

UNIVERSITÉ DE LILLE

UFR3S-MÉDECINE

Année : 2025

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**VALIDATION DE L'IMPACT PEDAGOGIQUE
D'UNE FORMATION SUR SIMULATEUR DE MECHAGE
DANS LA PRISE EN CHARGE DE L'ÉPISTAXIS**

Etude SimuNez

Présentée et soutenue publiquement le vendredi 13 juin à 18H00
au Pôle Recherche
par Salomé PICOVSKI

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Pierre Fayoux

Assesseurs :

Madame le Docteur Marie Titecat

Monsieur le Docteur Ramy Azzouz

Madame le Docteur Benedicte Rysman

Directeur de thèse :

Monsieur le Professeur Geoffrey Mortuaire

A VERTISSEMENT

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

Sigles

BEME	Best évidence médical éducation
BVP	Débit sanguin (blood volume pulse)
CHU	Centre hospitalo-universitaire
CMF	Chirurgie maxillo-faciale
DPC	Développement professionnel continue
DPO	Délégué à la protection des données
ECG	Electrocardiogramme
ECOS	Examens Cliniques Objectifs Structurés
EDA / AED	Activité électrodermale
EDN	Examen Dématérialisé National
EDN	Epreuves Dématérialisées Nationale
FC	Fréquence cardiaque
HAS	Haute autorité de Santé
HRV	Variabilité de la fréquence cardiaque
MED3	Etudiant en médecine – externe de 3 ^e année
NEDS	Nationwide Emergency Department Sample
NFS	Numération de la formule sanguine
NHS	National Health Service, service de santé publique britannique
ORL	Oto-rhino-laryngologie
PPG	Photopléthysmographie
SAMU	Service d'aide médicale urgente
SBME	Simulation-Based medical education
SCL	Skin Conductance Level, composante tonique
SCR	Skin Conductance Responses, composante phasique
SDD	Situation de départ
SFORL	Société Française d'ORL
TDM	Tomodensitométrie
UNESS	Université Numérique en Santé et Sport
UTC	Temps universel coordonné

Table des matières

Introduction	1
I. Contexte général.....	1
II. Epidémiologie	2
III. Les connaissances théoriques de la prise en charge d'une épistaxis.....	4
III.A Anatomie vasculaire nasale	4
III.B Facteurs de risque, examen et critères de gravité d'une épistaxis.....	6
III.C Les recommandations de prise en charge d'une épistaxis.....	7
IV. Comment définir et réaliser un atelier de simulation dans de bonnes conditions ?	16
IV.A Définir un bon atelier de simulation dans le milieu de la santé	16
IV.B Histoire de la simulation	17
IV.C Où en sommes-nous dans le domaine de la simulation en ORL ?	21
IV.D L'apprentissage par simulation présente-t-il réellement un intérêt pédagogique ? .	22
IV.E Simulation et gestion du stress	23
IV.F Pertinence de notre question d'étude	24
V. Objectifs de notre étude	24
V.A Objectif principal.....	24
V.B Objectifs secondaires.....	25
Matériel et Méthodes	26
VI. Organisation de l'étude.....	26

VI.A	Type d'étude	26
VI.B	Population de l'étude.....	26
VI.C	Déroulement du protocole d'analyse	27
VI.D	La formation théorique.....	30
VI.E	La formation pratique.....	30
VI.F	L'évaluation.....	31
VI.G	Analyses statistiques	37
Résultats	39
VII.	Description de la population.....	39
VIII.	Critère de jugement principal : résultats des ECOS.....	39
IX.	Critère de jugement secondaire n° 1 : le « temps de méchage »	42
X.	Critère de jugement secondaire n°2 : la gestion du stress	44
XI.	Critère de jugement secondaire n°3 : Partage d'expérience	47
XI.A	Analyse descriptive des techniques de méchage	47
XI.B	Auto-évaluations des étudiants.....	51
XI.C	Intérêt ressenti de la formation pratique.....	52
Discussion	55
XII.	Justification de la méthodologie.....	55
XIII.	Explication des résultats	57
XIII.A	La puissance de l'étude :	58
XIII.B	Le système de notation d'ECOS	58
XIII.C	Le temps de réalisation du méchage.....	60

XIII.D	La mesure du stress lors de l'ECOS	61
XIII.E	Retour des auto-évaluations	62
XIII.F	La validité du simulateur	62
XIII.G	L'intérêt collectif des simulateurs en santé	64
XIV.	Finalité de l'étude	65
Annexes		67
Annexe.1	Lettre d'information	67
Annexe.2	Description de l'atelier de simulation de l'ECOS et consignes	72
Annexe.3	Grille d'évaluation de l'ECOS : 1 ^{er} partie théorique	76
Annexe.4	Grille d'évaluation de l'ECOS : 2 ^o partie pratique	78
Annexe.5	Questionnaire d'auto-évaluation et de satisfaction au décours de l'épreuve ..	80
Annexe.6	Tableau détaillé des notes d'ECOS	81
Annexe.7	Temps de méchage pour chaque étudiant	82
Annexe.8	Résultats d'EDA SCR-Peaks-N au repos et pendant l'épreuve	83
Annexe.9	Code Python réalisé pour l'étude du signal d'EDA brut	84
Références		85

Introduction

I. Contexte général

L'apprentissage des gestes techniques en médecine soulève aujourd'hui des enjeux éthiques et pédagogiques majeurs. Il n'est plus concevable d'enseigner un geste invasif directement sur un patient sans préparation préalable, ce qui impose aux étudiants un entraînement progressif et structuré avant toute application clinique. Traditionnellement, l'apprentissage de gestes techniques s'appuyait sur le modèle de compagnonnage résumé par l'adage "voir une fois, faire une fois, enseigner une fois" (1). Cependant, l'efficacité de cette approche a été remise en question, même pour les procédures les plus courantes. Depuis les années 1990, il est devenu évident que la formation aux gestes techniques devait évoluer pour améliorer l'apprentissage et l'évaluation. Les étapes clés, comme la compréhension des bases théoriques (anatomie, indications, contre-indications, matériel) et l'observation, restent essentielles. Cependant, l'observation devient plus active et s'accompagne désormais d'un entraînement sur différents supports avant une mise en pratique supervisée. Comme le souligne H. Thomas Jr, « de la même manière, regarder des experts jouer au tennis à Wimbledon ou au golf lors du tournoi des Masters ne contribue pas à la réussite du public ni en tennis ni en golf. » (1), il en est de même pour les gestes médicaux. La simple observation ne garantit pas une maîtrise technique efficace. C'est dans cette optique que l'utilisation des simulateurs se développe de plus en plus dans le domaine de la santé.

L'épistaxis est l'urgence oto-rhino-laryngologique (ORL) la plus fréquente. Sa prise en charge peut être complexe et nécessite la maîtrise d'un geste technique précis de tamponnement nasal. Pourtant, en 2005, une équipe anglaise a constaté que les jeunes médecins des urgences n'étaient pas suffisamment formés pour gérer cette urgence potentiellement mortelle (2). Ce constat soulève une question essentielle : comment améliorer la formation des étudiants en médecine afin qu'ils maîtrisent des gestes techniques spécifiques tel que le tamponnement nasal en cas d'épistaxis ? Cette réflexion fait partie d'un effort plus large pour améliorer les méthodes d'apprentissage en médecine. L'objectif est de former les futurs praticiens de manière plus efficace et sécurisée, tout en les préparant à une meilleure gestion du stress en situation d'urgence.

Notre objectif est de valider un simulateur de méchage d'épistaxis destiné aux étudiants en médecine. Nous voulons démontrer son efficacité afin de généraliser son usage non seulement aux étudiants hospitaliers, mais aussi aux médecins urgentistes et généralistes. En intégrant la simulation dans la formation, nous espérons améliorer la prise en charge des épistaxis, harmoniser les pratiques et garantir une formation continue de qualité pour les professionnels de santé.

II. Epidémiologie

Une épistaxis est un écoulement sanguin provenant des cavités nasales ou sinusniennes. L'épistaxis est une situation fréquemment rencontrée, notamment dans les situations d'urgence. Elle représente l'urgence ORL la plus fréquente (3). On estime qu'environ six personnes sur dix vivront au moins un épisode d'épistaxis au cours de leur vie, et que parmi ces six personnes, une sur dix, nécessitera une prise en charge médicale en urgence (4). Les dernières données épidémiologiques en France remontent à 2014. Collectées par la Société Française de Médecine

d'Urgence (3), elles sont en accord avec les tendances observées à l'échelle mondiale. L'épistaxis concerne aussi bien les hommes que les femmes, avec toutefois un léger surrisque chez les hommes. Elle présente une distribution bimodale, touchant principalement les enfants de moins de 10 ans et les personnes de plus de 70 ans. Dans environ 70 % des cas, l'épistaxis survient de manière spontanée, sans cause identifiable évidente ; on parle alors d'épistaxis primaire. Dans les autres cas, elle est dite secondaire lorsqu'elle résulte de facteurs locaux (par exemple : air sec, abus d'alcool, infection, irritants chimiques, inflammation, allergie, traumatisme, cancer, et utilisation de médicaments intranasaux) ou de facteurs systémiques (par exemple : usage d'anticoagulants et d'agents antiplaquettaires, dyscrasies sanguines, leucémie, athérosclérose et insuffisance cardiaque congestive). Par ailleurs, une étude a examiné le moment de survenue de l'épistaxis primaire et a montré que celle-ci se produisait le plus souvent le matin, entre 0h01 et 6h00, et le plus souvent en période hivernale (5).

Grâce à certaines études rétrospectives, nous pouvons avoir un aperçu des pratiques actuelles de prise en charge de l'épistaxis dans les services d'urgences. Une étude de grande envergure menée à partir de la base de données Nationwide Emergency Department Sample (NEDS), publiée dans The Laryngoscope en 2021 (6), a analysé plus de 1,2 million de visites aux urgences pour épistaxis aux États-Unis. Les résultats montrent que la majorité des patients étaient généralement renvoyés à domicile (95,5%). Un méchage nasal a été utilisé dans près de 20 % des cas (243 268 patients). Par ailleurs, certains travaux ont tenté d'évaluer le coût économique de cette prise en charge. Dans l'étude suscitée aux Etats-Unis, le coût moyen des soins était significativement plus élevé pour les patients ayant bénéficié d'un méchage (1 473\$ contre 1 048\$). Une étude canadienne, quant à elle, a analysé les coûts lorsque la prise en charge initiale de l'épistaxis aux urgences échouait, et a constaté que des méchages répétés pouvaient faire monter les coûts jusqu'à 3 035 \$ (7).

Ces données soulignent l'importance d'une prise en charge initiale de qualité, afin d'éviter l'escalade thérapeutique et les coûts associés. Former correctement les professionnels

permet non seulement de réduire le risque d'iatrogénie, mais aussi de limiter les dépenses face à une mauvaise gestion de la situation.

III. Les connaissances théoriques de la prise en charge d'une épistaxis

III.A Anatomie vasculaire nasale

Quelles sont les bases anatomiques et physiopathologiques nécessaires pour comprendre la prise en charge de l'épistaxis ?

La vascularisation artérielle des fosses nasales dépend de deux systèmes carotidiens : l'artère carotide externe et l'artère carotide interne. De nombreuses anastomoses existent entre ces réseaux.

Le système carotidien externe donne naissance à l'artère sphéno-palatine, branche de l'artère maxillaire interne. Celle-ci constitue la principale artère des fosses nasales. L'artère prend le nom de sphénopalatine en traversant le foramen sphéno-palatin et se divise en branches destinées aux cornets et à la cloison nasale. Le système carotidien externe donne également naissance à l'artère de la sous-cloison, une branche de l'artère faciale, destinée à la partie antéro-inférieure de la cloison nasale.

L'artère carotide interne donne naissance aux artères éthmoïdales antérieures et postérieures via l'artère ophtalmique. Celles-ci proviennent de l'orbite et vascularisent la région supérieure des fosses nasales.

La tache vasculaire de Kiesselbach (**figure 1**) correspond à une zone d'anastomose entre trois systèmes artériels : l'artère éthmoïdale antérieure, l'artère sphénopalatine et l'artère faciale. Cette

zone est localisée sur la partie antérieure du septum nasal et représente la principale zone de saignement nasal.

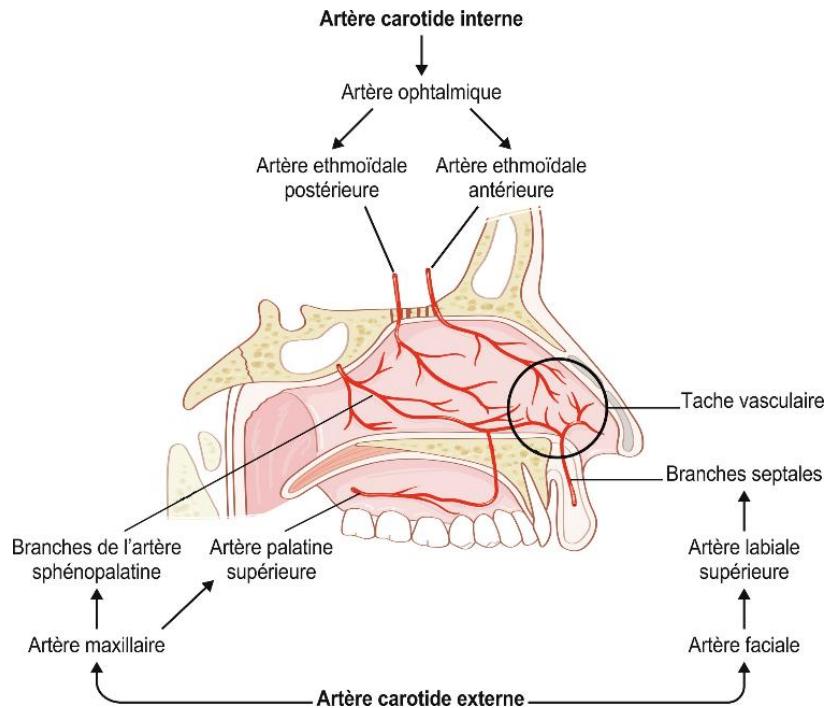


Figure.1 Schéma de la vascularisation nasale, Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, 2022, Elsevier Masson SAS.

Une épistaxis peut être antérieure, c'est-à-dire extériorisée par les narines, et/ou postérieures (extériorisée par les choanes), sous la forme d'un écoulement sanguin pharyngé postérieur. L'extériorisation de l'épistaxis n'a pas de valeur localisatrice sur son origine.

III.B Facteurs de risque, examen et critères de gravité d'une épistaxis

Les facteurs de risque d'épistaxis sont bien identifiés, parmi lesquels figurent en premier lieu, les traitements modifiant la coagulation sanguine. Les anticoagulants et les antiagrégants plaquettaires sont connus pour favoriser la survenue des saignements, avec un risque d'épistaxis pouvant atteindre 50 % chez les patients sous antiagrégants plaquettaires. Toutefois, leur implication dans la gravité des épisodes hémorragiques reste débattue. Le rôle de l'hypertension artérielle dans l'apparition des épistaxis est controversé. Certaines études suggèrent que les facteurs de risque cardiovasculaires augmentent la probabilité d'une épistaxis spontanée, sans pour autant être corrélés à leur gravité. À l'inverse, d'autres travaux n'ont pas établi de lien clair entre hypertension et fréquence ou sévérité des épistaxis. En 2017, une méta-analyse (8), a mis en évidence une association entre hypertension et risque d'épistaxis, bien qu'aucune relation de causalité n'ait pu être formellement démontrée.

L'examen clinique doit systématiquement rechercher des signes de choc hémorragique, tels qu'une hypotension artérielle avec pression différentielle pincée, une tachycardie, des troubles de la conscience, une agitation, des sueurs, une polypnée ou encore des marbrures. L'abondance du saignement est un élément difficile à évaluer avec précision, car il peut être surestimé par le patient et son entourage, ou au contraire sous-estimé lorsqu'il est dégluti. Selon la Société Française d'ORL(9), une épistaxis antéro-postérieure d'emblée ou bilatérale est un signe évocateur de gravité et doit faire suspecter un état de choc hypovolémique.

L'évaluation de la gravité d'une épistaxis repose sur plusieurs critères. Certains facteurs de risque sous-jacents doivent être recherchés, notamment un terrain fragilisé chez des patients âgés, atteints d'insuffisance coronarienne ou de pathologies vasculaires. Les troubles de l'hémostase, qu'ils soient constitutionnels, comme la maladie de Willebrand ou l'hémophilie, ou acquis, en

raison de traitements anticoagulants, d'une hémopathie ou d'une insuffisance hépatique, augmentent le risque de complications. De même, certaines lésions nasales hémorragiques, comme celles observées dans la maladie de Rendu-Osler ou en cas de tumeur nasale ou sinusienne, constituent des facteurs aggravants.

Dans certaines situations, une hospitalisation s'avère nécessaire. C'est notamment le cas des épistaxis sévères pouvant conduire à un choc hémorragique, des récidives malgré un traitement initial, des épisodes nécessitant une transfusion sanguine, ainsi que des patients présentant des comorbidités cardiovasculaires augmentant le risque de complications. L'hospitalisation est également indiquée lorsque la surveillance à domicile est jugée difficile, en particulier chez les patients âgés, en situation de précarité ou d'isolement social.

III.C Les recommandations de prise en charge d'une épistaxis

III.C.1. Les connaissances théoriques à maîtriser

La prise en charge d'une épistaxis a été codifiée par les recommandations de la société française d'ORL (SFORL) publiées en 2016 (9). Ces recommandations distinguent les mesures de 1ère intention et de 2ème intention (**figure 2**). Les mesures de 1ère intention, définies par la SFORL, font partie des connaissances de base attendues de tous médecins et étudiants de 2ème cycle, en particulier pour l'Examen Dématérialisé National (EDN)(10).

Les mesures de 1ère intention comprennent plusieurs gestes simples mais essentiels. Parmi ces premiers recours figurent le mouchage, la position de la tête légèrement inclinée vers l'avant,

l'application d'une compression bidigitale antérieure pendant 10 minutes "montre en main", ainsi que le lavage des fosses nasales à l'aide de sérum physiologique. Le patient doit être installé en position assise ou semi-assise, car la position allongée présente un risque d'inhalation.

En cas d'échec de ces premières mesures, il est recommandé d'effectuer une anesthésie locale accompagnée d'une vasoconstriction, à condition qu'il n'y ait pas de contre-indication, avant de réaliser des gestes diagnostiques ou thérapeutiques pour contrôler le saignement persistant. En pratique, on utilise souvent des mèches (type coton hydrophile) imprégnées de lidocaïne chlorhydrate 5 % (ou xylocaine) et naphazoline nitrate 0,02 %. Cette étape permet d'examiner plus efficacement les fosses nasales, souvent à la recherche d'une ectasie de la tache vasculaire, cause fréquente de saignement. La mèche est généralement retirée après 5 à 10 minutes, avec un maximum de 30 minutes de pause.

Si le saignement persiste et qu'une zone visible de la tache vasculaire est identifiée, une électrocautérisation peut être envisagée.

En cas de saignement résiduel, un tamponnement antérieur est recommandé. Ce geste peut être réalisé par un médecin non spécialiste en ORL. Le choix du matériel dépend de l'intensité du saignement et du terrain du patient. Aucune méthode de tamponnement ne s'est révélée être supérieure aux autres en termes d'efficacité pour arrêter le saignement. On distingue les tamponnements antérieurs résorbables et non résorbables, qui agissent à la fois par compression mécanique et hémostase de contact, en fonction des propriétés de certaines mèches. Une mèche non résorbable nécessite un retrait ultérieur. Les tamponnements antérieurs résorbables comprennent des mèches hémostatiques telles que Surgicel®, des éponges en polyuréthane synthétique comme Nasopore® et des colles hémostatiques. Les tamponnements non résorbables comprennent des mèches grasses vaselinées (Jelonet®), des tampons de polymères de longueurs variées (Merocel®, Ultracel®, Netcell®) et des mèches d'alginate de calcium (Algosteril®, Urgosorb®). Parmi ces matériaux, les tampons de polymères (Merocel®) sont les plus couramment utilisés en raison de leur coût abordable, de leur efficacité et de la facilité de leur

mise en place. Cependant, leur application et leur retrait peuvent être douloureux, ce qui rend une maîtrise précise du geste indispensable. La durée du tamponnement varie entre 48 et 72 heures. Lorsqu'un trouble de la coagulation est suspecté, il est préférable d'utiliser des tamponnements résorbables pour éviter une reprise du saignement lors du retrait des mèches.

Si le saignement persiste, un tamponnement antérieur bilatéral peut être envisagé, voire un tamponnement postérieur, en complément du tamponnement antérieur.

Le tamponnement postérieur consiste à insérer un matériel compressif dans le cavum, les choanes et la partie postérieure des fosses nasales. Si possible, une sonde double ballonnet est utilisée, ou à défaut, une sonde urinaire à ballonnet de Foley. Cette sonde peut être posée par un praticien non spécialisé en ORL. La sonde est introduite dégonflée, suivant le plan du plancher nasal, jusqu'au cavum. Elle est ensuite gonflée à la fois au niveau du ballonnet antérieur et du ballonnet postérieur pour arrêter l'hémorragie. Le volume d'eau injecté dans les ballonnets doit être noté dans le dossier médical. Le dégonflage progressif de la sonde doit commencer après 24 à 48 heures, avec une durée maximale de pause de 72 heures.

