



**HAL**  
open science

# Prise en charge préhospitalière des arrêts cardiaques traumatiques : intérêts du scanner post-mortem

Damien Breuil

► **To cite this version:**

Damien Breuil. Prise en charge préhospitalière des arrêts cardiaques traumatiques : intérêts du scanner post-mortem. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01142706

**HAL Id: dumas-01142706**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01142706>**

Submitted on 15 Apr 2015

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

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

Thèse pour l'obtention du  
DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Par Damien BREUIL  
Né le 27 Juillet 1983 à Paris  
Le 2 février 2015

Titre de la thèse

**Prise en charge préhospitalière des  
arrêts cardiaques traumatiques :  
Intérêts du scanner post-mortem**

Directeur de thèse

M. le Docteur J-M Berthézène

Jury

M. le Professeur P. Von Theobald.	Président du Jury
M. le Professeur X. Combes.	Rapporteur et Juge
M. le Professeur F. Sztark.	Juge
M. le Docteur B. Guihard.	Juge
M. le Docteur C. Loire.	Juge
M. le Docteur J-M. Berthézène.	Directeur et Juge

# Remerciements

---

A mon président de jury

**Monsieur le Professeur Peter Von Théobald**

*Professeur des Universités, Praticien Hospitalier*

*Chef de Service de Gynécologie et d'Obstétrique du CHU de Saint-Denis de la Réunion*

*Médecin Coordinateur du Centre d'Investigation Clinique*

Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury, veuillez trouver ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A mon directeur de thèse

**Monsieur le Docteur Jean-Marie Berthézène**

*Chef de service de l'Institut Médico-légal du CHU de Saint-Denis de la Réunion*

Tu es à la base de ce travail. Je te remercie de m'avoir permis de faire ma thèse sur un sujet qui me passionne, d'avoir accepté de me guider et de superviser mon travail. Merci pour toute ton aide et ton soutien, pour l'intérêt que tu as porté à mon travail et à mes remarques. Merci pour toutes tes relectures, tes conseils précieux et surtout pour le temps que tu m'as accordé.

A mon rapporteur de thèse et membre de jury

**Monsieur le Professeur Xavier Combes**

*Chef de service des urgences de Saint-Denis de la Réunion et du SAMU 974*

Je vous remercie d'avoir accepté d'être le rapporteur de mon travail et de faire partie de mes juges. Merci pour vos conseils et le temps que vous m'avez accordé. Mais avant tout merci pour votre confiance pendant ces 18 mois passés dans votre service aussi passionnants que formateurs.

A mes juges,

**Monsieur le Professeur François Sztark**

*Chef de pole d'Anesthésie Réanimation. Groupe Hospitalier de Pellegrin. CHU de Bordeaux*

Je vous remercie d'avoir accepter de faire partie du jury de ma thèse et de me faire l'honneur de juger mon travail.

**Monsieur le Docteur Christophe Loire**

*Praticien Hospitalier de l'Institut Médico-Légal du CHU de Saint-Denis de la Réunion*

Merci pour ton accueil et pour m'avoir fait découvrir la régulation à mon arrivée aux urgences  
Merci pour l'intérêt que tu portes à mon travail et merci à toi d'avoir accepté de faire partie de mon jury.

**Monsieur le Docteur Bertrand Guihard**

*Praticien hospitalier aux urgences du CHU de Saint-Denis de la Réunion*

Merci pour ta gentillesse et ta disponibilité aux urgences quand j'en ai eu besoin. Je te remercie d'avoir accepté de juger mon travail.

A Eva, la femme de ma vie. Merci pour tout ton amour, ton soutien et ta patience. Merci tout simplement d'être là. Le chemin de ma vie n'aurait jamais pu être le même sans toi.

A mes enfants Joa et Mila que j'aime plus que tout au monde.

A mes parents, pour leur amour, leur soutien et leur confiance depuis toujours.

A mes oncles, à mes cousins que j'ai trop souvent laissés sans nouvelle

A ma grand-mère chérie qui a toujours cru en moi

A mes amis d'ici et d'ailleurs.

A David, Guillaume et Benjamin toujours présents pour moi qui suis si loin

A Pierre, Philippo, Damien et Matthieu

A toute la Only-team Mahoraise, Marie, Dr Ploux, Lolo, Carole, Mélanie, Sarah K., Sarah B.

A la mémoire d'Elise

A Julie et Marie-Océane que je n'oublie pas

A mes amis précieux d'ici, Audrey, Benoît, Fabien et Vincent

A l'équipe de Mayotte pour m'avoir fait aimer mon métier, Taf, Magda, Barbie, Jeanne, Elise, Mohamed ; Laurent, Philippe

A la mémoire de Barry

A Assef, ami pour toujours, pour m'avoir donné envie de tout traverser avec le sourire

Au docteur Yves Cazal pour ta confiance sur Petite Terre

A toute l'équipe des Urgences de Saint Denis pour votre confiance... Et surtout votre aide !!!

A toutes les infirmières, tous les infirmiers et tous les ambulanciers du SMUR de Saint-Denis pour tout ce que j'ai appris auprès de vous.

A tous les médecins que j'ai pu croiser et qui m'ont transmis ce que je sais  
Marianne, Jérémie, la Réa et la pédiatrie de Mayotte et de Saint Denis

A ma tante Michèle, partie trop vite

A ma tante Monique, partie trop vite

# Résumé

---

Depuis une dizaine d'années le scanner post-mortem prend une place grandissante en complément de l'examen thanatologique en médecine légale. Si celui-ci n'a pas pour le moment d'indication formelle en fonction du contexte, une performance particulièrement intéressante semble se dégager concernant la traumatologie. L'absence de deux thoracostomies et d'une cricothyroïdotomie dans les prises en charge a été observée par le service de médecine légale et rapportée auprès des services d'urgences. Ces remarques sont le point de départ de notre étude.

Nous avons réuni 37 dossiers de patients pris en charge en préhospitalier et décédés malgré la réanimation dans un contexte traumatique. Tous ces patients ont eu un obstacle médico-légal et un scanner post-mortem en association avec l'examen thanatologique. Le but de notre étude est de quantifier les gestes potentiellement salvateurs non effectués durant les prises en charge des arrêts cardiaques traumatiques avec en premier lieu la thoracostomie bilatérale indiquée pour tous ces arrêts cardiaques ou en cas d'aggravation respiratoire ou hémodynamique après l'intubation. Nous observerons également les intubations difficiles et les recours à la crico-thyroïdotomie dans notre population ainsi que l'intérêt du scanner post-mortem dans ce contexte de décès traumatique.

Dans notre étude nous observons la présence d'un pneumothorax chez 49% de la population et chez 44% des patients n'ayant pas eu de tentative de toucher pleural. Sur les 37 patients de l'étude, deux intubations impossibles sont décrites et aucun des patients n'a bénéficié d'une tentative de pose de masque laryngé ou de cricothyroïdotomie.

Nous remarquons une proportion très importante de lésions pleurales et de pneumothorax en particulier. Ce pourcentage de l'ordre de 50% est à mettre en regard des 5 à 20% évoqués par d'autres études. Cela renforce et confirme l'indication systématique de thoracostomie dans l'arrêt cardiaque traumatique. Avec seulement 10 tentatives d'évacuation de pneumothorax dont deux par drainage, on note une absence de thoracostomie dans 70% des 33 dossiers ayant une indication formelle.

Notre étude permet un rappel de la prise en charge de l'arrêt cardiaque traumatique et des intubations difficiles en préhospitalier. Nous pouvons relever surtout le frein existant à la réalisation de gestes pourtant indiqués et potentiellement salvateurs lorsque ceux-ci sont peu connus ou peu pratiqués par les médecins urgentistes. La formation continue théorique autant que pratique est dans ces situations parfaitement adaptée et essentielle à la pose de la bonne

indication et à la bonne réalisation de ces gestes techniques sur le terrain. Nos observations peuvent sans aucun doute s'étendre à d'autres domaines de la médecine d'urgence.

Nos observations confirment les résultats des dernières études dans le domaine avec un apport intéressant et parfois essentiel du scanner post-mortem en traumatologie notamment grâce à sa performance pour les lésions osseuses (rachis et face en priorité) et l'identification d'air extra-anatomique.

Nous concluons en soulignant l'importance de la relation entre médecine d'urgence et médecine légale et le formidable retour d'informations que peut apporter le médecin légiste à l'urgentiste.

# Mots clés

---

Scanner post-mortem, arrêts cardiaques traumatiques,  
Pneumothorax compressifs, thoracostomie, cricothyroïdotomie

# Liste photos, figures et tableaux

---

Figure 1: Survie des patients en fonction du délai sans massage cardiaque ( <i>no flow</i> ).....	18
Figure 2: Chaîne de survie.....	18
Figure 3: Réanimation primaire et défibrillation.....	19
Figure 4: Prise en charge médicalisée de l'arrêt cardiaque.....	20
Figure 5: Schéma de l'appareil respiratoire.....	23
Figure 6: Schéma d'un pneumothorax.....	24
Figure 7: Pneumothorax complet.....	24
Figure 8: Radiographie d'un pneumothorax compressif.....	25
Figure 9: Description des types de pneumothorax.....	26
Figure 10: Création pneumothorax compressif sous ventilation mécanique.....	28
Figure 11: Exemple de drain pleural.....	29
Figure 12: Pose d'un drain thoracique.....	29
Figure 13: Radiographie de thorax Drain en place.....	30
Figure 14: Mouvement d'air à l'inspiration sous ventilation mécanique après thoracostomie.....	30
Figure 15: Le certificat de décès.....	33
Figure 16: Principe de fonctionnement d'un scanner.....	40
Figure 17: Principe de l'hélice du scanner.....	40
Figure 18: Mr. G.-N. Hounsfield posant au coté du premier scanner.....	41
Figure 19: Coupe TDM scanner cérébral 1974.....	41
Figure 20: Modèle du scanner pour l'imagerie post-mortem à l'IML de la Réunion.....	43
Figure 21: Description de l'effectif global de l'étude.....	48
Figure 22: Répartitions des examens thanatologiques en fonction du scanner post-mortem ..	49
Figure 23: Répartition par types d'examens thanatologiques.....	50
Figure 24: Répartition des contextes de décès.....	50
Figure 25: Répartition des causes de la mort.....	51
Figure 26: Gestes techniques effectués durant la PEC préhospitalière.....	52
Figure 27: Description brute des lésions décrites sur les scanners par régions anatomiques ..	53
Figure 28: Effectifs détaillés des atteintes pleurales.....	54
Figure 29: Effectif des lésions potentiellement létales identifiées aux scanners.....	55
Figure 30: Effectifs des lésions potentiellement létales isolées.....	55
Figure 31: Prise en charge de l'arrêt cardiaque traumatique.....	57
Figure 32: Schéma des points d'incision de la thoracostomie.....	58
Figure 33: Description de la PEC du point de vue lésionnel.....	60
Figure 34: Description des PEC du point de vue interventionnel.....	61
Figure 35: Algorithme d'intubation difficile préhospitalière.....	64
Figure 36: Kit de cricothyroïdotomie; Technique de Seldinger.....	65
Figure 37: Repères pour la ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne.....	66
Figure 38: Ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne sur mannequin.....	66
Figure 39: Résumés de la réanimation des deux patients.....	67
Figure 40: Pneumothorax vu au scanner.....	72
Figure 41: Image de pneumencéphalie.....	72
Figure 42: Pneumopéritoine.....	72
Figure 43: Fracture du crane et fracas facial; Reconstruction 3D.....	73
Figure 44: Reconstruction d'un volet costal.....	73
Figure 45: Fracture luxation du rachis dorsal.....	74

Figure 46: Fracture instable du bassin.....	74
Figure 47: Reconstruction membres inférieurs .....	75
Figure 48: Classement par nature des lésions observées au scanner.....	76

# Listes des abréviations

---

- % : Pourcentage
- 3D : Trois Dimensions
- AP : Atteintes Pleurales
- APL : Atteintes Pleurales potentiellement Létales
- APNL : Atteintes Pleurales Non potentiellement Létales
- AT : Accident de Travail
- AVP : Accident de la Voie Publique
- cc : centimètre cube
- Cf : Confère
- CR : Compte Rendu
- EEG : Electroencéphalogramme
- HAS : Haute Autorité de Santé
- IML : Institut Médico-Légal
- IOT : Intubation Oro-Trachéale
- Kg : Kilogramme
- LCR : Liquide Céphalo-Rachidien
- MCE : Massage Cardiaque Externe
- mg : Milligramme
- MP : Maladie Professionnelle
- OML : Obstacle Médico-Légal
- PEC : Prise En Charge
- Réa : Réanimation
- SAMU : Service d'Aide Médical d'Urgence
- SAUV : Salle d'Accueil des Urgences Vitales
- SIDA : Syndrome d'Immunodéficience Acquise
- TDM : Tomodensitométrie
- UMJ : Unité Médico-Judiciaire

# Tables des matières

---

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>2</b>
<b>RESUME</b> .....	<b>7</b>
<b>MOTS CLES</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTE PHOTOS, FIGURES ET TABLEAUX</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTES DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>12</b>
<b>TABLES DES MATIERES</b> .....	<b>13</b>
<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>15</b>
<b>2 LES PREREQUIS</b> .....	<b>17</b>
2.1 PRISE EN CHARGE DES ARRETS CARDIAQUES TRAUMATIQUES.....	17
2.1.1 <i>L'arrêt cardiaque extra hospitalier</i> .....	17
2.1.2 <i>L'arrêt cardiaque traumatique</i> .....	21
2.1.3 <i>Le pneumothorax</i> .....	22
2.2 ARRETS CARDIAQUES TRAUMATIQUES NON RECUPERES.....	31
2.2.1 <i>Définitions de la mort</i> .....	31
2.2.2 <i>Le certificat de décès et l'OML</i> .....	33
2.3 LA MEDECINE LEGALE .....	35
2.3.1 <i>Définitions</i> .....	35
2.3.2 <i>Le rôle de la médecine légale en France</i> .....	37
2.3.3 <i>Le médecin légiste</i> .....	39
2.3.4 <i>Le scanner post mortem</i> .....	39
<b>3 MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>45</b>
3.1 L'ETUDE.....	45
3.2 LES OBJECTIFS .....	45
3.2.1 <i>Principal</i> .....	45
3.2.2 <i>Secondaires</i> .....	45
3.3 LA POPULATION ETUDIEE .....	45
3.3.1 <i>Critères d'inclusion</i> .....	45
3.3.2 <i>Critères d'exclusion</i> .....	46
3.4 LE RECUEIL DE DONNEES.....	46
3.4.1 <i>Période de recueil</i> .....	46
3.4.2 <i>Données recueillies</i> .....	46
<b>4 RESULTATS</b> .....	<b>48</b>
4.1 POPULATION DE L'ETUDE .....	48
4.1.1 <i>Effectifs</i> .....	48
4.1.2 <i>Age et sexe</i> .....	49
4.1.3 <i>Examens thanatologiques</i> .....	49
4.2 CIRCONSTANCES DE PRISE EN CHARGE .....	50
4.2.1 <i>Contexte de la mort</i> .....	50
4.2.2 <i>Causes de la mort</i> .....	51
4.3 DESCRIPTION DES GESTES DE REANIMATION .....	52
4.4 LESIONS OBSERVEES AU SCANNER POST-MORTEM .....	53
4.4.1 <i>Lésions observées au scanner par zones anatomiques</i> .....	53
4.4.2 <i>Détails des lésions thoraciques et pleurales</i> .....	54
4.4.3 <i>Description des lésions potentiellement létales</i> .....	54
<b>5 ANALYSE ET DISCUSSION</b> .....	<b>56</b>
5.1 LA THORACOSTOMIE BILATERALE .....	56
5.1.1 <i>Indications</i> .....	56

5.1.2	<i>Technique</i> .....	57
5.1.3	<i>Analyse de nos résultats</i> .....	59
5.2	LA CRICO-THYROÏDOTOMIE .....	63
5.2.1	<i>Rappels</i> .....	63
5.2.2	<i>Indications</i> .....	63
5.2.3	<i>Techniques</i> .....	65
5.2.4	<i>Cas cliniques</i> .....	67
5.2.5	<i>Enseignements</i> .....	69
5.3	INTERETS DU SCANNER POST-MORTEM EN TRAUMATOLOGIE.....	71
5.3.1	<i>Performances et intérêts du scanner</i> .....	71
5.3.2	<i>La place du scanner</i> .....	76
5.3.3	<i>Des freins à son utilisation</i> .....	77
<b>6</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>79</b>
	<b>ANNEXES</b> .....	<b>81</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>84</b>
	<b>SERMENT MEDICAL</b> .....	<b>89</b>

# 1 Introduction

Depuis toujours la médecine légale est une discipline qui passionne et intrigue le plus grand nombre. Elle est diffusée au public principalement par les films et les séries télévisées en y mettant en avant autant de fantasmes que de réalités.

Cette discipline comme son nom l'indique est le trait d'union entre la médecine et la justice. Les personnes y travaillant (médecins légistes, psychologues, infirmières et secrétaires) appartiennent au corps médical et paramédical mais agissent sur demande et au service de la justice.

Comme toutes les spécialités médicales, la médecine légale est sans cesse en évolution au rythme des découvertes médicales mais aussi techniques et scientifiques. Parmi les plus grandes avancées de cette dernière décennie il y a bien entendu la recherche et l'identification génétique mais également les immenses progrès en analyses biochimiques et toxicologiques. (1).

Une autre de ces grandes avancées est l'incursion de l'imagerie médicale dans les examens de médecine légale. Si la radiologie post-mortem existe depuis toujours (2), l'imagerie en coupes s'est considérablement développée dans le monde ces dix dernières années. Sauf à visée d'études, l'IRM n'est jamais utilisée en médecine légale ; seul le scanner peut être disponible comme imagerie de coupes post-mortem. Ce dernier se développe voire se systématise à des rythmes très différents en fonction des centres médico-légaux. Quasi-systématique dans certains IML, il est totalement absent dans d'autres. Si certains avantages sont déjà clairement démontrés, les indications du scanner post-mortem restent pourtant floues et non communément admises.

A l'IML de Saint-Denis de la Réunion, le scanner post-mortem a commencé à être utilisé début 2012. Le taux de recouvrement est important par rapport aux examens thanatologiques. Pourtant, les indications du scanner ne sont pas codifiées. Elles sont donc posées au cas par cas par le médecin légiste en accord avec les autorités requérantes.

L'apport du scanner post-mortem est marquant dès l'année 2013 non seulement pour la médecine légale mais également pour les services d'urgences de la Réunion. Lors de réunions interservices, les médecins légistes portent à l'attention des équipes de SMUR des cas cliniques (tirés de l'analyse des dossiers des AVP en 2012) où le scanner permet un formidable retour d'informations sur les prises en charges pré-hospitalières (3), (4). Les observations portent sur l'absence de tentative de crico-thyroïdotomie dans un cas et

l'absence de thoracostomie bilatérale chez deux patients présentant un pneumothorax compressif au scanner post-mortem.

Ces observations nous ont poussés à vouloir identifier le caractère exceptionnel ou non de ces situations. Nous avons donc souhaité poursuivre l'analyse de ces scanners post-mortem pour l'ensemble des patients pris en charge par le SMUR dans un contexte de traumatologie fermée afin d'évaluer nos pratiques sur la prise en charge de l'arrêt cardiaque traumatique et d'en tirer les enseignements nécessaires.

# 2 Les prérequis

## 2.1 Prise en charge des arrêts cardiaques traumatiques

### 2.1.1 L'arrêt cardiaque extra hospitalier

L'arrêt cardiaque est en France comme dans le reste du monde un véritable problème de santé publique. Il représente près de 700 000 morts par an en Europe et environ 50 000 en France. Cela représente environ 55 décès extrahospitaliers pour 100 000 habitants. Parmi ceux-ci 80% sont d'origine cardiaque dont 50% d'origine coronaire. On estime que moins de 2% des patients survivent à un arrêt cardiaque sans séquelle neurologique.

Régulièrement les institutions et collèges d'experts internationaux et français mettent à jour des recommandations de bonnes pratiques concernant la prise en charge de cette urgence extrême. Depuis une dizaine d'années les recommandations insistent sur certains points essentiels.

#### 2.1.1.1 La réanimation primaire

La réanimation primaire doit être considérée comme absolument essentielle. Elle se définit comme la réanimation non spécialisée, c'est à dire pouvant être effectuée par tous, principalement les témoins. Il faut savoir que si 70% des arrêts cardiaques extrahospitaliers surviennent devant témoins, moins de 20% débute une réanimation cardio-pulmonaire ou tentent au moins de faire un massage cardiaque externe.

On estime la baisse de survie de l'ordre de 10% par minute de *no-flow*, c'est à dire d'arrêt cardiaque sans massage cardiaque externe. Aussi rapide que puisse être une intervention médicalisée il semble évident que toute réanimation est très difficile sans le concours des témoins en amont. L'absence de réanimation primaire systématique par les témoins peut être une explication partielle du très mauvais pronostic des arrêts cardiaques extrahospitaliers. Les recommandations insistent sur l'importance du massage cardiaque avec des interruptions les plus courtes possibles. (5), (6), (7).

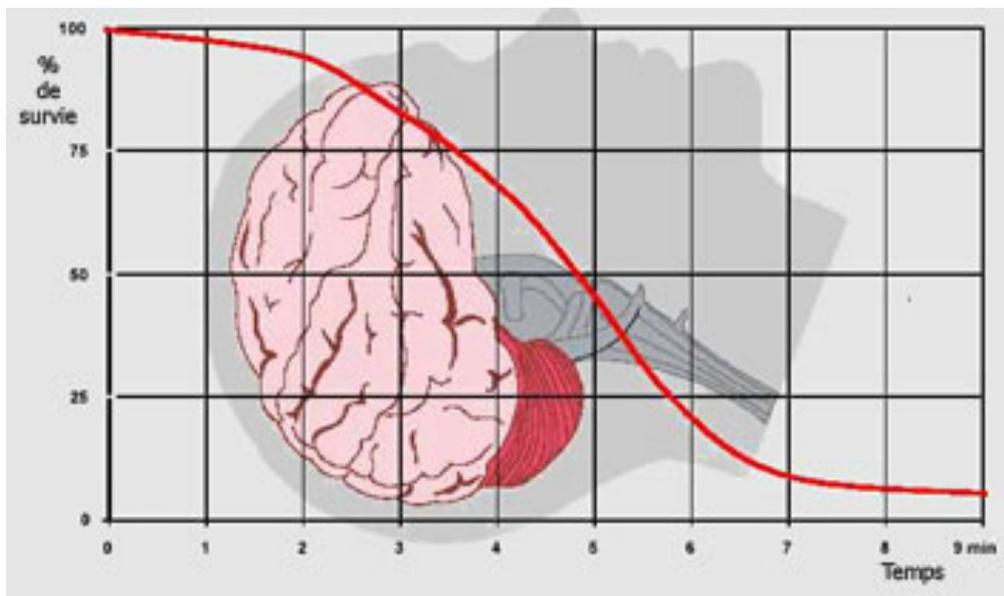


Figure 1: Survie des patients en fonction du délai sans massage cardiaque (*no flow*)

### 2.1.1.2 La chaîne de survie

La chaîne de survie se décrit comme une succession d'actions à faire dans un ordre précis le plus rapidement et efficacement possible. La première étape est l'alerte : celle-ci doit se faire auprès du SAMU qui gère tous les appels de secours à la personne et adapte en fonction du contexte les moyens à envoyer. Ensuite le massage cardiaque externe associé (si possible) à la ventilation est primordial. Ensuite la pose d'un défibrillateur externe automatisé est essentielle. Enfin viennent la réanimation médicale et la réanimation post récupération.



