

ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2016

Thèse N° 069/16

PLACE DE LA SIMULATION DANS LA FORMATION À LA GESTION DES URGENCES EN HÉMODIALYSE

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 25/03/2016

PAR

Mlle. MERYEM BELFATMI

Née le 18 Mars 1991 à Rabat

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Urgences – Hémodialyse – Formation – Simulation – Évolution

JURY

M. KANJAA NABIL..... Professeur d'Anesthésie réanimation	PRESIDENT
M. SQALLI HOUSSAINI TARIK..... Professeur de Néphrologie	RAPPORTEUR
Mme. AMARA BOUCHRA..... Professeur de Pneumo-physiologie	JUGES
M. ARRAYHANI MOHAMED..... Professeur agrégé de Néphrologie	
M. BOUKATTA BRAHIM..... Professeur agrégé d'Anesthésie réanimation	

PLAN

I. Introduction	4
II. Rappels :	6
A. Hémodialyse	6
1. Définition.....	6
2. Principes	6
3. Abords vasculaires	9
4. Dialyseur	11
5. Dialysat	11
6. Surveillance d'une dialyse	13
B. Principales urgences en hémodialyse.....	14
1. Arrêt cardio-respiratoire	14
2. Complications cardiaques	15
a. Troubles du rythme	15
b. Douleur thoracique.....	16
3. Complications hémodynamiques	19
a. L'hypotension artérielle	18
b. Le pic hypertensif	19
4. Troubles neurologiques	20
a. Trouble de conscience	20
b. Les convulsions ou état de mal convulsif.....	21
5. Choc anaphylactique	23
C. Simulation	26
1. Définition de la simulation.....	26
2. Définition de la simulation en médecine	26

3.	Principe de la formation à la simulation	27
4.	Méthodologie de la simulation médicale	28
5.	Historique de la simulation en santé.....	30
III.	Matériels et méthodes.....	34
IV.	Résultats	41
V.	Discussion.....	52
1.	Etats des lieux et l'évolution de la simulation à l'échelle mondiale	53
A.	Amérique du nord	54
B.	Europe	55
C.	Maroc.....	56
2.	Différentes techniques de simulation	58
A.	Expérimentation animale	58
B.	Expérimentation humaine.....	58
a.	Utilisation de cadavre humain	58
b.	Le patient standardisé.....	58
C.	Expérimentation synthétique	59
a.	Les simulateurs patients	59
b.	Les simulateurs procéduraux	61
D.	Expérimentation mixte	64
E.	Expérimentation informatique	65
a.	La réalité virtuelle basée sur des interfaces écran	65
b.	L'environnement 3D.....	65

3. Déroulement de la formation par simulation	66
A. le scénario.....	66
a. Le choix des scénarii.....	66
b. La rédaction et description.....	66
B. Les étapes d'une séance de simulation.....	67
a. Briefing.....	67
b. Déroulement du scénario	67
c. Débriefing	68
C. L'évaluation de la séance de simulation	70
D. Evaluation de la satisfaction.....	70
4. Discussion des résultats	71
5. Discussion des perspectives.....	73
VII. Conclusion.....	76
Résumé	77
Annexes.....	81
Bibliographie	98

I. Introduction :

La prise en charge idéale du malade nécessite un savoir, un savoir-faire et un savoir-être optimaux. Pour permettre cela, un enseignement de base est d'abord nécessaire, mais doit être entretenu par une formation médicale continue de qualité.

La formation médicale basée sur la simulation est une discipline jeune, ayant pour but d'améliorer la qualité des soins en santé. C'est un outil pédagogique innovant qui permet un apprentissage de qualité et sécurisé des savoir-faire en particulier dans les situations critiques, sans risque pour le patient en pratique courante. La simulation peut permettre d'identifier certaines faiblesses qui échappent à d'autres formes d'évaluation des professionnels de santé, et peut également ouvrir la voie à des investigations de problèmes clés, tels que l'effet du stress ou de la fatigue sur la performance.

Les études qui utilisent la simulation comme outil de formation ou de recherche requièrent l'investissement de ressources matérielles et humaines, mais permettent en contrepartie l'exploration de questions difficiles à évaluer dans le contexte clinique réel.

Il est d'autant plus intéressant d'utiliser cette formation médicale pratique dans les situations d'urgences médicales les plus critiques, permettant ainsi une amélioration des performances des professionnels de santé, et une meilleure prise en charge du patient malgré le stress engendré en situation réelle.

L'objectif de notre étude était à la fois de participer à la formation continue des résidents du service de néphrologie du CHU Hassan II, grâce à un programme de simulation médicale intéressant les principales urgences rencontrées en hémodialyse, mais aussi d'évaluer l'intérêt de cet apprentissage pratique et de le comparer à l'enseignement théorique conventionnel.

Nous présentons dans ce travail les résultats obtenus et nous discutons les perspectives d'élargissement de l'utilisation de la simulation médicale comme un outil pédagogique.

II. Rappels

A. Hémodialyse

1. Définition

L'hémodialyse correspond à une technique d'épuration du sang par la création d'un circuit extra corporel et son passage dans un dialyseur. C'est le traitement de suppléance d'une fonction rénale déficiente, soit de manière transitoire lorsqu'il s'agit d'une insuffisance rénale aiguë, ou de manière définitive dans l'insuffisance rénale chronique terminale.

L'hémodialyse consiste à mettre en contact le sang du patient avec le dialysat dont la composition est proche de celle du plasma au travers d'une membrane semi perméable appelée le dialyseur.

Elle permet ainsi :

- L'épuration du sang des déchets azotés (urée et créatinine)
- La correction des désordres électrolytiques
- L'élimination de l'excès d'eau anormalement retenu dans l'organisme

2. Principes de l'hémodialyse

L'hémodialyse correspond à des échanges osmotiques entre le plasma et un liquide de dialyse (le dialysat). Ils ont lieu au sein d'un système appelé dialyseur composé de deux compartiments séparés par une membrane semi perméable. Deux principes physiques règlent le passage d'eau et de molécules à travers le dialyseur, ce sont la diffusion et l'ultrafiltration.⁽¹⁾

a. Diffusion :

C'est le transfert passif de molécules à travers une membrane semi perméable du compartiment le plus concentré vers le moins concentré. Pour favoriser les échanges, le sang et le liquide du dialysat circulent en sens opposés permettant ainsi d'optimiser les gradients de concentrations entre les deux compartiments.

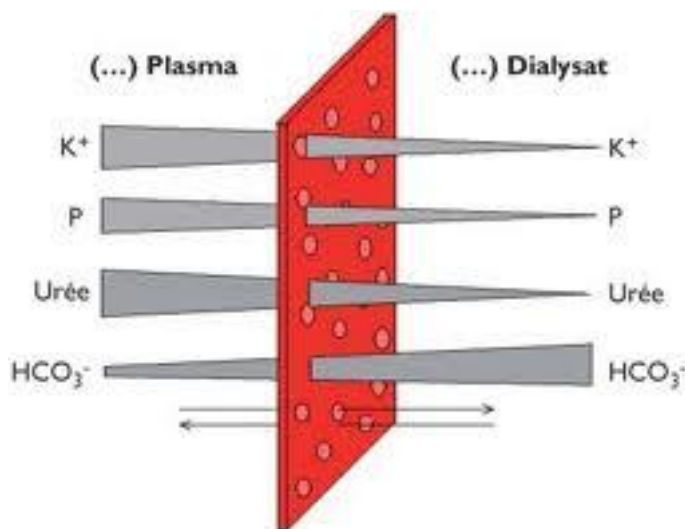


Figure 1 : Principe de la diffusion en hémodialyse

Certains paramètres régulent la diffusion au cours de l'hémodialyse :

- Débit sanguin de la pompe
- Débit du dialysat
- Concentration du dialysat et du sang
- Caractéristiques du dialyseur : type de la membrane, sa surface et son épaisseur.

b. Ultrafiltration :

C'est le transfert d'eau à travers la membrane semi-perméable du dialyseur par l'application de la loi de pression hydrostatique de part et d'autre de cette membrane. En hémodialyse, pour obtenir une ultrafiltration, on crée une pression négative dans le dialysat. Le mouvement d'eau à travers la membrane se fait du compartiment sanguin où la pression est positive vers le dialysat.

La quantité d'eau éliminée dépend de :

- la différence de pression (sang/dialysat)
- la perméabilité de la membrane du dialyseur

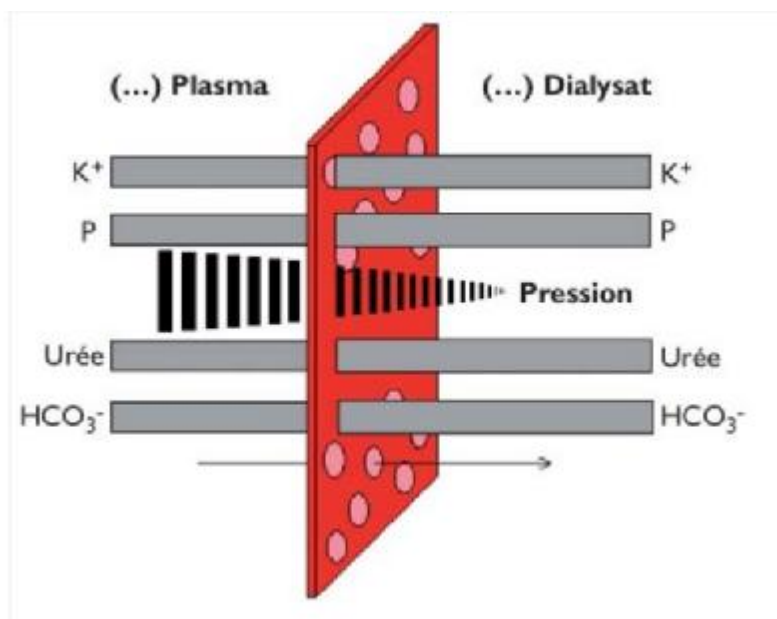


Figure 2 : Principe de l'ultrafiltration en hémodialyse

3. Différents abords vasculaires en hémodialyse

La création d'un abord vasculaire est une étape fondamentale dans la prise en charge du patient insuffisant rénal nécessitant un traitement de suppléance par l'hémodialyse. Le fonctionnement de la machine de dialyse impose d'avoir un débit sanguin élevé au niveau du site de ponction. On distingue deux types d'abords vasculaires en hémodialyse :⁽²⁾

- a. Cathéters veineux centraux
 - Cathéter veineux central temporaire :

La mise en place d'un cathéter est indiquée lorsqu'une séance d'hémodialyse doit avoir lieu en urgence, ou lorsque la fistule artério-veineuse n'est pas encore fonctionnelle.

Il existe plusieurs types de cathéters classés en fonction de la dimension, de la rigidité (souple, rigide, semi rigide), en fonction du nombre des lumières (simple lumière ou double lumière).

Plusieurs sites d'implantation des cathéters sont décrits, on cite principalement :

- Voie fémorale : c'est l'abord le plus ancien et le plus accessible. Le cathéter fémoral ne doit pas rester en place plus de deux semaines, compte tenu de son site qui expose à des complications infectieuses plus fréquentes.
- Voie jugulaire interne : c'est le site de choix pour un cathéter veineux percutané destiné à l'hémodialyse.
- Voie sous-clavière : elle est abandonnée en pratique du fait de ses nombreuses complications à moyen et long termes, telles que la sténose et thrombose de la veine.

- Cathéter de tunnelisé :

Le cathéter de « Canaud » est un cathéter central, de gros calibre, qui a la particularité d'être tunnelisé afin que le point de ponction veineuse soit à distance du point d'émergence du cathéter d'environ 15 à 20 cm. C'est un cathéter pouvant rester en place beaucoup plus longtemps (plusieurs mois) en raison de son excellente biocompatibilité avec un risque infectieux nettement diminué.

On le préconise dans le contexte d'une insuffisance rénale aiguë d'une durée supérieure à 15 jours ou chronique décompensée, en attendant la mise en place d'une fistule artério-veineuse. Il n'est cependant pas utilisé dans l'urgence car sa pose est plus longue et plus complexe qu'un cathéter temporaire.

- b. Fistule artério-veineuse :

Le 1^{er} abord vasculaire a été conçu par Schribner en 1960. Il s'agissait d'un court-circuit externe en téflon/silastic. C'est dans ce contexte que CIMINO et BRESCIA ont ensuite conçu le principe de la Fistule artério-veineuse en 1966. C'est une intervention chirurgicale qui consiste à connecter une veine et l'artère correspondante. Grâce à cette anastomose artério-veineuse, le débit sanguin et le calibre de la veine vont augmenter permettant une épuration extracorporelle correcte.

Dès le début d'une insuffisance rénale chronique terminale, il faut envisager de créer une fistule artério-veineuse (FAV), car celle-ci mettra du temps pour devenir fonctionnelle et ne pourra être utilisée que dans un délai de 4 à 6 semaines.

Selon le site de la fistule, on décrit le plus fréquemment :

- FAV radio-radiale : anastomose entre artère et veine radiales
- FAV radio-cubitale : anastomose entre la veine radiale et l'artère cubitale
- FAV huméro-céphalique : anastomose entre la veine céphalique et l'artère humérale

- FAV huméro-basilique : anastomose entre la veine basilique et l'artère humérale.

Un bon abord doit être : superficiel, de bon débit, de longueur suffisante pour 2 ponctions distantes d'au moins 5 cm.

4. Dialyseur

Le dialyseur se compose de fins tubes capillaires dans lesquels passe le sang, ils baignent dans le dialysat et sont faits d'une membrane semi perméable. La surface membranaire du dialyseur est habituellement entre 0,8 et 2 mètres carré, l'utilisation de dialyseur à grande surface améliore les échanges.

5. Dialysat

C'est une solution électrolytique dont la composition est proche de celle du plasma. Il est formé à partir de l'eau osmosée et de concentrés d'acide et de bicarbonate. En fonction des indications sa composition varie. Il est ainsi enrichi en potassium en cas d'hypokaliémie et enrichi ou pauvre en calcium selon les besoins du patient.

Le dialysat est chauffé à 37°C, il est possible de faire baisser cette température à 35°C ou 36°C afin de générer une vasoconstriction, en cas d'hypotension artérielle par exemple.

