resusci-Anne en 1960 pour l'apprentissage de la réanimation des noyés, puis SimOne au milieu des années 1960, le premier mannequin moderne avec pilotage informatisé destiné à la formation des internes d'anesthésie.

III. La simulation aujourd'hui

Jeux de rôles, patients virtuels, « serious games », mannequins,... Aujourd'hui la simulation en santé fait appel à de nombreuses techniques.

A. Les jeux de rôles

Les jeux de rôles utilisent des « patients standardisés » [16], acteurs formés pour simuler, selon un scénario prédéfini, l'histoire, la symptomatologie et les réactions émotionnelles d'un vrai patient. Ils permettent la mise en pratique par l'étudiant de son savoir, de son savoir-faire mais aussi de son savoir-être. Les patients standardisés sont également utilisés par certains Départements de Médecine Générale comme outil d'évaluation des internes dans le cadre des ECOS, les Examens Cliniques Objectifs et Structurés [17].

B. Le patient virtuel

La simulation par patient virtuel [18] utilise des logiciels permettant surtout la mise en pratique du raisonnement clinique.

C. Les serious games

Le serious game est un jeu, vidéo ou non, dont le but est l'apprentissage ou la résolution de problèmes via des mécaniques ludiques.

D. Les mannequins [15]

1. Les mannequins basse fidélité

Les mannequins dits de « basse fidélité » reproduisent une partie ou la totalité du corps humain en trois dimensions. Certains sont dédiés à l'apprentissage de la séméiologie (examen otoscopique, touchers pelviens, palpation mammaire, ...), d'autres à l'apprentissage des gestes de nursing. Enfin, d'autres sont dits « simulateurs procéduraux » : ils permettent l'entraînement à des gestes techniques bien précis, de la suture cutanée à l'intubation difficile en passant par la ponction lombaire, la ponction artérielle radiale, l'injection intra-osseuse, la pose de drain thoracique ou encore le sondage vésical.

2. Les mannequins haute fidélité

Les mannequins de « haute fidélité », les plus complexes, sont pilotés par informatique et reproduisent de nombreux signes cliniques et paramètres vitaux en fonction du scénario programmé. Selon les modèles et leur degré de réalisme, ils peuvent par exemple respirer, répondre aux questions des participants, présenter un pouls radial ou carotidien, simuler une cyanose ou une mydriase, émettre des bruits cardiaques ou respiratoires anormaux, ... Ils permettent également la réalisation de gestes d'urgence comme l'intubation oro-trachéale, la cricothyroïdotomie ou l'exsufflation d'un pneumothorax. Certains détectent les chocs électriques délivrés par un défibrillateur ou encore reconnaissent les drogues injectées par voie intraveineuse et modifient leurs paramètres en conséquence.

LA PONCTION LOMBAIRE

La PL est un geste visant à recueillir du liquide cérébro-spinal (LCS) à l'étage lombaire en insérant une aiguille entre les processus épineux de deux vertèbres lombaires adjacentes jusqu'à atteindre l'espace subarachnoïdien.

Cet acte, devenu courant dans les services hospitaliers, a été réalisé pour la première fois à la fin du XIX^{ème} siècle [19].

I. Indications et contre-indications

La PL peut être réalisée dans un but diagnostique ou thérapeutique. Ses principales indications sont regroupées dans le **Tableau I** [20, 21].

<p>Ponction lombaire à visée diagnostique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Suspicion de pathologie infectieuse du SNC : méningite bactérienne, virale ou fongique, méningo-encéphalite - Aide au diagnostic d'hémorragie subarachnoïdienne - Affections inflammatoires du SNC : syndrome de Guillain-Barré, sclérose en plaques - Démences - Maladies à prions - Mesure de la pression intracrânienne
<p>Ponction lombaire à visée thérapeutique</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hydrocéphalie - Anesthésie épidurale - Chimiothérapie intrathécale cytostatique ou antibiotique

Tableau I : Principales indications de la ponction lombaire.

Ses contre-indications sont essentiellement :

- Une symptomatologie faisant suspecter une hypertension intracrânienne
- Des perturbations du bilan d'hémostase, une thrombopénie (< 50 000 éléments par mm³) ou la prise d'anticoagulants (les antiagrégants plaquettaires seuls ne contre-indiquent pas le geste)
- Une infection cutanée au point de ponction

II. Rappels physiologiques et anatomiques

A. Physiologie du liquide cérébro-spinal

Le liquide cérébro-spinal, parfois encore appelé liquide céphalo-rachidien, est un liquide transparent situé autour et au sein même des structures qui constituent le système nerveux central (SNC).

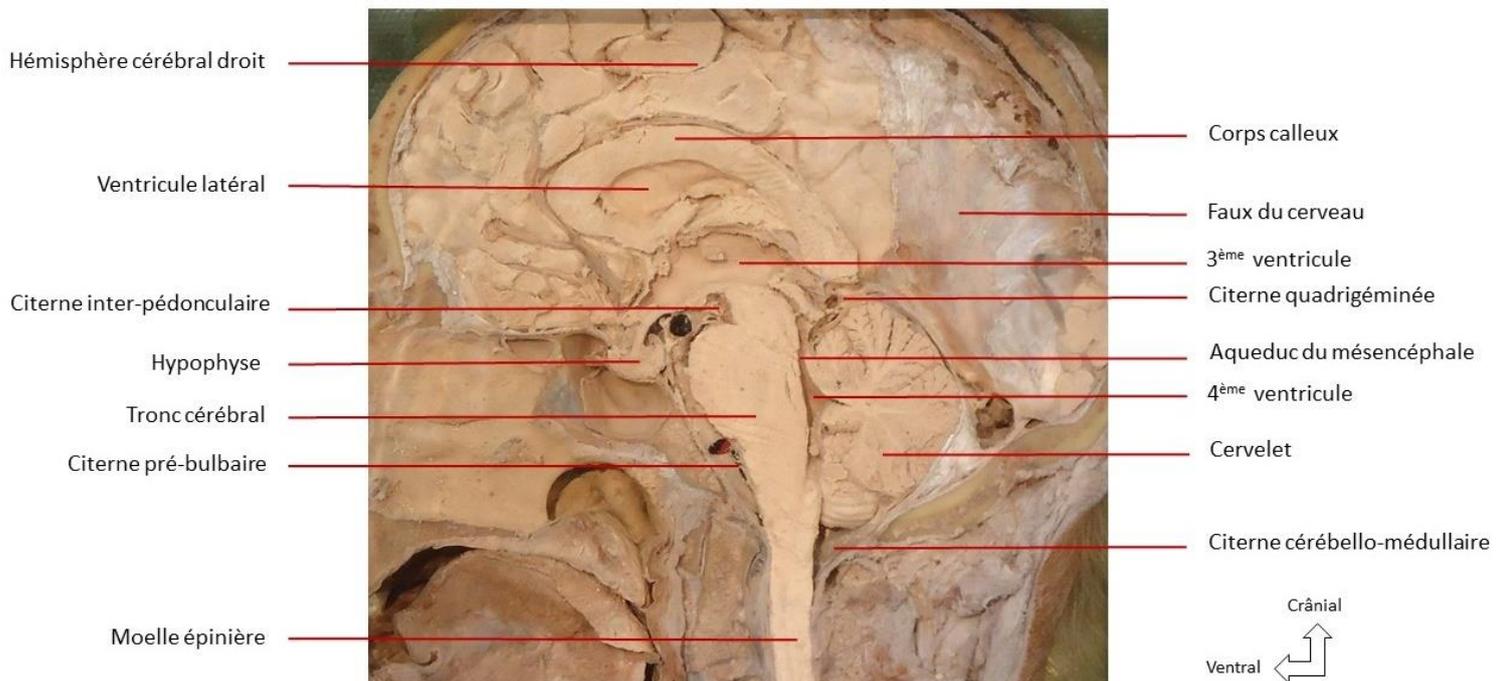
Il a deux rôles primordiaux [22] :

- Une fonction de protection mécanique du parenchyme cérébral et de la moelle spinale (ou moelle épinière).
- Un rôle métabolique : maintien de l'homéostasie cérébrale, transport de molécules, épuration.

Son volume total est d'environ 150 mL [23], dont 30 mL sont contenus dans les cavités ventriculaires et le reste dans les espaces subarachnoïdiens. Il est sécrété à raison de 21 mL/h chez l'adulte sain [22] et est donc renouvelé entre 3 et 4 fois par jour.

Figure 2 : Coupe sagittale médiane d'une tête humaine.

(Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine & Maïeutique – Université Catholique de Lille)



Le LCS est produit en majorité par les plexus choroïdes situés dans les ventricules latéraux. Il circule de manière passive vers le 3^{ème} ventricule puis vers le 4^{ème} ventricule via l'aqueduc du mésencéphale (**Figure 2**). Enfin, il gagne l'espace subarachnoïdien où il entoure tout le SNC.

Sa résorption s'effectue au niveau des villosités arachnoïdiennes (ou granulations de Pacchioni), petites proliférations de tissu arachnoïdien qui font saillie à travers la dure-mère jusque dans les sinus veineux [24].

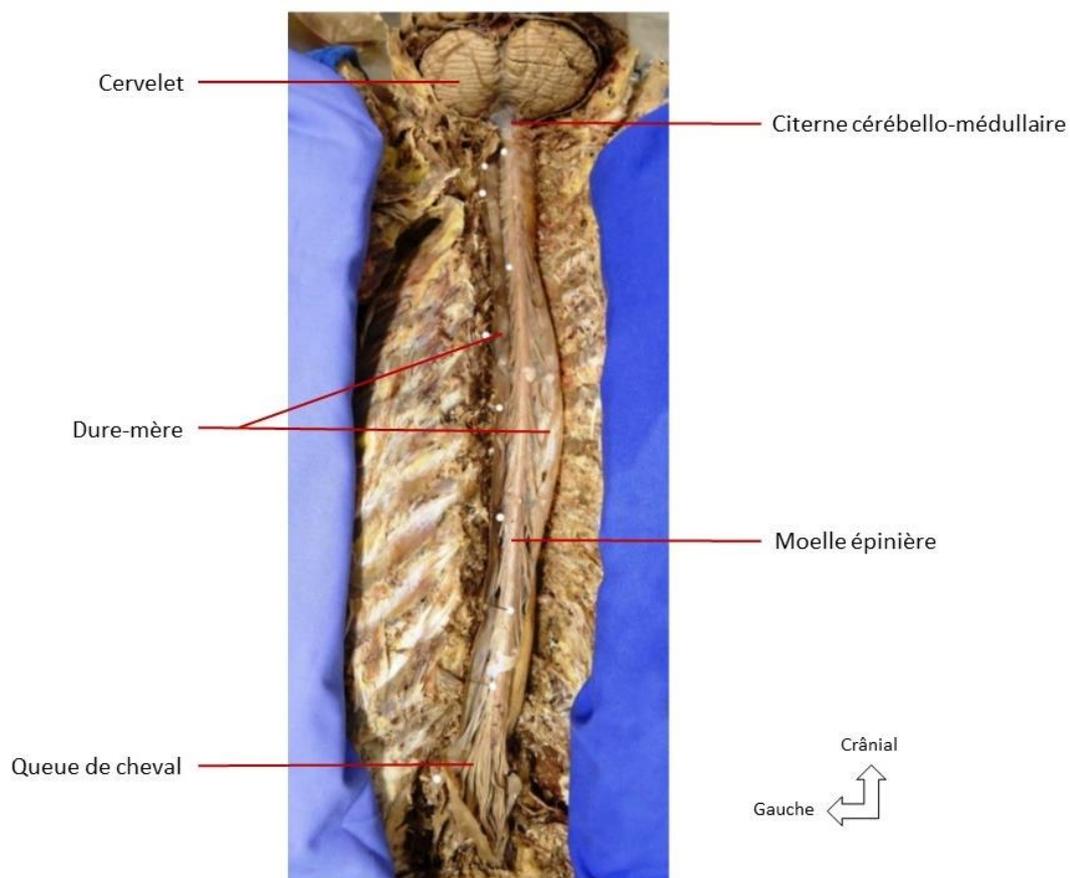
B. Bases anatomiques

La moelle spinale (**Figure 3**), tout comme l'encéphale, est entourée de 3 enveloppes protectrices, les méninges [25] :

- La dure-mère, enveloppe la plus externe, est un tissu fibreux très solide qui se termine caudalement au niveau de la 2^{ème} vertèbre sacrée.

- L'arachnoïde est une membrane conjonctive située entre la dure-mère et la pie-mère. Elle envoie des expansions en profondeur, formant un maillage qui la relie à la pie-mère.
- La pie-mère est une fine membrane translucide qui recouvre intimement les structures nerveuses.

Figure 3 : Vue postérieure de la moelle spinale après résection des arcs postérieurs des vertèbres. La dure-mère a été ouverte, réclinée et maintenue par les épingles blanches. (Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine & Maïeutique – Université Catholique de Lille)



Ces méninges délimitent plusieurs espaces :

- L'espace épidual (ou péri-, ou extra-dural) : il est situé entre la paroi ostéo-ligamentaire et la dure-mère. C'est dans cet espace que l'on réalise les anesthésies épidurales.

- L'espace subdural (ou sous-dural) : il est situé entre la dure-mère et l'arachnoïde. A l'état physiologique il s'agit d'un espace virtuel.
- L'espace subarachnoïdien (ou sous-arachnoïdien) : il est situé entre l'arachnoïde et la pie-mère. Il contient le LCS, c'est donc dans cet espace que se réalise la ponction lombaire.

La moelle spinale se termine en général chez l'adulte en regard du disque intervertébral L1-L2 [26]. En dessous de ce niveau, le cône dural, qui se prolonge jusqu'au niveau de S2, ne contient plus que les racines de la queue de cheval, intimement recouvertes de pie-mère, qui baignent dans le LCS. C'est donc en dessous de L2 que l'on réalisera la ponction lombaire afin d'éviter de léser la moelle.

Dans le canal rachidien, la moelle entourée de ses enveloppes méningées est en rapport en avant avec les corps vertébraux et les disques intervertébraux, et en arrière avec les arcs postérieurs des vertèbres.

L'arc postérieur des vertèbres (**Figure 4**) est constitué de plusieurs éléments [27] :

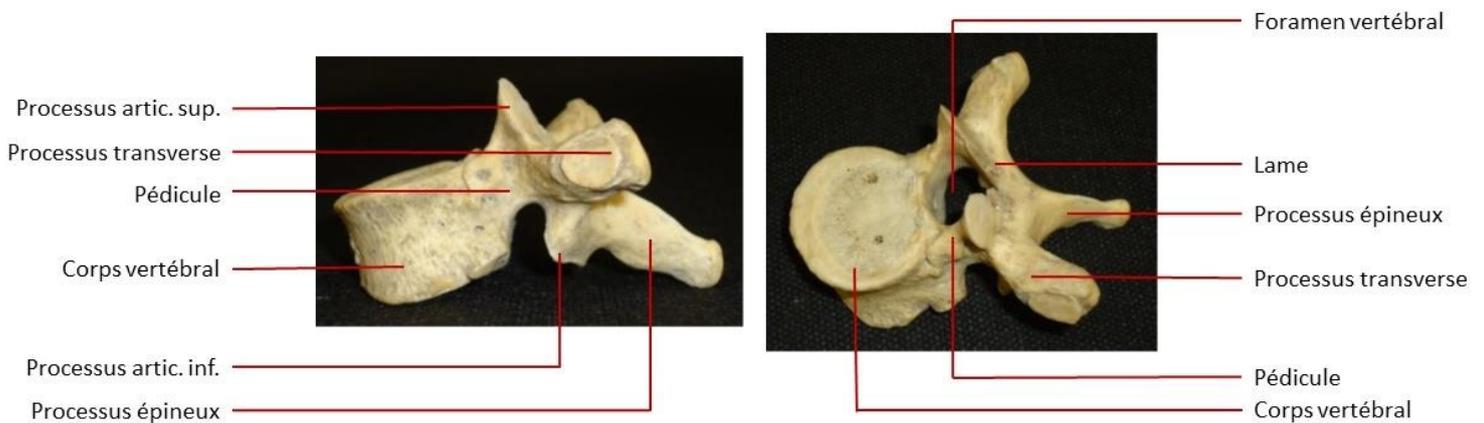
- Un processus épineux, médian et postérieur, oblique caudalement et dorsalement.
- Deux processus transverses (aussi appelés processus costiformes à l'étage lombaire), obliques dorsalement et latéralement, qui se détachent de chaque côté de la vertèbre en arrière des pédicules.
- Deux processus articulaires supérieurs et deux processus articulaires inférieurs qui s'articulent avec les vertèbres sus- et sous-jacentes.
- Deux pédicules, tiges osseuses sagittales qui unissent la base de chaque processus transverse à la partie postéro-latérale du corps vertébral. Ils limitent latéralement le foramen vertébral, dont la superposition avec les foramens vertébraux sus- et sous-jacents constitue le canal rachidien. A chaque étage, une échancrure supérieure et une échancrure inférieure

délimitent avec les échancrures des pédicules adjacents les forams intervertébraux, anciennement appelés trous de conjugaison.