Figure 2: Chaîne de survie

Aux vues de la prévalence des arrêts cardiaques d'origines cardiaque et coronaire, la défibrillation précoce pour les patients peut réellement être salvatrice. (5), (8). Elle est ainsi au centre de toutes les recommandations.

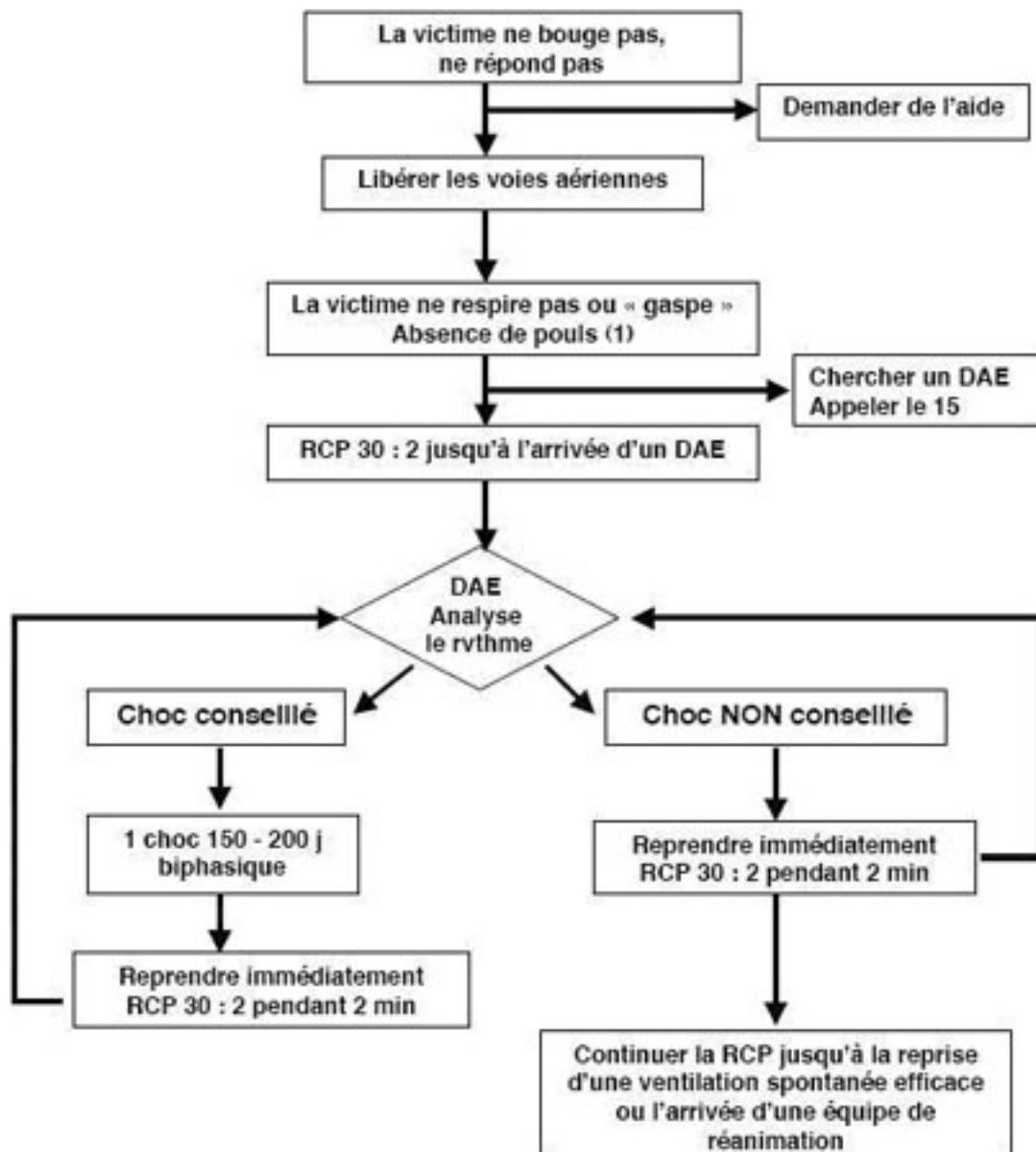
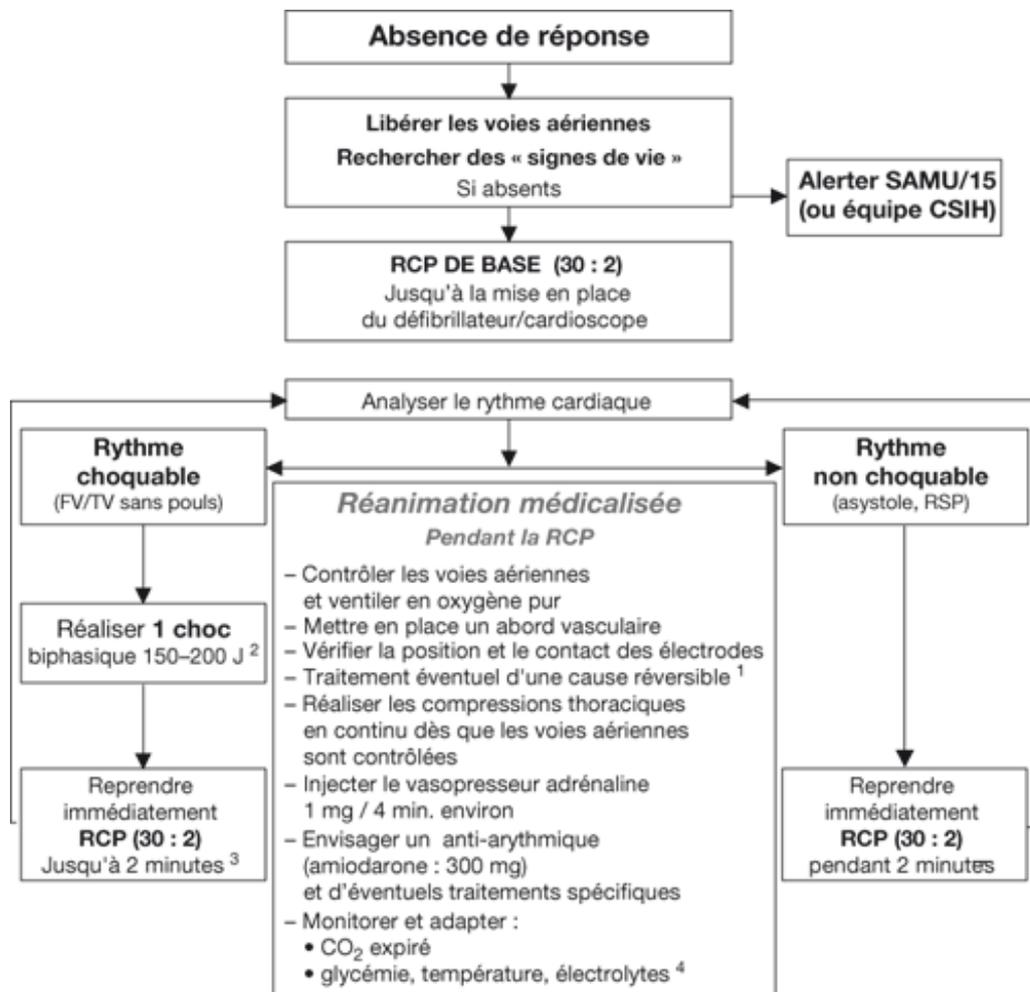


Figure 3: Réanimation primaire et défibrillation

### 2.1.1.3 La réanimation médicale

Tout au long de ces dernières années les principes de la prise en charge de l'arrêt cardiaque n'ont que très peu changé. Distinguons tout de même la prise en charge symptomatique de la prise en charge étiologique. En effet la prise en charge symptomatique est composée de deux algorithmes parallèles selon que le patient est en asystolie ou en fibrillation ventriculaire (cf figure 4) quelque soit le contexte de l'arrêt cardiaque.



<sup>1</sup> Causes réversibles : hypoxie, hypovolémie, hypo- hyperkaliémie - métaboliques, hypothermie, thrombose (coronaire ou pulmonaire), pneumothorax suffoquant, tamponnade cardiaque, intoxications

<sup>2</sup> ou énergie équivalente (360 J en monophasique)

<sup>3</sup> en fonction de la reprise ou non d'une activité circulatoire évidente

<sup>4</sup> après le retour à une circulation spontanée

Figure 4: Prise en charge médicalisée de l'arrêt cardiaque

La prise en charge étiologique doit être adaptée au contexte. De ce dernier découlent des suspicions ou des diagnostics de causes dites réversibles de l'arrêt cardiaque. On en identifie classiquement les dix causes connues sous l'acronyme des 5H et 5T (6) :

Anglais	Français
Hypovolemia	Hypovolémie
Hypoxia	Hypoxie
Hydrogen ion	Acidose
Hypo/hyperkalemia	Hypo/hyperkaliémie
Hypothermia	Hypothermie
Temponad , cardiac	Tamponnade
Tension pneumothorax	Pneumothorax compressif
Trauma	Traumatisme
Thrombosis (coronary, pulmonary)	Thrombose coronaire ou pulmonaire
Toxins	Causes toxiques

Il est essentiel de mettre en route le traitement de toute étiologie réversible dès sa suspicion sans attendre la reprise d'une activité cardiaque spontanée. Le traitement étiologique doit être indissociable du traitement symptomatique.

## 2.1.2 L'arrêt cardiaque traumatique

### 2.1.2.1 Un pronostic réputé sombre

L'arrêt cardiaque d'origine traumatique est connu des urgentistes et réanimateurs comme ayant un pronostic dramatique. Une étude américaine publiée en 1993 évoque l'inutilité de la réanimation de ces patients avec un taux de survie à 0% pour des sommes dépensées beaucoup trop importantes selon les auteurs (9). Des études plus récentes comme RéAC (le Registre électronique national des Arrêts Cardiaques) évoquent une survie (de l'ordre de 2,1%) inférieure à celles des arrêts cardiaques extrahospitaliers non traumatiques (environ 4,5%) (10). Une autre étude de 2009 dans les Alpes du nord retrouve des chiffres sensiblement équivalents avec des survies à 24 heures et à un an de respectivement 3,9% et 0,8% pour les arrêts cardiaques traumatiques alors que la survie des arrêts cardiaques non traumatiques est de 11,6% à 24 heures et 3,3% à un an (11). Ces différences s'expliquent autant par les difficultés de réanimation sur place que par les difficultés de réanimation post-récupération de ces patients. Une étude multi-centrique française retrouve un taux de survie de 11% chez les patients en arrêts cardiaques traumatiques et ramenés à l'hôpital (12).

### 2.1.2.2 Importance de la réanimation des arrêts cardiaques traumatiques

Malgré ce pronostic très péjoratif, des études et leurs auteurs notamment français ne sont pas en accord avec l'idée que la réanimation des patients en arrêt cardiaque d'origine traumatique soit vaine. Il apparaît inenvisageable pour les équipes de ne rien tenter pour ces patients sous prétexte de statistiques défavorables. De plus on ne peut en France adhérer sans critique aux conclusions d'études faites dans des systèmes de santé différents du nôtre. En effet le système préhospitalier anglo-saxon n'est pas médicalisé contrairement au SMUR français. Ainsi les auteurs de l'étude RéAC rappelle tout de même l'importance de la prise en charge agressive des ces patients dont la survie est faible mais non négligeable (10).

Lors d'une évaluation multi centrique comparant l'adrénaline à 1mg contre 5 mg par dose dans l'arrêt cardiaque en 2007, une étude en sous groupes a montré l'absence de différence significative de mortalité entre les arrêts cardiaques traumatiques et non traumatiques (13). Les auteurs concluent également sur l'importance de la réanimation bien conduite et active de ces patients.

### **2.1.2.3 Une prise en charge spécifique indispensable**

La réanimation des arrêts cardiaques traumatiques nécessite une prise en charge particulière du fait du contexte. Contrairement aux arrêts cardiaques tout venant, des traitements spécifiques sont à effectuer de manière systématique. En effet, une des principales causes réversibles de l'arrêt cardiaque traumatique est le pneumothorax. Sa prévalence est de 5,7% (14) à presque 21% (15) selon les études.

La décompression des pneumothorax devient alors indispensable y compris en pré hospitalier, que le patient soit en arrêt cardiaque ou instable durant la prise en charge. Parmi les trois méthodes existantes pour la décompression (drainage thoracique, exsufflation à l'aiguille et thoracostomie) c'est la thoracostomie qui est retenue comme technique de référence à employer en préhospitalier. L'exsufflation peut être source de lésions du parenchyme pulmonaire et dans un certain nombre de cas inefficace ou insuffisante (16). Le drain thoracique peut avoir des conséquences contrairement à la thoracostomie en cas d'erreur de diagnostic (17), (18). La thoracostomie est la plus adaptée à cette situation d'urgence car très efficace et sans conséquence en cas d'erreur de diagnostic chez un patient ventilé artificiellement (donc en pression positive) (19)

L'intérêt de la thoracostomie préhospitalière est maintenant démontré tant du point de vue hémodynamique que ventilatoire (20). Elle permet une augmentation significative de la survie chez ces patients (21) (22) (23).

## **2.1.3 Le pneumothorax**

### **2.1.3.1 Définition et formation**

Il n'est pas question ici de présenter toute la mécanique ventilatoire et sa physiologie mais il est fondamental de bien comprendre comment se crée un pneumothorax et quel est le danger de la ventilation mécanique chez un patient ayant un pneumothorax.

# L'appareil respiratoire

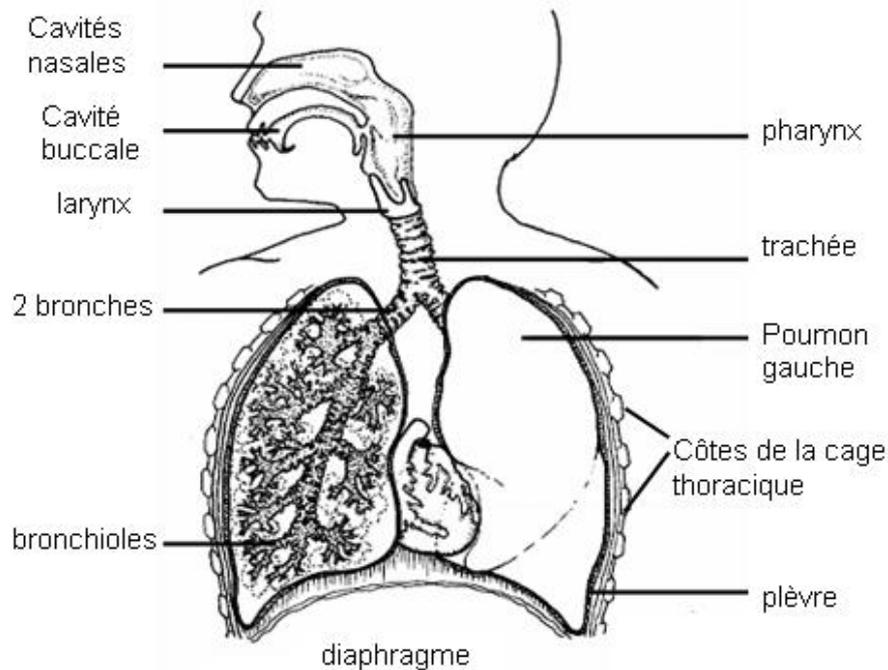


Figure 5: Schéma de l'appareil respiratoire

## **2.1.3.1.1 Définition et formation d'un pneumothorax**

L'arbre respiratoire est composé de deux parties. La première part des cavités buccale et nasale et va jusqu'aux bronchioles ; son volume peut être considéré comme fixe. La seconde partie correspond aux poumons composés d'alvéoles dont le volume varie avec les mouvements respiratoires.

Pour bien comprendre le mécanisme de formation du pneumothorax il est indispensable de savoir que le volume d'un poumon « seul » au repos est proche de zéro. En effet, le volume résiduel pulmonaire n'existe que parce que les poumons sont rendus solidaires de la paroi thoracique par l'intermédiaire de la plèvre. Celle-ci est composée de deux feuillets, un viscéral côté poumon et un pariétal côté paroi thoracique. Ces deux feuillets délimitent une cavité dite virtuelle où seule une faible quantité de liquide permet le glissement d'un feuillet sur l'autre pendant les mouvements respiratoires. La formation d'un pneumothorax correspond à la transformation de cette cavité virtuelle en cavité « réelle », avec la présence d'air entre ces deux feuillets. Très souvent le danger d'un pneumothorax provient du fait que la lésion permettant l'entrée d'air agit comme un clapet ou soupape et l'on parle alors de pneumothorax du même nom. Dans ce cas, l'air capturé dans la cavité pleurale ne peut s'en échapper sans intervention médicale.

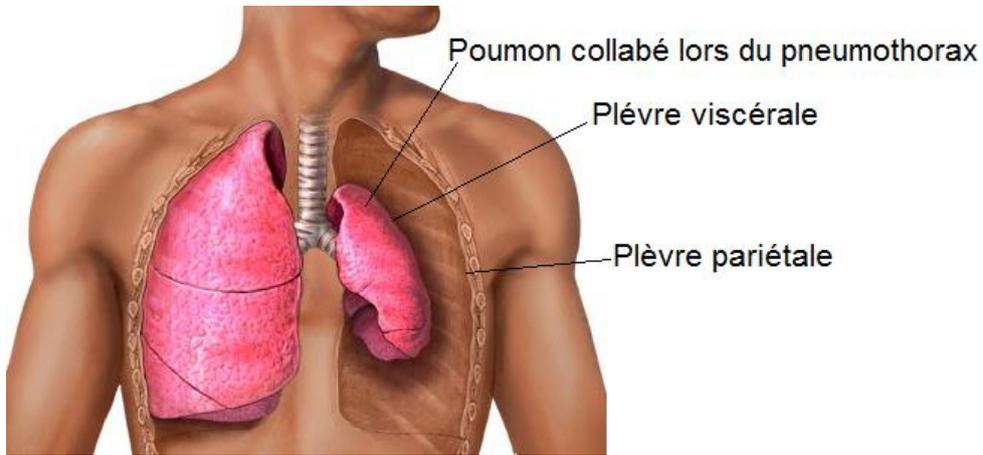


Figure 6: Schéma d'un pneumothorax

Un pneumothorax est dit complet en cas de présence à la radiographie d'un décollement intéressant toute la hauteur du poumon

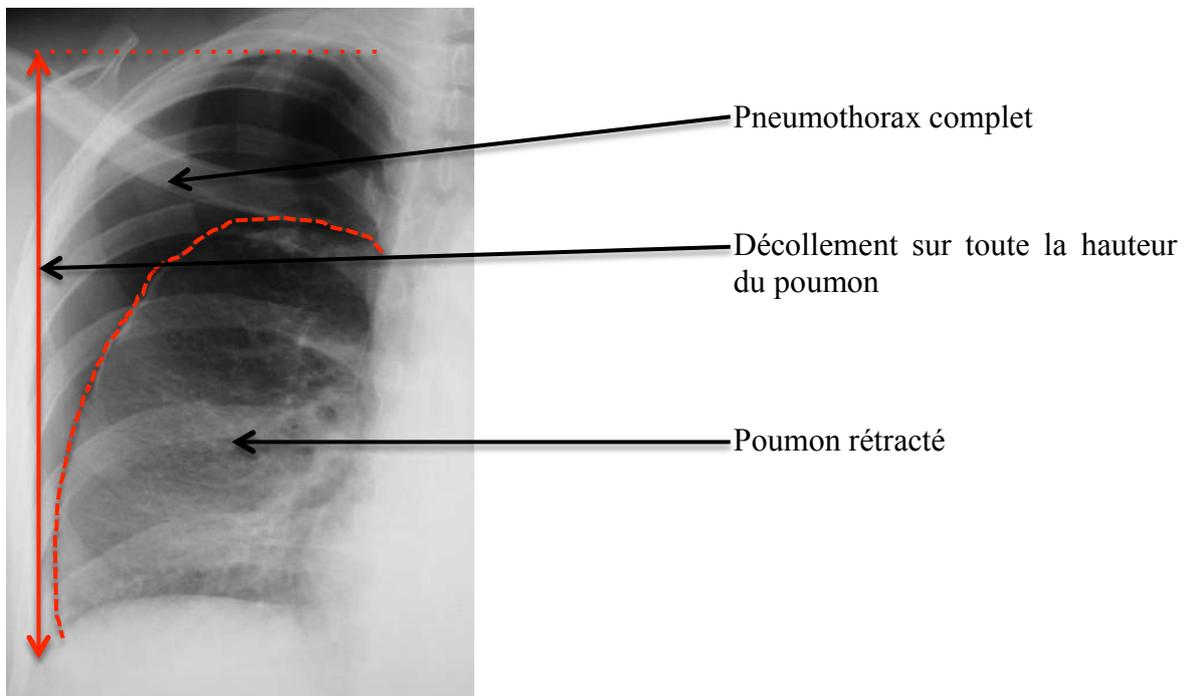


Figure 7: Pneumothorax complet

Un pneumothorax est dit compressif s'il y a une augmentation de la pression intra thoracique qui se traduit à la radiographie par une déviation ou un refoulement du médiastin.

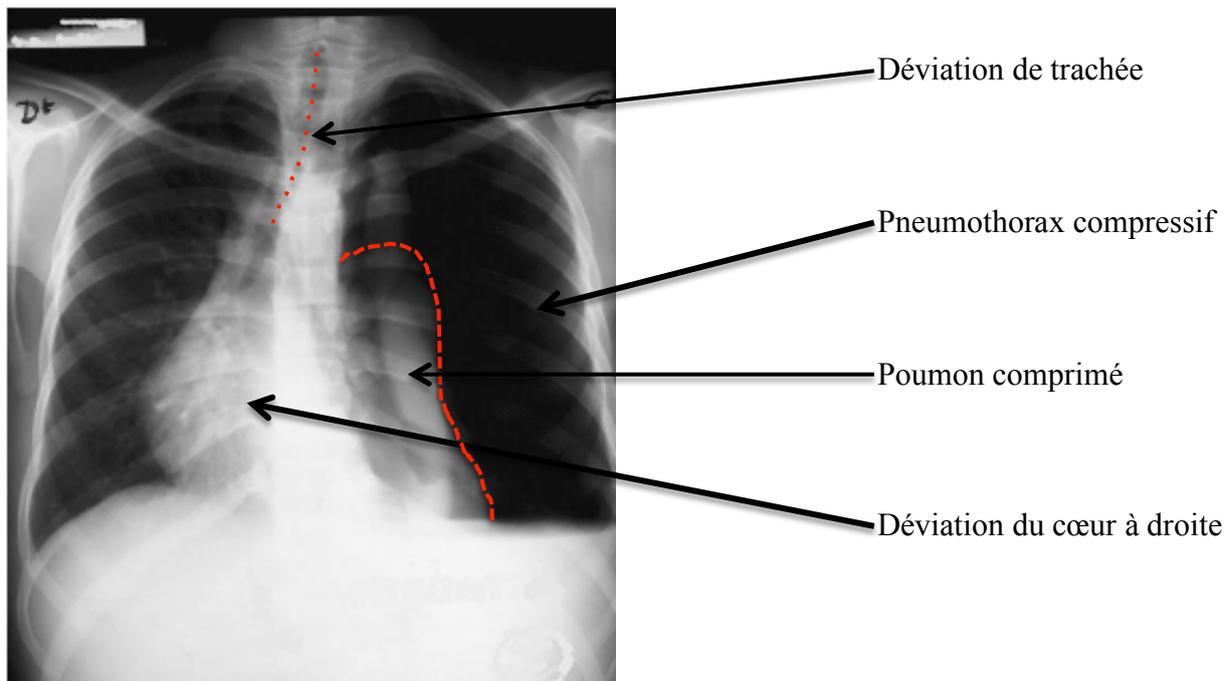


Figure 8: Radiographie d'un pneumothorax compressif

#### 2.1.3.1.2 Les types de pneumothorax

Il existe trois grands types de pneumothorax. Les spontanés, les traumatiques et les iatrogènes.