Les mesures associées à la prise en charge ne doivent pas être oubliées. Si des signes de gravité sont présents, un bilan biologique incluant une numération formule sanguine (NFS), un bilan de l'hémostase et un bilan pré-transfusionnel doivent être réalisés. Selon le contexte, un ECG peut être demandé. En cas de traumatisme, un angioscanner peut être indiqué. Une mise en condition appropriée du patient est essentielle : si des signes de mauvaise tolérance apparaissent, deux voies veineuses périphériques doivent être posées, avec une surveillance continue des constantes vitales et de l'oxygénation. La transfusion sanguine est recommandée en cas d'anémie aiguë ($Hb \leq 7 \text{ g/dL}$ ou $\leq 10 \text{ g/dL}$ chez un patient cardiaque), sinon une supplémentation en fer peut être proposée. La gestion de la douleur et de l'hypertension est également cruciale, de même que l'adaptation du traitement antithrombotique en fonction des risques du patient. Les anticoagulants ou antiagrégants plaquettaires doivent être maintenus si le tamponnement est

efficace et si le risque thrombotique est élevé, à condition de ne pas détecter de surdosage. En cas d'échec des méthodes précédentes ou de récidives multiples, une modification du traitement médicamenteux est envisagée.

L'utilisation d'antibiotiques reste débattue, mais elle est indiquée dans le cadre d'un tamponnement non résorbable de plus de 48 heures, ou lorsqu'une antibioprophylaxie est requise (valvulopathie, déficit immunitaire...). L'association amoxicilline-acide clavulanique est recommandée pendant le méchage et les 5 jours suivant le retrait de la mèche. En cas d'allergie à la pénicilline, la clarithromycine est privilégiée.

Si toutes ces mesures échouent à stopper l'hémorragie, des traitements de 3e intention, tels que l'embolisation artérielle ou la ligature chirurgicale, doivent être envisagées. L'embolisation des branches de la carotide externe ou la ligature chirurgicale de l'artère sphéno-palatine ou ethmoïdale antérieure sont des gestes réservés aux spécialistes mais leurs indications doivent être connues de chaque médecin urgentiste et de chaque étudiant de 2ème cycle.

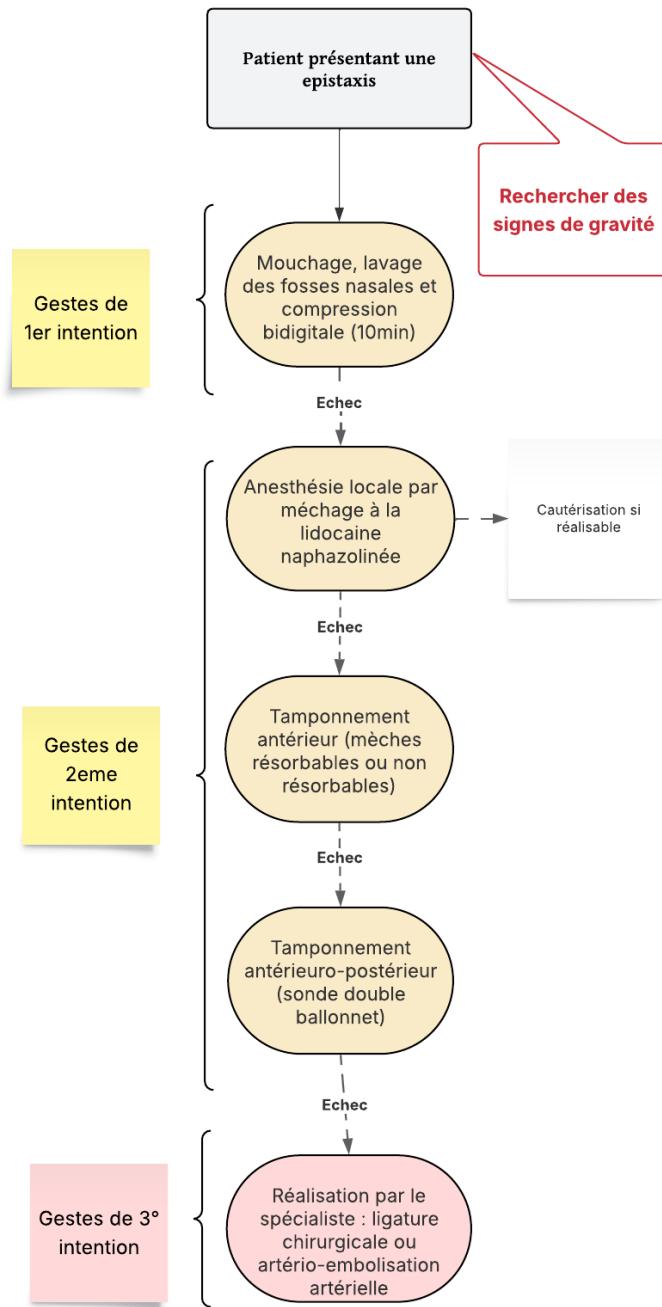


Figure.2 Schéma récapitulatif de la prise en charge d'une épistaxis

III.C.2. Les connaissances pratiques à maîtriser

Une fois la théorie maîtrisée, comment peut-on apprendre concrètement le geste technique du méchage ? Quelles informations la littérature fournit-elle sur la réalisation de ce geste de tamponnement nasal ? Afin de guider les praticiens, le Collège d'ORL (10) propose une explication détaillée de cet acte technique en s'appuyant sur des photographies explicatives.

Concernant l'introduction de la mèche de xylocaine-naphazolinée, le collège d'ORL décrit l'étape comme suit : « introduction de la mèche à l'aide d'une pince à bouts mousses sans griffe, ou nasale, coudée (pince de Politzer). La mèche est enfoncée jusqu'à la partie postérieure de la fosse nasale en évitant de la faire basculer dans le pharynx. Elle est ensuite bien tassée en accordéon d'arrière en avant jusqu'à la narine, en suivant le plan du plancher nasal ». Concernant l'introduction de la mèche non résorbable de Merocel®, les indications sont les suivantes : « Introduction d'un tampon hémostatique non résorbable rigide en suivant le plan du plan nasal ». Enfin concernant l'introduction de la sonde double ballonnet « Le ballonnet postérieur (flèche blanche) est placé dans le cavum de façon à bloquer la choane, et le ballonnet antérieur est gonflé dans la fosse nasale de façon à isoler et comprimer la cavité nasale ».

Ces informations et photographies (**figure 3**) sont considérées comme des connaissances de rang A en médecine, c'est-à-dire des savoirs à maîtriser impérativement à l'issue du deuxième cycle, à l'exception de la mise en place de la sonde à double ballonnet.

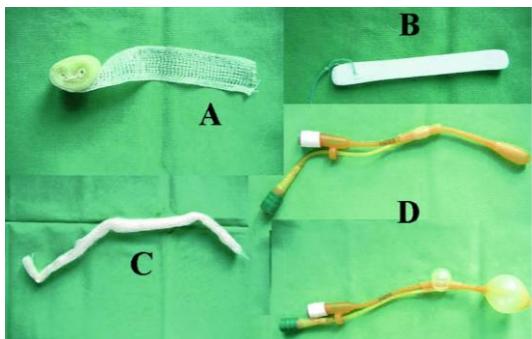


Figure 3.a

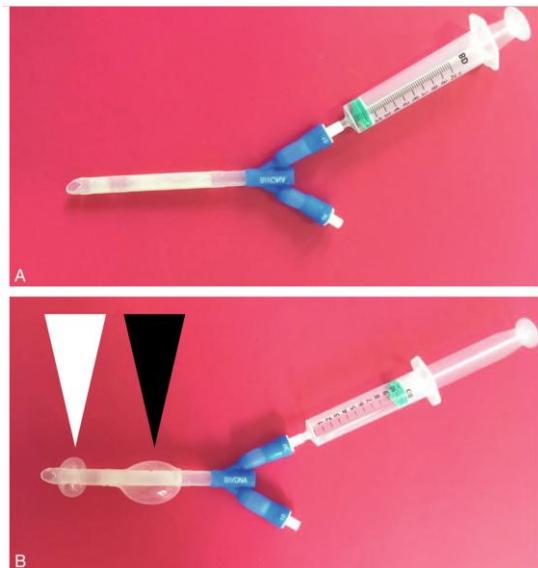


Figure 3.b



Figure 3.c



Figure 3.d

Figure 3. Photographies issues du Collège français d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, 2022, Elsevier Masson SAS.

Figure 3.a : A. Mèche grasse. B. Éponge de Merocel® (qui va augmenter de volume au contact des liquides, permettant une compression). C. Mèche contenant des alginates : action mécanique et locale des alginates. D. Ballonnet gonflable (action mécanique).

Figure 3.b : A. Sonde à double ballonnet dégonflée. B. sonde à double ballonnet gonflée

Figure 3.c : Méchage endonasal par Alginate

Figure 3.d : Méchage endonasal par Merocel

Comment un étudiant peut-il apprendre à réaliser un geste de méchage en complément des référentiels écrits ? De quels autres moyens d'apprentissage disposent-il ? Actuellement, des vidéos sont mises à disposition. Par exemple, sur YouTube, la chaîne "ORL Information" propose des vidéos pédagogiques réalisées par les membres du service ORL et CMF du Centre Hospitalier Universitaire de Nîmes, en France (11). Ces vidéos offrent des informations techniques complémentaires qui ne sont pas toujours couvertes dans les référentiels "officiels", enrichissant ainsi les connaissances pratiques et permettant une meilleure compréhension de certaines étapes du geste (**figure 4, 5 et 6**).



Figure.4 Lien vidéo - Comment réaliser un méchage des fosses nasales. Formation Étudiant ORL -Centre Hospitalier Universitaire de Nîmes, France

Voici un exemple concret lors de la mise en place de la mèche de coton imbibée de xylocaine-naphazolinée. Dans la vidéo, on peut observer la technique d'introduction de la mèche à l'aide de la pince de Politzer. La mèche est positionnée à l'extrémité de la pince, en suivant l'axe de celle-ci, et la pince est maintenue à l'horizontale lors de l'insertion dans la cavité nasale. Par la suite, le médecin relève délicatement la pointe de la narine pour franchir le seuil narinaire, facilitant ainsi l'introduction de la mèche. Le sens d'introduction est également clairement illustré dans la vidéo, celui-ci devant suivre le plancher des fosses nasales, assurant une insertion correcte et sans résistance. L'erreur classique, qui consiste à introduire la mèche vers le haut en suivant la courbure de l'arête nasale, est également illustrée. Cette mauvaise technique peut entraîner des douleurs et une introduction incomplète de la mèche.

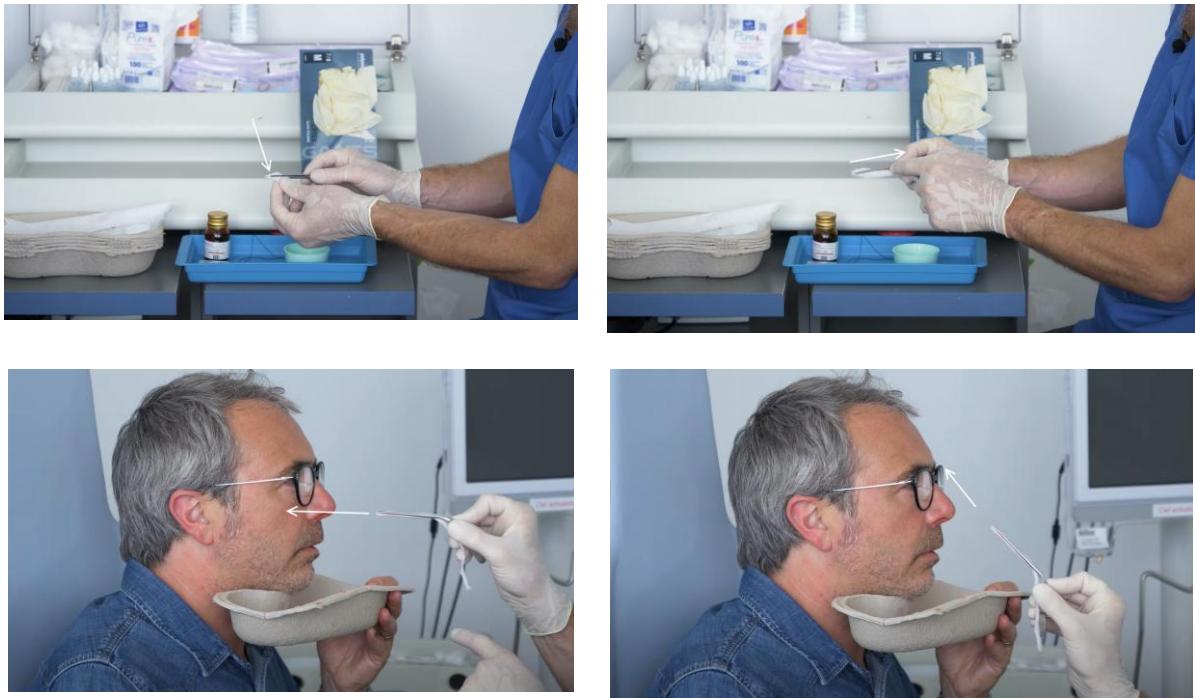


Figure.5 Réalisation d'un méchage par coton imbibé xylocaine naphazolinée. Vidéo « d'ORL Information » par le service d'ORL et CMF du CHU de Nîmes

Concernant la mise en place de la mèche Merocel®, une mauvaise introduction peut entraîner un échec dans l'arrêt du saignement. Il est essentiel d'introduire la mèche le plus loin possible afin d'assurer une compression efficace de l'ensemble de la fosse nasale, et en particulier de la zone d'émergence de l'artère sphéno-palatine située à l'arrière du cornet moyen. Il est donc primordial de maîtriser cette technique, car un mauvais positionnement peut entraîner une prise en charge sous-optimale et potentiellement conduire à des investigations ou traitements plus invasifs sans réelle nécessité. La cause la plus fréquente d'échec est un positionnement trop antérieur de la mèche. L'introduction de la mèche Merocel® est généralement simple et rapide, mais il est important de noter les erreurs à éviter. Une erreur courante est d'introduire la mèche en dehors de l'axe du plancher nasal, ce qui empêche une compression efficace de la zone cible.

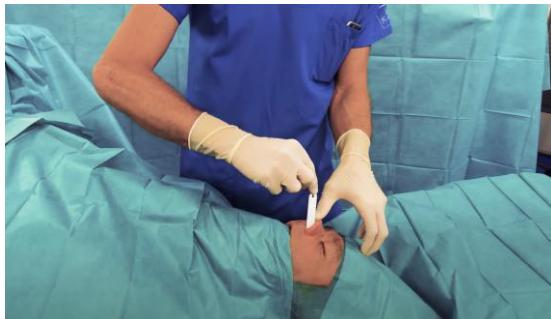


Figure.6 Description de la réalisation d'un méchage par Merocel® - Vidéo « d'ORL Information » par le service d'ORL et CMF du CHU de Nîmes

IV. Comment définir et réaliser un atelier de simulation dans de bonnes conditions ?

Une fois les connaissances théoriques acquises, penchons-nous sur la mise en place d'un atelier de simulation, visant à consolider ces savoirs par la pratique et à approfondir leur application.

IV.A Définir un bon atelier de simulation dans le milieu de la santé

D'après la Chambre des représentants des États-Unis (11^e Congrès, février 2009), la simulation en santé peut être définie comme suit : « La 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 simulé, pour reproduire des situations ou des environnements de soins, pour enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et permettre de répéter des processus, des situations cliniques ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels »

Dans l'objectif d'améliorer l'enseignement des gestes techniques, l'HAS a établi des recommandations de bonnes pratiques en simulation en santé (12). Nous pouvons retenir que "la simulation en santé s'adresse à tous les professionnels de santé et permet à la fois : – de former à des procédures, à des gestes ou à la prise en charge de situations cliniques ; – d'acquérir et de réactualiser des connaissances et des compétences techniques et non techniques [...] d'améliorer la capacité à y faire face en participant à des scénarios qui peuvent être répétés ; [...] de mettre en œuvre des actions d'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins, tout en veillant à conserver une sécurité psychologique pour l'apprenant". Pour cette raison, des méthodes novatrices de simulation sont actuellement intégrées aux cursus obligatoires des formations initiales en médecine dans certaines universités. L'objectif est : "Jamais la première fois sur un patient".

IV.B Histoire de la simulation (12) (13,14)

La simulation en santé s'est d'abord inspirée de l'aviation et du domaine militaire, où celle-ci est rapidement devenue indispensable. L'usage des simulateurs en santé a commencé à gagner en popularité à partir des années 1990, avec l'avancée des technologies et des interfaces de simulation réalistes.

Cependant, leur utilisation remonte bien plus loin. L'utilisation de la simulation en santé remonte au XVIII^e siècle avec l'initiative de Madame de Coudray, sage-femme française, qui développa un mannequin obstétrical pour l'apprentissage des manœuvres d'accouchement (**figure 7.a**). Grâce à cette innovation, elle forma environ 5 000 femmes à l'art de l'accouchement en France. À partir de 1910 et jusqu'au milieu des années 1970, un mannequin en bois surnommé *Madame Chases*, conçu par une fabricante de jouets, fut utilisé au *Hartford Hospital Training School of Nurses* pour l'apprentissage des soins infirmiers de base (**figure 7.b**). Ce dispositif de simulation sera également employé par l'armée américaine durant la Seconde Guerre mondiale.

Dans les années 1950, le professeur Peter Safar, du *Baltimore City Hospital*, chercha à perfectionner les manœuvres de réanimation cardio-respiratoire en impliquant les membres de son équipe pour simuler des patients. Les volontaires étaient endormis et intubés afin de rendre l'apprentissage plus réaliste. Face à l'absence de modèle de simulation adapté, il s'associa au médecin norvégien Bjorn Lind pour développer un simulateur spécifique. Le fabricant de jouets Asmund Laerdal, qui produisait déjà des patients factices pour l'armée, collabora avec eux pour concevoir le mannequin *Resusci Anne* au début des années 1960, un modèle encore utilisé aujourd'hui pour la formation en réanimation cardio-pulmonaire (**figure 7.c**). En 1995, le *Eagle Patient Simulator* fut introduit pour la formation en anesthésie, suivi en 2000 par *SimMan*, conçu pour l'apprentissage des gestes d'urgence (**figure 7.d**).



Figure 7.a



Figure 7.b

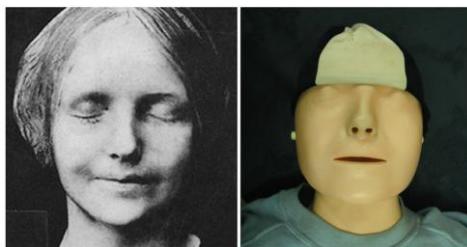


Figure 7.c



Figure 7.d

Figure 7 Exemples de modèle de simulateurs historiques

Figure 7.a : Mannequin en osier, tissu, cuir et éponges. L'unique exemplaire en bon état de la « machine » d'Angélique du Coudray conservé au musée Flaubert et d'histoire de la médecine, à Rouen.

Figure 7.b : Annonce pour la poupée d'accouchement du Chase Hospital dans “The Hospital Manager” en 1921

Figure 7.c : Visage et modèle de Resusci Anne ®

Figure 7.d : Modèle SimMan®

Comme l'illustre cette revue de la littérature de 2024 (15), le nombre de publications annuelles sur la simulation en santé a considérablement augmenté depuis 2014, en particulier aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Chine (**figure 8**).

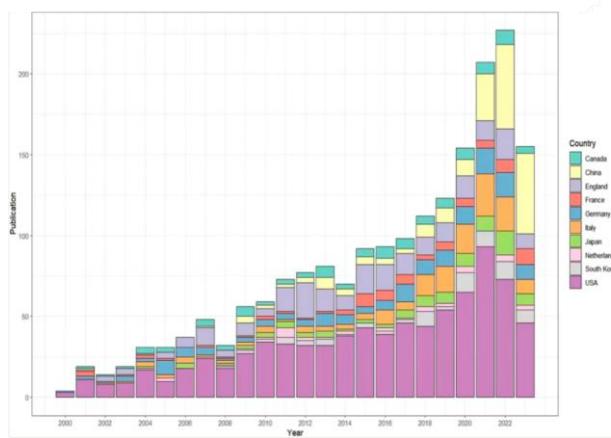


Figure.8 Évolution du nombre de publications sur la simulation des 10 principaux pays - The transition of surgical simulation training and its learning curve: a bibliometric analysis from 2000 to 2023)(15)

Quel est l'état des lieux en France à l'heure actuelle ? En France, une étude en 2024 a été menée pour évaluer l'ampleur de l'activité de simulation dans les établissements de santé. Un questionnaire a permis d'identifier les structures proposant de telles formations et d'en décrire les modalités (12). Cette étude a permis d'obtenir une première cartographie de l'utilisation de la

simulation chirurgicale en France, mettant en lumière les disparités entre les établissements et la nécessité de structurer davantage ces pratiques au niveau national. Nous pouvons retenir de ces informations que les méthodes plus couramment utilisées sont la simulation procédurale, axée sur l'apprentissage spécifique de techniques, et les mises en situation.

