



HAL
open science

Performances diagnostiques du scanner post-mortem pour le diagnostic de franchissement par un véhicule motorisé : étude de cas comparative

Zoé Duchmann

► **To cite this version:**

Zoé Duchmann. Performances diagnostiques du scanner post-mortem pour le diagnostic de franchissement par un véhicule motorisé : étude de cas comparative. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03719285

HAL Id: dumas-03719285

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03719285>

Submitted on 11 Jul 2022

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.

IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2022

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE

par

Zoé DUCHMANN

Présentée et soutenue publiquement le 02/05/2022

**PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DU SCANNER POST-MORTEM POUR LE
DIAGNOSTIC DE FRANCHISSEMENT PAR UN VEHICULE MOTORISE : ETUDE
DE CAS COMPARATIVE**

Président : Monsieur le Professeur Jean-Michel SERFATY

Directrice de thèse : Docteur Mathilde DUCLOYER

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2022

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE

par

Zoé DUCHMANN

Présentée et soutenue publiquement le 02/05/2022

**PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DU SCANNER POST-MORTEM POUR LE
DIAGNOSTIC DE FRANCHISSEMENT PAR UN VEHICULE MOTORISE : ETUDE
DE CAS COMPARATIVE**

Président : Pr Jean-Michel SERFATY
Directrice de thèse : Dr Mathilde DUCLOYER
Membres du jury : Pr Bertrand ROZEC
Dr Renaud CLEMENT
Dr Emmanuelle MOURRAIN-LANGLOIS

REMERCIEMENTS

Tout d'abord aux membres du jury,

A Monsieur le Professeur Jean-Michel Serfaty, merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse. Je sais que vous saurez apporter un regard extérieur enrichissant pour l'analyse de ce travail.

A Madame le Docteur Mathilde Ducloyer, merci de m'avoir proposé de faire ce travail, un sujet qui m'a permis de m'ouvrir sur toute une partie de l'imagerie et de la médecine que je ne connaissais pas, je t'en suis vraiment reconnaissante. Merci pour ton accompagnement tout au long de sa rédaction et pour ton investissement dans notre formation universitaire.

A Madame le Docteur Emmanuelle Mourrain-Langlois, merci d'avoir accepté d'être là pour évaluer ce travail, ainsi que pour ta bienveillance dans le service tout au long de mon internat.

A Messieurs le Professeur Bertrand Rozec et le Docteur Renaud Clément, merci de siéger dans mon jury de thèse et d'avoir accepté de juger de ce travail bien que nous n'ayons jamais eu l'occasion de travailler ensemble, votre expertise ne pourra que l'enrichir et sera d'une grande importance pour moi.

Mais aussi,

Au Docteur Lossois, pour sa contribution à distance avec la mise à disposition des données et des scanners de Montpellier.

A l'équipe de Saint-Nazaire, pour mes premiers pas dans la radiologie.

A tout le service de radiologie du CHU de Nantes, et particulièrement aux aides-soignantes, qui ont cette lourde tâche de nous alléger notre travail de tous les jours.

A Valérie, Claire et particulièrement Alizé, pour m'avoir tant appris, toujours avec le sourire, dans la patience et la bienveillance.

A Sylvain, Nicolas, Romain et William d'avoir partagé avec moi votre savoir en ostéo, votre bonne humeur, et quelques soirées arrosées.

A Pierre-Paul, d'être un modèle pour nous tous, d'avoir toujours été si pédagogue et de nous avoir transmis autant.

A Pierre-Marie pour ce compagnonnage lors de mon premier semestre Nantais.

A Annaël et Cécile, d'avoir été des exemples pour moi, d'abord comme co-internes lors de ce premier semestre à Nantes puis comme chefs à La Roche.

Au service de gynécologie de Nantes, pour ce semestre où vous m'avez tout de suite adoptée comme l'une des vôtres et permis d'acquérir ce bagage en plus dans ma formation professionnelle.

A tous mes co-internes, mais plus particulièrement à la « team pyjama », promo de substitution, avec qui j'ai partagé un peu plus que des journées à l'hôpital. Notamment Antoine, Alexandre, Vincent et Marion, sans vous certains semestres n'auraient clairement pas eu la même saveur, merci d'être devenus beaucoup plus que ça.

A Marine, pour ta douceur et pour m'avoir donnée envie de faire un peu comme toi.

A Charlotte pour ton franc-parler et ce semestre Covid qui nous a rapprochés.

A Clément pour ta vitalité et ton énergie, j'ai hâte de travailler avec toi.

A toute l'équipe de La Roche-Sur-Yon, de m'accueillir les bras ouverts.

A ma famille, de m'avoir toujours supportée pendant ces nombreuses années.

A toi papa, sans qui je n'aurais probablement jamais fait médecine, qui m'a permis de me construire et d'avancer.

A toi maman, pour ton oreille attentive et ton soutien inconditionnel même de loin.

A Prune, Jules, Basile, Emma et Virgile, de n'avoir jamais trop râlé à mes "chut je travaille" intempestifs... mais surtout à chacun de vous cinq de m'avoir servi de modèles sur tant de choses. Je sais que malgré tout, quoi qu'il arrive, on sera toujours là les uns pour les autres.

A Nanette et Papé, qui auraient probablement été fiers de moi.

A Antoine, pour m'avoir supportée pendant la D4 sans jamais râler ; et surtout pour toutes ces années (sans toi je n'en serais probablement pas là).

A toute notre belle équipe de Saint Nazaire qui m'a fait vivre un parfait premier semestre.

Particulièrement à Hélène, Paul, Frédéric, Anouck, Lucas, Marie, Josselin, merci de m'avoir fait ne jamais regretter une seule seconde d'être venue à Nantes, d'être devenus comme une grande famille, avec tous ces moments de bonheur qu'on vit à plusieurs. J'ai hâte de continuer à grandir avec vous.

A Lucie, Célia et Clément, pour avoir agrandi cette petite famille assez rapidement.

A Alexis, d'avoir été mon premier co-interne (un peu trop grand et à l'accent chantant) mais d'avoir été tellement plus que ça surtout. D'être si généreux, si cultivé et si passionné.

A Adeline, d'être cette personne si extraordinaire. D'avoir toujours été là, avec les bons mots, de me comprendre aussi bien, de toujours me rassurer et de ne jamais me juger. D'être devenue cette amie si proche dont je ne pourrais plus me passer.

A Oussama, pour toute cette bonne humeur que tu emmènes toujours partout avec toi, pour tout ce que tu m'as fait découvrir dans ma vie à Nantes, pour tous ces moments si complices qu'on a partagés et pour cette relation particulière qu'on a.

A Anne-Sophie, pour ton entièreté et cette précieuse amitié qu'on a su tisser à travers nos soirées, nos voyages et nos petits messages attentionnés.

A Camille, d'être toujours si spontanée et avisée. Reviens vite à Nantes s'il te plaît.

A Charlotte, pour cette coloc Clémentine qu'on a partagée, qui n'aurait jamais existée sans toi ; et pour tous ces petits moments qu'on arrive à garder depuis.

A Fanny, pour toutes ces soirées (ou journées) à danser, à rire ou à s'enliser dans un canapé. Merci pour cette amitié et cette complicité qu'on a su si vite développer, j'ai de la chance de t'avoir rencontrée, de t'avoir dans ma vie. Sans toi cet internat n'aurait vraiment pas eu le même goût.

A Ylan, pour ce confinement parfait qui nous a encore un peu plus rapprochés, pour toutes ces blagues qui nous font ricaner et pour toutes tes playlists toujours là pour m'ambiancer. D'avoir été un coloc si cool, mais surtout d'être devenu un ami si proche. Aloha.

A Gaël, de t'être si bien intégré au sein de notre groupe de médecins. Pour cette relation si vite construite comme si on se connaissait depuis des années, je ne sais pas comment on pourrait se passer de toi aujourd'hui.

A Antoine (Jean-Jean ça fait vraiment pas classe dans une thèse ...) et Garance, de vous être imposés à moi comme une évidence lorsqu'on vous a introduits dans ma vie, avec votre bonne humeur et votre enthousiasme permanent.

A tous les autres qui m'ont apporté un peu (et parfois beaucoup) d'eux pendant cet internat, notamment Margaux, Néhémie, Félicie, Fanny, Nicolas, Julien, Coline, Berthille, Manu, Marin, Raphaël, Léo, Arnaud, Camille, Adrien, Florian, Audrey, Corentin et Benjamin (pour tous ces verres de vin).

A toutes mes rencontres de la Réunion, avec qui j'ai créé des liens forts en si peu de temps et qui ont rendu ces quelques mois de pause dont j'avais besoin inoubliables.

Particulièrement à Estelle, Julien, Moncef, Elisabeth, Priscille, Sophie, Déborah, Eliot, Othman et Eugénie, pour ces « bouts de » chemins incroyables ensemble.

A mes copains d'Amiens, pour ces années de fac.

Tout d'abord à Pauline et Fanny, pour ces débuts main dans la main.

Mais tout particulièrement à Sarah, Claire, Catherine, Gabrielle, Caroline et Marine, pour tout ce qu'on a partagé (incondensable en quelques lignes), vous me manquez.

A Paul, pour ce petit tour nocturne à l'arrière de ton vélo sur Saint-Leu qui a fait naître notre amitié. Tu me manques.

A Joséphine, pour être devenue cette amie que je suis sûre de ne jamais perdre. De me donner la certitude que tu seras toujours là pour moi sans avoir besoin de le verbaliser ni de donner des nouvelles journalières. J'aimerais quand même que tu sois avec moi au quotidien.

NB : Merci d'avoir introduit Mario dans ma vie, c'est vraiment une « belle personne ».

A Sidonie, pour avoir fait ces (plus ou moins) deux années de médecine qui nous ont permis de nous rencontrer. De m'avoir toujours donné une place importante dans ta vie et de m'avoir toujours fait confiance sans jamais douter ; de représenter autant pour moi et de garder cette relation inébranlable et réciproque qu'on a construite petit à petit. Merci pour tout.

À Marine et Sétha, mes amies depuis toujours (ou presque), à qui je peux parler de tout, même si ce n'est pas au quotidien. Merci d'être toujours là malgré toutes ces années et la distance qui peut nous séparer.

A Erwan, de m'avoir toujours fait me sentir moi-même et de me montrer au quotidien à quel point c'est simple d'être heureux. Merci de partager avec moi ta vision de la vie, de m'ouvrir sur tellement de choses et de gens. Merci d'être différent de moi, et surtout, de ne pas être médecin. Pour tout ce qu'on a déjà partagé mais surtout pour tout ce qu'il reste à venir, tout ce qu'il nous reste à vivre. Merci d'être là.

Et à Dounia, qui a été plus ou moins là, mais sans qui ça ne serait vraiment pas pareil.

TABLE DES MATIERES

ABREVIATIONS.....	8
I. INTRODUCTION	9
A. Accidents de la voie publique et franchissement	9
1. Accidents de la voie publique motorisés	9
2. AVP impliquant un piéton : quelles problématiques ?	13
3. Le franchissement.....	14
4. Lésions rencontrées dans les AVP.....	15
B. Investigations médico-légales dans les AVP	19
1. Indications et objectif	19
2. Déroulement des investigations en médecine légale.....	20
3. Scanner post-mortem	21
4. Complémentarité de l'autopsie et du scanner post-mortem.....	22
5. Problématique médico-légale dans le contexte de franchissement	23
C. Scores diagnostiques.....	24
D. Objectifs de l'étude	25
II. MATERIEL ET METHODES	26
A. Design de l'étude.....	26
B. Population	26
1. Groupe franchi	26
2. Groupe contrôle.....	27
C. Protocole et recueil des données d'imagerie	28
1. Protocole d'acquisition	28
2. Analyse radiologique.....	28
D. Recueil des données cliniques.....	39
E. Analyses statistiques	40
III. RESULTATS.....	41

A.	Population	41
1.	Population totale	41
2.	Groupe « franchi »	41
3.	Groupe « contrôle ».....	42
B.	Données radiologiques et analyses univariées	44
1.	Lésions osseuses	44
2.	Lésions non osseuses	46
C.	Ajustements	47
D.	Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des différentes lésions.....	48
IV.	SCORE DIAGNOSTIQUE.....	52
V.	DISCUSSION	54
A.	Corrélation des lésions retrouvées avec le processus mécanique de franchissement	55
B.	Corrélation avec les données de la littérature.....	55
C.	Points forts et limites de l'étude	58
D.	Perspectives.....	59
VI.	CONCLUSION	61
	REFERENCES	62
	FIGURES ET TABLEAUX	65
	SERMENT D'HIPPOCRATE.....	67

ABREVIATIONS

2-roues : véhicule motorisé à deux roues

3D : 3 Dimensions

AIS : Abbreviated Injury Scale

AVP : Accident de la Voie Publique

CHU : Centre Hospitalo-Universitaire

EDP : Engin de Déplacement Personnel

IML : Instituts médico-légaux

Moto : motocyclette

MPR : reconstruction multiplanaire (*MultiPlanar Reconstruction*)

ONISR : Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière

OR : Odd Ratio (rapport de cotes)

PACS : Système d'archivage et de transmission d'images (*Picture Archiving and Communication System*)

PL : poids lourd

PMCT : scanner post-mortem (*Postmortem Computed Tomography*)

PTAC : Poids Total Autorisé en Charge

Se : sensibilité

Spe : spécificité

VL : Véhicule Léger

VPN : Valeur Prédictive Négative

VPP : Valeur Prédictive Positive

Performances diagnostiques du scanner post-mortem pour le diagnostic de franchissement par un véhicule motorisé : étude de cas comparative.

I. INTRODUCTION

A. Accidents de la voie publique et franchissement

1. Accidents de la voie publique motorisés

▪ Définition

Les accidents de la voie publique (AVP) sont des accidents qui ont lieu lorsqu'une personne se déplace sur une route, un trottoir, un chemin, à pieds ou au sein d'un véhicule. Ils peuvent concerner des véhicules entre eux, motorisés ou non motorisés, ou un véhicule (motorisé ou non) et un piéton.

Les véhicules motorisés peuvent être de plusieurs types :

- Les véhicules légers (VL), définis comme des véhicules à 4 roues ne transportant pas plus de 8 passagers.
- Les poids lourds (PL), définis comme des véhicules automobiles destinés au transport des charges lourdes ou volumineuses avec un poids total autorisé en charge (PTAC) supérieur à 3,5 tonnes.
- Les véhicules utilitaires, définis comme une voiture utilitaire ou une camionnette destinée au transport de marchandises de PTAC inférieur à 3,5 tonnes.
- Les transports en commun de type autobus ou autocar, définis comme un véhicule à moteur conçu et construit pour le transport de personnes, ayant au moins 4 roues et comportant, outre le conducteur, plus de 8 places assises.
- Les deux-roues motorisés (2-roues), incluant les cyclomoteurs, définis comme les deux-roues motorisés de moins de 50 cm³ et ayant une vitesse maximale par construction ne dépassant pas 45 km/h (y compris les scooters) et les motocyclettes (moto), définis comme les deux-roues motorisés de plus de 50 cm³ (y compris les scooters).
- Les vélos à assistance électrique qui correspondent à des vélos équipés d'un moteur et d'une batterie rechargeable, avec un moteur qui se déclenche automatiquement

quand l'utilisateur pédale, et s'arrête lorsqu'il s'arrête de pédaler ou lorsqu'il est à une vitesse supérieure à 25 km/h.

- Les engins de déplacement personnels (EDP) motorisés, comme les trottinettes électriques, les segway et les gyropodes, se déplaçant selon les mêmes modalités que les vélos.

Les véhicules non motorisés se résument aux vélos et aux EDP non motorisés de type rollers, planche à roulettes ou trottinette, et se déplacent alors dans le code de la route selon les modalités d'un piéton (mais souvent à une vitesse supérieure).