Parmi les pneumothorax spontanés, nous distinguons ceux survenant sur poumons sains (dits primaires) et ceux survenant sur poumons pathologiques (dits secondaires). Les pneumothorax surviennent le plus fréquemment sur une pathologie pulmonaire chronique (type BPCO)

Les pneumothorax iatrogènes sont dus à des gestes invasifs médicaux diagnostics ou thérapeutiques (pose de voie centrale sous-clavière par exemple).

Les pneumothorax traumatiques comprennent ceux dus à un traumatisme ouvert (le plus souvent par arme blanche ou arme à feu) et ceux dus à un traumatisme fermé. Ces derniers correspondent aux patients de notre étude.

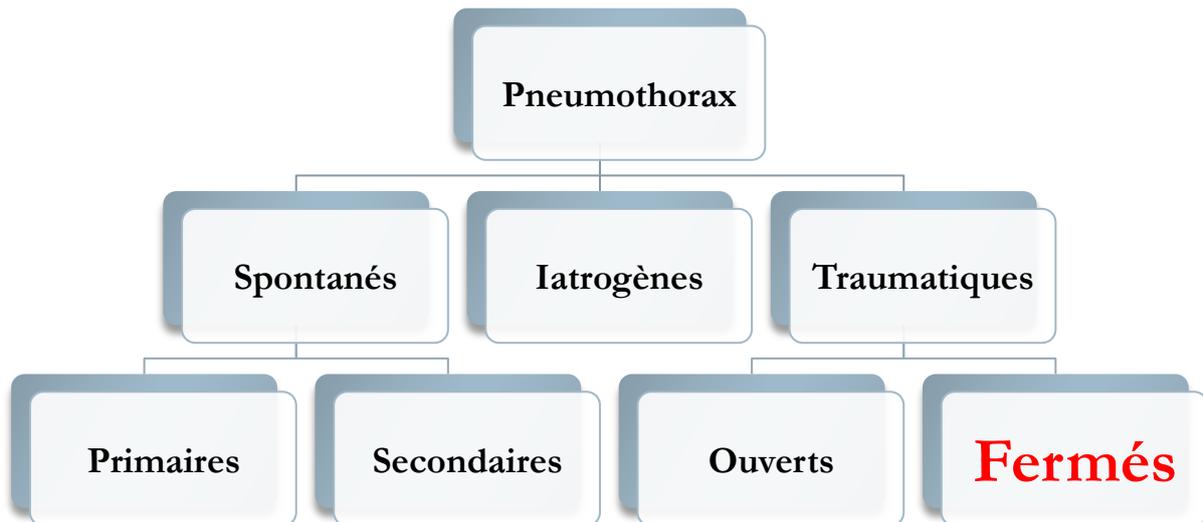


Figure 9: Description des types de pneumothorax

### 2.1.3.2 Différence entre ventilations spontanée et mécanique

Pour bien comprendre le problème des pneumothorax compressifs dans la population que nous étudions, il est nécessaire de connaître la différence essentielle entre la ventilation physiologique et la ventilation mécanique.

Dans le cadre de la ventilation physiologique ce sont les muscles respiratoires et le diaphragme en premier lieu qui créent une dépression à l'intérieur des poumons. Celle-ci est transmise par l'arbre respiratoire (dont le volume ne peut varier) et déclenche une entrée d'air jusque dans les alvéoles. Ceci permet l'augmentation du volume pulmonaire et les échanges gazeux nécessaires entre l'air inspiré et le sang.

Dans le cadre de la ventilation mécanique, le patient est incapable de créer seul la dépression nécessaire à l'entrée d'air dans ses poumons et est donc intubé (le plus souvent par voie orotrachéale). C'est le respirateur qui induit une surpression afin que l'air puisse pénétrer dans l'arbre respiratoire.

### 2.1.3.3 Les dangers de la ventilation mécanique

Dans le cas de notre étude, les cas présentés sont des pneumothorax traumatiques chez des patients présentant un arrêt cardiaque. Par définition, ces patients polytraumatisés ou en arrêt cardio-circulatoire vont être intubés et donc ventilés, comme nous l'avons vu, en pression positive. Dans l'immense majorité des cas les patients qui ont une atteinte pleurale n'ont pas de pneumothorax compressif. Pourtant la ventilation mécanique présente un danger

réel dans presque 100% des pneumothorax, principalement ceux que l'on décrit comme à soupape ou à clapet.

Lors de l'insufflation par le respirateur, la pression augmente dans la cavité pulmonaire et l'équilibre de pression se fait avec la cavité pleurale par entrée d'air au niveau de la brèche ou clapet.

La phase d'expiration chez un patient intubé est passive avec une ouverture de valve au niveau du respirateur pour une évacuation de l'air. Comme toujours il s'agit d'un nouvel équilibre de pression qui se crée entre l'extérieur et la cavité pulmonaire.

Cet équilibre de pression se répercute au niveau intra thoracique : la baisse de la pression intra pulmonaire à l'expiration implique une baisse de la pression intra pleurale. Le principe des pneumothorax à clapet est que l'air capturé ne peut s'en échapper. Ainsi, selon la loi d'Avogadro stipule que le produit de la pression par le volume d'un gaz est égal à une constante. De fait, la cavité pleurale ne pouvant faire diminuer sa pression, le volume du pneumothorax augmente en même temps que la pression intra pulmonaire diminue. Les cycles se répétant, le volume du pneumothorax augmente.

La première conséquence de ce pneumothorax est ventilatoire avec la diminution du volume pulmonaire et une baisse des échanges gazeux principalement en cas de pneumothorax bilatéral.

L'impossibilité, après plusieurs cycles, pour le pneumothorax d'augmenter de volume, induit, selon la loi d'Avogadro, une augmentation de pression intra pleurale et donc intra thoracique. C'est dans ces conditions que se crée le pneumothorax compressif. Chez le patient en arrêt cardiaque sous ventilation mécanique, le pneumothorax compressif rend le massage cardiaque totalement inefficace. Chez le patient vivant intubé, l'augmentation de pression intra thoracique a très rapidement des répercussions sur le retour veineux. En effet, lorsque la pression intra thoracique est supérieure à la pression veineuse centrale, les veines caves inférieure et supérieure se collabent et les cavités cardiaques droites sont également comprimées (15). Le retour veineux s'effondre alors et l'instabilité hémodynamique engendre rapidement l'arrêt cardiaque.

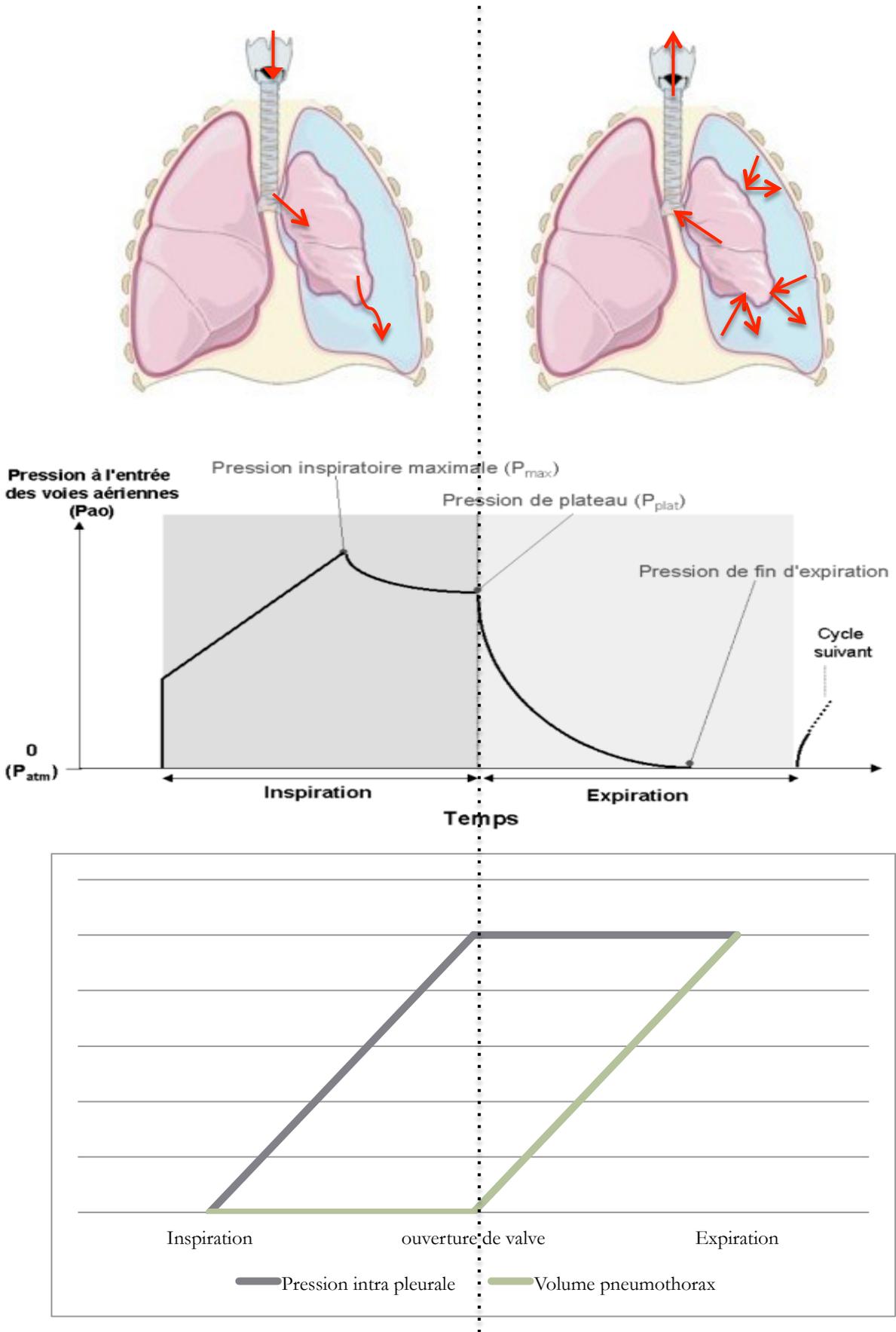


Figure 10: Création pneumothorax compressif sous ventilation mécanique

### 2.1.3.4 Principes du traitement

Quels que soient le mécanisme et l'origine du pneumothorax il est nécessaire d'évacuer l'air de la cavité pleurale. Tous les traitements commencent par la création d'une communication entre la cavité pleurale et l'extérieur. Une fois cette communication effective, le poumon dont le volume de repos est proche de zéro a tendance à se rétracter. Ainsi la communication seule aggrave un pneumothorax existant. Il est donc nécessaire de ramener le poumon à la paroi. Le traitement et le moyen de ramener le poumon à la paroi varient en fonction du mode de ventilation.

En ventilation spontanée il est nécessaire de créer une aspiration pour ramener le poumon à la paroi et contrer la rétraction. Le traitement passe donc par la pose d'un drain en aspiration afin de ramener la plèvre viscérale en contact avec la plèvre thoracique. La pose de ce drain doit se faire dans des règles d'asepsie strictes et sous anesthésie locale.



Figure 11: Exemple de drain pleural



Figure 12: Pose d'un drain thoracique



Figure 13: Radiographie de thorax Drain en place

Dans le cas d'un patient intubé, la création de la communication entre l'espace pleural et l'extérieur est suffisante au traitement. En effet, le poumon est déjà repoussé vers la paroi thoracique grâce à la ventilation mécanique en pression positive. Le respirateur qui était le danger mortel pour le patient avec un pneumothorax devient le traitement de celui-ci dès la thoracostomie réalisée. C'est ainsi que l'on peut illustrer la simplicité et l'efficacité de la thoracostomie, il suffit de faire une incision et un toucher pleural pour que le respirateur traite le pneumothorax.

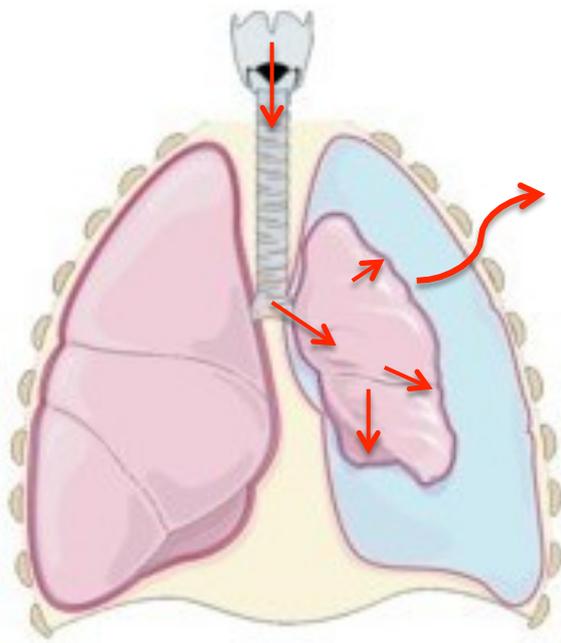


Figure 14: Mouvement d'air à l'inspiration sous ventilation mécanique après thoracostomie

## 2.2 Arrêts cardiaques traumatiques non récupérés

### 2.2.1 Définitions de la mort

#### 2.2.1.1 Mort

Il est très difficile pour ne pas dire impossible de retenir une seule et unique définition de la mort tant celle-ci a évolué au cours du temps et varie selon les communautés.

Le Larousse® la décrit comme *une perte définitive par une entité vivante (organe, individu, tissu ou cellule) des propriétés caractéristiques de la vie, entraînant sa destruction* (24). Un dictionnaire médical donne comme définition à la mort : *l'arrêt complet et définitif des fonctions vitales d'une personne avec disparition de sa cohérence fonctionnelle allant vers la destruction progressive des ses unités tissulaires et cellulaires* (25).

Anciennement, la vie était représentée par le cœur battant et donc la mort par l'arrêt de celui-ci. Les progrès de la médecine apportent par la suite de nouveaux éléments comme les conséquences de l'arrêt circulatoire sur le cerveau. Les lésions induites sont très rapidement irréversibles et incompatibles avec la vie.

L'absence d'activité cérébrale est maintenant communément acceptée comme définition de la mort pour l'être humain. Cette définition soulève pourtant des contradictions pour certaines personnes (on pense aux familles de patients en réanimation par exemple) pour qui le cœur battant rend l'annonce d'un décès parfois difficilement acceptable (contexte de dons d'organes notamment).

Ce sont les professeurs Maurice Goulon (1919-2008) et Pierre Mollaret (1898-1987) qui publient les premiers en 1959 un article décrivant les signes de la mort cérébrale (26). C'est cette définition qui permet par la suite les progrès que l'on connaît pour les greffes d'organes. Un cadre juridique doit donc être mis en place et plusieurs décrets décrivent les modalités du diagnostic de la mort cérébrale d'une personne.

Ainsi le décret d'état numéro 96-1041 du 2 décembre 1996 (circulaire au Journal Officiel du 4 décembre 1996) décrit la mort encéphalique par l'absence de conscience, d'activité motrice, de réflexes du tronc cérébral et de ventilation spontanée. Ce décret est corrigé par les articles R. 671-7-1 (27) et R. 671-7-2 (28) du 27 Mai 2003. Le premier reprend les critères de mort encéphalique du décret de 1996 et le deuxième précise les conditions du diagnostic de la mort encéphalique avec l'épreuve de ventilation spontanée, les deux EEG à 4 heures d'intervalle et l'angiographie cérébrale. Le constat de décès doit être fait en l'absence d'hypothermie, de toute intoxication médicamenteuse avec une hémodynamique stable et rédigé par deux médecins. Pour les certificats de décès à cœur arrêté un seul médecin thésé est

suffisant. (27), (28), (29). Nous ne précisons pas ici le diagnostic (cliniques et paracliniques) de mort encéphalique à cœur battant mais il semble nécessaire de revenir sur la clinique de l'arrêt cardiaque et du diagnostic de mort à cœur arrêté. Ce diagnostic correspond à la réalité du métier d'urgentiste et aux questions qu'il doit se poser lors de la rédaction d'un certificat de décès. En effet, ce dernier décrit la mort comme « *réelle et constante* » et une vraie sémiologie correspond à cette description.

#### **2.2.1.2 Subite**

Il s'agit d'une mort instantanée ou très rapide d'origine naturelle mais inattendue ou inopinée (30).

#### **2.2.1.3 Violente**

La mort est dite violente lorsque celle-ci est la conséquence directe d'un facteur extérieur quel qu'il soit (31) : poison dans une intoxication, corde dans une pendaison, couteau dans un homicide, liquide dans une noyade, accident de la voie publique...

#### **2.2.1.4 Naturelle**

Le mort est dit naturelle quand elle est due uniquement à des processus endogènes sans aucune intervention extérieure (31).

#### **2.2.1.5 Signes négatifs de vie**

Pour la constatation de mort à cœur arrêté il existe des signes cliniques correspondant à la *réalité* de la mort (32). Ces signes sont :

- Arrêt cardio-circulatoire par absence de pouls ou de tension artérielle
- Arrêt respiratoire par l'absence de ventilation
- Abolition totale de la conscience et de la sensibilité
- Aréflexie en mydriase bilatérale
- Perte complète du tonus musculaire
- Pâleur
- Refroidissement



Dans le contenu de la première partie on retrouve l'identité formelle de la personne, sa date de naissance, le lieu de domicile et la commune de naissance. La date et l'heure connues ou supposées de la mort de la personne sont également indiquées. Le docteur remplissant le certificat confirme donc que la mort est réelle (par les signes négatifs de vie) et constante (par les signes négatifs de mort).

La difficulté la plus courante pour le médecin est de poser ou non un obstacle médico-légal (OML). Celui-ci doit être posé (selon l'aide du certificat de décès) en cas de « *suicide ou décès paraissant avoir sa source dans une infraction* ». Ceci a de lourdes conséquences car, une fois l'OML posé, le corps est à la disposition de la justice et de ces représentants. Les dons de corps, les soins de conservation, le transport du corps, la mise en bière, la fermeture du cercueil et la crémation sont donc suspendus. La famille ne dispose à nouveau du corps qu'après expertise médico-légale et conclusion de la justice sur les circonstances de la mort.

L'Ordre National des Médecins a donc renseigné en 1999 les conditions qui semblent nécessiter la pose d'un OML lors de la rédaction d'un certificat de décès (33) :

- mort violente criminelle ou suspecte (y compris suicide)
- mort engageant une responsabilité (AVP, exercice médical)
- mort mettant en jeu une législation particulière (AT, MP, pension militaire)
- mort subite de l'enfant et de l'adulte.

On peut également superposer les indications d'OML aux indications d'autopsie mentionnées par le Conseil de l'Europe sur l'harmonisation des règles d'autopsie médico-légale (34) le 2 février 1999:

- homicide ou suspicion d'homicide
- mort subite inattendue, y compris mort subite du nourrisson
- violation des droits de l'homme, telle que suspicion de torture ou toute autre forme de mauvais traitement
- suicide ou suspicion de suicide
- suspicion de faute médicale
- accident de transport, de travail ou domestique
- maladie professionnelle
- catastrophe naturelle ou technologique
- décès en détention ou associé à des actions de police ou militaire
- corps non identifié ou restes squelettiques

Sur l'île de la Réunion, le SAMU 974 a superposé ces recommandations dans un protocole de rédaction de certificats de décès avec indications d'OML (35).

Les autres questions posées dans la première partie du certificat concernent le devenir du corps en fonction de maladies contagieuses ou non. Les conditions et les maladies contagieuses dont il faut tenir compte sont rappelées dans l'arrêté du 17 novembre 1986 (36), (37) :

- Don du corps : possible sauf si OML ou maladie contagieuse
- Mise immédiate en cercueil hermétique (variole, cholera, charbon, fièvre hémorragique virale).
- mise en cercueil simple immédiat avant mobilisation du corps (peste hépatite virale sauf A confirmé, rage, S.I.D.A.)
- accord médical pour les soins de conservation : possible sauf si OML, maladie contagieuse ou mauvais état du corps.
- accord pour le transport : possible sauf OML, maladie contagieuse ou mauvais état du corps.

## 2.3 La médecine légale

### 2.3.1 Définitions

#### 2.3.1.1 Thanatologie

La thanatologie est l'étude des causes, des conditions et de la nature de la mort (38). Dans la mythologie grecque *Thanatos* est le dieu de la mort et *logos* signifie la science. Elle est la somme des connaissances concernant la mort sous tous ses aspects et plus particulièrement du point de vue médico-légal (39).

#### 2.3.1.2 Autopsie

*Autopsia* signifie en grec voir de ses propres yeux. On peut définir l'autopsie comme la dissection d'un cadavre avec examen systématique de toutes ses parties et de tous ses organes en vue de poser un diagnostic post-mortem (déterminer les causes de la mort) (23), (24).

#### Les différentes autopsies

Il existe l'autopsie médicale ou scientifique et l'autopsie médico-légale.

### **L'autopsie médicale**

Elle peut être demandée par la famille ou par un des médecins prenant en charge le patient décédé. Le but de cette autopsie scientifique est de connaître les causes de la mort d'une personne, non pas parce que celle-ci est suspecte, mais parce que le mécanisme n'est pas clairement identifié (25). Que la demande provienne de la famille ou d'un médecin, il y a toujours concertation entre eux et accord de la famille pour cette autopsie médicale. L'autopsie médicale peut également être recommandée ou systématique dans des protocoles de services. Il en est souvent ainsi pour les morts subites des enfants de moins de 2 ans comme recommandé par l'HAS (40).

### **L'autopsie médico-légale**

Elle est toujours demandée par un magistrat (représentant de la loi), soit le procureur de la République soit un juge d'instruction. Celle-ci est demandée et pratiquée dans l'immense majorité des cas en aval d'un OML. Comme vu précédemment (*cf* 2.1.7) le corps *appartient* alors à la justice ce qui implique que l'autopsie médico-légale ne peut en aucun cas être discutée ou refusée par la famille.

### **Indications d'autopsie**

Les indications d'autopsie sont très clairement énoncées dans les recommandations du Conseil de l'Europe de 1999 (34) et sont au nombre de 10 :

- a) homicide ou suspicion d'homicide
- b) mort subite inattendue, y compris la mort subite du nourrisson
- c) violation des droits de l'homme, suspicion de torture ou de mauvais traitement
- d) suicide ou suspicion de suicide
- e) suspicion de faute médicale
- f) accident de transport, de travail ou domestique
- g) maladie professionnelle
- h) catastrophe naturelle ou technologique
- i) décès en détention ou associé à des actions de police ou militaires
- j) corps non identifié ou restes squelettiques

### **Déroulement d'une autopsie**

Le déroulement de l'autopsie a également été décrit dans les recommandations du Conseil de l'Europe. Il s'agit autant de préciser le déroulement pratique de l'autopsie que d'émettre des recommandations sur la rédaction de leur compte-rendu (34).

Celle ci doit toujours se pratiquer dans la dignité de la personne décédée. La possibilité pour la famille de voir le corps est le plus souvent difficile ou impossible mais elle reste à évaluer au cas par cas. Le compte rendu doit toujours présenter un minimum d'informations qui sont l'horo-dation exacte de l'examen, l'identification formelle ou présumée du défunt si possible et une description du corps (taille, corpulence, origine...) et des affaires ou vêtements l'accompagnant. Un rappel des conditions de décès ou de découverte du corps ainsi qu'un bref rappel des faits doivent être inclus dans le compte rendu.