- Deux lames, dirigées caudalement, médialement et dorsalement, qui forment les parois postéro-latérales du foramen vertébral et unissent les processus transverses au processus épineux.

Figure 4 : Vues latérale et supéro-latérale gauches d'une vertèbre type.

(Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine & Maïeutique – Université Catholique de Lille)



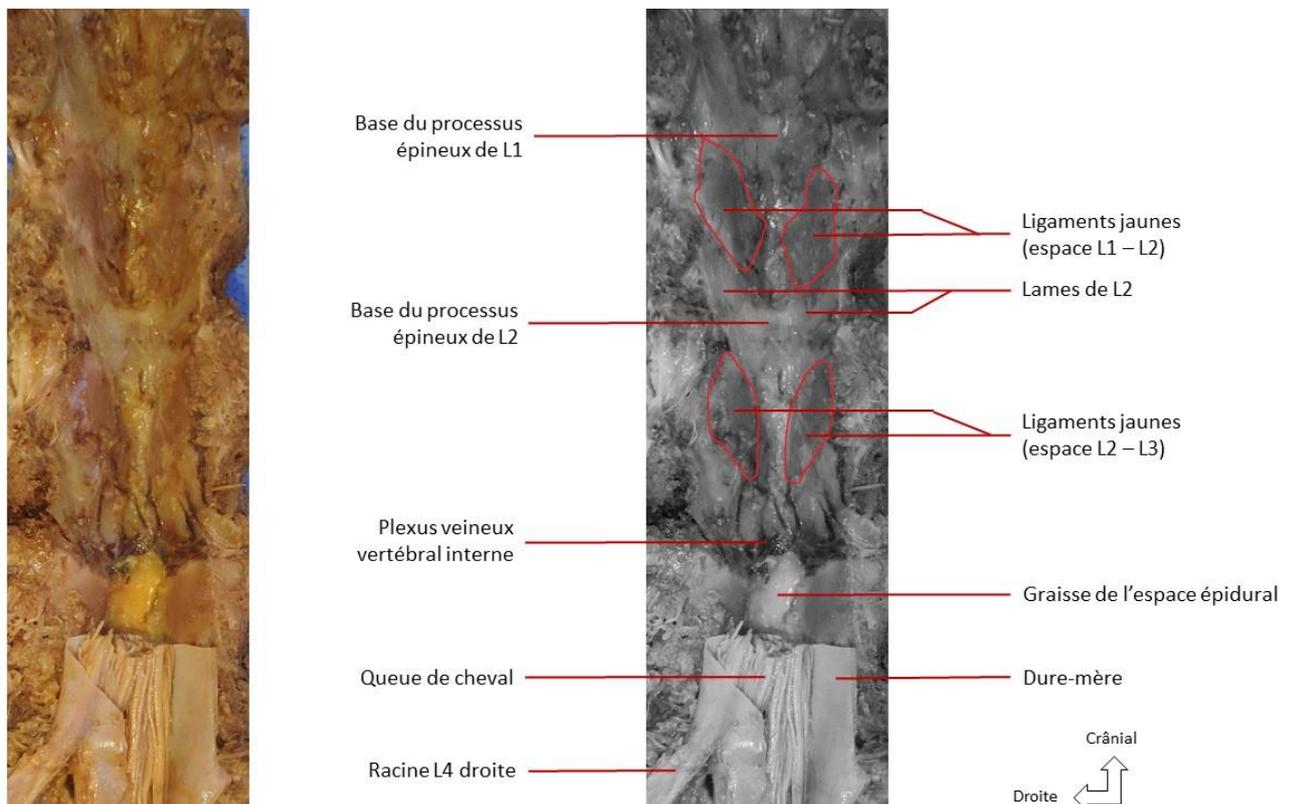
Des ligaments unissent les arcs postérieurs de deux vertèbres adjacentes :

- Les ligaments jaunes (**Figure 5**) : ils sont tendus entre la face antérieure de la lame sus-jacente et le bord supérieur de la lame sous-jacente. A l'étage lombaire leur épaisseur varie de 3 à 5 mm ; ils sont séparés de la dure-mère par une distance de 4 à 6 mm [28].
A chaque étage on distingue deux ligaments jaunes, un droit et un gauche, qui sont le plus souvent fusionnés. Cependant, jusque dans 22% des cas, il peut exister un espace sur la ligne médiane entre les deux ligaments [29] : lors de la ponction, si l'aiguille est parfaitement sur la ligne médiane, il n'y aura alors pas de modification de la résistance ressentie à l'entrée de l'aiguille dans l'espace épidural [30].
- Le ligament inter-épineux : il est situé dans un plan sagittal, tendu entre le bord inférieur et le bord supérieur de deux processus transverses adjacents.

- Le ligament supra-épineux : c'est un épais cordon fibreux qui relie l'apex de chaque processus épineux, du sacrum jusqu'à l'étage cervical. Crânialement il se prolonge par le ligament nuchal qui se termine sur la protubérance occipitale externe.

Enfin, en arrière des arcs postérieurs, on retrouve le tissu graisseux sous-cutané et la peau.

Figure 5 : Vue antérieure des arcs postérieurs des vertèbres lombaires après section des pédicules. Au niveau des espaces L1-L2 et L2-L3 la graisse épidurale a été réséquée, mettant en évidence les ligaments jaunes dont la couleur anormale est due à la technique utilisée pour la conservation du cadavre. La dure-mère a été ouverte à sa partie antérieure et réclinée. (Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine & Maïeutique – Université Catholique de Lille)



III. Matériel nécessaire pour une ponction lombaire diagnostique

A. Aiguille

On distingue deux types d'aiguilles, les aiguilles standard (**Figure 6**) et les aiguilles atraumatiques (**Figure 7**). D'une manière générale, il est conseillé d'utiliser l'aiguille la plus fine possible pour limiter les risques de complications.

Figure 6 : Extrémité d'une aiguille standard.



Figure 7 : Extrémité d'une aiguille atraumatique.



1. Aiguille standard

C'est la plus courante [31], composée d'un trocart biseauté et d'un mandrin qui coulisse à l'intérieur du trocart. La plus fréquemment utilisée a un calibre de 22 Gauge (capuchon noir), parfois 20 Gauge (capuchon jaune). Pour les ponctions évacuatrices il existe des aiguilles roses de 18 Gauge.

2. Aiguille atraumatique

L'aiguille atraumatique a une pointe mousse et un orifice ovale situé latéralement, près de la pointe. En raison de son calibre plus faible et de sa flexibilité plus importante, un introducteur peut être nécessaire pour passer le plan cutané.

L'utilisation de ce type d'aiguille permet de diminuer la taille de la brèche durale, d'où une baisse significative de l'incidence du syndrome post-PL : leur utilisation est donc désormais recommandée pour la réalisation des PL diagnostiques [31, 32].

B. Antisepsie et aseptie

Pour la désinfection de la peau, l'antiseptique traditionnellement utilisé est la povidone iodée mais la chlorhexidine peut également être utilisée [20, 33, 34].

Pour l'habillage de l'opérateur, il convient de prévoir de la solution hydro-alcoolique, des gants stériles et un masque. Le port d'une casaque chirurgicale stérile est facultatif [35].

C. Autre matériel

- Tubes stériles pour le recueil du LCS : leur nombre varie selon les analyses souhaitées.
- Eventuellement de quoi réaliser une anesthésie cutanée (chlorhydrate de lidocaïne à 1% pour infiltration sous-cutanée ou crème à base de lidocaïne et de prilocaïne), une anxiolyse (benzodiazépine de courte durée d'action) ou une sédation (mélange équimolaire d'oxygène et de protoxyde d'azote).

IV. Réalisation d'une ponction lombaire

Après vérification de l'identité du patient, information claire et appropriée et recueil du consentement quand les conditions le permettent, la PL peut être réalisée dans la chambre du patient selon les étapes détaillées ci-dessous.

A. Installation du patient

Quand le patient est conscient et coopérant, il est généralement installé en position assise sur le bord de son lit, le dos le plus fléchi possible afin de contrer la lordose lombaire et d'élargir l'espace entre les processus épineux. Pour optimiser sa position, il peut surélever ses pieds avec un tabouret et peut s'aider d'une table positionnée devant lui ou d'un coussin.

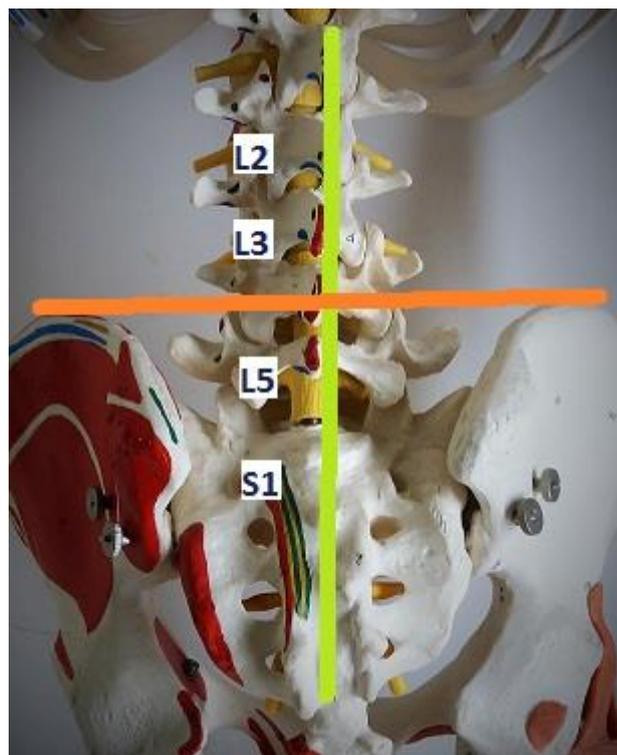
Lorsque le patient n'est pas capable de tenir en position assise ou si l'objectif de la ponction est la mesure de la pression du LCS, le geste est alors réalisé en décubitus latéral, le rachis parallèle au sol, le dos toujours fléchi au maximum, en position

foetale [20]. Pour faciliter le geste, il est conseillé de positionner le patient en décubitus latéral gauche lorsque l'opérateur est droitier.

B. Prise des repères anatomiques

L'intersection de la ligne médiane et de la ligne de Tuffier reliant les deux crêtes iliaques correspond au sommet du processus épineux de L4 (**Figure 8**) [36]. La palpation de ce repère essentiel permet de définir le point de ponction qui sera situé, chez l'adulte, soit au niveau de l'espace intervertébral sus-jacent (L3-L4) soit au niveau de l'espace sous-jacent (L4-L5).

Figure 8 : Vue postérieure du rachis lombo-sacré. Le processus épineux de L4 est palpable à l'intersection de la ligne médiane (en vert) et de la ligne de Tuffier (en orange).



Il est important de noter que chez l'enfant, compte-tenu de la vitesse de croissance différente de la moelle spinale et du canal vertébral, la moelle se termine plutôt en regard de L3 : la ponction sera donc réalisée en L4-L5 voire L5-S1.

C. Asepsie et antisepsie

La désinfection des mains, l'habillage de l'opérateur et la désinfection cutanée centrifuge sont réalisés conformément aux protocoles en vigueur dans l'établissement. Si l'on n'utilise pas de champ stérile troué, il convient de désinfecter largement en regard des crêtes iliaques.

D. Ponction

Après un nouveau repérage du point de ponction, l'aiguille est introduite sur la ligne médiane et dans un plan sagittal selon une direction légèrement oblique crânialement et ventralement, avec un angle d'environ 15° [20].

Au cours de la ponction, l'aiguille traverse successivement :

- La peau
- Le tissu sous-cutané
- Le ligament supra-épineux
- Le ligament inter-épineux
- Le ligament jaune
- L'espace épidural (tissu graisseux et plexus veineux vertébral interne)
- La dure-mère
- L'arachnoïde
- L'espace subarachnoïdien

Le passage de l'aiguille au travers des ligaments jaunes se traduit par une sensation de résistance élastique suivie immédiatement d'une perte de résistance, signant l'arrivée dans l'espace épidural.

L'aiguille est alors enfoncée encore d'environ 2 mm puis le mandrin peut être retiré. Si l'aiguille est correctement positionnée dans l'espace subarachnoïdien, le LCS s'écoule spontanément, goutte à goutte.

E. Recueil du LCS

Le recueil du LCS s'effectue dans des tubes stériles numérotés, à raison de 10 à 15 gouttes par tube. Classiquement 4 tubes sont utilisés : le premier pour l'analyse biochimique, le second pour l'analyse bactériologique, le troisième pour l'analyse cytologique et un quatrième qui sera gardé en réserve pour d'éventuelles analyses ultérieures. Selon l'indication de la PL, des tubes supplémentaires peuvent être prélevés en vue d'analyses spécifiques.

F. Pansement

L'aiguille est retirée après réintroduction complète du mandrin. Après désinfection cutanée, un simple pansement sec stérile est mis en place.

V. Complications éventuelles

A. Ponction lombaire difficile

- **Butée contre une structure osseuse** : on retirera l'aiguille jusqu'au plan sous-cutané et on la réinsérera avec un angle légèrement différent.
- **Absence d'écoulement de LCS** : on appliquera une rotation à l'aiguille pour éliminer une éventuelle obstruction par un lambeau de dure-mère. Sinon, on remettra le mandrin en place et on avancera de quelques millimètres avant de réessayer. L'opération sera répétée par paliers de 2 à 3 mm.
- **Difficultés liées à l'anatomie du patient** : obésité, arthrose, scoliose, antécédents de chirurgie du rachis, ... Dans ce cas il est possible d'effectuer la ponction sous guidage échographique.

B. Céphalées post-ponction lombaire

1. Définition

Les céphalées post-ponction lombaire, ou « syndrome post-PL », représentent la complication la plus fréquente, survenant dans environ 32% des cas de ponction diagnostique [37].

Ces céphalées surviennent 24 à 48 heures après la ponction et durent quelques jours ; elles sont bilatérales, parfois accompagnées de vertiges et de nausées, clairement exacerbées en position debout et calmées par le décubitus. Elles sont liées à une hypotension intracrânienne due à une fuite de LCS au niveau du point de ponction.

2. Prévention

Leur prévention est essentielle et passe avant tout par l'utilisation de l'aiguille la plus fine possible afin de limiter la taille de la brèche duraie. Le type d'aiguille est également à prendre en compte : l'utilisation d'aiguilles atraumatiques permet une diminution significative de la fréquence des céphalées post-PL [31, 32]. En cas d'utilisation d'une aiguille standard, le biseau sera placé dans un plan sagittal [35] de façon à écarter les fibres longitudinales de la dure-mère plutôt que de les sectionner. Le décubitus strict, tel qu'il était encore recommandé il y a quelques années, ne semble pas diminuer l'incidence des céphalées post-PL [20].