Les AVP sont la conséquence d'une perturbation dans l'interaction entre l'environnement, le véhicule et l'utilisateur. En effet, l'AVP est le résultat d'un événement perturbateur qui ne peut être rattrapé et lié à l'un de ces trois facteurs. Plus de 90% des accidents sont en lien avec une problématique liée à l'utilisateur et donc en lien avec des facteurs comportementaux, soit par défaillance humaine liée à la difficulté d'appréhender la tâche, soit un refus délibéré de respecter les règles ou le code de la route (selon la source internet de l'ONISR, <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/>).

Les AVP regroupent plusieurs modalités, il peut en effet s'agir d'une collision entre deux véhicules motorisés : VL contre VL, VL contre PL, VL contre 2-roues. Il peut également s'agir d'un véhicule motorisé contre un véhicule non motorisé ou un piéton. Les mécanismes et les conséquences diffèrent en fonction du type de véhicule et du type de collision.

Ils sont fréquents et soulèvent une problématique de santé publique majeure de par leur caractère potentiellement mortel et des lésions à court ou long terme qu'ils peuvent engendrer. Ils soulèvent également une problématique médico-légale importante puisqu'ils amènent à se poser la question de responsabilité ou de faute commise par un des acteurs impliqués. La médecine occupe une place importante dans les AVP avec notamment un rôle dans la prise en charge des lésions engendrées mais également pour la détermination de leurs causes.

▪ **Epidémiologie**

Toutes les données épidémiologiques retransmises ci-dessous sont tirées de la source internet de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR) : <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr>.

Plusieurs facteurs de risque d'AVP sont aujourd'hui bien connus, notamment l'alcoolémie qui est responsable de 20% de ceux-ci, essentiellement par la diminution du temps de réaction qu'elle entraîne. La consommation de stupéfiants, l'utilisation du téléphone au volant ou les excès de vitesse sont également des facteurs de risques d'accidents reconnus. Le non-port de la ceinture de sécurité ou le non-port du casque sur les 2-roues sont quant à eux des facteurs aggravant leur morbidité.

On observe depuis 1968 une chute progressive du nombre d'AVP mortels en France (-82%) avec une chute de 21,7% entre 2019 et 2020. De même, le nombre de blessés au cours d'AVP diminue avec une chute de 21% entre 2019 et 2020. Cela s'explique tout d'abord par la mise en place de règles de sécurité plus strictes, comme par exemple le port de la ceinture de sécurité rendu obligatoire dans les véhicules motorisés (depuis le 1^{er} juillet 1973 à l'avant et depuis le 1^{er} octobre 1990 à l'arrière), l'adaptation des limitations de vitesse et le développement de campagnes de prévention efficaces. Cette diminution en 2020 par rapport à l'année antérieure peut également être expliquée en partie par le confinement lié à l'épidémie de Covid 19. Les AVP restent cependant une problématique majeure de santé publique puisqu'il persiste un taux de mortalité élevé, notamment chez les sujets jeunes, ainsi qu'une morbidité importante en cas de survie.

En 2020, 45 121 AVP avec lésions corporelles ont été recensés (incluant 55 836 blessés au total), dont 2 403 étaient mortels. Parmi ces AVP, 16 063 étaient considérés comme graves (définis par l'ONISR comme comportant au moins une personne tuée ou hospitalisée pendant au moins 24 heures dans les suites de l'accident), avec au total 15 600 blessés hospitalisés et 2 541 personnes décédées.

Durant cette même année, on a recensé plus d'AVP chez les sujets âgés de 18 à 24 ans, avec un pic de mortalité à 19 ans, comptabilisant 449 décès et 11 490 blessés dans cette tranche d'âge. Ces AVP impliquaient majoritairement des véhicules légers, alors que chez les personnes plus âgées une part plus importante de piétons était impliquée. Le compte des victimes décédées au cours d'AVP en fonction de l'âge et des modalités est résumé dans le

Tableau 1.

Tableau 1. Victimes décédées lors d'accidents de la voie publique recensés en 2020 par l'ONISR selon l'âge et les modalités.

Age	Tout usager confondu	Automobiles	Piétons	Vélos	2-roues motorisés	Autre
0-14 ans	74	44	14	5	7	4
15-17 ans	77	29	6	3	33	6
18-24 ans	449	298	32	8	100	11
25-34 ans	399	194	24	16	143	22
35-44 ans	280	123	38	12	89	18
45-54 ans	324	130	39	25	96	34
55-64 ans	295	110	35	32	84	34
65-74 ans	291	147	59	54	23	8
>75 ans	352	168	144	30	4	6

Il a été recensé en 2020 plus d'AVP corporels avec des blessés graves ou légers chez les hommes, avec un total de 36 576 blessés, versus 19 120 chez les femmes. Il en est de même pour les AVP mortels, tout âge confondu (**Tableau 2**).

Tableau 2. Victimes décédées lors d'accidents de la voie publique recensés par l'ONISR en 2020 selon l'âge et le sexe.

Age	Femme	Homme
0-14 ans	26	48
15-17 ans	14	63
18-24 ans	87	362
25-34 ans	59	340
35-44 ans	44	236
45-54 ans	51	273
55-64 ans	60	235
65-74 ans	75	216
>75 ans	134	218
TOTAL	550	1991

Il a été recensé plus de victimes, tout usager confondu, le jour que la nuit, avec respectivement 37 999 victimes versus 20 373 (incluant les victimes décédées ou blessées), avec un pic entre 16h et 19h. Concernant les lieux de survenue des AVP, il a été dénombré plus d'accidents corporels en agglomération (29 094) mais les accidents mortels sont survenus essentiellement sur les routes hors agglomération et hors autoroute. L'ensemble des données concernant la survenue des accidents corporels en fonction de la catégorie de route est résumé dans le **Tableau 3**.

Tableau 3. Nombre d'accidents de la voie publique corporels selon la catégorie de route recensés par l'ONISR en 2020.

	Autoroute	Agglomération	Hors autoroute Hors agglomération	Ensemble des réseaux
Accidents corporels	4 324	29 094	11 703	45 121
<i>Dont mortels</i>	186	816	1 401	2 403
<i>Dont graves</i>	957	7 781	7 325	16 063
Nombre de décès	201	843	1 497	2 541
Total blessés	6 002	34 277	15 557	55 836
<i>Blessés graves</i>	918	7 530	7 152	15 600
<i>Blessés légers</i>	5 084	26 747	8 405	40 236

2. AVP impliquant un piéton : quelles problématiques ?

▪ Epidémiologie

En 2020, 391 piétons (à pieds ou se déplaçant sur un EDP non motorisé) ont été tués au cours d'un AVP (versus 485 en 2019, soit une chute de 19,4%), dont 263 sont survenus en agglomération, et 7 300 ont été blessés (2 277 blessés graves et 5 023 blessés légers). Sur l'ensemble des AVP mortels impliquant un piéton, 222 sont survenus de jour et 169 de nuit. Les piétons sont en effet plus vulnérables puisque non protégés par une carrosserie et souvent percutés par des véhicules allant à une vitesse largement supérieure à la leur, empêchant une réaction anticipée et un éventuel évitement. Les AVP impliquant un piéton sont donc sujets à engendrer des blessures graves ou des décès.

▪ Mécanisme en jeu

Lors d'un AVP impliquant un véhicule motorisé et un piéton, on peut distinguer schématiquement quatre phases :

- La première phase est celle de la percussion, correspondant au choc initial du véhicule contre la victime. Elle implique généralement, lorsqu'il s'agit d'un VL, le choc du pare-choc du véhicule contre les membres inférieurs et le pare-brise contre la tête (*Figure 1*).

- La deuxième phase est celle de la projection ou de la chute du piéton, c'est généralement celle qui entraîne des lésions de l'extrémité céphalique et qui sont potentiellement mortelles (**Figure 1**).
- La troisième phase, non constante, est celle du franchissement. Le franchissement correspond en langage courant à l'« écrasement » de la victime, le fait qu'elle se fasse « rouler dessus ». Nous détaillerons plus spécifiquement cette phase puisqu'elle est le sujet de notre étude.
- La quatrième phase, moins souvent observée, peut consister à la traction du corps par le véhicule sur une distance plus ou moins longue.

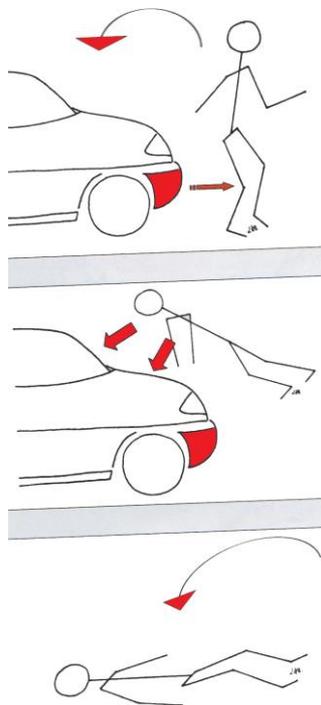


Figure 1. Schématisation du mécanisme de collision entre un véhicule léger et un piéton.

Source : Traité de médecine légale – Beauthier

3. Le franchissement

Le franchissement a lieu dans les accidents impliquant un véhicule motorisé et un piéton ou un usager éjecté de son véhicule après une collision et franchi dans un second temps. Le mécanisme de « rouler sur » le corps témoigne donc le plus souvent de l'absence d'évitement de celui-ci, soit par un acte volontaire, soit par l'incapacité du conducteur à éviter la victime.

On peut donc distinguer plusieurs modes de décès à l'origine du franchissement :

- Le mécanisme accidentel, qui sous-entend l'absence d'intentionnalité de franchir (par exemple, un véhicule à cinétique trop élevée avec une anticipation de l'évitement trop tardive et un mécanisme de freinage insuffisant pour éviter la victime).
- Le suicide, qui rejoint l'étiologie ci-dessus, avec dans ce cas une intentionnalité de la victime (mais pas forcément du conducteur du véhicule).
- L'homicide volontaire, avec dans ce cas une intentionnalité du conducteur de franchir la victime.

Comme décrit plus haut, le franchissement correspond au passage mécanique du véhicule motorisé sur le corps d'un individu, avec un ou plusieurs pneus, exerçant ainsi plusieurs forces motrices sur le corps :

- On retrouve un mécanisme de compression antéro-postérieure, exercé par le poids du véhicule sur le corps.
- Le contact du pneu en rotation entraîne un phénomène de friction sur les tissus mous, engendrant une scission et une séparation des différentes couches cutanées entre elles. Il se produit alors un cisaillement des tissus cutanés et sous-cutanés, à l'origine des lésions hémorragiques, et un effet vacuum créant un nouvel espace aérique entre les tissus superficiels.
- La cinétique du véhicule engendre également au moment de l'impact un transfert d'énergie sur le corps qui développe alors une cinétique propre et un mouvement sur lui-même à type de roulement.

4. Lésions rencontrées dans les AVP

Il a été montré que les lésions corporelles engendrées dans les AVP dépendaient du mécanisme lésionnel du traumatisme (1–5) et du type de véhicule (2,3,6,7).

Certaines lésions retrouvées dans les AVP incluant un piéton peuvent en effet orienter sur les circonstances de l'évènement, en témoignant des forces physiques s'étant exercées sur le corps, avec une corrélation entre la direction de l'impact et la lésion (2,3,5,6,8–13).

Certaines lésions semblent spécifiques d'un mécanisme en charge, témoignant d'une position debout au moment du choc véhicule/piéton (2–4,10,12), alors que certaines lésions semblent en rapport avec une position allongée au moment du traumatisme (2,11,12).

a) Lésions par mécanisme de percussion

▪ Lésions des parties molles

Peu de lésions des parties molles sont à ce jour retrouvées dans un mécanisme de percussion, mais on peut mettre en évidence :

- De la peinture du véhicule au point de contact cutané des membres inférieurs (12).
- L'hématome au point d'impact de la collision avec le pare-choc (**Figure 2**) et éventuellement des dermabrasions cutanées suite à la chute du corps sur le sol (**Figure 3**).
- L'infiltration hématique à l'insertion inférieure des muscles cervicaux scalènes et sterno-cléido-mastoïdiens, en lien avec la direction du choc (2,3).

▪ Lésions osseuses

Certaines lésions osseuses, et notamment des membres inférieurs, semblent être associées à un mécanisme de percussion :

- Les lésions de cheville, avec la possibilité de déterminer le mécanisme lésionnel, le point de contact avec le véhicule et la direction du choc (9). Elles ne sont cependant pas spécifiques, car elles peuvent parfois être retrouvées lors d'un mécanisme de franchissement (2).
- Les lésions de genou, avec notamment les contusions osseuses œdémateuses profondes des épiphyses fémorales et tibiales et les contusions en regard des attaches ligamentaires du genou, qui semblent très spécifiques (étant un marqueur de charge des membres inférieurs et non retrouvées dans les cas de franchissement) (2,10). Elles semblent corrélées au côté de l'impact (10).
- Les fractures appelées « fractures de pare-choc » (bumper fractures), engendrées par l'impact du pare-choc sur la jambe, qui concernent le plus souvent les tibias, initialement au niveau des épiphyses mais maintenant plus souvent localisées au niveau des diaphyses car les pare-chocs sont aujourd'hui plus bas (donc l'impact est situé plus bas) (10) (**Figure 4**).

- Les fractures de Masserer, dites fractures « en coin » (**Figure 4**), qui correspondent à des fractures diaphysaires, décrites initialement au niveau du fémur, situées en regard du point d'impact, se présentant en forme de coins à bords latéraux biconcaves, dont le sommet du coin est présumé dans la direction opposée au sens d'arrivée du véhicule. Elles ont été décrites par Otto Messerer en 1880 comme pouvant orienter la direction et l'intensité de l'impact (4).



Figure 2. Hématome du mollet gauche correspondant au point d'impact avec le pare-choc.

Source : Traité de médecine légale – Beauthier



Figure 3. Dermabrasions cutanées.

A : mollet droit ; B : thoraco-abdominales

Source : Traité de médecine légale – Beauthier

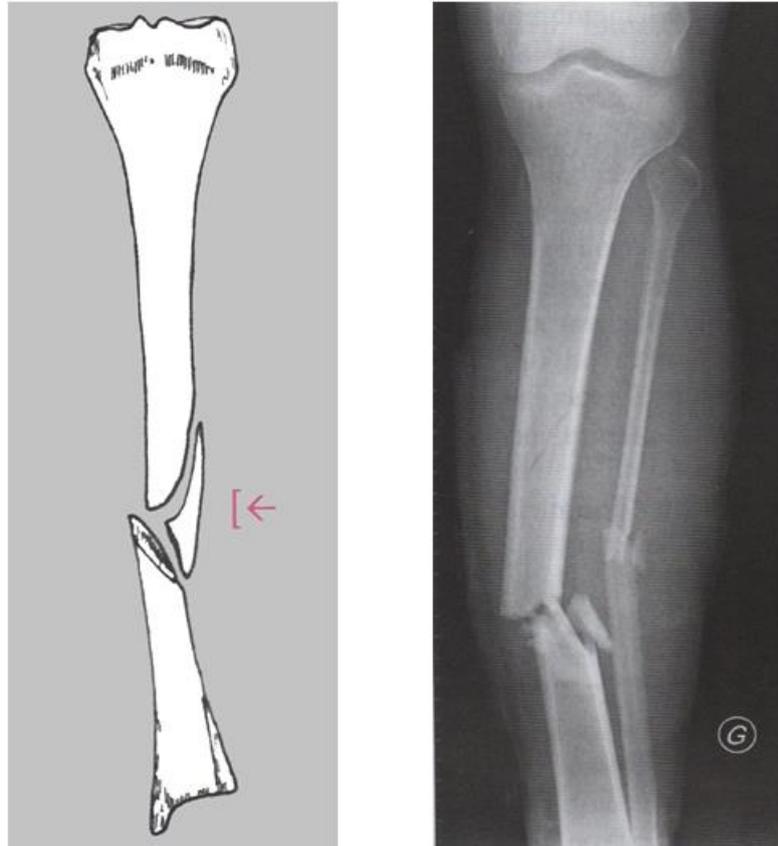


Figure 4. Fracture du membre inférieur par impact du pare-choc (force motrice dans la direction de la flèche).