L'examen de corps se fait toujours totalement nu, avec une description aussi précise que possible des lésions, déformations, mobilités anormales, traces d'interventions médicales récentes (réanimation) et modifications post-mortem en essayant de les dater. L'examen interne se fait organe par organe (mesure et pesée) en décrivant les lésions (mesures, quantification) qui les accompagnent.

Des prélèvements doivent être faits si la cause de la mort n'est pas claire (certains de manière systématique) pour bilan métabolique et toxicologique. Les prélèvements les plus souvent effectués sont le sang, le LCR, la bile, des cheveux, tissus au niveau des plaies, humeur vitrée... Ils sont à identifier clairement et à mettre sous scellées dans de bonnes conditions de conservation et de sécurité.

L'autopsie doit toujours se terminer par un rapport clair, détaillé et complet mais surtout compréhensible de toute personne du corps médical ou non. Il doit inclure les bilans des examens complémentaires pratiqués par d'autres spécialistes médicaux (biologie, toxicologie, radiologie...).

Le médecin légiste doit enfin s'assurer de la restitution du corps à la famille dans le respect de la dignité de cette dernière et du défunt.

### 2.3.2 Le rôle de la médecine légale en France

Elle représente pour le plus grand nombre dans notre société « la médecine de la mort ». Ceci implique un côté morbide qui attire voire passionne, autant qu'il rebute les gens. Notre société a depuis toujours de nombreux préjugés sur cette discipline et les personnes qui la pratiquent. Elle est en fait un lien entre médecine et justice et essaie d'apporter lors d'investigations les réponses médicales qui se posent aux magistrats et enquêteurs.

#### 2.3.2.1 La médecine légale du vivant

La médecine légale comprend une dimension vivante regroupée dans des Unités Médico-Judiciaires. Les principales activités regroupées sous cette dénomination comprennent

les examens de victimes (agression ou viol), les examens de gardés à vue et les expertises médico-légales (évaluation d'incapacité notamment)

### 2.3.2.2 La médecine légale thanatologique

La médecine légale thanatologique est regroupée dans les Instituts Médico-Légaux et comprend 3 principales activités (34) :

- **la levée de corps** : le principe est que le médecin légiste vienne sur place constater le décès, reconnaître les circonstances de la mort, recenser tout ce qui peut être nécessaire (position du corps, vêtements, objets autour...) prendre les photos ou s'assurer qu'elles soient prises correctement. Le médecin légiste a trois principaux buts sur place. Tout d'abord l'identification formelle de la victime si celle-ci est possible, ensuite faire un examen de corps à la recherche d'arguments pour évaluer la datation de la mort et les causes de la mort. Dès la levée du corps et en fonction des observations, le médecin légiste peut poser une indication d'autopsie si celle-ci est justifiée.
- **l'autopsie** (avec examen de corps préalable) ; elle doit, si possible, être pratiquée par deux médecins dont au moins un des deux est médecin légiste, répondre aux questions posées par les magistrats (quelle est la cause de la mort et éventuellement d'autres questions comme le délai entre accident et mort par exemple, possibilité de survie si secours, intervention possible d'une tierce personne dans la cause de la mort...) Un compte rendu détaillé et signé doit être remis une fois les conclusions émises aux autorités requérantes. Toutes les observations et les conclusions sont soumises au secret de l'instruction sauf avis contraire du juge d'instruction. Les objectifs de cet examen sont toujours les mêmes à savoir l'identification formelle de la victime, l'estimation de la datation de la mort et la connaissance des causes de la mort.
- **l'identification** : elle peut être visuelle (carte d'identité, reconnaissance par des proches), réalisée grâce aux effets personnels (d'où l'intérêt de ne rien déplacer avant l'arrivée des autorités et de prendre des photos), permise par les caractéristiques physiques (examens externe et interne). D'autres spécialités peuvent, avec le médecin légiste, participer à l'identification grâce à l'examen dentaire, l'examen anthropologique, l'analyse des empreintes digitales, l'identification génétique par prélèvement biologique. Elle fait partie intégrante des autres fonctions du médecin légiste. Souvent la plus simple des questions, elle devient parfois le plus grand défi du médecin légiste lors de découverte de restes humains ou d'ossements.

### 2.3.3 Le médecin légiste

Le médecin légiste est un docteur en médecine qui s'est spécialisé dans la médecine légale soit immédiatement à la suite de son internat par le DESC de médecine légale soit plus tard dans sa carrière par la capacité de pratiques médico-judiciaires. Son rôle est d'effectuer les activités de médecines légales du vivant (examens de victimes ou gardés à vue) ou thanatologiques (levées de corps, autopsie, identification). Il travaille sur réquisitions des magistrats et est soumis au secret de l'instruction. Il est employé par un hôpital public hébergeant un service d'institut médico-légal (IML) ou d'une unité médico-judiciaire (UMJ). Il appartient comme tout médecin au corps médical mais est un véritable auxiliaire de la justice.

Comme indiqué dans les recommandations du Conseil de l'Europe de 1999, « *Le médecin légiste doit exercer ses fonctions en toute indépendance et impartialité. Il ne devrait être soumis à aucune sorte de pression et il devrait exercer son mandat objectivement, notamment dans la présentation complète de ses résultats et conclusions* » (34). Cette indépendance est apportée par la réforme de la médecine légale et l'intégration des services de médecine légale dans les CHU. Elle représente la fin des expertises privées et le recours systématique aux établissements publics pour toutes réquisitions. Même s'il délègue certaines tâches ou interprétations à d'autres spécialistes (biologistes, radiologues, dentistes ...) c'est à lui que revient de rédiger et signer les conclusions médico-légales de l'ensemble des investigations qu'il a fait ou initié.

### 2.3.4 Le scanner post mortem

#### 2.3.4.1 Une révolution

Le scanner reprend les mêmes principes physiques mais le système est entièrement numérisé avec des logiciels informatiques gérant la reconstruction des images. Le principe fondateur est de faire tourner la source de Rayons X et le récepteur ensemble autour du patient pour créer des images en coupe (figure 13) en faisant en même temps bouger le patient pour permettre la superposition des coupes et la reconstruction des images (figure14). Ces deux mouvements combinés permettent de diminuer nettement le temps d'acquisition. Les images ainsi construites permettent trois coupes distinctes : les coupes axiales, sagittales et coronales.

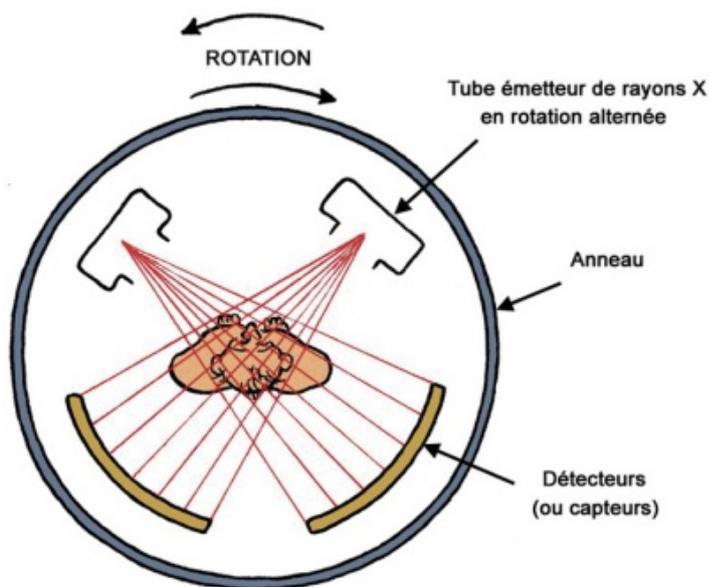


Figure 16: Principe de fonctionnement d'un scanner

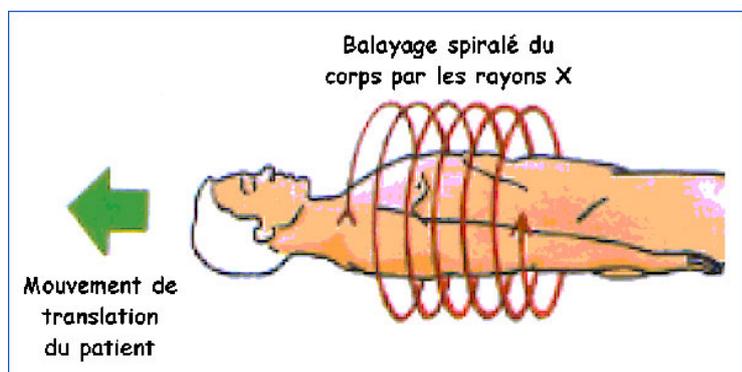


Figure 17: Principe de l'hélice du scanner

L'apparition du scanner n'a été possible qu'accompagnée des progrès techniques et informatiques. Le premier scanner à Rayon X est fabriqué en 1972 par l'ingénieur britannique Godfrey Newbold Hounsfield ; il reçoit d'ailleurs le prix Nobel de médecine et de physiologie. Ce scanner est uniquement destiné à l'imagerie du crâne et cérébrale en particulier. Le premier scanner permet de faire des images uniquement cérébrales.



Figure 18: Mr. G.-N. Hounsfield posant au côté du premier scanner

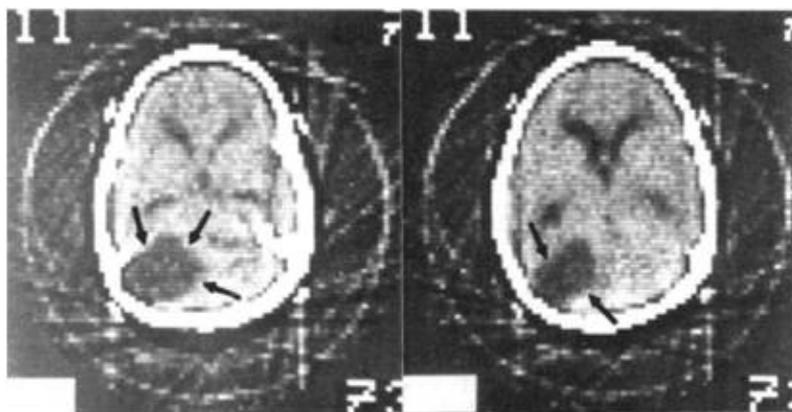


Figure 19: Coupe TDM scanner cérébral 1974

L'amélioration continue des techniques et de l'informatique a permis par la suite, sur les mêmes principes, la construction de scanner pour le corps entier. Le scanner continue de progresser avec l'apparition du scanner injecté avec produit de contraste iodé pour mieux visualiser la vascularisation. Les puissants logiciels actuels permettent également de faire de très belles reconstructions 3D, principalement pour les reconstructions osseuses.

#### **2.3.4.2 Le scanner en médecine légale**

La radiographie est depuis toujours associée à l'examen thanatologique. En effet, la première radiographie post-mortem a été effectuée seulement trois ans après sa découverte. La première imagerie post-mortem date donc de 1898 (2). La radiographie est restée une aide très précieuse pour les médecins légistes avec un intérêt tout particulier dans certaines conditions. Ainsi elle permet de faciliter la recherche et la récupération de projectiles ou corps étrangers, de décrire précisément les fractures (notamment des membres non systématiquement

disséqués) et d'aider parfois à l'identification après des analyses comparatives sur dossiers médicaux (fracture, chirurgie, lésions osseuses particulières...) (1).

Après les améliorations techniques de la radiographie standard, la médecine légale s'est naturellement interrogée sur l'intérêt dans son domaine des autres examens autrement plus performants : l'imagerie en coupes et en premier lieu le scanner (non injecté dans un premier temps). Un des grands projets d'étude du scanner en thanatologie fut le projet Virtopsy® lancé à Berne et initié en 2000 par des équipes suisses (41). Partout dans le monde des équipes commencent à s'intéresser à l'imagerie en coupes post-mortem. En effet, contrairement à la radiographie, le scanner post-mortem permet une analyse exhaustive et rapide de l'ensemble du corps de la victime. Aux Etats-Unis, à Washington le groupe de l'AFPI travaille sur le personnel militaire, les universités de Copenhague au Danemark et Linköping en Suède lancent des études sur le sujet tout comme l'institut de pathologie de Melbourne en Australie. Au Japon une Société d'Imagerie en Autopsie est créée en 2003. En France plusieurs IML s'intéressent progressivement au scanner post-mortem mais c'est à Toulouse que les premiers travaux sur le sujet apparaissent.

Alors que l'expérience grandit progressivement, des recueils d'imageries commencent à apparaître et permettent une photothèque grandissante dans le domaine de l'imagerie en coupe post-mortem (42). L'intérêt du scanner post-mortem se montre progressivement avec l'apparition d'une performance intéressante pour certains types de lésions. Il apparaît ainsi que celui-ci est très efficace pour l'identification de l'air extra-anatomique (43) ainsi que les lésions traumatiques de la face et du rachis (44). Il existe par contre des lésions pour lesquelles le scanner ne peut être seul, satisfaisant, notamment dans les morts naturelles d'origine médicale. Une étude anglaise portant sur 182 dossiers montre un gros déficit du scanner pour l'identification des causes mortelles telles que les pneumopathies, les embolies pulmonaires et les lésions intra-abdominales (45). Une autre étude prospective sur 29 cas conclut que le scanner ne retrouve la cause du décès que dans 68% des cas (46). Ainsi c'est en traumatologie que le scanner apparaît le plus intéressant comme le concluent de nombreuses publications (43), (44), (47), (48). C'est en effet pour trouver les lésions létales habituellement vues dans ce contexte qu'il est le plus performant. Ces conclusions sont confirmées par une grande méta-analyse portant sur 244 patients (49). Le scanner montre également son intérêt dans l'identification grâce à sa capacité d'analyse osseuse principalement. Une étude récente française sur un effectif de 338 scanners conclut également que le scanner doit être considéré comme une aide importante dans les examens thanatologiques notamment pour les décès traumatiques et par armes à feu. Cette étude va même plus loin en rappelant qu'il peut être très nettement supérieur à l'autopsie pour des

lésions périphériques et l'identification d'air extra-anatomique (50). Les auteurs évoquent également l'importance d'études prospectives pour continuer d'évaluer les indications du scanner selon le contexte de décès avant d'aller vers des algorithmes d'examens thanatologiques incluant le scanner.

En France, l'utilisation du scanner post-mortem est toujours extrêmement variable d'un centre d'IML à l'autre. Aucune indication du scanner post-mortem n'est aujourd'hui retenue en fonction du contexte du décès malgré l'apport observé en traumatologie. Comme nous avons pu le voir, il faut savoir que les frais engendrés par cet examen en thanatologie ne sont pas inclus dans le financement annuel des IML et doit donc être réglé en sus par le Ministère de la Justice en plus au titre de frais de justice (51).

### **2.3.4.3 Le scanner post mortem à la réunion**

Le scanner post-mortem a débuté sur l'IML de Saint-Denis de la Réunion sous l'impulsion des médecins de l'IML après discussion et accord des radiologues du CHU. Les premiers scanners post-mortem commencent début 2012 et deviennent bien plus réguliers à partir du mois d'avril de cette même année. Le scanner utilisé est un scanner de marque Général Electrique 16 barrettes BrightSpeed



Figure 20: Modèle du scanner pour l'imagerie post-mortem à l'IML de la Réunion

Le protocole proposé par les radiologues est un protocole en 3 cycles (3 hélices) avec le crâne et la région cervicale dans un premier temps suivi du scanner thoraco-abdomino-pelvien par la suite. Pour finir, une dernière hélice reprend de la racine des membres inférieurs jusqu'aux extrémités.

D'un point de vue pratique, cet examen est facilement réalisable ; la morgue et la radiologie étant dans le même bâtiment. Ainsi seuls un ascenseur et trois étages séparent ces deux services et le brancardage des corps est assuré par le personnel de la morgue. Ces scanners un peu particuliers sont toujours faits tôt le matin sur un créneau horaire dédié sauf en cas d'urgences bien entendu. Cette organisation permet de ne pas gêner le fonctionnement du service de radiologie et une sortie du corps de la chambre froide aussi courte que possible.

L'interprétation des scanners est à la charge des radiologues de l'hôpital. Ils ont bénéficié d'une formation spécifique à la lecture du scanner post-mortem sur la base du volontariat. En l'absence de l'interprétation au moment de l'examen de corps, les médecins légistes lisent eux-mêmes les scanners afin de diriger leurs examens thanatologiques.

# 3 Matériels et méthodes

## 3.1 L'étude

Il s'agit d'une évaluation des pratiques professionnelles. C'est une étude descriptive et rétrospective.

## 3.2 Les objectifs

### 3.2.1 Principal

L'objectif principal est l'évaluation de la thoracostomie bilatérale dans le cadre de la prise en charge extrahospitalière de patients en arrêt cardiaque d'origine traumatique. L'obstacle médico-légal posé chez ces patients a engendré un scanner post-mortem dans le cadre de l'examen thanatologique. Ainsi nous avons accès à un bilan lésionnel exhaustif pour l'ensemble de ces patients.

### 3.2.2 Secondaires

Suite aux observations des médecins légistes, nous avons souhaité d'une part évaluer le recours aux méthodes alternatives de ventilation dans notre population de patients lorsque celles-ci deviennent nécessaires et d'autre part évaluer l'apport du scanner en traumatologie à l'examen thanatologique.

## 3.3 La population étudiée

### 3.3.1 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion pour notre étude sont :

- patient pris en charge par un des SMUR sur l'île de la Réunion avec tentative de réanimation
- patient décédé par traumatisme fermé
- patient ayant eu un obstacle médico-légal et donc un examen médico-légal
- patient ayant eu dans ce contexte un scanner post-mortem en complément de l'examen thanatologique habituel (examen externe de corps externe +/- autopsie)

La définition du contexte traumatologique de la mort est :

- l'ensemble des accidents de la voie publique
- l'ensemble des précipitations (défenestration ou chute de pont le plus souvent)

- les coups et blessures
- les patients ensevelis ou décédés sous éboulements

### 3.3.2 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusions de notre étude sont :

- les dossiers non finalisés à savoir comptes rendus de scanner non disponibles
- les informations nécessaires sur la PEC SMUR indisponibles

Précisons que les décès par traumatismes balistiques et par armes blanches sont exclus de l'étude.

## 3.4 Le recueil de données

### 3.4.1 Période de recueil

La période de recueil des dossiers débute lors de l'introduction du scanner post mortem à la réunion en avril 2012. La fin du recueil est fixée à la fin du mois de juin 2014. Cela représente une période totale de 27 mois.

### 3.4.2 Données recueillies

#### 3.4.2.1 Données anthropométriques et démographiques

Le recueil anthropométrique est très succinct avec simplement l'âge et le sexe des patients décédés. En effet la taille et le poids ne sont pas chiffrés dans les comptes rendus médico-légaux et il a été décidé de ne pas en tenir compte lors du recueil de données.

#### 3.4.2.2 Conclusions détaillées des examens scannographiques

L'ensemble des lésions observées au scanner et décrites par le radiologue est reporté sous forme de tableau Excel® pour chaque dossier. Il s'agit d'un tableau à double entrée (cf Annexe 1) avec le type de lésions observées en abscisse et la zone anatomique étudiée en ordonnée.

#### 3.4.2.3 Conclusions détaillées des l'examen thanatologique

L'ensemble des lésions décrites sur le compte rendu de l'examen thanatologique sont reporté sur la même tableau Excel® afin de pouvoir comparer les lésions observées par le deux examens.

### **3.4.2.4 Circonstances**

Pour chaque dossier, sont répertoriés également le contexte de la mort et la cause de la mort lorsque ceux-ci sont connus.

Les contextes du décès sont :

- Accident
- Suicide
- Homicide
- Naturel
- Indéterminé

Les causes du décès sont :

- Accident de la voie publique
- Précipitations
- Coups et blessures
- Ensevelissement

### **3.4.2.5 Prise en charge SMUR**

Le recueil de données a permis d'identifier les dossiers des patients ayant été pris en charge par le SMUR avec tentative de réanimation. Nous avons répertorié l'ensemble des gestes invasifs tentés ou effectués en rapport avec l'étude durant cette prise en charge à savoir :

- les intubations et tentatives d'intubations
- les crico-thyroïdotomies
- l'utilisation du masque laryngé
- les exsufflations thoraciques
- les poses de drains thoraciques
- les thoracostomies bilatérales

# 4 Résultats

## 4.1 Population de l'étude

### 4.1.1 Effectifs

La recherche de dossiers pour notre étude s'est faite sur les archives informatisées du service de médecine légale. Parmi les 420 examens thanatologiques, 240 dossiers ont eu un scanner post-mortem dans le cadre de l'expertise médico-légale et 97 d'entre eux sont décédés dans un contexte de traumatologie. Sur les 97 dossiers concernant la traumatologie seuls les patients ayant été prise en charge par le SMUR avec tentative de réanimation sont inclus. 37 dossiers restent après exclusion des dossiers dont le compte rendu du scanner n'est pas disponible.

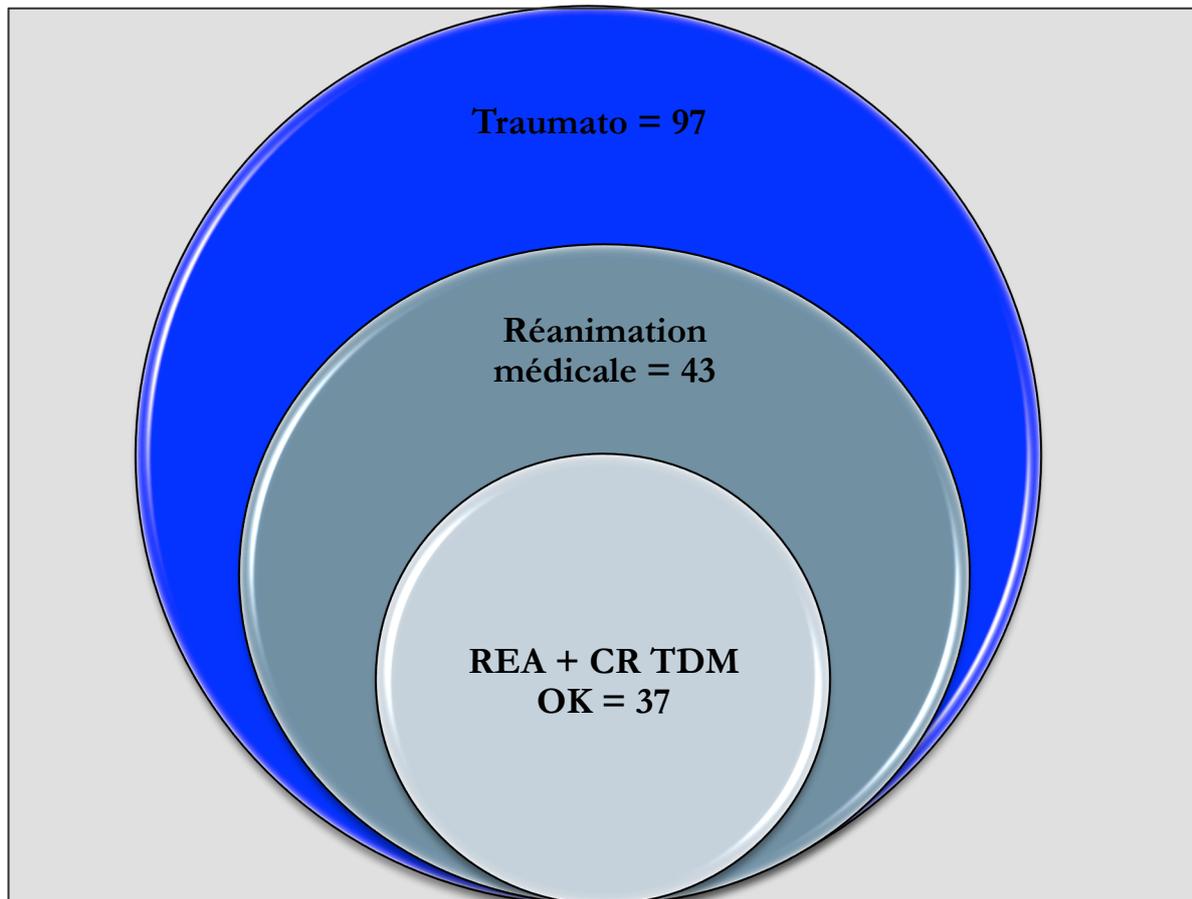


Figure 21: Description de l'effectif global de l'étude

### 4.1.2 Age et sexe

Le plus jeune de notre population d'étude a 14 ans et le plus âgé 79 ans. L'âge moyen de la population est de 38,4 années. Il existe une nette surreprésentation des hommes avec un sexe ratio H/F à 5,1 soit 6 femmes pour 31 hommes.