Concernant la répartition des activités par discipline, le SAMU se distingue nettement, sans doute en raison de la longue expérience et de l'ancienneté de ses pratiques. La médecine d'urgence, l'obstétrique, la néonatalogie ainsi que l'anesthésie-réanimation occupent également une place importante. Les internes représentent la principale population bénéficiaire des séances de simulation, suivis des élèves infirmiers et des externes en médecine (**figure 9**)

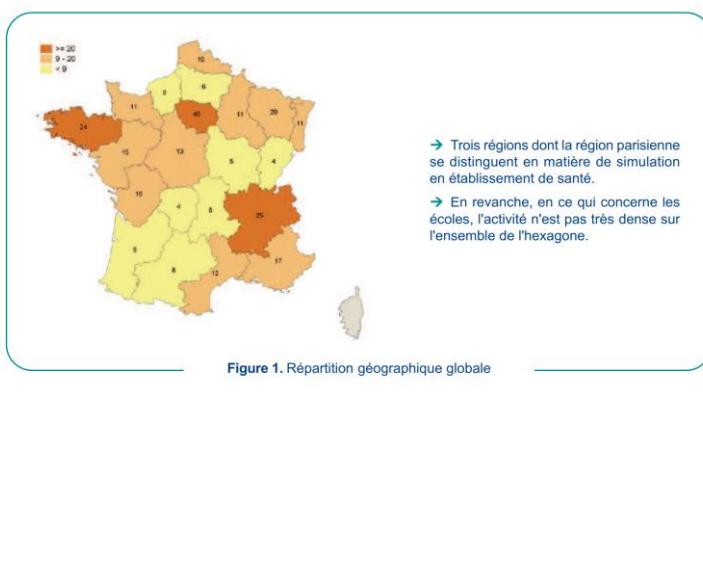


Tableau 4. Répartition des activités par thèmes de simulations

➔ **Disciplines**

SAMU-CESU	13,1%
Urgences	5,2%
Obstétrique	4,4%
Anesthésie-Réanimation	4,1%
Néonatalogie	3 %
Chirurgie	2,9%
Pédiatrie	1,5%
Cancérologie	1,4%
Bloc opératoire	1,4%
Gérontologie	1,4%
Psychiatrie	1,4%
Cardiologie	0,6%
Gynécologie	0,6%
Pneumologie	0,4%
Soins palliatifs	0,3%
Néphrologie	0,3%
Neurologie	0,1%
Odontologie	0,1%
Prélèvement multi-organes	0,1%
Urologie	0,1%

Figure.9 Répartition géographique et par activités de la simulation en France –

Source HAS Simulation en Santé (12)

Cette étude conclut en ces termes : « À l'exception de rares établissements, les matériels et équipements sont peu nombreux et encore assez peu diversifiés. Par exemple, les simulateurs chirurgicaux sont rarement cités au sein des centres constitués. La simulation, ayant recours à des environnements virtuels, est quasi inexistante. »

IV.C Où en sommes-nous dans le domaine de la simulation en ORL ?

Un état des lieux de la simulation en ORL a été réalisé en 2012 (16). Les auteurs mettent en évidence une augmentation exponentielle des publications sur les simulateurs en oto-rhino-laryngologie depuis les années 2000, après une absence de publications pendant environ 20 ans suivant le premier simulateur ORL en 1973 dédié initialement à l'apprentissage de l'intubation (**figure 10**).

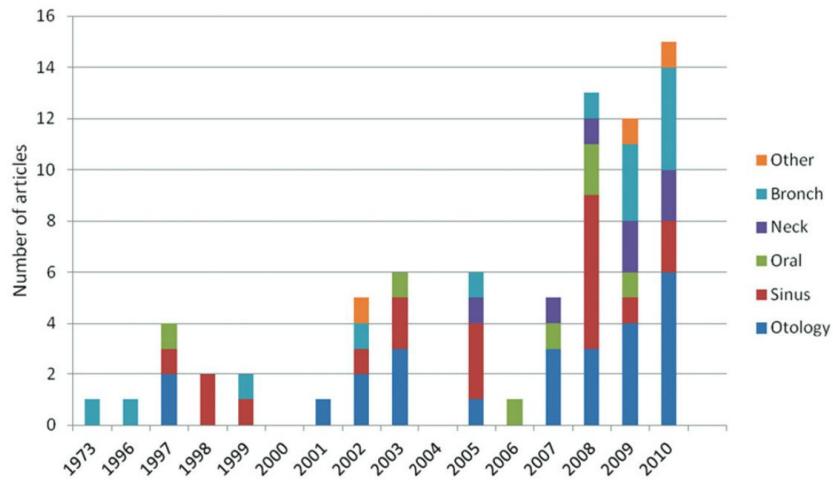


Figure.10 Nombre d'articles publiés classés par site anatomique (Otologie, Sinus, Oral, Cou, Bronchique, Autres) et par année de publication entre 1973 et 2010. - A systematic review of simulators in otolaryngology (16)

Si l'on s'intéresse de plus près au développement des simulateurs dans le domaine des sinus, sujet en lien direct avec notre étude, un exemple notable est celui du simulateur d'épistaxis, créé en 2008 par Evanston Northwestern Healthcare (17). Ces travaux proposent des instructions pour créer un simulateur d'épistaxis économique en utilisant un mannequin préexistant de simulation cardio respiratoire « Airway Larry » et des fournitures médicales périmées, pour reproduire de manière réaliste les saignements de nez (**figure 11**).

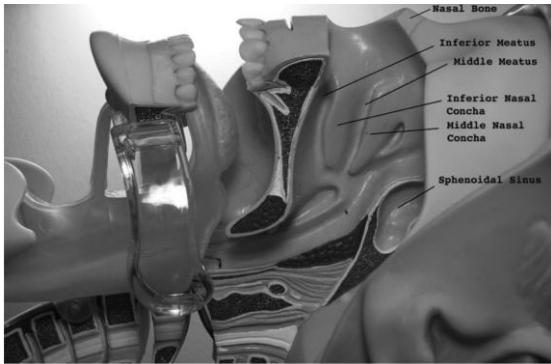


Figure 11.a



Figure 11.b

Figure.11 Exemple de simulateur d'épistaxis crée à partir du mannequin Airway Larry—Epistaxis Simulator An innovative Design (17)

Figure 11.a : Description du mannequin

Figure 11.b : Utilisation du mannequin par un médecin en formation

Après avoir montré que le nombre de simulateurs augmente grâce à ce recensement, la question qui se pose est la suivante : l'apprentissage par simulation a-t-il un véritable intérêt pédagogique ?

IV.D L'apprentissage par simulation présente-t-il réellement un intérêt pédagogique ?

Une revue systématique BEME (18) (Best Evidence Medical Education, soit Éducation Médicale Basée sur les Meilleures Preuves) analysant 109 études de 1969 à 2003, met en évidence plusieurs éléments clés concernant l'efficacité de la simulation dans l'éducation médicale. Il ressort des résultats que la simulation couvre efficacement tous les aspects du développement professionnel continu (DPC), et permet non seulement de former sur des gestes techniques mais aussi d'évaluer les pratiques professionnelles et les synergies d'équipe. La métanalyse démontre que l'éducation médicale basée sur la simulation (SBME) avec pratique délibérée surpassé l'éducation médicale traditionnelle en termes d'acquisition des compétences

cliniques et d'amélioration des résultats réels pour les patients. Ainsi, la simulation, par son approche immersive et répétée, constitue un moyen optimal d'apprentissage, garantissant une meilleure acquisition des compétences et des résultats cliniques supérieurs. En conclusion du rapport de l'HAS (12), dix actions sont proposées pour favoriser le développement de la simulation et améliorer la qualité et la sécurité des soins (**figure 12**)

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

Figure.12 Propositions de la HAS pour le développement d'un atelier de simulation de qualité

IV.E Simulation et gestion du stress

En plus de son intérêt pédagogique, la simulation joue également un rôle essentiel dans la réduction du stress, en permettant aux apprenants de se confronter à des situations réalistes dans un environnement contrôlé. Les facteurs psychologiques comme l'anxiété et la confiance en soi des étudiants dans les situations de soins sont importants car ils affectent leur performance clinique. Plusieurs études ont mis en évidence que l'apprentissage par simulation peut améliorer la stabilité psychologique et l'efficacité clinique d'un traitement médical (19). La gestion du

stress est donc un élément essentiel des compétences qu'un étudiant doit acquérir. Un sondage d'évaluation des besoins, réalisé en 2000 à la faculté de médecine de l'Université de l'Alberta, a révélé que 95 % des 100 étudiants interrogés ne se sentaient pas confiants dans leur capacité à gérer techniquement une épistaxis (20). Ce constat montre l'importance d'enseigner ces compétences de façon plus claire et plus pratique dans des programmes de formation médicale adaptés.

IV.F Pertinence de notre question d'étude

Dans ce contexte, il nous apparaît indispensable de proposer un apprentissage par simulation des techniques de méchage des épistaxis et d'évaluer un protocole de formation auprès des étudiants de 2ème cycle conformément aux attentes définies par les épreuves d'Examens Cliniques Objectifs Structurés (ECOS).

V. Objectifs de notre étude

V.A Objectif principal

Notre travail vise à améliorer l'apprentissage du geste de tamponnement antérieur. Notre objectif principal est de valider l'intérêt pédagogique d'un simulateur de méchage dans l'apprentissage de la prise en charge d'une épistaxis. Nous voulons démontrer qu'un apprentissage pratique permet une meilleure application des compétences qu'un apprentissage uniquement basé sur un enseignement théorique.

V.B Objectifs secondaires

Nos objectifs secondaires sont d'évaluer l'impact d'un atelier de simulation sur d'autres aspects complémentaires de l'apprentissage technique. Nous avons ainsi choisi d'analyser son influence sur la réduction du temps de prise en charge d'une épistaxis, ainsi que sur la diminution du stress ressenti par les étudiants lors de la réalisation du geste.

V.C.1. Objectif secondaire 1 : Mesure du temps moyen de réalisation du méchage

Nous voudrions démontrer que l'apprentissage sur simulateur permet de diminuer le temps de réalisation d'un méchage.

V.C.2. Objectif secondaire n°2 : Évaluation des paramètres liés à la gestion du stress

Au-delà de la technique, la gestion du stress est un élément clé de la formation médicale. Face à une urgence, un médecin doit être capable d'agir rapidement et efficacement, sans être paralysé par la pression. L'entraînement sur simulateur permet aux étudiants de s'exercer dans des conditions proches du réel, réduisant ainsi leur stress lorsqu'ils seront confrontés à des situations cliniques réelles. Nous voudrions prouver que l'apprentissage sur simulateur permet une meilleure gestion du stress du personnel soignant. Pour cela, nous étudierons les marqueurs objectifs électrophysiologiques du stress afin de montrer que la simulation aide à les contrôler.

V.C.3. Objectif secondaire n°3 : Partage d'expérience post examen

Tout programme d'évaluation ne serait complet sans un retour des étudiants. Comme le souligne l'HAS, un temps de débriefing et de retour est nécessaire : le « formateur est formé à la simulation » (21). Il était donc important d'obtenir un retour sur notre atelier de simulation. Pour cela, nous avons mis en place un questionnaire de satisfaction et d'auto-évaluation à l'issue des épreuves.

Matériel et Méthodes

Dans le cadre de ce travail, nous avons mis en place une étude comparative entre deux groupes d'étudiants : un groupe A ayant bénéficié d'une formation combinant enseignement théorique et pratique sur simulateur, et un groupe B ayant suivi uniquement une formation théorique. L'objectif était d'évaluer l'impact spécifique de la formation pratique sur simulateur.

VI. Organisation de l'étude

VI.A Type d'étude

Il s'agit d'une étude prospective comparative quantitative interventionnelle monocentrique. L'étude a été menée au CHU de Lille –Centre de formation Présage, en lien avec l'équipe pédagogique de la faculté de médecine de Lille UFR3S.

VI.B Population de l'étude

VI.B.1 Description de la population d'étude :

Nous voulions pouvoir créer une étude pédagogique avec des groupes comparables en termes de connaissances pratiques et théoriques. Les étudiants de médecine de 3^e année n'ont pas eu l'occasion de travailler le module d'ORL et leur expérience sur le terrain est limitée, ce qui nous a permis d'obtenir des groupes comparables dans leurs acquis. Ainsi, nous avons choisi notre population d'intérêt parmi les étudiants hospitaliers en troisième année de médecine (MED3).

VI.B.2 Critères d'inclusion de l'étude

Les critères d'inclusion de l'étude sont les suivants : étudiants inscrits en troisième année de médecine à la faculté de médecine de Lille UFR3S, ayant signé un consentement pour participer à toutes les sessions de formation et d'évaluation prévues, et ayant accepté la cession du droit à l'image pour les évaluations filmées.

VI.B.3 Critères d'exclusion de l'étude :

Les critères d'exclusion de l'étude sont les suivants : étudiants ayant déjà eu une expérience avancée dans la gestion des épistaxis (formation spécifique aux urgences, stage en spécialités), étudiants indisponibles pour l'ensemble des séances prévues, étudiants présentant des antécédents médicaux ou des traitements susceptibles d'interférer avec la mesure des paramètres vitaux d'évaluation du stress

VI.B.4 Calcul du nombre de sujets nécessaires

Dans un but exploratoire, nous avons inclus vingt participants au début de l'étude. Devant l'absence d'étude préexistante sur ce sujet, nous ne pouvions pas déterminer avec précision le nombre de sujets nécessaires. Le choix de l'effectif a été guidé par le nombre de simulateurs disponibles (3), le coût des consommables de méchage, la disponibilité des étudiants et des locaux du centre de simulation.

VI.C Déroulement du protocole d'analyse (figure 13)

Nous avons recruté vingt étudiants de troisième année de médecine (MED3). Ceux-ci ont été répartis de manière aléatoire en deux groupes de taille égale dénommés groupe A et groupe B. Tous les étudiants, qu'ils aient fait partie du groupe A ou B, ont suivi le même cours théorique. Le groupe A a également bénéficié d'un entraînement au méchage nasal sur les simulateurs

dédiés. Ensuite, tous les étudiants ont été évalués en double aveugle lors d'une séance d'ECOS sur la prise en charge d'une épistaxis.

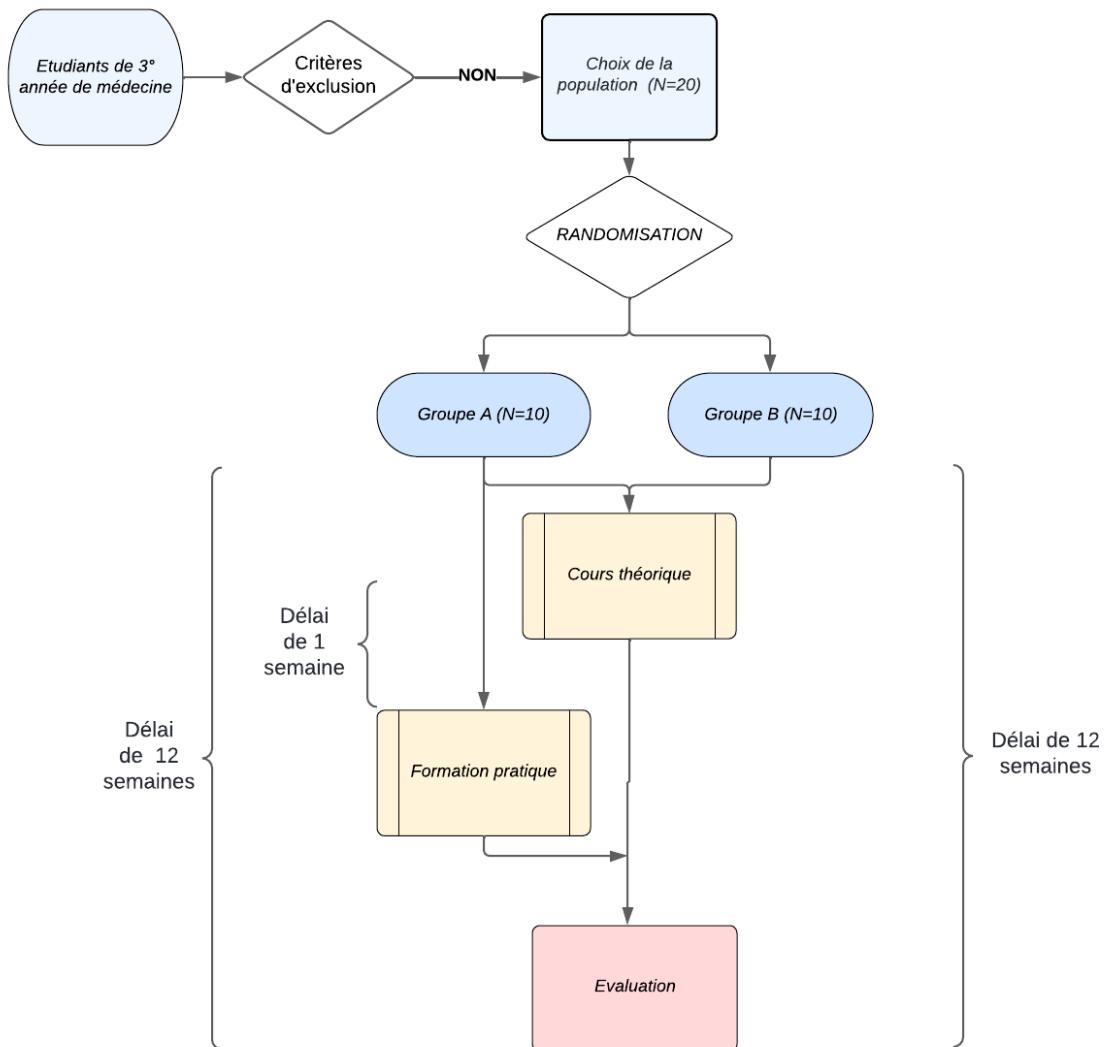


Figure.13 Organisation de l'étude

Les participants ont été recrutés sur la base du volontariat, après avoir reçu une lettre d'information par mail destinée aux étudiants de troisième année de médecine. Concernant le recueil des consentements, aucune donnée sensible ou personnelle n'a été collectée. Nous avons obtenu l'accord du délégué à la Protection des Données (DPO) de l'université de Lille pour mener

cette étude. Les consentements des étudiants ont été recueillis de manière indirecte lors de leur inscription à l'étude.

À l'issue de la phase de recrutement, 97 étudiants ont manifesté leur intérêt pour le projet. Les vingt premiers ont été sélectionnés, puis répartis aléatoirement en deux groupes selon un ratio 1:1 à l'aide de l'outil en ligne *Randomizer.org* (**figure 14**). Il a été demandé aux étudiants de ne pas communiquer entre eux leur appartenance à un groupe entre la phase de formation théorique et l'évaluation finale.

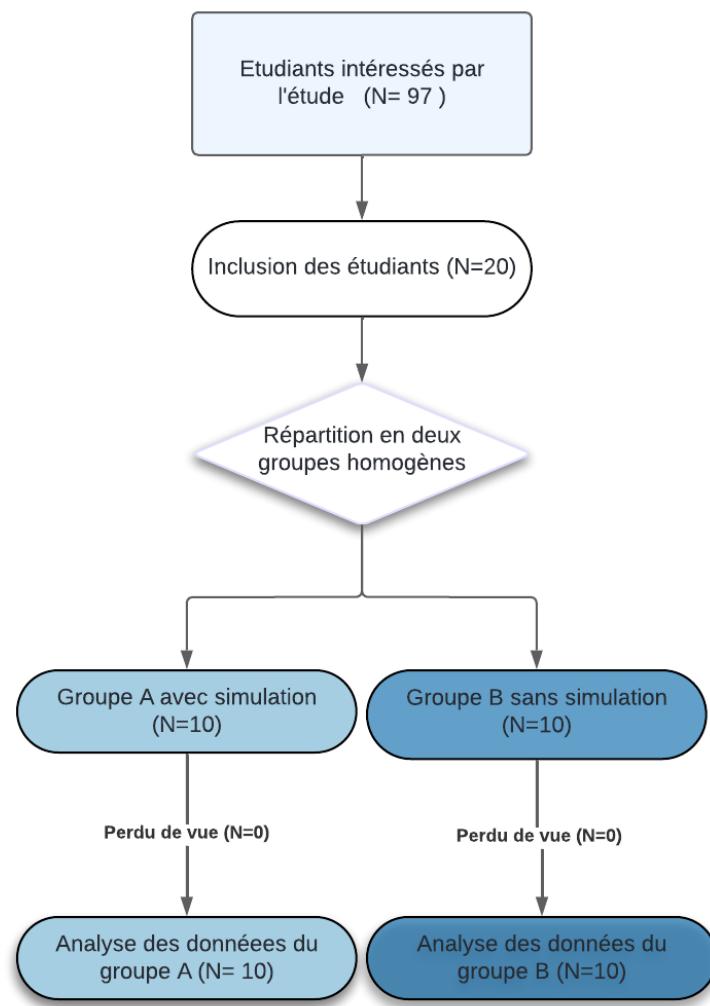


Figure.14 Diagramme de flux de l'étude

VI.D La formation théorique

La formation théorique s'est déroulée sous forme d'un cours magistral en présentiel concernant la prise en charge d'une épistaxis, conformément au référentiel des rangs A et B de l'item EDN n°87, tel que défini par le Collège français d'ORL et l'UNESS. Ce cours a été donné lors d'une même séance pour l'ensemble des étudiants du groupe A et du groupe B, par le Pr Mortuaire, PU-PH du service d'ORL-CCF du CHU de Lille. Il s'agit d'un cours multimodal avec notamment la présence de vidéos explicatives sur la technique de tamponnement antérieur, telle qu'elle doit être connue pour la situation de départ (SDD) OIC-087-11-A dédié aux épistaxis.