A : schématisation d'une fracture « en coin »; B : fractures diaphysaires des deux os de la jambe avec fragments.

Source : *Traité de médecine légale – Beauthier*

b) Lésions par mécanisme de franchissement

▪ Lésions des parties molles

On retrouve des lésions des parties molles plus ou moins spécifiques de franchissement, avec notamment :

- Les lésions cutanées superficielles (12),
 - de type dermabrasions, c'est-à-dire une érosion de la partie superficielle de l'épiderme, avec de fines stries ecchymotiques reproduisant la trace de pneus et/ou le frottement contre un plan rugueux dur (**Figure 3**).
 - de type brûlure par le dessous de la voiture et dépôts d'huile.
- Les lésions des tissus mous cutanés sous-jacents, par un mécanisme de décollement des tissus superficiels par la pression du pneu qui, par son mouvement dissocient les tissus entre eux, créant un espace entre les différents plans avec des décollements sous-cutanés hématiques ou séro-hématiques.

NB : Pour des raisons de confidentialité les illustrations de ces lésions par des photographies issues de cas concrets seront présentées en soutenance mais ne peuvent figurer dans la version imprimée du document.

▪ **Lésions osseuses**

Certaines lésions osseuses sont plus fréquemment retrouvées dans les mécanismes de franchissement, pouvant être expliquées par les mécanismes et forces physiques qui s'exercent. En effet, le caractère volumineux du véhicule en comparaison au corps franchi peut expliquer les lésions bilatérales ; le mécanisme de compression antéro-postérieure engendré par son poids sur la victime explique quant à lui les lésions profondes du squelette axial.

On retrouve ainsi :

- Les lésions osseuses du pelvis avec :
 - les lésions sacro-iliaques bilatérales (2,11,12) et plus particulièrement les disjonctions sacro-iliaques qui peuvent être expliquées par ce mécanisme de compression antéro-postérieure qui éloigne les berges articulaires (2,12).
 - Les lésions de hanche et notamment les luxations externes de hanche (2,11), également expliquées par ce mécanisme en compression qui luxe la tête fémorale par rapport à l'acétabulum.
- Les lésions osseuses rachidiennes et plus particulièrement les fractures rachidiennes à l'étage thoracique (12) ou des processus épineux (2).

B. Investigations médico-légales dans les AVP

1. Indications et objectif

▪ **Recommandations européennes R99-3**

L'autopsie a pour but d'expliquer une mort lorsque celle-ci est violente, suspecte ou inexplicable (intervention probable d'un tiers, identité inconnue du défunt ou étiologie du décès non univoque).

La recommandation européenne R99-3 (14) sur l'harmonisation des règles en matière d'autopsie médico-légale a été adoptée par le Comité des Ministres du Conseil de l'Europe le 2 février 1999 :

« Le champ d'application de cette recommandation consiste à ce que, en cas de décès qui pourrait être dû à une cause non naturelle, l'autorité compétente, accompagnée d'un ou de plusieurs médecins légistes, devrait procéder, dans les cas appropriés, à l'examen des lieux et du cadavre, et décider si une autopsie s'avère nécessaire. Les autopsies devront alors être réalisées dans tous les cas de mort non naturelle évidente ou suspectée, quel que soit le délai entre l'évènement responsable de la mort et la mort elle-même, et en particulier dans les cas suivants :

- Les homicides ou suspicion d'homicides.
- Les morts subites inattendues, y compris les morts inattendues du nourrisson.
- Les violations des droits de l'homme, telle que la suspicion de torture ou toute autre forme de mauvais traitement.
- Le suicide ou la suspicion de suicide.
- La suspicion de faute médicale.
- Les accidents de transport, du travail ou domestiques.
- Les maladies professionnelles.
- Les catastrophes naturelles ou technologiques.
- Les décès en détention ou associés à des actions de police ou militaires.
- Les corps non identifiés ou restes squelettiques. »

Elle s'applique donc aux cas d'AVP motorisés mortels.

▪ **Objectif**

L'objectif des investigations médico-légales est de déterminer les circonstances et les causes de l'accident, afin de pouvoir adapter les procédures judiciaires qui en découlent.

2. Déroulement des investigations en médecine légale

Lorsqu'un corps est retrouvé, les forces de l'ordre vont analyser sur les lieux les circonstances de l'évènement et un médecin va réaliser un examen visuel complet du corps, afin de conclure sur l'éventualité d'une mort suspecte ou violente si les circonstances

l'évoquent. Dans ce cas, l'autopsie médico-légale peut être demandée par une autorité judiciaire (le procureur de la République), auprès d'un médecin légiste.

L'autopsie sera réalisée le plus rapidement possible, bien qu'un délai soit souvent nécessaire pour l'organisation du geste et selon la disponibilité des moyens.

Elle se déroule généralement en deux phases : l'examen externe et l'examen interne.

- L'examen externe consiste en premier lieu à la description des signes d'identification puis à l'examen visuel des lésions corporelles visibles à l'inspection.
- L'examen interne consiste à l'incision du corps et à l'exploration des lésions internes non visibles à l'examen externe (tissus sous-cutanés, musculaires, organes profonds thoraciques et intra-abdominaux, voies aériennes, intracrâniennes, ...). Il peut s'accompagner de prélèvements à visée histologique ou toxicologique.

Une restitution du corps est faite une fois l'autopsie terminée.

3. Scanner post-mortem

Il n'existe pas, à ce jour, de recommandation quant à la réalisation d'un scanner post-mortem, dit PMCT (Postmortem Computed Tomography), dans une enquête médico-légale, notamment dans les contextes d'AVP. Il sera réalisé à la demande de la justice (le procureur de la République dans le cadre d'enquêtes préliminaires). Il devient de plus en plus courant car non invasif, rapidement réalisable et complémentaire de l'autopsie (15).

Il est réalisé avant l'autopsie, dans le meilleur délai possible, permettant ainsi de minimiser les signes post-mortem pouvant gêner l'interprétation, notamment la putréfaction (16). Il permet de faire un bilan initial, de s'orienter vers une étiologie et de mettre en évidence certaines lésions difficiles à explorer en autopsie.

Le protocole précis peut différer selon les différents centres mais actuellement il s'agit le plus souvent d'un examen sans injection de produit de contraste, comprenant plusieurs hélices avec une exploration intra-crânienne, cervico-thoraco-abdomino-pelvienne et des membres inférieurs, avec reconstruction en fenêtrage osseux. Il sera ensuite interprété par un radiologue ayant une expérience dans l'imagerie post-mortem.

Les PMCT avec injection de produit de contraste sont de réalisation plus difficile, mais étant plus performants (notamment dans la détection des lésions vasculaires), ils se développent de plus en plus, avec la volonté de créer des protocoles standardisés dans la pratique et l'utilisation de produits de contraste spécifiques à l'imagerie post-mortem (17).

4. Complémentarité de l'autopsie et du scanner post-mortem

L'autopsie est à ce jour l'examen de référence quant à l'exploration corporelle médico-légale. Cependant, elle ne s'avère pas être aussi performante pour tous les types de lésions. En effet, certaines lésions sont difficilement analysables ou d'accès limité lors de l'autopsie, qui reste un geste invasif et prenant du temps.

Plusieurs études réalisées montrent que le PMCT, méthode non invasive permettant l'exploration corporelle post-mortem, peut s'avérer être tout aussi performant que l'autopsie dans le diagnostic étiologique post-mortem (18–22) et notamment dans les accidents traumatiques, dont les AVP impliquant un piéton (8), et qu'il est plus performant que l'IRM (19). Il a en effet été montré que le PMCT était plus performant que l'autopsie dans la détection de certaines lésions gazeuses (comme les embolies gazeuses, les pneumomédiastins, les pneumopéritonées ou les pneumothorax, difficilement explorables en autopsie). Il est également plus performant pour la détection de la majorité des lésions osseuses (8,23,24), particulièrement dans les accidents traumatiques, avec une détection performante des fractures vertébrales, du bassin ou des membres inférieurs (23,24), alors que l'autopsie ne permet pas toujours de les mettre en évidence. Cependant certaines études montrent que l'autopsie est tout aussi performante dans la détection de certaines lésions osseuses, comme les fractures costales, celles du massif facial, de la voûte ou de la base du crâne (23). Elle reste meilleure dans la détection d'autres lésions comme les lésions vasculaires (notamment aortiques), des tissus mous (comme les hématomes), intra-abdominales (notamment les lésions hépatiques, spléniques, rénales), médiastinales (cardiaques et péricardiques), et parenchymateuses cérébrales ou pulmonaires (8,20,23,25,26). Ceci s'explique par les limites du PMCT, notamment par l'absence d'injection de produit de contraste le plus souvent lors des acquisitions, rendant l'exploration de ces structures limitée. La distinction entre des lésions post-mortem et ante-mortem peut également être compliquée au scanner, particulièrement concernant les lésions parenchymateuses pulmonaires. Il a cependant été mis en évidence que le PMCT reste plus performant dans la détection de quelques lésions non osseuses, comme les hémorragies méningées (particulièrement celles intra-ventriculaires) ou les hémothorax et pneumothorax, et qu'il est tout aussi performant pour la détection des lésions digestives (8,23,26). Certaines études ont donc montré l'intérêt de l'application conjointe de ces deux

méthodes (PMCT et autopsie) afin d'explorer au mieux les lésions et de pouvoir en évaluer la sévérité (24,26,27). La concordance entre le PMCT et l'autopsie pour classer les lésions selon le score Abbreviated Injury Scale (AIS) est d'autant plus grande que les lésions sont sévères (23). Le PMCT pouvant être réalisé souvent plus précocement sert alors de première exploration, pouvant ainsi orienter l'autopsie et mettre en évidence des lésions visibles dans un état de putréfaction peu avancé. L'autopsie est réalisée ensuite et permet de mettre en évidence d'autres lésions non visualisées sur le PMCT. Ces deux examens semblent donc complémentaires dans l'exploration d'un corps au sein d'une enquête judiciaire, et cela explique qu'ils soient maintenant réalisés de plus en plus conjointement.

5. Problématique médico-légale dans le contexte de franchissement

La reconstitution d'un accident mortel entre une voiture et un piéton peut s'avérer être difficile, notamment en cas de délit de fuite ou en l'absence de témoin. Déterminer les circonstances d'un AVP impliquant un piéton, particulièrement un franchissement, reste une problématique médico-légale car nous savons qu'il est souvent associé à des accidents pouvant susciter l'intérêt d'une procédure judiciaire. Cependant le diagnostic de franchissement reste souvent complexe car les lésions retrouvées lors des investigations judiciaires et lors des expertises ne sont pas considérées comme spécifiques. Certaines lésions jusqu'alors considérées comme spécifiques d'une collision entre un véhicule et un piéton (à savoir les fractures « pare-chocs », de type Masserer par exemple, engendrées par l'impact du véhicule) s'avèrent être moins spécifiques qu'elles ne l'étaient (4) et sont de moins en moins fréquentes car les pare-chocs ne sont actuellement plus conçus de la même manière (justement dans un objectif de minimisation lésionnelle) et n'engendrent plus exactement les mêmes types de lésions (2,4). En effet, il s'agit donc le plus souvent d'AVP dont les circonstances restent incertaines. Il semble alors intéressant de réaliser une expertise médico-légale la plus précise possible, pouvant impliquer de manière conjointe l'autopsie et l'imagerie post-mortem, afin de mettre en évidence des lésions permettant d'éclairer sur les circonstances de l'évènement, notamment en ce qui concerne les franchissements, afin de pouvoir poser ou évoquer le diagnostic et orienter l'enquête judiciaire.

C. Scores diagnostiques

Les diagnostics posés lors d'une exploration scanographique reposent le plus souvent sur une association de signes plutôt que sur un signe unique. Dans l'hypothèse où notre étude mettrait en avant certains signes associés au franchissement sur les PMCT, nous avons donc envisagé la possibilité d'établir un score diagnostique permettant de prendre en compte, en association, les signes pertinents retrouvés.

Un score diagnostique permet de distinguer les patients atteints d'une pathologie et ceux indemnes, en pondérant des « signes » selon leur spécificité et leur sensibilité, afin d'obtenir une valeur numérique corrélée à la probabilité qu'ils soient associés à la pathologie en question. On peut alors additionner la somme des points obtenus en fonction des signes présents et ainsi obtenir une valeur quantitative, qui au-delà d'un seuil devient qualitative et permet d'évoquer le diagnostic de la pathologie en question.

On évaluera la pertinence des différents signes et du test diagnostique par :

- La sensibilité (Se), c'est-à-dire la capacité à identifier correctement les sujets « atteints » (vrais positifs) et donc la probabilité que le test soit positif ou que le signe soit présent chez les sujets « atteints ».
- La spécificité (Spe), c'est-à-dire la capacité d'un test à identifier correctement les sujets « non atteints » (vrais négatifs) et donc la probabilité que le test soit négatif ou que le signe soit absent chez les sujets « non atteints ».
- La valeur prédictive positive (VPP), c'est-à-dire la probabilité qu'un sujet soit « atteint » lorsque le test est positif.
- La valeur prédictive négative (VPN), c'est-à-dire la probabilité qu'un sujet soit « non atteint » lorsque le test est négatif.

En pratique, il est très rare que la sensibilité ou la spécificité soit de 100% car il existe des faux négatifs ou des faux positifs.

Dans notre travail, les sujets « atteints » correspondaient aux sujets franchis (groupe « franchi ») et les sujets « non atteints » aux sujets non franchis (groupe « contrôle »).

Le test diagnostique étudié était le PMCT et le score diagnostique a été élaboré à partir des signes retrouvés sur celui-ci.

D. Objectifs de l'étude

L'objectif de notre étude était de déterminer les performances diagnostiques du PMCT dans le franchissement par un véhicule motorisé, en fonction des différentes lésions visualisées, et de proposer selon leur sensibilité et leur spécificité un score diagnostique permettant d'orienter vers le diagnostic de franchissement après réalisation du PMCT.

II. MATERIEL ET METHODES

A. Design de l'étude

Nous avons réalisé une étude observationnelle rétrospective de type comparative entre un groupe de sujets décédés de franchissement et un groupe contrôle, multicentrique au sein de deux CHU (centres hospitalo-universitaires) de Nantes et de Montpellier. Les examens tomodensitométriques avaient été réalisés dans la prise en charge initiale, dans un contexte médico-légal. Concernant les différentes imageries recueillies et notamment au sein du CHU de Montpellier, l'autorisation pour le traitement des images avait été recueillie par le centre en question et le service médico-légal.

B. Population

1. Groupe franchi

Nous avons inclus les individus décédés qui répondaient aux critères suivants :

- franchissement certain par un véhicule motorisé, à 2 roues ou plus, c'est-à-dire décrit par un témoin visuel et/ou évoqué par l'autopsie (considérée comme le gold standard).
- ayant bénéficié d'un PMCT et d'une autopsie (examen externe seul ou associé à un examen interne) dans le cadre de la prise en charge médico-légale.

Les sujets franchis ont été recueillis :

- A Nantes, au sein d'une base de données recensant tous les cas d'AVP ayant bénéficié d'un PMCT, de 2017 à 2021.
- A Montpellier, au sein d'une base de données recensant tous les dossiers de franchissements de 2016 à 2019, qui avaient bénéficié d'un PMCT et dont les images étaient disponibles et transférables sur le PACS (Picture Archiving And Communication System) du CHU.