3. Traitement

Leur traitement repose sur le repos au lit, les antalgiques et la caféine par voie intraveineuse [38]. En cas d'échec, une injection épidurale de sang autologue (« blood-patch ») peut être proposée.

C. Autres complications

- **PL traumatique** : la présence de sang dans le LCS peut être due à une lésion du plexus veineux vertébral interne par l'aiguille. Seules les premières gouttes sont concernées, ce qui permet de faire la distinction avec l'hémorragie subarachnoïdienne pour laquelle l'ensemble du liquide prélevé sera hématique.
- **Douleur d'un membre inférieur** si une racine nerveuse est touchée par l'aiguille.
- **Lombalgies**, fréquentes et spontanément résolutive.
- **Engagement** : c'est la complication la plus grave, justifiant la réalisation d'une imagerie cérébrale préalablement à la ponction au moindre signe évocateur d'hypertension intracrânienne.
- **Hémorragie** épidurale ou subdurale.
- **Infections** : cellulite, abcès épidural, méningite, ostéomyélite, ...
- Beaucoup plus rarement, il a été décrit des cas de thrombose veineuse cérébrale et de tumeur épidermoïde.

MATERIELS ET METHODES

I. Type d'étude

Il s'agit d'une étude de cohorte longitudinale, observationnelle, prospective, monocentrique, avec répartition des groupes par tirage au sort (randomisation de type 1/1).

II. Population étudiée

La population étudiée était constituée des étudiants de la Faculté de Médecine et Maïeutique de Lille, en stage de Février 2015 à Février 2016 dans l'un des six services hospitaliers du GH-ICL listés dans le **Tableau II**. Ces services étaient sélectionnés en raison de la plus grande fréquence des PL.

Centre Hospitalier	Service	Chef de service	Abréviation
Saint Philibert (59160 LOMME)	Médecine interne et gériatrie	Pr H. BULCKAEN	MSP
	Neurologie	Dr A. MACKOWIAK	NSP
	Service d'Accueil et d'Urgences	Dr N. BRONET	USP
Saint Vincent de Paul (59000 LILLE)	Médecine polyvalente	Dr J-J. LEDUC	MSV
	Neurologie	Pr P. HAUTECOEUR	NSV
	Service d'Accueil et d'Urgences adultes	Dr J. BOUQUILLON	USV

Tableau II : Services concernés par l'étude.

La 4^{ème} colonne précise les abréviations qui seront utilisées par la suite pour les désigner.

Selon la période, il pouvait s'agir d'étudiants de :

- DFGSM3 (3^{ème} année, ex-DCEM1)
- DFASM1 (4^{ème} année, ex-DCEM2)
- DFASM2 (5^{ème} année, ex-DCEM3)
- DCEM4 (6^{ème} année, qui est devenue DFASM3 depuis l'été 2015 ; aucun étudiant de 6^{ème} année n'a été inclus dans l'étude après la mise en application de cette réforme)

	Février 2015	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février 2016
Promotion ECN 2015	DCEM4												
Promotion ECNi 2016	DFASM2				DFASM2								
Promotion ECNi 2017			DFASM1	DFASM1	DFASM1						DFASM2		
Promotion ECNi 2018					DFGSM3				DFASM1				DFASM1

Tableau III : Répartition des promotions d'étudiants concernés selon la période.

Aux mois de Février et Mars 2015, l'étude concernait deux promotions différentes :

- Des étudiants de DCEM4 qui avaient débuté leur stage au mois de Janvier. Ils étaient en stage à mi-temps jusqu'à la fin du mois de Mars.
- Des étudiants de DFASM2 en stage à temps plein durant ces deux mois.

Aux mois d'Avril et Mai 2015, ce sont les étudiants de DFASM1 qui étaient en stage hospitalier à temps plein.

De Juin à Septembre 2015, ce sont à nouveau deux promotions distinctes qui se côtoyaient à l'hôpital :

- Des étudiants de DFASM2 en stage à mi-temps durant quatre mois.

- Des étudiants de DFASM1 qui enchaînaient deux autres périodes de stage successives de deux mois chacune, à temps plein.

Pendant ce temps, les étudiants de DFGSM3 effectuaient leur stage d'initiation aux fonctions hospitalières, communément appelé stage de « pré-externat », du 18 Mai au 21 Juin 2015.

Au début du mois d'Octobre 2015, l'organisation du deuxième cycle a été modifiée à la FMM et la durée des stages a été réduite à six semaines (à temps plein) pour les DFASM1 et les DFASM2, en alternance avec des périodes d'enseignement théorique de six semaines.

Du 12 Octobre au 22 Novembre 2015, ce sont donc les étudiants de DFASM1 qui étaient en stage et qui ont été concernés par l'étude.

Ils ont ensuite laissé leur place aux étudiants de DFASM2 pour la période allant du 23 Novembre 2015 au 10 Janvier 2016.

Enfin, la dernière période concernée par l'étude était celle s'étendant du 11 Janvier au 21 Février 2016, durant laquelle ce sont à nouveau les étudiants de DFASM1 qui étaient en stage hospitalier.

III. Déroulement de l'étude

A. Constitution des groupes

Les étudiants décrits dans le paragraphe ci-dessus ont été répartis aléatoirement en deux groupes :

- Un groupe T (*Théorie*)
- Un groupe S (*Simulation*)

Ces groupes étaient constitués au début de chaque période de stage par tirage au sort à partir de la liste de répartition de stage fournie par la Faculté.

Quelques jours avant le début de chacune des périodes de stage, les étudiants concernés recevaient un courriel (**Annexe 1**) de la part du secrétariat pédagogique de la Faculté leur expliquant brièvement l'objectif et le déroulement de l'étude, les informant du groupe dans lequel ils avaient été répartis et les convoquant pour la séance de formation.

B. Formation initiale des étudiants et recueil du consentement

La formation initiale des étudiants se déroulait au cours de la première semaine de chacune des périodes de stage.

Les chefs de services étaient informés du déroulement de l'étude ; il leur était demandé de permettre aux étudiants de se libérer de stage pour pouvoir y assister.

Les étudiants répartis dans le groupe T étaient convoqués pour une séance d'enseignement théorique d'une durée de vingt minutes environ. Cet enseignement avait lieu au sein même des services hospitaliers concernés et était dispensé par l'auteur de l'étude à partir d'un support audio-visuel réalisé et validé par les enseignants du Laboratoire de Simulation (**Annexe 2**).

Les étudiants répartis dans le groupe S étaient convoqués au Laboratoire de Simulation de la Faculté pour bénéficier du même enseignement théorique d'une vingtaine de minutes suivi d'une séance d'entraînement sur simulateur procédural pendant quarante-cinq minutes. Ces séances étaient animées par l'auteur de l'étude et par l'un des chefs de clinique du GH-ICL.

Avant le début de l'enseignement théorique, une lettre d'information (**Annexe 3**) était délivrée aux étudiants présents et un formulaire de consentement leur était distribué (**Annexe 4**). Le fait de signer ce formulaire permettait l'inclusion de l'étudiant dans le

protocole d'étude. Un refus de consentement n'empêchait pas l'étudiant, s'il le souhaitait, d'assister à la séance de formation proposée au groupe dans lequel il avait été réparti.

Les critères d'inclusion étaient donc :

- Etre étudiant à la FMM en DFGSM3, DFASM1, DFASM2 ou DCEM4
- Etre en stage hospitalier dans l'un des services concernés par l'étude
- Avoir signé le formulaire de consentement

Les critères d'exclusion étaient :

- Absence à la séance de formation initiale
- Refus de consentement

C. Recueil des données

Avant le début de l'enseignement théorique, les étudiants inclus devaient remplir de manière anonyme un questionnaire d'évaluation initiale (**Annexe 5**).

Ils étaient ensuite invités à remplir, toujours de manière anonyme, un questionnaire « PL » (**Annexe 6**) à l'issue de chaque PL réalisée par leurs soins durant le stage, que ce soit dans leur service, lors de leurs gardes dans les SAU du GH-ICL ou au cours d'un stage ultérieur dans un autre service du GH-ICL durant toute la durée de l'étude.

Ce questionnaire « PL » était imprimé et mis à leur disposition dans les bureaux des internes des services concernés. Une fois complété, il était à renvoyer par fax et les données étaient ensuite traitées.

Une déclaration à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés a été effectuée le sous le numéro 1860398v1 (**Annexe 7**).

L'étude a également obtenu l'accord du Comité Interne d'Ethique en Recherche Médicale du GH-ICL (**Annexe 8**).

IV. Matériel utilisé

A. Formation théorique

L'enseignement théorique délivré aux 2 groupes T et S était basé sur un support audio-visuel PowerPoint® et abordait les points suivants :

- Rappels anatomiques et physiopathologiques
- Principales indications de la PL
- Aspects techniques : position du patient, matériel nécessaire, antisepsie, prise des repères, ponction en elle-même
- Complications possibles

B. Formation pratique sur simulateur

La formation pratique des étudiants du groupe S s'est déroulée au sein du Laboratoire de Simulation de la FMM (**Figure 9**), dont l'équipement est actuellement constitué principalement par :

- Deux mannequins de simulation haute-fidélité de marque Laerdal®, dont un permettant également l'apprentissage des compétences obstétricales
- Des mannequins d'entraînement à la réanimation cardio-pulmonaire de base chez l'adulte et chez le nouveau-né
- De nombreux simulateurs procéduraux permettant l'apprentissage des gestes suivants :
 - Ponction lombaire

- Ponction artérielle radiale
- Ponction pleurale et pose de drain pleural
- Intubation oro-trachéale
- Sondage vésical chez l'homme ou chez la femme et pose de cathéter sus-pubien
- Pose de dispositif intra-utérin
- Suture cutanée

Figure 9 : Vue d'une partie du Laboratoire de Simulation de la FMM dans ses locaux provisoires, ici lors d'une simulation haute-fidélité pour la filière maïeutique.



Au cours de cette étude, trois simulateurs procéduraux de type « Lumbar Puncture Simulator II » fabriqués par Kyoto-Kagaku® ont été utilisés pour la formation pratique des étudiants du groupe S (**Figures 10, 11, 12, 13**). Ce type de mannequin permet l'entraînement à la ponction lombaire dans des conditions proches de la réalité [39]. Il reproduit fidèlement les différents repères anatomiques et procure une sensation réaliste lors du passage de l'aiguille au travers de la peau et des tissus sous-jacents.

Il peut être utilisé en position assise ou en décubitus latéral, et des « blocs de ponction » interchangeables permettent de varier la difficulté en simulant un patient « standard », « obèse » ou « âgé ». Une autre fonctionnalité de ce mannequin, qui n'a pas été utilisée dans cette étude, est la possibilité de poser un cathéter d'anesthésie épidurale.

Pendant les séances de simulation, les étudiants avaient à leur disposition tout le matériel nécessaire à la réalisation d'une PL et au recueil du LCS :

- Matériel d'antisepsie
- Gants stériles ou non
- Flacons stériles
- Aiguilles à PL standard 22 G (noires)
- Aiguilles à PL atraumatiques 26 G avec introducteur (oranges)

Ils pouvaient s'entraîner dans des conditions variées : utilisation des deux types d'aiguilles, mannequin en position assise ou en décubitus latéral, blocs de ponction simulant des patients « standard » et « obèses ».

Figure 10 : Formation sur simulateur : matériel mis à la disposition des étudiants.



Figure 11 : Formation sur simulateur : prise des repères anatomiques.

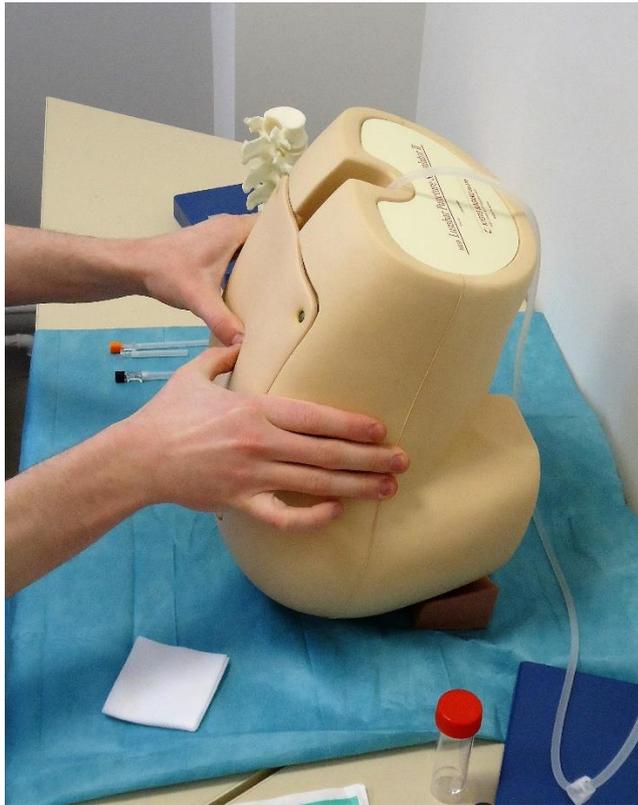


Figure 12 : Formation sur simulateur : réalisation de la ponction.

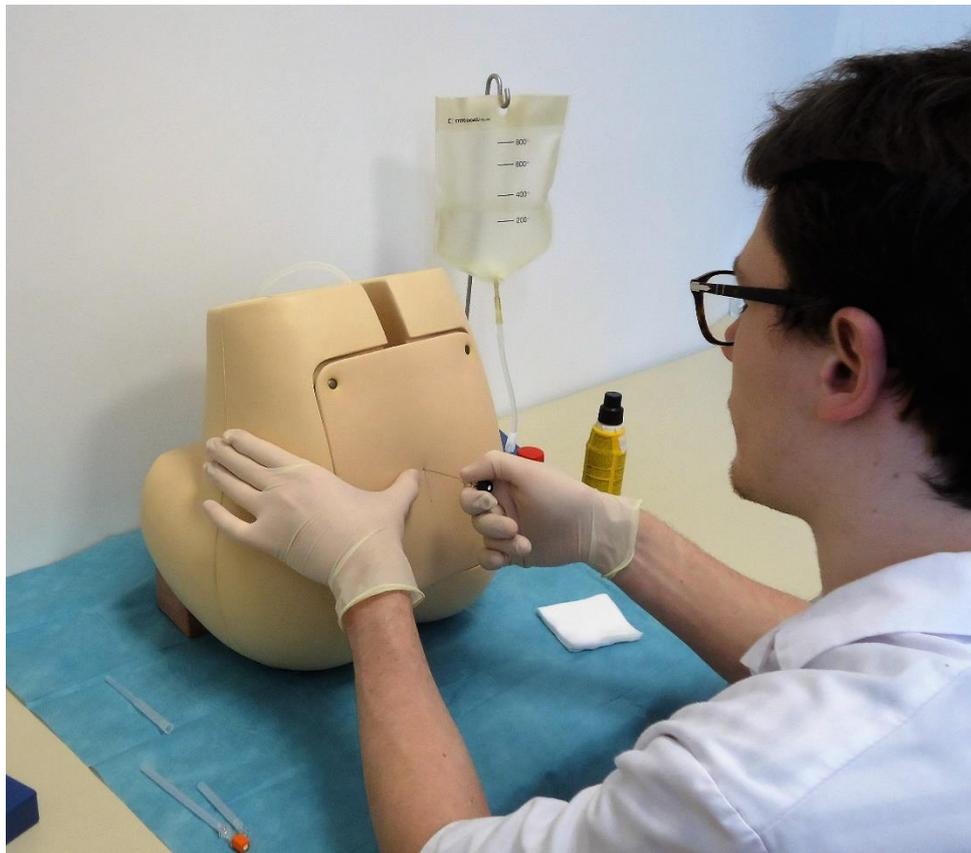


Figure 13 : Formation sur simulateur : écoulement du LCS.