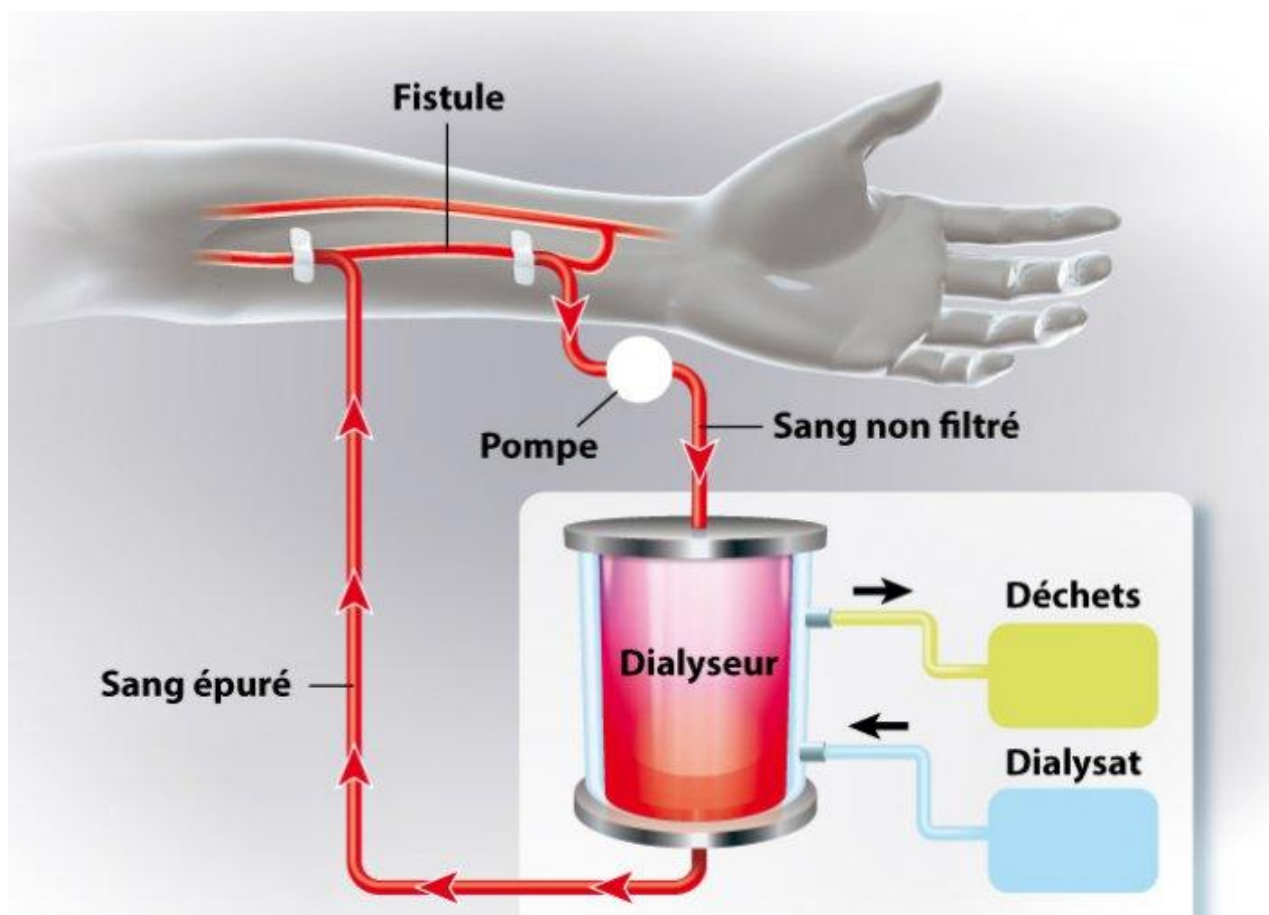


Figure 3 : illustration du circuit de l'hémodialyse

6. Surveillance d'une dialyse :

Durant une séance d'hémodialyse une surveillance rigoureuse est de mise, elle permet de guetter la survenue de complications afin de les prendre en charge précocement.

Pour le patient, nous surveillons :

- Ø La pression artérielle chaque heure
- Ø Le pouls
- Ø L'état neurologique
- Ø La glycémie capillaire au début et à la fin de la séance
- Ø L'abord veineux
- Ø Le poids du patient au début et à la fin de la séance

Pour la machine :

- Ø Les pressions veineuses et artérielles
- Ø La perte de poids évaluée par la machine
- Ø Le circuit extracorporel

Tous les incidents au cours de la dialyse doivent être rapportés.

B. Principales urgences rencontrées en hémodialyse :

1. Arrêt cardio-respiratoire pendant l'hémodialyse :

Le diagnostic de l'arrêt cardio-respiratoire est : Clinique par l'abolition des pouls fémoraux et carotidiens associée à une apnée et électrocardiographique précisant l'existence d'une asystolie ou d'une dissociation électromécanique.

Le registre américain de l'insuffisance rénale (United States Renal Disease Data System - USRDS) indique qu'une durée plus longue de dialyse est associée à une mortalité plus élevée, ce qui amène à penser que la maladie rénale terminale est un facteur direct de maladie cardiaque et un risque accru de mort subite d'origine cardiaque.

Au cours d'une séance d'hémodialyse indiquée en urgence, la cause la plus fréquente de l'arrêt cardiaque est liée à une hyperkaliémie menaçante. Devant un arrêt cardiaque chez un patient en perodialyse, la prise en charge ne peut pas être assurée par un seul médecin. La réanimation cardio-pulmonaire est l'élément fondamental de la chaîne de survie. En effet, en l'absence de celle-ci, la probabilité de survie diminue de 10% chaque minute. ⁽³⁾

Il faudra donc sans plus attendre, assurer les gestes suivants :

- Le massage cardiaque externe qui est le premier temps de la réanimation cardio-respiratoire.
- Le contrôle des voies aériennes supérieures et la ventilation en oxygène, en attendant d'intuber le patient.
- La mise en place un abord veineux.
- L'administration de vasopresseurs : Adrénaline 1 mg toutes les 3 à 5 minutes.

L'équipe de réanimation doit être alertée, et la séance d'hémodialyse doit être arrêtée avec restitution.

2. Complications hémodynamiques :

a. Hypotension perodialytique

C'est la complication la plus fréquente durant une séance d'épuration extra-rénale, en particulier lorsqu'il s'agit d'une hémodialyse aiguë en raison de la mauvaise tolérance hémodynamique. En hémodialyse chronique l'incidence des hypotensions induites par l'hypovolémie est de 20 %. Elle survient le plus souvent chez les mêmes patients prédisposés à l'hypotension induite par la dialyse. Pendant une séance d'hémodialyse aiguë, les étiologies de l'hypotension artérielle sont nombreuses.

Nous distinguons :

- L'hypovolémie induite par l'ultrafiltration. Elle est due aux variations rapides et importantes du volume plasmatique. Il s'agit de l'étiologie la plus fréquente.
- La température du dialysat élevée. En effet, une augmentation de la température se traduit par une vasodilatation artérielle, engendrant une hypovolémie relative et ainsi une hypotension artérielle.
- Les états de choc : l'hypotension artérielle est due à la libération de substances vasodilatatrices due à l'ischémie tissulaire.
- L'anémie < 10g/dl d'hémoglobine
- L'hypotension perodialytique d'origine cardio-vasculaire. Elle a pour causes habituelles : l'altération de la fonction cardiaque diastolique ; l'insuffisance ventriculaire gauche ; l'insuffisance coronarienne aiguë ; l'utilisation de bêtabloquants.

Pour prévenir ces hypotensions per dialytiques, il faut:

- Assurer le maintien d'une volémie suffisante en surveillant la pression veineuse centrale
- Maintenir un taux d'hémoglobine > à 10 g/dl
- Assurer l'oxygénation du patient
- Régler la température du dialysat à 36°C voire 35° ou 35,5°C afin de favoriser la vasoconstriction artérielle.

En cas de survenue d'une hypotension per dialytique, il faut penser à:

- Baisser le débit sanguin de la pompe aux alentours de 150 à 180 ml/min
- Baisser voir arrêter l'Ultrafiltration
- Réaliser la position de Trendelenburg, si la situation clinique du patient le permet (absence d'un cathéter fémoral).
- Remplissage par perfusion de sérum salé hypertonique
- voire l'introduction des drogues vaso-actives.

Ce n'est qu'exceptionnellement qu'une chute tensionnelle rebelle va obliger à arrêter la séance d'hémodialyse.

b. Pic hypertensif :

L'hypertension artérielle per dialytique se définit par une pression artérielle systolique > 140 mmHg et diastolique > 100 mmHg au cours d'une séance d'hémodialyse.

Ses mécanismes sont divers, nous citons principalement :

- HTA volo-dépendante
- HTA secondaire à une hyperactivité sympathique
- HTA secondaire à la stimulation exagérée du système rénine angiotensine aldostérone lors d'une déplétion hydro-sodée trop importante ou rapide.
- Elimination par l'hémodialyse des agents antihypertenseurs

- Concentration élevée du sodium dans le dialysat >150 mmol/l

Elle se manifeste cliniquement par des céphalées, des acouphènes, des troubles visuels, des nausées parfois vomissements. Lorsqu'elle survient au début de la séance d'hémodialyse, son mécanisme est souvent en rapport avec une hyper volémie.

Par contre lorsque celle-ci survient en milieu de séance d'hémodialyse avec ultrafiltration, il faut penser à la stimulation du SRAA. L'arrêt ou la baisse de l'UF permet en général son traitement.

En cas de nécessité, la mise sous drogues hypotensives par voie veineuse permet un contrôle rapide des poussées hypertensives et n'impose qu'exceptionnellement l'arrêt de la séance d'hémodialyse en réanimation.

3. Complications cardiaques :

a. Troubles du rythme cardiaque :

Certains troubles du rythme survenant au cours de la dialyse constituent une véritable urgence. Il s'agit notamment de :

- Fibrillation ventriculaire
- Tachycardie ventriculaire
- Asystolie
- Dissociation électromécanique.

Il convient de monitorer tout patient à risque cardiovasculaire au cours d'une séance d'hémodialyse, afin de détecter la survenue d'un trouble de rythme et d'agir en conséquence. Il existe des facteurs déclenchants qu'il faut connaître afin de les prendre en compte avant la séance d'hémodialyse pour éviter la survenue de troubles du rythme, il s'agit là de :

- Dyskaliémie (hyper ou hypokaliémie)
- Hypovolémie
- Déshydratation
- Hypercalcémie
- Antécédents de troubles du rythme

La prise en charge doit se faire en urgence, et dépend de l'étiologie.

Devant une hypokaliémie, une charge potassique doit être administrée avant la séance d'hémodialyse, elle permet d'éviter la survenue de troubles du rythme compte tenu de l'aggravation habituelle d'une hypokaliémie pendant la séance de dialyse, dans ce cas des bains enrichis en potassium (3mmol/l) peuvent être utilisés.

En cas de troubles du rythme en perodialyse, le dosage de la kaliémie, de la calcémie, des enzymes cardiaques doit se faire en urgence.

La survenue de troubles du rythme sévères doit faire interrompre la séance d'hémodialyse exceptée dans le cas d'une hyperkaliémie ou d'une hypercalcémie sévère pour lesquelles la séance d'hémodialyse a été indiquée.

L'oxygénothérapie et l'arrêt de l'ultrafiltration ainsi que la mise en route de drogues anti arythmiques telles que la Cordarone sont souvent nécessaires.

b. Douleurs thoraciques :

Il s'agit d'une symptomatologie plus ou moins fréquente au cours d'une séance d'hémodialyse. La principale cause en est l'aggravation d'un angor préexistant, l'apparition de signes angineux ou la survenue d'un infarctus du myocarde chez l'insuffisant rénal chronique, la maladie rénale terminale étant un facteur direct de la maladie cardio-vasculaire.

D'autres étiologies moins fréquentes peuvent également être en cause : la survenue d'une péricardite, ou de troubles du rythme.

Il existe des facteurs favorisant la survenue d'un angor ou d'un infarctus du myocarde au cours d'une séance d'hémodialyse, notamment :

- Une anémie < à 10 g/dl
- Une hypotension artérielle
- L'hypovolémie relative induite par le volume du circuit de CEC

Avant de pouvoir orienter le diagnostic, il va falloir :

- Arrêter temporairement l'ultrafiltration au cours de la séance d'hémodialyse
- Diminuer le débit sanguin de la pompe aux alentours de 150 à 180 ml/min
- Mettre en route une oxygénothérapie ou augmenter la FiO₂ si le patient est intubé
- Réaliser rapidement un électrocardiogramme

Le diagnostic positif repose sur :

- Le caractère sémiologique de la douleur thoracique
- L'interprétation de l'électrocardiogramme
- Le dosage des enzymes cardiaques, essentiellement le dosage de la troponine.

L'introduction des vasodilatateurs coronariens est de mise, tout en s'assurant de maintenir une pression artérielle systolique $>$ à 100 mmHg. Devant la persistance de la symptomatologie un cardiologue doit être contacté, et la séance d'hémodialyse arrêtée.

4. Troubles neurologiques en perodialyse

a. Troubles de conscience:

Les troubles de conscience survenant au cours d'une séance d'hémodialyse sont fréquents, ils sont le plus souvent favorisés par la survenue d'épisodes d'hypovolémie ou d'hypoglycémie.

Au cours des premières séances d'hémodialyse aiguë, il faut également penser au syndrome de déséquilibre osmotique. Ce déséquilibre secondaire à la correction rapide d'une hyper urémie, est lié à un gradient de concentration entre le secteur extracellulaire et intracellulaire avec un transfert d'eau en intracellulaire.

Il est du à des premières séances d'hémodialyse prolongées, et lié à des phénomènes induits d'hypo-osmolarité extra cellulaire. Devant la survenue de troubles de conscience en perodialyse, il faut:

- Contrôler la glycémie capillaire, et traiter une éventuelle hypoglycémie par l'apport de glucose en intraveineux. Le trouble neurologique du à l'hypoglycémie est réversible dès la correction de celle-ci. Chez les patients insuffisants rénaux diabétiques avec une tendance à l'hypoglycémie, on utilisera un liquide de dialysat enrichi en glucose.

- Contrôler la pression artérielle, et traiter une éventuelle hypotension:
 - Le débit sanguin de la pompe doit être diminué aux alentours de 150 à 180 ml/min
 - L'ultrafiltration doit être diminuée voire arrêtée car elle aggrave l'hypovolémie.
 - La conductivité qui est la concentration du sodium dans le liquide du dialysat doit être augmentée, afin de favoriser l'osmolarité dans le secteur extracellulaire et restaurer la volémie.
- De même, lorsqu'un syndrome de déséquilibre est retenu, il faut corriger l'hypo-osmolarité extracellulaire induite par la séance de dialyse. Il convient donc d'augmenter la conductivité du dialysat aux alentours de 150 mmol/l, et de diminuer voire arrêter l'ultrafiltration.

Pour prévenir ce type de complications neurologiques pendant la dialyse, il faudra :

- Surveiller la glycémie capillaire toutes les heures, de façon systématique
- Maintenir une volémie correcte, afin d'éviter une hypotension artérielle.
- Prescrire des premières séances d'hémodialyse de courte durée.

b. Convulsions en hémodialyse :

La convulsion est la contraction violente et involontaire d'un ou plusieurs membres, voire de tout le corps. L'état de mal convulsif est défini par des crises convulsives dont la durée est supérieure à 10 minutes, ou bien par la survenue de deux crises convulsives successives sans reprise de la conscience.