Nous avons exclu secondairement :

- Les enfants âgés de moins de 15 ans (cas pédiatriques), car nous savons que les lésions observées chez les enfants dans un contexte d'AVP sont différentes des

lésions observées chez les adultes (avec notamment beaucoup moins de lésions osseuses traumatiques dans les cas pédiatriques).

- Les PMCT non interprétables, avec une perte de substance ou une putréfaction trop importante ou un geste thérapeutique médical réalisé avant la réalisation du scanner, pouvant limiter l'interprétation fiable des signes recherchés.
- Les cas de franchissements multiples, car pouvant influencer positivement la performance du scanner dans la détection des lésions du fait de la répétition de l'évènement et donc des lésions associées.
- Les cas de franchissement de diagnostic incertain ou douteux après l'autopsie.

2. Groupe contrôle

Les sujets du groupe « contrôle » ont été inclus de façon mono-centrique (CHU de Nantes) et recueillis au sein de la même base de données, c'est-à-dire recensant tous les cas d'AVP ayant bénéficié d'un PMCT, de 2017 à 2021.

Nous avons inclus au sein du groupe « contrôle » les victimes décédées qui répondaient aux critères suivants :

- Les victimes d'AVP avec absence certaine de franchissement : piéton ou utilisateur d'EDP non motorisé percuté non franchi, avec confirmation visuelle par un témoin et concordant avec les données de l'autopsie ; victime se trouvant au sein du véhicule lors de l'accident réfutant toute possibilité de franchissement ; AVP engageant un conducteur de véhicule motorisé à deux roues seul.

Nous avons secondairement exclu :

- Les enfants âgés de moins de 15 ans (cas pédiatriques).
- Les AVP non motorisés : AVP vélo seul ou véhicule à l'arrêt.
- Les véhicules retrouvés dans l'eau (l'analyse des corps ainsi que les lésions retrouvées pouvaient avoir un lien particulier avec ces circonstances).
- Les victimes décédées dans les suites d'une hospitalisation.
- Les individus pour lesquels les données cliniques n'étaient pas disponibles.
- Les individus pour lesquels les images du PMCT n'étaient pas disponibles sur le PACS.
- Les PMCT qui n'étaient pas interprétables (perte de substance ou putréfaction trop importante).

C. Protocole et recueil des données d'imagerie

1. Protocole d'acquisition

La population étudiée (groupes « franchi » et « contrôle ») avait bénéficié d'un scanner sans injection réalisé dans les suites de l'accident dans le cadre d'une expertise médico-légale. Il s'agissait d'acquisitions hélicoïdales sans injection (cérébrale, cervicale, thoraco-abdomino-pelvienne et des membres inférieurs) avec reconstruction en fenêtrage osseux.

L'ensemble de l'analyse de l'imagerie a été réalisée sur une console de visualisation Carestream PACS (Vue de Carestream version 12.1.6.1005) du CHU de Nantes, avec analyse en fenêtrages mou et osseux, reconstruction MPR (Multiplanar Reconstruction) et éventuellement 3D (trois dimensions). Les scanners des sujets venant du CHU de Montpellier avaient été transférés en téléradiologie sur une plateforme d'échange d'exams radiologiques (ETIAM). L'analyse des exams a été réalisée par le même observateur sur l'ensemble des cas et des témoins.

2. Analyse radiologique

Nous avons recueilli plusieurs signes aux différents étages (thoracique, abdomino-pelvien et membres inférieurs) et en différents fenêtrages (mou et osseux). Le choix des lésions étudiées a été fait en lien avec les quelques données de la littérature actuellement disponibles concernant les lésions retrouvées dans les cas de franchissements, ainsi qu'en lien avec l'expérience personnelle du Dr Ducloyer dans sa pratique quotidienne lors de l'interprétation des imageries post-mortem et des autopsies.

a) Lésions osseuses recueillies

En corrélation avec les données de la littérature, nous avons voulu étudier les lésions osseuses déjà décrites comme associées au franchissement et pour lesquelles le scanner semble a priori performant pour leur détection : les fractures du bassin et les disjonctions sacro-iliaques, les luxations de hanche, les fractures vertébrales, notamment des processus épineux et leur localisation étagée. Nous avons ajouté à celles-ci des lésions osseuses qui semblaient être plus fréquentes sur les PMCT interprétés par le Dr Ducloyer dans les cas de franchissement.

Au total, nous avons donc recueilli sur le plan osseux :

Au niveau du thorax :

- Les fractures sternales.
- Les fractures costales :
 - des arcs antérieur et/ou moyen et/ou postérieur.
 - leur caractère unilatéral ou bilatéral.
 - les fractures costales multi-sites, définies comme la visualisation d'une fracture d'au moins deux des arcs d'une même côte (**Figure 5 et 6**).
 - leur nombre.
- Les fractures de scapula et leur caractère unilatéral ou bilatéral.

Au niveau du pelvis :

- Les fractures iliaques et leur caractère unilatéral ou bilatéral.
- Les fractures sacrées.
- Les disjonctions sacro-iliaques, définies comme la perte de parallélisme des berges des articulations sacro-iliaques ou l'élargissement de l'interligne, ainsi que leur caractère unilatéral (**Figure 7**) ou bilatéral (**Figure 8**).

Au niveau du rachis :

- Les fractures des processus épineux vertébraux :
 - avec l'étage concerné : cervical, thoracique ou lombaire.
 - leur nombre.
- Les fractures des processus transverses :
 - avec l'étage concerné : cervical, thoracique ou lombaire.
 - leur nombre.
 - leur caractère uni ou bilatéral (n'intéressant pas forcément la même vertèbre).

Au niveau des membres inférieurs :

- Les luxations de hanche (**Figure 9**).
- Les lésions de cheville, définies comme une fracture d'un ou plusieurs os de la cheville (talus, tibia ou fibula) ou un diastasis tibio-fibulaire significatif (**Figure 10**).

b) Lésions des parties molles recueillies

De même, nous nous sommes intéressés aux lésions des parties molles déjà décrites dans la littérature comme associées au franchissement citées plus haut, à savoir les hématomes des parties molles et les suffusions hémorragiques à l'insertion des muscles cervicaux. Nous avons également voulu étudier les lésions des parties molles qui semblaient plus fréquentes sur les scanners des victimes de franchissement interprétés par le Dr Ducloyer dans sa pratique personnelle.

Nous avons donc recueilli au total :

- Les contusions des muscles du cou, définies par une infiltration (aspect visuel spontanément dense) sur le trajet des muscles sterno-cléido-mastoïdiens et/ou scalènes (**Figure 11**).
- Les hématomes de paroi, définis comme un aspect visuel spontanément dense, compatible avec une densité hématique, des parties molles sous-cutanées aux étages thoracique ou abdomino-pelvien (**Figure 12**).
- Les lésions d'emphysème sous-cutané, défini comme une infiltration aérique des tissus mous sous-cutanés, ainsi que :
 - l'étage : thoracique ou abdominal.
 - le caractère superficiel, défini comme plus superficiel que les muscles les plus superficiels de la région concernée (**Figure 13**).
 - le caractère asymétrique, par une évaluation visuelle du caractère symétrique ou non par rapport à la ligne médiane (**Figure 14**).
 - l'association à un hématome pariétal en regard (**Figure 15**).
 - une quantification visuelle en quatre grades :
 - 0 : absence (absence totale ou uniquement quelques bulles en regard d'une fracture costale pouvant être déterminée comme causalité évidente de l'emphysème).
 - 1 : minime (**Figure 16**).
 - 2 : léger (**Figure 17**).
 - 3 : moyen (**Figure 18**).
 - 4 : important (**Figure 19**).

c) Autres lésions recueillies

- Les pneumomédiastins.
- Les luxations cardiaques, définies comme une position cardiaque non anatomique.
- Les pneumothorax.
- Les pneumopéritoines.



Figure 5. Fractures de côte multi-sites.

A : 2D MPR reconstruction osseuse ; B : 3D reconstruction osseuse.



Figure 6. Fractures de côte multi-sites.

A : 2D MPR reconstruction osseuse ; B : 3D reconstruction osseuse.

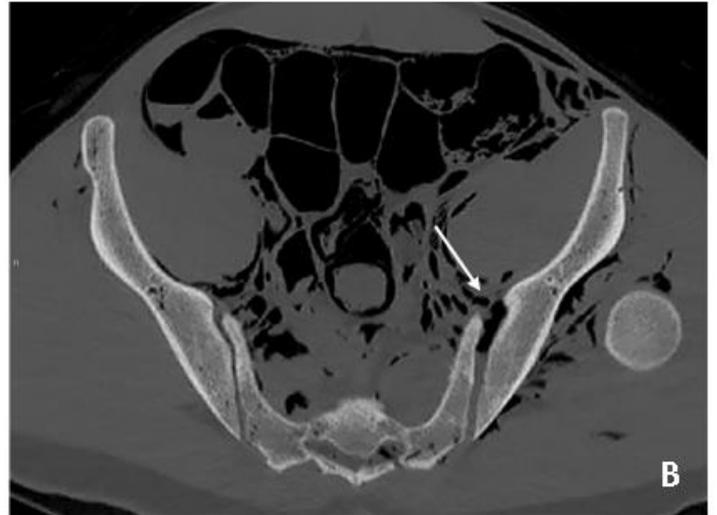


Figure 7. Disjonction sacro-iliaque unilatérale (MPR en reconstruction osseuse).
 A : disjonction sacro-iliaque droite associée à une fracture sacrée ; B : disjonction sacro-iliaque gauche.

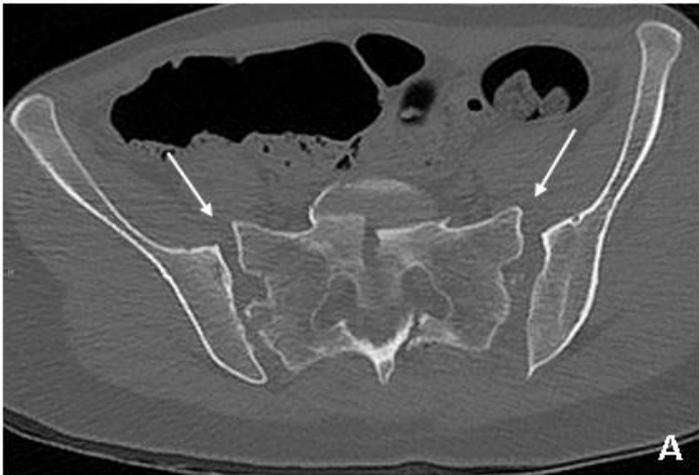


Figure 8. Disjonction sacro-iliaque bilatérale (MPR en reconstruction osseuse).
 A : disjonction bilatérale associée à une fracture sacrée ; B : disjonction bilatérale associée à des fractures iliaques bilatérales.

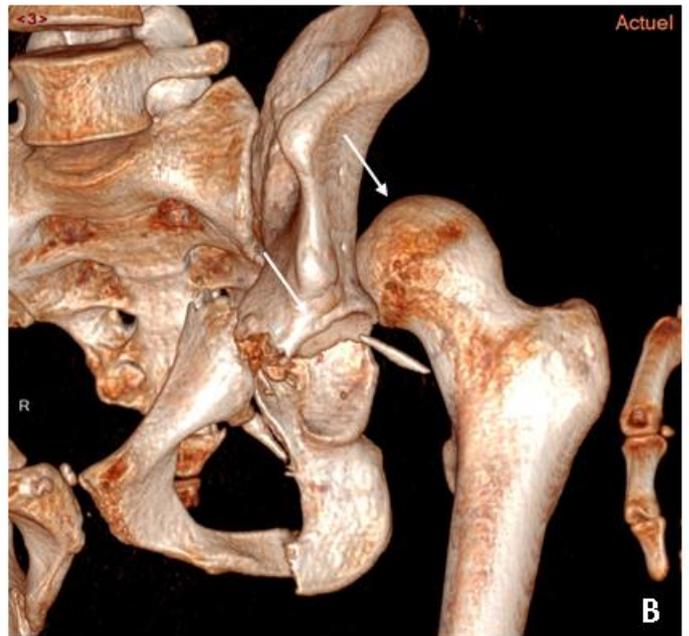


Figure 9. Luxation de hanche gauche.

A : 2D MPR reconstruction osseuse ; B : 3D reconstruction osseuse.

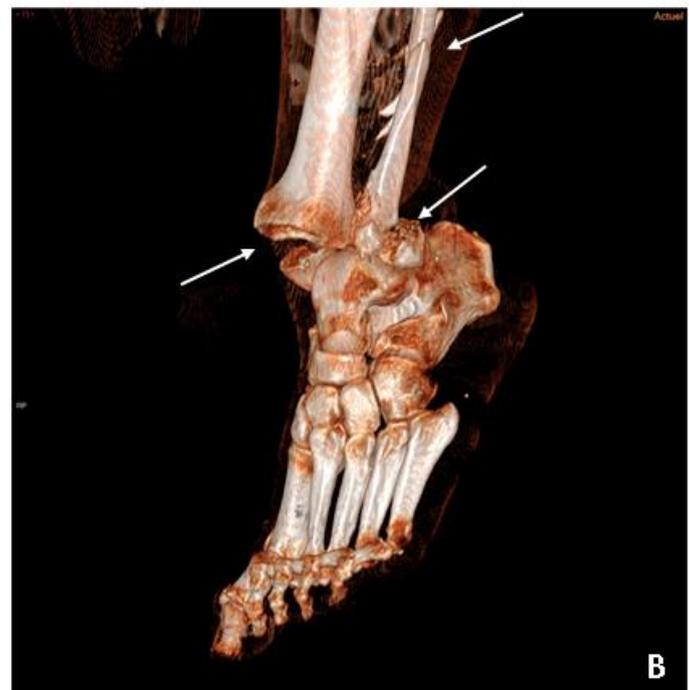
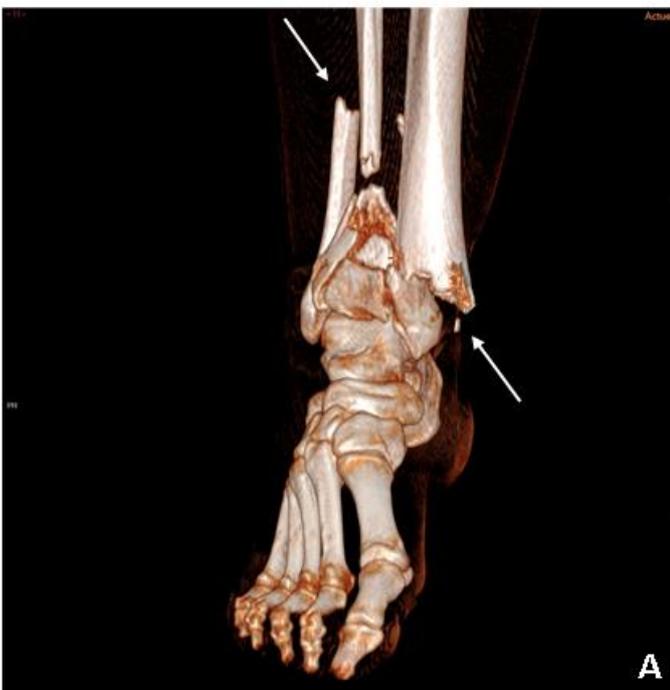


Figure 10. Lésion de cheville (3D reconstruction osseuse).

A : Fracture comminutive déplacée de l'extrémité inférieure du tibia et fracture diaphysaire inférieure de la fibula ; B : Fracture déplacée des extrémités inférieures des deux os de la jambe et du talus.