C. Questionnaire d'évaluation initiale

Ce questionnaire rempli par tous les étudiants à l'inclusion (groupes T et S) comportait plusieurs parties :

- La première partie concernait l'étudiant en lui-même :
 - Période de stage et promotion
 - Service où se déroulait le stage concerné par l'étude
 - Services dans lesquels l'étudiant avait déjà effectué des stages
 - Nombre de PL déjà réalisées

- La seconde partie s'intéressait à l'état d'esprit de l'étudiant à l'idée de réaliser une PL :
 - Echelle visuelle analogique pour auto-évaluation de l'appréhension ressentie
 - Inquiétudes (texte libre)

- La troisième partie, plus objective, portait sur les connaissances de l'étudiant :
 - Echelle visuelle analogique pour auto-évaluation du niveau de connaissance de l'étudiant
 - Liste du matériel nécessaire (texte libre)
 - Espace intervertébral où effectuer la ponction (texte libre)
 - Structures anatomiques traversées au cours du geste (texte libre)

D. Questionnaire « PL »

Ce questionnaire était à remplir par les étudiants après chaque PL réalisée à l'hôpital. Il comportait lui aussi trois grandes parties :

- La première partie concernait l'étudiant en lui-même :
 - Promotion et période de stage
 - Service où était réalisée la PL
 - Groupe T ou S
 - Nombre de PL déjà réalisées à l'hôpital auparavant
- La seconde partie concernait la PL que l'étudiant venait de réaliser :
 - Age et indice de masse corporelle (IMC) du patient, position du patient
 - Type et calibre de l'aiguille utilisée
 - Supervision par un interne ou par un médecin sénior
 - Echec ou réussite de la PL et nombre de tentatives effectuées
- La troisième portait sur l'impression subjective de l'étudiant :
 - Echelles visuelles analogiques pour auto-évaluation de l'aisance ressentie pour :

- La préparation du matériel
 - L'installation du patient
 - La prise des repères anatomiques
 - La réalisation de la ponction en elle-même
 - La communication avec le patient
-
- Inquiétudes ressenties avant de réaliser la PL (texte libre)
 - Eventuelles difficultés rencontrées (texte libre)
 - Commentaires libres

Les items faisant ici appel à une auto-évaluation par échelles visuelles analogiques étaient inspirés du DOPS (Direct Observation of Procedural Skills), un questionnaire standardisé d'hétéro-évaluation des compétences techniques [40, 41].

V. Analyse statistique

L'analyse statistique était réalisée à l'aide des logiciels SPSS 18.0 (IBM®) et Statistica 10.0 (Statsoft®).

Les données qualitatives étaient analysées par un test du Chi² ou un exact de Fisher compte tenu des petits effectifs, et les données quantitatives par un test non paramétrique de Mann et Whitney.

La recherche de variables explicatives de la réussite était réalisée avec un modèle de régression logistique multinomiale associant variables qualitatives et quantitatives.

Pour l'ensemble des tests, le seuil de significativité était fixé à 5%.

RESULTATS

I. Population concernée

De Février 2015 à Février 2016, 212 postes ont été pourvus dans les six services concernés par l'étude. Au cours de ces treize mois, 33 étudiants sont passés dans plusieurs de ces services ; ces doublons n'ont été inclus que la première fois. Au total, ce sont donc 179 étudiants qui ont été concernés par l'étude.

Le tirage au sort effectué au début de chaque période de stage a permis de constituer un groupe S composé de 89 étudiants et un groupe T composé de 90 étudiants.

Dans le groupe S, 24 étudiants ne se sont pas présentés aux séances de formation initiale. Sur les 65 étudiants présents, tous ont accepté de participer à l'étude. Le taux d'inclusion dans le groupe S est donc de 73%.

Dans le groupe T, 49 étudiants ne se sont pas présentés aux séances de formation initiale. Sur les 41 étudiants présents, tous ont accepté de participer à l'étude. Le taux d'inclusion dans le groupe T est donc de 45,6%.

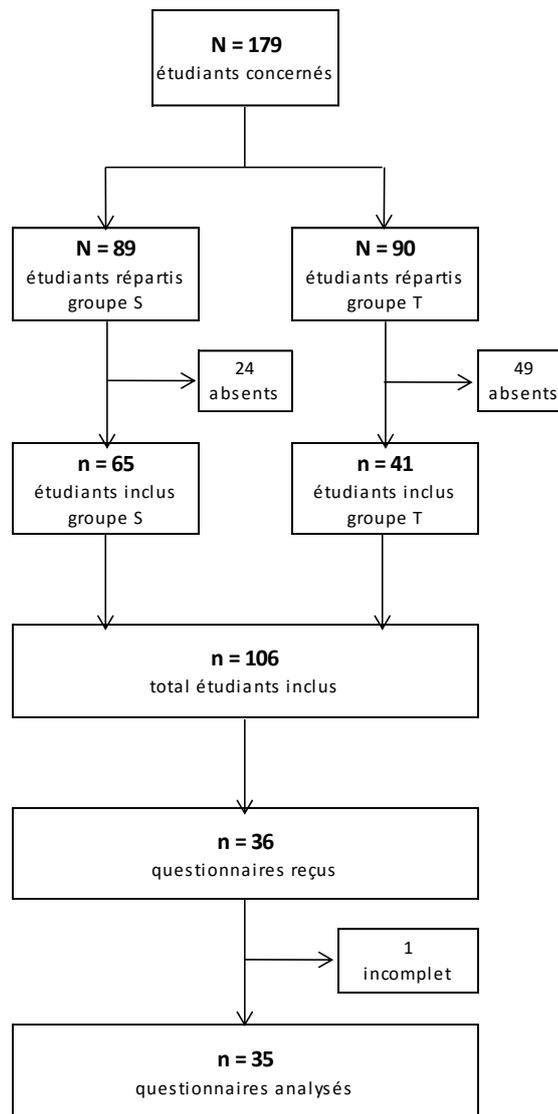
L'échantillon étudié comporte donc au total 106 étudiants sur une population qui en comprenait 179, soit un taux d'inclusion global de 59,2%. Sur ces 106 étudiants, 65 ont été inclus dans le groupe S et 41 dans le groupe T (**Figure 14**). La participation était significativement plus élevée dans le groupe S que dans le groupe T ($p < 10^{-3}$).

Le **Tableau IV** détaille la participation des étudiants au cours de chacune des périodes, en fonction de leur promotion et du service où ils effectuaient leur stage.

	MSP				NSP				USP				MSV				NSV				USV				TOTAL											
	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	n	répartis S	inclus S	répartis T	inclus T	inclus S+T					
Février-Mars (DCEM4)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	3	0	3	0	8	4	3	4	1	1	1	1	0	0	6	3	2	3	0	22	11	6	11	1	7
Février-Mars (DFASM2)	3	2	2	1	1	2	1	0	1	1	4	2	1	2	1	6	3	3	3	3	2	1	1	1	1	4	2	1	2	0	21	11	8	10	7	15
Avril-Mai (DFASM1)	1	0	0	1	1	3	2	2	1	1	4	2	0	2	1	1	1	1	0	0	5	3	3	2	2	1	0	0	1	0	15	8	6	7	5	11
Mai-Juin (DFGSM3)	3	2	2	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	6	3	3	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1	1	1	19	9	9	10	10	19
Juin-Septembre (DFASM2)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	4	2	1	2	0	1	0	0	1	0	2	1	1	1	0	3	2	2	1	0	11	5	4	6	1	5
Juin-Juillet (DFASM1)	4	2	2	2	2	3	2	2	1	1	4	2	0	2	0	1	0	0	1	1	3	1	1	2	0	4	2	0	2	0	19	9	5	10	4	9
Aout-Septembre (DFASM1)	4	2	1	2	1	3	1	0	2	1	4	2	2	2	0	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	5	3	0	2	1	19	10	3	9	4	7
Octobre-Novembre (DFASM1)	4	2	2	2	2	3	2	2	1	0	2	1	0	1	0	5	3	3	2	0	2	1	1	1	1	3	1	1	2	0	19	10	9	9	3	12
Novembre-Janvier (DFASM2)	2	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5	3	3	2	0	2	1	1	1	0	3	1	0	2	0	14	7	6	7	0	6
Janvier-Février (DFASM1)	3	1	1	2	1	3	1	1	2	1	3	2	2	1	1	7	3	3	4	2	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1	20	9	9	11	6	15
TOTAL	n	25				22				34				41				24				33				179										
	répartis S	12				11				17				21				12				16					89									
	inclus S	11				9				7				19				11				8						65								
	répartis T	13				11				17				20				12				17							90							
	inclus T	9				8				4				10				7				3								41						
	inclus S + T	20				17				11				29				18				11														106

Tableau IV : Répartition des étudiants concernés selon la période, leur promotion et leur service.

Pour chacun des services : dans la 1^{ère} colonne, le nombre total d'étudiants concernés ; dans les 2^{ème} et 3^{ème} colonnes, le nombre d'étudiants répartis par tirage au sort dans le groupe S et le nombre d'étudiants présents pour la séance de simulation (donc inclus dans le groupe S) ; dans les 4^{ème} et 5^{ème} colonnes, le nombre d'étudiants répartis par tirage au sort dans le groupe T et le nombre d'étudiants présents pour la séance de formation théorique (donc inclus dans le groupe T).

Figure 14 : Diagramme de flux.

A. Participation des étudiants selon leur promotion

La composition de la population et de l'échantillon avec les taux d'inclusion en fonction de la promotion des étudiants est détaillée dans le **Tableau V**.

Le taux d'inclusion était de 100% pour les DFGSM3, 58,7% pour les DFASM1, 56,5% pour les DFASM2 et 31,8% pour les DCEM4.

L'échantillon étudié était finalement composé de 19 étudiants de DFGSM3, 51 DFASM1, 26 DFASM2 et 7 DCEM4.

Promotion	Population		Echantillon (inclus dans l'étude)		Taux d'inclusion
	n	%	n	%	
DFGSM3	19	10,6	19	17,9	100%
DFASM1	92	51,4	54	51	58,7%
DFASM2	46	25,7	26	24,5	56,5%
DCEM4	22	12,3	7	6,6	31,8%
	179	100	106	100	

Tableau V : Population et échantillon en fonction de la promotion des étudiants.

B. Participation des étudiants selon leur service

La composition de la population et de l'échantillon avec les taux d'inclusion en fonction des services est détaillée dans le **Tableau VI**.

Sur les 106 étudiants inclus dans l'échantillon, 48 effectuaient leur stage au CH Saint Philibert (20 en Médecine interne, 17 en Neurologie et 11 aux Urgences) et 58 au CH Saint Vincent (29 en Médecine polyvalente, 18 en Neurologie et 11 aux Urgences).

Service	Population		Echantillon (inclus dans l'étude)		Taux d'inclusion
	n	%	n	%	
MSP	25	14	20	18,9	80%
NSP	22	12,3	17	16	77,3%
USP	34	19	11	10,4	32,4%
MSV	41	22,9	29	27,3	70,1%
NSV	24	13,4	18	17	75%
USV	33	18,4	11	10,4	33,3%
	179	100	106	100	

Tableau VI : Population et échantillon en fonction du service.

II. Questionnaire d'évaluation initiale

Le questionnaire d'évaluation initiale avait pour objectifs de décrire l'échantillon étudié, d'évaluer l'appréhension des étudiants à l'idée de réaliser une PL et d'évaluer leurs connaissances avant la formation.

A. Description de l'échantillon étudié et expérience des étudiants

Pour évaluer l'expérience des étudiants vis-à-vis de la PL, deux éléments étaient pris en compte par le questionnaire initial : les stages déjà effectués dans les services où les PL sont réalisées plus fréquemment (**Tableau VII**) et le nombre de PL déjà réalisées avant l'inclusion dans l'étude (**Tableau VIII**).

Les étudiants de DFGSM3 effectuaient leur premier stage hospitalier (si l'on ne tient pas compte du stage d'hygiène hospitalière et des stages de séméiologie). Aucun d'entre eux n'avait réalisé de PL avant le début de l'étude.

Sur les 54 étudiants de DFASM1 inclus, 18 avaient déjà effectué un stage dans un service d'Urgences ou de Réanimation, un seul dans un service de Neurologie et 38 (soit plus de 70% d'entre eux) étaient déjà passés dans un autre service de Médecine. Sur ces 54 étudiants, 50 (93%) n'avaient jamais réalisé de PL.

Promotion	Effectif	Services déjà fréquentés avant l'inclusion					
		<i>Urgences - Réanimation</i>		<i>Neurologie</i>		<i>Médecine</i>	
		n	%	n	%	n	%
DFGSM3	19	0	0	0	0	0	0
DFASM1	54	18	33,3	1	1,9	38	70,4
DFASM2	26	14	53,8	5	19,2	26	100
DCEM4	7	6	85,7	2	28,6	7	100
	106	38	35,8	8	7,5	71	67

Tableau VII : Services fréquentés par les étudiants avant l'inclusion dans l'étude.

Sur les 26 étudiants de DFASM2, plus de la moitié étaient déjà passés dans un service d'Urgences ou de Réanimation et 5 étaient passés en Neurologie. Ils avaient tous déjà effectué au moins un stage dans un autre service de Médecine. Sur ces 26 étudiants, 15 (58%) n'avaient jamais réalisé de PL.

Sur les 7 étudiants de DCEM4, 6 étaient déjà passés en stage aux Urgence ou en Réanimation et seulement 2 en Neurologie. Ils étaient tous déjà passés dans un autre service de Médecine. Sur ces 7 étudiants, 4 (57%) n'avaient jamais réalisé de PL.

Promotion	Effectif	PL déjà réalisées avant l'inclusion			
		0	1	2	≥ 3
DFGSM3	19	19	0	0	0
DFASM1	54	50	2	0	2
DFASM2	26	15	6	2	3
DCEM4	7	4	0	0	3
	106	88	8	2	8

Tableau VIII : Ponctions réalisées par les étudiants avant l'inclusion dans l'étude.

Au total, 88 étudiants (soit 83% de l'échantillon) n'avaient jamais eu l'occasion de réaliser une PL avant le début de l'étude.

B. Appréhension des étudiants

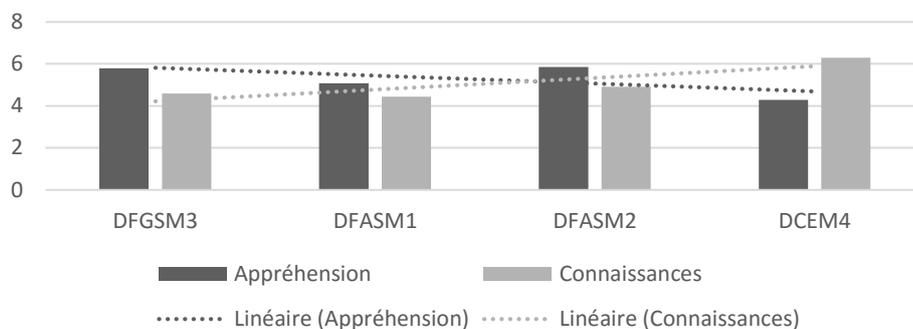
Les étudiants étaient invités à évaluer par le biais d'une échelle visuelle analogique l'appréhension ressentie à l'idée de réaliser une PL sur un patient. L'appréhension moyenne était de 5,3 sur 10 pour l'ensemble des étudiants, 5,8 pour les DFGSM3, 5,1 pour les DFASM1, 5,9 pour les DFASM2 et 5,3 pour les DCEM4 (**Figure 15**).