### 4.1.3 Examens thanatologiques

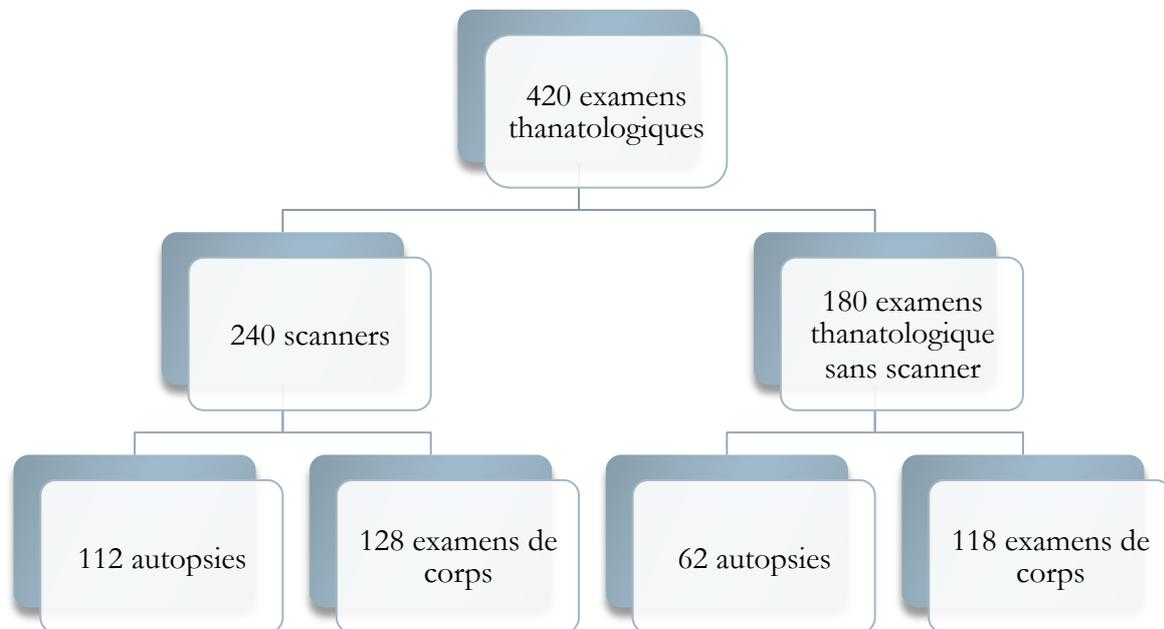


Figure 22: Répartitions des examens thanatologiques en fonction du scanner post-mortem

Durant la période de notre recueil de données il y a 420 examens thanatologiques avec 246 examens de corps et 174 autopsies. Parmi l'ensemble des examens thanatologiques, 240 soit 55% ont eu un scanner post-mortem. La répartition est de 112 autopsies pour 128 examens de corps seul. S'il n'y a pas d'indication formelle de scanner post-mortem en fonction du contexte de mort, il n'y a pas non plus de procédure ou protocole local clairement établi. Ainsi les demandes de scanners sont discutées au cas par cas mais sont devenues pour ainsi dire systématiques dans les décès associés à une cause traumatologique et les morts criminelles très fortement suspectées.

Sur l'ensemble des 97 patients traumatisés ayant eu un scanner, seul 28 (soit 29%) ont eu une autopsie. Ce pourcentage diminue à 13,5% dans notre population.

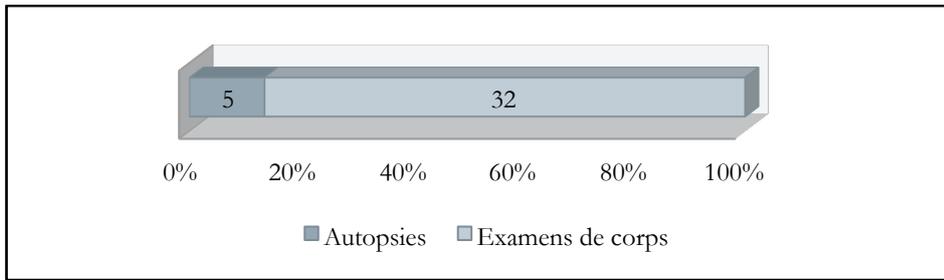


Figure 23: Répartition par types d'examens thanatologiques

## 4.2 Circonstances de prise en charge

### 4.2.1 Contexte de la mort

Parmi les 37 dossiers étudiés, 29 d'entre eux ont un décès d'origine accidentelle, soit une très large majorité. Le reste de la population se répartit entre les suicides (4) et les homicides (3). Pour un dossier, la conclusion reste indéterminée car il n'a pas été possible d'écartier formellement la piste criminelle comme cause de chute d'un pont.

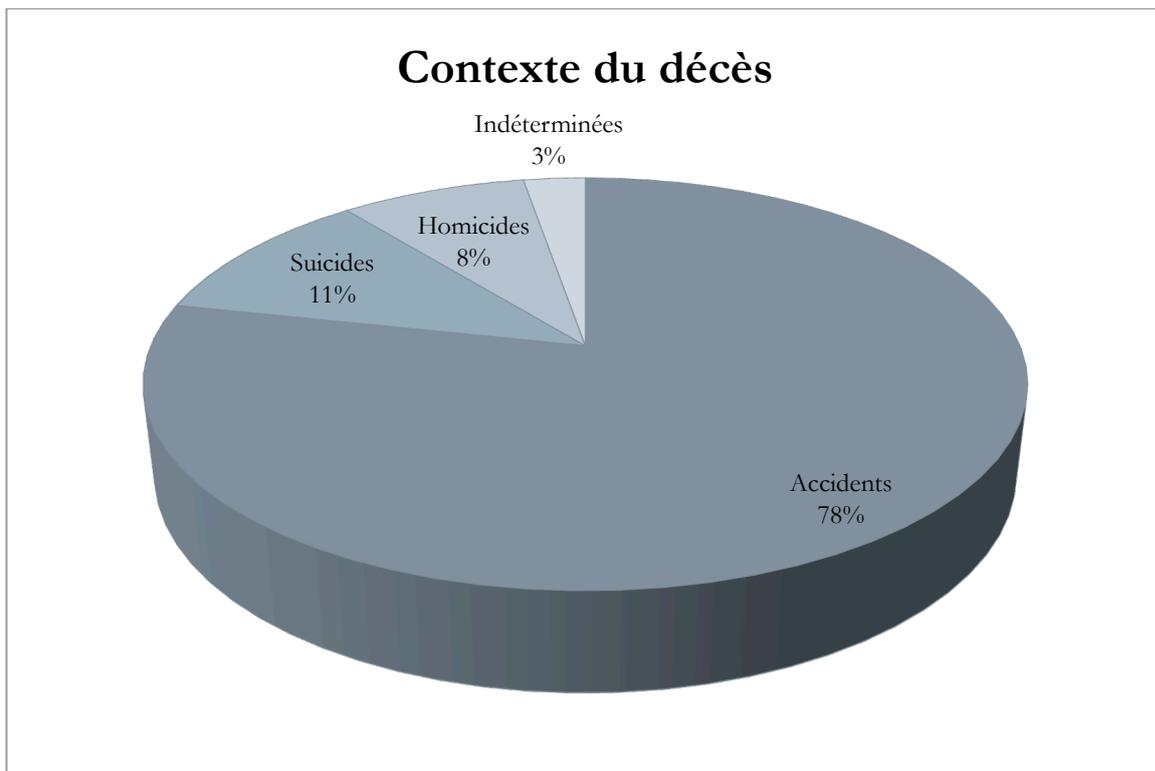


Figure 24: Répartition des contextes de décès

## 4.2.2 Causes de la mort

Les causes de la mort dans notre population sont principalement des accidents de la voie publique (25 dossiers). Notre étude compte également 9 dossiers de précipitations, deux autres de coups et blessures et un dernier patient est décédé sous une chute de pierres.

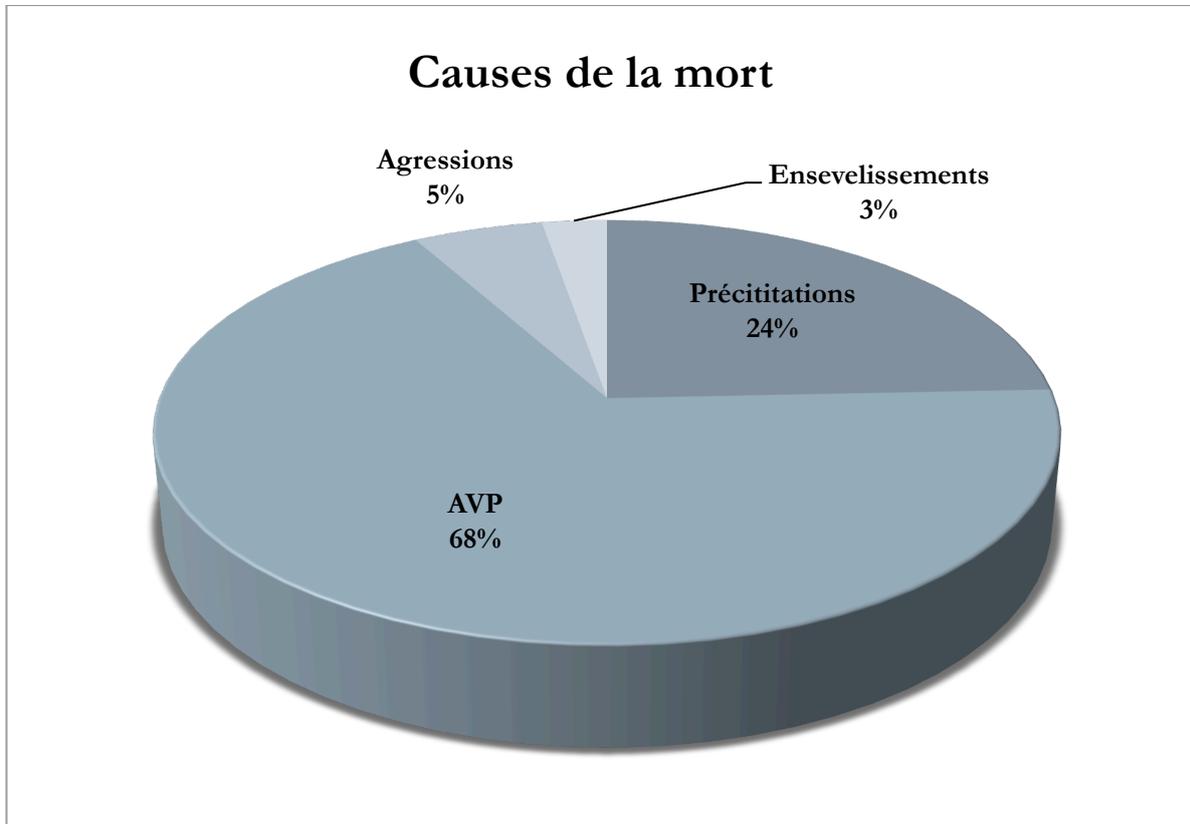


Figure 25: Répartition des causes de la mort

## 4.3 Description des gestes de réanimation

En considérant nos objectifs principal et secondaire, nous avons relevé dans les dossiers de l'IML et les dossiers SMUR :

- l'ensemble des actes thérapeutiques concernant la ventilation : l'intubation oro-trachéale, l'utilisation d'un masque laryngé et la crico-thyroïdectomie de sauvetage.
- L'ensemble des actes concernant le traitement d'un hémithorax et/ou pneumothorax supposé ou diagnostiqué : l'exsufflation à l'aiguille, la pose de drain thoracique et la thoracostomie bilatérale.

Gestes	Effectifs	Pourcentage de la population
IOT	35	95%
Masque laryngé	0	0%
Crico	0	0%
Drains thoraciques	2	5,4%
Exsufflations à l'aiguille	0	0%
Thoracostomies bilatérales	8	22%
MCE	36	97%

Figure 26: Gestes techniques effectués durant la PEC préhospitalière

On peut voir dans ce tableau la présence de deux patients non intubés. Il s'agit pour les deux cas de trois échecs successifs d'intubation ayant provoqué l'arrêt de la réanimation. Les raisons décrites dans les dossiers SMUR pour ces échecs sont des pertes de repères et des expositions impossibles avec échecs de mise en place de mandrin long béquillé.

Le patient n'ayant pas eu de massage cardiaque externe est un patient instable mais n'ayant pas présenté d'arrêt cardio-circulatoire, il décède après la prise en charge SMUR au bloc opératoire.

## 4.4 Lésions observées au scanner post-mortem

### 4.4.1 Lésions observées au scanner par zones anatomiques

L'ensemble des lésions décrites par les radiologues à la lecture des scanners est reporté dans le tableau ci-dessous :

Zones	Lésions	Effectifs	Pourcentages
<b>Tête</b>	Fractures crane	15	40,5
	Fractures face	12	32
	Pneumencéphalie	11	30
	Hématomes extra-duraux	2	5,5
	Hématomes sous-duraux	5	13,5
	Hématomes sous-arachnoïdiens	17	46
	Sang intra-ventriculaire	7	19
	Contusion/œdème cérébral	2	5,5
<b>Thorax</b>	Fractures de cotes	21	57
	Contusions pulmonaires	10	27
	Pneumothorax	16	43
	Pneumomédiastin	2	5,5
	Hémithorax	18	48,5
	Plaies aortiques	0	0
	Plaie cardiaque	1	2,5
	Hémopéricardes	2	5,5
	Air intravasculaire	5	13,5
<b>Abdomen</b>	Lésions organes pleins	1	2,5
	Lésions organes creux	0	0
	Lésions du diaphragme	1	2,5
	Sang intra-abdominal	7	19
	Pneumopéritoinies	6	16
	Hémopéritoinies	2	5,5
	Hémorétropéritoine	2	5,5
<b>Squelette axial</b>	Hématomes cervicaux	2	5,5
	Os hyoïde /cartilage thyroïdien	0	0
	Fractures vertébrales	15	40,5
	Fractures de la ceinture scapulaire	7	19
	Fractures du bassin	13	35
<b>Autres</b>	Fractures membres supérieurs	8	22
	Fractures membres inférieurs	22	59
	Emphysème sous-cutané	12	32

Figure 27: Description brute des lésions décrites sur les scanners par régions anatomiques

Cette liste de lésions présentes chez des patients décédés par traumatisme fermé, révèle bien entendu des observations en rapport avec les causes et la cinétique des décès. Nous pouvons tout de même souligner l'importance des lésions au niveau céphalique et thoracique. La cinétique des décès est ici rapportée par la forte représentation des fractures du crâne, de la face et des hémorragies sous-arachnoïdiennes. Notons également la présence d'une pneumocéphalie chez 30% des patients.

Concernant les lésions thoraciques, on remarque l'importance des fractures de côtes avec 57% de patients présentant au moins une fracture. Ce chiffre certes important n'est pas très étonnant aux vues du contexte mais aussi du massage cardiaque presque systématique. Par contre la proportion de pneumothorax et hémithorax (que nous détaillons par la suite) semble très importante avec respectivement 43% et 48,5%.

#### 4.4.2 Détails des lésions thoraciques et pleurales

Ci-dessous, nous avons détaillé l'ensemble de ce que nous appellerons les atteintes pleurales ; celles-ci correspondent aux pneumothorax et aux hémithorax associés ou isolés. Une fois de plus la gravité des patients pris en charge par les SMUR se traduit ici par une prépondérance de la lésion la plus sévère possible à savoir un hémopneumothorax bilatéral. Cette lésion est décrite pour 55% des patients présentant une atteinte pleurale.

Lésions thorax	Bilatérale	Unilatérale	Totaux
Pneumothorax	1	1	2
Hémithorax	0	4	4
Hémopneumothorax	12	4	16
Totaux	13	9	22

Figure 28: Effectifs détaillés des atteintes pleurales

#### 4.4.3 Description des lésions potentiellement létales

Parmi l'ensemble des lésions décrites par les comptes rendus de scanners, nous avons cherché à identifier celles qui auraient pu, à elles-seules, provoquer le décès du patient en l'absence de réanimation. Par exemple un hémithorax de faible abondance n'est pas compté comme lésion potentiellement létale tout comme un pneumothorax modéré. A contrario, un pneumothorax bilatéral compressif ou un hémithorax bilatéral massif est compté parmi ces lésions. De même, une fracture du bassin est incluse dans notre tableau que si elle est déplacée ou instable (risque d'hémorragie rétropéritonéale massive). Les fractures de la face

ne sont considérées comme potentiellement létales que s'il s'agit de fracas importants pouvant entraîner un hémorragie abondante et un choc hypovolémique.

Zones anatomique	Effectifs	Pourcentage de la population
Crane	27	72,9
Face	4	10,8
Thorax	22	59,5
Abdomen	5	13,5
Bassin	8	21,6
Rachis	4	10,8

Figure 29: Effectif des lésions potentiellement létales identifiées aux scanners

La suite de notre analyse des lésions considérées comme potentiellement létales nous permet d'identifier les patients décédés d'une seule lésion grave. Ainsi 7 patients sont décédés d'un traumatisme crânien grave isolé alors que 3 sont décédés de lésions thoraciques isolées. L'intérêt de ce travail est l'identification éventuelle, parmi les patients pris en charge, de décès dus à des causes réversibles.

Localisation lésion létale isolée	Effectifs	Pourcentage de la population
Crane	7	18,9
Thorax	3	8,1
Bassin	1	2,7
Rachis	0	0
Totaux	11	29,7

Figure 30: Effectifs des lésions potentiellement létales isolées

# 5 Analyse et discussion

## 5.1 La thoracostomie bilatérale

### 5.1.1 Indications

Physiologiquement et mécaniquement, il est prouvé et admis depuis longtemps que le pneumothorax chez un patient intubé peut être très rapidement fatal et gêner toute réanimation cardio-pulmonaire (52). L'indication d'une évacuation ou tout au moins d'une décompression de ces pneumothorax symptomatiques s'est imposée en préhospitalier sans attendre un diagnostic formel. L'efficacité de la thoracostomie est bien prouvée tant sur le plan hémodynamique que ventilatoire, (20) ainsi que sa supériorité face à l'exsufflation à l'aiguille et au drain thoracique (16), (17), (19).

Ainsi, la thoracostomie préhospitalière doit être (53), (54) (55):

- systématique dans le cadre de la réanimation d'un patient en arrêt cardio-circulatoire d'origine traumatique ou suspecté comme tel (cf figure 31).
- systématique chez tout patient pris en charge pour un traumatisme avec apparition, après l'intubation, d'une instabilité hémodynamique, de troubles de la ventilation (augmentation des pressions d'insufflation) ou d'un arrêt cardiaque.

Elle trouve également son intérêt dans une prise en charge en salle de déchoquage chez un patient instable sans bilan radiologique disponible ou à l'apparition d'un arrêt cardiaque (12).

Ce geste doit ainsi être fait sans aucune hésitation et dès la suspicion de pneumothorax évoquée. Dans le cas d'une thoracostomie faite inutilement, le médecin crée un pneumothorax qui reste virtuel tant que le patient est intubé, ce geste est donc sans influence sur la prise en charge ni conséquence pour le patient.

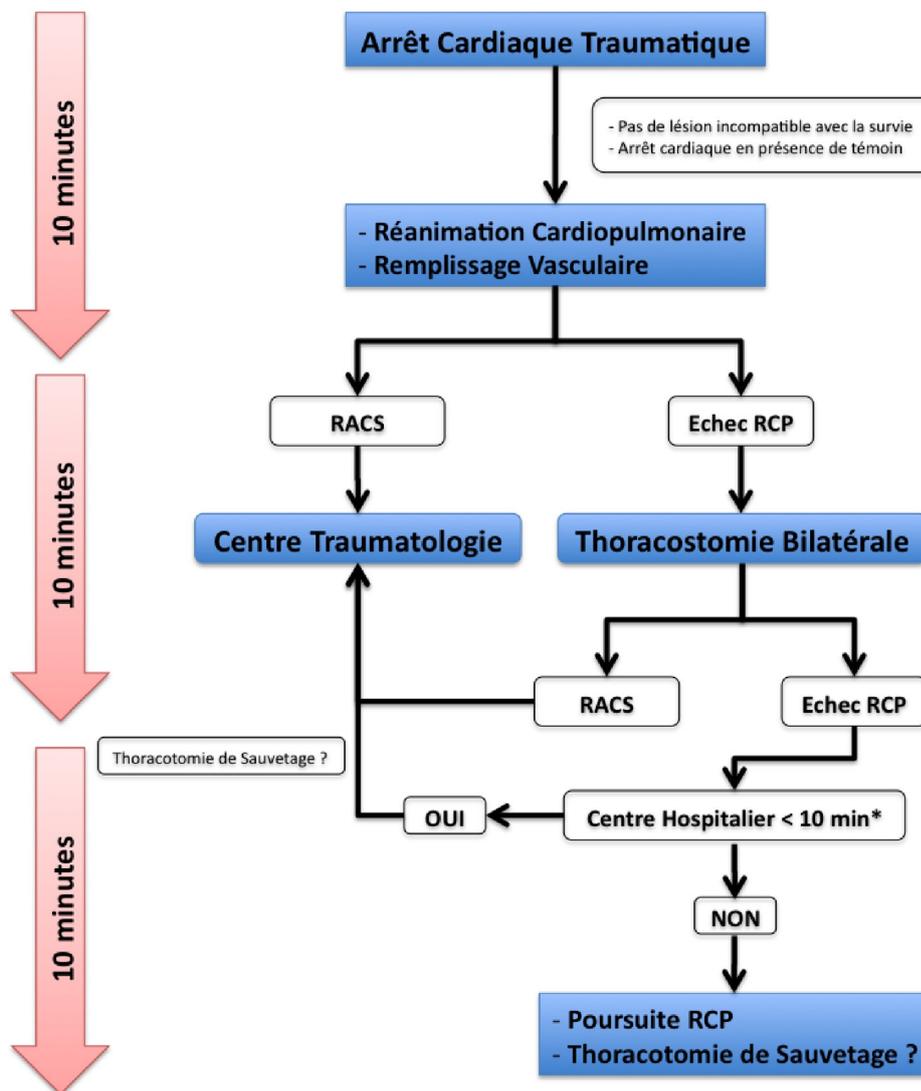


Figure 31: Prise en charge de l'arrêt cardiaque traumatique

### 5.1.2 Technique

Avant d'en décrire la technique, rappelons qu'il est absolument indispensable que le patient soit d'abord intubé avant toute tentative de thoracostomie.