Les convulsions en per dialyse sont dues à plusieurs étiologies, on cite principalement :

- Instabilité hémodynamique
- Troubles électrolytiques :
 - Hypercalcémie, hypocalcémie
 - Hypoglycémie, hyperglycémie
 - Hyponatrémie, hypernatrémie
- Syndrome de déséquilibre
- Lésions cérébrales :
 - Encéphalopathie hypertensive
 - Accident vasculaire cérébral ischémique
 - Accident vasculaire cérébral hémorragique
 - Hématome sous dural
- Iatrogènes : Erythropoïétine, Carbapénèmes, Ertapénèmes

Lors de la survenue de convulsions en per dialyse, il faudra :

- Noter l'heure de début de la crise
- Assurer la libération des voies aériennes supérieures
- Mettre le patient en position latérale de sécurité
- Mettre en condition le patient, notamment :
 - Assurer une oxygénothérapie au masque
 - Prendre un abord veineux et perfuser par du sérum salé hypertonique.
 - Scoper le patient : ECG, Pression artérielle, saturation, température, fréquence respiratoire
- Contrôler la glycémie capillaire, et corriger une éventuelle hypoglycémie
- Administrer un traitement anticonvulsivant à action rapide tel que le diazépam : 5mg/min renouvelable toutes les 2-3 minutes si la crise ne cède pas.

- Maintenir une pression artérielle correcte.
- Prévenir l'hypothermie.
- Réaliser des prélèvements sanguins :
 - Ionogramme sanguin, urée, créatinine, glycémie, calcémie
 - NFS ; Bilan hépatique, CPK
 - Recherche toxicologique

5. Choc anaphylactique en hémodialyse

L'anaphylaxie, ou choc anaphylactique, est une urgence médicale grave due à une réaction allergique immédiate et généralisée. Il s'agit d'une manifestation d'hypersensibilité immédiate secondaire à la libération de médiateurs vaso-actifs chez un sujet au préalable sensibilisé.

Le choc anaphylactique est une réaction allergique exacerbée, entraînant le plus souvent, de graves conséquences et pouvant ainsi engager le pronostic vital. Les manifestations cliniques de gravité variable orientant vers le caractère anaphylactique du choc sont:

- La rougeur diffuse du visage s'étendant rapidement au corps, le prurit croissant et l'urticaire.
- L'œdème des lèvres ou du visage ou de toute autre partie du corps
- La chute de pression artérielle, les douleurs abdominales, nausées
- La gêne respiratoire, oppression, sifflements, voix rauque, sensation d'étouffement, agitation.

Prise en charge d'un choc anaphylactique en perodialyse :

Il faut tout d'abord commencer par la mise en condition du patient, à savoir :

- Oxygénothérapie
- Deux voies veineuses périphériques de grand calibre

- **Monitoring** : fréquence cardiaque, pression artérielle, saturation, fréquence respiratoire.

Ensuite, la suppression de l'agent causal si il est défini.

- Remplissage vasculaire par du sérum salé 0,09% afin de corriger l'hypovolémie relative due à la vasodilatation.
- Administration de l'adrénaline en titration : 1 mg d'adrénaline dilué dans 10 ml : 0,1 mg chaque 2 minutes.
- B2 mimétiques en nébulisation en cas de bronchospasme.
- Arrêt de la séance d'hémodialyse sans restitution.

Après stabilisation du patient, prévoir un bilan immunologique fait de :

Recherche d'IgE spécifiques, histamine et tryptase.

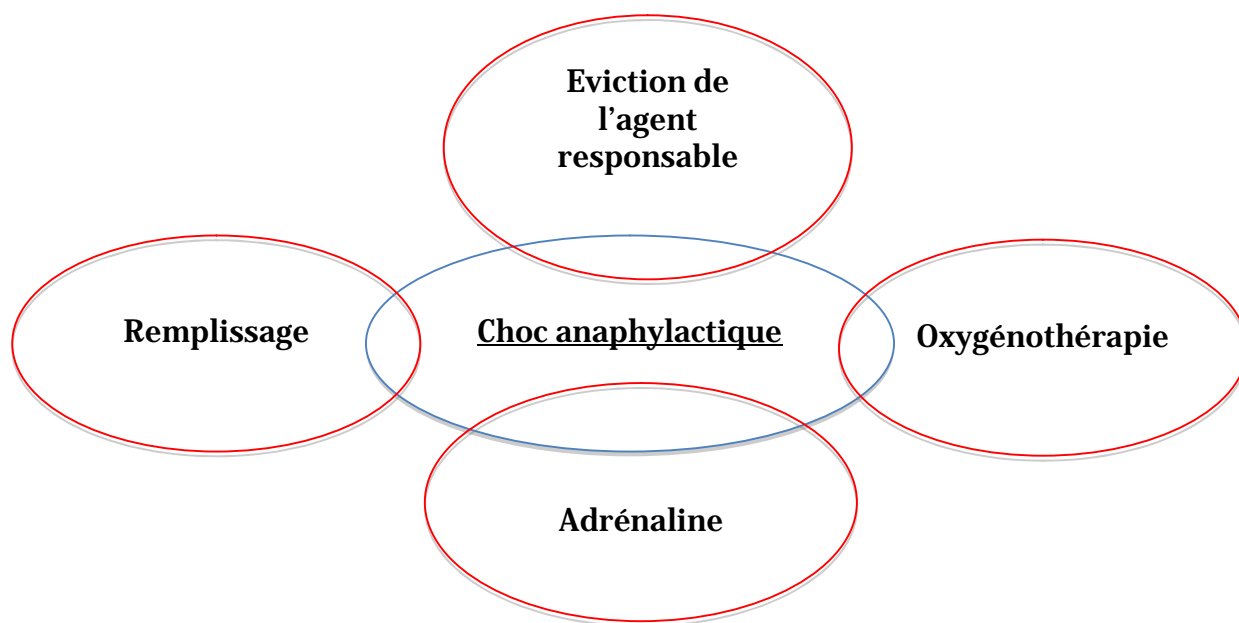


Figure 4 : Bases du traitement d'un choc anaphylactique

C. La simulation:

1. Définition de la simulation :

D'après « Le Robert ® », dictionnaire de la langue française, le verbe « simuler » est emprunté au XIV^e siècle au latin classique « *simulare* », avec les sens de : représenter exactement, copier, imiter, feindre, prendre l'apparence de, donner pour réel ce qui n'est pas, en imitant l'apparence de la chose à laquelle on veut faire croire.

Pour certains auteurs « Pascal Béguin et Annie Weill Fassina », la simulation est une méthode d'enseignement, de savoir-faire et d'habiletés utilisée dans des tâches pour lesquelles un enseignement direct s'avère impossible pour des raisons déontologiques (sécurité et sûreté), économique (coût du matériel) ou technique (4).

Le but étant de permettre à l'opérateur d'apprendre à reproduire de la façon la plus réaliste et fidèle les comportements attendus.

2. Définition de la simulation en Médecine :

Le terme « simulation en santé » correspond à l'utilisation d'un matériel comme un mannequin ou un simulateur procédural pour reproduire des situations ou des environnements de soin, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels (5).

Pour parler de formation médicale par la simulation, il faut :

- Une mise en situation simulée d'un professionnel ou d'une équipe selon un protocole préétabli, il s'agit du scénario.
- Un débriefing à l'issue de la séance avec les participants et les formateurs, soit immédiat soit différé.

- Du matériel spécifique peut être utilisé, c'est l'exemple de mannequins représentant le patient.
- Un enregistrement vidéo peut ou non être réalisé.

La séance peut concerner des professionnels de santé en formation initiale ou continue.

3. Principe de la formation à la simulation

Le principe de l'enseignement par la simulation sur mannequin réaliste dérive des méthodes développées depuis longtemps par l'aéronautique en termes de formation initiale et continue. Alors que dans l'aéronautique, les simulateurs ont été créés il y a 75 ans, quasi en même temps que les avions, la simulation en réanimation et en médecine d'urgence n'en est qu'à ses débuts.

Ceci tient à des raisons structurelles (coûts importants, logistique très lourde à mettre en œuvre) et conjoncturelles car les simulateurs réalistes sont encore peu présents dans l'environnement médical. ⁽⁶⁾

L'anesthésie-réanimation ou la médecine d'urgence constitue en effet des activités à haut risque mettant en jeu des techniques et une organisation avec un niveau impératif de haute fiabilité. Grâce aux récentes évolutions technologiques, ces simulateurs patients reproduisent maintenant fidèlement la sémiologie et la physiologie humaine. En projetant les participants dans un environnement très réaliste, ils permettent de développer leur raisonnement dans différentes situations cliniques.

L'utilisation des simulateurs haute-fidélité dans la formation initiale ou continue des médecins a un champ d'applications infini tant en pédagogie qu'en recherche. Ils autorisent en effet un apprentissage permettant de cibler les objectifs pédagogiques sur une pathologie précise. Ils permettent également une approche

clinique et thérapeutique grâce aux réactions physiologiques du simulateur. Même les pathologies les plus rares peuvent être enseignées de manière réaliste en permettant une approche thérapeutique adaptée.

Les simulateurs « haute-fidélité », par rapport aux autres méthodes d'apprentissage, permettent également de valoriser les compétences techniques mais également comportementales des intervenants. C'est le cas du simulateur SimMan® dit de haute-fidélité du fait de son réalisme et de sa capacité, grâce au pilotage informatique par un opérateur, de réagir en temps réel en fonction des situations étudiées.

Sur le plan anatomique, le SimMan® reproduit fidèlement l'anatomie d'un patient adulte et notamment ses voies aériennes. Grâce à un compresseur d'air, il est capable de simuler des mouvements ventilatoires spontanés ainsi que la présence des pouls. Des hauts parleurs répartis dans le thorax transmettent les bruits du cœur et les bruits respiratoires. L'opérateur qui pilote et fait varier l'ensemble des paramètres physiologiques du mannequin peut également le faire parler. Le médecin peut donc ventiler et intuber le mannequin, il peut également faire une trachéotomie, exsuffler ou drainer un pneumothorax, perfuser, ou mettre une sonde urinaire. La formation sur simulateur réaliste présente ainsi des avantages majeurs qui permettent d'accroître la sécurité du patient.

4. Méthodologie de la simulation médicale

La mise en œuvre de séances de simulation en médecine doit impérativement répondre à un cadre très strict structuré par de nombreux protocoles validés. (7)

Elle naît nécessairement de l'identification d'une demande spécifique d'apprentissage. Sur la base des besoins identifiés, sont élaborés des objectifs pédagogiques y apportant une solution. Ensuite, sont choisis les moyens à mettre en

œuvre en simulation pour une rentabilité optimale. Les modalités et scénarii choisis doivent être testés avant utilisation pour en vérifier la faisabilité.

La séance de simulation doit impérativement s'articuler autour de trois phases : le briefing, le scénario et le débriefing. ⁽⁸⁾

Les bonnes pratiques ⁽⁹⁾ d'une séance de simulation mise en œuvre par un formateur spécialisé sont :

- L'identification des objectifs pédagogiques
- La rédaction du scénario visant ces objectifs
- La définition d'un environnement réaliste permettant d'atteindre les objectifs pédagogiques
- La définition et préparation des équipements, du matériel, du mannequin, etc.
- La préparation du matériel vidéo si nécessaire
- La structuration de la séquence préparatoire de présentation du contexte et de l'équipement : c'est le briefing
- Le déroulement du scénario
- La structuration de la séquence de synthèse et d'évaluation encadrée : c'est le débriefing
- La réalisation d'un document de fin de séance proposant des actions d'amélioration.

5. Historique de la simulation en santé

L'enseignement médical basé sur la simulation remonte à plusieurs siècles. Ses techniques ont évolué de façon considérable au cours des dernières décennies.

Au XVIII^e siècle: Une sage-femme, Madame Du Coudray ⁽¹⁰⁾, décide d'enseigner aux matrones des campagnes « l'art des accouchements». Une partie de cet enseignement repose sur l'utilisation de mannequins qui permet de recréer des manœuvres obstétricales. En France et pendant vingt-cinq ans, elle forme plus de 5 000 femmes grâce à la simulation. Au cours de sa campagne de formation, il est estimé qu'environ 4 000 sages-femmes à travers la France ont utilisé ce mannequin, et que la mortalité infantile a montré ensuite une nette diminution.



Figure 5 : Mannequins de madame Du Coudray

- Au XX^e siècle:

À partir de 1910 et jusqu'au milieu des années 70, un mannequin de bois, surnommé *Madame Chases* du nom de sa conceptrice, sera utilisé par les élèves infirmières, du *Hartford Hospital Training School of Nurses*, pour la pratique des soins de nursing de base.

Ce modèle va se perfectionner et sera toujours utilisé par l'armée américaine durant la seconde guerre mondiale.

Durant les années 50, le Pr Peter Safar, du *Baltimore City Hospital*, tente de perfectionner les manœuvres de réanimation cardiorespiratoire. À cette époque, il doit encore mettre à contribution les membres de son équipe pour simuler les patients. Les volontaires sont alors endormis et intubés. Devant le manque évident de modèle de simulation, il va s'associer avec le médecin norvégien Bjorn Lind, pour tenter de développer un modèle adapté à la réanimation cardio- respiratoire. C'est alors que le fabricant de jouet Asmund Laerdal, qui fabrique déjà des patients factices pour l'armée, développe avec les deux médecins le fameux mannequin *Resusci Anne* au début des années 60, dont le visage est basée sur le masque mortuaire de *l'inconnue de la Seine*, une jeune femme non-identifiée retrouvée noyée dans la Seine dans les années 1880.

En effet, au début du XXème siècle, le corps d'une jeune femme fut repêché de la Seine à Paris. En l'absence de trace de violence, on en conclut que cette personne s'était suicidée. Son identité n'ayant pu être établie, un masque mortuaire fut réalisé selon la coutume de l'époque.

Touché par l'histoire de cette jeune femme décédée à un si jeune âge, Asmund Laerdal fit modeler un visage à partir du masque mortuaire pour son nouveau mannequin d'enseignement, *Resusci Anne*. Il pensait qu'un mannequin de taille humaine et d'apparence très réaliste permettrait aux élèves d'être davantage motivés pour apprendre les techniques de réanimation.



Figure 6 : Asmund Laerdal et le mannequin Resusci Anne.

À la même époque, les docteurs Stephen Abrahamson et Judson Denson mettent au point le premier mannequin contrôlé par ordinateur, le Sim One ⁽¹¹⁾. Il sera le modèle qui inspirera, par ses capacités et son réalisme, les mannequins haute-fidélité actuels.⁽¹²⁾

À côté de l'évolution technologique, l'utilisation du patient standardisé (un acteur simulant un patient) commence dès les années soixante aux États-Unis, initié par le Dr Howard Barrows.

Toujours à la même époque, un autre mannequin de simulation, Harvey, entièrement dédié à la cardiologie est mis au point par le Dr Michael Gordon. Ce mannequin peut mimer plus de trente pathologies cardiaques.

Le développement de la programmation permet de mettre au point, différents modèles physiologiques et pharmacologiques réalistes et adaptés à la pédagogie.

C'est l'exemple du logiciel *GasMan* développé par le Dr Philip en 1984, qui simule les échanges pharmacologiques de différents produits en anesthésie. *GasMan* est un outil informatique pour l'enseignement et l'expérimentation de l'absorption et la distribution de produits d'anesthésie. Il simule graphiquement la pharmacocinétique de l'administration de l'anesthésie. Il montre l'évolution dans le temps de l'absorption des produits anesthésiques dans chaque compartiment du corps «les poumons, le cœur, le cerveau».