Les inquiétudes ressenties par les étudiants étaient de trois ordres :

- Les étudiants ont majoritairement exprimé leur crainte des complications du geste, notamment la douleur (évoquée par 52 étudiants sur 106 soit 49%) mais aussi les séquelles neurologiques éventuelles (engagement, paralysie ou « toucher la moelle » pour 18% des étudiants), les fautes d'asepsie et les infections nosocomiales (9% des étudiants), la ponction traumatique (8% des étudiants), la douleur liée au contact de l'aiguille avec une racine nerveuse (5% des étudiants), le syndrome post-PL (4% des étudiants) ou encore le bris de l'aiguille durant le geste (un étudiant).
- Vient ensuite la peur de l'échec du geste, formulée par 39% des étudiants, qu'ils aient déjà réalisé une PL auparavant ou non ($p = 0,28$).
- Enfin, l'appréhension liée au manque d'expérience : piquer au mauvais endroit (12% des étudiants), manque de connaissances théoriques pour

un geste perçu comme compliqué (8% des étudiants), problème lié au matériel (7% des étudiants), manque de compliance du patient (5% des étudiants) et peur de la première fois (4% des étudiants).

Figure 15 : Autoévaluation de l'appréhension et des connaissances par les étudiants selon leur année d'étude, avec modèle de régression linéaire.



C. Connaissances des étudiants

Les étudiants étaient invités à auto-évaluer, par le biais d'une échelle visuelle analogique, leurs connaissances théoriques au sujet de la PL. Le niveau de connaissance moyen était de 4,7 sur 10 pour l'ensemble des étudiants, 4,6 pour les DFGSM3, 4,4 pour les DFASM1, 4,9 pour les DFASM2 et 6,3 pour les DCEM4 (Figure 2).

réponses acceptées		autres réponses	
antiseptique / Betadine® / compresses	105	champ stérile	48
aiguille	104	poubelle / conteneur DASRI	40
tubes (pas de précision demandée)	96	anesthésie / MEOPA / lidocaïne / EMLA®	33
gants stériles	81	étiquettes / bon de laboratoire	16
pansement / sparadrap	41	gants (sans précision)	10
solution hydro-alcoolique / savon	5	plateau de soins	7
		assistant / infirmière / étudiant	3
		masque	3
		coussin	2
		charlotte	1

Tableau IX : Réponses données (avec le nombre d'étudiants ayant donné chacune des réponses) à la question portant sur le matériel nécessaire.

A la question portant sur le matériel nécessaire à la réalisation d'une PL, plus de 100 étudiants sur 106 ont cité le matériel d'antiseptie et l'aiguille. 96 ont pensé aux tubes

de recueil du LCS, 81 aux gants stériles et 41 au pansement. Seuls 4 étudiants ont évoqué le matériel lié à l'hygiène des mains. D'autres éléments, considérés comme corrects mais facultatifs, ont également été cités et sont détaillés dans le **Tableau IX**.

L'espace intervertébral dans lequel effectuer la ponction était connu par 82 étudiants sur 106 (les réponses acceptées étaient « L3-L4 », « L4-L5 », « L3-L4 ou L4-L5 »).

Les réponses à la question portant sur les structures anatomiques traversées par l'aiguille au cours de la PL sont listées par ordre de fréquence (et non par ordre anatomique) dans le **Tableau X**.

réponses acceptées		réponses fausses	
peau / plan cutané	98	muscles	31
dure-mère	58	pie-mère	23
ligament jaune	53	ligament (sans précision / incorrect)	20
tissu sous-cutané / graisse	33	méninges (sans précision)	9
arachnoïde / espace subarachnoïdien	32	disque intervertébral	4
espace / ligament interépineux	15	fascia	4
espace épi- / péri-dural	5	canal lombaire	3
ligament supra-épineux	2	rachis	1
		tendons	1

Tableau X : Réponses données (avec le nombre d'étudiants ayant donné chacune des réponses) à la question portant sur les structures anatomiques.

III. Questionnaire « PL »

A. Description de l'échantillon analysé

Pendant la durée de l'étude, 624 PL ont été réalisées sur les deux sites du GH-ICL dont 431 dans les six services concernés par l'étude (**Tableau XI**). Ces six services avaient été choisis selon la probabilité vraisemblablement élevée que des PL y soient réalisées par les étudiants, mais sans valider cette hypothèse par les données du Laboratoire. Le service d'Onco-Hématologie du CH Saint Vincent de Paul a ainsi été oublié (109 PL sur la durée de l'étude, fréquemment réalisées par les étudiants notamment dans le secteur d'Hôpital de Jour). Les services pédiatriques n'avaient volontairement pas été inclus dans l'étude.

Service	PL réalisées	Questionnaires analysés
MSP	2	0
NSP	39	10
USP	129	1
MSV	44	2
NSV	92	19
USV	125	1
autres	193	2
Total GH-ICL : 624		Total analysés : 35

Tableau XI : Nombre de PL réalisées dans les services du GH-ICL pendant la durée de l'étude et nombre de questionnaires analysés.

Entre Février 2015 et Février 2016, 36 questionnaires « PL » ont été reçus. L'un d'eux était incomplet, les 35 autres étaient exploitables (**Tableau XII**).

Sur ces 35 PL, 10 ont été réalisées par des étudiants du groupe T et 25 par des étudiants du groupe S.

	DFGSM3			DFASM1			DFASM2			DFASM3			Total		
	T	S	Global	T	S	Global	T	S	Global	T	S	Global	T	S	Global
MSP	0			0			0			0			0	0	0
NSP	0			1	6	7	1	1	2	0	1	1	2	8	10
USP	0			0			1	0	1	0			1	0	1
MSV	0	1	1	1	0	1	0			0			1	1	2
NSV	0	1	1	4	11	15	2	1	3	0			6	13	19
USV	0			0	1	1	0			0			0	1	1
autres	0			0	1	1	0	1	1	0			0	2	2
Total	0	2	2	6	19	25	4	3	7	0	1	1	10	25	35

Tableau XII : Origine des questionnaires analysés (service, promotion, groupe).

B. Critère de jugement principal : réussite du geste

1. Statistiques descriptives

Sur les 35 questionnaires analysés, 25 concernaient des PL réalisées par des étudiants du groupe S. Parmi ces 25 tentatives de PL, 17 ont abouti et 8 ont échoué,

soit un taux de réussite de 68%. Les 10 autres concernaient le groupe T : 3 étudiants ont réussi le geste et 7 ont échoué, soit un taux de réussite de 30% (**Tableau XIII**).

	PL réussie	PL non réussie	
Groupe T	3	7	10
Groupe S	17	8	25
	20	15	35

Tableau XIII : Réussite du geste selon le groupe T ou S.

Le taux de réussite semble donc plus élevé parmi les étudiants du groupe S que parmi ceux du groupe T (68% contre 30%), mais cette différence n'est pas significative sur le plan statistique selon le test exact de Fischer ($p = 0,062$).

Sur ces 35 PL, 16 ont été réalisées par des étudiants qui n'en avaient jamais pratiqué avant l'inclusion dans l'étude. Parmi eux, 3 faisaient partie du groupe T (aucun d'entre eux n'a réussi le geste) et 13 du groupe S (7 d'entre eux ont réussi leur PL). En considérant uniquement ce sous-groupe de 16 étudiants n'ayant jamais effectué de PL auparavant, la différence entre les groupes T et S n'est pas non plus significative ($p = 0,213$).

2. Régression logistique

En appliquant un modèle de régression logistique multinomiale prenant pour constante la réussite de la PL et associant des variables qualitatives et quantitatives (**Tableau XIV**), la formation sur simulateur apparaît comme un facteur favorisant de la réussite du geste avec un Odds Ratio à 13,7 (IC 95% = [1,4 ; 133,9]; $p = 0,025$).

Ni la supervision par un sénior plutôt que par un interne (OR = 0,73; IC 95% = [0,1 ; 5,3]; $p = 0,76$), ni l'IMC du patient (OR = 0,95; IC 95% = [0,84 ; 1,07]; $p = 0,38$) n'influent significativement sur la réussite du geste. En revanche, plus l'âge du patient est élevé, plus le taux de réussite diminue (OR = 0,92; IC 95% = [0,86 ; 0,99]; $p = 0,02$).

<u>Constante</u> = réussite de la ponction	Odds Ratio	Intervalle de confiance à 95% de l'Odds Ratio		p
		Borne inférieure	Borne supérieure	
Groupe S	13,671	1,396	133,862	0,025
Supervision par sénior	0,73	0,099	5,301	0,758
Age du patient	0,919	0,855	0,987	0,021
IMC du patient	0,947	0,838	1,07	0,379

Tableau XIV : Facteurs influant sur la réussite du geste.

C. Critère de jugement secondaire : ressenti des étudiants

1. Statistiques descriptives

a) Aisance ressentie pour la préparation du matériel

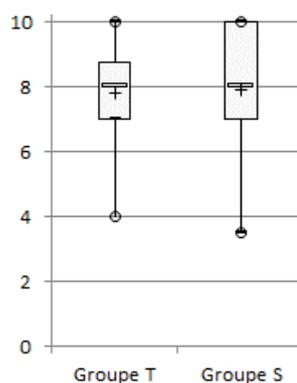
Les données sont résumées dans le **Tableau XV** et la **Figure 16**.

L'analyse de la distribution des notes par le test U de Mann-Whitney ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,696$).

	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Groupe T	7,8	8	4	10
Groupe S	7,92	8	3,5	10

Tableau XV : Aisance ressentie dans les 2 groupes (préparation du matériel).

Figure 16 : BoxPlots de l'aisance ressentie dans les 2 groupes (préparation du matériel).



b) Aisance ressentie pour l'installation du patient et la réalisation de l'antiseptie

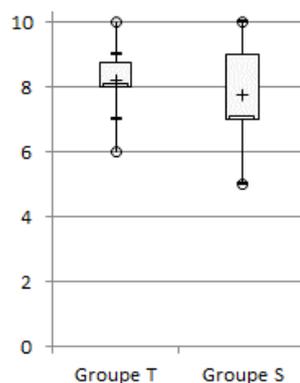
Les données sont résumées dans le **Tableau XVI** et la **Figure 17**.

L'analyse statistique ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,360$).

	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Groupe T	8,2	8	6	10
Groupe S	7,78	7	5	10

Tableau XVI : Aisance ressentie dans les 2 groupes (installation du patient).

Figure 17 : BoxPlots de l'aisance ressentie dans les 2 groupes (installation du patient).



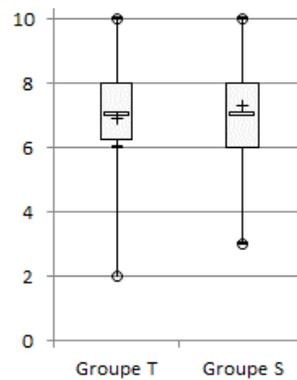
c) Aisance ressentie pour la prise des repères anatomiques

Les données sont résumées dans le **Tableau XVII** et la **Figure 18**.

L'analyse statistique ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,766$).

	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Groupe T	6,9	7	2	10
Groupe S	7,3	7	3	10

Tableau XVII : Aisance ressentie dans les 2 groupes (prise des repères).

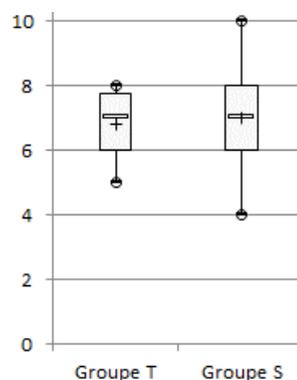
Figure 18 : BoxPlots de l'aisance ressentie dans les 2 groupes (prise des repères).

d) Aisance ressentie pour la réalisation de la ponction en elle-même

Les données sont résumées dans le **Tableau XVIII** et la **Figure 19**.

L'analyse statistique ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,837$).

	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Groupe T	6,8	7	5	8
Groupe S	7	7	4	10

Tableau XVIII : Aisance ressentie dans les 2 groupes (réalisation de la ponction).**Figure 19 :** BoxPlots de l'aisance ressentie dans les 2 groupes (réalisation de la ponction).

e) Aisance ressentie sur le plan de la communication avec le patient

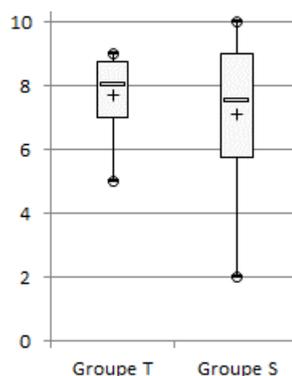
Les données sont résumées dans le **Tableau XIX** et la **Figure 20**.

L'analyse statistique ne retrouve pas de différence significative entre les deux groupes ($p = 0,552$).

	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
Groupe T	7,7	8	5	9
Groupe S	7,125	7,5	2	10

Tableau XIX : Aisance ressentie dans les 2 groupes (communication avec le patient).

Figure 20 : BoxPlots de l'aisance ressentie dans les 2 groupes (communication avec le patient).



2. Difficultés rencontrées par les étudiants

Douze étudiants (34%) ont fait état d'au moins une difficulté rencontrée au cours de la réalisation du geste, sans différence significative entre les groupes T et S ($p = 0,434$).

Dans 7 questionnaires sur 35, les étudiants faisaient état de difficultés liées à des anomalies de l'axe du rachis. Dans 6 autres cas, la butée contre un relief osseux ou l'arthrose du patient leur posaient problème. Egalement dans 6 cas, les étudiants avaient des difficultés pour la prise des repères en raison de la morphologie du patient. Dans 3 cas c'est la compliance du patient (anxiété, « contraction ») qui

rendait le geste difficile. Enfin, un étudiant a fait part d'une difficulté liée à la douleur ressentie par le patient.

3. Commentaires des étudiants

Dans la section « commentaires libres » à la fin du questionnaire, trois étudiants tentaient de justifier leur échec en signalant les difficultés rencontrées par l'interne ou le sénior ayant pris le relai. Mais le plus souvent ils tenaient à souligner l'utilité de la formation par simulation : « la simulation permet de "mettre les points sur les i" même si le geste est déjà connu », « diminution de l'appréhension grâce à la simulation » (2 étudiants), « rassuré par le TP de simulation », « très à l'aise grâce à la simulation ».

DISCUSSION

Notre étude met donc en évidence un net bénéfice de la formation des étudiants sur simulateur pour la pratique de la ponction lombaire (OR = 13,7 ; $p = 0,025$). En revanche, aucune différence significative n'a pu être montrée sur le plan de l'aisance ressentie par les étudiants sur les divers aspects de la réalisation de ce geste.

I. Critiques méthodologiques

A. Faiblesses de l'étude

Tout d'abord le taux d'inclusion s'est avéré décevant malgré une population concernée plutôt importante (179 étudiants), avec une participation à la séance de formation initiale de 59,2% (73% dans le groupe S et seulement 45,6% dans le groupe T). Les étudiants présents ont déclaré n'avoir rencontré aucun problème vis-à-vis des médecins ou du fonctionnement de leur service pour se libérer de stage. La faible participation ne semble donc pas liée à un problème logistique ou organisationnel mais plus certainement à la motivation des étudiants qui était bien moins élevée dans le groupe T que dans le groupe S, ce qui est compréhensible car les travaux pratiques et particulièrement les séances de simulation, quelles qu'elles soient, ont toujours attiré plus d'étudiants que les cours théoriques.

Par ailleurs, très peu de questionnaires ont été reçus (36, dont 35 ont pu être analysés) comparativement aux 431 PL réalisées dans les services concernés sur la même période. Des relances par courriel étaient pourtant systématiquement effectuées auprès des étudiants en milieu de stage, et la durée de l'étude a été augmentée à 13 mois alors qu'elle devait initialement être de 8 mois. Ce biais d'attrition peut s'expliquer par le fait qu'une partie des gestes techniques sont

réalisés en dehors des heures de présence des étudiants, ou alors par les internes, les médecins séniors ou des étudiants non inclus dans l'étude.