En pratique la thoracostomie peut être réalisée en deux points différents : au niveau du deuxième espace intercostal sur la ligne médio claviculaire (point de ponction de l'exsufflation à l'aiguille) ou au niveau du quatrième espace intercostal sur la ligne medio axillaire (point de ponction du drainage thoracique). La ponction sous axillaire permet l'évacuation d'un hémithorax associé. Mais le risque vital immédiat tient plus de la compression par le pneumothorax que par l'abondance d'un hémithorax. Cette compression est tout aussi bien levée par l'incision au point 1 qu'au point 2 :

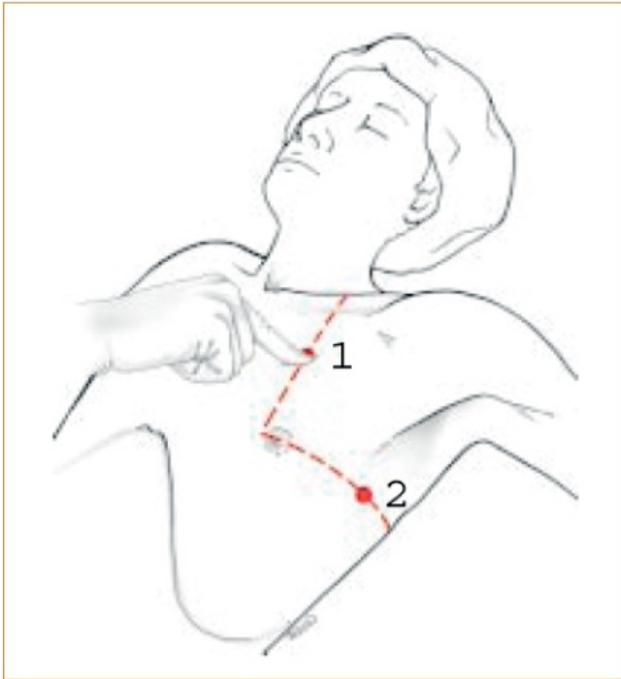


Figure 32: Schéma des points d'incision de la thoracostomie

Avant le geste et en fonction du degré d'urgence, une désinfection cutanée doit être faite aussi bien que possible. Ensuite une incision avec une lame de bistouri doit être effectuée sur une largeur de 3 à 4 centimètres au niveau du bord supérieur du côté inférieur de l'espace intercostal. L'incision est suivie d'une dissection des plans musculaires et/ou graisseux à la pince Kocher ou avec des ciseaux à bouts ronds jusqu'à pouvoir faire un toucher pleural aux doigts (53) (54). Le plus souvent lorsque la thoracostomie libère un pneumothorax compressif la plaie est soufflante au moins dans un premier temps. On peut ensuite protéger l'incision par un pansement non occlusif ou par un pansement avec valve unidirectionnel d'Asherman®.

## 5.1.3 Analyse de nos résultats

### 5.1.3.1 La fréquence des atteintes pleurales

D'un point de vue lésionnel, notre étude met en évidence une proportion d'atteintes pleurales très importante. Les pneumothorax représentent 49% des patients décédés dans un contexte traumatique. Ce pourcentage est très largement supérieur à ceux évalués dans d'autres études qui varient de 5,7% (21) à environ 20% (15). Ce résultat de 49% augmente jusqu'à 60% lorsque l'on tient compte de l'ensemble des lésions pleurales (hémothorax isolés inclus). Précisons cependant qu'une partie de ces pneumothorax peuvent être iatrogènes, induits par les thoracostomies. Il est possible qu'un pneumothorax apparaisse une fois la ventilation mécanique levée.

Cependant une analyse en sous groupe des patients n'ayant pas eu de geste de décompression pleurale confirme nos résultats. Sur ces 27 patients, 14 présentent une atteinte pleurale au scanner soit 52% dont 12 un pneumothorax soit plus de 44%. Il est donc clair que dans notre population la proportion d'atteinte pleurale est bien plus importante que dans d'autres études. Le plus probable est qu'il s'agisse d'une sous-estimation des autres auteurs. En effet nous avons ici la possibilité de faire le bilan lésionnel complet grâce au scanner post-mortem.

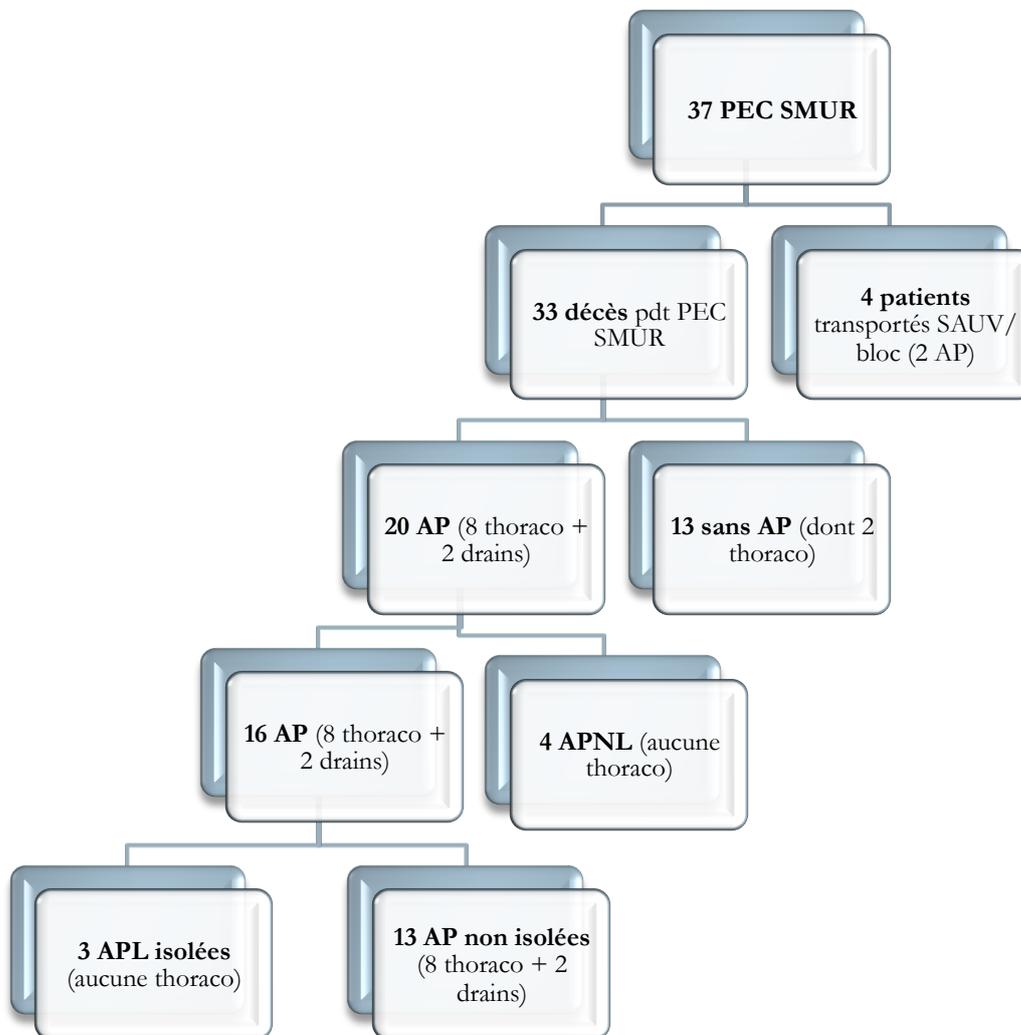


Figure 33: Description de la PEC du point de vue lésionnel

### 5.1.3.2 Pose de l'indication de thoracostomie dans la population étudiée

Parmi les dossiers analysés, 33 patients sont en arrêt cardiaque en présence de l'équipe SMUR et tous ont bénéficiés d'une tentative de réanimation médicale. Ce qui implique selon les recommandations, que la thoracostomie bilatérale était indiquée chez 100% de ces patients. Cependant nous observons une tentative de décompression thoracique dans seulement 10 cas sur les 33 patients nécessitant ce geste. Ce qui signifie que 70% des patients pris en charge n'ont pas eu un geste thérapeutique potentiellement salvateur et recommandé. Il n'est pour autant pas question d'affirmer ici que ces patients sont décédés car la thoracostomie n'a pas été faite. La majorité d'entre eux avaient d'autres lésions potentiellement létales et nul ne peut évaluer la survie de ces patients avec une thoracostomie systématique.

Pourtant, si plus de deux tiers des patients n'ont pas bénéficié de la thoracostomie il semble que cette proportion ne soit pas supérieure aux pratiques des autres SMUR français.

Une étude publiée en 2009 (11) observe une absence de prise en charge agressive chez les patients en arrêt cardiaque traumatique ; en effet aucune thoracostomie bilatérale n'a été faite alors que celle-ci était bien recommandée. Une autre étude publiée en 2007 (22) retrouve une thoracostomie effectuée dans seulement 10% des prises en charge d'arrêt cardiaque traumatique.

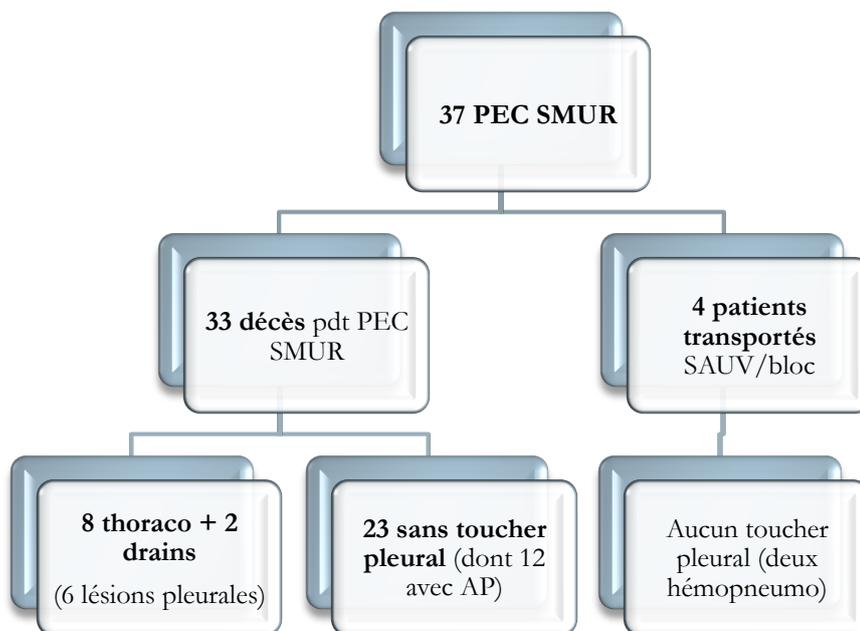


Figure 34: Description des PEC du point de vue interventionnel

### 5.1.3.3 Des cas particuliers

Dans le cadre de notre étude, nous avons cherché à identifier les patients pour lesquels la thoracostomie aurait pu être bénéfique. Ainsi, nous identifions 3 patients ayant pour seule lésion létale identifiée, l'hémithorax et/ou pneumothorax bilatéral compressif. Deux des trois patients étaient déjà en arrêt cardiaque et rien ne prouve qu'une reprise d'activité cardiaque spontanée serait survenue. La question d'une réelle perte de chance doit pourtant être évoquée pour le troisième patient qui n'était pas en arrêt cardiaque à la prise en charge. Le cas de ce patient illustre parfaitement le potentiel d'aggravation d'un pneumothorax sous ventilation mécanique.

Par ailleurs la question des greffes d'organes semble tout à fait justifiée. On peut en effet évoquer l'apport de thoracostomie dans la réanimation d'organes chez les patients ayant un pronostic neurologique défavorable. Cela renforce l'importance de la systématisation de ce geste quelles que soient les lésions neurologiques suspectées.

### **5.1.3.4 Des enseignements à tirer**

Après analyse de tous les dossiers dont nous disposions, il semble que plusieurs enseignements soient à retenir.

D'une part, la médecine légale et le scanner post-mortem permettent un précieux retour d'informations sur les prises en charge SMUR en particulier en traumatologie.

D'autre part, la thoracostomie est un geste qui doit absolument faire partie des réflexes de la réanimation d'un patient polytraumatisé s'il est instable ou en arrêt cardiaque. On ne peut qu'être surpris de la faible proportion de thoracostomie (30%) dans la population où celle-ci était indiquée. Cette très faible fréquence est pourtant retrouvée dans d'autres études françaises (11).

Notre étude retrouve une prévalence de lésions pleurales et de pneumothorax en particulier très importante mais surtout bien au dessus des estimations des autres études. Ces résultats sont possibles grâce à l'IML de Saint-Denis de la Réunion et au bilan lésionnel du scanner post-mortem. Le pourcentage de patients ayant une atteinte pleurale est toujours supérieur à 50% ce qui renforce l'importance de la thoracostomie chez cette population de patients.

Il est donc clair que la thoracostomie est un geste potentiellement salvateur très largement sous effectué avec parfois des conséquences pour les patients pris en charge et une perte de chance. Il semble essentiel que la formation continue des médecins urgentistes intègre ces données avec rappel des indications de la thoracostomie bilatérale ainsi que la technique d'exécution. L'idéal est d'organiser des formations sur cadavres, afin que ce geste soit effectué dans des conditions proches du réel. Une étude très récente (2014) montre la supériorité de l'entraînement pratique sur cadavres par rapport à l'enseignement théorique avec photos ou vidéos (56).

## 5.2 La crico-thyroïdotomie

### 5.2.1 Rappels

L'intubation en préhospitalier est un acte médical parfaitement codifié tant au niveau du matériel nécessaire (cf Annexe 2 et 3) que des drogues à utiliser (cf Annexe 4) ou de la surveillance (57). Très pratiquée celle-ci se déroule dans l'immense majorité des cas sans aucun problème mais peut rapidement devenir dramatique en cas d'imprévu technique ou médical.

Pour l'intubation et le contrôle des voies aériennes supérieures, la technique de référence est l'induction en séquence rapide qui comprend deux types de drogues : Un hypnotique et un curare. Il est important de comprendre que ces drogues sont autant nécessaires pour le confort du patient que pour augmenter l'efficacité de l'intubation. Ceci est un gage de sécurité et de protection pour le patient (cf Annexe 5).

L'hypnotique utilisé est soit la Kétamine soit l'Etomidate (58). Le curare indiqué dans l'induction en séquence rapide est la Succinylcholine et le Rocuronium en cas de contre-indication (et probablement très bientôt l'un ou l'autre sans priorité (59) (60)).

### 5.2.2 Indications

La crico-thyroïdotomie est souvent décrite comme la méthode de la dernière chance pour ventiler un patient. En effet, il s'agit d'une méthode de ventilation d'un patient qui est décrite et incluse dans les recommandations de prise en charge de l'intubation difficile. La crico-thyroïdotomie arrive dans les algorithmes de prise en charge comme dernier recours pour la ventilation d'un patient. Les moyens et techniques à essayer avant sont le mandrin long béquillé, la masque laryngé avec ou sans tentative d'intubation au travers.

Rappelons que si la protection des voies aériennes est essentielle, l'oxygénation est vitale. Il n'est pas indispensable d'intuber un patient bien ventilé avec un dispositif supra glottique et la crico-thyroïdotomie n'est indiquée que si ce dispositif ne permet pas une ventilation satisfaisante (57) (60) (61).

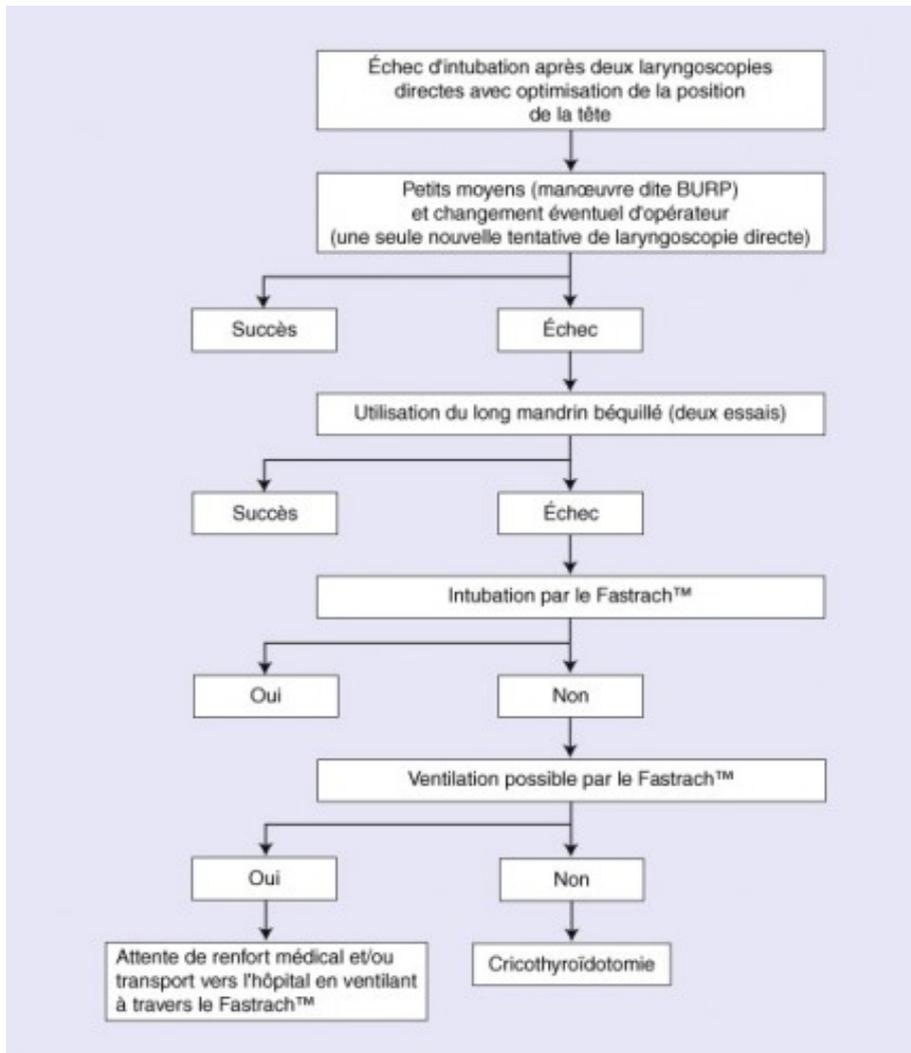


Figure 35: Algorithme d'intubation difficile préhospitalière

La cricothyroïdotomie peut également être proposée en première intention dans des contextes bien particuliers. Ces contextes sont ceux où le médecin peut anticiper la difficulté ou l'impossibilité de l'intubation orotrachéale. Les deux indications principales sont le fracas de la face avec perte de repères d'autant plus que celui-ci est hémorragique, et l'arrêt cardiaque asphyxique mécanique (dont la cause ne peut être levée au moment de la réanimation) comme l'œdème de Quinke (facilement identifiable) ou l'hématome compressif de la région cervicale (non systématiquement visible à l'examen).

En résumé les indications de la crico-thyroïdotomie sont :

- l'impossibilité de ventilation au masque laryngé
- fracas de la face hémorragique
- obstruction mécanique oro-pharyngée.

### 5.2.3 Techniques

Il existe deux techniques de cricothyroïdectomie de sauvetage en urgence. La première est dite chirurgicale et la deuxième suit la technique de Seldinger. La technique chirurgicale impose d'inciser la peau, de disséquer et d'écarter les tissus mous pour pouvoir insérer la canule. Pour la technique de Seldinger, il s'agit de faire une ponction à l'aiguille avec guide et dilateur selon le même modèle que pour cathétériser un vaisseau (pose de voie veineuse centrale ou de cathéter artériel).

Ces deux techniques ont été évaluées et il en résulte que la technique de Seldinger est plus performante. Cette méthode permet une ventilation plus rapide (62) avec un taux d'échec plus faible et moins de complications (63). Il est également mis en avant la similarité dans la méthode avec la pose de voies centrales. Ceci-à pour effet d'améliorer les performances du médecin pratiquant la technique de Seldinger. Le médecin est ainsi plus à l'aise au moment du geste notamment en cas d'un déficit de formation pratique et théorique.

Le matériel nécessaire est présenté dans un kit stérile qui peut s'apparenter au kit de voie centrale (Cf Annexe 5).

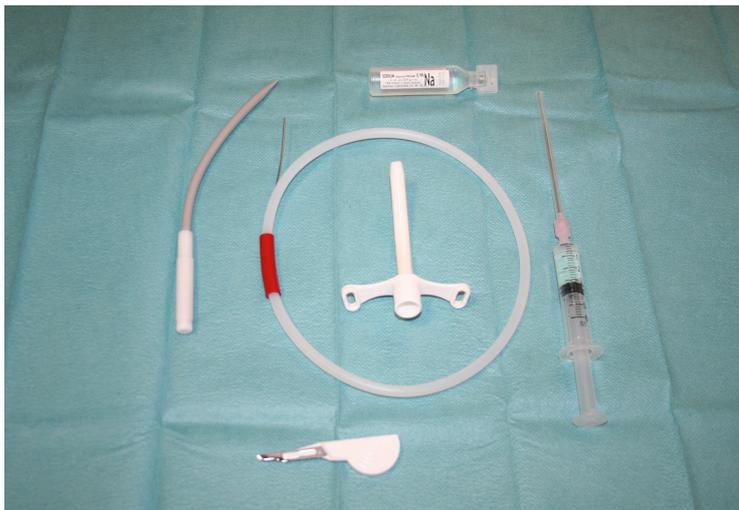


Figure 36: Kit de cricothyroïdectomie; Technique de Seldinger

De même, les étapes pour la ventilation par cricothyroïdectomie se font comme nous avons pu le voir selon la technique de Seldinger par ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne. Nous pouvons voir le point de ponction sur les figures 37 et 38, la méthode de la cricothyroïdectomie est détaillée dans l'annexe 6

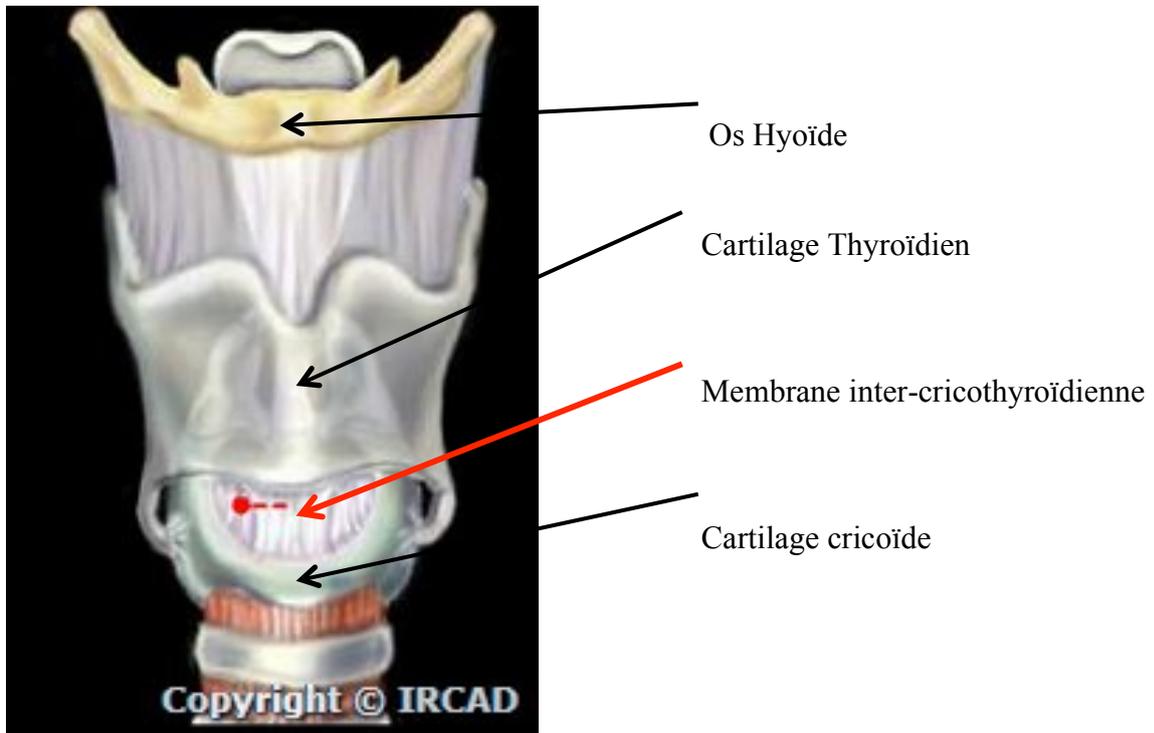


Figure 37: Repères pour la ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne



Figure 38: Ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne sur mannequin

## 5.2.4 Cas cliniques

Parmi les 37 patients de notre étude 2 d'entre eux (soit 5,5%) n'ont pas été intubés pendant leur prise en charge. Ces patients avaient pourtant une indication d'intubation. La cause de la non intubation pour ces deux patients est l'échec d'intubation ayant contraint les médecins à arrêter la réanimation. Les dossiers SMUR évoquent 3 tentatives d'intubation orotrachéale pour chacun des deux patients se soldant à chaque fois par un échec.