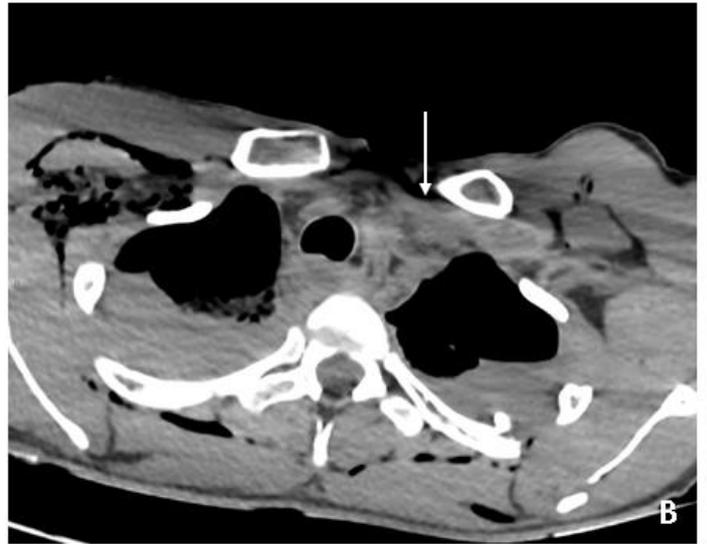
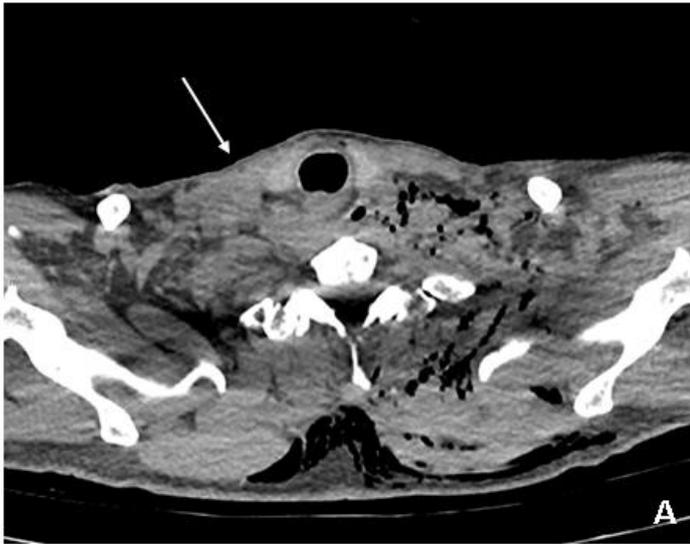


Figure 11. Contusion des muscles du cou.
A : droite ; B : gauche.



Figure 12. Hématome des parties molles.
A : iliaque postérieur droit (en regard d'une fracture iliaque) ; B : flanc gauche

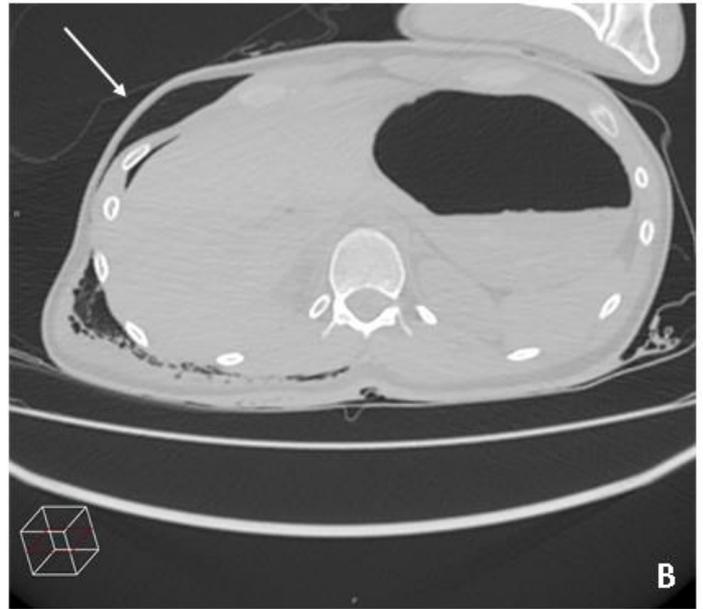
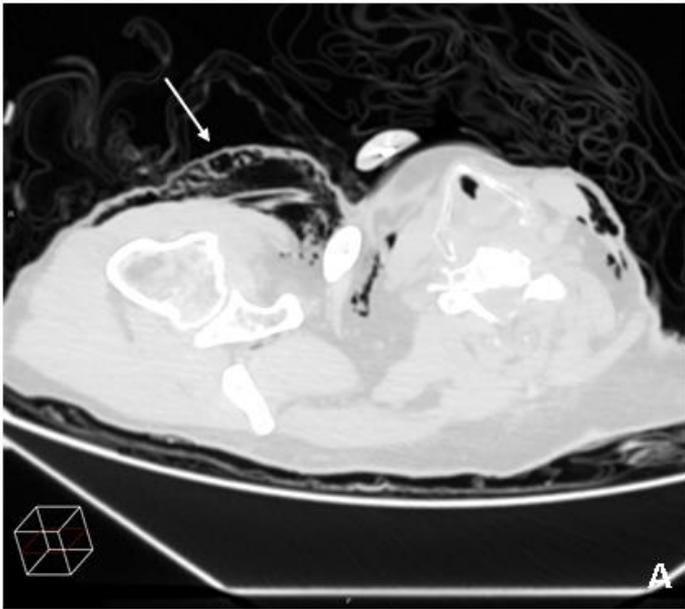


Figure 13. Emphysème sous-cutané superficiel.

A : épaule droite et thoracique antérieur ; B : thoracique antérieur droit.

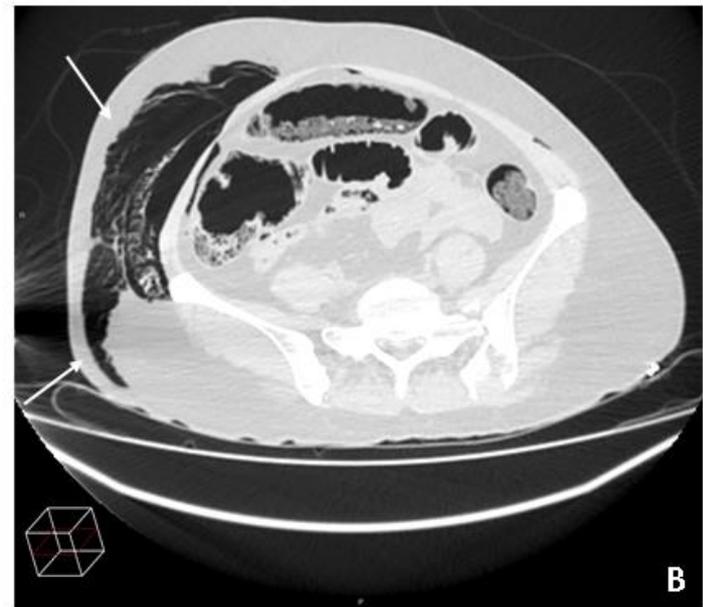


Figure 14. Emphysème sous-cutané asymétrique.

A : paroi thoraco-abdominale latérale droite ; B : paroi abdomino-pelvienne droite.

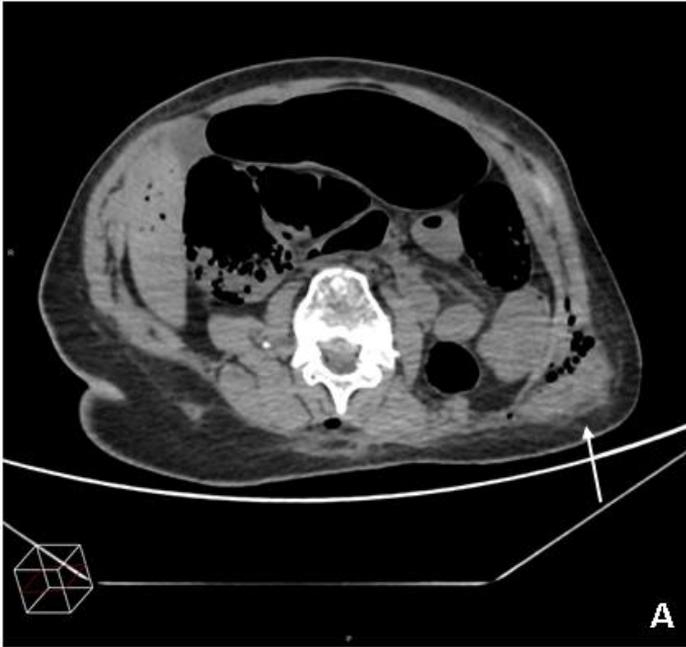


Figure 15. Emphysème sous-cutané associé à un hématome de paroi.
 A : hypochondre gauche ; B : hypochondre droit.

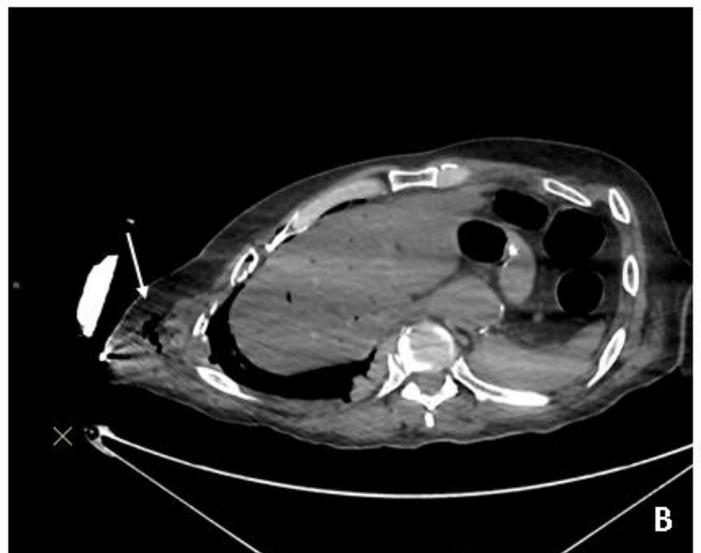
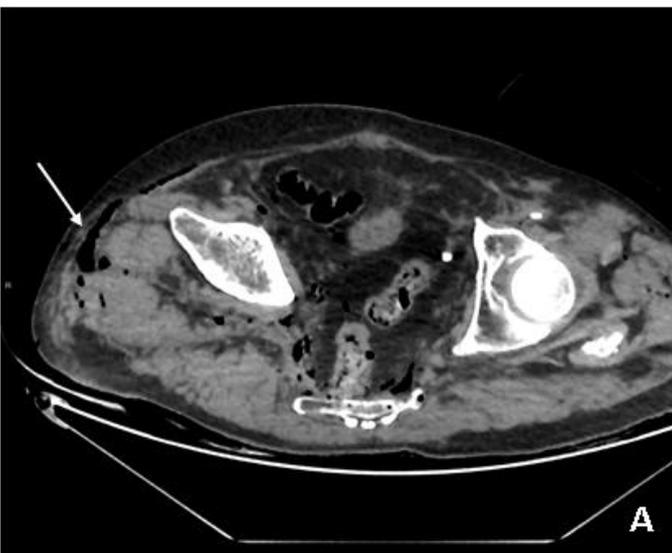


Figure 16. Emphysème sous-cutané de grade 1.
 A : iliaque droit ; B : thoracique antéro-inférieur droit.

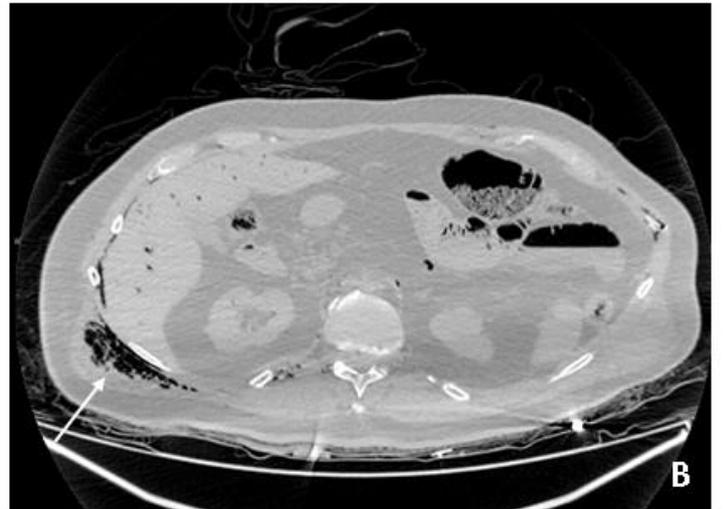
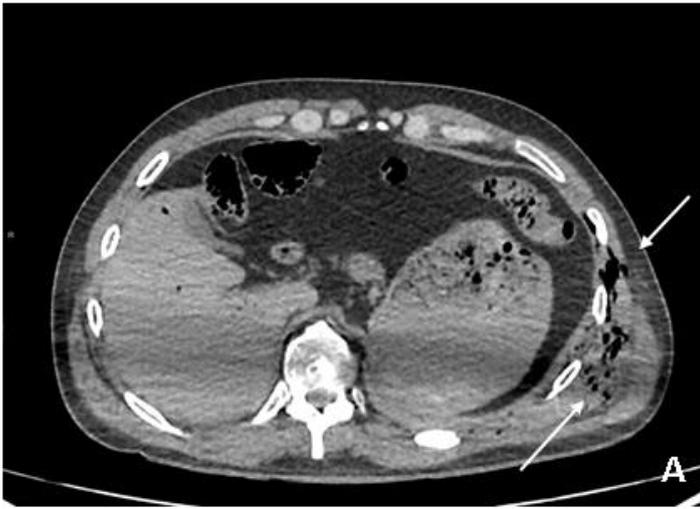


Figure 17. Emphysème sous-cutané de grade 2.
 A : pariétal gauche ; B : pariétal droit

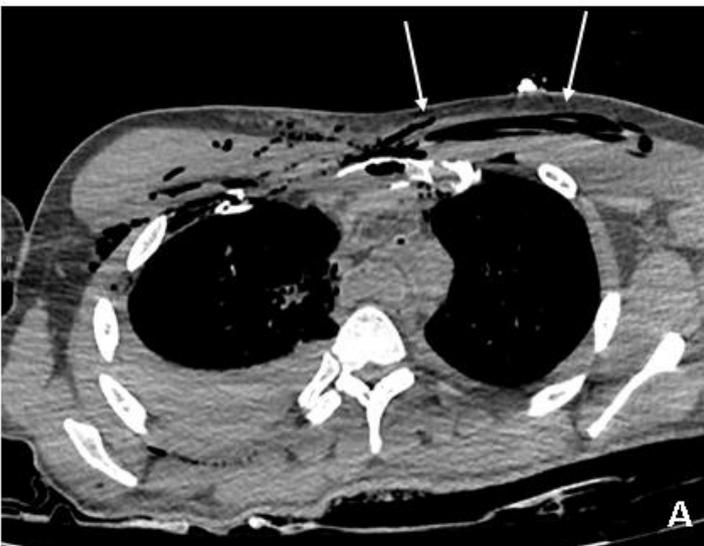


Figure 18. Emphysème sous-cutané de grade 3.
 A : thoracique antérieur ; B : abdominal gauche.

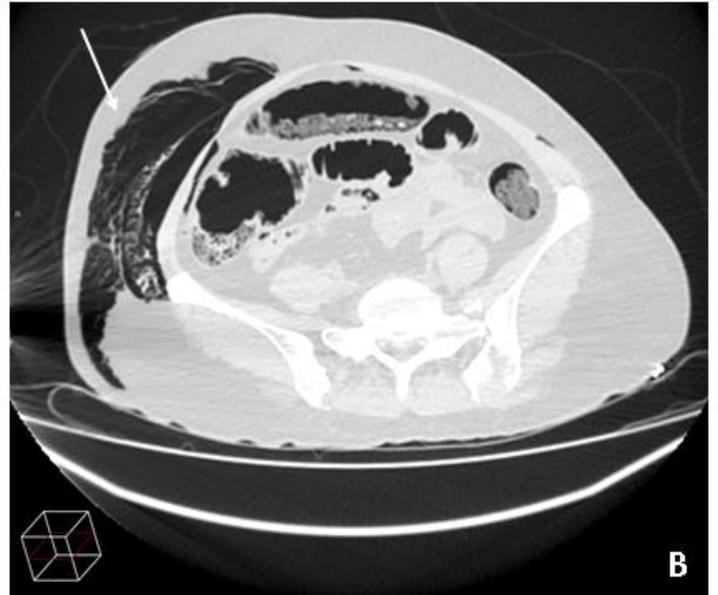


Figure 19. Emphysème sous-cutané de grade 4.