Parmi les questionnaires analysés, on constate une importante différence d'effectif entre les deux groupes puisque 25 PL ont été réalisées par des étudiants du groupe S contre seulement 10 par des étudiants du groupe T. En dehors du fait qu'il y avait plus d'étudiants inclus dans le groupe S que dans le groupe T (65 étudiants sur 106 soit 61% de l'effectif étaient inclus dans le groupe S où ont été réalisées 71% des PL analysées, contre 39% de l'effectif et 29% des PL pour le groupe T), deux hypothèses peuvent expliquer cette différence : d'une part la formation sur simulateur rend les étudiants plus confiants (sentiment que l'on retrouve d'ailleurs souvent dans les commentaires des étudiants), ils ont donc moins d'appréhension et de réticence à réaliser une vraie PL ; d'autre part les étudiants inclus dans le groupe S se sentent peut-être plus impliqués dans l'étude, montrant par conséquent plus de motivation que les autres pour réaliser l'acte sur le patient ou une meilleure réponse à la sollicitation de participation à l'étude.

Notre étude fait également l'objet d'un biais de mesure lié à la méthode d'évaluation choisie, à savoir l'autoévaluation, qui est par définition subjective. Cet aspect était cependant minimisé par le fait que le questionnaire « PL » était partiellement adapté du DOPS, un questionnaire standardisé.

Enfin, elle souffre d'un biais de confusion dans la mesure où il n'y avait pas d'appariement entre les groupes T et S, notamment sur le plan de l'expérience des étudiants.

B. Forces de l'étude

Notre étude se distingue avant tout par la population ciblée, constituée des étudiants en Médecine de la 3^{ème} à la 6^{ème} année, alors que nombre d'études sur le sujet s'intéressent aux internes. En France, et plus encore à la FMM et au GH-ICL qui sont des petites structures permettant un encadrement optimisé des étudiants, l'apprentissage des gestes techniques se fait dès les premiers stages hospitaliers.

C'est donc à cette période que la simulation présente tout son intérêt pour permettre aux étudiants d'acquérir d'emblée les bons gestes et les bons réflexes.

Une autre force de ce travail est la méthode d'évaluation. La majorité des études publiées dans la littérature médicale évaluent les participants par un questionnaire théorique immédiatement après la séance de simulation. De notre côté, nous avons choisi une méthode certes plus subjective, mais peut-être plus adaptée à la finalité de l'apprentissage par simulation qui est de s'entraîner sur mannequin pour ensuite pouvoir réaliser le geste à l'hôpital, sur un vrai patient, dans les meilleures conditions possibles. D'autre part notre étude est l'une des seules à s'intéresser au ressenti de l'étudiant, au-delà de la réussite de l'acte ou des connaissances théoriques.

Enfin la durée de l'étude a permis d'inclure un nombre d'étudiants relativement élevé par rapport à la taille des promotions à la FMM qui sont chacune constituées d'une centaine d'étudiants, ce qui a pu améliorer la représentativité.

II. Réussite du geste par les étudiants

Avec 30% de PL réussies pour les étudiants du groupe T et 68% pour le groupe S, la différence n'apparaît pas significative vraisemblablement en raison d'effectifs trop faibles même si une tendance positive semble se dégager de ces premiers résultats.

Cette tendance est confirmée par la régression logistique qui démontre un bénéfice nettement significatif de l'apprentissage par simulation, puisque les étudiants formés sur mannequin réussissent plus souvent leurs PL sur de vrais patients que ceux ayant seulement bénéficié d'une formation théorique, avec un Odds Ratio de 13,7.

Cette amélioration des compétences grâce à la simulation concorde avec les résultats d'autres études s'intéressant elles aussi à la PL.

K. Adachi et al [42] ont formé 153 étudiants de 5^{ème} année selon le même schéma que dans notre étude, avec des rappels théoriques puis une mise en application pratique sur des mannequins de type « Lumbar Puncture Simulator II » de Kyoto-

Kagaku®. A l'issue de la séance de simulation les participants évaluaient leur compréhension, leur réussite du geste sur mannequin et leur satisfaction globale vis-à-vis de la formation. Le même questionnaire était rempli par un formateur pour chacun des étudiants. Il en ressort un effet bénéfique de l'entraînement sur mannequin pour la réalisation des gestes techniques. L'association de la séance de simulation à de brefs rappels théoriques préalables semble encore améliorer le bénéfice pédagogique.

Dans son travail mené auprès de 45 étudiants à l'aide d'un questionnaire standardisé d'hétéro-évaluation, H. Storm [43] a montré une amélioration des compétences pour la réalisation de la PL par les étudiants quatre semaines après avoir bénéficié d'une séance de simulation par rapport aux étudiants du groupe contrôle n'ayant eu qu'une formation théorique.

Enfin, l'étude de ML. White [44] a confirmé l'effet positif de la simulation sur l'amélioration des connaissances et de la confiance ressentie par les étudiants grâce à un questionnaire rempli juste avant et juste après la séance de formation. Les 23 internes de pédiatrie concernés semblent également avoir gardé un bénéfice sur le long terme, transférable à la réalisation des PL en conditions réelles sur de vrais patients.

Par ailleurs, notre étude montre également qu'un autre facteur peut déterminer la réussite ou l'échec du geste puisque les PL sont plus souvent réussies chez les patients jeunes (OR 0,92). En revanche, ni la qualification du superviseur ni l'IMC du patient ne semblent avoir d'influence significative, peut-être en raison des faibles effectifs.

III. Connaissances, aisance et ressenti général des étudiants

Le niveau de connaissance théorique estimé par les étudiants à 4,7 sur 10 en moyenne semble logiquement augmenter avec l'expérience acquise au fil des années d'étude, à l'inverse de l'appréhension ressentie qui a tendance à diminuer.

Le matériel indispensable à la réalisation d'une PL est globalement bien connu même si certains éléments sont très peu cités, ce qui peut s'expliquer par la faible expérience des étudiants. En effet 83% d'entre eux n'avaient jamais réalisé de PL avant l'inclusion dans l'étude, et l'on peut supposer qu'une grande partie n'en avait même jamais vue. La simulation, en permettant une mise en situation réaliste, peut ici jouer un rôle dans la mémorisation des étapes préalables à la réalisation du geste, notamment la préparation du matériel nécessaire.

Les bases anatomiques ne semblent pas acquises pour une bonne partie des participants qui, quand on leur demande de citer les structures traversées au cours de la PL, omettent des éléments importants ou donnent des réponses aberrantes. L'anatomie du rachis est enseignée en DFGSM3, principalement dans le module dédié à l'appareil locomoteur. Certaines notions sont également étudiées en neuro-anatomie, d'autres encore sont abordées avec l'anatomie thoracique. En revanche il n'existe pas de cours d'anatomie topographique du rachis, qui permettrait une synthèse de ces différents éléments. Ces résultats peuvent donc naturellement nous pousser à une réflexion sur le contenu et la répartition actuels du programme d'anatomie à la FMM au cours des trois premières années des études médicales.

Concernant l'aisance ressentie par les étudiants au cours des différentes étapes de la réalisation d'une PL, les notes moyennes sont en général plus élevées dans le groupe S sauf pour l'installation du patient et la communication, deux aspects qu'il est difficile de mettre en pratique avec un simulateur procédural. Cependant aucune différence statistiquement significative n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes pour tous ces items, probablement en raison d'effectifs trop restreints.

Malgré ces résultats non significatifs, le ressenti des étudiants est extrêmement positif concernant l'apprentissage sur simulateur. Tous ont trouvé la formation utile pour leur pratique, même ceux ayant déjà eu l'occasion d'effectuer des PL à l'hôpital, et beaucoup ont déclaré (que ce soit verbalement ou sur leurs questionnaires) se sentir moins anxieux et plus confiants grâce à l'entraînement au laboratoire de simulation.

Dans l'étude d'Adachi et al [42], les commentaires recueillis auprès des participants sont assez semblables à ceux retrouvés dans notre étude, mettant en avant l'intérêt de la simulation pour diminuer l'appréhension et améliorer la compréhension de la technique requise.

Ce ressenti extrêmement positif se retrouve également dans une étude lilloise de 2012 [45] qui montre que l'apprentissage des examens gynécologiques par la simulation pour les étudiants de DFGSM2 est associé à une satisfaction importante des participants, aussi bien des étudiants que des enseignants, qui reconnaissent la pertinence de ce type d'enseignement et souhaitent son développement.

Un point de vue différent, non étudié dans notre travail, est celui des patients vis-à-vis de la simulation. MA. Graber et al [46] ont montré que le fait que les étudiants en médecine puissent s'entraîner sur mannequins avant d'être amenés à réaliser certains gestes techniques en conditions réelles semble atténuer la réticence des patients, qui acceptent alors plus facilement d'être pris en charge par un étudiant.

IV. Développement de la simulation en santé

L'intérêt de la simulation pour la formation des professionnels de santé a été largement démontré ces dernières années par de nombreuses études.

Une méta-analyse de 2011 [47] rappelle que l'apprentissage par la simulation est associé à de meilleurs résultats sur le plan de l'acquisition des connaissances et des habiletés cliniques comparativement aux méthodes pédagogiques traditionnelles. L'effet direct sur les soins aux patients semble également positif bien que plus modeste.

Une autre méta-analyse de 2015 [48] confirme l'intérêt de la simulation en termes d'amélioration des performances, mais également en termes de pratiques cliniques (confort du patient, durée des procédures et survenue de complications).

Une étude menée récemment au centre Présage de Lille dans le cadre d'un travail de thèse [6] auprès des internes en DESC de Médecine d'Urgence et en DES d'Anesthésie-Réanimation est parvenue à la même conclusion, mettant par ailleurs en évidence la persistance du bénéfice sur le long terme.

La simulation apparaît également comme un outil intéressant d'évaluation de la mise en application des connaissances théoriques devant une situation difficile [49].

Très répandue en Amérique du Nord, la simulation y fait partie intégrante de la formation initiale mais également de la certification et de la formation continue des professionnels de santé. Son développement en Europe, plus récent, reste à ce jour beaucoup plus limité.

La France tente de rattraper son retard et a fait de la simulation en santé une priorité depuis quelques années. En 2012, la HAS a émis dix propositions dans son « Rapport sur l'état de l'art en matière de simulation dans le domaine de la santé » [7]. Parmi ces propositions, la première recommande l'intégration de « la formation par les méthodes de simulation en santé (...) 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 : jamais la première fois sur le patient ». Les autres propositions soulignent notamment la nécessité pour les formateurs de bénéficier de compétences réelles et validées, l'intérêt de la coopération entre les universités et les établissements de soins et de formation, ou encore la possibilité d'utiliser la simulation comme outil de validation des compétences.

En 2013, le Ministère de la Santé a rappelé dans une instruction adressée aux ARS [50] que cette « méthode pédagogique innovante » est bénéfique pour la sécurité du patient et la qualité des soins et doit donc devenir « accessible à tous les professionnels et étudiants en santé ».

A la FMM, le développement de la simulation était jusqu'à ce jour limité par la petite taille du Laboratoire, constitué d'une seule salle de travaux pratiques aux usages multiples, partagée entre la filière Médecine et la filière Maïeutique, accolée à un

petit espace de débriefing. Il fait actuellement l'objet de travaux visant à quadrupler sa surface, permettant ainsi l'entrée en fonction à la rentrée 2016 de trois nouvelles salles de simulation haute-fidélité reproduisant fidèlement l'univers hospitalier, associées à deux grandes salles polyvalentes pouvant servir selon les besoins pour les débriefings ou pour la simulation procédurale.

Pour améliorer l'apprentissage par la simulation au cours de la formation initiale des étudiants en Médecine au sein de la FMM, un programme d'enseignement pourrait être mis en place sur trois ans à partir du DFGSM3, l'enseignement pratique de l'année de DFGSM2 se focalisant plutôt sur les prérequis indispensables tels que l'examen séméiologique ou la réalisation des explorations électrophysiologiques. Bien évidemment ce qui suit n'est qu'une simple proposition, nécessitant un important travail tant sur le plan de l'organisation logistique (planning des futures salles de simulation, emploi du temps déjà chargé des étudiants) que sur le plan du personnel (formateurs spécifiquement formés, avec du temps dédié et en nombre suffisant pour encadrer les séances).

Ainsi on pourrait imaginer en DFGSM3 un « séminaire » d'une semaine durant lequel les étudiants, par petits groupes, seraient formés sur simulateurs procéduraux à tous les gestes techniques utiles pour leur pratique quotidienne d'externes : pose de voie veineuse périphérique, ponction artérielle radiale, ponction pleurale et pose de drain thoracique, ponction lombaire, sondage vésical, intubation oro-trachéale. Les travaux pratiques de plâtre et de suture pourraient également être intégrés à ce séminaire. Les deux années suivantes (DFASM1 et DFASM2) seraient dédiées à la simulation haute-fidélité avec trois ou quatre séances chaque année, faisant appel à divers scénarios portant sur des situations en lien avec le programme d'enseignement théorique du deuxième cycle. Par la suite, des formations spécifiques pour les internes de Médecine Générale de la FMM pourraient être mises en place au début de chaque semestre de stage, portant notamment sur la gestion des situations d'urgence vitale comme l'arrêt cardiaque intra-hospitalier, mais également sur des rappels à propos des gestes techniques. Ces séances pourraient être organisées en collaboration avec l'Institut de Formation en Soins Infirmiers de notre université pour intégrer la dimension de travail en équipe pluriprofessionnelle.

Par ailleurs, les étudiants ayant participé à l'étude ont émis l'idée d'un tutorat de simulation, comme cela existe depuis peu à Nice ou à Louvain par exemple [51]. Ces tuteurs, dont l'expérience minimale requise et la formation resteraient à définir, pourraient encadrer les séances de simulation procédurale et même, comme cela a été suggéré par certains étudiants, gérer des plages horaires où les mannequins seraient en accès libre pour permettre aux externes d'entretenir leurs connaissances.

CONCLUSION

Notre étude a permis de démontrer que la formation des étudiants en médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux permet une amélioration significative de leurs performances pour la réalisation de ce geste souvent perçu comme difficile et potentiellement à risque.

L'effet positif de la simulation sur l'aisance ressentie lors des étapes successives de la réalisation du geste n'a pas pu être prouvé et demande donc à être confirmé sur un plus large échantillon d'étudiants.

La mise en place de séances de simulation procédurale dans le cadre de la formation initiale des étudiants en Médecine avant leurs premiers stages hospitaliers pourrait également permettre de confirmer le bénéfice de cette méthode pédagogique pour l'apprentissage d'autres gestes techniques.

Par ailleurs les étudiants ont une très bonne opinion de cette méthode d'apprentissage qui, en leur permettant de s'entraîner en conditions réalistes sans aucun risque pour les patients, contribue également à diminuer leurs appréhensions.

La simulation doit donc continuer à se développer comme elle le fait depuis quelques années, en complément de l'enseignement médical traditionnel théorique et au lit du malade, afin de devenir partie intégrante de la formation initiale et continue des professionnels de santé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Prével M, Andronikof M, Coudert B, Ellrodt A, Pateron D, Platonoff S, Raphael V, Van der Linden T. Référentiel de compétences d'un médecin d'urgence. In: SFMU ed. "Le livre de l'année 2006". Paris: L&C éditions scientifiques; 2006: 83-186. Disponible sur internet: <<https://www.sfm.org/fr/vie-professionnelle/outils-professionnels/référentiels-sfm>>
2. Chappuy H, Khen-Dunlop N, Kossorotoff M. Evaluation des compétences pratiques des étudiants de DCEM lors des stages hospitaliers : propositions et faisabilité [Mémoire du DIU de Pédagogie Médicale]. Paris : Universités Paris Descartes et Pierre et Marie Curie ; 2013.
3. Touchers pelviens et consentement. Communiqué de presse du Conseil National de l'Ordre des Médecins [en ligne]. Oct 2015. Disponible sur internet : <<https://www.conseil-national.medecin.fr/node/1655>>
4. Ghazali A, Boureau-Voultoury A, Scépi M, Mimoz O, Oriot D. La simulation : du Task-Trainer au Crisis Resource Management, un défi pédagogique pour la médecine d'urgence. Ann Fr Med Urgence. 2012 ; 2 : 384-392.
5. Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT & al. Technology-enhanced simulation for health professions education : a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2011 Sep ; 306 (9) : 978-88.
6. Queva C. La simulation médicale comme moyen pédagogique : intérêt à un an [Travail de thèse de DES]. Lille : Faculté de Médecine Henri Warembourg ; Sept 2015.
7. Granry JC, Moll MC. Rapport de mission : état de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins. HAS ; Jan 2012. Disponible en ligne: <https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf>
8. Lebuffe G, Plateau S, Tytgat H, Vallet B, Scherpereel P. Interest of mannequin based simulator to evaluate anaesthesia residents. Ann Fr Anesth Reanim. 2005 Mar; 24 (3) : 260-9.
9. Barsuk JH, Cohen ER, Caprio T, McGaghie WC, Simuni T, Wayne DB. Simulation-based education with mastery learning improves residents' lumbar puncture skills. Neurology. 2012 ; 79 : 132-137.
10. Ciccotto G, Nelson A, Blaya M. Lumbar puncture training module standardization : ensuring patient safety through proper training. Neurology. Apr 26, 2012 ; 78 : p. 6-24.