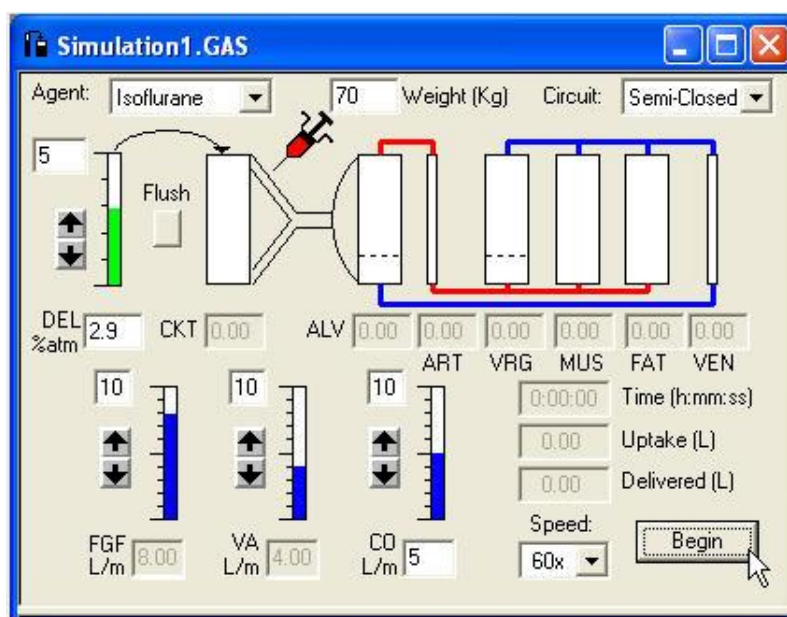


Figure 7 : Le logiciel GasMan

- *Au début du XXI^e siècle:*

Un modèle moins perfectionné, mais adapté à la médecine d'urgence, le SimMan, est proposé en 2000 par Laerdal. Aux États-Unis, en 2001, la publication du rapport «to Err is Human»⁽¹³⁾ permet une prise de conscience de l'importance du facteur humain dans les erreurs médicales, et propose de positionner la simulation médicale comme l'un des moyens d'en réduire la fréquence ou les conséquences.

III. Matériels et méthodes :

Nous avons mis en place une formation pour l'ensemble des médecins du service de néphrologie au sein du centre d'enseignement aux soins d'urgence (CESU), dirigé par l'équipe de réanimation en collaboration avec les enseignants du service de néphrologie du CHU Hassan II, concernant les situations d'urgence en hémodialyse.

Pour y procéder, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Nous avons demandé à l'ensemble des résidents du service de Néphrologie d'établir une liste de huit situations d'urgence retrouvées en hémodialyse, en leur précisant de les classer par ordre de priorité pour leur fréquence ou leur gravité. Une liste des choix prioritaires a été établie à l'issue de cette étape de collecte d'informations sur les besoins en formation.
- Pour chacune des situations retenues, un programme de simulation a été conçu par un enseignant de réanimation et par un enseignant de néphrologie. Pour cela, nous avons suivi un processus précis comprenant :
 - L'analyse de la situation
 - La conception du programme de simulation en prenant en considération les objectifs généraux, les thèmes, et les objectifs pédagogiques.
 - La mise en place du programme de simulation, notamment le choix et la description des approches, des techniques, des scénarii ; ainsi que la description des séances de simulation.
 - L'évaluation du programme de simulation.
- Ensuite, nous avons établi un pré-test écrit (évaluation 1), pour chacune des situations choisies. Ce pré-test administré à tous les médecins participants s'est intéressé aux différents aspects de la situation en question.

A l'issue du pré-test de chaque situation, nous avons divisé les médecins du service en deux groupes comparables (A et B) :

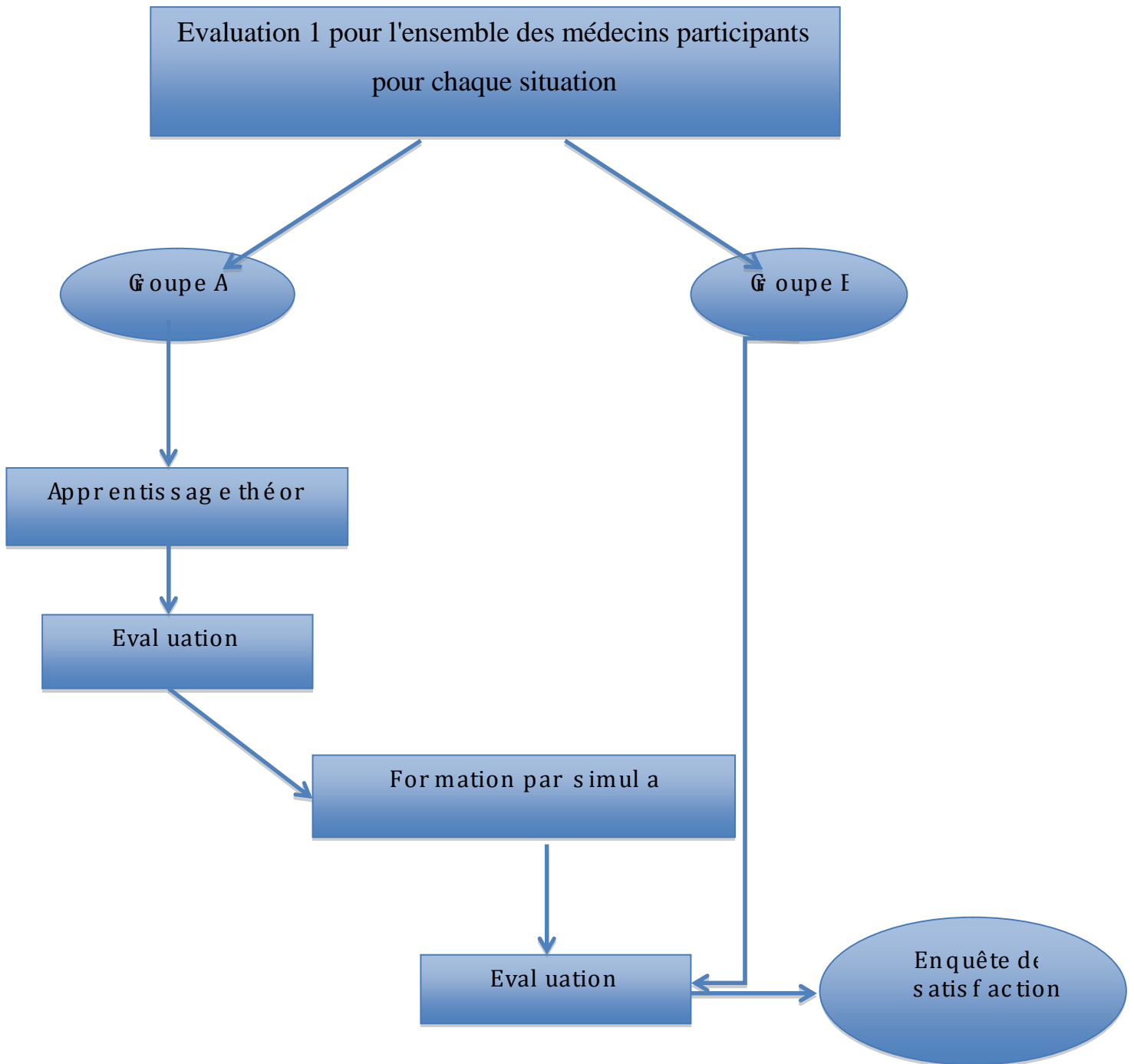
- Nombre de participants égal dans les deux groupes pour chaque situation, mais variable d'une situation à l'autre en fonction de leurs disponibilités.
- Niveau de connaissances au sujet de la situation d'urgence en question (note de l'évaluation 1)
- Niveau d'études (année de résidanat)
- Passage en réanimation lors du parcours de formation médicale.

Pour chacune de ces situations d'urgence retenues par ordre d'importance, seul le groupe A a bénéficié d'un cours théorique conventionnel, d'une durée de 45 minutes, fait par un enseignant de réanimation suivi d'une évaluation écrite (évaluation 2).

Par la suite, les deux groupes A et B ont suivi successivement pour chacune des situations retenues, une formation par simulation encadrée par un enseignant réanimateur comportant respectivement un scénario et un débriefing spécifiques. Pour chaque situation et dans chaque groupe, deux médecins se sont portés volontaires pour être des « acteurs actifs ».

Au terme de cette séance, une évaluation écrite a été réalisée pour les deux groupes A et B ; c'est l'évaluation 3.

Le schéma suivant décrit les différentes étapes de notre étude :



Le déroulement d'une formation-type lors de l'étude pour les groupes A et

B :

La formation par simulation des principales urgences médicales en hémodialyse s'est déroulée en plusieurs séances, pour chacun des deux groupes.

- Groupe A:

Ce groupe a été choisi de façon aléatoire pour bénéficier d'une formation théorique d'une durée de 45 minutes, qui s'est déroulée dans la salle d'enseignement conventionnel du centre d'enseignement des soins d'urgence.

Il s'en est suivi une évaluation écrite (E2), permettant d'apprécier l'assimilation du cours théorique pour chaque situation d'urgence traitée.

Ensuite, a eu lieu une formation pratique reposant sur la simulation sur un mannequin de haute-fidélité (SimMan) mis en situation d'hémodialyse.

Au cours de cette formation et pour chacune des situations retenues, un scénario a été présenté par un formateur (équipe de réanimation/CESU), c'est le briefing.

Deux volontaires regagnent après ceci la salle de simulation et jouent le scénario.

Enfin, ils rejoignent le reste des membres de leur groupe pour un débriefing d'une durée de trente minutes, encadré par le formateur.

- Groupe B:

Pour ce groupe de participants les étapes sont les mêmes sauf qu'ils n'ont bénéficié ni de cours théorique ni d'évaluation 2.





Figure 8: Photographies illustrant les étapes de la formation.

Nous avons étudié :

1. L'apport de la formation conventionnelle pour le groupe qui en a bénéficié (groupe A) et l'apport de l'apprentissage par simulation après théorie chez celui-ci.
2. Pour le groupe ayant eu la formation par simulation uniquement (groupe B), l'apport de celle-ci en l'absence d'enseignement théorique.
3. Nous avons également comparé l'évolution des deux groupes afin d'évaluer l'intérêt de l'apprentissage par simulation avec et sans formation théorique préalable, dans l'objectif de mettre en place cette formation dans le cadre du développement professionnel continu des résidents de néphrologie.
4. Le niveau de satisfaction des participants et leurs impressions.

Analyse statistique :

Nous avons réalisé une analyse statistique des données obtenues par le logiciel SPSS (version 20.0). La comparaison de deux moyennes appariées a été réalisée par le test-T de Student. La comparaison de deux moyennes sur deux échantillons indépendants a été réalisée par le test paramétrique ANOVA. Les données ont été exprimées en moyenne \pm écart-type. Nous avons considéré que la différence était significative lorsque p était <0.05 .

VI. Résultats :

Notre étude a concerné les médecins résidents du service de néphrologie du CHU Hassan II de Fès. L'ensemble des participants ont été répartis en deux groupes A et B comparables à tout point de vue. Nous avons désigné de façon aléatoire le groupe A pour bénéficier de la formation par simulation combinée à un cours théorique, et le groupe B pour bénéficier d'une formation par simulation isolée.

Les huit urgences étudiées en situation d'hémodialyse ont été :

- L'arrêt cardiaque
- L'hypotension artérielle
- Les troubles de conscience
- Les convulsions ou état de mal convulsif
- Les troubles du rythme cardiaque
- Le choc anaphylactique
- Le pic hypertensif
- Les douleurs thoraciques

Les trois premières situations ont été traitées dans le cadre d'un travail de mémoire de fin de spécialité en Néphrologie par le Dr Alaoui Belghiti Khadija. Nous avons nous-mêmes réalisé le travail relatif aux autres situations selon la même démarche puis réalisé une analyse globale.

Situation 1 : l'arrêt cardiaque en perodialyse.

Vingt-deux médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes, comparables à tout point de vue. Chaque groupe était formé de quatre résidents de première année, de deux résidents de deuxième année, de deux résidents de troisième année et de trois résidents de quatrième année.

Pour cette situation il n'y pas eu de différence significative entre l'évolution des deux groupes (tableau 1).

Tableau 1 : Résultats des deux groupes pour la première situation (arrêt cardiaque perodialyse).

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	9,8±1,37	10,1±2,05	NS
Moyenne évaluation 2 (/20)	16,87±1,06	-	
Progression 1-2	72,14%	-	
Moyenne évaluation 3 (/20)	16,50± 1,31	15,74 ± 1,03	NS
Progression 1-3	68,36%	55,84%	NS
p	p<0,001	p<0,001	-

Situation 2 : l'hypotension perodialytique.

Vingt-quatre médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation, ils ont été répartis en deux groupes de 12 médecins chacun, comparables comme pour la première situation.

Chacun des deux groupes était formé de quatre résidents de première année, d'un résident de deuxième année, de quatre résidents de troisième année et de trois résidents de quatrième année.

Pour cette situation, il n'y pas eu de différence significative en terme de progression entre les deux groupes (tableau 2).

Tableau 2 : Résultats des deux groupes pour la deuxième situation (hypotension perodialytique).

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	12,91 ± 2,6	13,75 ± 2,95	NS
Moyenne évaluation 2 (/20)	15,9 ± 1,85	-	
Progression 1-2	23,25%	-	
Moyenne évaluation 3 (/20)	16,50 ± 1,31	16,5 ± 2,19	NS
Progression 1-3	28%	20%	NS
p	p<0,001	p<0,001	-

Situation 3 : troubles de conscience en hémodialyse.

Vingt-quatre médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes de 12 médecins, comparables comme pour les deux premières situations. Chacun des deux groupes était formé de trois résidents de première année, d'un résident de deuxième année, de quatre résidents de troisième année et de quatre résidents de quatrième année.

Il n'y a là non plus pas eu de différence significative entre les deux groupes en termes d'acquisition des connaissances (tableau 3).

Tableau 3 : Résultats des deux groupes pour la troisième situation (troubles de conscience en per-dialyse).

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	12,08±3,34	12,08±4,29	NS
Moyenne évaluation 2 (/20)	17,36±1,74	-	
Progression 1-2	43,70%	-	
Moyenne évaluation 3 (/20)	17,36±2,54	15,81±2,56	NS
Progression 1-3	43,70%	30,88%	NS
p	p<0,001	p<0,001	-

Situation 4 : L'état de mal convulsif

Dix médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes de cinq médecins, comparables comme pour toutes les situations.

Chacun des deux groupes était formé de deux résidents de première année, d'un résident de troisième année, et de deux résidents de quatrième année.

Il n'y a là non plus pas eu de différence significative entre les deux groupes en termes d'acquisition des connaissances (tableau 4).

Tableau 4 : Résultats des deux groupes lors de la quatrième situation (l'état de mal convulsif).

	Groupe A	Groupe B	p
moyenne évaluation 1 (/20)	10,4±1,14	10,3±0,97	NS (0,885)
Moyenne évaluation 2	15,2±0,83	-	-
Progression 1-2	46,1%	-	
Moyenne évaluation 3	18,4±1,51	16,6±0,54	S (0,037)
Progression 1-3	76,9%	61,1%	
p	S (<0,001)	S (<0,001)	

Situation 5 : le choc anaphylactique :

Dix médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes de cinq médecins, comparables comme pour toutes les situations.