VI.E La formation pratique

Seul le groupe A (n=10) a bénéficié de la formation pratique. Elle consistait en un apprentissage sur simulateur, axé sur la technique du méchage sans contexte clinique. La formation s'est déroulée au centre Présage, au pôle de recherche de la faculté de médecine de Lille, sous la direction du même médecin investigator pour tous les étudiants. Elle a eu lieu peu de temps après le cours théorique (délai de 1 semaine), afin de garantir un temps d'assimilation presque identique pour tous les participants de l'étude, qu'ils aient ou non suivi la formation pratique.

Le mannequin d'épistaxis, que nous avons utilisé, est un mannequin élaboré par l'équipe de rhinologie du service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, par l'équipe pédagogique de Présage et en collaboration technique avec l'entreprise Bone3D (medtech française spécialisée dans la conception et l'impression 3D médicale, au service des personnels soignants) (**figure 15**). Il a été créé à partir de fichiers DICOM de TDM nasosinusienne de trois patients sains anonymisés, dont l'un présentait une cloison nasale rectiligne, l'autre une cloison nasale déviée à droite puis enfin le dernier, une cloison nasale déviée à gauche. Nous avions donc la possibilité

d'interchanger la morphologie de la prothèse nasale. Ce mannequin permet également de mimer un écoulement sanguin nasal. Celui-ci peut être dirigé à droite, à gauche ou au niveau des deux narines. L'avantage de ce mannequin réside dans sa réplique fidèle de l'anatomie nasale, en particulier au niveau des cornets nasaux et de la cloison.

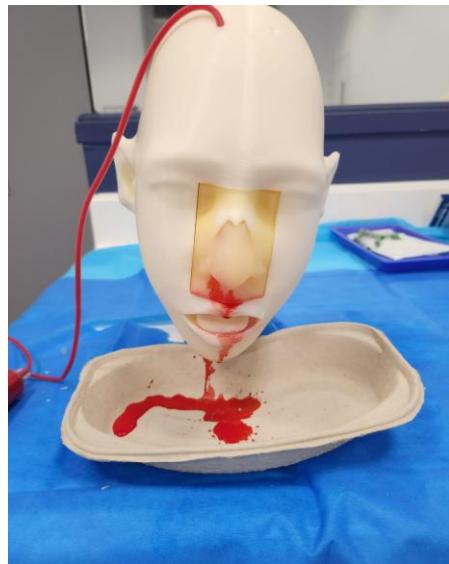


Figure.15 Mannequin d'épistaxis élaboré par l'équipe de rhinologie du service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale, l'équipe pédagogique de Présage et en collaboration technique avec l'entreprise Bone3D

VI.F L'évaluation

L'évaluation finale a été réalisée pour l'ensemble des étudiants sous la forme d'un atelier technique type ECOS, contextualisé à une situation clinique d'urgence. Les détails de cet atelier se trouvent en annexe (cf. annexe.2). Nous avons élaboré notre programme de simulation en nous basant sur les recommandations de l'HAS (avril 2024). L'évaluation a été effectuée par deux médecins séniors évaluateurs et formés aux ECOS, indépendants de l'équipe investigatrice. Ils étaient en aveugle du type de formation reçue par les étudiants. Chaque session d'évaluation a été filmée. Les étudiants ont été notés selon une grille d'évaluation standard, adaptée à notre

situation clinique (cf. annexe.3 et annexe.4), et chaque session a été chronométrée. De plus, tous les étudiants ont porté un bracelet connecté pour permettre l'étude des paramètres électrophysiologiques liés à leur stress.

VI.F.1. Conception du programme d'évaluation :

Nous nous sommes inspirés des recommandations de l'HAS pour la création de l'atelier d'évaluation (21) : « ce guide de bonnes pratiques s'adresse aux structures et organisations professionnelles et institutionnelles souhaitant mettre en œuvre et proposer des programmes de simulation de qualité aux professionnels de santé » (**figure 16**).



Figure.16 Description des sessions de simulation selon les recommandations HAS – Source HAS « Bonnes pratiques en matière de simulation en santé » (21)

Nous avons procédé comme suit : l'arrivée des étudiants s'est faite 20 min avant le début de l'épreuve, afin que qu'un repos physique avec le moins d'intéraction et distraction possible de 15 min soit respecté. L'étude s'est ensuite déroulée dans un environnement sécurisé, avec contrôle du niveau sonore, contrôle de la température de la pièce, contrôle du taux d'humidité, contrôle de l'horaire de la journée, contrôle de la circulation des participants. Ces facteurs ont

étaient choisis pour respecter les recommandations concernant la collecte des données électrophysiologiques par bracelets connectés (22).

La liste de passage des étudiants a été réalisée de façon aléatoire, en respectant les contraintes d'emploi du temps des étudiants. Ainsi, les étudiants des groupes A et B ont été mélangés. Les consignes et explications ont été lues pour chaque étudiant (cf. annexes 2). L'ensemble de l'évaluation ne dépassait pas 10 min par étudiant.

VI.F.1.i. Vignette clinique et grilles d'évaluation :

L'atelier de simulation et les grilles d'évaluation ont été validés par le Pr Mortuaire. Une section de la grille d'évaluation portait sur les compétences cliniques et théoriques (cf. annexe.3), tandis qu'une autre était dédiée à l'évaluation des compétences techniques (cf. annexe.4). Un score de « 1 » était attribué si l'étudiant réalisait correctement la compétence, et un score de « 0 » était attribué dans le cas contraire. Cette échelle binaire a été utilisée pour simplifier l'évaluation par les observateurs et améliorer la fiabilité inter-évaluateurs. Une évaluation globale de la performance a également été réalisée à l'aide d'une échelle de Likert allant de 1 à 5.

VI.F.1.ii. Etape de débriefing à la fin de l'épreuve

A la suite de l'épreuve, chaque étudiant a bénéficié d'une étape de débriefing avec conseils personnalisés. Cette étape a été réalisée par le médecin investigateur qui a assisté à l'évaluation.

VI.F.2. Mesure du stress durant l'évaluation :

Nous voulions apprécier la maîtrise du stress des étudiants lors de l'épreuve d'ECOS. Pour cela, nous nous sommes basés sur des paramètres validés dans la littérature. Il s'agit de critères objectifs mesurés par des mécanismes non invasifs.

A notre disposition au centre Présage de simulation, nous disposons des capteurs à type de cardiofréquencemètre ou dit montres connectées. Nous avons donc eu recours à ces dispositifs. Chaque étudiant a porté un bracelet connecté durant son évaluation. Il s'agissait du modèle EMPATICA E4 (**figure 17**). Ils ont tous été portés sur la main non dominante des participants. Ces montres comportent quatre types de capteurs dont des « électrodes EDA » (activité electrodermale) qui mesurent la conductance de la peau avec une fréquence d'échantillonnage de 4 Hz, des « capteurs PPG » (Photopléthysmographie) qui permettent d'estimer la fréquence cardiaque et la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV), des capteurs de détection de mouvements et des capteurs de température de cutanée. Les données, que nous pouvions extraire de ces bracelets, sont notamment, le débit sanguin (blood volume pulse BVP), la fréquence cardiaque (FC), la variabilité de la FC (VFC) et électroconductivité de la peau (electrodermal activity EDA).



Figure.17 Montre Empatica E4 – Source site officiel Empatica (23)

Sur la base des travaux et de l'expertise de M. Laurent Sparrow, enseignant-chercheur à l'Université de Lille, l'activité electrodermale (EDA) a été retenue comme critère privilégié pour l'interprétation des données.

VI.F.2.i. Etude de l'électro-conductivité de la peau

Les glandes sudoripares sont les seuls organes à être exclusivement innervés par le système nerveux sympathique. Elles offrent ainsi l'opportunité de surveiller l'activation de ce système lors des épisodes de stress ou de nociception. L'activation du système sympathique pendant un stress entraîne une augmentation des sécrétions sudorales, ce qui modifie les propriétés électriques de la peau, notamment dans les zones où les glandes sudoripares sont abondantes, telles que la paume des mains et la plante des pieds. Ce phénomène est appelé activité électrodermale (24). Le signal d'activité électrodermique (AED ou EDA), mesure la conductance de la peau en siemens. L'EDA est devenu un indicateur non invasif et objectif qui permet d'évaluer diverses fonctions physiopathologiques. Son utilisation s'est largement développée de nos jours. On peut noter en effet son usage dans de nombreux domaines, comme lors de l'étude de la douleur neuropathique, l'évaluation de la dysautonomie et des neuropathies, la mesure de la profondeur de l'anesthésie, la gestion du stress et des émotions, et plus récemment, son reflet de l'alcoolémie au volant.

Lors de notre étude, nous nous sommes intéressés plus particulièrement à son utilisation comme marqueur électrophysiologique du stress. Le signal EDA se compose de deux éléments principaux (25) (26) : une composante tonique (SCL – Skin Conductance Level), qui reflète le niveau général de conductance de la peau, et évolue lentement dans le temps, ainsi qu'une composante phasique (SCR – Skin Conductance Responses), qui se manifeste de façon schématique par des pics en réponse à des stimuli (**figure 18**). Les valeurs moyennes du signal EDA se situent généralement entre 2 et 20 μ S, avec des variations interindividuelles typiques de 1 à 3 μ S.

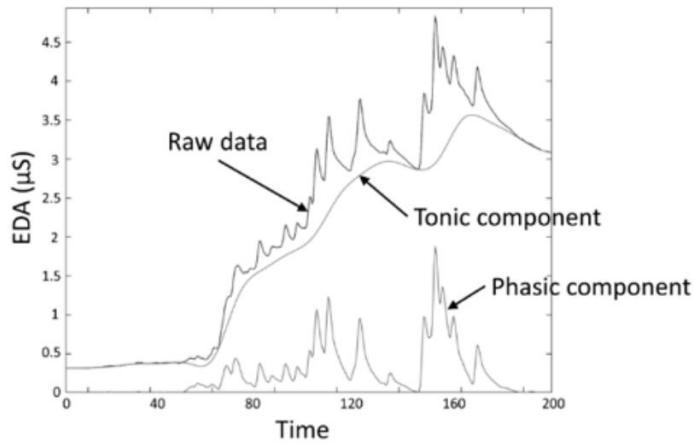


Figure.18 Exemple d'un enregistrement de signal d'activité électrodermale - Source : État de l'art : l'activité électrodermale (AED) pour les applications socio-sanitaires (27)

Pour évaluer un stress en réponse à un événement, on analyse principalement l'activité phasique. Parmi les nombreuses variables décrites, nous avons décidé d'étudier le nombre de pics observés durant l'activité phasique (SCR-Peak-N), considéré comme un indicateur fiable et robuste de la réactivité physiologique. La variable SCR-Peak-N a été calculée séparément pour deux périodes distinctes : la phase de repos précédant le début de l'épreuve (SCR-Peak-N-Repos) et la phase correspondant au déroulement de l'examen ECOS (SCR-Peak-N-Examen).

VI.F.3. Chronométrage de l'épreuve

“Le temps de réalisation du méchage” a commencé au moment où l’étudiant a débuté l’atelier de simulation et a fini au moment où l’étudiant a réussi à arrêter de façon efficace le saignement. Le temps de réalisation a été mesuré à l'aide de la montre connectée portée par chaque étudiant. Un marqueur de début était activé au lancement de l'épreuve, puis un second à la fin, lorsque l'étudiant estimait avoir terminé l'atelier (**figure 19**). Ce « temps de réalisation du méchage » a été mesuré en temps UNIX. Le temps UNIX est une manière de mesurer le temps

depuis un moment précis, appelé l'époque UNIX, qui correspond au 1er janvier 1970 à 00:00:00 UTC (temps universel coordonné). Il est exprimé en secondes écoulées depuis cette date.

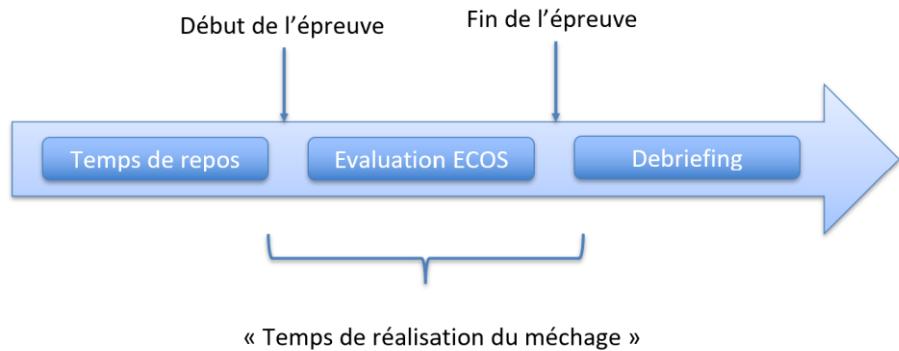


Figure.19 Chronologie de l'étude

VI.F.4. Auto - évaluation de la formation par simulation :

Tout programme d'évaluation ne serait complet sans un retour des étudiants. Comme le souligne la HAS, un temps de débriefing et de retour est nécessaire, et le « formateur est formé à la simulation » (21). Il était donc important d'obtenir un retour sur notre atelier de simulation. Pour cela, nous avons mis en place un questionnaire de satisfaction à l'issue des épreuves. Ce questionnaire se base sur l'échelle validée des Sentiment d'Efficacité Personnelle (28). Il est détaillé en annexe.5.

VI.G Analyses statistiques

VI.G.1. Concernant l'utilisation du signal d'électro-conductivité de la peau

Les données d'activité électrodermale (EDA) ont été analysées à l'aide de la bibliothèque NeuroKit2, un outil open source en Python spécifiquement conçu pour le traitement et l'analyse

des signaux neurophysiologiques (29). Cet outil offre une approche complète et standardisée pour la décomposition du signal EDA, permettant d'extraire à la fois la composante tonique et la composante phasique du signal. Avant toute analyse, les signaux bruts ont été prétraités afin d'améliorer leur qualité et d'éliminer les artefacts potentiels (gestion des valeurs manquantes, filtrage Butterworth passe-bas (typiquement < 0.5 Hz) pour réduire le bruit de haute fréquence, correction de la ligne de base). Le signal nettoyé a ensuite été décomposé selon le modèle cvxEDA intégré dans NeuroKit2, qui permet d'estimer : la composante tonique (Skin Conductance Level, SCL), la composante phasique (Skin Conductance Responses, SCR), incluant le nombre, l'amplitude, la latence et la durée des réponses pour chaque. Les résultats ont été exportés sous forme de tableaux pour analyse statistique. Se trouve en annexe.9 le code PYTHON que nous avons créé spécifiquement pour cette étude, avec l'aide de M. Picovschi ingénieur informatique.

VI.G.2. Concernant les analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide de l'interface pvalue.io (Medistica., pvalue.io, une interface graphique au logiciel de statistique R pour les publications scientifiques médicales., 2019-22.). Les variables qualitatives ont été décrites en termes d'effectifs et de pourcentages. Les variables quantitatives ont été décrites en termes de médiane et d'écart-type et d'intervalle interquartile. Les caractéristiques ont été comparées entre les deux groupes à l'aide d'un test de Fisher pour les variables qualitatives, et à l'aide d'un test U de Mann-Whitney pour les variables continues non gaussiennes. Les tests statistiques de comparaison avant/après ont comparé les caractéristiques entre les deux temps de mesure à l'aide d'un test de de Mann-Whitney apparié. Des tests bilatéraux ont été réalisés avec un niveau de significativité de 5%.

Résultats

VII. Description de la population

Les données démographiques n'ont pas été recueillies, conformément aux modalités de consentement définies en concertation avec le Délégué à la Protection des Données (DPO).

VIII. Critère de jugement principal : résultats des ECOS

À partir des évaluations de chaque examinateur, nous avons pu comparer les moyennes obtenues aux ECOS entre le groupe A et le groupe B. Le détail de chaque note attribuée par examinateur se trouve en annexe (cf. annexe.6). La note ECOS, considérée comme la note totale, est calculée comme la moyenne entre la note théorique et la note pratique de chaque étudiant.

Les résultats indiquent que la médiane des scores ECOS est très proche entre les deux groupes, avec une valeur de 8,75 sur 20 pour le groupe A et de 8,64 sur 20 pour le groupe B. Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les deux groupes concernant cette note globale ($p = 0,85$). Cette tendance se confirme lorsqu'on considère séparément les notes théoriques et les notes pratiques. Pour les connaissances théoriques, la médiane était de 10,8 sur 20 pour le groupe A et de 11,2 pour le groupe B, sans différence significative ($p = 0,62$). De même, pour les connaissances pratiques, les médianes étaient respectivement de 9,09 pour le groupe A et de 10,1 pour le groupe B, là encore sans différence significative ($p = 0,82$). Ces résultats restent cohérents quel que soit l'examineur ayant effectué l'évaluation (**tableau 1**).

	Groupe A (n = 10) Médiane [Q25-Q75]	Groupe B (n = 10) Médiane [Q25-Q75]	p-value (Test de Mann-Whitney)
Examinateur 1			
Note ECOS (/20 pts)	5,24 [4,82–6,20]	6,40 [5,60–7,70]	0,25
Note théorique (/20 pts)	10,8 [9,00–12,0]	12,0 [10,4–13,4]	0,24
Note pratique (/20 pts)	9,09 [7,72–10,5]	8,18 [5,45–10,9]	0,56
Examinateur 2			
Note ECOS (/20 pts)	8,89 [8,89–11,0]	9,16 [7,14–11,3]	0,82
Note théorique (/20 pts)	11,2 [9,60–11,2]	11,2 [9,40–13,0]	0,81
Note pratique (/20 pts)	10,0 [7,72–12,7]	10,0 [4,09–10,9]	0,4
Total			
Note ECOS (/20 pts)	8,75 [8,18–9,69]	8,64 [6,86–10,7]	0,85
Note théorique (/20 pts)	10,8 [9,80–11,8]	11,2 [9,60–13,5]	0,62
Note pratique (/20 pts)	9,09 [8,48–11,2]	10,1 [5,91–11,7]	0,82

*Tableau I Comparaison des médianes des notes de l'examen d'ECOS (/20 pts)
entre les groupes A et B par examinateur et au total.*

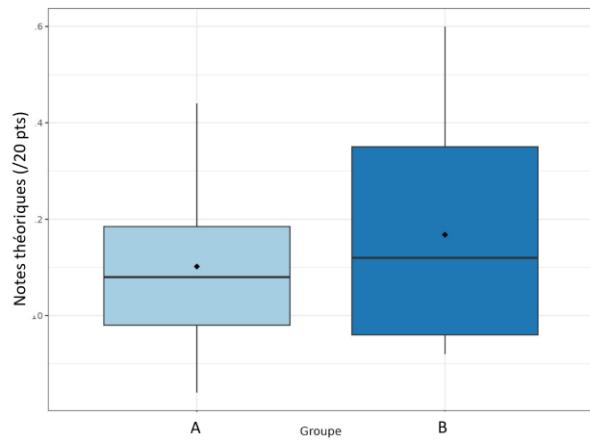


Figure 20.a

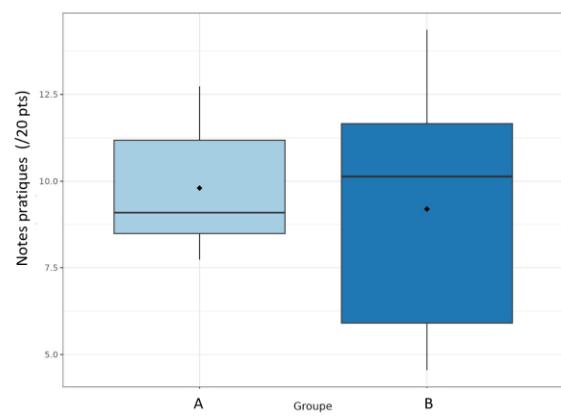


Figure 20.b

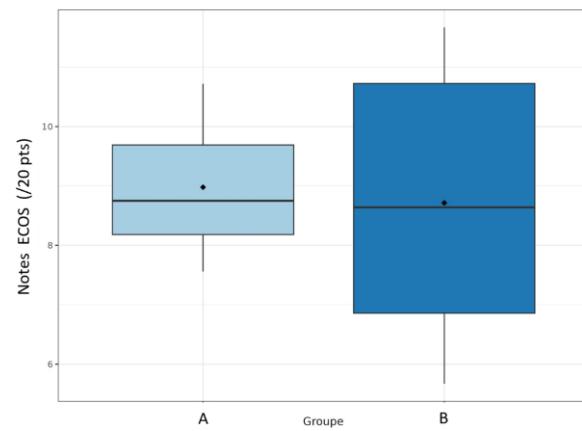


Figure 20.c

Figure.20 Diagrammes en boîte comparant les notes d'examen entre le groupe A et le groupe B

Figure 20.a ; comparaison des notes théoriques

Figure 20.b : comparaison des notes pratiques

Figure 20.c : comparaison des notes ECOS totales

Bien qu'aucune différence statistiquement significative ne soit observée, l'analyse des distributions interquartiles révèle plusieurs éléments notables. Concernant les notes théoriques, pratiques et le score total (ECOS), l'étalement des résultats est plus important dans le groupe B,

comme en témoigne l’élargissement des intervalles interquartiles par rapport au groupe A (**figure 20**). Par exemple, pour la note ECOS, l’intervalle interquartile est de 3,84 points dans le groupe B, contre 1,51 point dans le groupe A, soit une différence d’étendue de +2,33 points. De même, l’écart entre les groupes atteint +1,90 point pour les scores théoriques et +3,07 points pour les scores pratiques. Ces écarts suggèrent une variabilité plus marquée des performances au sein du groupe B, quelle que soit la dimension évaluée.

En ce qui concerne les notes théoriques, celles du groupe B présentent une médiane comparable à celle du groupe A, mais avec des valeurs extrêmes supérieures, indiquant que certains étudiants du groupe B ont obtenu des scores plus élevés que ceux du groupe A.