11. Society for Simulation in Healthcare. Council for accreditation of healthcare simulation programs, accreditation standards and measurement criteria. Minneapolis: SSH; 2010.
12. Benkhadra M. Le cadavre. In : Boet S, Granry JC, Savoldelli G. La simulation en santé : de la théorie à la pratique. Paris : Springer-Verlag ; 2013. p. 75-80.
13. Petitcolas J. Le mannequin de Mme du Coudray ou comment former les accoucheuses au XVIIIème siècle. Rev Prat. 2006 ; 56 : 226-229.
14. Herrmann EK. Remembering Mrs Chase. NSNA Imprint. 2008 Feb-Mar ; 55 (2): 52-55.
15. Ammirati C, Granry JC, Savoldelli G. Mannequins simulateurs de patients. In : Boet S, Granry JC, Savoldelli G. La simulation en santé : de la théorie à la pratique. Paris : Springer-Verlag ; 2013. p. 63-74.
16. Demaurex F, Vu N. Patients simulés/standardisés. In : Boet S, Granry JC, Savoldelli G. La simulation en santé : de la théorie à la pratique. Paris : Springer-Verlag ; 2013. p. 51-62.
17. Buchon D, Buisson JG. Un ECOS formatif. Exercer. 2010 ; 94 : 144-146.
18. Scherly D, Nendaz M. Simulation du raisonnement clinique sur ordinateur : le patient virtuel. In : Boet S, Granry JC, Savoldelli G. La simulation en santé : de la théorie à la pratique. Paris : Springer-Verlag ; 2013. p. 43-50.
19. Pearce JM. Walter Essex Wynter, Quincke, and lumbar puncture. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1994 Feb ; 57 (2) : 179.
20. Ellenby MS, Tegtmeyer K, Lai S, Braner D. Lumbar puncture. N Engl J Med. 2006 ; 355 : 13.
21. Doherty C, Forbes R. Diagnostic lumbar puncture. Ulster Med J. 2014 ; 83 (2) : 93-102.
22. Klein O. Hydrocéphalie. Mesure du débit extériorisé du liquide cérébro-spinal chez l'adulte hydrocéphale porteur d'une dérivation ventriculaire externe [Thèse de Doctorat d'Université, Environnement et santé]. Nancy : Université Henri Poincaré ; 2009.
23. Ganong WF. Physiologie médicale. 19th ed. Bruxelles : De Boeck ; 2001.
24. Roland J. Les méninges. In : Chevrel JP, Bossy J. Anatomie Clinique, Tome IV : Neuro-anatomie. Paris : Springer-Verlag ; 1990. p. 325-334.
25. Kamina P. Anatomie clinique. 2nd ed. Paris : Maloine ; 2013.
26. Guérin J. Moelle épinière. In : Chevrel JP, Bossy J. Anatomie Clinique, Tome IV: Neuro-anatomie. Paris : Springer-Verlag ; 1990. p. 113-126.

27. Ficheux G, Béal L, El Ayadi M, Bourgeois Q, Caron E, Coelho A & al. A corde ad vulvam. Polycopié de l'adjuvat d'anatomie. Lille : laboratoire d'anatomie de la Faculté de Médecine & Maïeutique ; 2015, 678 p.
28. Zarzur E. Anatomic studies of the human lumbar ligamentum flavum. *Anesth Analg.* 1984 ; 63 : 499-502.
29. Lirk P, Moriggl B, Colvin J & al. The incidence of lumbar ligamentum flavum midline gaps. *Anesth Analg.* 2004 ; 98 : 1178-80.
30. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture : anatomical review of a clinical skill. *Clin Anat.* 2004 ; 17 : 544-553.
31. Arendt K, Demaerschalk BM, Wingerchuk DM, Camann W. Atraumatic lumbar puncture needles : after all these years, are we still missing the point ? *Neurologist.* 2009 Jan ; 15 (1) : 17-20.
32. Strupp M, Schueler O, Straube A, Von Stuckrad-Barre S, Brandt T. "Atraumatic" Sprotte needle reduces the incidence of post-lumbar puncture headaches. *Neurology.* 2001 ; 57 : 2310-2312.
33. Sviggum HP, Jacob AK, Arendt KW, Mauermann ML, Horlocker TT, Hebl JR. Neurologic complications after chlorhexidine antiseptics for spinal anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2012 Mar-Apr ; 37 (2) : 139-44.
34. Scott M, Stones J, Payne N. Antiseptic solutions for central neuroaxial blockade: which concentration of chlorhexidine in alcohol should we use ? *Br J Anaesth.* 2009 ; 103 (3) : 456-457.
35. Chevallier S, Monti M, Michel P & al. Ponction lombaire. *Rev Med Suisse.* 2008; 4 : 2312-8.
36. Windisch G, Ulz H, Feigl G. Reliability of Tuffier's line evaluated on cadaver specimens. *Surg Radiol Anat.* 2009 Oct ; 31 (8) : 627-30.
37. Evans RW, Armon C, Frohman EM & al. Assessment : Prevention of post-lumbar puncture headaches : report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology.* 2000 ; 55 : 909-914.
38. Yücel A, Ozyalçin S, Talu GK, Yücel EC, Erdine S. Intravenous administration of caffeine sodium benzoate for postdural puncture headache. *Reg Anesth Pain Med.* 1999 Jan-Feb ; 24 (1) : 51-4.
39. Uppal V, Kearns RJ, McGrady EM. Evaluation of M43B Lumbar puncture simulator-II as a training tool for identification of the epidural space and lumbar puncture. *Anaesthesia.* 2011 ; 66 : 493-496.
40. Norcini J, Burch V. Workplace-based assessment as an educational tool : AMEE Guide N°31. *Medical Teacher.* 2007 ; 29 (9) : 855-871.

41. Profanter C, Perathoner A. DOPS (Direct Observation of Procedural Skills) in undergraduate skill-lab : does it work ? Analysis of skills-performance and curricular side effects. *Z Med Ausbild.* 2015 ; 32 (4).
42. Adachi K, Yoshimura A, Aso R & al. Clinical clerkship course for medical students on lumbar puncture using simulators. *J Nippon Med Sch.* 2010 ; 79 (6) : 430-437.
43. Storm H. Evaluation of how studying a clinical case influences medical students capabilities for performing a lumbar puncture four weeks later. *Open Med Educ J.* 2013 ; 6 : 35-41.
44. Whyte ML, Jones R, Zinkan L, Tofil NM. Transfer of simulated lumbar puncture training to the clinical setting. *Pediatr Emerg Care.* 2012 Oct ; 28 (10) : 1009-12.
45. Piessen G, Louvet A, Robriquet L, Bailleux E, Jourdain M, Cosson M. Mise en place et évaluation d'un apprentissage par simulation des examens gynécologiques. *Gynecol Obstet Fertil,* 2014 ; 42 : 591-596.
46. Graber MA, Wyatt C, Kasperek L, Xu Y. Does simulator training for medical students change patient opinions and attitudes toward medical student procedures in the Emergency Department ? *Acad Emerg Med.* 2005 Jul ; 12 (7) : 635-639.
47. Cook DA, Hatala R, Brydges R & al. Technology-enhanced simulation for health professions education : a systematic review and meta-analysis. *JAMA,* 2011 ; 306 (9): 978-88.
48. Griswold-Theodorson S, Ponnuru S, Dong C, Szyld D, Reed T, McGaghie WC. Beyond the simulation laboratory : a realist synthesis review of clinical outcomes of simulation-based mastery learning. *Acad Med.* 2015 Nov ; 90 (11) : 1553-60.
49. Wiel E, Lebuffe G, Erb C, Assez N, Menu H, Facon A, Goldstein P. Intérêt de la simulation réaliste dans l'évaluation de l'enseignement de l'intubation difficile aux médecins urgentistes. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2009 ; 28 : 542-548.
50. Debeaupuis J. Instruction DGOS/PF2/2013/383 relative au développement de la simulation en santé. Nov 2013. Disponible sur internet : <http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Instruction_DGOS_383_1911123.pdf>
51. Fournier JP, Vanpee D. Simulation et formation initiale : le concept du peer to peer. In : Place de la simulation dans les nouveaux enjeux en santé. Paris : SFEM éditions ; 2011. p. 15-24.

ANNEXES

Annexe 1 : Exemple de convocation envoyée par courriel aux étudiants avant la formation initiale

cc	"guillaume.ficheux@univ-lyon1.fr"
date	22/07/15 18:30
objet	MESSAGE DE LA PART DE GUILLAUME FICHEUX

[voir l'en-tête complet](#) ▼

Bonjour à tous

Je réalise ma thèse avec le Pr Van der Linden sur l'intérêt de la formation des étudiants en médecine sur mannequins de simulation. nous avons choisi de nous intéresser à quelque chose d'assez simple: l'apprentissage des gestes techniques et notamment la ponction lombaire.

Durant plusieurs mois, les externes de plusieurs services du GH-ICL (urgences SP et SV, neuro SP et SV, méd po SV, médecins interne SP) vont être mis à contribution, et il se trouve que cela va vous concerner au cours de la prochaine période de stage.

Les étudiants des services sus-cités ont été répartis par tirage au sort en 2 groupes:

- Le groupe 1 bénéficiera d'une formation théorique que je viendrai effectuer en début de stage directement dans vos services
- Le groupe 2 bénéficiera, en plus de la formation théorique, d'un TP de simulation au cours duquel vous aurez l'occasion de vous entraîner à la réalisation d'une ponction lombaire (et aux gaz du sang, mais ça ne rentre pas dans le cadre de ma thèse)

Vous aurez ensuite un questionnaire à remplir après chaque PL réalisée durant le stage, l'objectif étant de comparer les 2 groupes sur plusieurs critères pour pouvoir (en tout cas je l'espère) démontrer l'intérêt de la formation pratique sur simulateur.

Concrètement, voici la liste des étudiants en stage dans les services concernés sur la période août-septembre:

- urgences SP: [redacted]
- médecine interne SP: [redacted]
- neurologie SP: [redacted]
- urgences SV: [redacted]
- méd po SV: [redacted]
- neurologie SV: [redacted]

Les étudiants suivants ont été randomisés dans le groupe 2:

- [redacted] Edouard
- [redacted] Constance
- [redacted] Gaëlle
- [redacted] Modiane
- [redacted] Alexandra
- [redacted] Solène
- [redacted] Florian
- [redacted] Alexis
- [redacted] Bastien
- [redacted] Marie-Alix

Ceux-ci sont donc convoqués le **MERCREDI 29 JUILLET** pour la séance de formation pratique. Ce TP durera environ 1h20 et se déroulera au laboratoire de simulation de la Faculté (1er étage, accès par l'escalier en bois du côté des toilettes du RDC ou par l'ascenseur)

Les 5 premiers étudiants de la liste ci-dessus (donc de [redacted] à [redacted]) sont convoqués à 14h précises, les 5 autres à 15h30.

Pour ceux qui n'ont pas été randomisés dans le groupe "TP", je viendrai dans vos services aux alentours du 15 août (juste après mes vacances) pour effectuer la formation théorique. Je vous tiendrai au courant de la date précise dès que possible.

Les étudiants ayant déjà effectué un stage dans un service concerné par cette étude ([redacted], [redacted]) n'ont pas été à nouveau randomisés mais leur participation est évidemment la bienvenue.

Vos futurs chefs de service sont déjà au courant (l'étude a commencé depuis plusieurs mois) et vont être de nouveau avertis.

En raison des vacances et de la fermeture de la fac début août, je suis contraint de faire le TP alors que vous êtes encore en stage dans un autre service. En cas de problème pour vous libérer de stage mercredi, n'hésitez pas à me prévenir pour que je puisse (avec le Pr Vanderlinden) intervenir auprès de votre chef de service. N'hésitez pas à aborder le sujet avec lui dès cette semaine!

Vous avez évidemment le droit de refuser de participer à cette étude

N'hésitez pas à me contacter si ce n'est pas clair!

Merci d'avance et à bientôt

Guillaume Ficheux

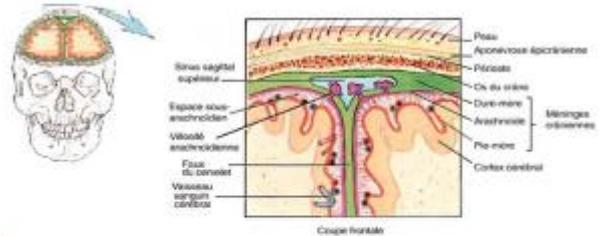
06.32.[redacted]
guillaume.ficheux(at)[redacted]

Annexe 2 : Support PowerPoint® utilisé pour la formation théorique

Ponction lombaire

Physiopathologie

› Résorption



Généralités

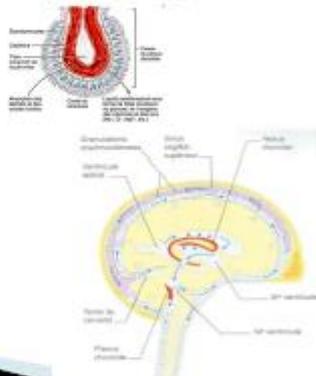
- › Prélèvement de Liquide Cérébro-Spinal
- › Volume:
 - 25 à 30 ml dans les cavités ventriculaires
 - 110 à 120 ml en extra-ventriculaire, dans le compartiment subarachnoïdien
- › Production: environ 20 ml par heure
- › Renouvelé 3 à 4 fois par 24h

Technique

- › Au lit du patient
 - › Après vérification du bilan de coagulation+++
 - › Patient assis au bord du lit, dos rond
 - › Ou patient en décubitus latéral, position fœtale
- 
- › Anesthésie locale (EMLA) ou MEOPA
 - › +/- prémédication orale (Xanax®, Atarax®...)