Chacun des deux groupes était formé de deux résidents de première année, d'un résident de troisième année, et de deux résidents de quatrième année.

Pour cette situation il y a eu une différence significative entre les deux groupes A et B en termes d'acquisition des connaissances (tableau 5).

Tableau 5 : Résultats des deux groupes lors de la cinquième situation (le choc anaphylactique).

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	13,1±2,60	13,2±2,04	NS (0,948)
Moyenne évaluation 2	16,2±0,837	-	-
Progression 1-2	23,6%	-	
Moyenne évaluation 3	18,6±2,19	17,2±1,78	NS (0,301)
Progression 1-3	41,9%	30,3%	
p	S (0,007)	S (0,003)	

Situation 6 : Troubles du rythme cardiaque

Dix médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes de cinq médecins, comparables comme pour toutes les situations.

Chacun des deux groupes était formé de deux résidents de première année, d'un résident de troisième année, et de deux résidents de quatrième année.

Il n'y a à présent eu de différence significative entre les deux groupes en termes d'acquisition des connaissances (tableau 6).

Tableau 6 : Résultats des deux groupes lors de la sixième situation (les troubles du rythme).

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	11,2±1,30	11,1±0,89	NS (0,891)
Moyenne évaluation 2	15,2±2,49	-	-
Progression 1-2	35,7%	-	-
Moyenne évaluation 3	16,8±2,16	14,6±1,51	NS (0,1)
Progression 1-3	46,4%	31,5%	
p	S (0,004)	S (0,001)	

Situation 7 : Le pic hypertensif en perodialyse

Douze médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes comparables comme pour toutes les situations.

Chacun des deux groupes était formé de deux résidents de première année, de deux résidents de troisième année, et de deux résidents de quatrième année.

Il n'y a à non plus pas eu de différence significative entre les deux groupes en termes d'acquisition des connaissances, il n'y a pas eu non plus une évolution significative suite à la formation (tableau 7).

Tableau 7 : Résultats des deux groupes lors de la septième situation (le pic hypertensif)

	Groupe A	Groupe B	p
moyenne évaluation 1 (/20)	14,45±3,03	14,40±1,38	NS (0,980)
Moyenne évaluation 2	16,25±2,65	-	-
Progression 1-2	12,4%	-	-
Moyenne évaluation 3	17,03±1,89	14,8±2,77	NS (0,176)
Progression 1-3	17,85%	2,7%	
p	NS (0,11)	NS (0,317)	

Situation 8: Douleur thoracique en perodialyse

Douze médecins ont participé à l'évaluation initiale de cette situation. Ils ont été répartis en deux groupes comparables comme pour toutes les situations.

Chacun des deux groupes était formé de deux résidents de première année, de deux résidents de troisième année, et de deux résidents de quatrième année

Pour cette situation il y a eu une différence significative entre les deux groupes A et B en termes d'acquisition des connaissances (tableau 8).

Tableau 8 : Résultats des deux groupes lors de la huitième situation (Douleur thoracique)

	Groupe A	Groupe B	p
Moyenne évaluation 1 (/20)	11,38±2,03	11,52±2,69	NS (0,928)
Moyenne évaluation 2	15,42±1,52	-	-
Progression 1-2	35,5%	-	-
Moyenne évaluation 3	16,63±0,54	14,66±1,15	S (0,009)
Progression 1-3	46,13%	27,2%	
p	S (0,002)	S (0,022)	

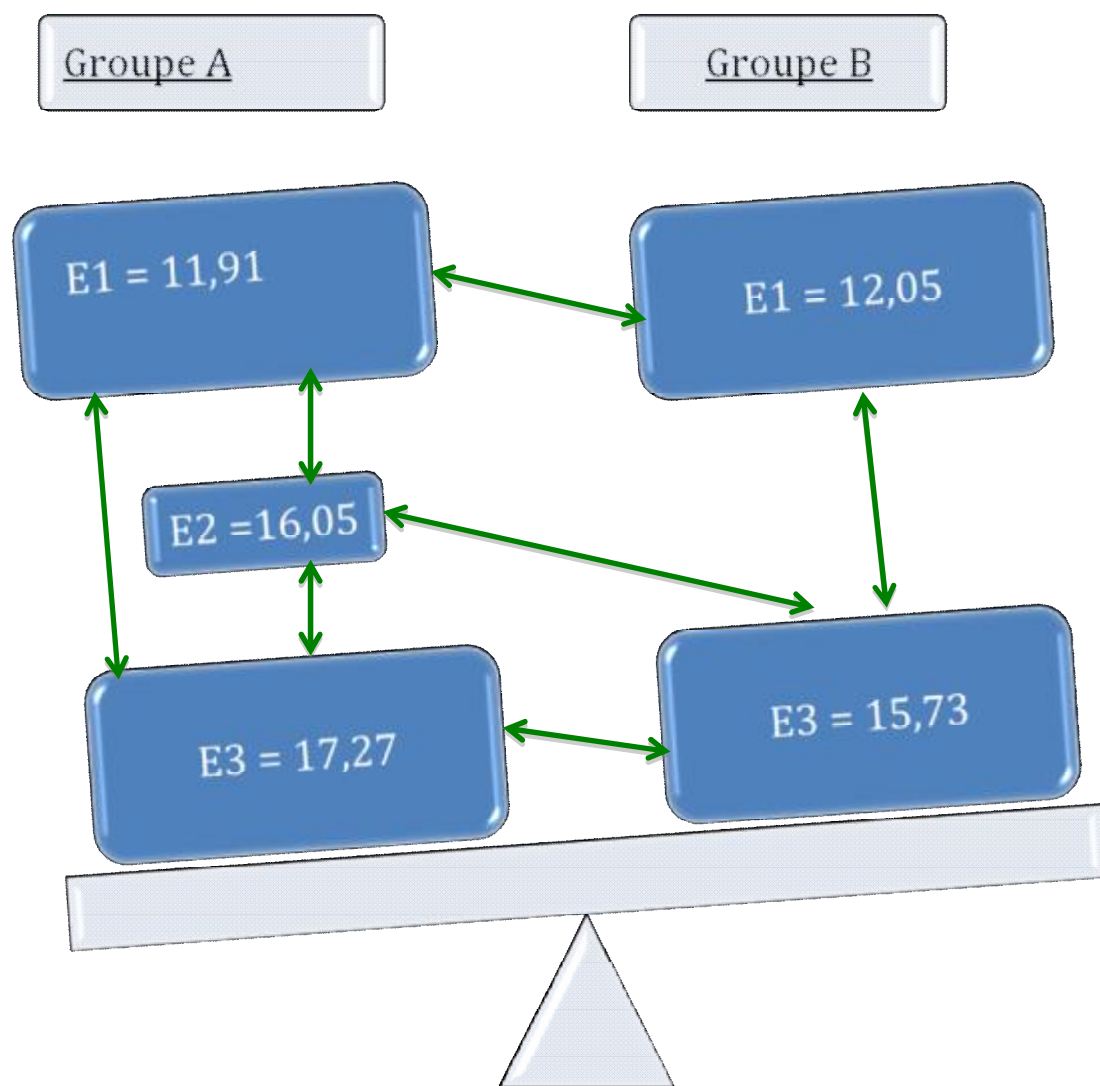
Evaluation globale :

Nous avons calculé la moyenne des évaluations 1 et 3 pour le groupe A et le groupe B afin de calculer la progression de chacun de ces groupes. Le tableau ci-dessous résume ceci :

Tableau 9 : Moyenne globale de l'ensemble des évaluations pour les deux groupes A et B :

	GRUPE A	GRUPE B
E1	11,91 ± 1,53	12,05±1,59
E2	16,05± 0,94	-
Evolution (E1-E2)	34%	-
E3	17,27± 0,83	15,73±0,98
Evolution (E1-E3)	45%	30%

De façon globale, et pour le groupe A, la progression objectivée suite au cours théorique était de 34%. La progression objectivée suite à la formation par simulation combinée à l'apprentissage théorique était de 45%. Pour le groupe B n'ayant pas reçu de rappel théorique, la progression objectivée suite à la formation par simulation était de 30%.



Comparaison globale des deux groupes A et B

DISCUSSION

1. Etat des lieux et l'évolution de la place de la simulation à l'échelle mondiale :

Pour montrer tout l'intérêt et toute la place tenue par la simulation en santé à l'échelle internationale, l'équipe du Centre de simulation de Bristol (*Royaume-Uni*) a étudié la répartition des centres de simulation dans chaque continent.

Selon cette étude, le nombre de centres reconnus en 2012 dans le monde est de 1 160 aux États-Unis, 274 en Europe, 204 en Asie, 129 au Canada, 28 en Amérique du Sud, 28 en Australie et 8 en Afrique.

Au Maghreb, plusieurs projets ont été identifiés, notamment en Tunisie, mais aussi au Maroc. Un réseau maghrébin de centres de simulation serait même en cours de constitution. Il permettrait aux dits centres d'échanger leurs informations, formations et expériences. ⁽¹⁴⁾

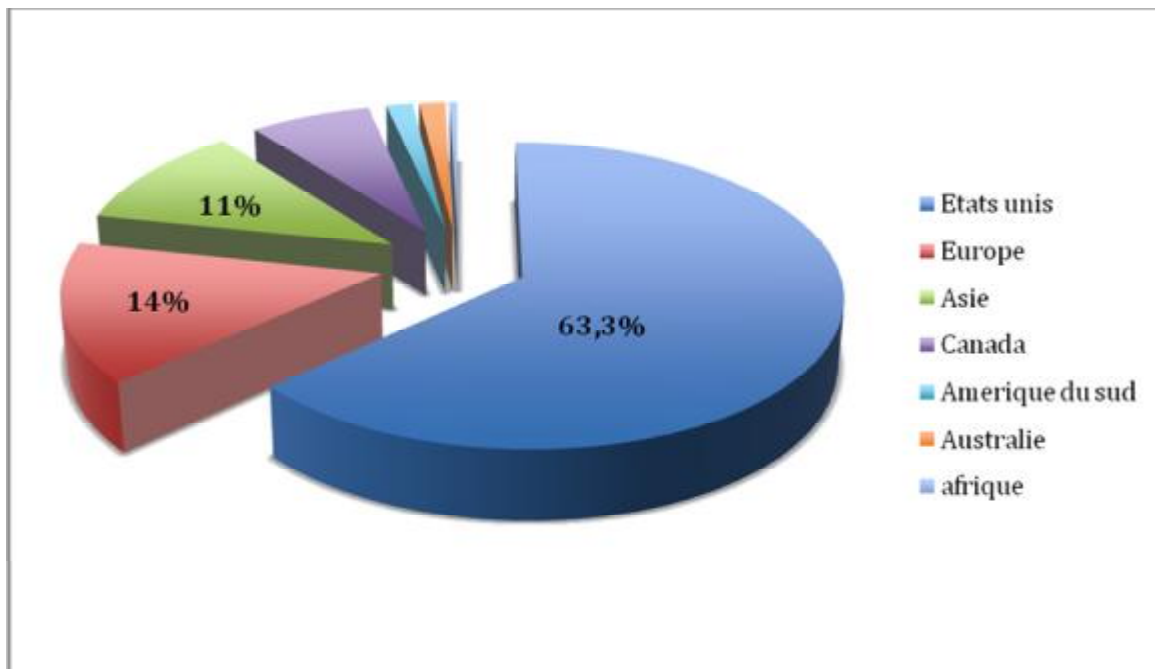


Figure 9 : Répartition des centres de simulation dans le monde

A. En Amérique du Nord

La formation à la simulation est intégrée de manière routinière dans l'enseignement initial et continu des professions médicales et paramédicales. Elle est utilisée pour la certification ou la recertification des professionnels de santé. ⁽¹⁵⁾

Du fait de son développement continu, la simulation en santé occupe aujourd'hui une place conséquente, que ce soit pour l'éducation médicale, la recherche et l'évaluation. Elle fait partie du monde de la santé en Amérique du Nord et représente un des éléments essentiels de la formation de toutes les professions de santé. Elle est aussi un symbole d'excellence pour les établissements de soins et d'enseignement. Ainsi, le recours aux activités de simulation semble incontournable dans le parcours de formation médicale initiale. ⁽¹⁶⁾

Ces techniques exigeantes en termes d'organisation sont supportées à la fois par les institutions publiques universitaires, hospitalières et professionnelles, dans une perspective d'amélioration de la qualité des soins et la sécurité des patients.

Le premier centre de simulation canadien a ouvert en 1995 à Toronto peu de temps après les premiers centres aux Etats-Unis. Il existait une demi-douzaine de centres de simulation en 1999, plus de 60 lors du dernier recensement en 2009. Ceci correspond à environ 80 programmes de formation par simulation d'après les estimations actuelles.

En Amérique du nord, la simulation médicale est très développée. Elle est utilisée pour :

- La formation initiale ainsi que pour le développement professionnel continu
- Toutes les formations médicales, chirurgicales, paramédicales, de diététique et de pharmacie.

- L'acquisition des compétences techniques et non techniques telles que la communication, le leadership et le travail en équipe.
- L'évaluation des professionnels de santé.
- La certification et de recertification des professionnels de santé.
- Indicateur de l'excellence des établissements de soins et de formation.
- La recherche en santé.

B. En Europe

La simulation est un outil pédagogique bien implanté. On y constate cependant un développement plus récent qu'en Amérique du Nord. L'activité de formation professionnelle continue par la simulation occupe une place prépondérante où toutes les disciplines sont envisagées.

En France, la simulation est une activité émergente, mais qui intéresse de plus en plus le monde de la santé. L'activité de simulation en santé, même si elle n'est pas encore très dense, se répartit sur l'ensemble du territoire national et intéresse tous les thèmes et disciplines même si certains sont plus récurrents, tels que ceux se rapportant à l'anesthésie-réanimation, à la médecine d'urgence et à la périnatalité, de même que tout ce qui concerne les soins infirmiers.

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.

Cependant, il y a quelques années la simulation en France a connu un progrès important dans le domaine de la simulation, que ce soit en matière de :

- Structures et équipements de plus en plus sophistiqués
- Organisation par le développement des logiciels

- Ressources humaines à savoir la présence de formateurs et de techniciens qualifiés.

Quant à la recherche reposant sur les techniques de simulation et contrairement à ce qui est observé dans le reste de l'Europe, elle reste peu développée en France. ⁽¹⁷⁾

C. Au Maroc

La formation par simulation dans le secteur de santé marocain est encore au début de son parcours. Le Ministère de la santé a effectué un grand effort dans ce domaine émergent, en équipant différents centres d'enseignement des soins et gestes d'urgence (CESU) par le matériel de simulation basse et haute-fidélité.

Les principaux Centres d'Enseignement en Soins d'Urgence au Maroc sont localisés dans les centres hospitaliers universitaires : Casablanca, Rabat, Marrakech, Fès, et Oujda.