Pour les notes pratiques, les valeurs maximales sont similaires entre les deux groupes, mais les notes les plus faibles sont plus basses dans le groupe B, traduisant une plus grande dispersion vers le bas.

IX. Critère de jugement secondaire n° 1 : le « temps de méchage »

Nous avons évalué l’efficacité de l’étudiant à arrêter le saignement à travers ce critère de jugement objectif. « Le temps de réalisation du méchage » a été calculé pour le groupe A et pour le groupe B (cf. annexe.7).

Le groupe A présente un temps de réalisation moyen de 434 secondes, soit 7 minutes et 14 secondes, tandis que le groupe B affiche un temps moyen de 455 secondes, équivalant à 7 minutes et 35 secondes (**tableau 2**).

	Groupe A (n = 10) Médiane [Q25–Q75]	Groupe B (n = 10) Médiane [Q25–Q75]	p Test de Mann-Whitney
Temps de réalisation (en temps UNIX)	434 [301–491]	455 [406–496]	0.68

Tableau.2 Comparaison des « temps de réalisation du méchage » entre les groupes A et B

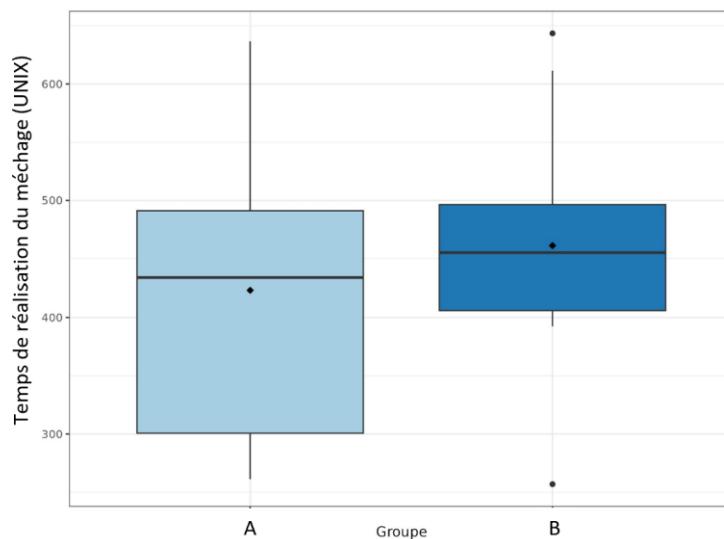


Figure.21 Diagrammes en boîte comparant les « temps de réalisation de méchage » des groupes A et B

Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes A et B ($p = 0,68$). On note toutefois que les deux groupes présentent des temps de réalisation maximaux comparables, avec des valeurs d'interquartile Q75 proches (491 secondes pour le groupe A, 496 secondes pour le groupe B). En revanche, les temps de méchage minimaux, représentés par les premiers quartiles (Q25), diffèrent : celui du groupe A est plus faible, avec 301 secondes, contre 406 secondes pour le groupe B (figure 21).

X. Critère de jugement secondaire n°2 : la gestion du stress

Tous les étudiants ont débuté l'examen par une phase de repos, durée pendant laquelle l'enregistrement de la montre connectée EMPATICA E4 a démarré. Grâce à des marqueurs temporels, nous avons pu connaître précisément le début et la fin de l'épreuve d'ECOS. Après traitement des données, nous avons extrait notre variable d'intérêt (SCR-Peak – N), calculée séparément pour les phases de repos (SCR-Peak-N-Repos) et d'examen (SCR-Peak-N-Examen), correspondant au nombre de pics observés dans chacune de ces conditions.

Durant l'épreuve, nous avons enregistré le signal brut des données (« RAW » signal) puis nous les avons transformés en signal nettoyé (**figure 22**).

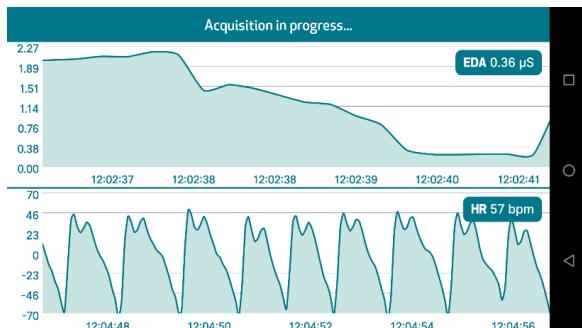


Figure 22.a

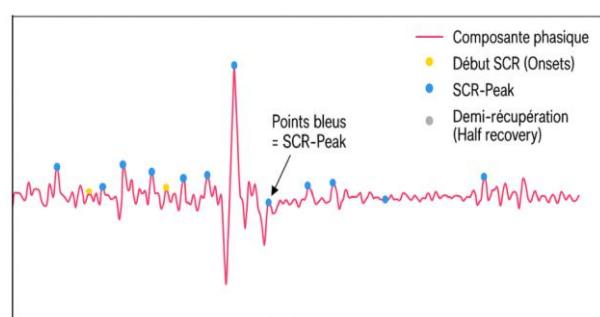


Figure 22.b

Figure 22 Illustration des données d'activité électrodermrale recueillies pendant l'examen

Figure 22.a Données brutes du signal d'électro-dermo-activité capturées en temps réel avec l'application Empatica E4.

Figure 22.b Signal du premier candidat nettoyé par le logiciel NeuroKit2

Ce que nous pouvons remarquer : tout groupe confondu, la réalisation d'un examen type ECOS génère un stress pour les étudiants. La réponse électrodermrale à court terme augmente,

comme en témoigne la hausse du nombre de pics d'activité : une médiane de 65,5 pics pendant l'épreuve contre 31,5 en phase de repos ($p = 0,016$) (**tableau 3 et figure 23**).

	Au Repos (SCR-Peak-N-Repos) Médiane [Q25–Q75]	Pendant l'examen (SCR-Peak-N-Examen) Médiane [Q25–Q75]	p Test de Mann Whitney apparié
SCR-Peaks-N	31.5 [28.8–41.2]	62.5 [50.0–73.5]	0.016

Tableau.3 Comparaison du stress ressenti par l'ensemble des étudiants (groupes A et B confondus) avant et pendant l'épreuve

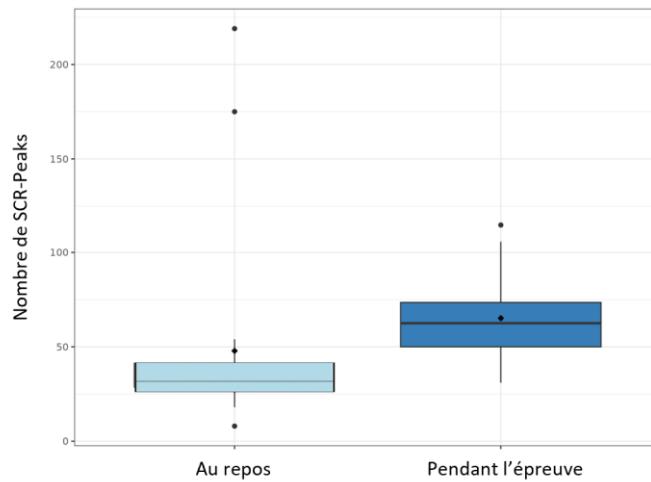


Figure.23 Diagrammes en boîte comparant les SCR-Peaks de l'ensemble des étudiants avant et pendant l'épreuve d'ECOS

Concernant la phase de repos, la médiane du nombre de pics SCR-Peak-N-Repos était de 31,5 pics dans les deux groupes. Ainsi nous pouvons remarquer, qu'au repos, aucune différence significative de niveau de stress n'est observée entre les groupes A et B ($p=0,97$) (**tableau 4**). Toutefois, il est à noter que deux participants du groupe A présentent des valeurs nettement plus élevées, suggérant un niveau de stress basal plus important. Les intervalles interquartiles (Q25–Q75) montrent une variabilité comparable entre les groupes pendant la phase de repos (**figure 24.a**).

Pendant l'épreuve, la médiane du nombre de pics était de 64,0 pour le groupe A et de 61,5 pour le groupe B. L'écart observé entre les deux groupes n'est pas significatif ($p = 0,57$) (**tableau 4**). Lors de l'examen, l'étendue interquartile est plus large dans le groupe B (27,3 points) que dans le groupe A (24,5 points), suggérant une dispersion légèrement plus marquée des réponses électrodermiques dans le groupe B pendant cette phase (**figure 24.b**).

	Groupe A (n = 10)	Groupe B (n = 10)	p (test de Mann-Whitney)
SCR-Peaks-N-Repos médiane [Q25-75]	31.5 [30.0; 39.2]	31.5 [28.2; 42.5]	0.97
SCR-Peaks-N-Examen médiane [Q25-75]	64.0 [44.0; 68.5]	61.5 [55.5; 82.8]	0.57

Tableau 4 Comparaison du stress des étudiants au repos et pendant l'ECOS entre les groupes A et B

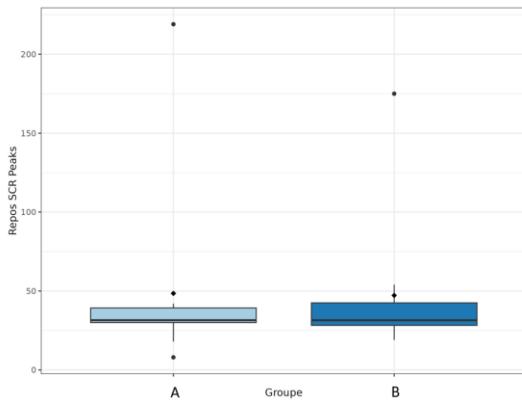


Figure 24.a

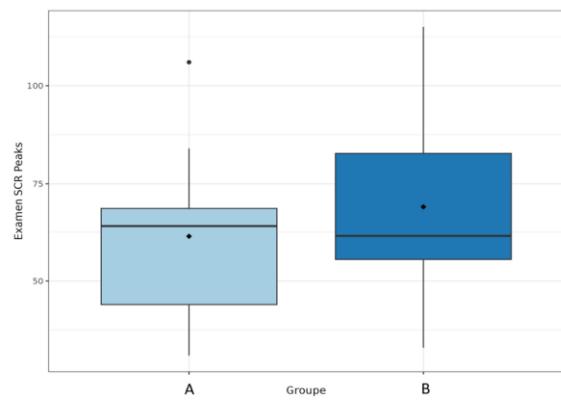


Figure 24.b

Figure.24 Diagrammes en boîte comparant le stress des étudiants pendant l'étude entre les groupes A et B

Figure 24.a : Diagramme en boîte comparant le niveau de stress des étudiants du groupe A et B au repos

Figure 24.b : Diagramme en boîte comparant le niveau de stress des étudiants du groupe A et B pendant l'ECOS

XI. Critère de jugement secondaire n°3 : Partage d'expérience

XI.A Analyse descriptive des techniques de méchage

XI.A.1. Comportements recueillis durant l'atelier de formation pratique

Lors de l'atelier pratique suivi par le groupe A, les étudiants avaient pour mission de se familiariser avec les instruments de méchages (**figure 25**).

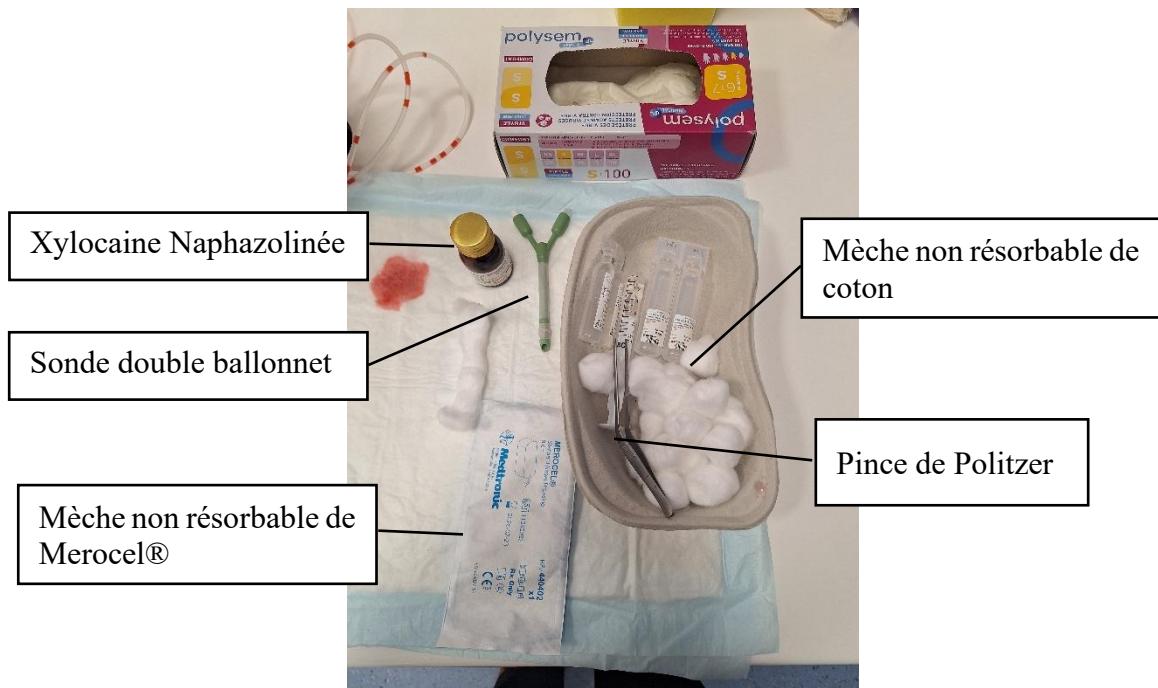


Figure.25 Matériel disponible lors des séances d'évaluation

Un premier étudiant s'est porté volontaire pour montrer ce qu'il pensait être un bon méchage. La première étape consistait à préparer la fosse nasale avec une mèche de xylocaine-naphazolinée, suivie de l'application de la mèche Merocel®. Par la suite, le bon geste technique a été montré. Chaque étudiant a eu l'occasion de s'entraîner à sa guise sur les têtes de mannequins. Le groupe A ayant participé à cet atelier pratique a bénéficié de conseils pour améliorer leur geste de tamponnement antérieur.

Les erreurs intéressantes qui ont été observées étaient principalement les suivantes (**figure 26**) : mauvaise prise en main de la pince de Politzer, l'introduction verticale de la mèche nasale ne respectant pas l'alignement du plancher de la fosse nasale, l'introduction horizontale de la mèche de Merocel®, l'introduction incomplète de la mèche, ainsi qu'un geste de méchage trop brusque.



Figure 26.a

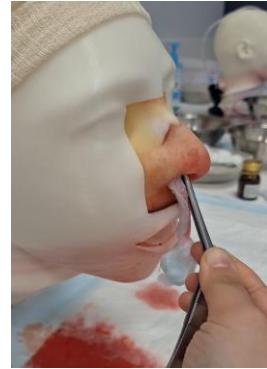


Figure 26.b

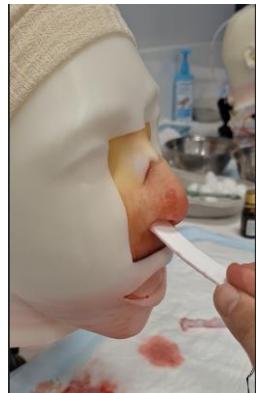


Figure 26.c



Figure 26.d

Figure.26 Illustration des principales erreurs observées lors de l'atelier de formation pratique

Figure 26.a : Erreur de prise en main de la pince de Politzer

Figure 26.b : Insertion trop verticale de la mèche dans la fosse nasale

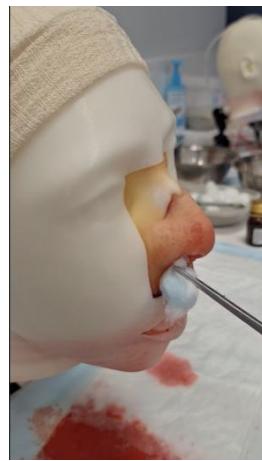
Figure 26.c : Insertion horizontale de la mèche endonasale de Merocel®

Figure 26.d : Introduction incomplète de la mèche de Merocel®

XI.A.2. **Comportements recueillis durant l'examen d'ECOS**

L'analyse qualitative des comportements observés lors de l'épreuve ECOS a mis en évidence d'autres éléments marquants. Certains gestes vus lors de l'atelier de formation pratique ont été reproduits à l'identique pendant l'évaluation, comme l'utilisation de la pince à l'envers, observée chez un étudiant du groupe A. Une insertion trop verticale de la mèche a également été relevée, aussi bien dans le groupe A que dans le groupe B. Le groupe B a présenté des gestes inhabituels, non identifiées lors de la phase de formation. Par exemple, certains étudiants ont utilisé le

Merocel® comme un tournevis, en le faisant tourner dans la narine, tandis que d'autres l'ont humidifié avant l'introduction, une erreur observée chez deux étudiants sur dix. Enfin, deux autres étudiants n'ont pas su dérouler correctement la mèche de coton, rendant impossible le méchage, leur geste se limitant à un simple tamponnement juste à l'entrée de la narine (**figure 27**). Une partie des étudiants, en raison de l'absence de formation pratique préalable, n'ont pas réussi à aller jusqu'au bout de l'atelier (échec total de méchage) (**tableau 5**). Cependant, ces comportements n'ont pas eu de retentissement en termes de note finale.



*Figure.27 Exemple d'échec du méchage par coton imbibé de xylocaïne naphazolinée.
Coton non déroulé, appliqué en sur le seuil narinaire.*

	Groupe A (n = 10)	Groupe B (n = 10)
Echec du méchage avec le coton imbibé de xylocaïne naphazolinée, n (%)	2 (20%)	5 (50%)
Echec du méchage par Merocel®, n (%)	1 (10%)	4 (40%)
Echec total du méchage, n (%)	0 (0%)	4 (40%)

Tableau.5 Comparaison du nombre d'étudiants n'ayant pas réussi le tamponnement antérieur entre les groupes A et B

XI.B Auto-évaluations des étudiants

Qu'ont pensé les étudiants de leur niveau après leur participation à l'étude ? Chaque étudiant a été invité à s'autoévaluer, tant sur ses compétences théoriques que pratiques. Cela nous a permis de comparer les réponses des groupes A et B (**tableau 6 et figure 28**).

	Groupe A (n = 10)	Groupe B (n = 10)	P (test de Mann-Whitney)
Auto-évaluation sur les connaissances théoriques (/20pts), médiane [Q25-75]	10.0 [8.00; 12.0]	10.0 [8.00; 12.0]	0.65
Auto-évaluation sur les connaissances pratiques (/20 pts), médiane [Q25-75]	12.0 [8.00; 16.0]	8.00 [4.00; 12.0]	0.079

Tableau.6 Comparaison des notes d'auto-évaluation des étudiants entre les groupes A et B

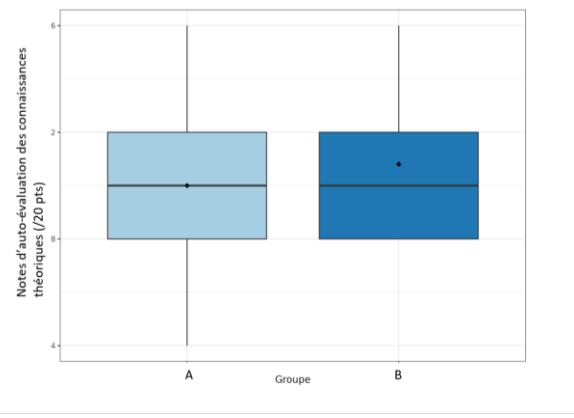


Figure 28.a

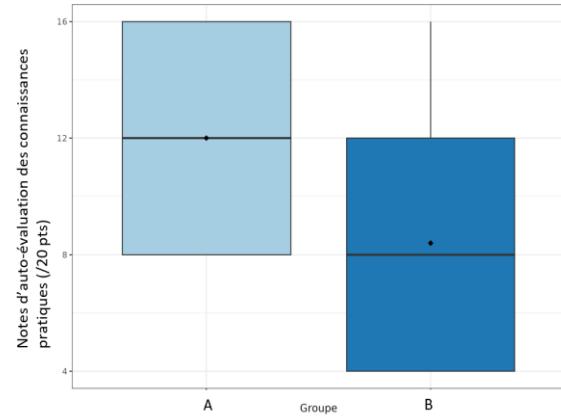


Figure 28.b

Figure.28 Diagrammes en boîte comparant les auto-évaluations des étudiants du groupe A et B

Figure 28.a Diagramme en boîte comparant les auto-évaluations des étudiants sur leurs connaissances théoriques

Figure 28.b Diagramme en boîte comparant les auto-évaluations des étudiants sur leurs connaissances pratiques

Les auto-évaluations des étudiants sur leurs connaissances théoriques montrent une médiane identique dans les deux groupes, 10,0/20 points. Aucune différence statistiquement significative n'est observée à ce niveau ($p = 0,65$). Les intervalles interquartiles sont identiques dans les deux groupes.

En revanche, pour les compétences pratiques, une différence de tendance apparaît : la médiane du groupe A est plus élevée (12,0/20 points) que celle du groupe B (8,00/20 points). Cette différence reste non significative au seuil de 5 % ($p=0,079$). L'analyse des intervalles interquartiles met en évidence une différence plus marquée dans la répartition des réponses. Bien que la dispersion soit équivalente en largeur (étendue interquartile de 8 points pour le groupe A et le groupe B), le groupe A présente des auto-évaluations globalement plus élevées.