Physiopathologie

- › Production
- › Circulation



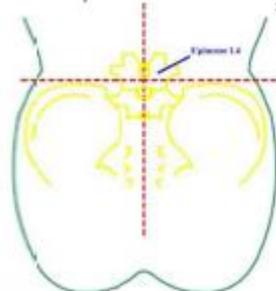
Technique

- › Règles d'asepsie:
 - Nettoyage à la Bétadine®, compresses stériles
 - SHA, gants stériles
 - Tubes stériles
 - Aide: gants non stériles
- › Aiguille de diamètre le plus fin possible
- › Si possible aiguille atraumatique+++



Technique

Repères anatomiques

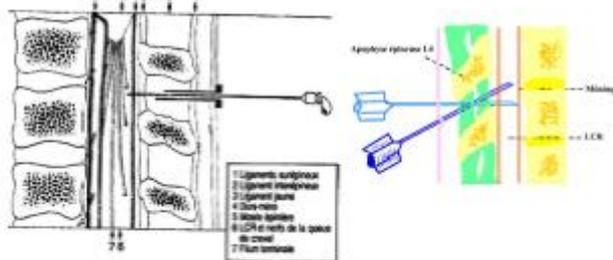


Principales indications

- › Méningite/encéphalite
 - Cyto, bioch, bactério, PCR...
- › Hémorragie méningée
 - Pigments xanthochromiques
- › Pathologie inflammatoire
 - Isoélectrofocalisation, ECA
- › Maladie d'Alzheimer
 - Biomarqueurs de démence
- › Creutzfeldt Jakob
 - Protéine 14.3.3
- › Méningite carcinomateuse
 - Recherche de cellules anormales
- › Mesure de pression (HTIC idiopathique)

Technique

Trajet de l'aiguille



Complications

- › Syndrome post-PL
 - Traitement: repos, hydratation, caféine, blood patch
- › Lombalgies
- › Exceptionnellement +++
 - HSD intracrânien ou épidural
 - TVC (PL+cortico)
 - Engagement (HTIC)
 - Méningite (faute d'asepsie)

Technique

- › Examens demandés: classiquement cytologie/biochimie/bactériologie
- › 10 à 15 gouttes par tube (sauf cytologie: 20 gouttes)
- › Nettoyage à la Betadine®
- › Massage de la zone
- › Pansement sec stérile
- › Prévention syndrome post PL
 - Taille de l'aiguille +++
 - Décubitus strict pendant 2 heures: plus recommandé en théorie, encore réalisé en pratique
 - Hydratation orale abondante
 - Pas de port de charges lourdes

Annexe 3 : Lettre d'information

Faculté de médecine et de Maïeutique
56 rue du Port 59046 LILLE



Nom de l'étudiant :

Prénom de l'étudiant :

Tel FMM : 03.20.13.41.30

Information pour participation à une étude médicale

Dans le cadre de la thèse que je dois réaliser au cours de mes études, j'effectue un travail de recherche médicale intitulé « Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux ».

Pour mener à bien cette recherche, j'ai besoin de recueillir des données par le biais de questionnaires selon les modalités détaillées dans le courriel qui vous a été envoyé par la Faculté, et c'est la raison pour laquelle je vous ai contacté.

Pour participer à ce travail, il est important que vous sachiez :

- Que votre participation n'est pas obligatoire et se fait sur la base du volontariat
- Que vous avez le droit de vous retirer de l'étude à tout moment si vous le souhaitez, sans en supporter aucune responsabilité
- Que vous avez le droit de refuser de répondre à certaines questions qui vous seront posées
- Que les données recueillies seront traitées de manière confidentielle ; et que si elles devaient être utilisées pour donner lieu à une publication, elles seraient anonymes
- Qu'à tout moment vous pouvez avoir accès aux données vous concernant
- Que je me tiens à votre disposition pour répondre à vos questions concernant les objectifs du travail une fois le recueil des données effectuées
- Que les éventuels enregistrements seront détruits dès la fin des travaux

Cette recherche est réalisée dans le respect des règles de bonnes pratiques cliniques et de la législation nationale en vigueur.

Les données de santé vous concernant feront l'objet d'un traitement informatique destiné à l'évaluation scientifique de la recherche. Elles seront transmises dans des conditions garantissant leur confidentialité, c'est-à-dire de manière anonymisée. En vertu des articles 39, 40 et 56 de la loi n° 78-17 du 06 Janvier 1978 modifiée par la loi 2004-801 du 06 août 2004 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, vous pourrez exercer vos différents droits dont celui d'accès, d'interrogation, de rectification et d'opposition concernant la levée du secret médical auprès du médecin qui vous propose de participer à la recherche. Par ailleurs, conformément à l'article L.1111-7 du Code de la Santé Publique, les données de santé vous concernant peuvent vous être communiquées par le médecin de la recherche et pourront également, dans des conditions assurant leur confidentialité, être transmises aux autorités de santé, à d'autres entités de cet organisme, responsable de l'étude.

Fait en double exemplaire à Le.....
Signature

Annexe 4 : Formulaire de consentement

Faculté de médecine et de Maïeutique
56 rue du Port 59046 LILLE



Consentement de participation à une étude médicale

Je soussigné(e), Monsieur ou madame

Prénom..... Nom.....

- Certifie avoir reçu et compris toutes les informations relatives à ma participation et avoir eu un délai de réflexion avant de consentir à participer à l'étude médicale intitulée « Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux »
- Accepte un enregistrement audio-phonique des entretiens. Celui-ci sera détruit dès la fin du travail.

Cette étude médicale est réalisée dans le cadre d'une thèse de Médecine Générale soutenue par Guillaume FICHEUX, interne en Médecine Générale à la Faculté de Médecine et de Maïeutique de Lille

Fait en double exemplaire à Le

Signature

Annexe 5 : Questionnaire d'évaluation initiale

*Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux
Guillaume Ficheux (Travail de thèse de Médecine Générale), Faculté de Médecine et Maïeutique, tél 06.32. [REDACTED]*

Questionnaire d'évaluation initiale

Période de stage et promotion :

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Janvier - Mars (DCEM 4) | <input type="checkbox"/> Février - Mars (FASM 2) | <input type="checkbox"/> Mars - Mai (DCEM 4) |
| <input type="checkbox"/> Avril - Mai (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Juin - Juillet (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Juin - Septembre (FASM 2) |
| <input type="checkbox"/> Pré-externat (FGSM 3) | <input type="checkbox"/> Août - Septembre (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Autre : |

Service :

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Neurologie St Vincent | <input type="checkbox"/> Urgences St Vincent | <input type="checkbox"/> Médecine polyvalente St Vincent |
| <input type="checkbox"/> Neurologie St Philibert | <input type="checkbox"/> Urgences St Philibert | <input type="checkbox"/> Médecine interne St Philibert |
| <input type="checkbox"/> Autre : | | |

Dans quels services es-tu déjà passé (pré-externat et externat) ?

.....

As-tu déjà réalisé au moins une ponction lombaire sur un patient avant de débiter ce stage ?

- Oui
- Non

Si oui, combien ?

- 1
- 2
- 3
- 4 ou plus

Ressens-tu de l'appréhension à l'idée de réaliser une ponction lombaire?



Si oui, quelles sont tes inquiétudes?

.....

.....

.....

.....

Estimes-tu avoir les connaissances suffisantes pour réaliser ce geste ?



Fais une liste précise de tout le matériel qu'il faut, selon toi, penser à emporter dans la chambre du patient pour la réalisation d'une ponction lombaire :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Au niveau de quel espace intervertébral est-il recommandé de réaliser la ponction ?

.....

Cite les différentes structures anatomiques traversées par l'aiguille au cours de ce geste, de la peau au LCS :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Annexe 6 : Questionnaire « PL »

*Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux
Guillaume Ficheux (Travail de thèse de Médecine Générale), Faculté de Médecine et Maïeutique, tél 06.32. [REDACTED]*

**Fiche à remplir par l'externe après chaque ponction lombaire réalisée à l'hôpital
et à faxer au 03.62. [REDACTED] ou à remettre en mains propres à Guillaume Ficheux**

Période de stage et promotion : |

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Janvier - Mars (DCEM 4) | <input type="checkbox"/> Février - Mars (FASM 2) | <input type="checkbox"/> Mars - Mai (DCEM 4) |
| <input type="checkbox"/> Avril - Mai (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Juin - Juillet (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Juin - Septembre (FASM 2) |
| <input type="checkbox"/> Pré-externat (FGSM 3) | <input type="checkbox"/> Août - Septembre (FASM 1) | <input type="checkbox"/> Autre : |

Service :

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Neurologie St Vincent | <input type="checkbox"/> Urgences St Vincent | <input type="checkbox"/> Médecine polyvalente St Vincent |
| <input type="checkbox"/> Neurologie St Philibert | <input type="checkbox"/> Urgences St Philibert | <input type="checkbox"/> Médecine interne St Philibert |
| <input type="checkbox"/> Autre : | | |

As-tu bénéficié du TP sur mannequin d'entraînement à la ponction lombaire ?

- Oui Non

Avais-tu déjà réalisé au moins une ponction lombaire sur un « vrai » patient avant aujourd'hui ?

- Oui Non

Si oui, combien ?

- 1 2 3 4 ou plus

A propos de la ponction lombaire que tu viens de réaliser :

Indice de masse corporelle du patient (P/T²) : Age du patient :

Position du patient :

- Assis Décubitus latéral

Quelle aiguille as-tu utilisé ?

- Avec introducteur Sans introducteur (aiguille standard)

Taille : G (Gauge, voir l'emballage) Couleur :

As-tu dû changer d'espace intervertébral au cours de la procédure ?

- Oui Non

Qui t'a supervisé durant la réalisation du geste ?

- Un interne Un sénior Autre :

TSVP (n'oublie pas de faxer aussi le verso !)

Finally, did you succeed in this lumbar puncture ?

- Oui Non

Number of attempts performed before succeeding or giving up :

If you succeeded, was the puncture traumatic ? (LCS hematic only in the 1st tube)

- Oui Non

How do you feel about the gesture you are performing : (cancel the scales with a vertical line)

- Do you feel comfortable with the preparation of the material ?



- Do you feel comfortable with the installation of the patient and the realization of the antisepsis ?



- Do you feel comfortable with the taking of anatomical landmarks ?



- Do you feel comfortable with the realization of the puncture itself ?



- Do you feel comfortable with the communication plan with the patient (explanations, trust, ...) ?



Did you have any concerns before performing this puncture, and if yes which ones ?

.....

Did you encounter any difficulties, and if yes which ones ?

.....

Free comments :

.....

..... Merci pour ta participation !

Annexe 7 : Déclaration à la CNIL**CNIL**8 rue de Vivienne - 75083 PARIS cedex 02
T. 01 53 73 22 22 - F. 01 53 73 22 00
www.cnil.fr

RÉCÉPISSÉ

DÉCLARATION NORMALE

Numéro de déclaration

1860398 v 1

du 23 septembre 2015

Monsieur FICHEUX Guillaume
INSTITUT CATHOLIQUE DE LILLE
56 RUE DU PORT
59046 LILLE CEDEX**A LIRE IMPÉRATIVEMENT**

La délivrance de ce récépissé atteste que vous avez transmis à la CNIL un dossier de déclaration formellement complet. Vous pouvez désormais mettre en oeuvre votre traitement de données à caractère personnel.

La CNIL peut à tout moment vérifier, par courrier, par la voie d'un contrôle sur place ou en ligne, que ce traitement respecte l'ensemble des dispositions de la loi du 6 janvier 1978 modifiée en 2004. Afin d'être conforme à la loi, vous êtes tenu de respecter tout au long de votre traitement les obligations prévues et notamment :

- 1) La définition et le respect de la finalité du traitement,
- 2) La pertinence des données traitées,
- 3) La conservation pendant une durée limitée des données,
- 4) La sécurité et la confidentialité des données,
- 5) Le respect des droits des intéressés : information sur leur droit d'accès, de rectification et d'opposition.

Pour plus de détails sur les obligations prévues par la loi « informatique et libertés », consultez le site internet de la CNIL : www.cnil.fr

Organisme déclarant

Nom : INSTITUT CATHOLIQUE DE LILLE

Service : FACULTE DE MEDECINE ET DE MAIEUTIQUE

Adresse : 56 RUE DU PORT

Code postal : 59046

Ville : LILLE CEDEX

N° SIREN ou SIRET :

775624240 00013

Code NAF ou APE :

8542Z

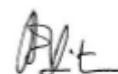
Tél. : 0320134130

Fax. :

Traitement déclaré

Finalité : TRAVAIL DE THESE DE MEDECINE VISANT A EVALUER L'INTERET DE LA FORMATION DES ETUDIANTS AUX GESTES TECHNIQUES (NOTAMMENT LA PONCTION LOMBAIRE) SUR MANNEQUINS DE SIMULATION.

Fait à Paris, le 23 septembre 2015
Par délégation de la commission



Isabelle FALQUE PIERROTIN
Présidente

Annexe 8 : Avis du CIER du GH-ICL

Avis du bureau restreint du Comité Interne d'Éthique de la Recherche médicale (CIER) du GHICL

Numéro d'ordre de l'avis : 2015/12/03_avis définitif

Intitulé de la recherche : Intérêt de la formation des étudiants en médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux

Investigateur ou responsable du projet : Mr Guillaume Ficheux, thèse médecine FMM

Promoteur : GHICL

Lieu où se déroule la recherche : GHICL

Documents sur lesquels le comité (protocole, document d'information et/ou de consentement remis aux sujets participants...) : Grille CIER modifiée, lettre d'information et questionnaire modifiés

Date de réunion du comité d'éthique : 06/01/2016

Personnes ayant délibéré (bureau restreint) :

- ✓ Le responsable du DRM : Dr Lansiaux
- ✓ Le responsable adjoint DRM « secrétaire du CIER » : Mme Demilly

Avis du bureau restreint du comité d'éthique du GHICL

Les demandes de modifications émises par le bureau restreint du CIER ont toutes été prises en compte. Il est conseillé d'ajouter cependant le terme « observationnel » dans « type d'étude »

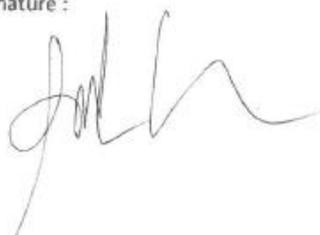
Le CIER émet donc un **Avis favorable** pour la menée de cette étude

Le responsable du DRM du GHICL

Nom : LANSIAUX

Date : 06/01/16

Signature :



Le responsable adjoint du DRM GHICL

Nom : DEMILLY Magali

Date : 06/01/16

Signature :



DEMILLY Magali
Responsable Adjoint du DRM
Département de la Recherche Médicale
GHICL-FMM
Hôpital Saint Philibert
Rue du Grand But - BP 249 - 59462 Lomme Cedex
Tél. : 03 20 22 52 60 - Fax : 03 20 22 57 67

Auteur : FICHEUX Guillaume

Date de Soutenance : 26 Avril 2016

Titre de la Thèse : *Intérêt de la formation des étudiants en Médecine à la ponction lombaire sur simulateurs procéduraux.*

Thèse - Médecine - Lille 2016

Cadre de classement : simulation en santé

DES + spécialité : Médecine Générale

Mots-clés : simulation, ponction lombaire, pédagogie

Résumé :

Contexte : la simulation s'impose depuis quelques années comme une méthode de formation indispensable pour les professions de santé, permettant de reproduire des gestes techniques ou des prises en charge spécifiques à l'infini, en conditions réalistes et sans danger pour les patients. La ponction lombaire est un geste perçu par les étudiants comme difficile et potentiellement à risque. L'apprentissage sur simulateur a-t-il un impact sur les performances des étudiants en médecine pour la réalisation de ce geste?

Méthode : dans cette étude de cohorte prospective, les étudiants en médecine de la 3^{ème} à la 6^{ème} année en stage dans six services du GH-ICL étaient répartis aléatoirement en deux groupes. L'un des groupes bénéficiait d'une formation théorique à la ponction lombaire. L'autre groupe bénéficiait de la même formation théorique couplée à un entraînement sur mannequin de simulation. Les étudiants étaient ensuite invités à compléter un questionnaire d'autoévaluation après chaque ponction lombaire réalisée durant leurs stages hospitaliers.

Résultats : la réussite du geste en conditions réelles était plus élevée pour les étudiants ayant bénéficié de la formation sur simulateur (OR = 13,7 ; p = 0,025). Par ailleurs, les étudiants formés à l'aide de cette méthode pédagogique déclaraient se sentir plus à l'aise lors de la réalisation d'une ponction lombaire à l'hôpital.

Conclusion : la simulation permet une amélioration significative des performances des étudiants en médecine pour la réalisation de la ponction lombaire. La simulation, sous toutes ses formes, doit continuer à se développer pour devenir partie intégrante de la formation des professionnels de santé en complément de l'enseignement traditionnel.

Composition du Jury :

Président : Professeur Benoît TAVERNIER

Asseseurs : Professeur Mercé JOURDAIN, Professeur Jean-Marc LEFEBVRE, Professeur Gérard FORZY, Professeur Thierry VAN DER LINDEN