Le centre d'enseignement en soins et gestes d'urgence (CESU) de Fès se compose de :

- une salle de simulation
- une salle de retransmission et de débriefing
- un hall pour des ateliers pratiques

Il assure en coordination avec le CHU Hassan II, la Faculté de Médecine et la Direction régionale de santé de Fès-Meknès la formation initiale et continue pour les:

- Etudiants de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès : tous les étudiants de 5^{ème} année de Médecine bénéficient depuis trois ans d'une formation aux gestes et soins d'urgence en petits groupes tout au long de l'année universitaire.
- Infirmiers
- Résidents
- Internes

- Techniciens ambulanciers
- Médecins généralistes

Dernièrement, le Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique et de la formation des cadres (MESRSFC) au Maroc a consacré un budget pour l'équipement des différentes facultés de Médecine du Royaume par des centres de simulation.

La faculté de Médecine et de Pharmacie de Fès s'est ainsi dotée d'un centre dénommé CELESTE « Centre d'E-Learning, Enseignement par Simulation et Télémédecine Educative ». Ce centre comporte six salles de formation équipées de moyens de retransmission et des locaux techniques et administratifs. Une commission TICE (Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Education). Des formations dédiées à la bonne utilisation des techniques de formation par simulation sont même programmées.

Par ailleurs, la tenue du 1^{er} Colloque National de Simulation Médicale (Morocco Sim2015) a été une grande première nationale et continentale. Cette journée tenue à la faculté de Médecine de Marrakech est une initiative de la communauté des médecins anesthésistes réanimateurs marocains. Elle a été couronnée par la constitution de la société savante marocaine de simulation (Morocco Sim). D'autres évènements sont prévus prochainement dont notamment la Morocco Sim2016.

La SIMCUP revient également cette année pour sa 3^{ème} édition. Cette compétition médicale de simulation médicale suit le même principe que les étapes de la compétition de la coupe du monde football. Elle confronte les étudiants de médecine en fin de parcours sur des thématiques de médecine d'urgence et leur permet ainsi d'améliorer leurs compétences techniques (gestuelle, raisonnement) et non techniques (travail d'équipe, communication).

2. Les différentes techniques de simulation en santé

A. Expérimentation animale

L'expérimentation animale permet un apprentissage de gestes chirurgicaux simples tels que les sutures, et d'autres gestes plus complexes comme la coelioscopie chez le cochon, ou encore la transplantation hépatique chez le mouton.

(18)

B. Expérimentation humaine

a. Utilisation de cadavre humain :

L'utilisation de cadavre peut permettre un apprentissage de gestes techniques en chirurgie mais aussi en anesthésie-réanimation et médecine d'urgence tels que l'intubation, les voies veineuses centrales, les anesthésies locorégionales, les procédures chirurgicales, etc. (19)

b. Le patient standardisé :

Le « patient standardisé » est un patient volontaire ou un acteur qui est sollicité sur la base d'un scénario préétabli et d'une description détaillée de son « rôle ».

Il permet de développer des compétences en matière de communication avec le patient lorsqu'il existe un enjeu fort comme l'annonce de mauvaise nouvelle par exemple, ou lorsqu'il convient de donner une information complexe à un patient (information bénéfique/risque). (20)

C. Expérimentation synthétique

a. Simulateurs patients (haute ou basse fidélité) ⁽²¹⁾

Les simulateurs patients sont des mannequins grandeur nature très réalistes (adulte, enfant, nourrisson). Plus ou moins sophistiqués, ils peuvent être pilotés par ordinateur et ont la possibilité de respirer, parler, et répondre à des stimuli lors d'interventions (mannequins haute-fidélité).

Les mannequins obéissent à un scénario préétabli, le formateur peut faire varier les constantes vitales et leur état clinique selon les objectifs pédagogiques ciblés.

Ces simulateurs permettent ainsi d'entraîner des équipes médicales pluridisciplinaires à faire face à des situations critiques nécessitant des actions immédiates individuelles et collectives.

Contextualisées dans une salle d'opération ou de réanimation, les situations cliniques vécues sur ces mannequins sont extrêmement proches de la réalité.

Le CESU du CHU Hassan II de Fès est équipé par un mannequin de haute-fidélité (SimMan®). Les formateurs peuvent reproduire plusieurs scénarii très réalistes en modifiant les paramètres physiologiques du mannequin.



Figure 10 : Mannequin haute-fidélité (CESU de Fès)

b. Simulateurs procéduraux (haute ou basse fidélité):

Les simulateurs procéduraux permettent un apprentissage par la répétition de gestes dans une procédure, le plus souvent technique, et cela sans risque pour le patient.

Nous distinguons deux types de simulateurs procéduraux :

- Low-Tech
- High-Tech

Les simulateurs procéduraux dits « low-tech », couvre un large éventail de procédures, de manœuvres ou de techniques. C'est l'exemple du bras de perfusion pour apprendre la pose de cathéters intraveineux, du rachis lombaire pour apprendre les techniques de ponction lombaire et diverses infiltrations, de la tête et du tronc pour apprendre l'intubation, ou encore reproduction de bassin pour s'entraîner aux touchers pelviens, avec des modèles simulant la normalité du col utérin ou de la prostate, mais également des exemples pathologiques.

Ainsi, le CESU du CHU Hassan II de Fès est équipé par différents types de mannequins procéduraux :

- Têtes pour intubation trachéale facile et difficile et bras de perfusion
- Tronc pour cathétérisme veineux central
- Tronc pour massage cardiaque externe
- Corps entier (adulte/ enfant / nourrisson)



Figure 11: Bras de perfusion (CESU de Fès)



Figure 12: Tronc pour massage cardiaque externe (CESU de Fès)



Figure 13 : tête d'intubation (CESU de Fès)

D'autres simulateurs plus sophistiqués dits « high-tech » associent un programme informatique et une reproduction haute-fidélité de signaux visuels, sonores et tactiles.

Ils permettent de reproduire des situations interventionnelles de haute technicité et procurent une sensation très réaliste. Ils utilisent des logiciels très performants et permettent une maîtrise du contrôle œil/main, avec autoévaluation immédiate de la performance.

C'est l'exemple des simulateurs de coronarographie ⁽²²⁾, simulateur de bronchoscopie reproduisant toutes les étapes de la fibroscopie jusqu'aux biopsies, simulateur d'endoscopie digestive, ou encore d'angiographie.

D. Expérimentation mixte :

Appelée également « hybride », elle est l'association de plusieurs techniques de simulation. Par exemple, la combinaison d'un patient standardisé et d'une partie de mannequin tel qu'un bassin d'accouchement pour l'apprentissage de gestes obstétricaux, une « peau simulée » pour perfusion ou sutures, lorsqu'elle est contextualisée dans un environnement adéquat, cette technique apporte du réalisme aux scénarii en ajoutant les réactions du patient. Dans ce cas, cette technique est qualifiée de haute-fidélité.



Figure 14 : Image illustrant une simulation associant une patiente standardisée et un bassin d'accouchement

E. Expérimentation informatique:

a. Réalité virtuelle basée sur des interfaces écran :

Ce type de simulation permet d'aborder des situations complexes, et d'étudier des concepts illustrés de manière plus concrète par le biais de modèles informatiques.

Le centre européen *Saint-Jude Medical* à Bruxelles est équipé de six simulateurs de réalité virtuelle dédiés à la rythmologie et à la cardiologie interventionnelle. Les objectifs de cette formation sont multiples, tels que l'implantation de sondes de simulation, la manipulation des instruments dans le cadre des ablations de flutter ainsi que la réalisation des ponctions trans-septales. Les avantages de ces simulateurs sont nombreux et reconnus, à savoir l'absence de risque pour le patient, le temps de formation illimité, et l'efficacité pour se familiariser aux différents aspects d'une procédure.

b. Environnement en 3D :

Ce type de simulation est très utile pour l'apprentissage à distance, ses techniques ne présentent pas en théorie de limite dans la diversité des situations qu'il est possible de traiter. Il se rapproche par son réalisme des environnements de jeux vidéo les plus performants. Toutefois, son coût de création reste très élevé.

3. Déroulement de la formation par simulation :

A. Le scénario :

a. Choix des scénarii :

Le but de la simulation en santé est de recréer des scénarii ou des apprentissages techniques dans un environnement réaliste avec, comme double objectif, le retour d'expérience immédiat et l'évaluation des acquis.

Ce sont des situations cliniques et/ou professionnelles, simples ou complexes, habituelles ou exceptionnelles, qui servent de support à la construction des scénarii. Nous avons choisi pour notre travail d'étudier les situations cliniques les plus critiques rencontrées habituellement en hémodialyse.

b. Rédaction et description des scénarii :

Les scénarii sont rédigés selon un plan type formalisé. Ils visent un ou plusieurs objectifs pédagogiques et ne doivent pas être inutilement compliqués. Il est indispensable de les tester avant leur utilisation, afin de vérifier leur faisabilité et leur pertinence. ⁽²³⁾ De plus, ils doivent être parfaitement maîtrisés par les formateurs pour garantir une bonne interaction avec les participants.

Chaque scénario décrit :

- La population d'apprenants ciblée
- Les objectifs pédagogiques et leurs éléments d'évaluation
- Les équipements et le matériel nécessaires en fonction du réalisme souhaité
- Le déroulement de la séance : séquence de la séance de simulation : briefing, déroulement du scénario, débriefing
- Les points majeurs du débriefing
- Les modalités d'évaluation des apprenants
- La description du scénario varie selon les approches et techniques de simulation utilisées.

B. Les étapes d'une séance de simulation :

Une session de simulation peut comporter une ou plusieurs séances de simulation. Chaque séance de simulation se déroule selon un schéma préétabli et comprend trois phases distinctes. ⁽²⁴⁾

a. Briefing

Chaque séance de simulation débute par un briefing qui doit-être préparé et structuré par le formateur. C'est une étape importante qui permet le bon déroulement du scénario.

Le briefing est un temps indispensable de familiarisation des participants avec le matériel, de présentation du contexte, ainsi que de l'environnement (locaux, présence de tiers ou de la famille, etc.). Le formateur explique le déroulement de la séance de simulation et les consignes pour l'optimiser.

Dans notre étude, il a été demandé au premier groupe de participants de ne pas diffuser les scénarii des cas présentés afin de ne pas biaiser le déroulement des séances de simulation à venir pour le deuxième groupe.

b. Déroulement du scénario

Une fois le briefing réalisé, le scénario est déroulé par les participants et guidé par le formateur. Le rôle du formateur et sa compétence sont essentiels à la fois pour la construction du scénario et pour son adaptation. Il est donc important que celui-ci dispose d'une connaissance et d'une expérience solides de l'approche pédagogique par la simulation et de la thématique abordée.

Au cours de la séance de simulation, le formateur procède par ajustements permanents du scénario, afin de maintenir les participants en situation de résolution de problème, permettant ainsi de favoriser la réalisation des objectifs pédagogiques.

c. Débriefing

Le débriefing est le temps d'analyse et de synthèse qui succède à la mise en situation simulée. C'est le temps majeur d'apprentissage de la séance de simulation.

Il permet à l'ensemble des participants et des formateurs de revenir sur le déroulement du scénario, selon un processus structuré, afin de relever les points correspondant aux objectifs fixés, celui-ci porte spécifiquement sur l'analyse des performances lors du déroulement du scénario. ⁽²⁵⁾

Le rôle du formateur est essentiel car il permet de guider la réflexion des participants. Le débriefing comporte habituellement trois phases :

- La phase descriptive :

Dans un premier temps, les participants sont invités à exprimer leurs impressions et partager leurs ressentis quant à la manière dont ils ont vécu la séance de simulation. Ensuite, ils partagent avec le reste du groupe les raisons et les motivations des actions qu'ils ont entreprises.

- La phase d'analyse :

Elle permet de discuter les raisons pour lesquelles les actions ont été réalisées ou au contraire non réalisées et d'interpréter le raisonnement qui a motivé les décisions prises. A cette étape, tous les participants peuvent prendre la parole pour discuter les actions entreprises, ou encore exprimer leurs raisonnements personnels. C'est la phase la plus longue du débriefing.

- La phase d'application ou de synthèse :

Elle permet aux participants de résumer ce qu'ils ont appris de la situation simulée, et d'exprimer ce qu'ils auraient pu faire différemment. Elle souligne également les points clés à retenir de la séance de simulation afin de faire évoluer leur savoir-faire en pratique réelle.

Enfin, le formateur réalise une synthèse de la séance de simulation dans son ensemble. Il n'existe pas de durée précise de débriefing. Il est conventionnellement conseillé qu'elle soit au moins égale à celle du déroulement du scénario, à savoir entre 30 et 45 minutes, elle peut aussi se prolonger au-delà. Au cours de notre étude, ceci a été respecté pour chaque scénario simulé et pour chacun des groupes.

C. Évaluation de la séance de simulation :

Pour apprécier l'intérêt de la formation à la simulation, elle doit comporter des éléments d'évaluation. Ces éléments porteront sur les acquisitions en simulation et comporteront un système d'évaluation du progrès réalisé.

En effet, trois types d'évaluation de cette formation peuvent aujourd'hui être envisagés : la première est l'observation de la performance des participants, mais l'interprétation de cette évaluation présente plusieurs biais.

Une seconde possibilité est l'évaluation écrite des participants soit par l'intermédiaire de Questions à choix multiples, soit par celui d'un rapport écrit. Cette évaluation est souvent de meilleure qualité.

Une troisième possibilité est représentée par une mesure objective des performances comme par exemple l'utilisation de capteurs au niveau de certaines régions anatomiques d'un mannequin lors d'un examen clinique simulé. ⁽²⁶⁾

Les participants à notre étude ont tous subi des évaluations : avant la formation-même, après chaque étape de celle-ci. Il s'agissait d'évaluations écrites avec questions à choix multiples et questions à réponses courtes.

D. Evaluation de la satisfaction :

Au terme de cette formation, un questionnaire a été remis à l'ensemble des participants. Il s'intéresse à leur satisfaction par rapport aux objectifs pédagogiques ciblés, à la technique d'apprentissage, au matériel et à l'interaction avec le formateur.

Dans notre étude, l'ensemble des résidents de néphrologie ayant participé à cette formation ont exprimé leur satisfaction et leur préférence pour la phase active de simulation. (Annexe)

4. Discussion des résultats :

Dans notre étude, l'analyse statistique de l'évolution intragroupe et intergroupe a permis d'obtenir des résultats différents en fonction du thème choisi.

En ce qui concerne l'apport de la formation par la simulation pour les deux groupes A et B l'évolution était très significative pour toutes les situations d'urgence étudiées à l'exception de celle traitant le pic hypertensif. Cela se justifie car il s'agit d'une urgence fréquemment rencontrée en hémodialyse et bien maîtrisée par la majorité de nos participants. Pour plus d'intérêt, il faudrait prévoir une formation par simulation concernant ce thème au début du cursus de résidanat en néphrologie.

Après avoir comparé les résultats du groupe A ayant reçu un cours théorique combiné à la formation par simulation et ceux du groupe B ayant participé directement à la simulation, les résultats étaient variables en fonction des thèmes choisis : il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes concernant les urgences les plus rencontrées en pratique, alors que pour les situations d'urgence moins fréquentes nous constatons une différence significative en faveur du groupe ayant reçu le cours théorique.

Dans l'ensemble, la formation à la simulation durant notre étude a objectivé une évolution importante de nos participants, avec de meilleures acquisitions pour le groupe A ayant bénéficié de la formation à la simulation combinée à la théorie, chez qui nous avons noté une progression de 45%.