XI.C Intérêt ressenti de la formation pratique

Tous les participants ont été satisfaits de l'étude et de son organisation. Une des questions primordiales était de savoir si les étudiants se pensaient prêt(es) à prendre un charge une épistaxis aux urgences à la suite de cette formation. Il s'agit-là d'un des enjeux de l'étude : renforcer la capacité des étudiants à prendre en charge une épistaxis. La majorité des étudiants, soit 90 % dans le groupe A et 80 % dans le groupe B, répondent à l'affirmatif. Il n'existe pas de différence significative entre ces deux groupes ($p=1$) (**tableau 7**).

		Groupe A N (%)	Groupe B N (%)	p (test de Fisher)
Vous sentez vous capable de prendre en charge un patient aux urgences ?	Non	1 (10%)	2 (20%)	1
	Oui	9 (90%)	8 (80%)	-

Tableau.7 Comparaison de la confiance des étudiants des groupes A et B dans leur capacité à prendre en charge une épistaxis aux urgences.

Les étudiants ont -ils considérés l'entraînement au méchage comme bénéfique ? Pour cela, nous leur avons demandé s'ils étaient intéressés par une autre séance pratique. Cette question visait notamment à savoir si les étudiants du groupe A avaient trouvé l'atelier utile, et si ceux du groupe B, qui n'avaient pratiqué que pendant l'examen ECOS, ressentaient un plus grand besoin d'entraînement. Leur réponse diffère en fonction de leur groupe. Le groupe B n'ayant eu qu'une seule séance d'entraînement, à savoir l'évaluation en elle-même, sont plus souvent désireux d'une nouvelle opportunité pour s'entraîner que le groupe A. Ceci est montré de façon significative ($p<0,01$) (tableau 8).

		Groupe A N (%)	Groupe B N (%)	p (test de Fisher)
Voulez-vous participer à une séance de rattrapage ?	Non	7 (70%)	2 (20%)	<0.01
	Oui	3 (30%)	10 (100%)	-

Tableau.8 Comparaison de l'avis des étudiants des groupes A et B concernant la nécessité d'un nouvel entraînement sur simulateur

Quel était le ressenti des étudiants concernant la séance d'entraînement pratique ?

Nous avons interrogé le groupe A afin de savoir si la séance d'entraînement leur avait semblé utile pour leur apprentissage, en complément de la session d'ECOS. Et au contraire, nous avons demandé au groupe B, si une séance d'entraînement pratique aurait été utile en plus de l'ECOS pour retenir les étapes de la prise en charge de l'épistaxis. Nous n'avons pas pu mettre en évidence de différence significative dans leur réponse, mais leurs retours n'étaient pas si évidents que cela : 30% du groupe A ont trouvé que la séance pratique n'était pas nécessaire, et 20% du groupe B n'était pas désireux de réaliser le cours pratique en amont de l'ECOS (**tableau 9**).

		Groupe A N (%)	Groupe B N (%)	p (test de Fisher)
Le cours pratique est-il utile ?	Non	3 (30%)	2 (20%)	1
	Oui	7 (70%)	8 (80%)	-

Tableau.9 Comparaison de l'avis des étudiants des groupes A et B sur l'atelier de formation pratique

Discussion

XII. Justification de la méthodologie

Afin de garantir la validité de notre démarche d'étude, il est important d'expliquer les choix méthodologiques choisis. La sélection des outils d'évaluation et les méthodes de comparaison des groupes ont été guidées par le souci d'adopter des pratiques validées et reconnues dans la littérature.

Comment avons-nous comparé deux groupes de manière rigoureuse et efficace lors de notre étude ?

Comme évoqué en introduction, les approches d'évaluation en situation de simulation ont connu une évolution significative. L'utilisation des ECOS dans l'évaluation des étudiants en médecine a été largement validée. Plusieurs études montrent que les ECOS sont adaptés à l'évaluation fiable des compétences cliniques (30). D'après ces études et, notamment, citons l'analyse systématique de la littérature réalisée en 2024 (31), les ECOS, évaluent efficacement les compétences acquises à travers les simulations et fournissent une méthode valide et fiable d'évaluation. Nous avons ainsi choisi d'adopter ces nouvelles stratégies dans notre étude.

Pourquoi avons-nous choisi d'étudier le temps de réalisation du méchage dans le cadre de cette étude ?

Le temps de réalisation est fréquemment retenu comme critère d'évaluation dans les études. Plusieurs travaux ont montré que le temps nécessaire pour réaliser une intervention, notamment

chirurgicale, est un indicateur pertinent des compétences techniques d'un praticien et de sa progression au fil de l'apprentissage. Le temps d'intervention est ainsi souvent retenu pour évaluer le savoir-faire et l'efficacité des médecins. Par exemple, des études sur la formation des internes en anesthésie-réanimation à l'anesthésie locorégionale sous échographie (32), ou sur l'apprentissage de la voie transradiale en cardiologie (33), ont toutes montré une diminution significative du temps de procédure au fur et à mesure que les praticiens gagnaient en expérience.

Concernant l'utilisation de simulateurs, une étude sur un simulateur d'otoscopie a comparé le temps de réalisation d'une otoscopie entre experts et non-experts : les non-experts mettaient en moyenne 56 secondes contre 31 secondes pour les experts, soit une différence significative (34). De même, une revue de la littérature sur la chirurgie endovasculaire (35) a démontré que la formation sur simulateur permettait de réduire significativement le temps de procédure, soulignant l'impact positif de la simulation sur l'efficacité des interventions.

Ces différentes données nous ont donc conduits à choisir le temps de réalisation du méchage comme critère d'évaluation dans notre étude.

Pourquoi avoir choisi une montre connectée pour la collecte des données électrophysiologiques des étudiants ?

L'utilisation de bracelets connectés a été validée dans la littérature. Par exemple, l'étude intitulée "The Performance of Wearable AI in Detecting Stress Among Students: Systematic Review and Meta-Analysis", publiée en janvier 2024, a évalué l'efficacité de ces dispositifs portables pour détecter et prédire le stress chez les étudiants. Cette méta-analyse a révélé une précision moyenne de 85,6 % (IC à 95 % [70 %-93 %]) dans la classification des niveaux de stress. Ils concluent que ces dispositifs portables montrent un potentiel prometteur pour la détection du stress chez les étudiants. (36)

Pourquoi avons-nous choisi d'analyser le marqueur de stress « SCR-Peak » dans cette étude ?

L'analyse du signal d'activité électrodermale (EDA) permet d'obtenir plusieurs variables dont l'amplitude des réponses électrodermiques (SCR-Peak-Amplitude), le nombre de pics observés (SCR-Peak-N), le temps moyen de montée des réponses, ou encore la somme des aires sous les courbes (SCR-AUC). Selon des études comme celle de Jainendra Shukla (« Feature Extraction and Selection for Emotion Recognition from Electrodermal Activity ») (26), les deux variables les plus importantes sont l'amplitude des réponses (SCR-Peak-Amplitude) et le nombre de pics (SCR-Peak-N). Parmi elles, le nombre de pics (SCR-Peak-N) est souvent utilisé pour mesurer la réactivité physiologique, comparer des groupes ou détecter une activation générale du système nerveux sympathique. Il est décrit comme l'indicateur le plus robuste face aux variations individuelles ou environnementales (25) (37). C'est pour toutes ces raisons que nous avons choisi d'utiliser ce marqueur dans notre étude.

XIII. Explication des résultats

Bien que les résultats de cette étude ne soient pas statistiquement significatifs, certaines tendances observées laissent entrevoir un potentiel pédagogique du simulateur d'épistaxis. L'absence de significativité peut s'expliquer par plusieurs facteurs, qu'il convient d'analyser.

XIII.A La puissance de l'étude :

Parmi les facteurs pouvant expliquer l'absence de résultats statistiquement significatifs, le manque de puissance de notre étude apparaît évident. En raison de la taille limitée de l'échantillon et de l'absence de données préexistantes dans la littérature, la puissance statistique de notre étude est estimée à seulement 6,2 %, ce qui est très en dessous du seuil de 80 % habituellement attendu. Pour détecter la différence observée dans les scores ($d \approx 0,15$) avec une puissance de 80 % et un seuil alpha de 0,05, il aurait fallu inclure environ 655 participants par groupe, soit plus de 1 300 au total. De tels effectifs sont difficilement atteignables dans ce type de recherche. De plus, la faible taille de l'échantillon rend la différence de moyenne observée difficile à interpréter, car elle reste modeste.

Cependant, notre étude ne s'écarte pas de ce qui est généralement réalisé dans la littérature en termes d'effectifs. À titre d'exemple, prenons la méta-analyse des études sur simulateurs en ORL (16). Ces travaux incluent des effectifs comparables : une étude sur la simulation de la fibroscopie a inclus 30 médecins, une autre sur la myringotomie a validé un simulateur avec 15 étudiants et 13 chefs de clinique, et l'étude de 2007 sur simulateur de mastoïdectomie en a inclus 10. Ainsi, nos effectifs restent cohérents avec ce qui se fait dans le domaine.

Il faut également noter que la validation des simulateurs reste complexe, en particulier en raison de l'absence de lignes directrices claires sur les critères méthodologiques à suivre. Une revue de la littérature publiée en 2009 (38) sur la validation des simulateurs chirurgicaux, couvrant les publications de 1980 à 2008, concluait qu'il n'existe pas de recommandations générales sur les méthodes ou l'interprétation des résultats de validation.

XIII.B Le système de notation d'ECOS

En ce qui concerne les examens cliniques objectifs structurés (ECOS), ceux-ci sont largement appréciés pour leur capacité à standardiser l'évaluation des compétences cliniques. Le

Le système de points permet une quantification objective des performances, contribuant ainsi à une évaluation plus équitable et à un meilleur suivi des progrès des étudiants. De nombreux auteurs soulignent que le recours à des grilles de notation précises et à des critères explicites réduit la subjectivité des évaluateurs.

Quelle interprétation donner aux résultats des ECOS dans notre étude ? Même s'il n'existe pas de différence entre les médianes des notes théoriques, pratiques et totales, quelques conclusions peuvent tout de même être tirées.

XIII.B.1 Pertinence de la grille d'évaluation

Bien que la grille d'évaluation type ECOS soit adaptée à des examens comme l'EDN (Epreuve Dématérialisées Nationales), elle nous a semblé lors de notre étude moins pertinente pour l'évaluation des gestes pratiques. Ce ressenti a été exprimé lors de nos évaluations par l'investigateur et les deux examinateurs. Par exemple, certains étudiants n'ont pas réussi à réaliser un méchage, faute de l'avoir déjà vu ou pratiqué, mais ont tout de même obtenu des points pour la partie clinique et leurs notes pratiques ne traduisent pas cette absence de geste. À l'inverse, un étudiant ayant réalisé un méchage trop brusque a été noté de manière similaire, ce qui remet en question la précision de l'évaluation du geste technique. Ainsi, nous pouvons supposer qu'une nouvelle grille d'évaluation centrée uniquement sur l'aspect technique de la procédure, sans prendre en compte le contexte clinique, aurait probablement permis de mieux révéler les erreurs observées lors des épreuves.

XIII.B.2 Une tendance à de meilleurs résultats théoriques dans le groupe B

Il apparaît que le groupe B ait obtenu de meilleures performances à l'évaluation théorique, comme en témoignent les valeurs plus élevées de l'intervalle interquartile des notes théoriques. Une hypothèse possible est que les participants n'ayant pas bénéficié de formation pratique

(groupe B) sont restés plus systématiques et rigoureux dans leur raisonnement théorique. À l'inverse, les étudiants du groupe A, formés sur simulateur, auraient eu tendance à se projeter plus rapidement vers la réalisation du geste technique, au détriment d'une réflexion théorique plus structurée.

XIII.B.3 *Une disparité des performances selon le type de formation*

Nous avons observé que les intervalles interquartiles des notes théorique, pratiques et totales (note ECOS) étaient plus larges dans le groupe sans formation pratique (groupe B), traduisant une plus grande variabilité des résultats. Cette tendance pourrait suggérer que l'absence de formation pratique laisse davantage place à des disparités individuelles dans l'acquisition des compétences. Ainsi, même en l'absence de différence significative, les résultats laissent penser que l'utilisation d'un simulateur pourrait contribuer à structurer les apprentissages pratiques, en favorisant une homogénéisation des compétences entre les étudiants.

XIII.C Le temps de réalisation du méchage

En ce qui concerne la gestion du temps dans l'évaluation des performances, des limites importantes doivent également être soulignées. Bien que certaines études, comme évoquées précédemment, aient montré que la maîtrise d'un geste est associée à une réduction du temps de procédure, ce facteur ne peut être généralisé à tous les contextes. Une étude portant sur l'apprentissage de l'intubation par fibroscopie (36) a, par exemple, montré que le temps nécessaire pour accomplir une tâche sur simulateur ne prédisait pas efficacement la performance réelle en situation clinique. Ces résultats suggèrent que le simple chronométrage d'une tâche simulée n'est pas un parfait indicateur des compétences cliniques. Les auteurs rappellent d'ailleurs que se focaliser uniquement sur la rapidité d'exécution peut occulter la complexité et les nuances propres aux gestes réalisés sur un patient réel.

Toutefois, l'amélioration du temps de prise en charge n'est pas anodine. Il paraît en effet légitime de penser qu'une réduction du temps de méchage contribue à diminuer l'inconfort du patient. Les résultats de notre étude suggèrent que ce sont une partie des étudiants du groupe A qui effectuent le plus rapidement un tamponnement nasal. En comparant les intervalles interquartiles des groupes A et B, on observe que les étudiants les plus performants du groupe A peuvent réaliser ce geste jusqu'à 3 minutes et 15 secondes plus vite que les autres, ce qui constitue un gain de temps non négligeable du point de vue confort du patient.

XIII.D La mesure du stress lors de l'ECOS

L'anxiété et la confiance personnelle des étudiants semblent être influencées par l'usage d'atelier de simulation. Les facteurs psychologiques comme l'anxiété et la confiance en soi jouent un rôle essentiel dans la performance clinique des étudiants. Lorsqu'ils commencent leur apprentissage en milieu réel, ils manquent souvent de connaissances, de compétences techniques et de savoir-faire en communication, ce qui génère du stress et un manque de confiance (19). Un niveau élevé d'anxiété peut nuire à la qualité des soins, augmenter le risque d'erreurs, et impacter négativement la réussite des gestes cliniques. S'exercer dans un environnement sûr, comme la simulation, permet aux étudiants de gagner en sérénité, en assurance, et d'améliorer leur efficacité. Une enquête (19) a mesuré les niveaux d'anxiété et de confiance avant et après une séance de simulation. Les résultats ont montré une baisse significative de l'anxiété et une hausse notable de la confiance après la simulation.

De ce fait, comment interpréter l'absence de résultats significatifs concernant la mesure du stress dans notre étude ? L'une des explications possibles réside dans les limites de fiabilité des mesures physiologiques obtenues avec la montre connectée EMPATICA E4. Comme nous l'avons évoqué précédemment, plusieurs études ont validé la capacité de cette montre à mesurer des paramètres comme la variabilité de la fréquence cardiaque (HRV) et l'activité électrodermale.

Mais d'autres résultats, par exemple ceux de Menghini et al. (39) , divergent : la montre EMPATICA E4 présente une fiabilité modérée pour la mesure de la HRV et des limites importantes pour celle de l'EDA. Les auteurs recommandent donc la prudence lors de l'utilisation de ce dispositif pour évaluer ces paramètres physiologiques dans des contextes de recherche.

Une autre explication possible à l'absence de différence significative dans le niveau de stress chez les étudiants pourrait être que, le passage d'un examen oral reste une situation intrinsèquement stressante, maintenant ainsi les facteurs physiologiques de stress élevés.

XIII.E Retour des auto-évaluations

Un fait intéressant mérite d'être souligné : une étude ayant évalué l'impact de la fidélité des simulations médicales sur les performances et la confiance des étudiants en médecine (40) a montré que ceux ayant bénéficié d'une formation sur simulateur présentaient des scores d'auto-évaluation significativement plus élevés, ainsi qu'une confiance en soi parfois excessive, ce qui pouvait conduire à une surestimation de leurs compétences. C'est d'ailleurs ce que semblent indiquer les résultats du questionnaire d'auto-évaluation rempli par les étudiants dans notre étude. Bien qu'aucune différence statistiquement significative n'ait été retrouvée, les étudiants du groupe A déclarent des compétences pratiques globalement plus élevées. La valeur p, proche du seuil de significativité ($p = 0,079$), suggère une tendance en faveur d'une meilleure perception de leurs compétences pratiques dans ce groupe. Dans le cadre des programmes éducatifs, cet effet de surestimation de soi est indésirable, car il existe un lien positif entre la sur-confiance et le comportement à risque.

XIII.F La validité du simulateur

L'utilisation de simulateurs présente de nombreux avantages par rapport à l'enseignement théorique et à l'apprentissage de geste technique. En plus de permettre une mise en pratique

active, la simulation semble favoriser une meilleure fixation des connaissances et organisation plus claire des apprentissages. Elle offre un cadre standardisé qui limite les écarts individuels dans la manière d'acquérir et d'appliquer les compétences. Cela se traduit dans notre étude par des intervalles interquartiles plus resserrés dans le groupe ayant bénéficié de la simulation (groupe A), suggérant une homogénéisation des performances. En d'autres termes, la simulation pourrait contribuer à réduire les disparités entre étudiants, en favorisant une progression plus homogène des apprentissages et en ramenant ainsi les étudiants les plus en difficulté vers un niveau plus uniforme et intégré à la norme attendue.

D'un point de vue individuel, les simulateurs offrent un environnement sans risque, propice à l'apprentissage. Les étudiants peuvent répéter les gestes autant de fois que nécessaire, détecter leurs erreurs et bénéficier d'un retour personnalisé. Cela permet ainsi de raccourcir la courbe d'apprentissage (38). Cet entraînement améliore leur confiance et leurs compétences, sans exposer les patients à un quelconque danger (20). Cela contribue également au bien-être des patients, qui ne sont pas sollicités dans les phases d'apprentissage.

Les simulateurs permettent de répondre à une demande croissante : en effet, le manque de pratique demeure une plainte fréquente dans l'éducation médicale (19). L'importance de la répétition dans l'apprentissage a été clairement démontrée. Par exemple, dans l'article intitulé "*Learning and Retention Rates after Training in Posterior Epistaxis Management*", publié dans *Academic Emergency Medicine* en 2008 par Lammers et al (41), les taux d'apprentissage et de rétention des informations ont été étudiés chez des internes en médecine formés à la gestion de l'épistaxis postérieure. L'étude a révélé que le maintien des compétences diminue après l'entraînement, notamment après trois mois. Les internes ayant atteint 100% des objectifs d'apprentissage pour le méchage de l'épistaxis postérieure ont présenté une perte d'environ 60% des informations une semaine après la formation, et cette perte a atteint 100 % après trois mois.

Ces résultats soulignent la nécessité de répéter régulièrement les gestes afin de les maîtriser durablement, ce qui est rendu possible avec le développement de simulateurs.

XIII.G L'intérêt collectif des simulateurs en santé

Sur le plan collectif, la simulation présente des valeurs éthiques importantes pour l'apprentissage. Selon les principes de la bioéthique, les patients ont le droit de choisir leur traitement. Ainsi, bien que les étudiants en médecine doivent être étroitement supervisés, il est inévitable que certains d'entre eux causent parfois des blessures évitables aux patients. Dans certains cas, les patients ne se rendent même pas compte qu'ils sont traités par un étudiant, ce qui soulève des questions éthiques concernant leur consentement et leur sécurité. L'enseignement basé sur la simulation permet de réduire de manière significative la nécessité de former les étudiants sur de vrais patients, contribuant ainsi à répondre à cet impératif éthique de minimiser les risques pour les patients tout en offrant une formation de qualité aux futurs professionnels de santé (42).

Sur le plan sociétal, l'essor de la simulation répond également à des enjeux économiques, en permettant un gain financier en réduisant les erreurs médicales et en optimisant les temps de formation. De plus en plus de simulateurs, toujours plus performants, voient le jour, mais leur coût reste élevé. Cependant, la littérature montre que les simulateurs sont souvent classés en fonction de leur fidélité : les mannequins haute-fidélité, plus réalistes et dotés de nombreuses fonctionnalités, sont souvent privilégiés. Pourtant, aucune preuve solide ne montre qu'ils soient plus efficaces pédagogiquement que les simulateurs de basse fidélité. Plusieurs études tendent même à démontrer leur non-supériorité (40). Concernant le développement d'un simulateur de santé, le financement constitue un facteur essentiel à prendre en compte. Par exemple, un mannequin d'épistaxis électronique commercialisé aux États-Unis est vendu à 825 USD. C'est dans cette optique, que l'équipe d'ORL du CHU de Lille a développé un modèle d'enseignement

pratique de la gestion des épistaxis, avec l'objectif, à terme, de le diffuser aux UFR de médecine en France, tout en maintenant un coût raisonnable.

Les enjeux économiques de la simulation ont fait l'objet d'études approfondies, notamment dans le rapport du NHS (79), qui souligne que la simulation, sous toutes ses formes, doit jouer un rôle central dans l'amélioration de la sécurité des soins. En France, la Haute Autorité de Santé (HAS) a émis, en 2012, des recommandations visant à promouvoir la simulation dans le domaine de la santé (12). L'aspect économique a constitué un levier essentiel dans cette initiative. En effet, selon le principe qu'il est plus rentable d'entraîner des pilotes sur des simulateurs au sol plutôt que de faire voler un avion de ligne, ce raisonnement s'applique à la simulation en santé. L'état des lieux du financement de la simulation en France, tel que présenté par l'HAS, met en lumière l'importance des dimensions économiques et politiques dans ce domaine.