Patient	Réa	IOT	Crico	Masque laryngé	Drain	Thoraco	TTT
<b>Patient 1</b>	oui	Echec x 3	non	non	non	non	Adré
<b>Patient 2</b>	oui	Echec x 3	non	non	non	non	Adré

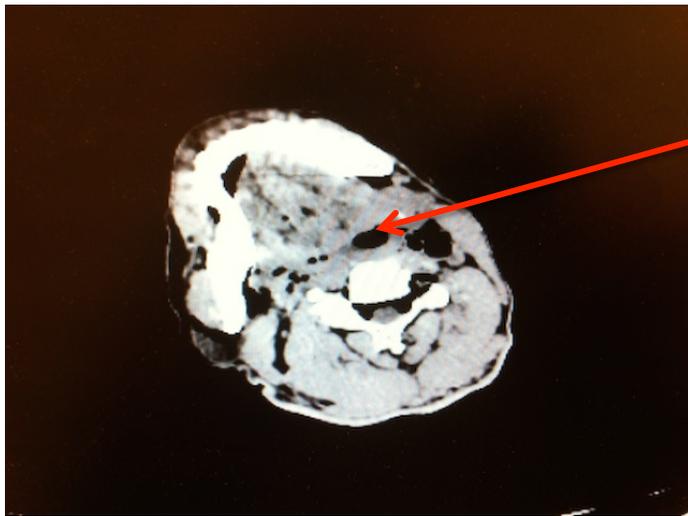
Figure 39: Résumés de la réanimation des deux patients

### Le patient 1

Le patient numéro 1 est un homme de 49 ans victime d'un accident de la voie publique qui a été pris en charge par le SMUR rapidement (accident proche de l'hôpital et SMUR disponible)

Le compte rendu de son scanner décrit une fracture de la voûte crânienne non déplacée sans hématome ou saignement intracérébral associé. Un hémithorax droit de faible abondance, et de multiples fractures (gril costal antérieur, vertèbre lombaire, les deux jambes et la cheville droite) en rapport avec son accident mais non considérées comme potentiellement létales.

Le dossier SMUR décrit une perte des repères avec une exposition impossible et un arrêt de la réanimation (pas de RACS) après la troisième tentative. Le dossier ne décrit pas l'utilisation d'un mandrin long béquillé ni la tentative de pose d'un dispositif supraglottique. Il n'y a pas eu de tentative de cricothyroïdotomie. Le patient était en arrêt cardiaque à la prise en charge des secours.



Voies aériennes supérieures perméables mais déviées.



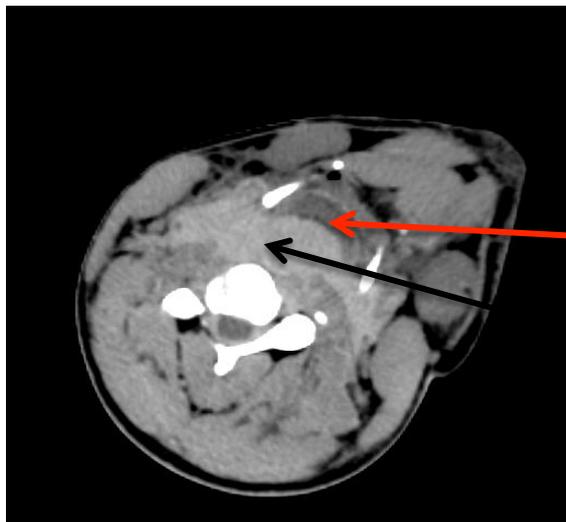
Trachée perméable et accessible à une cricothyroïdotomie

## Le patient 2

Le patient numéro 2 est un homme de 29 ans. Il est victime d'un accident de la voie publique et est pris rapidement en charge par le SMUR (accident proche de l'hôpital et SMUR disponible).

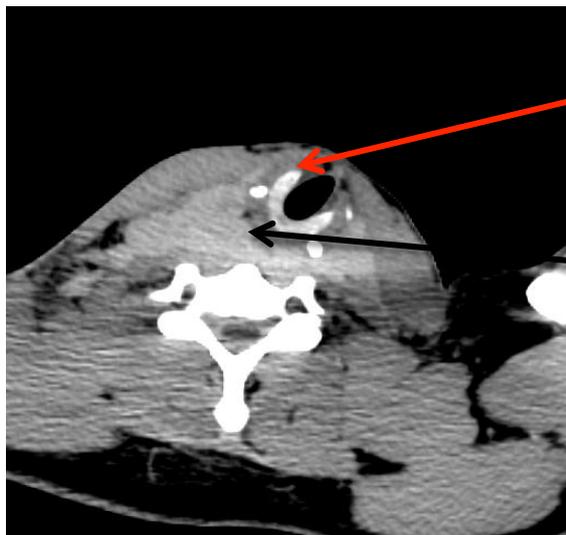
Le compte rendu du scanner décrit un hématome rétro-pharyngé étendu comprimant les voies aériennes supérieures et une hémorragie méningée décrite comme faible. Les autres lésions sont un pneumothorax gauche minime et un hémopéritoine de faible abondance.

Le dossier SMUR décrit la prise en charge d'un patient en arrêt cardiaque, l'échec d'intubation avec le mandrin long béquillé est décrit mais aucune tentative de pose de dispositif supraglottique n'est évoquée. Il n'y a pas eu de tentative de cricothyroïdotomie.



Compression des VAS

Hématome



Trachée accessible à la cricothyroïdotomie

Hématome

### 5.2.5 Enseignements

Une fois de plus il ne s'agit en aucun cas de critiquer les prises en charge des médecins urgentistes. Chacun des patients était en arrêt cardiaque au moment de la prise en charge et la possibilité de ventilation grâce à la cricothyroïdotomie n'est en aucun cas synonyme de la récupération d'une activité cardiaque spontanée. On rappelle le pronostic extrêmement péjoratif des arrêts cardiaques traumatiques avec une survie de l'ordre de 2%. Par contre ces exemples mettent en évidence l'absence de recours à des solutions alternatives lors de l'échec d'intubation.

Il semble que les algorithmes n'aient pas été appliqués lors de ces interventions pour plusieurs raisons :

- trop d'essais d'intubation (le deuxième échec d'intubation doit conduire au recours à une autre méthode de ventilation)
- pas de recours à la (tentative de) ventilation avec un dispositif supraglottique
- pas de recours à la cricothyroïdotomie

Une étude nationale menée en 2009 (64) sur de nombreux services de SMUR a mis en évidence une forte carence concernant les possibilités de prise en charge des intubations difficiles. En effet moins de 40% avaient des protocoles d'intubation difficile, des formations étaient organisées dans 45% des services seulement et des kits de cricothyroïdotomie n'étaient présents dans les véhicules que dans 43% des cas.

Ces chiffres sont certainement bien en deçà de l'état actuel des SMUR de France mais révèlent tout de même que l'intubation difficile n'est pas considérée comme une source de difficulté voire de décès en préhospitalier.

Pourtant en 2011 est publiée une étude démontrant que le recours à la cricothyroïdotomie est toujours délicat pour les médecins urgentistes (65). Cette étude avait confronté des médecins urgentistes à des situations d'intubation difficile sur mannequins. Les conclusions rapportent un bon suivi de l'algorithme d'intubation difficile mais un recours à la cricothyroïdotomie toujours un peu tardif.

Comme on a pu le voir il s'agit d'un geste techniquement accessible dont les indications sont très simples. Le frein à l'utilisation de cette technique se situe surtout au niveau de la prise de décision. Ce geste est retardé car méconnu et jamais pratiqué par l'immense majorité des médecins urgentistes.

Pour contrer ces attitudes naturelles et humaines, il est nécessaire d'agir sur deux axes indissociables :

- la formation théorique afin que les algorithmes d'intubation difficile soient maîtrisés et que l'indication de la cricothyroïdotomie soit bien posée et surtout au bon moment. Il est essentiel de poser sans retard cette indication car elle concerne par définition des patients pour lesquels la ventilation est ou devient une urgence absolue. De plus il s'agit de patients qui n'ont aucune réserve en oxygène et aucun accès à la préoxygénation.
- la formation pratique afin que ce geste exceptionnel dans la pratique courante « ne fasse plus peur ». Il doit être reconnu par tous qu'il s'agit d'une technique rarissime mais facile de ventilation. La formation pratique est d'autant plus importante que la ventilation est une urgence pour les patients qui en ont l'indication. Il a également été démontré que l'enseignement pratique sur mannequins est supérieur à l'enseignement théorique seul avec un meilleur pourcentage de réussite de ventilation par cricothyroïdotomie (66).

Ces formations doivent être régulièrement organisées dans les services pour que ces situations rares restent maîtrisées tant du point de vue théorique (65) que pratique: on note une baisse des performances globales après 6 mois sans entraînement sur mannequins (66).

## 5.3 Intérêts du scanner post-mortem en traumatologie

### 5.3.1 Performances et intérêts du scanner

Lorsqu'on évalue le scanner post-mortem dans notre population, il apparaît que nos résultats corroborent totalement les conclusions des autres études sur ce sujet. En effet, plusieurs d'entre elles relèvent la performance du scanner dans les lésions du crâne et du thorax (44). Elles observent même sa supériorité face à l'autopsie (gold-standard de la thanatologie) pour l'observation de l'air extra anatomique (43), fractures complexes de la face (44) et lésions osseuses rachidiennes. Nos résultats (cf tableau 48) vont dans ce sens avec de fortes proportions de lésions difficilement identifiables à l'autopsie. La fréquence des lésions osseuses crâniennes (40,5%) et des hémorragies intracrâniennes (environ 60%) semble normale aux vues de la cinétique des traumatismes. Par contre nous observons la présence d'air extra-anatomique (32% d'emphysème sous-cutané et 43% de pneumothorax) dans des proportions très importantes comparées aux autres études (entre 5 et 20%).

Il en est de même pour les fractures du rachis (40,5%) et de la face (32%) ainsi que pour les 60% des patients ayant au moins une fracture à un membre inférieur. L'importance de ces lésions s'explique par le fait que le scanner permet d'observer de manière systématique des zones difficiles d'accès (la face et le rachis cervical) ou peu disséquées (les membres) (67).

Concernant des patients victimes d'arrêt cardiaque traumatique, l'intérêt du scanner est démontré par le faible pourcentage de patients ayant eu une autopsie. Cela signifie que dans notre étude, dans au moins 86,5%, les causes de la mort étaient retrouvées par le couple « examens externe de corps et scanner post-mortem » sans que le médecin légiste ait recours à l'autopsie.

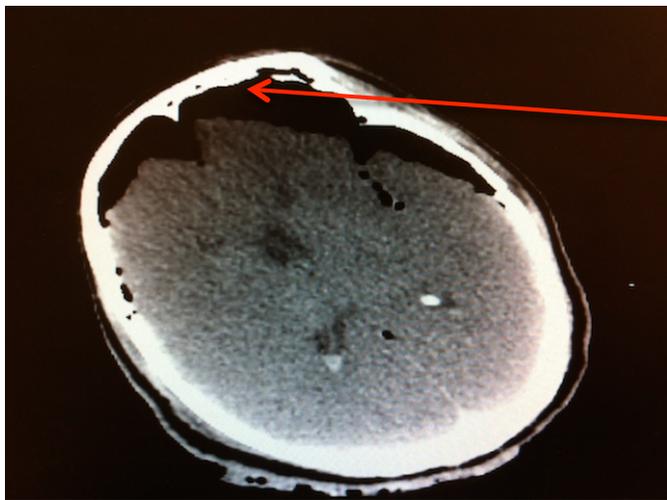
Les photos suivantes provenant des dossiers de notre étude illustrent l'efficacité et l'intérêt du scanner dans la visualisation d'air extra anatomique :



Pneumothorax bilatéral compressifs

Emphysème sous-cutané

Figure 40: Pneumothorax vu au scanner



Pneumocéphalie

Figure 41: Image de pneumocéphalie



Pneumopéritoine

Emphysème sous-cutané

Figure 42: Pneumopéritoine

Les photos suivantes démontrent l'efficacité de scanner dans la description des lésions osseuses et l'avantage de la reconstruction 3D sur des zones où la dissection est peu performante.

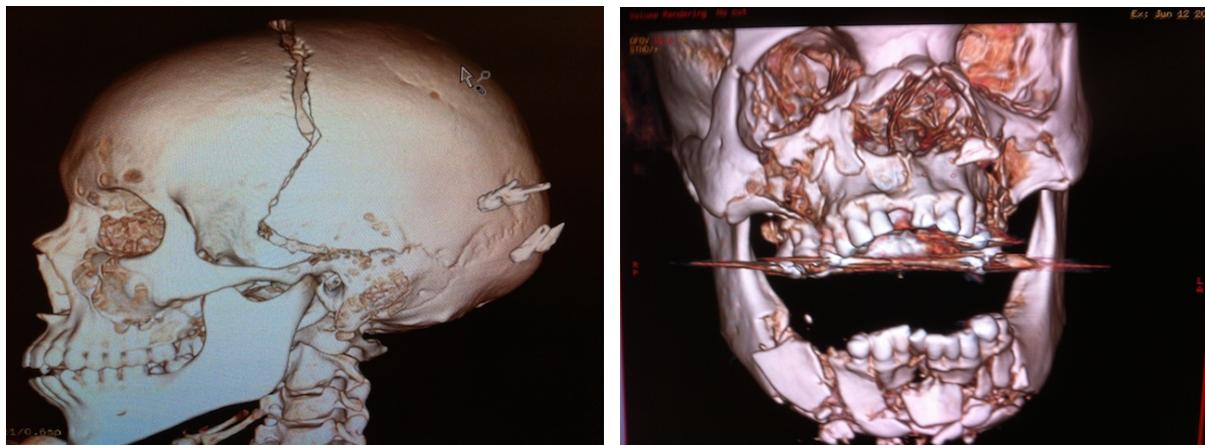


Figure 43: Fracture du crâne et fracas facial; Reconstruction 3D

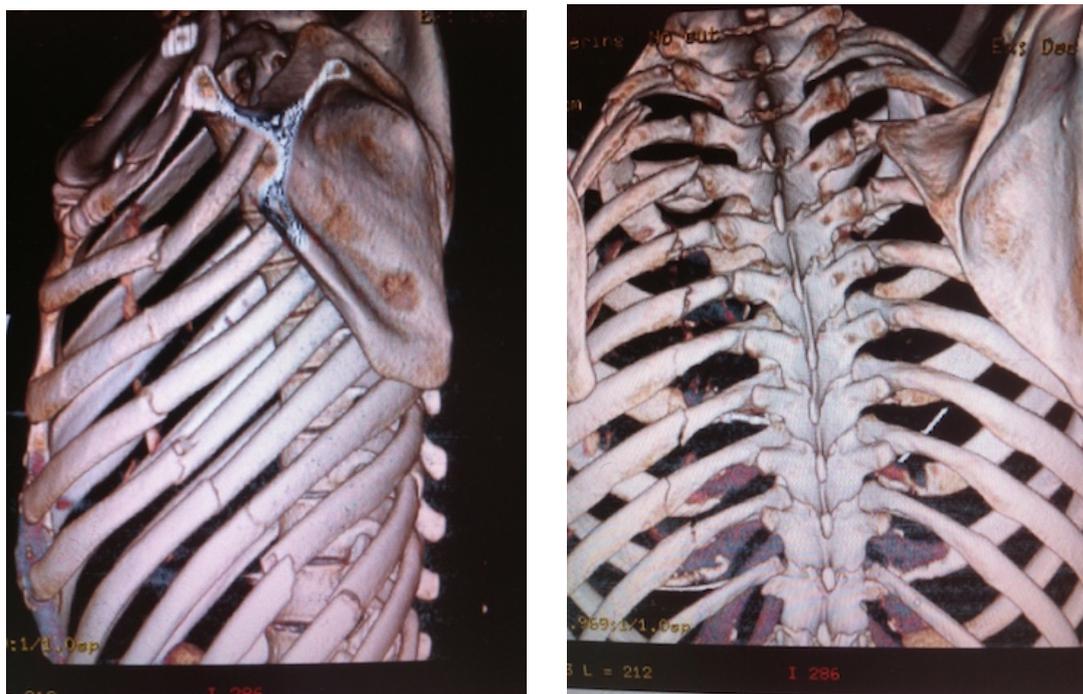


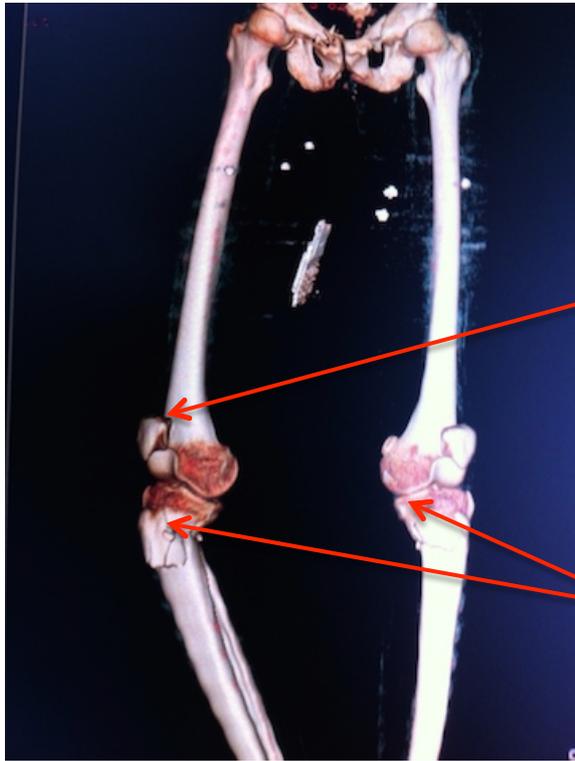
Figure 44: Reconstruction d'un volet costal



Figure 45: Fracture luxation du rachis dorsal



Figure 46: Fracture instable du bassin



Fracture extrémité inférieure fémur

Fractures des deux plateaux tibiaux

Figure 47: Reconstruction membres inférieurs

Natures	Zones	Effectifs	Pourcentages
<b>Air extra-anatomique</b>	Cérébrale	11	40,5
	Sous-cutanée	12	32
	Pleurale	16	43
	Médiastinale	2	5,5
	Péritonéale	6	16
	Intravasculaire	5	13,5
<b>Fractures osseuses</b>	Crâne	15	40,5
	Face	12	32
	Vertèbres	15	40,5
	Cotes	21	57
	Ceinture scapulaire	7	19
	Bassin	13	35
	Membres supérieurs	8	22
	Membres inférieurs	22	59
	Os hydroïde / Cartilage thyroïdien	0	0
	<b>Sang/hématome</b>	Extra-durale	2
Sous-durale		5	13,5
Sous-arachnoïdienne		17	46
Intra-ventriculaire		7	19
Cervicale		2	5,5
Pleurale		18	48,5
Péricardique		2	5,5
Intra-abdominale		7	16
Péritonéale		2	5,5
Rétro-péritonéale		2	5,5
<b>Contusions</b>		Cérébrale	2
	Pulmonaire	10	27
<b>Plaies</b>	Aortique	0	0
	Cardiaque	1	2,5
<b>Lésions</b>	Organes pleins intra-abdominaux	1	2,5
	Organes creux intra-abdominaux	0	0
	Diaphragme	1	2,5

Figure 48: Classement par nature des lésions observées au scanner

### 5.3.2 La place du scanner

Comme nous avons pu le voir, le scanner post-mortem n'a pas encore de place bien définie en médecine légale même s'il est reconnu comme utile dans certaines conditions. Parmi les conclusions des différentes études, nous retenons son intérêt en traumatologie. En effet plusieurs équipes évoquent l'intérêt de l'évaluer dans ce domaine particulier (68). Notre

étude nous a menés à sélectionner une population de patients traumatisés, soit justement celle où l'apport du scanner pourrait être la plus intéressante.

Le but de notre étude n'est pas d'évaluer en tant qu'examen thanatologique le scanner ni même de le comparer directement à l'autopsie, examen de référence. Pourtant nous pouvons constater qu'il renseigne dans 100% des cas sur les causes de la mort des patients. Les lésions traumatiques des différents patients sont ici parfaitement décrites grâce aux scanners post-mortem. En 2013, une étude décrivant la survie des patients traumatisés graves ne retrouve pas de cause de décès chez 17% des patients (12).

Il est également intéressant de constater la place que prend déjà le scanner post-mortem à l'IML de Saint-Denis de la Réunion. En effet dans notre population de patients décédés par traumatismes, seulement 13,5% ont eu une autopsie en complément du scanner et de l'examen externe de corps. On peut y voir une conviction de l'équipe de médecine légale en l'intérêt du scanner en traumatologie.

Le scanner présente d'autres avantages que son efficacité dans la visualisation de certaines lésions ou dans certaines circonstances (67). Il permet plusieurs lectures, décalées dans le temps ou dans l'espace, ce qui est impossible avec l'autopsie. Cette relecture peut également être demandée par la justice en cas de procès et de constatation par l'une des deux parties de l'expertise du radiologue. Il permet enfin de rendre accessibles les observations lésionnelles à un public « non averti » : on imagine tout a fait la présentation d'images ou reconstruction scannographiques lors d'un procès (ou à une famille dans le cadre d'une autopsie scientifique) mais beaucoup moins la présentation des photos prises durant l'autopsie d'un patient. De manière générale, il semble évident que le scanner post-mortem devrait être mieux accepté par la famille même si cela reste à évaluer.

### 5.3.3 Des freins à son utilisation

Cependant, l'utilisation du scanner en complément de l'examen thanatologique n'est pas exempte d'inconvénients.

#### 5.3.3.1 Les faiblesses du scanner post-mortem

La grande faiblesse du scanner concerne l'examen superficiel : si l'on peut discuter sa mise en place systématique à la place de l'autopsie dans certaines circonstances, cela ne concerne que la dissection ou l'examen interne à proprement parler. En effet rien ne peut remplacer l'examen de corps externe par un médecin légiste notamment pour l'analyse des contusions, lésions défensives superficielles, états des ongles et présences de plaies

superficielles. Tous ces signes fondamentaux ne sont absolument pas visibles au scanner. De plus, des prélèvements biologiques sont faits de façon systématique sur le corps examiné.