La simulation médicale étant une méthodologie d'enseignement relativement récente, de nombreux travaux de recherche sont entrepris à son sujet afin d'en évaluer les résultats sur la qualité de l'enseignement et ses implications dans l'amélioration des soins portés aux patients.

Les données expérimentales concernant l'efficacité relative des techniques d'apprentissage traditionnelles (conférences, cours) et de la simulation sont discordantes.

Une revue de la littérature concernant l'apprentissage en traumatologie ne met pas en évidence d'avantage par rapport à l'enseignement traditionnel. ⁽²⁷⁾Cela s'oppose à ce que montre une deuxième revue de la littérature rassemblant 33 études et qui met en exergue l'intérêt de ce type d'enseignement dans le domaine d'acquisition des connaissances. ⁽²⁸⁾

Wayne et al. retrouvent une meilleure application des recommandations scientifiques après une formation sur simulateur concernant les manœuvres de réanimation cardio-respiratoire qui sont grevées souvent d'erreurs chez les apprenants.^(29,30)

Issenberg ⁽³¹⁾ et *Steadman* ⁽³²⁾ ont montré une amélioration de l'acquisition et de la rétention des informations lors d'un apprentissage par simulation comparé à un apprentissage théorique conventionnel, alors que *Gordon* ⁽³³⁾ et *Wenk* ⁽³⁴⁾ ont conclu que la simulation ne permettait pas d'améliorer le niveau de connaissances acquises, mais d'en accélérer l'acquisition. Les participants devenant plus vite performants participent à l'amélioration de la qualité des soins des patients qu'ils prennent en charge.

La conclusion évidente est que la simulation doit être associée aux autres techniques d'enseignement au sein d'un programme et non substituer à d'autres formes.

5. Discussion des perspectives :

Afin de pérenniser et d'optimiser ce projet dans notre contexte, certaines perspectives sont envisagées ⁽³⁵⁾ :

- Promotion de la simulation médicale sur l'ensemble des facultés de médecine au Maroc.
- Promotion de l'utilisation de la simulation médicale dans différentes spécialités
- Adoption un règlement interne régissant le fonctionnement des centres de simulation.
- Activation de la mise en place des centres de simulation en cours de construction.
- Constitution d'un noyau de formateurs pour former des enseignants potentiels sur la simulation médicale.
- Création d'un réseau national voire maghrébin de simulation médicale.
- Entretien de partenariats avec les universités étrangères.
- Mise en place d'un diplôme universitaire sur l'enseignement par simulation médicale.

D'autres méthodes de simulation pourraient voir le jour en néphrologie et en hémodialyse, dans l'objectif d'améliorer la maîtrise de plusieurs gestes et techniques. Cet apprentissage devrait concerner le personnel médical et paramédical du service dans le cadre du développement professionnel continu afin d'optimiser la prise en charge et d'améliorer la qualité de nos services de manière plus globale. Il devrait concerner plus de situations d'urgence et certains gestes comme la pose de cathéters centraux...

Notre étude fait suite à deux travaux réalisés au sein du service de néphrologie de CHU Hassan II, étudiant l'adaptation des programmes de formation à la réalité de l'exercice médical.

Les objectifs du premier travail⁽³⁶⁾ étaient d'abord d'établir un état des lieux des maladies rénales prises en charge par le service de néphrologie du CHU Hassan II de Fès, ensuite d'analyser la concordance entre l'incidence et de la nature de ces maladies d'une part et le programme de résidanat de néphrologie d'autre part. Ceci afin de proposer de nouvelles approches pédagogiques et des mesures d'accompagnement pour satisfaire les objectifs de formation des résidents en Néphrologie.

Le programme d'enseignement de la néphrologie a pour but de donner aux résidents les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour diagnostiquer, prévenir et traiter les maladies rénales et les autres affections qui se rattachent à la néphrologie. Cependant, il est constaté que les pathologies rencontrées en pratique quotidienne ne permettent pas de passer en revue tous les items du programme censés être enseignés qui sont nombreux, très divers et relèvent parfois d'une formation de pointe ou de perfectionnement.

L'analyse de la concordance entre l'exercice pratique et le programme de formation en néphrologie a permis de relever plusieurs points forts et de soulever certains points faibles dans la formation des médecins résidents en néphrologie. Ces résultats nous invitent à une bonne réflexion sur d'éventuelles perspectives d'amélioration de la formation des médecins résidents en néphrologie, notamment proposer de nouvelles approches pédagogiques telles que l'enseignement par simulation médicale.

Dans la même perspective de répondre aux besoins en formation des résidents en néphrologie du CHU Hassan II, un logbook du résident en Néphrologie ⁽³⁷⁾ a été

réalisé. Il s'agit là d'un tableau de bord avec un compte électronique propre à chaque médecin résident en néphrologie avec des objectifs théoriques et pratiques pour chaque année du cursus tout au long des 4 ans de formation. Ces objectifs pourront être contrôlés et validés par les enseignants du service de néphrologie. Ils pourront inclure des objectifs à atteindre dans le cadre d'enseignements par simulation.

VII. Conclusion :

La simulation médicale confirme de plus en plus sa place comme une technique pédagogique innovante et efficace, par la répétition de situations réelles. En effet, la répétition et la réactivation des connaissances sont des processus connus d'acquisition des compétences ^(38,39).

Cependant cet outil d'apprentissage n'est qu'à ses débuts, particulièrement dans les pays en voie de développement, et son application en hémodialyse n'est pas habituelle. Pourtant, c'est une méthode pédagogique qui apporte une solution à un problème éthique majeur. En postulant « jamais la première fois sur le patient », elle permet la formation initiale et continue des intervenants médicaux et paramédicaux.

Dans le but d'améliorer la qualité et la sécurité des soins chez nos patients en hémodialyse, l'intégration de la simulation médicale aux autres techniques d'apprentissage peut faire évoluer l'acquisition des connaissances (évaluée dans cette étude), les performances et la qualité des soins au bénéfice de la sécurité du patient.

Un long chemin attend l'installation de façon très large de l'enseignement par simulation médicale dans les pays du Maghreb. Ceci nécessitera de la persévérance et le suivi des recommandations mises en perspectives.

RESUME

Résumé :

Introduction :

La formation à la gestion des urgences est primordiale pour améliorer la qualité et la sécurité des soins en hémodialyse. La simulation médicale est une méthode innovante qui permet un apprentissage sécurisé et sans crainte des répercussions en situation réelle.

Matériel et méthodes :

Nous avons mené une étude observationnelle, descriptive, qui s'est intéressée à la formation des résidents de néphrologie à faire face à des situations d'urgence fréquemment rencontrées en hémodialyse en comparant les méthodes conventionnelles à la simulation médicale.

Résultats :

La formation a été bénéfique (différence significative entre le niveau de connaissances initial et final) pour l'ensemble des participants. La comparaison de la formation par simulation associée à l'approche théorique conventionnelle et la formation par simulation isolée, a objectivé des résultats variables en fonction des thèmes étudiés. Nous notons par contre un taux de satisfaction en faveur de la formation par simulation.

Discussion-conclusion :

Cette étude souligne l'importance de telles formations pour des résidents en néphrologie de façon générale d'une part et l'importance d'intégrer la simulation dans les stratégies d'apprentissage comme outil complémentaire et non substitutif.

Mots clés :

Urgences, hémodialyse, formation, simulation, évolution.

Resume :

Introduction :

Training for the management of emergency is primordial to improve quality and security of care in hemodialysis. Medical simulation is an innovative method which allows a reassured training and without fear of repercussions in real situation.

Material and methods :

We led an observationnelle, descriptive study, which was interested in the training of the residents of nephrologie to face up urgent situations often met during hemodialysis by comparing conventional methods with medical simulation.

Results :

The training was advantageous by revealing a significant difference between the initial and final level of knowledge for all the participants. The comparison of the training by simulation linked to conventional theoretical approach and training by insulated simulation, objectified variable results according to the topics.

We point out a rate of satisfaction for the training by simulation.

Discussion-Conclusion :

This study underlines the importance of such trainings for residents in nephrologie generally speaking on one hand and the importance to include simulation into strategies of teaching.

Key words :

Emergency, hemodialysis, training, simulation, evolution.

مطنى

التدريب في إدارة طوارئ الرعاية الصحية تحسين جودة وسلامة ورعاية المرضى خلال حدث تصفية الدم.

المحاكاة بيئة هي سبب لمتابعة تمكين كوادرنا من التعامل مع حالات الطوارئ في بيئة واقعية.

أبرزت الدراسة أن أهم التحديات التي تواجهنا في التدريب هي: نقص الكوادر المدربة، قلة التجهيزات، وعدم الاهتمام بالبيئة المحيطة بالمرضى.

التعلم مع طوارئ لتي تصادفها خلال حدث تصفية الدم من جهة.

و كذلك قلة تفاعلنا مع كوادرنا في التدريب، ونقص التجهيزات لدينا لمحاكاة بيئة.

خلالها تطرح أسئلة، كما نتفقد التدريب المناسب، فنظرنا في الحلول التي يمكن أن نأخذها من جميع

المشتركين.

تأثيرها على بيئة العمل، كما نتفقد التدريب المناسب، فنظرنا في الحلول التي يمكن أن نأخذها من جميع

المؤسسات التعليمية.

معظمها لم تشمل كليات التربية، فالتدريب المناسب يحتاج إلى بيئة مناسبة، كما أننا نحتاج إلى

تدريب مناسب، كما نتفقد التدريب المناسب، فنظرنا في الحلول التي يمكن أن نأخذها من جميع

المؤسسات التعليمية.

Annexes :



SAMU de Fès



**Atelier de formation sur l'arrêt cardiaque chez l'adulte
Fès, 2015
Evaluation**

Prière de cocher la réponse ou les réponses justes.

- 1- Dans l'arrêt cardiaque chez l'adulte, la séquence compressions/insufflations :
 - A- à deux sauveteurs est de 15/2
 - B- à deux sauveteurs est de 30/2
 - C- à un sauveteur est de 15/2
 - D- à un sauveteur est de 30/2
- 2- Le 1^{er} maillon de la chaîne de survie dans l'arrêt cardiaque chez l'adulte est :
 - A- L'alerte
 - B- Les compressions thoraciques
 - C- Les insufflations
- D- La défibrillation
- 3- Le (Les) critère(s) de diagnostic de l'arrêt cardiaque chez l'adulte:
 - A- Absence de pouls
 - B- Pression artérielle imprenable
 - C- Inconscience
 - D- Arrêt respiratoire
 - E- Asystolie
- 4- Dans l'arrêt cardiaque chez l'adulte, la priorité est pour (une seule réponse):
 - A- Compressions thoraciques
 - B- Ventilation
 - C- Défibrillation
 - D- Administration de l'adrénaline
 - E- Administration de l'amiodarone
- 5- Les indications de la défibrillation dans l'arrêt cardiaque chez l'adulte:
 - A- Asystolie
 - B- Fibrillation ventriculaire
 - C- Tachycardie ventriculaire
 - D- Dissociation électromécanique
 - E- quel que soit le type d'arrêt cardiaque
- 6- Les voies d'administration de l'adrénaline dans l'arrêt cardiaque chez l'adulte:
 - A- Voie veineuse périphérique
 - B- Voie veineuse centrale
 - C- Voie intra-osseuse
 - D- Voie trachéale
 - E- Voie sous-cutanée

7- Quels sont les différents maillons de la chaîne de survie:

.....
.....

.....
.....

8- Quelles sont les différentes causes réversibles de l'arrêt cardiaque:

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

9- Quels sont les différents types de défibrillateur:

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

10- quels sont les principes de l'alerte:

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



SAMU de Fès



Simulation en Hémodialyse, Fès, 2015
Evaluation

1- Quelle est la définition de l'état de mal convulsif ? :

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

2- Principales causes de convulsions en hémodialyse ? :

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

3- Quelle est la CAT devant des convulsions en hémodialyse ? :

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

4- Quelle est la différence entre le choc anaphylactique et le choc anaphylactoïde ?

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

5- Quelle est la conduite à tenir devant un choc anaphylactique ? :

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

6- Quel est le bilan spécifique qu'il faut demander devant un état de choc anaphylactoïde ?:

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

7- Quel est le soluté idéal devant un état de choc anaphylactique ?

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

8- Drogue de choix devant un état de choc anaphylactique ?

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

9- quelles sont les principales propriétés du tissu nodal ?

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

10- pourquoi la dyskaliémie s'accompagne d'anomalie de l'onde T:

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

11- les principales causes de la tachycardie sinusale ?

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

12- Les complications de l'ACFA (arythmie complète par fibrillation auriculaire) ?

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

13- Quelles sont les principales étiologies de l'ACFA :

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



SAMU de Fès



**Simulation en Hémodialyse
Fès, 2016
Pré-test**

1- Quelle est la définition de l'HTA intra-dialytique? :

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

2- Principaux mécanismes de l'HTA pendant la dialyse? :

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

3- Entourez les anti-hypertenseurs non dialysables ? :

- § Antagonistes des récepteurs de l'angiotensine
- § Amlodipine
- § Nimodipine

4- Traitement de l'HTA pendant la dialyse ?

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

5- caractéristiques de la douleur infarctoire ? :

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

6- Prise en charge d'une suspicion de l'IDM pendant la dialyse ?:

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

7- signes cliniques d'un OAP cardiogénique ?

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

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

8- Prise en charge de l'OAP cardiogénique ?

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

9- Matériel nécessaire pour l'intubation oro-trachéale:

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

10- Comment s'assurer du bon positionnement de la sonde d'intubation trachéale ?