XIV. Finalité de l'étude

Cette étude exploratoire sur l'utilisation des simulateurs d'épistaxis illustre la pertinence de leur intégration dans la formation des étudiants en médecine. Si les résultats obtenus en termes de notes d'ECOS, de « temps de réalisation du méchage » et de niveau de stress sont globalement comparables entre les groupes, l'expérience met en avant la faisabilité et l'intérêt pédagogique de la simulation pour l'apprentissage de gestes techniques spécifiques et rarement rencontrés lors du cursus classique.

Renouveler l'expérience sur des effectifs plus importants permettrait d'affiner ces observations et de mieux évaluer l'impact de la simulation sur l'acquisition des compétences pratiques. Par ailleurs, il serait pertinent d'étudier l'effet de la répétition des séances d'entraînement sur la maîtrise des gestes, afin d'optimiser le parcours pédagogique. Enfin,

l'introduction d'une station d'ECOS pratique dédiée à l'épistaxis au sein des évaluations facultaires pourrait constituer une évolution intéressante dans la formation et l'évaluation des futurs médecins.

Ainsi, cette étude ouvre des perspectives pour une meilleure intégration de la simulation dans l'enseignement médical, avec pour objectif de renforcer la qualité de la formation pratique et la préparation des étudiants à la prise en charge de situations cliniques courantes.

Annexes

Annexe.1 Lettre d'information

Bonjour,

Nous débutons une étude concernant la validation de l'intérêt pédagogique d'un simulateur d'épistaxis.

Nous voudrions vous proposer de participer à notre étude dont le but est de vous apprendre à mécher dans les meilleures conditions.

Nous voulons pouvoir améliorer l'apprentissage de la prise en charge de l'épistaxis.

Comment va se dérouler la recherche ?

- Vous participerez tous à un cours théorique dont le thème porte sur la prise en charge de l'épistaxis. Il sera réalisé par le Pr Mortuaire.
- Puis, vous serez répartis en deux groupes. L'un des groupes participera à une formation pratique au centre présage.
- Enfin, vous réaliserez tous une épreuve de type ECOS concernant la prise en charge de l'épistaxis. Nous débrieffrons pour chacun des performances durant ce test.

Quels sont les bénéfices attendus de ma participation à l'étude ?

- Cette étude vous sera **bénéfique en termes d'expérience**. Elle vous permettra de maîtriser la prise en charge de l'épistaxis. Vous avancerez sur **l'apprentissage du module d'ORL**- item 87 Epistaxis. Et vous vivrez un **premier contact des évaluations sous forme d'ECOS**. Votre participation n'est pas contrainte uniquement par votre présence aux différents ateliers. Vous serez récompensé par des **points ECTS**.
- Par la même occasion, votre participation permettra de valider l'utilisation du simulateur d'épistaxis aussi bien l'ensemble des étudiants mais aussi pour les internes, les médecins urgentistes ou généraliste ou le corps médical prenant en charge une épistaxis.



Figure.29 Informations distribuées par mail à l'ensemble des étudiants

Lettre d'information pour les participants :

Etude : Validation de l'Impact Pédagogique d'une Formation sur Simulateur de méchage dans la Prise en Charge de l'Épistaxis

Organisme responsable de la recherche :

Université de Lille (Centre de simulation PRESAGE - 1 Pl. de Verdun, 59000 Lille - 03 20 62 69 22)

Responsable scientifique de la recherche :

Pr G. Mortuaire

geoffrey.mortuaire@chu-lille.fr

Coordinateur scientifique :

Dr. Ramy Azzouz

ramy.azzouz@univ-lille.fr

Madame, Monsieur,

Le présent document décrit l'étude à laquelle il vous est proposé de participer. Il résume les informations actuellement disponibles en répondant à plusieurs questions que vous pouvez vous poser dans le cadre de votre participation à cette recherche.

Avant de choisir d'y participer ou non, il est important que vous preniez connaissance de son but et de ce qu'elle implique.

1) Pourquoi me propose-t-on de participer à cette étude ?

- Cette étude vous est proposée car nous voulons vous aider dans l'apprentissage de la prise en charge d'une épistaxis et de son méchage.

2) Quels sont les objectifs de la recherche ?

- L'objectif principal de cette étude est de valider l'intérêt pédagogique de l'apprentissage sur simulateur de la prise en charge d'une épistaxis.

3) Comment va se dérouler la recherche ?

- Vous participerez tous à un cours théorique dont le thème porte sur la prise en charge de l'épistaxis. Ce cours est conforme aux recommandations de la SFORL et conforme à l'item 87 du collège Français d'ORL et chirurgie cervico faciale (5^e édition).
- Puis, vous serez réparti en deux groupes. L'un des groupes participera à une formation pratique au centre présage.
- Enfin, vous réaliserez tous une épreuve de type ECOS concernant la prise en charge de l'épistaxis. Au cours de cet atelier, chacun d'entre vous bénéficiera d'un débriefing personnalisé.

4) Que se passera-t-il à la fin de ma participation à cette recherche ?

A la fin de la recherche, nous espérons que vous aurez acquis les étapes de prise en charge d'une épistaxis.

Vous aurez la possibilité d'être informé des résultats globaux de l'étude ou des résultats vous concernant.

5) Quels sont les bénéfices attendus de ma participation à l'étude ?

- Pour le participant : cette étude vous permettra de maîtriser la prise en charge de l'épistaxis. Vous avancerez sur votre apprentissage du module d'ORL. Vous vivrez une première expérience d'évaluation sous la forme d'ECOS ;
- Pour la collectivité : Votre participation permettra de valider l'utilisation du simulateur d'épistaxis aussi bien pour les étudiants, que pour les internes, les médecins urgentistes ou généraliste ou le corps médical prenant en charge une épistaxis.

6) Ma participation à l'étude comporte-t-elle des risques et/ou des contraintes particulières ?

Votre participation à cette étude n'entraînera pas de participation financière de votre part.

Les contraintes qu'implique la participation à cette étude sont les contraintes de temps liées à la participation aux ateliers, au remplissage des questionnaires et à la réalisation des tâches.

7) Quels sont mes droits en tant que participant à la recherche ?

Vous êtes totalement libre d'accepter ou de refuser de participer à cette étude sans avoir à vous justifier et sans conséquence pour vous.

Vous n'êtes pas obligé(e) de nous donner votre décision tout de suite.

En cas d'acceptation, vous pourrez à tout moment revenir sur votre décision, sans nous en préciser la raison par simple mail au Responsable scientifique de la Recherche.

8) Comment sont gérées vos données personnelles ?

Dans le cadre de cette étude, un traitement de vos données personnelles sera mis en œuvre. Il est fondé sur l'article 6.1 e) du Règlement Général sur la Protection des Données : le traitement est nécessaire à l'exécution d'une mission d'intérêt public ou relevant de l'exercice de l'autorité publique dont est investi le responsable du traitement.

Ces données sont utilisées uniquement dans le cadre de cette étude et sont traitées par le responsable scientifique ou les personnes placées sous son autorité et astreintes à une obligation de confidentialité.

Inventaire des catégories de données traitées :

Catégorie de données	Détail	Origine	Durée de conservation	Destinataires
Identification	Noms Prénom			
Vie professionnelle	-Absence de formation concernant la prise en charge d'une épistaxis.			
Santé	-Antécédents de pathologie cardiovasculaire -Traitement interférant avec la prise des paramètres vitaux (fréquence cardiaque, électro conductivité cutanée)	Questionnaire rempli en ligne	10 ans	Investigateur de l'étude

Les données seront anonymisées dès leurs réceptions avant la randomisation.

Ces données seront conservées pendant la durée de l'étude jusqu'à la publication des résultats de l'étude dans le système d'information de l'organisme responsable de la recherche, puis seront archivées pendant 10 ans à l'issue de l'étude. Les responsables scientifiques pourront accéder à ces données à des fins de recherche scientifiques ultérieures pour une finalité compatible avec l'objectif de l'étude uniquement : dans ce cas, vous recevrez préalablement les informations sur ce nouveau traitement qui fera l'objet des formalités réglementaires applicables.

Conformément aux articles *15 et suivants* du règlement général sur la protection des données, vous disposerez des droits suivants :

- Accès : droit d'obtenir communication de vos données personnelles en notre possession

- Information : droit d'obtenir des informations sur le traitement en particulier, ses finalités, les catégories de données traitées, leur source, le nom du responsable du traitement et du délégué à la protection des données, les destinataires ou catégories de destinataires des données, le transfert hors union européenne, vos droits d'accès, de rectification, d'effacement, de limitation du traitement, ainsi que du droit de s'opposer au traitement et du droit à la portabilité des données, droit de retirer votre consentement à tout moment, droit d'introduire une réclamation auprès d'une autorité de contrôle
- Rectification : droit de demander la rectification des données personnelles inexactes ou incomplètes
- Limitation du traitement : droit de demander la limitation du traitement ; les données pourront être conservées mais ne seront traitées qu'avec votre consentement
- Opposition ; vous disposez du droit de refuser à ce que vos données soient collectées et donc du droit à ne pas participer au projet de recherche.

9) A qui dois-je m'adresser en cas de questions ou de problèmes ?

Vous pouvez poser toutes les questions que vous souhaitez, avant, pendant et après l'étude en vous adressant à Salomé Picovschi au 06.49.14.31.71 ou par mail : salome.picovschi@gmail.com

Nous vous remercions d'avance pour l'intérêt que vous porterez à cette étude.

(Initiales du participant)

Annexe.2 Description de l'atelier de simulation de l'ECOS et consignes

STATION GESTE TECHNIQUE

DEFINITION DES OBJECTIFS SPECIFIQUES DE LA STATION

Domaine d'ECOS	Stratégie thérapeutique et technique
Situation de départ	147 : Epistaxis
Objectif de connaissance	Item 87 : Epistaxis
Attendus d'apprentissage dans la famille	Echanger avec les différents intervenants (soignants - médecins) pour la réalisation des explorations diagnostiques et thérapeutiques - familles
Attendus d'apprentissage spécifiques « de la situation abordée »	Evaluer le retentissement de l'épistaxis Mettre en place un traitement en urgence Pratiquer un tamponnement antérieur
Attendus d'apprentissage spécifique « valorisation du stage »	Pratiquer un tamponnement antéro-postérieur
Contexte	Homme ou femme, 60 à 70 ans Consultation aux urgences

STATION GESTE TECHNIQUE - GESTE TECHNIQUE 1^{ère} PARTIE CONTEXTE CLINIQUE

VIGNETTE DESTINEE A L'ETUDIANT

Vous êtes médecin de garde et vous recevez pour la première fois Monsieur/Madame J. âgé de 68 ans dans le box des urgences, qui est adressé(e) par son médecin traitant pour un saignement extériorisé par les fosses nasales. Vous constatez une pâleur cutanéomuqueuse. L'IDE est passé(e) voir le(la) patiente avant vous. Vous disposez du dossier paramédical qu'elle (il) a laissé sur place si nécessaire.

Vous disposez de 8-10 min pour :

Mener l'interrogatoire de ce patient afin d'évaluer le retentissement et la sévérité du saignement
Expliquer et réaliser les différentes étapes de prise en charge vous permettant de réaliser un tamponnement antérieur

Modalité de début du scénario :

Vous n'aurez pas à décrire l'examen physique général du patient. Vous pouvez prendre un temps de réflexion. L'atelier débute lorsque que vous accueillez le patient.

CONSIGNES A L'INTENTION DE L'EXAMINATEUR EVALUATEUR

RAPPEL DU SCENARIO

Objectifs techniques/cliniques :

Etape 1 :

L'étudiant doit être capable de mener un interrogatoire ciblé permettant, de mesurer la sévérité du saignement (retentissement hémodynamique, abondance, fréquence), et d'identifier les facteurs de risque de gravité favorisant la récidive.

Etape 2 :

L'étudiant doit être capable d'expliquer les différentes étapes de la prise en charge :

Faire réaliser par le patient un mouillage pour évacuation des caillots

Pratiquer une compression bilatérale des ailes de nez

Préparer la fosse nasale en vue d'un méchage par la mise en place d'un coton imbiber de xylocaïne naphazolinée

Examiner la fosse nasale par une rhinoscopie antérieure

Pratiquer un tamponnement antérieur (en justifiant du recours à un matériau résorbable ou non résorbable selon les caractéristiques du patient)

Lieu de soin : Consultations aux urgences

Position du patient et du candidat dans la salle : le candidat (médecin) est debout, la tête du patient en position verticale légèrement penchée en avant. L'examinateur contrôle la survenue d'un saignement à droite ou à gauche. La conformation de la fosse nasale est soit normale, soit avec une déviation septale droite, soit une déviation septale gauche, à charge de l'étudiant d'appréhender ces difficultés techniques potentielles.

L'ordonnance comportant les traitements habituels du patient et le relevé des constantes sont présents dans le dossier médical laissé à disposition de l'étudiant dans la pièce d'examen.

DOCUMENTS DE SUPPORT ET EQUIPEMENT NECESSAIRES A LA STATION

Acteurs et leur position dans la salle	Candidat (médecin) debout. La tête du patient en position verticale légèrement penchée en avant.
Équipement / Aménagement de la salle	Un haricot et mouchoirs en papier Des cotons hydrophiles Une pince de politzer Un spéculum nasal Un flacon de xylocaïne naphazolinée (liquide bleuté dans un flacon déconditionné) Une mèche type merozel Une mèche type surgicel (amené par le service) Une sonde à double ballonnet Une seringue de 10 cc Un flacon de SSI Un flacon eau PPI Des compresses Un ruban adhésif type micropore

	Des abaisses langue
Documents support	Ordonnance avec les traitements habituels du patient Feuille où figurent les constantes cliniques du patient

INSTRUCTIONS A L'EXAMINATEUR EVALUATEUR

ETAT D'ESPRIT / COMPORTEMENT : N/A

DONNEES COMPLEMENTAIRES

Ordonnance comportant les traitements habituels du patient
Feuille comportant les constantes cliniques du patient
Documents mis à disposition de l'étudiant dans la pièce d'examen à côté du participant standardisé

PHRASE DE DEMARRAGE :N/A

IDENTITE :

Mr/Mme J
Age : 68 ans
Taille : 170 cm Poids : 87 kg

CONTEXTE SOCIO-PROFESSIONNEL - LOISIRS

Marié, 2 enfants
Profession : retraité administration hospitalière
Fumeur : sevré depuis 2 mois
Intoxication alcoolique : occasionnelle
Autre toxique : Non

ANTECEDENTS PERSONNELS

Médicaux : HTA, dyslipidémie, diabète de type II, Infarctus du myocarde il y a 2 mois avec pose de 2 stents actifs
Chirurgicaux : adénoïdectomie dans l'enfance
Allergie : aucune

ANTECEDENTS FAMILIAUX

Aucun

MEDICAMENTS ACTUELS

Ramipril
Metformine
Aspirine
Clopidogrel
Pantoprazole
Atorvastatine
Bisoprolol

SYMPTOMES

La principale plainte est une épistaxis antérieure droite ou gauche persistante depuis 48h avec des phases d'accalmie et des reprises hémorragiques. L'épistaxis est survenue après un impact facial sur une porte.

L'état général du patient est conservé. Il présente néanmoins une pâleur cutanéo-muqueuse
Les constantes cliniques (qui seront disponibles dans le dossier médical) sont :

- Tension artérielle : 90/50 mmHg
- TRC : 3 secondes
- Saturation : 94%
- FC : 80
- FR : 20/minute

Conditions dans lesquelles des informations complémentaires doivent être dévoilées à l'étudiant. Aucune relance spontanée n'est autorisée

N/A

N/A

Annexe.3 Grille d'évaluation de l'ECOS : 1^{er} partie théorique

GRILLE D'OBSERVATION STANDARDISEE – GESTE TECHNIQUE 1^{ère} PARTIE (CONTEXTE CLINIQUE)

APTITUDES CLINIQUES		
Grille d'observation	Rang	Observé = 1 Non observé = 0
Mener un interrogatoire adapté au contexte :		/5
Recherche les constantes cliniques (TA, FC, FR, saturation) pour évaluer la tolérance du saignement Recherche des signes de détresse respiratoire Recherche à mesurer la durée du saignement Recherche à évaluer l'abondance du saignement Recherche un antécédent pertinent (traumatisme, cardiovasculaire, HTA)	A A A A A	1 1 1 1 1
Expliquer les différentes étapes de la prise en charge :		/5
Réaliser un mouchage pour évacuation des caillots Pratiquer une compression bilatérale des ailes de nez Préparer la fosse nasale en vue d'un méchage par la mise en place d'un coton imbibé de xylocaïne naphazolinée Examiner la fosse nasale par une rhinoscopie antérieure Pratiquer un tamponnement antérieur (en justifiant le recours à un matériau résorbable ou non résorbable selon les caractéristiques du patient)	A A A A A	1 1 1 1 1
<u>Total</u>		

COMMUNICATION ET ATTITUDES					
	Insuffisante	Limite	Satisfaisante	Très Satisfaisante	Remarquable
Aptitude à écouter	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Aptitude à structurer/ mener l'entrevue					
Communication non verbale					
<u>Total</u>					

PERFORMANCE GLOBALE DE L'ETUDIANT				
Insuffisante	Limite	Satisfaisante	Très Satisfaisante	Remarquable
Note finale		/20		

Merci de reporter sur la fiche nominative manuscrite la note finale

Si faute grave de l'étudiant (à l'appréciation de l'examinateur) : -5 points avec justification manuscrite approuvée par le superviseur de la discipline.

Interrogatoire – Performance globale

Merci d'évaluer dans quelle mesure les aptitudes de l'étudiant à mener l'interrogatoire et à décrire sa prise en charges sont satisfaisantes

Performance Insuffisante	Performance Limite	Performance Satisfaisante	Performance Très Satisfaisante	Performance Remarquable
<i>Recueille les informations qui ne correspondent pas au tableau clinique</i>	<i>L'interrogatoire est peu structuré Dissocie le recueil des informations relatives aux antécédents et à la gravité de l'épistaxis</i>	<i>L'interrogatoire comprend la majorité des éléments essentiels (ATCD traumatiques et cardiovasculaires, circonstances du saignement, retentissement clinique) permettant d'évaluer la gravité et la sévérité du saignement.</i>	<i>L'interrogatoire comprend la majorité des éléments avec omission de quelques informations mineures et non essentielles</i>	<i>Les aptitudes dépassent les critères d'un candidat ayant une performance très satisfaisante</i>
<i>Interrompt le patient > 2 fois</i>	<i>S'attarde sur les informations non pertinentes S'attarde sur des ATCD non liés au contexte d'épistaxis</i>	<i>Propose et explique correctement la démarche thérapeutique (explication adaptée au patient avec reformulation et attitude rassurante)</i>	<i>Propose une démarche thérapeutique adaptée (présentation chronologique des différentes étapes menant au méchage)</i>	<i>Communique avec assurance et sans erreur</i>
<i>Utilise le jargon médical</i>	<i>Décrit de manière non hiérarchisée les étapes de sa prise en charge Interrompt le patient > 1 fois et maximum 2 fois</i>	<i>Évite d'interrompre</i>	<i>Évite d'utiliser le jargon médical Résume au patient les informations</i>	

Annexe.4 Grille d'évaluation de l'ECOS : 2° partie pratique

GRILLE D'OBSERVATION STANDARDISEE – GESTE TECHNIQUE 2^{ème} PARTIE

APTITUDES CLINIQUES		
Grille d'observation	Rang	Observé = 1 Non observé = 0
<u>Procéder aux différentes étapes de la procédure conduisant au tamponnement antérieur</u> Mouchage pour évacuation des caillots Compression bilatérale des ailes de nez (théoriquement 10 min) Mise en place d'un coton imbibé de xylocaïne naphazolinée Examen de la fosse nasale par une rhinoscopie antérieure Caractérisation de l'architecture septale Pratiquer un tamponnement antérieur	A	1 1 1 1 1 1 1
<u>Evaluer l'efficacité de la technique :</u> Contrôle en bouche avec abaisse langue	A	1
<u>En cas de persistance de l'épistaxis :</u> Pratiquer un tamponnement antéro-postérieur à la sonde à double ballonnet	B	1
<u>Préciser les mesures d'accompagnement à visée symptomatique :</u> Antalgiques Antibiotiques le cas échéant Antihypertenseurs si nécessaire Gestion des anticoagulants si identifiés dans les traitements	A	1 1 1 1
<u>Erreurs à éviter :</u> Manipulation brutale des instruments avec geste agressif Introduction du matériel obliquement vers le haut (et non pas en longeant le plancher de la fosse nasale) Méchage au coton dans le vestibule et non selon une approche horizontale d'arrière en avant Pas de contrôle de l'étanchéité des ballonnets avant leur utilisation Tamponnement antérieur bilatéral d'emblée	A	-1 -1 -1 -1 -1
<u>Total</u>		

PERFORMANCE GLOBALE DE L'ETUDIANT				
Insuffisante	Limite	Satisfaisante	Très Satisfaisante	Remarquable

Note finale	/20
-------------	-----

Merci de reporter sur la fiche nominative manuscrite la note finale
Si faute grave de l'étudiant (à l'appréciation de l'examinateur) : -5 points avec justification manuscrite approuvée par le superviseur de la discipline.