### **5.3.3.2 Problèmes organisationnels**

Dans certains services d'IML, l'acheminement des corps vers la radiologie peut être compliqué. Si les transferts sont simples à la Réunion avec une morgue et un service de radiologie dans le même bâtiment, de nombreux centres hospitaliers sont organisés en pavillons. Il est dans ce cas exceptionnel que la morgue et la radiologie soient proches et cette situation implique un transfert de corps en ambulance, impossible dans la pratique.

### **5.3.3.3 Le financement à grande échelle**

L'aspect économique ne peut non plus être négligé. En effet, dans les suites du rapport d'Olivier JARDE (député et médecin légiste) en 2003 (69), deux circulaires sont publiées en 2010 (51) et 2012 (70). Elles ont pour but de cadrer la réorganisation complète de la médecine légale en France. Parmi les principes mis en place dans ces circulaires apparaît la notion de financement global par enveloppe annuelle des IML. Ces financements prennent en charge les examens des personnes vivantes (dont les gardés à vue) ainsi que les levées de corps et les examens de corps et les autopsies. Tous les examens complémentaires, parmi lesquels la radiologie, sont pris en charge en frais de justice complémentaire. Cela signifie que tout scanner jugé comme nécessaire par le médecin légiste doit être validé par une demande de la magistrature et payé en sus comme frais de justice par le ministère de la justice (en plus de l'enveloppe annuelle déjà financée par le ministère de la justice).

## 6 Conclusion

Comme l'évoquaient déjà plusieurs études, les dossiers et scanners analysés confirment ici l'apport du scanner post-mortem pour le médecin légiste principalement en traumatologie. Il se montre particulièrement performant dans ce contexte pour en faire ressortir les lésions létales. Ainsi la localisation d'air extra-anatomique et le pneumothorax en premier lieu sont parfaitement visibles au scanner alors que l'autopsie est le plus souvent mise en échec pour ce type de lésions. Il décrit par ailleurs avec précision les lésions osseuses de zones difficilement explorables à l'autopsie tels que la face, le rachis et les membres. Pour la visualisation des lésions osseuses, le scanner devient incontournable grâce à la reconstruction en trois dimensions.

Notre étude sur l'arrêt cardiaque traumatique fermé présente une particularité qu'il faut souligner : nous possédons un bilan lésionnel complet grâce au scanner post-mortem et pouvons ainsi déduire 100% des causes de décès chez ces patients.

Il ressort ainsi une proportion de certaines lésions tout à fait inattendue ; citons en particulier la présence d'un pneumothorax chez près d'un patient sur deux. Cette proportion passe à 6 patients sur dix en incluant les hémithorax.

Tous les patients de notre étude sont décédés après avoir eu une tentative de réanimation. Nous avons pu voir l'importance fondamentale de la prise en charge étiologique de l'arrêt cardiaque en plus du traitement symptomatique. Dans le cadre de l'arrêt cardiaque traumatique, la prise en charge d'un éventuel pneumothorax compressif comme cause réversible de cet arrêt est fondamentale et recommandée depuis au moins 10 ans. Plusieurs études dont celle présentée ici nous rappellent que ce geste est trop peu effectué durant ces réanimations. Il s'agit pourtant d'un geste simple, rapide et qui peut être vital pour le patient pris en charge.

En sortant un peu du contexte restreint de l'arrêt cardiaque traumatique, notre étude tend vers les mêmes conclusions en ce qui concerne l'intubation difficile en préhospitalier. Il est déjà admis que le recours à la cricothyroïdotomie lorsque celle-ci est nécessaire est retardé ou n'a pas lieu. Le peu de pratique et de connaissance de ce geste entraînent inévitablement un frein à la pose de son indication et à son recours quand nécessaire.

Nous concluons sur l'importance et le côté fondamental en médecine d'urgences de la formation continue. En effet, il n'y a que par elle que des gestes exceptionnels ou rares comme la cricothyroïdotomie ou la thoracostomie bilatérale seront pratiqués à bon escient et sans hésitation. Ces gestes parfois salvateurs sont à réaliser en extrahospitaliers dans des conditions urgentes pour le patient et stressantes pour le médecin. Nous insistons sur le fait

qu'une formation continue doit systématiquement allier théorie et pratique pour être la plus efficace et bénéfique possible. L'intérêt de CESU dans les centres hospitaliers et la présence de mannequins de qualité sont un atout indéniable dans la réalisation de ces objectifs.

Soulignons enfin la source d'informations exceptionnelles que représente le service de médecine légale pour la pratique des médecins urgentistes. Des relations étroites entre ces deux services semblent être un point de départ pour la formation continue des urgentistes et une bonne collaboration interservices peut être extrêmement bénéfique. Cette collaboration peut éventuellement être poussée encore plus loin, on a pu voir la valeur ajoutée d'une formation pratique sur cadavre. Celle-ci paraît tout a fait adaptée, dans le cadre de notre étude, à la formation à la thoracostomie bilatérale et à la cricothyroïdotomie.

# Annexes

		plaie	putréfaction	brûlure/ carbonisation	dermabrasion	contusion/e echymose	déformation	mobilité anormale	impact	/ luxation	fracture ouverte	hématome/s ang	vasculaires	corps étrangers	épanchement gazeux	épanchement liquidien
tête	scalpe/cuir chevelu espace extra dural espace sous dural espace méningé crâne cerveau (externe) cerveau (interne) face front nez yeux bouche langue dent oreille et CAE mandibule															
coup	plan musculaire antérieur os hyoïde trachée larynx carotides os hyoïde crtlage thyroïde thyroïde vertèbres cervicales															
ceinture scapulaire	omoplate clavicules tissu mou peau															
thorax	paroi antérieure paroi postérieure gril costal antérieur gril costal postérieur vertèbres thoraciques péricarde médiastin cœur coronaire PD parenchyme PG embolie PG bronches PG parenchyme PG embolie PG bronches plèvre droite plèvre gauche diaphragme aorte thoracique															
Abdomen/pelvis	paroi abdominale péritoine retropéritoine foie externe foie interne vésicule biliaire rate externe rate interne estomac contenu estomac paroi pancréas intestin grêle colon sagendice rectum rein droit externe rein droit interne rein gauche externe rein gauche interne surrénales gauche surrénales droite paroi postérieure aorte abdo vessie vertèbres dorsales vertèbres lombaires															
pelvis	vessie voies urinaires OGI OGI fesse bassin peau															
MSG	épaule bras coudé avant bras poignet main doigts															
MSD	épaule bras coudé avant bras poignet main doigts															
MIG	racine cuisse genou jambe cheville pieds orteils															
MD	racine cuisse genou jambe cheville pieds orteils															

## **Annexe 2 :**

un laryngoscope
une lame de laryngoscopie en métal (avec fixation testé sur le laryngoscope)
une aspiration fonctionnelle avec sondes,
un ballon auto-remplisseur à valve unidirectionnelle (BAVU)
une bouteille d'oxygène
masque facial adaptable au BAVU
une sonde d'intubation lubrifiée avec la seringue pour gonflé le ballonnet
Seringue pour gonfler le ballonnet
Un respirateur avec raccord pour bouteille d'oxygène.

Annexe 2: Matériel d'IOT ouvert et vérifié

## **Annexe 3 :**

Une pince de Magyl
Un mandrin long béquillé
Un dispositif de ventilation supraglottique
Un kit de cricothyroïdotomie

Annexe 3: Matériel d'IOT difficile à disposition

## **Annexe 4 :**

Hypnotique	Etomidate	0,3mg/kg
	Kétamine	2mg/kg
Curare	Succinylcholine	1mg/kg
	Rocuronium	1,2mg/kg

Annexe 4: Drogues nécessaires à l'induction en séquence rapide

## **Annexe 5 :**

Aiguille pour ponction
Seringue stérile 10cc
Guide souple métallique
Dilatateur
Lame de bistouri
Canule (avec ou sans ballonnet)

Annexe 5: Liste matériel pour cricothyroïdotomie

## **Annexe 6**

1	prise des repères
2	désinfection rapide
3	vérification des repères
4	ponction de la membrane inter-cricothyroïdienne à l'aiguille en aspiration
5	retrait de la seringue aiguille en place après irruption d'air dans celle-ci
7	retrait de l'aiguille guide en place
8	insertion sur le guide du dilatateur (avec aide de la lame du bistouri si besoin)
9	retrait du dilatateur guide en place
10	insertion de la canule (avec aide de la lame de bistouri si besoin)
11	gonflage du ballonnet si présent
12	connexion BAVU ou respirateur avec FiO2 100% au début
13	Connexion au respirateur et ventilation identique à l'IOT

Annexe 6 : Procédure de cricothyroïdotomie de sauvetage

# Bibliographie

---

1. Wery P, Beauthier J-P. De l'ouverture des corps aux racines de la médecine légale. In: Beauthier. Traité de médecine légale. 2ième édition. Ed. De Boeck. 2011; p.21-24
2. Place V, Clarot F, Poust B, Dacher J-N, Thiebot J. scanner post-mortem pré-autopsique: organisation et apport, à propos de 100 cas. (2008) Rouen <en ligne>. <http://pe.sfrnet.org/Data/ModuleConsultationPoster/pdf/2008/1/ef37e903-296f-465d-8ff7-f088a88d4128.pdf>
3. Berthezene JM, Morbidelli P, Loire C, et al. Pour qui la Tomodensitométrie (TDM) post mortem en traumatologie routière a-t-elle un intérêt ? 48ième congrès francophone de médecine légale. (2013) Communication Orale
4. Sudrial J, Casalonga A, Serrano D, et al. La Tomodensitométrie post-mortem a-t-elle un intérêt pour l'urgentiste. *Présentations orales et posters* Congrès de médecine d'urgence (2013)
5. Conseil Français de Réanimation Cardio-pulmonaire. Recommandations - ERC 2010 : Principales modifications concernant la réanimation des arrêts cardiaques de l'adulte. www.cfrca.fr (consulté le 15/08/2014).
6. Jouffroy R, Carli P, Viven B. Mise au point sur l'arrêt cardiaque en 2013. Congrès de la SFAR (2013). Urgences vitales
7. Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2002 ; 105 : 2270-2273
8. Carli P, Télion C, Nahon M. Arrêt cardiaque préhospitalier de l'adulte. Chaîne de survie et défibrillation précoce. *EMC médecine d'urgence* (mars 2012) Volume 7 numéro 1.
9. Roselurgy AS, Norris PA, Olson SM, et al. Prehospital traumatic cardiac arrest : the cost of futility. *J trauma* 1993; 35 :468-473
10. Escutnaire J, GR RéAC. Arrêt cardiaque traumatique en asystolie à l'arrivée des secours : la réanimation n'est pas futile. *Annales françaises d'Anesthésie et de réanimation* 335 (2014) A47 R066
11. Faucher A, Savary D, Jund J, et al. Optimiser la réanimation des arrêts cardiaques traumatiques préhospitaliers : L'expérience d'un registre prospectif. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 28 (2009) 442-447
12. Gauss T, Duchateau F.X, Hamada S, et al. Survie des patients traumatisés graves admis en trauma Center après arrêt cardiaque préhospitalier *Annales françaises d'Anesthésie et de réanimation* 32S (2013) A84-A85
13. David G, Gueugniaud PY, Rioub, et al. Does the prognosis of cardiac arrest differ in trauma patients ? *Crit Care Med* 2007 ;35 :2251-2255

14. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M, et al. Out-come in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. Resus- citation 2007 ; 75 : 276-85.
15. Di Bartolomeo S, Sanson G, Nardi G, et al. A population-based study on pneumothorax in severely traumatized patients. J Trauma. 2001 Oct; 51(4):677-82
16. Fitzgerald M, Mackenzie CF, Marasco S, et al. Pleural decompression and drainage during trauma reception and resuscitation. Injury 2008 ; 39 : 9-20.
17. Aylwin CJ, Brohi K, Davies GD, et al. Pre-hospital and in-hospital thoracos- tomy: indications and complications. Ann R Coll Surg Engl 2008 ; 90 : 54-57
18. Deakin CD, Davies G, Wilson A. Simple thoracostomy avoids chest drain insertion in prehospital trauma. J Trauma. 1995 Aug; 39(2):373-4.
19. Waydhas C, Sauerland S. Pre-hospital pleural decompression and chest tube place- ment after blunt trauma: A systematic review. Resuscitation 2007 ; 72 : 11-25.
20. Massarutti D, Trillo G, Berlot G, et al. Simple thoracostomy in prehospi- tal trauma management is safe and effective: a 2-year experience by helicopter emergency medical crew. Eur J Emerg Med 2006 ; 13 : 276-80.
21. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick LM, et al ; Working Group on Polytrauma of the German Trauma Society Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. Lancet. 2009 Apr 25; 373(9673):1455-61
22. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M, et al. Out- come in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. Resus- citation 2007 ; 75 : 276-85.
23. Lockey D1, Crewdson K, Davies G. Traumatic cardiac arrest: who are the survivors? Ann Emerg Med. 2006 Sep; 48(3):240-4. Epub 2006 Apr 27
24. Larousse. Dictionnaire de français (page consultée le 28/07/2014). La mort. Définition. <en ligne>. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/mort/52706>
25. Manulia A, Manulia L, Lexalle P, et all. La mort. Dictionnaire médical Manulia 10<sup>ième</sup> édition Edition MASSON 2004
26. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé. Rev Neurol (Paris) 1959; 101: 3-15.
27. Legifrance.gouv.fr, les codes en vigueur (page consultée le 26/07/2014). Code de la santé publique - Article R671-7-1, <en ligne>. [http://legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=AC82988A7810876EA512C4433F0C9A30.tpdjo07v\\_1?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idArticle=LEGIARTI000006801968&dateTexte=20140903&categorieLien=cid#LEGIARTI000006801968](http://legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=AC82988A7810876EA512C4433F0C9A30.tpdjo07v_1?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idArticle=LEGIARTI000006801968&dateTexte=20140903&categorieLien=cid#LEGIARTI000006801968)
28. Legifrance.gouv.fr, les codes en vigueur (page consultée le 26/07/2014). Code de la santé publique - Article R671-7-2, <en ligne>. [http://legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=AC82988A7810876EA512C4433F0C9A30.tpdjo07v\\_1?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idArticle=LEGIARTI000006801969&dateTexte=20140903&categorieLien=cid#LEGIARTI000006801969](http://legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=AC82988A7810876EA512C4433F0C9A30.tpdjo07v_1?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idArticle=LEGIARTI000006801969&dateTexte=20140903&categorieLien=cid#LEGIARTI000006801969)
29. Legifrance.gouv.fr, les codes en vigueur (page consultée le 26/07/2014). Code de la santé publique - Article R671-7-3, <en ligne>. <http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=41177C5C5380A2D819DAC48AE7E5A01>

30. Larousse. Encyclopédie médicale. (page consultée le 25/07/2014). Mort subite. <en ligne>. [http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/mort\\_subite/14626](http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/mort_subite/14626)
31. Beauthier J-P, Boxho Ph. Définition de la mort. In: Beauthier. Traité de médecine légale. 2ieme édition. Ed. De Boeck. 2011; p.25-29
32. Fanton L, Maujean G, Malicier D. Certificats médicaux, Décès et législation, Prélèvement d'organe et législation LA REVUE DU PRATICIEN; 62 Mai 2012
33. Canas F, de la Grandmaison G.-L, Guillou P.-J. et al. Mise au point l'OML dans le certificat de décès. La revue de praticien 2005 : 55 p. 587-594.
34. La recommandation n° R (99) 3 du Comité des Ministres aux Etats Membres, relative à l'harmonisation des règles en matière d'autopsie médico-légale. Conseil de l'Europe. 1999.
35. Protocole de délivrances des certificats de décès et des obstacles médico-légaux. Service des Urgences. SAMU 974
36. Legifrance.gouv.fr. Les autres textes législatifs et réglementaires. (page consulté le 22/07/2014). Arrêté du 17 novembre 1986 fixant la liste des maladies contagieuses portant interdiction de certaines opérations funéraires, <en ligne>. [http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=151610AC4E2C6B58BB7DFFB424053AB1.tpdjo13v\\_1?cidTexte=LEGITEXT000006072821&dateTexte](http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=151610AC4E2C6B58BB7DFFB424053AB1.tpdjo13v_1?cidTexte=LEGITEXT000006072821&dateTexte)
37. urgence-serveur.fr (page consultée le 25/07/2014), Certificat de décès, <en ligne>. [http://www.urgences-serveur.fr/IMG/pdf/certificat\\_de\\_deces](http://www.urgences-serveur.fr/IMG/pdf/certificat_de_deces)
38. Larousse. Dictionnaire de français. (page consultée le 22/07/2014). Thanatologie, définition. <en ligne>. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/thanatologie/77661>
39. Manulia A, Manulia L, Lexalle P, et al. Thanatologie. Dictionnaire médical Manulia 10ieme édition Edition MASSON 2004
40. Prise en charge en cas de mort inattendu du nourrisson (moins de deux ans). HAS. Synthèse des recommandations professionnelles. 2007
41. Thali MJ, Jackowski C, Oesterhelweg L, et al. VIRTOPSY - the Swiss virtual autopsy approach. Leg Med (Tokyo). 2007 Mar; 9(2):100-4. Epub 2007 Feb 1.
42. Dedouit F, Otal P, Costagliola R, et al. Role of modern cross-sectional imaging in thanatology: a pictorial essay J Radiol. 2006 Jun; 87(6 Pt 1):619-38.
43. Levy G., Goldstein L., Blachar A., et al. Postmortem computed tomography in victims of military air Mishaps: Radiological-Pathological correlation of CT findings Israel Medical Association Journal Volume 9, Issue 10, October 2007, Pages 699-702
44. Poulsen K, Simonsen J. Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. Forensic Sci Int. 2007 Sep 13; 171 (2-3):190-7. Epub 2006 Aug 7.

45. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet*. 2012 Jan 14; 379(9811):136-42.
46. Westphal SE, Apitzsch J, Penzkofer T, et al. Virtual CT autopsy in clinical pathology: feasibility in clinical autopsies. *Virchows Arch*. 2012 Aug; 461(2):211-9. doi: 10.1007/s00428-012-1257-4. Epub 2012 Jun 23.
47. Le Blanc-Louvry I, Thureau S, Duval C, et al. Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. *Eur Radiol*. 2013 Jul; 23(7):1829-35. doi: 10.1007/s00330-013-2779-0. Epub 2013 Mar 12.
48. Schnider J, Thali MJ, Ross S, et al. Injuries due to sharp trauma detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. *Leg Med (Tokyo)*. 2009 Jan; 11(1):4-9.
49. Scholing M, Saltzherr T.P, Fung Kon Jin T.HP, et al. The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review *Eur Radiol*. Oct 2009; 19(10): 2333–2341.
50. Le Blanc-Louvry I, Thureau S, Lagroy de Crouette E, et al. Comparaison du scanner post-mortem et de l'autopsie pour objectiver les lésions en fonctions des différents sites anatomiques. *La revue de médecine légale* (2014) 5, 30-40
51. Circulaire du 28 décembre 2010 relative à la mise en œuvre de la réforme de la médecine légale. Bulletin officiel du ministère de la justice et des libertés (31 janvier 2011) n°2011-01 49
52. David JS, Gergelé L, Fontaine O, et al. Exsufflation, Drainage, thoracotomie. *Urgence*. Paris, 2009
53. Delgado D, Levrat A, Savary D, et al. Étude TACT Thoracostomie systématique dans l'arrêt cardiaque traumatique fermé réanimé = TACT study. *Revue de médecine d'urgence. Journée du RENAU-RESURCOR-TRENAU, 2010, vol. 32, no 5, pp. 365-366*
54. Delgado D. Prise en charge de l'arrêt cardiaque traumatique. (Page consultée le 25/08/2014) Réseau Nord alpin des urgences <en ligne>. [http://reannecy.org/documents/Reanimation\\_Bibliographie/PROCEDURES%20RENAU/ACR%20TRAUMATIQUE-RENAU-2011-v1.pdf](http://reannecy.org/documents/Reanimation_Bibliographie/PROCEDURES%20RENAU/ACR%20TRAUMATIQUE-RENAU-2011-v1.pdf)
55. David J.-S, Vivien B, Wiel E. Arrêt cardiaque traumatique SFMU Urgences (2010) ; 43: 469-491
56. Grabo D, Inaba K, Hammer P, et al. Optimal training for emergency needle thoracostomy placement by prehospital personnel: Didactic teaching versus a cadaver-based training program. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Sep; 77(3 Suppl 2):S109-13.
57. Combes X, Jabre P, Soupizet F. Protection des voies aériennes en médecin d'urgences *Journal Européen des Urgences* (2010) 23, 44-56
58. Jabre P, Combes X, Lapostolle F, et al. KETASED Collaborative Study Group. Etomidate versus ketamine for rapid sequence Intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 Jul 25;374(9686):293-300.
59. CURASMUR Succinylcholine vs Rocuronium for Prehospital Emergency Intubation : a Randomized Trial *En cours*
60. Combes X, Sudrial J, Serrano D. Intubation en préhospitalier : Intérêt des nouvelles techniques *Le Congrès Médecins. Conférence d'actualisation Sfar 2013*.

61. Combes X, Jabre P, Margenet A, et *al.* Unanticipated difficult airway management in the prehospital emergency setting: prospective validation of an algorithm. *Anesthesiology*. 2011 Jan; 114(1):105-10
62. Schaumann N, Lorenz V, Schellongowski P et *al.* Evaluation of Seldinger technique emergency cricothyroidotomy versus standard surgical cricothyroidotomy in 200 cadavers. *Anesthesiology*. 2005 Jan; 102(1):7-11
63. Benkhadra M, Lenfant F, Nemetz W, et *al.* A comparison of two emergency cricothyroidotomy kits in human cadavers. *Anesthesia and analgesia* 2008; 106:182-5
64. Rusan M, Schwahn S, Jaulin C, et *al.* Intubation en médecine préhospitalière : état des lieux. *Annales Françaises d'Anesthésie et de réanimation* 28S (2009) S84-S87
65. Combes X, Jabre P, Amathieu R, et *al.* Cricothyrotomy in emergency context: assessment of a cannot intubate cannot ventilate scenario. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2011 Feb; 30(2):113-6. doi: 10.1016/j.annfar.2010.11.016. Epub 2011 Feb 1.
66. Ngyuen L, Jabre P, Monribot M, et *al.* Courbe d'apprentissage et maintien des compétences pour la cricothyroidotomie réalisé par des médecins urgentistes : étude sur mannequin. *Ann. Fr. Urgences* (2011) 1: 91-95
67. Le Blanc I, Proust B, Placé V, et *al.* Autopsies virtuelles : avantages et inconvénients. *Journal de radiologie* Volume 90, numéro 10 page 1380 (octobre 2009)
68. Le Blanc-Louvry I, Thureau S, Lagroy de Croutte E, et *al.* Comparaison du scanner post-mortem et de l'autopsie pour objectiver les lésions en fonction des différents sites anatomiques. *Revue de Médecine légale* (mars 2014) Volume 5, numéro 1 : 30-40
69. Jarde O. Rapport au Premier Ministre sur la Médecine Légale. (décembre 2003), <enligne>. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/034000730/0000.pdf>
70. Circulaire du 25 avril 2012 relative à la mise en œuvre de la réforme de la médecine légale. Bulletin officiel complémentaire du ministère de la justice (23 aout 2012)

# Serment médical

---

Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer leurs consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses : que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.