A : héli-pariétal droit ; B : abdomino-pelvien droit.

D. Recueil des données cliniques

Pour l'ensemble des sujets des deux groupes, nous avons recueilli au sein des dossiers médico-légaux :

- Les caractéristiques propres aux sujets : le sexe, l'âge.
- Les caractéristiques propres aux circonstances de l'AVP : le type d'évènement (accident, homicide, suicide, accident ou suicide, non défini), le véhicule motorisé en cause (VL, PL, 2-roues, véhicule de transport commun (bus ou car), tracteur ou non identifié), la confirmation visuelle ou non par un témoin présent lors de l'évènement, la présence ou non d'une percussion avant l'évènement et la localisation de celle-ci (thorax, abdomen, membres inférieurs, membres supérieurs, crâne ou cou, polytraumatisé ou non précisé).
- Les caractéristiques concernant les manœuvres réanimatoires entreprises dans les suites immédiates de l'AVP sur le sujet (massage cardiaque réalisé, non réalisé ou donnée non précisée dans le dossier).
- Les caractéristiques retrouvées lors de l'examen interne concernant les muscles du cou : infiltration hématique présente ou non.

Nous avons spécifiquement recueilli pour les sujets du groupe « franchi » le nombre de franchissements (unique, multiple ou incertain), la localisation du franchissement (thorax, abdomen, membres inférieurs, membres supérieurs ou non précisée), la présence ou non de lésions cutanées spécifiques de franchissement (traces de pneu).

Nous avons spécifiquement recueilli pour les sujets du groupe « contrôle » la situation au sein ou en dehors du véhicule au moment de l'évènement (à l'intérieur du véhicule : conducteur ou passager, à l'extérieur du véhicule : piéton ou vélo ou trottinette, à l'extérieur du véhicule mais sur véhicule motorisé : conducteur de moto).

E. Analyses statistiques

Pour la description des populations, les variables qualitatives ont été exprimées en effectifs et en pourcentages. Les variables quantitatives de distribution jugée normale ont été exprimées en moyennes et écart-types.

Pour la comparaison des deux populations, afin d'étudier l'association entre chaque variable isolée et la variable explicative « franchissement » (soit l'appartenance aux groupes « franchi » ou « contrôle »), nous avons utilisé un test exact de Fisher (pour les données dont le nombre prévu d'au moins une cellule du tableau de contingence était inférieur à 10) ou un test du Chi-deux (pour les données dont le nombre prévu de toutes les cellules du tableau de contingence était d'au moins 10). Les données quantitatives (notamment l'âge), pour lesquelles un test T de student pour échantillons non appariés a été utilisé, ont été exprimées en médianes et intervalles interquartiles. Ensuite, toujours dans le but d'expliquer la variable « franchissement », une régression logistique conditionnelle univariée a été réalisée et les Odd Ratio (OR ou rapports de cotes) ont donc été calculés.

Une analyse multivariée ne pouvait être faite du fait d'une population trop peu nombreuse, mais un ajustement sur les facteurs de confusion éventuels a été réalisé avec une étude de l'association par un test exact de Fisher.

La sensibilité et la spécificité ainsi que les valeurs prédictives positive et négative ont été calculées à l'aide de tableaux de contingences pour chacun des signes.

Le risque alpha a été fixé à 0,05.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel XLSTAT 2021.5.1.1233 et Easymedstats version 3.13.

III. RESULTATS

A. Population

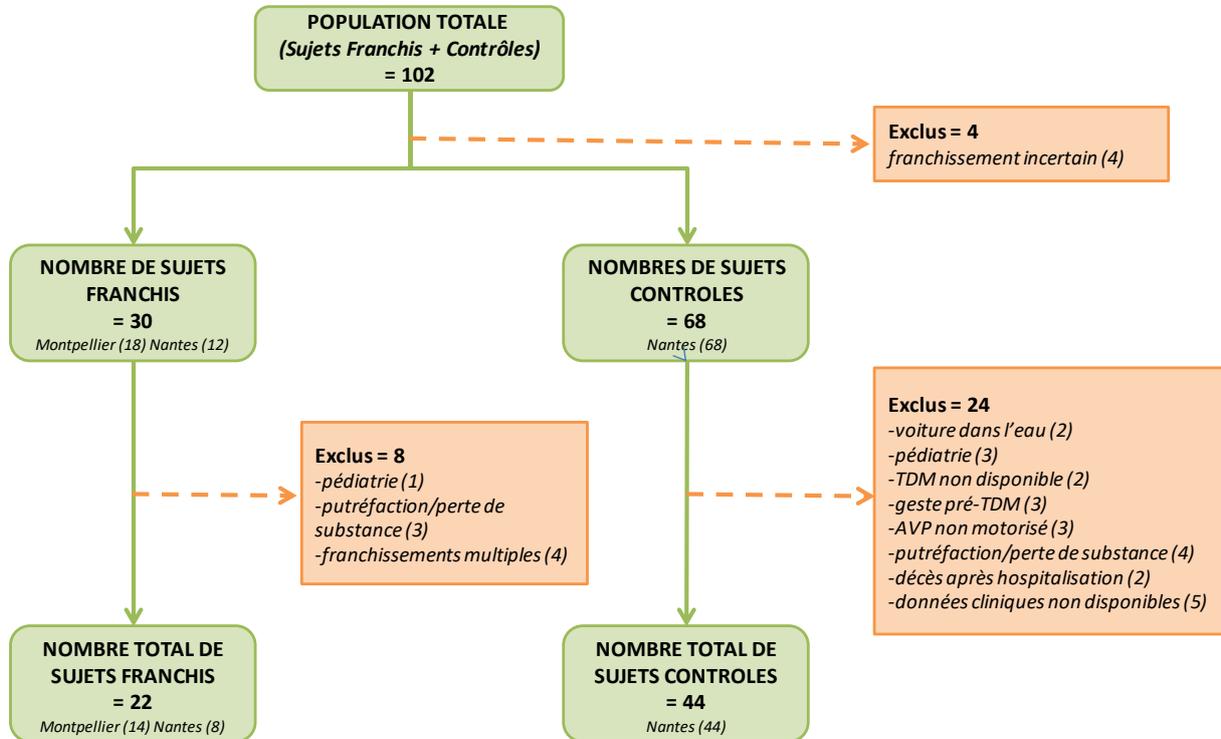


Figure 20. Flowchart du screening de la population.

1. Population totale

Cent-deux dossiers d'AVP ont été initialement étudiés, 4 dossiers ont été exclus pour cause de franchise incertain (qui était suspecté mais qui n'avait pas été confirmé par un témoin ou par l'autopsie).

2. Groupe « franchi »

Trente sujets ont initialement été inclus dans le groupe « franchi », huit ont été exclus secondairement : 1 avait un âge inférieur à 15 ans, 3 présentaient un état de putréfaction ou une perte de substance trop importante et 4 avaient été sujets à des franchises multiples (au moins deux). Au total, 22 sujets ont été pris en compte dans les analyses

statistiques au sein du groupe « franchi ». La **Figure 20** résume le processus d'inclusion des sujets.

Il y avait une proportion discrètement plus importante d'hommes avec 54.5% des sujets (n=12). Il y avait plus de cas issus du CHU de Montpellier avec 63.6% (n=14). Le franchissement survenait le plus souvent dans un contexte d'accident, avec 68.2% (n=15) et la majorité des véhicules impliqués correspondaient à des véhicules légers avec 54.5% (n=12). Dans la majorité des cas, c'est-à-dire pour 72.7% des sujets (n=16), la localisation précise du franchissement n'était pas communiquée dans les données à notre disposition et une percussion avait précédé le franchissement chez 59.1% des sujets (n=13). L'examen interne avait été réalisé chez l'ensemble des sujets.

L'ensemble des caractéristiques des sujets du groupe « franchi » sont résumées dans le **Tableau 4**.

3. Groupe « contrôle »

Soixante-huit sujets ont été initialement inclus dans le groupe « contrôle ». Vingt-quatre ont été exclus : 2 dont la voiture avait été retrouvée dans l'eau, 3 avaient un âge inférieur à 15 ans, 2 dont le PMCT n'était pas disponible, 3 ayant bénéficié d'un geste thérapeutique invasif avant le PMCT, 3 dont l'AVP ne concernait pas un véhicule motorisé, 4 présentaient une putréfaction ou une perte de substance trop importante, 2 n'étaient pas décédés dans les suites immédiates de l'AVP et 5 pour lesquels on ne disposait pas des données cliniques nécessaires. Au total 44 sujets ont été pris en compte dans les analyses statistiques pour le groupe « contrôle ». La **Figure 20** résume le processus d'inclusion des sujets.

Il y avait une proportion plus importante d'hommes avec 75% des sujets (n=33). Le franchissement survenait majoritairement dans un contexte d'accident (95.5%, n=42) et la majorité des véhicules impliqués correspondaient à des véhicules légers (79.6%, n=35). Les sujets étaient dans la majorité des cas au sein du véhicule lors de l'accident, 47.7% (n=21) et 29,6% (n=13) à l'extérieur du véhicule, avec 22.7% (n=10) conducteurs de moto. Chez 45.5% (n=20) des sujets, une percussion directe du corps par un véhicule extérieur a eu lieu.

L'ensemble des caractéristiques des sujets du groupe « contrôle » sont résumées dans le **Tableau 5**.

Tableau 4. Description de la population du groupe « franchi ».

Caractéristiques des sujets franchis	n (%)
Total	22 (100)
Sexe	
-masculin	12 (54.5)
-féminin	10 (45.5)
Centre	
-Nantes	8 (36.4)
-Montpellier	14 (63.6)
Age (années)	
-moyen	51.6
-médian [IQR]	44 [19-92]
Type d'évènement	
-accident	15 (68.2)
-homicide	2 (9.1)
-suicide	1 (4.5)
-suicide ou accident	2 (9.1)
-non connu	2 (9.1)
Lésions cutanées de franchissement	
-oui	19 (86.4)
-non	3 (13.6)
Confirmation visuelle par un témoin	
-oui	15 (68.2)
-non	7 (31.8)
Type de véhicule	
-véhicule léger	12 (54.5)
-poids lourd	6 (27.3)
-deux roues	1 (4.55)
-bus	1 (4.55)
-tracteur	2 (9.1)
Localisation du franchissement	
-thorax	6 (27.3)
-abdomen	0
-membres inférieurs	0
-membres supérieurs	0
-non communiqué	16 (72.7)
Percussion avant franchissement	
-non	5 (22.7)
-oui	13 (59.1)
-incertaine	4 (18.2)
Localisation de la percussion (si percussion)	
-thorax	6 (27.3)
-abdomen	4 (18.2)
-membres inférieurs	6 (27.3)
-membres supérieurs	0 (0)
-crane ou cou	3 (13.6)
-polytraumatisme	1 (4.5)
-non communiquée	5 (22.7)
Lésion des muscles cervicaux à l'autopsie	
-non	13 (59.1)
-oui	6 (27.3)
-examen interne non réalisé	0 (0)
-non précisé	3 (13.6)
Massage cardiaque externe avant scanner	
-non	3 (13.6)
-oui	7 (31.8)
-réanimation +/- massage (non précisé)	6 (27.3)
-non précisé	6 (27.3)

IQR : interquantile range

Tableau 5. Description de la population du « groupe contrôle ».

Caractéristiques des sujets contrôles	n (%)
Total	44 (100)
Sexe	
-masculin	33 (75)
-féminin	11 (25)
Centre	
-Nantes	44 (100)
-Montpellier	0 (0)
Age (années)	
-moyen	45.8
-médian [IQR]	47 [17-86]
Type d'évènement	
-accident	42 (95.5)
-homicide	0 (0)
-suicide	2 (4.5)
-non connu	0
Confirmation visuelle par un témoin	
-oui	27 (61.3)
-non	16 (36.4)
-non communiqué	1 (2.3)
Type de véhicule	
-véhicule léger	35 (79.6)
-poids lourd	3 (6.8)
-deux roues	3 (6.8)
-bus	0 (0)
-tracteur	1 (2.3)
-non identifié	2 (4.5)
Localisation du sujet	
-à l'intérieur du véhicule	21 (47.7)
-à l'extérieur du véhicule	13 (29.6)
-conducteur moto	10 (22.7)
Percussion	
-non	24 (54.5)
-oui	20 (45.5)
Localisation de la percussion (si percussion)	
-thorax	1 (2.3)
-abdomen	1 (2.3)
-membres inférieurs	4 (9.1)
-membres supérieurs	0 (0)
-crane ou cou	0 (0)
-polytraumatisme	12 (27.3)
-non communiquée	3 (6.8)
Lésion des muscles cervicaux à l'autopsie	
-non	13 (29.6)
-oui	4 (9.1)
-examen interne non réalisé	20 (45.5)
-non précisé	7 (15.9)
Massage cardiaque externe avant scanner	
-non	10 (22.7)
-oui	16 (36.4)
-réanimation +/- massage (non précisé)	10 (22.7)
-non précisé	8 (18.2)

IQR : interquantile range

B. Données radiologiques et analyses univariées

1. Lésions osseuses

Dans les analyses univariées, certaines lésions osseuses étaient associées de manière statistiquement significative aux PMCT des sujets franchis par rapport à ceux du groupe « contrôle ».

Au niveau thoracique, les fractures sternales en faisaient partie, avec un OR à 3.4 [1.15-10.05] ($p=0.045$), tout comme les fractures costales de l'arc moyen avec un OR à 4.91 [1.53-15.73] ($p=0.011$), les fractures costales multi-sites avec un OR à 5.4 [1.68-17.35] ($p=0.007$) et les fractures costales bilatérales avec un OR à 3.75 [1.09-12.90] ($p=0.034$). Un nombre de fractures costales supérieur à 5 était également plus souvent associé au groupe « franchi », avec un OR à 5.78 [1.49-22.39] ($p=0.007$), tout comme les fractures de scapula avec un OR 3.44 [1.18-10.03] ($p=0.032$), et notamment les fractures scapulaires bilatérales avec un OR à 9.8 [1.83-52.50] ($p=0.005$).

Au niveau du bassin, les disjonctions sacro-iliaques bilatérales étaient associées aux victimes de franchissement avec un OR à 6.18 [1.09-34.98] ($p=0.036$). On retrouvait également plus de fractures des processus vertébraux épineux et transverses au sein de ce groupe, avec respectivement un OR à 4.67 [1.53-14.22] ($p=0.010$) et 4.08 [1.28-13.02] ($p=0.028$). Concernant ces deux types de fractures, leur localisation à l'étage lombaire était associée de manière statistiquement significative au groupe franchi, avec un OR à 9.8 [1.83-52.5] ($p=0.005$) pour les fractures épineuses et un OR à 3.44 [1.18-10.03] ($p=0.032$) pour les fractures transverses.

Les lésions de cheville étaient également associées de manière statistiquement significative au groupe « franchi » avec un OR à 3.9 [1.06-14.31] ($p=0.045$).

Les autres lésions osseuses étudiées étaient également associées au groupe « franchi » mais de manière non statistiquement significative.

L'ensemble de ces résultats est résumé dans le **Tableau 6**.