Stratégie thérapeutique – performance globale

Merci d'évaluer dans quelle mesure les aptitudes de l'étudiant à proposer la stratégie diagnostique sont satisfaisantes :

Performance Insuffisante	Performance Limite	Performance Satisfaisante	Performance Très Satisfaisante	Performance Remarquable
<p><i>La stratégie thérapeutique ne correspond pas à la situation clinique</i></p> <p><i>La proposition de la stratégie thérapeutique est peu pertinente :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Omissions des étapes clés de préparation de la fosse nasale - Inexactitudes dans la procédure de tamponnement <p><i>N'arrive pas à intégrer la persistance du saignement pour établir une stratégie complémentaire de tamponnement par sonde à ballonnet</i></p> <p><i>N'arrive pas à préciser les mesures d'accompagnement symptomatique</i></p>	<p><i>Propose une stratégie thérapeutique qui comprend la plupart des éléments avec quelques omissions/erreurs mineures</i></p> <p><i>Décrit Correctement les mesures d'accompagnement symptomatique</i></p>	<p><i>Propose une stratégie thérapeutique qui comprend l'ensemble des éléments avec une justification claire et structurée des mesures d'accompagnement symptomatique</i></p>		<p><i>Les aptitudes dépassent les critères d'un candidat ayant une performance très satisfaisante</i></p> <p><i>Agit sans erreur et sans hésitation</i></p>

Annexe.5 Questionnaire d'auto-évaluation et de satisfaction au décours de l'épreuve



Comment évalues-tu ton aptitude à mener un interrogatoire ?

Ajoutez un commentaire seulement si vous sélectionnez la réponse.

- insuffisant
- limite
- satisfaisant
- très satisfaisant
- remarquable
-

Comment évalues tu ta technique de méchage ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- insuffisant
- limite
- satisfaisant
- très satisfaisant
- remarquable
-

Ce projet a-t-il clarifié la prise en charge de l'épistaxis ?

- oui tout à fait
- non, je vais devoir ouvrir le collège d'ORL

Te sens tu désormais capable de prendre en charge une épistaxis aux urgences ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- Pas sûr(e)
- oui, ça pourrait le faire

Pour le groupe A : Penses-tu que le cours théorique seul aurait été suffisant pour l'apprentissage, sans la formation pratique ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- Oui
- Non

Pour le groupe B : Penses-tu que l'entraînement d'ECOS était suffisant pour l'apprentissage du geste technique de tamponnement ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- oui, un cours théorique et l'ECOS blanc suffisent.
- non, une formation pratique est nécessaire.

Penses-tu que tous les étudiants devraient avoir accès au simulateur d'épistaxis ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- Oui
- Non
- Peut être

Es -tu satisfait(e) de l'organisation de l'étude ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- Oui, l'étude était bien organisée
- Non, l'étude était mal organisée

Voudrais tu participer à une séance de "rattrapage" sur simulateur ?

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous.

- oui
- non

Annexe.6 Tableau détaillé des notes d'ECOS

Groupe	Examinateur n°1			Examinateur n°2			Examinateur n°1 et n°2		
	Note théorique (/20)	Note pratique (/20)	Note ECOS (/20)	Note théorique (/20)	Note pratique (/20)	Note ECOS (/20)	Note théorique totale (/20)	Note pratique totale (/20)	Note ECOS totale (/20)
A	12.00	12.73	4.89	9.60	12.73	10.56	11.40	12.73	10.72
B	12.00	5.45	6.40	7.20	3.64	6.11	9.60	4.55	7.27
A	9.60	7.27	5.60	11.20	12.73	11.67	10.40	9.09	10.40
B	10.40	10.91	6.80	11.20	12.73	11.67	10.80	9.91	10.80
A	14.40	9.09	7.33	12.00	7.27	7.11	13.20	8.18	7.78
B	10.40	5.45	6.40	14.40	10.91	12.44	11.60	10.36	10.78
A	12.00	12.73	4.89	11.20	7.27	8.89	12.00	11.27	9.72
B	12.00	10.91	5.60	11.20	10.91	10.00	12.00	11.91	10.56
A	15.20	10.91	8.89	13.60	12.73	8.89	14.40	11.91	8.94
B	17.60	12.73	10.67	13.60	10.91	9.44	16.00	12.73	9.72
A	10.40	7.27	4.80	9.60	7.27	8.89	10.40	7.73	8.40
B	12.80	3.64	5.60	6.40	3.64	5.00	9.60	5.45	6.40
A	11.20	9.09	6.40	11.20	12.73	11.67	11.20	10.91	9.60
B	13.60	12.73	8.89	16.00	16.36	14.67	14.40	14.36	11.67
A	8.00	9.09	4.00	9.60	9.09	8.89	8.40	9.09	8.11
A	8.00	5.45	4.00	11.20	10.91	11.11	9.60	8.40	8.56
B	16.00	10.91	8.00	11.20	5.45	7.11	14.00	10.91	7.56
B	9.60	5.45	4.00	11.20	9.09	8.89	9.60	7.27	6.72
A	8.80	9.09	5.60	9.60	9.09	7.78	9.20	8.73	7.56
B	9.60	3.64	4.00	8.80	3.64	7.22	9.20	4.55	5.67

Annexe.7 Temps de méchage pour chaque étudiant

Groupe	Temps de méchage (Secondes)
A	605
B	475,88
A	290,45
B	392,33
A	487,68
B	643,42
A	431,50
B	403,53
A	492,36
B	502,32
A	636,56
B	434,45
A	436,05
B	478,700
A	261,28
A	259,20
B	611,39
B	413,13
A	331,32
B	256,89

Annexe.8 Résultats d'EDA SCR-Peaks-N au repos et pendant l'épreuve

Groupe	SCR-Peaks-N au repos	SCR-Peaks-N pendant l'examen
A	18	41
B	33	115
A	219	31
B	29	60
A	41	67
B	175	63
A	30	44
A	30	44
B	30	70
B	38	87
A	42	66
B	44	33
B	28	52
A	30	62
A	33	84
B	22	57
A	34	106
B	54	97
A	8	69
B	19	55

Annexe.9 Code Python réalisé pour l'étude du signal d'EDA brut

```

import os, re, pandas as pd, neurokit2 as nk
class EDA:
    def __init__(self,
model_excel="eda_model.xlsx",
stat_excel="eda_stat.xlsx"):
        # Ouvre ou crée le fichier Excel pour
stocker les résultats
        self.model_excel, self.stat_excel =
model_excel, stat_excel
        self.df = pd.read_excel(model_excel) if
os.path.exists(model_excel) else pd.DataFrame(
            columns=["Candidat",
"Repos.SCR_Peaks",
"Repos.SCR_Peaks_Amplitude_Mean",
"Examen.SCR_Peaks",
"Examen.SCR_Peaks_Amplitude_Mean"])
        self.df.to_excel(model_excel,
index=False)

    def saveStat(self):
        # Sauvegarde le DataFrame dans l'Excel
stat
        self.df.to_excel(self.stat_excel,
index=False)

    def __del__(self):
        self.saveStat()

    def extraire_data(self, fichier_txt):
        # Lit un fichier texte EDA et extrait
le signal + timestamps
        with open(fichier_txt, "r") as f:
            lines = f.readlines()
            demarrage = float(lines[0].strip())
            signal = [float(l.strip()) for l in
lines[3:]]
            timestamps = [demarrage + i * 0.25 for
i in range(len(signal))]
            return signal, timestamps, demarrage

    def exporter_eda(self, info, phase,
interval_features):
        # Sauvegarde les mesures EDA pour
chaque candidat et chaque phase
        nb_peaks = info["SCR_Peaks"].size
        mean_amplitude =
interval_features["SCR_Peaks_Amplitude_Mean"].v
alues[0]
        idx = self.df[self.df["Candidat"] ==
self.candidat].index[0] if self.candidat in
self.df["Candidat"].values else len(self.df)
        self.df.loc[idx, "Candidat"] =
self.candidat
        if phase.lower() == "repos":
            self.df.loc[idx, "Repos.SCR_Peaks"] =
nb_peaks
            self.df.loc[idx,
"Repos.SCR_Peaks_Amplitude_Mean"] =
mean_amplitude
        elif phase.lower() == "examen":
            self.df.loc[idx,
"Examen.SCR_Peaks"] = nb_peaks
            self.df.loc[idx,
"Examen.SCR_Peaks_Amplitude_Mean"] =
mean_amplitude
        self.saveStat()

    def analyser_eda(self, signal, timestamps,
debut, fin, phase, output_dir="eda_outputs"):

        # Analyse EDA via NeuroKit2 et
sauvegarde les graphiques
        s = [v for i, v in enumerate(signal) if
debut <= timestamps[i] <= fin]
        t = [v for i, v in
enumerate(timestamps) if debut <= timestamps[i]
<= fin]
        signals, info = nk.eda_process(s,
sampling_rate=4)
        interval_features =
nk.eda_intervalrelated(signals)
        self.exporter_eda(info, phase,
interval_features)
        # Sauvegarde graphiques
        plot =
nk.events_plot([info["SCR_Onsets"],
info["SCR_Peaks"], info["SCR_Recovery"]],
signals["EDA_Clean"])
        if plot:
            plot.figure.savefig(os.path.join(output_dir,
f"{self.candidat}_events_plot.png"))
            eda_plot = nk.eda_plot(signals, info)
            if eda_plot and hasattr(eda_plot,
'figure'):
                eda_plot.figure.savefig(os.path.join(output_dir
, f"{self.candidat}_eda_plot.png"))

        def extraire_identifiant(self,
nom_dossier):
            m = re.search(r'(candidat \d+)', nom_dossier.lower())
            return m.group(1) if m else "candidat
inconnu"

        def rechercher_dossiers_ecos(self,
racine="."):
            for root, _, files in os.walk(racine):
                if "ECOS" in
os.path.basename(root):
                    if "eda.csv" in [f.lower() for
f in files]:
                        eda, tags =
os.path.join(root, "eda.csv"),
os.path.join(root, "tags.csv")
                        self.candidat =
self.extraire_identifiant(os.path.basename(root
)))
                        signal, timestamps,
allumage = self.extraire_data(eda)
                        try:
                            df_tags =
pd.read_csv(tags, header=None)
                            debut, fin =
df_tags.iloc[0,0], df_tags.iloc[1,0]
                        except: return
                            if signal is not None:
                                self.analyser_eda(signal, timestamps,
allumage, debut, "repos")

                        self.analyser_eda(signal, timestamps, debut,
fin, "examen")

# Entrée principale
if __name__ == "__main__":
    eda_analyzer = EDA()
    eda_analyzer.rechercher_dossiers_ecos()

```

Références

1. Thomas Jr. H. Teaching Procedural Skills: Beyond “See One-Do One”. *Acad Emerg Med.* 1994;1(4):398-401.
2. Leong S, Roe R, Karkanevatos A. No frills management of epistaxis. *Emerg Med J EMJ.* juill 2005;22(7):470-2.
3. P083 - Epidémiologie, prise en charge et devenir des épistaxis en structure d'urgences https://www.sfmu.org/upload/70_formation/02_eformation/02_congres/Urgences/urgences2014/donnees/communications/resume/resume_396.htm
4. Tunkel DE, Anne S, Payne SC, Ishman SL, Rosenfeld RM, Abramson PJ, et al. Clinical Practice Guideline: Nosebleed (Epistaxis). *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* janv 2020;162(1_suppl):S1-38.
5. Yu J, Wang S, Zhong Z. Frequency and severity of idiopathic epistaxis relative to time of day. *Sci Rep.* 2 déc 2024;14(1):29852.
6. Sethi RKV, Kozin ED, Abt NB, Bergmark R, Gray ST. Treatment disparities in the management of epistaxis in United States emergency departments. *The Laryngoscope.* févr 2018;128(2):356-62.
7. Murray S, Mendez A, Hopkins A, El-Hakim H, Jeffery CC, Côté DWJ. Management of Persistent Epistaxis Using Floseal Hemostatic Matrix vs. traditional nasal packing: a prospective randomized control trial. *J Otolaryngol - Head Neck Surg J Oto-Rhino-Laryngol Chir Cervico-Faciale.* 8 janv 2018;47(1):3.
8. Min HJ, Kang H, Choi GJ, Kim KS. Association between Hypertension and Epistaxis: Systematic Review and Meta-analysis. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg.* déc 2017;157(6):921-7.

9. ORL France [Internet]. 2016. Prise en charge d'une épistaxis de l'adulte. Disponible sur:
<https://www.orlfrance.org/recommandation-sforl-prise-en-charge-dune-epistaxis-de-ladulte/>
10. ITEM 87 Épistaxis - ORL - ClinicalKey Student [Internet]. <https://www-clinicalkey-com.ressources-electroniques.univ-lille.fr/student/content/book/3-s2.0-B9782294766275000013>
11. Comment réaliser un méchage des fosses nasales | Formation Étudiant ORL [Internet]. 2019 . https://www.youtube.com/watch?v=Zol4Phv8_dQ
12. simulation_en_sante_-_rapport.pdf.
https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-01/simulation_en_sante_-_rapport.pdf
13. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. Postgrad Med J. 1 nov 2008;84(997):563-70.
14. Rosen KR. The history of medical simulation. J Crit Care. 1 juin 2008;23(2):157-66.
15. Zhang J, Luo Z, Zhang R, Ding Z, Fang Y, Han C, et al. The transition of surgical simulation training and its learning curve: a bibliometric analysis from 2000 to 2023. Int J Surg Lond Engl. 1 juin 2024;110(6):3326-37.
16. Javia L, Deutsch ES. A systematic review of simulators in otolaryngology. Otolaryngol-Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg. déc 2012;147(6):999-1011.
17. Pettineo CM, Vozenilek JA, Kharasch M, Wang E, Aitchison P. Epistaxis simulator: an innovative design. Simul Healthc J Soc Simul Healthc. 2008;3(4):239-41.
18. Barry Issenberg S, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. Med Teach. 1 janv 2005;27(1):10-28.
19. Yu JH, Chang HJ, Kim SS, Park JE, Chung WY, Lee SK, et al. Effects of high-fidelity simulation education on medical students' anxiety and confidence. PloS One. 2021;16(5):e0251078.

20. Kurien G, Biron VL, Campbell C, Cote DW, Ansari K. Can a multisensory teaching approach impart the necessary knowledge, skills, and confidence in final year medical students to manage epistaxis? J Otolaryngol - Head Neck Surg. 9 oct 2013;42(1):51.
21. Bonnes pratiques en matière de simulation en santé. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/202404/spa_181_guide_bonnes_pratiques_simulation_sante_cd_2024_03_28.pdf
22. Catai AM, Pastre CM, Godoy MF de, Silva E da, Takahashi AC de M, Vanderlei LCM. Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. Braz J Phys Ther. 2020;24(2):91-102.
23. Empatica [Internet]. E4 wristband | Real-time physiological signals | Wearable PPG, EDA, Temperature, Motion sensors. <https://www.empatica.com/research/e4>
24. Mavoungou P. Le « Stress DetectorTM » : un moniteur du stress et de la nociception. Prat En Anesth Réanimation. févr 2010;14(1):43-7.
25. Publication recommendations for electrodermal measurements - - 2012 - Psychophysiology -<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8986.2012.01384.x>
26. Feature Extraction and Selection for Emotion Recognition from Electrodermal Activity. https://www.researchgate.net/publication/331363660_Feature_Extraction_and_Selection_for_Emotion_Recognition_from_Electrodermal_Activity
27. Martín JAÁ. Activité électrodermale (AED) pour les applications socio-sanitaires <https://www.intelligentdata.es/fr/estado-arte-actividad-electrodermica-eda-aplicaciones-sociosanitarias/>
28. Ambroise C, Pironom J, Brunot S, Toczek MC. Validation d'une échelle de mesure du sentiment d'efficacité personnelle spécifique au domaine de l'enseignement en France. Orientat Sc Prof. 1 mars 2019;(48/1):51-101.

29. Makowski D, Pham T, Lau ZJ, Brammer JC, Lespinasse F, Pham H, et al. NeuroKit2: A Python toolbox for neurophysiological signal processing. *Behav Res Methods*. 1 août 2021;53(4):1689-96.
30. Ting Dong 1, Kimberly A Swygert, Steven J Durning, Aaron Saguil, William R Gilliland, David Cruess, Kent J DeZee, Jeffrey LaRochelle, Anthony R Artino Jr et al. Validity evidence for medical school OSCEs: associations with USMLE® step assessments
31. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezeh CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: A review. *Medicine (Baltimore)*. 5 juill 2024;103(27):e38813.
32. Vial F, Mory S, Guerci P, Grandjean B, Petry L, Perrein A, et al. Évaluation de la courbe d'apprentissage du bloc du plan transverse abdominal: étude prospective observationnelle. *Can J Anesth Can Anesth*. 1 juin 2015;62(6):627-33.
33. Noamen A, Ben Amara A, Lajmi M, Hajlaoui N, Fehri W. Simulation versus apprentissage théorique pour la voie transradiale : étude comparative randomisée en cardiologie interventionnelle. *Tunis Médicale*. janv 2023;101(1):47-53.
34. Albrecht T, Nikendei C, Praetorius M. Face, Content, and Construct Validity of a Virtual Reality Otoscopy Simulator and Applicability to Medical Training. *Otolaryngol--Head Neck Surg*. avr 2022;166(4):753-9.
35. See KWM, Chui KH, Chan WH, Wong KC, Chan YC. Evidence for Endovascular Simulation Training: A Systematic Review. *Eur J Vasc Endovasc Surg Off J Eur Soc Vasc Surg*. mars 2016;51(3):441-51.
36. Abd-Alrazaq A, Alajlani M, Ahmad R, AlSaad R, Aziz S, Ahmed A, et al. The Performance of Wearable AI in Detecting Stress Among Students: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 31 janv 2024;26:e52622.

37. Boucsein W, Fowles DC, Grimnes S, Ben-Shakhar G, Roth WT, Dawson ME, et al. Publication recommendations for electrodermal measurements. *Psychophysiology*. août 2012;49(8):1017-34.
38. Schout BMA, Hendrikx AJM, Scheele F, Bemelmans BLH, Scherpbier AJJA. Validation and implementation of surgical simulators: a critical review of present, past, and future. *Surg Endosc*. 25 juill 2009;24(3):536.
39. Menghini L, Gianfranchi E, Cellini N, Patron E, Tagliabue M, Sarlo M. Stressing the accuracy: Wrist-worn wearable sensor validation over different conditions. *Psychophysiology*. nov 2019;56(11):e13441.
40. Massoth C, Röder H, Ohlenburg H, Hessler M, Zarbock A, Pöpping DM, et al. High-fidelity is not superior to low-fidelity simulation but leads to overconfidence in medical students. *BMC Med Educ*. 21 janv 2019;19:29.
41. Lammers RL. Learning and Retention Rates after Training in Posterior Epistaxis Management. *Acad Emerg Med*. 2008;15(11):1181-9.
42. Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. août 2003;78(8):783-8.

AUTEUR : Nom : PICOVSCHI
Date de soutenance : 13 juin 2025

Prénom : Salomé

Titre de la thèse : VALIDATION DE L'IMPACT PEDAGOGIQUE D'UNE FORMATION SUR SIMULATEUR DE MECHAGE DANS LA PRISE EN CHARGE DE L'ÉPISTAXIS – Etude SimuNez

Thèse - Médecine - Lille « 2025 »

Cadre de classement : Simulation, Oto-rhino-laryngologie, pédagogie,

DES : Oto-Rhino-Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale

Mots-clés : Epistaxis, Simulation, Pédagogie

Contexte : L'apprentissage des gestes techniques en médecine est aujourd'hui au cœur d'enjeux éthiques et pédagogiques majeurs. Il n'est plus concevable de former les étudiants directement au contact du patient sans préparation. Face à l'urgence que constitue l'épistaxis, la prise en charge nécessite la maîtrise d'un geste technique précis : le tamponnement nasal. Pourtant, de nombreux jeunes médecins manquent encore d'une formation adaptée pour gérer cette situation potentiellement grave. L'objectif de ce travail est de valider l'intérêt pédagogique d'un simulateur de méchage d'épistaxis pour les étudiants en médecine.

Matériels et Méthodes : Au cours de cette étude deux groupes ont été évalués : l'un bénéficiant d'une formation pratique sur simulateur en complément de l'enseignement théorique (groupe A), l'autre suivant uniquement un enseignement théorique (groupe B). Des étudiants de MED3 ont été répartis dans chaque groupe ($n=10$ par groupe) au cours de cette étude prospective comparative interventionnelle monocentrique. L'objectif principal est de démontrer, à travers un examen d'ECOS, que l'entraînement pratique favorise une meilleure acquisition des compétences techniques. Les objectifs secondaires consistent à évaluer le temps de réalisation du geste ainsi que la gestion du stress par les étudiants lors de cette épreuve pratique.

Résultats : La médiane des notes obtenues à l'ECOS était de 8,75/20 pour le groupe A et de 8,64/20 pour le groupe B. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes, que ce soit pour les performances techniques (notes d'ECOS, $p=0,85$), le temps de réalisation du méchage ($p=0,68$) ou la gestion du stress ($p=0,57$).

Conclusion : Notre étude souligne la pertinence de l'intégration de la simulation dans la formation médicale, ainsi que l'intérêt manifeste des étudiants pour l'apprentissage de gestes techniques peu rencontrés durant le cursus classique.

Composition du Jury :

Président :

Monsieur le Professeur Pierre Fayoux

Assesseurs :

Madame le Docteur Marie Titecat

Monsieur le Docteur Ramy Azzouz

Madame le Docteur Benedicte Rysman

Directeur de thèse :

Monsieur le Professeur Geoffrey Mortuaire