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



SAMU de fès
Centre d'enseignement en soins d'urgence
(CESU)
SAMU de Fès

- § Mr Mohammed
- § 45 ans
- § ATCD: diabète, HTA
- § Traitement : metformine 1000/12h + IEC
- § Salle de déchocage:
 - détresse respiratoire, OAP
 - Bilan:
 - § urée: 3 g/l
 - § créatinine: 75 mg/l
 - § natrémie: 125 mmol/l
 - § kaliémie: 5,8 mmol/l
 - § glycémie: 1,2 g/l
 - § Hb: 10 g/dl
 - § GB: 12000/mm³
 - § plaquettes: 150000/mm³

• **Ho :**

- § Mr Mohammed est branché depuis 2h, accompagné par un externe de 6ème année
- § conscient
- § polypneique : 18 c/min
- § FC : 90 bpm
- § ECG : rythme sinusal
- § PA : 145/90 mmHg
- § SpO₂ : 95% sous 10 L/min d'O₂

• **H1 :**

- § externe constate que le patient est entrain de convulser : tonico-clonique bilatérale
- § appelle le médecin
- § polypneique : 25 c/min
- § FC : 125 bpm
- § ECG : rythme sinusal
- § PA : 180/95 mmHg
- § SpO₂ : 90% sous 10 L/min d'O₂

• **H2 :**

- glycémie capillaire : 0,45g/l
- natrémie : 125 mmol/l
- kaliémie : 3,9 mmol/l

	H0	H1	H2	H4
Conscience	+			
ECG	sinusal	sinusal		
FC	90	125		
FR	18	25		
SpO2	95 %	90		
PA	145/50	180/95		

CAT :

- § Glycémie capillaire
- § Bilan biologique
- § Diazépam : 5 mg en IVD



Centre d'enseignement en soins d'urgence (CESU)
SAMU de Fès

Circonstances : hémodialyse habituelle

Acteurs : malade + infirmier+ néphrologue

- § Mr Ali, 35 ans
- § Insuffisance rénale chronique, sous dialyse depuis 5 ans
- § Il est à l'hémodialyse pour une séance habituelle

• **Ho :**

- § Eupnéique
- § Souriant
- § PA = 145/90 mmHg
- § Fc = 75 bpm
- § Il est branché depuis une heure

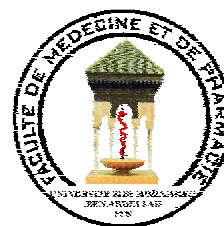
• **H1 : infirmier va appeler le médecin**

- § polypnéique : 25 c/min
- § sensation de chaleur et picotement (**infirmier**)
- § gêne respiratoire, sifflement à l'auscultation
- § FC : 125 bpm
- § PA : 90/50 mmHg
- § SpO2 : 93% AA

• **H2 :**

- PA : 70/30 mmHg
- FC : 155 bpm
- SpO2 : 90%
- rash cutané
- gémissement, ne répond plus

	H0	H1	H2	H4
parle	+	Chaleur, picotement	Gémissement, ne répond plus	
FC	75	125	155	
FR	12	25	25	
SpO2	?	93 AA	90	
PA	145/90	90/50	70/30	
			Rash cutané	



Centre d'enseignement en soins d'urgence (CESU)
SAMU de Fès

Circonstances : hémodialyse pour OAP

Acteurs : malade + néphrologue

- Mr Med, 55 ans
- Diabétique
- Admis aux urgences pour OAP
- Polypnéique : 24
- SpO₂: 85% sous 8 l/min d'O₂
- PA: 180/95 mmHg
- ECG: ondes T amples
- Bilan:
 - § Urée: 3 g/l
 - § Créatinine: 25 mg/l
 - § Kaliémie: 7 mmol/l
- **Il est branché depuis 15 min**
- **Cathéter fémoral gauche**

• **Ho :**

Arrêt cardiaque après Tachycardie ventriculaire

	H0	H1	H2	H4
gémissement	+	Troubles de consciences		
FC	150	ESV	TV	
FR	24	0		
SpO₂	85% (8l/min)	0		
PA	180/95	0		



Centre d'enseignement en soins d'urgence (CESU)
SAMU de Fès

Circonstances : hémodialyse habituelle

Acteurs : malade + infirmier+ néphrologue

- § Mr Ali, 55 ans
- § IRC, sous dialyse depuis 5 ans
- § Il est à l'hémodialyse pour une séance habituelle

• **Ho :**

- § Eupnéique
- § Souriant
- § PA = 130/80 mmHg
- § Fc = 75 bpm
- § Il est branché depuis une heure

• **H1 : infirmier va appeler le médecin**

- § céphalées
- § bourdonnements des oreilles
- § nausées
- § FC : 80 bpm
- § PA : 170/95 mmHg
- § SpO2 : 98% AA



SAMU de Fès

Centre d'enseignement en soins d'urgence (CESU)

Circonstances : hémodialyse en urgence

Acteurs : malade + infirmier+ néphrologue

- § Mr Med, 65 ans
- § admis aux urgences pour altération de l'état général
- § Au bilan biologique:
 - urée : 2 g/l
 - Créatinine : 75 mg/l
 - kaliémie : 8 mmol/l avec signes électriques + anurie
 - bicarbonates : 7 mmol/l

• **Ho :**

- § Fr : 15
- § PA = 180/80 mmHg
- § Fc = 120 bpm
- § Spo2 : 95% à AA
- § Il est branché depuis une heure

• **H1 : infirmier va appeler le médecin**

- § Dyspnée + douleurs thoraciques (IDM)
- § Désaturation : 75%

• **H2 :**

OAP (Râles crépitants à l'auscultation)



SAMU de Fès



Questionnaire d'évaluation de la formation

Fès, 2016

Votre avis nous intéresse

- Comment vous jugez cette formation ?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pas intéressante du tout		Neutre		Très intéressante

- Une session est suffisante pour une formation de ce genre ?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- La durée de la formation est suffisante ?

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Le nombre d'apprenants est compatible avec une formation de qualité :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Le temps consacré à la partie théorique est suffisant :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Le temps consacré à la partie pratique est suffisant :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Comment vous jugez la technique pédagogique utilisée :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pas intéressante du tout		Neutre		Très intéressante

- L'interactivité formateur – apprenant était :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Excellente

- La séance de formation est bien organisée :

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- la salle de formation est adaptée à ce genre de formation pratique :

1	2	3	4	5
O	O	O	O	O
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Cette formation pourra améliorer votre comportement en situation d'urgence :

1	2	3	4	5
O	O	O	O	O
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- la qualité du matériel utilisé est adaptée à la formation :

1	2	3	4	5
O	O	O	O	O
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- La formation répond à vos attentes :

1	2	3	4	5
O	O	O	O	O
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Ce genre de formation doit être obligatoire pour les résidents de néphrologie :

1	2	3	4	5
O	O	O	O	O
Totalement En désaccord		Neutre		Totalement en accord

- Souhaitez vous participer aux d'autres formations ?

Oui Non

- Qu'elle est la partie de la formation qui vous a touché plus ?

Commentaires libres :

Merci d'avoir répondu aux questions précédentes, mais il est possible qu'elles n'aient pas permis d'exprimer parfaitement votre opinion. Nous vous invitons donc à vous exprimer ci-dessous. Sachez qu'il est toujours attaché d'importance aux commentaires libres :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Liste des figures

- Figure 1 : Principe de la diffusion dans l'hémodialyse
- Figure 2 : Principe de l'ultrafiltration en hémodialyse
- Figure 3 : Illustration du circuit d'hémodialyse
- Figure 4 : Bases du traitement d'un choc anaphylactique
- Figure 5 : Mannequins de madame Du Coudray
- Figure 6 : Asmund Laerdal et le mannequin Resusci Anne
- Figure 7 : Le logiciel GasMan.
- Figure 8 : Photographies illustrant les différentes étapes de la formation
- Figure 9 : Graphique illustrant la répartition des centres de simulation dans le monde
- Figure 10 : Mannequin haute-fidélité (CESU de Fès)
- Figure 11 : Bras de perfusion (CESU de Fès)
- Figure 12 : Tronc pour massage cardiaque externe (CESU de Fès)
- Figure 13 : Tête d'intubation (CESU de Fès)
- Figure 14 : Image illustrant une simulation associant une patiente standardisée et un bassin d'accouchement.

Liste des tableaux

- Tableau 1 : Résultats des deux groupes lors de la première séance de la formation (arrêt cardiaque perodialyse).
- Tableau 2 : Résultats des deux groupes lors de la deuxième séance de la formation (hypotension artérielle perodialyse).
- Tableau 3 : Résultats des deux groupes lors de la troisième séance de la formation (les troubles de conscience).
- Tableau 4 : Résultats des deux groupes lors de la quatrième séance de la formation (l'état de mal convulsif en hémodialyse)
- Tableau 5 : Résultats des deux groupes lors de la cinquième séance de la formation (le choc anaphylactique en hémodialyse).
- Tableau 6 : Résultats des deux groupes lors de la sixième séance de la formation (les troubles du rythme cardiaque en perodialyse).
- Tableau 7 : Résultats des deux groupes lors de la septième séance de la formation (le ppic hypertensif perodialytique).
- Tableau 8 : Résultats des deux groupes lors de la huitième séance de la formation (les douleurs thoraciques en hémodialyse).
- Tableau 9 : Moyenne globale de l'ensemble des évaluations pour les deux groupes A et B.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

1. L'hémodialyse <candos.fr/etudiants/promo_2005-2008/2_annee/cours-divers/soins_inf_dialyse.pdf> (consulté le 15/01/2016)
2. Travaux Pratiques : Traitement de l'insuffisance rénale – Réanimation Adulte – J.L. Pallot – L. Augendre – CHI André Grégoire, Montreuil -Mai 2007-
3. Travaux Pratiques : Traitement de l'insuffisance rénale – Réanimation Adulte – J.L. Pallot – L. Augendre – CHI André Grégoire, Montreuil -Mai 2007-
4. Béguin P, Weill-Fassina A. La simulation en ergonomie: connaître, agir et interagir. Toulouse: Octares; 1997.
5. Society for Simulation in Healthcare. Council for accreditation of healthcare simulation programs, accreditation standards and measurement criteria. Minneapolis: SSH; 2010. <http://ssih.org/uploads/committees/2011%20Self%20Study%20Tool.pdf> (consulté le 17/01/2016)
6. Simulation médicale <chu-rouen.fr/Internet/Formation/CESU/> consulté le 16/01/2016.
7. Motola Y, Devine LA, Chung HS, et al. Simulation in healthcare education: A best evidence practical guide. AMEE Guide No. 82. Med Teach, 2013, 35, 1511-1530.
8. Granry JC, Moll MC. Rapport de mission : Etat de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Janvier 2012. www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1173128/.../simulation-en-sante-rapport - (consulté le 16/01/2016)
9. Salas E, Klein C, King H, Salisbury M, Augenstein JS, Birnbach DJ, et al. Debriefing medical teams: 12 evidence-based best practices and tips. Jt Comm J Qual Patient Saf 2008;34 (9):518-27.
10. Rattner Gelbart N. The king's midwife. A history and mystery of madame du Coudray. Berkeley: University of California Press; 1998.

11. DeMaria S, Levine AI, Bryson EO. The use of multi-modality simulation in the retraining of the physician for medical licensure. *J Clin Anesth* 2010;22(4):294-9.
Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23(2):157-66.
12. Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care* 2008;23(2):157-66.
13. Institute of Medicine, Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. To err is human. Building a safer health system. Washington: National Academy Press; 1999.
<http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309068371>(consulté le 20/01/2016)
14. Mouhaoui M, Moussaoui M, Yaqini K et al." La simulation médicale au Maghreb : état des lieux et perspectives", Session conjointe SFMU/Société Maghrébine de Médecine d'urgence. Juin 2012.
15. Society for Simulation in Healthcare. Council for accreditation of healthcare simulation programs, accreditation standards and measurement criteria. Minneapolis: SSH; 2010.
16. Boet S., Jaffrelot M., Naik V.N., Brien S., Granry J.-C.
17. Granry JC, Moll MC. Rapport de la Haute Autorité de Santé. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins. 2012 www.has-sante.fr
18. Décret n° 2001-486 du 6 juin 2001 portant publication de la Convention européenne sur la protection des animaux vertébrés utilisés à des fins expérimentales ou à d'autres fins scientifiques, adoptée à Strasbourg le 18 mars 1986 et signée par la France le 2 septembre 1987. *Journal officiel* 2001; 8 juin.
Décret n° 2001-464 du 29 mai 2001 modifiant le décret n° 87-848 du 19 octobre 1987 pris pour l'application de l'article 454 du Code pénal et du troisième alinéa de l'article 276 du Code rural et relatif aux expériences pratiquées sur les animaux. *Journal officiel* 2001; 31 mai (125).

19. Académie suisse des sciences médicales. Utilisation de cadavres et de parties de cadavres dans la recherche médicale et la formation prégraduée, postgraduée et continue. Recommandations de l'Académie suisse des sciences médicales (ASSM). Bull Méd Suisses 2009;90(4):102-7.
20. Université de Genève. Programme de patients standardisés 2007.
<<http://www.unige.ch/medecine/ps/doctypes.html>> (consulté le 21/01/2016)
21. Meller G. A typology of simulators for medical education. J Digit Imaging 1997;10(3 Suppl 1):194-6. 16. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Linqvist LA, Feinglass J, et al. Simulation-based training of internal medicine residents in advanced cardiac life support protocols: a randomized trial. Teach Learn Med 2005;17(3):210-6.
22. Wayne DB, Butter J, Siddall VJ, Fudala MJ, Linqvist LA, Feinglass J, et al. Simulation-based training of internal medicine residents in advanced cardiac life support protocols: a randomized trial. Teach Learn Med 2005;17(3):210-6.
23. Alinier G. Developing high-fidelity health care simulation scenarios. A guide for educators and professionals. Simul Gaming 2011;42(1):9-26.
24. Boet-Gribov S. Étude de l'intérêt de l'auto-évaluation dans l'enseignement par simulation. Exemple des internes d'anesthésie pour l'apprentissage des compétences non techniques en simulation d'urgence [mémoire de master 2 de recherche à distance francophone]. Rouen: université de Rouen; 2010.
25. Dreifuerst KT. The essentials of debriefing in simulation learning: a concept analysis. Nurs Educ Perspect 2009;30(2):109-14
26. Pugh CM, Domont ZB, Salud LH, Blossfield KM. A simulation-based assessment of clinical breast examination technique: do patient and clinician factors affect clinician approach? Am J Surg 2008;195(6):874-80.

27. Gaffan J, Dacre J, Jones A. Educating undergraduate medical students about oncology: a literature review. *J Clin Oncol* 2006; 24(12):1932-9.
28. Pastré P. Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels. Toulouse: Octares; 2005.
29. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, Fudala MJ, Barsuk JH, McGaghie WC. Simulation based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest* 2008;133(1):56-61.
30. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N, et al. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005;293(3):305-10.
31. Issenberg SB., Mc Gaghie WC., Hart IR. Et al. Simulation technology for health care professionals skills training and assessment *JAMA* 1999;282:861-866.
32. Steadman RH., Coates WC., Huang M., et al. Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills *Crit Care Med* 2006;34:151-157.
33. Gordon JA., Shaffer DW., Eaemer DB., Pawlowski J., Hurford WE., Cooper JB. A randomized controlled trial of simulation-based teaching versus traditional instruction in medicine: a pilot study among clinical medical students *Adv in Health Sci Educ* 2006;11:33.39.
34. Wenk M., Waurick R., Schotes D. et al. Simulation-based medical education is no better than problem-based discussions and induces misjudgment in self-assessment. *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* 2009 May;14(2):159-71.
35. Mouhaoui M., Moussaoui M., Yaqini K., Khaleq K., Louardi H. La simulation médicale au Maghreb : état des lieux et perspectives. Session conjointe SFMU/Société Maghrébine de Médecine d'urgence. Juin 2012.

36. Adéquation entre le programme de résidanat en Néphrologie et l'activité du service de Néphrologie du CHU Hassan II de Fès. Mémoire de fin de spécialité en Néphrologie du Dr Ezziani M. sous la direction du Pr Sqalli Houssaini T. CHU Hassan II de Fès (2014).
37. Conception et réalisation d'un e-logbook du résidant en Néphrologie. Mémoire de fin de spécialité en Néphrologie du Dr Lazrak A. sous la direction du Pr Sqalli Houssaini T. Service de néphrologie CHU Hassan II de Fès (2014).
38. Boucheix JM, Bonnetain E, Avena C, Freysz M. Benefits of learning technologies in medical training, from full-scale simulators to virtual reality and multimedia presentations. Didier book 2011 ; 171-90.
39. Anderson JR. Rules of the mind 1993. Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.