Tableau 6. Régression logistique univariée sur les lésions osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans les groupes « franchi » et « contrôle ».

Donnée analysée	Groupe franchi (%)	Groupe contrôle (%)	OR [IC à 95%]	P
FRACTURE STERNALE	68.18	38.64	3.40 [1.15-10.05]	0.045
FRACTURE COSTALE	90.91	75	3.33 [0.67-16.61]	0.191
FRACTURE COSTALE ARC ANTERIEUR	86.36	65.91	3.28 [0.83-12.86]	0.141
FRACTURE COSTALE ARC MOYEN	77.27	40.91	4.91 [1.53-15.73]	0.011
FRACTURE COSTALE ARC POSTERIEUR	72.73	50	2.67 [0.88-8.08]	0.113
FRACTURE COSTALE MULTISITE	77.27	38.64	5.40 [1.68-17.35]	0.007
NOMBRE DE FRACTURES COSTALES				
▪ ≤ 2	13.64	31.82	0.34 [0.09-1.34]	0.143
▪ > 2	86.36	68.18	2.96 [0.75-11.67]	0.143
▪ > 5	86.36	52.27	5.78 [1.49-22.39]	0.007
FRACTURE COSTALE BILATERALE	81.82	54.55	3.75 [1.09-12.90]	0.034
FRACTURE DE SCAPULA	59.09	29.55	3.44 [1.18-10.03]	0.032
FRACTURE DE SCAPULA BILATERALE	31.82	4.55	9.80 [1.83-52.50]	0.005
FRACTURE ILIAQUE	63.64	52.27	1.60 [0.56-4.57]	0.539
FRACTURE ILIAQUE BILATERALE	45.45	36.36	1.46 [0.52-4.13]	0.595
FRACTURE SACREE	54.55	34.09	2.32 [0.82-6.60]	0.122
DISJONCTION SACRO-ILIAQUE	36.36	13.64	3.62 [1.07-12.30]	0.054
DISJONCTION SACRO-ILIAQUE BILATERALE	22.73	4.55	6.18 [1.09-34.98]	0.036
LUXATION DE HANCHE	9.09	4.55	2.10 [0.28-16.01]	0.596
FRACTURE EPINEUSE	54.55	20.45	4.67 [1.53-14.22]	0.010
ETAGE FRACTURE EPINEUSE				
▪ Cervical	0	4.55	NC	0.549
▪ Thoracique	31.82	18.18	2.10 [0.65-6.83]	0.229
▪ Lombaire	31.82	4.55	9.80 [1.83-52.50]	0.005
NOMBRE DE FRACTURES EPINEUSES				
▪ ≤ 3	72.73	90.91	0.27 [0.07-1.07]	0.072
▪ > 3	27.27	9.09	3.75 [0.93-15.08]	0.072
FRACTURE TRANSVERSE	77.27	45.45	4.08 [1.28-13.02]	0.028
FRACTURE TRANSVERSE BILATERALE	36.36	25	1.71 [0.57-5.17]	0.393
ETAGE FRACTURE TRANSVERSE				
▪ Cervical	0	2.27	NC	1
▪ Thoracique	40.91	29.55	1.65 [0.57-4.81]	0.412
▪ Lombaire	59.09	29.55	3.44 [1.18-10.03]	0.032
NOMBRE DE FRACTURES TRANSVERSES				
▪ ≤ 3	54.55	72.73	0.45 [0.15-1.31]	0.171
▪ > 3	45.45	27.27	2.22 [0.76-6.48]	0.171
LESION DE CHEVILLE	33.33	11.36	3.90 [1.06-14.31]	0.045

IC = intervalle de confiance

NC : non calculable

2. Lésions non osseuses

Les analyses univariées mettaient en évidence une association statistiquement significative entre l'emphysème sous-cutané visible au PMCT et les sujets franchis avec un OR à 5.4 [1.68-17.35] ($p=0.007$), à la fois au niveau thoracique et abdominal avec un OR respectif à 3.4 [1.15-10.05] ($p=0.045$) et 11.08 [3.26-37.66] ($p<0.001$). De même, l'emphysème sous-cutané superficiel était associé au groupe « franchi » avec un OR à 6.43 [2.08-19.84] ($p=0.001$), tout comme l'emphysème sous-cutané asymétrique avec un OR à 5.16 [1.67-15.90] ($p=0.007$).

L'absence totale d'emphysème (quantité d'emphysème équivalente à un grade 0) était associée de manière statistiquement significative à l'absence de franchissement avec un OR à 0.19 [0.06-0.60] ($p=0.007$).

On retrouvait également une association statistiquement significative entre les pneumopéricardes et les victimes de franchissement avec un OR à 5.57 [1.45-21.42] ($p=0.015$), de même que pour les pneumopéritoinies avec un OR à 8.33 [2.21-31.41] ($p=0.001$).

Les contusions des muscles du cou étaient associées au groupe « contrôle » mais de manière non statistiquement significative, avec un OR à 0.78 [0.24-0.26] ($p=0.773$).

Les autres lésions des parties molles étaient quant à elles associées au groupe « franchi » mais de manière non statistiquement significative.

L'ensemble de ces résultats est résumé dans le **Tableau 7**.

Tableau 7. Régression logistique univariée sur les lésions non osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans les groupes « franchi » et « contrôle ».

<i>Groupe franchis (%)</i>	<i>Groupe franchis (%)</i>	<i>Groupe contrôle (%)</i>	<i>OR [IC à 95%]</i>	<i>P</i>
CONTUSION DES MUSCLES DU COU	22.73	27.27	0.78 [0.24-0.26]	0.773
HEMATOME DE PAROI	36.36	27.27	1.52 [0.51-4.55]	0.571
EMPHYSEME SOUS-CUTANE	77.27	38.64	5.40 [1.68-17.35]	0.007
EMPHYSEME SOUS-CUTANE THORAX	68.18	38.64	3.40 [1.15-10.05]	0.045
EMPHYSEME SOUS-CUTANE ABDOMINAL	63.64	13.64	11.08 [3.26-37.66]	< 0.001
EMPHYSEME SOUS-CUTANE SUPERFICIEL	68.18	25	6.43 [2.08-19.84]	0.001
EMPHYSEME SOUS-CUTANE ASYMETRIQUE	72.73	34.09	5.16 [1.67-15.90]	0.007
ASSOCIATION EMPHYSEME ET HEMATOME	31.82	13.64	2.96 [0.85-10.25]	0.105
QUANTITE EMPHYSEME SOUS-CUTANE				
▪ Grade 0	22.73	61.36	0.19 [0.06-0.60]	0.007
▪ Grade 1	13.64	4.55	3.32 [0.51-21.50]	0.323
▪ Grade 2	18.18	13.64	1.41 [0.35-5.62]	0.72
▪ Grade 3	22.73	11.36	2.29 [0.59-8.98]	0.281
▪ Grade 4	22.73	9.09	2.94 [0.70-12.32]	0.147
PNEUMOPERICARDE	36.36	9.3	5.57 [1.45-21.42]	0.015
LUXATION CARDIAQUE	9.09	6.82	1.37 [0.21-8.84]	1
PNEUMOTHORAX	86.36	72.73	2.38 [0.59-9.50]	0.35
PNEUMOPERITOINE	45.45	9.09	8.33 [2.21-31.41]	0.001

IC = intervalle de confiance

C. Ajustements

Nous avons réalisé des ajustements sur les éventuels facteurs de confusion concernant les signes retrouvés comme statistiquement associés au franchissement lors des analyses univariées. Nous avons ajusté sur la réalisation d'un massage cardiaque externe, connu pour entraîner des fractures costales et sternales, ainsi que sur les fractures costales connues pour engendrer de l'emphysème sous-cutané thoracique. Nous avons également ajusté sur la survenue d'une percussion au moment de l'accident pour les lésions de chevilles. Nous ne retrouvons pas de différence statistiquement significative après ces ajustements (mais dont l'interprétation reste limitée par le faible nombre de sujets au sein des différents groupes ajustés et pouvant être en rapport avec un manque de puissance). L'ensemble de ces résultats est résumé dans le **Tableau 8**.

Tableau 8. Ajustements sur les lésions retrouvées au scanner post-mortem et les facteurs de confusion éventuels.

VARIABLE ETUDIEE APRES AJUSTEMENT	VARIABLE AJUSTEE	FRANCHI (%)	CONTROLE (%)	OR [IC à 95%]	p	Données manquantes
EMPHYSEME SOUS-CUTANE THORACIQUE	FRACTURE COSTALE					
	- Oui (n = 53)	70	51	2.20 [0.68-7.11]	0.253	0
	- Non (n = 13)	50	0	NC	0.154	0
FRACTURES COSTALES	MASSAGE EXTERNE					
	- Oui (n=38)	92	84	2.29 [0.23-22.87]	0.643	14
	- Non (n=14)	100	64	NC	0.505	14
FRACTURE COSTALE ARC MOYEN	MASSAGE EXTERNE					
	- Oui (n=38)	84.62	52	5.08 [0.93-27.75]	0.077	14
	- Non (n=14)	66.67	18.18	9 [0.52-155.24]	0.176	14
FRACTURE COSTALE MULTISITE	MASSAGE EXTERNE					
	- Oui (n=38)	77	48	3.61 [0.8-16.35]	0.165	14
	- Non (n=14)	100	27	NC	0.055	14
FRACTURE STERNALE	MASSAGE EXTERNE					
	- Oui (n=38)	69	40	3.38 [0.81-14.02]	0.17	14
	- Non (n=14)	33	36	0.88 [0.06-12.97]	1	14
LESION DE CHEVILLE	PERCUSSION					
	- Oui (n=33)	30.77	20	1.78 [0.36-8.88]	0.680	4
	- Non (n=29)	50	4.17	22 [1.40-378.90]	0.045	4

IC : intervalle de confiance

NC : Non calculable

D. Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des différentes lésions

Nous avons calculé pour l'ensemble des signes scanographiques retrouvés sur les PMCT leur sensibilité et spécificité respective ainsi que leurs valeurs prédictives positive et négative dans le diagnostic de franchissement.

Certaines lésions osseuses étaient très spécifiques pour le diagnostic de franchissement, à savoir :

- Les fractures bilatérales de scapula (Spe = 0.96).
- Les disjonctions sacro-iliaques (Spe = 0.86) et notamment leur caractère bilatéral (Spe = 0.96).
- Les luxations de hanche (Spe = 0.96).
- Les fractures des processus épineux (Spe = 0.80) et notamment aux étages lombaire (Spe = 0.96) et thoracique (Spe = 0.82) ou la présence de plus de 3 fractures épineuses (Spe = 0.91).
- Les fractures des processus transverses bilatérales (Spe = 0.75).

Certaines fractures étaient quant à elles très spécifiques de l'absence de franchissement (associées au groupe « contrôle » non franchi), à savoir les fractures épineuses ou transverses à l'étage cervical (respectivement $Spe = 0.96$ et 0.98).

On retrouvait également certaines lésions non osseuses spécifiques pour le diagnostic de franchissement, comme la présence d'un emphysème sous-cutané à l'étage abdominal ($Spe = 0.86$), son caractère superficiel ($Spe = 0.75$) ou l'association d'un emphysème sous-cutané à un hématome des parties molles ($Spe = 0.86$).

Les pneumopéricardes et les pneumopéritoinies étaient également spécifiques pour le diagnostic de franchissement ($Spe = 0.91$), tout comme les luxations cardiaques ($Spe = 0.93$). L'absence totale d'emphysème sous-cutané ou la présence d'une contusion des muscles du cou avaient quant à elles une bonne spécificité pour le diagnostic de non-franchissement ($Spe = 0.77$).

On retrouvait pour d'autres lésions une bonne sensibilité, à savoir, au niveau osseux :

- Les fractures costales ($Se = 0.91$), notamment lorsqu'elles intéessaient les arcs antérieurs ($Se = 0.86$) ou moyens ($Se = 0.77$) ou plusieurs arcs de la même côte ($Se = 0.77$).
- Un nombre de fractures costales supérieur à 2 ou supérieur à 5 ($Se = 0.86$), de même que leur caractère bilatéral ($Se = 0.82$).
- Les fractures des processus transverses, quel que soit l'étage ($Se = 0.77$).
- Les pneumothorax ($Se = 0.86$).

Au niveau des parties molles, l'emphysème sous-cutané (quel que soit sa topographie) l'était également ($Se = 0.77$).

L'ensemble de ces résultats est résumé dans les **Tableaux 9 et 10**.

Tableau 9. Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des lésions osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans le diagnostic de franchissement.

Lésion retrouvée au scanner post-mortem	Se OR [IC à 95%]	Spe OR [IC à 95%]	VPP [IC à 95%]	VPN [IC à 95%]
FRACTURE STERNALE	0.68 [0.47-0.84]	0.61 [0.47-0.74]	0.47 [0.30-0.64]	0.79 [0.66-0.93]
FRACTURES COSTALES	0.91 [0.71-0.99]	0.25 [0.15-0.40]	0.38 [0.25-0.51]	0.85 [0.65-1.00]
FRACTURE COSTALE ARC ANTERIEUR	0.86 [0.66-0.96]	0.34 [0.22-0.49]	0.40 [0.26-0.53]	0.83 [0.66-1.00]
FRACTURE COSTALE ARC MOYEN	0.77 [0.56-0.90]	0.59 [0.44-0.72]	0.49 [0.32-0.65]	0.84 [0.71-0.97]
FRACTURE COSTALE ARC POSTERIEUR	0.73 [0.52-0.87]	0.50 [0.36-0.64]	0.42 [0.26-0.58]	0.79 [0.63-0.94]
FRACTURE COSTALE MULTISITE	0.77 [0.56-0.90]	0.61 [0.47-0.74]	0.50 [0.33-0.69]	0.84 [0.72-0.97]
NOMBRE DE FRACTURES COSTALES				
▪ ≤ 2	0.14 [0.04-0.34]	0.68 [0.53-0.80]	0.18 [0.00-0.36]	0.61 [0.48-0.75]
▪ > 2	0.86 [0.66-0.96]	0.32 [0.20-0.47]	0.39 [0.25-0.52]	0.82 [0.64-1.00]
▪ > 5	0.86 [0.66-0.86]	0.48 [0.34-0.62]	0.45 [0.30-0.60]	0.88 [0.74-1.00]
FRACTURE COSTALE BILATERALE	0.82 [0.61-0.93]	0.45 [0.32-0.60]	0.43 [0.28 [0.58]	0.83 [0.68-0.98]
FRACTURE DE SCAPULA	0.59 [0.39-0.77]	0.71 [0.56-0.82]	0.50 [0.31-0.69]	0.78 [0.65-0.90]
FRACTURE DE SCAPULA BILATERALE	0.32 [0.16-0.53]	0.96 [0.84-0.99]	0.78 [0.51-1.00]	0.74 [0.62-0.85]
FRACTURE ILIAQUE	0.64 [0.43-0.80]	0.48 [0.34-0.62]	0.38 [0.22-0.54]	0.72 [0.56-0.89]
FRACTURE ILIAQUE BILATERALE	0.46 [0.27-0.65]	0.64 [0.49-0.76]	0.39 [0.20-0.57]	0.70 [0.56-0.84]
FRACTURE SACREE	0.55 [0.35-0.73]	0.66 [0.51-0.78]	0.44 [0.26-0.63]	0.74 [0.61-0.88]
DISJONCTION SI	0.36 [0.20-0.57]	0.86 [0.73-0.94]	0.57 [0.31-0.83]	0.73 [0.61-0.85]
DISJONCTION SI BILATERALE	0.23 [0.10-0.44]	0.96 [0.84-0.99]	0.71 [0.38-1.00]	0.71 [0.60-0.83]
LUXATION DE HANCHE	0.09 [0.02-0.29]	0.96 [0.84-0.99]	0.50 [0.01-0.99]	0.68 [0.56-0.79]
FRACTURE EPINEUSE	0.55 [0.35-0.73]	0.80 [0.65-0.90]	0.57 [0.36-0.78]	0.78 [0.66-0.90]
ETAGE FRACTURE EPINEUSE				
▪ Cervical (pour non franchis)	0 [0-0.18]	0.96 [0.84-0.99]	0 [0-0]	0.66 [0.54-0.77]
▪ Thoracique	0.32 [0.16-0.53]	0.82 [0.68-0.91]	0.47 [0.21-0.72]	0.71 [0.58-0.83]
▪ Lombaire	0.59 [0.16-0.53]	0.96 [0.84-0.99]	0.78 [0.51-1.00]	0.74 [0.62-0.85]
NOMBRE DE FRACTURES EPINEUSES				
▪ ≤ 3	0.73 [0.52-0.87]	0.09 [0.03-0.22]	0.29 [0.17-0.40]	0.40 [0.10-0.70]
▪ > 3	0.27 [0.13-0.49]	0.91 [0.78-0.97]	0.60 [0.30-0.90]	0.71 [0.60-0.83]
FRACTURE TRANSVERSE	0.77 [0.56-0.90]	0.55 [0.40-0.68]	0.46 [0.30-0.62]	0.83 [0.69-0.97]
FRACTURE TRANSVERSE BILATERALE	0.36 [0.20-0.57]	0.75 [0.60-0.57]	0.42 [0.20-0.64]	0.70 [0.57-0.83]
ETAGE FRACTURE TRANSVERSE				
▪ Cervical (pour non franchis)	0 [0-0.18]	0.98 [0.87-1.00]	0 [0-0]	0.66 [0.55-0.78]
▪ Thoracique	0.41 [0.23-0.61]	0.71 [0.56-0.82]	0.41 [0.20-0.62]	0.71 [0.57-0.84]
▪ Lombaire	0.59 [0.39-0.77]	0.71 [0.56-0.82]	0.50 [0.31-0.69]	0.78 [0.65-0.90]
NOMBRE DE FRACTURES TRANSVERSES				
▪ ≤ 3	0.55 [0.35-0.73]	0.27 [0.13-0.42]	0.27 [0.14-0.40]	0.55 [0.34-0.75]
▪ > 3	0.46 [0.27-0.65]	0.73 [0.58-0.84]	0.46 [0.25-0.66]	0.73 [0.60-0.86]
LESION DE CHEVILLE	0.67 [0.45-0.83]	0.11 [0.05-0.25]	0.26 [0.15-0.38]	0.42 [0.14-0.70]

IC = intervalle de confiance

Tableau 10. Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des lésions non osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans le diagnostic de franchissement.

<i>Lésion retrouvée au scanner post-mortem</i>	<i>Se OR [IC à 95%]</i>	<i>Spe OR [IC à 95%]</i>	<i>VPP [IC à 95%]</i>	<i>VPN [IC à 95%]</i>
CONTUSION MUSCLES DU COU (<i>pour non franchis</i>)	0.27 [0.16-0.42]	0.77 [0.56-0.90]	0.71 [0.49-0.92]	0.35 [0.21-0.48]
HEMATOME DE PAROI	0.36 [0.20-0.57]	0.73 [0.58-0.84]	0.40 [0.19-0.62]	0.70 [0.56-0.83]
EMPHYSEME SOUS-CUTANE	0.77 [0.56-0.90]	0.61 [0.47-0.74]	0.50 [0.33-0.67]	0.84 [0.72-0.97]
EMPHYSEME SOUS-CUTANE THORAX	0.68 [0.47-0.84]	0.61 [0.47-0.74]	0.47 [0.30-0.64]	0.79 [0.66-0.93]
EMPHYSEME SOUS-CUTANE ABDOMINAL	0.64 [0.43-0.80]	0.86 [0.73-0.94]	0.70 [0.50-0.90]	0.83 [0.72-0.94]
EMPHYSEME SOUS-CUTANE SUPERFICIEL	0.68 [0.47-0.84]	0.75 [0.60-0.86]	0.58 [0.39-0.77]	0.83 [0.71-0.94]
EMPHYSEME SOUS-CUTANE ASYMETRIQUE	0.73 [0.52-0.87]	0.66 [0.51-0.78]	0.52 [0.34-0.69]	0.83 [0.70-0.95]
ASSOCIATION EMPHYSEME HEMATOME	0.32 [0.16-0.53]	0.86 [0.73-0.94]	0.54 [0.27-0.81]	0.72 [0.60-0.84]
QUANTITE EMPHYSEME SOUS-CUTANE				
▪ Grade 0 (<i>pour non franchis</i>)	0.61 [0.47-0.74]	0.77 [0.56-0.90]	0.84 [0.72-0.97]	0.50 [0.33-0.67]
▪ Grade 1	0.14 [0.04-0.34]	0.96 [0.84-0.99]	0.60 [0.17-1.00]	0.69 [0.57-0.81]
▪ Grade 2	0.18 [0.07-0.39]	0.86 [0.73-0.94]	0.40 [0.10-0.70]	0.68 [0.56-0.80]
▪ Grade 3	0.23 [0.10-0.44]	0.89 [0.75-0.95]	0.50 [0.19-0.81]	0.70 [0.58-0.82]
▪ Grade 4	0.25 [0.10-0.44]	0.91 [0.78-0.97]	0.56 [0.23-0.88]	0.70 [0.58-0.82]
PNEUMOPERICARDE	0.36 [0.20-0.57]	0.91 [0.78-0.97]	0.67 [0.40-0.93]	0.74 [0.62-0.86]
LUXATION CARDIAQUE	0.09 [0.02-0.29]	0.93 [0.81-0.98]	0.40 [0-0.83]	0.67 [0.55-0.79]
PNEUMOTHORAX	0.86 [0.66-0.96]	0.27 [0.16-0.42]	0.37 [0.24-0.51]	0.80 [0.60-1.00]
PNEUMOPERITOINE	0.46 [0.27-0.65]	0.91 [0.78-0.97]	0.71 [0.48-0.95]	0.77 [0.66-0.88]

IC = intervalle de confiance

IV. SCORE DIAGNOSTIQUE

Au vu des résultats statistiquement significatifs retrouvés, nous avons pu proposer un score diagnostique, élaboré à partir des différents signes retrouvés au PMCT, pour le diagnostic de franchissement, en fonction de leur spécificité et de leur sensibilité. Nous avons ainsi attribué une valeur à chacun des signes qui était associé de manière statistiquement significative au groupe « franchi » lors de nos analyses univariées et qui présentait une sensibilité et/ou une spécificité intéressante, à savoir :

- de plus en plus élevée pour les signes de plus en plus spécifiques (car associés à une probabilité forte de franchissement).
- moins élevée pour les signes sensibles (associés au diagnostic de franchissement mais non spécifiques de celui-ci).

Les signes spécifiques de franchissement retenus pour l'élaboration du score étaient les fractures de scapula bilatérales, les disjonctions sacro-iliaques bilatérales et les fractures vertébrales épineuses à l'étage lombaire (Spe = 0.96), les pneumopéricardes et pneumopéritoinies (Spe = 0.91), l'emphysème sous-cutané à l'étage abdominal (Spe = 0.86), la présence d'au moins une fracture vertébrale épineuse (Spe = 0.80) et l'emphysème sous-cutané superficiel (Spe = 0.75).

Les signes sensibles mais peu spécifiques retenus étaient un nombre de fractures costales supérieur à 5 (Se = 0.86), les fractures costales bilatérales (Se = 0.82), les fractures costales des arcs moyens ou multi-sites, la présence d'au moins une fracture transverse ou d'un emphysème sous-cutané quel que soit sa localisation ou sa quantité (Se = 0.77).

Le signe spécifique de l'absence de franchissement, à savoir l'absence d'emphysème sous-cutané (Spe = 0.77), a été associé à une valeur négative de points au sein du score (car en défaveur du diagnostic de franchissement).

L'addition des points attribués a permis de déterminer un score sur un total de 255 points. On a alors proposé une gamme diagnostique selon le score obtenu, avec un diagnostic de franchissement peu probable en cas de score inférieur à 85, un franchissement probable en cas de score compris entre 85 et 170 et un diagnostic de franchissement fortement probable si supérieur à 170.

Ce score est résumé dans le **Tableau 11**.

Tableau 11. Score pour le diagnostic de franchissement au scanner post-mortem.

<i>Lésions spécifiques</i>	<i>Points</i>
Fracture de scapula bilatérale	+35
Disjonction sacro-iliaque bilatérale	+35
Fracture épineuse lombaire	+35
Pneumopéricarde	+30
Pneumopéritoine	+30
Emphysème sous-cutané abdominal	+25
Fracture épineuse (quel que soit l'étage)	+20
Emphysème sous-cutané superficiel	+15
Absence d'emphysème sous-cutané	-15
<i>Lésions sensibles</i>	<i>Points</i>
Fractures costales > 5	+8
Fractures costales bilatérales	+6
Fractures costales arc moyen	+4
Fractures costales multi-sites	+4
Fracture transverse	+4
Emphysème sous-cutané	+4
<i>TOTAL</i>	<i>/ 255</i>

V. DISCUSSION

Le but de notre étude était de déterminer la performance diagnostique du PMCT dans le diagnostic de franchissement, par l'analyse des différentes lésions retrouvées sur ces scanners, et d'évaluer leur sensibilité et spécificité.

Notre étude a montré que certaines lésions étaient associées de manière significative aux sujets franchis par rapport au groupe contrôle, qui comprenait des victimes d'AVP non franchies, à savoir :

- Au niveau osseux,
 - les fractures sternales.
 - les fractures costales lorsqu'elles intéressaient l'arc moyen ou plusieurs arcs sur la même côte (fractures costales multi-sites), lorsqu'elles étaient bilatérales ou encore en nombre supérieur à 5.
 - les fractures de scapula et notamment lorsqu'elles étaient bilatérales.
 - Les disjonctions sacro-iliaques bilatérales.
 - Les fractures des apophyses épineuses ou transverses vertébrales, et particulièrement lorsqu'elles intéressaient les vertèbres lombaires.
 - Les lésions de cheville.
- Au niveau des tissus mous,
 - l'emphysème sous-cutané, au niveau du thorax mais particulièrement au niveau abdominal, d'autant plus si son caractère était superficiel ou asymétrique.
 - les pneumopéricardes.
 - les pneumopéritoinies.

A l'inverse, notre étude a montré que l'absence totale d'emphysème sous-cutané sur les PMCT était associée de manière statistiquement significative à l'absence de franchissement (association au groupe « contrôle » et donc aux victimes non franchies). La quantification gradée de l'emphysème ne s'est pas montrée pertinente.

Il a également été retrouvé une association des autres lésions étudiées avec le groupe « franchi », mais de manière non statistiquement significative.

A. Corrélation des lésions retrouvées avec le processus mécanique de franchissement

Les lésions mécaniques retrouvées lors des traumatismes sont la conséquence et corrélées à la cinétique et aux forces motrices de l'impact. En effet, certaines lésions permettent de reconstruire les circonstances d'un accident et notamment d'un AVP et la dynamique d'un impact est prédictif du type de lésions engendrées (1,2,5).

Dans notre travail, les lésions retrouvées sont en corrélation avec les forces motrices s'exerçant lors d'un mécanisme de franchissement. Il y a en effet un phénomène de compression antéro-postérieure (impact de la roue sur le corps contre une surface dure sous-jacente), qui explique certaines lésions comme les fractures des apophyses épineuses vertébrales, les fractures costales multi-sites et les disjonctions sacro-iliaques. Le mécanisme de franchissement implique le fait de rouler sur une surface corporelle conséquente (souvent par un véhicule à 4 roues et donc sur une surface importante), expliquant le caractère bilatéral retrouvé pour plusieurs lésions comme les fractures costales bilatérales ou les fractures de scapula bilatérales. De par le fait de rouler sur le corps avec un véhicule et donc un pneu, un phénomène de friction des tissus mous a lieu et donc un décollement dissocié des tissus sous-cutanés (effet vacuum et cisaillement), créant un nouvel espace au sein des parties molles qui se comble d'air, expliquant l'emphysème sous-cutané retrouvé sur nos imageries.

B. Corrélation avec les données de la littérature

Il n'existe à ce jour que très peu d'études traitant des lésions retrouvées dans le mécanisme de franchissement. Les travaux principaux abordant le sujet, à savoir les études de Teresiński et Mądro et de Karger et al, incluant des piétons victimes d'AVP motorisés, avaient plutôt pour objectif de mettre en évidence des lésions pouvant témoigner de la position debout de la victime au moment de l'accident et plus spécifiquement d'un mécanisme de percussion, en corrélant notamment les lésions cervicales, rachidiennes, des genoux, des chevilles et du bassin retrouvées en autopsie avec les circonstances accidentelles rapportées dans les dossiers judiciaires (2,3,9–12). Ces travaux ont en effet étudié des sujets franchis, avec dans l'étude de Teresiński et Mądro 371 piétons, incluant 90 franchis (dont 47 percutés au

préalable), et dans l'étude de Karger et al 53 victimes franchies (dont 21 avec percussion préalable), mais plus dans un objectif de déterminer des lésions spécifiques de la percussion ayant précédé. Aucune étude ne s'est intéressée spécifiquement aux lésions retrouvées dans les franchissements, à leur intérêt pour en poser le diagnostic ou à la détection de celles-ci au scanner. Il est donc difficile de comparer les résultats de notre étude aux données antérieures de la littérature.

Cependant, nos résultats restent concordants avec les quelques données disponibles. Tout d'abord, tout comme dans le travail de Chatzaraki, nous avons pu à nouveau montrer que le PMCT est performant dans la détection d'un grand nombre de lésions osseuses (notamment au niveau du pelvis ou du rachis), mais aussi dans la détection de certaines lésions gazeuses, particulièrement de l'emphysème sous-cutané, avec une bonne visibilité de celui-ci sur les scanners analysés (8,23,24).

Dans notre travail, les contusions des muscles du cou étaient retrouvées chez environ 26% de notre population (groupes « franchi » et « contrôle » confondus), en accord avec l'étude de Teresiński et Mądro qui retrouvait ces lésions chez 25% des victimes d'AVP concernant un piéton et un véhicule motorisé (franchis et non franchis) (3). De même, nous ne retrouvons aucune lésion osseuse cervicale dans notre groupe « franchi », même si nos résultats n'étaient pas significatifs, cela reste en accord avec les résultats de leur travail dans lequel 80% des sujets franchis sans percussion préalable ne présentaient aucune lésion osseuse cervicale. Les 20% restant présentaient des fractures complexes et cette différence avec nos résultats peut s'expliquer par le fait que nous n'avons pas recueilli tous les types de fractures cervicales mais seulement celles intéressant les processus transverses ou épineux. En accord avec Karger et al, nous retrouvons plus de fractures vertébrales thoraciques chez les sujets franchis et aucune fracture vertébrale cervicale (de manière non statistiquement significative) (12).

Tout comme dans ces travaux, les lésions pelviennes étaient plus fréquentes chez les sujets franchis, avec semblablement des lésions bilatérales des sacro-iliaques un peu plus de deux fois plus fréquentes dans le groupe « franchi » que dans le groupe « contrôle ». De même, nous retrouvons comme eux deux fois plus de lésions de hanche chez les sujets franchis, bien que l'association au franchissement ne soit pas ressortie comme statistiquement significative dans notre travail (probablement en lien avec un manque de puissance concernant ces lésions puisque peu fréquentes dans notre population) (2,11).

Notre résultat concernant les lésions de cheville n'est quant à lui pas totalement en accord avec les données antérieures et notamment avec le travail de Teresiński qui mettait en évidence ces lésions plutôt dans les mécanismes de percussion que de franchissement alors que nous avons retrouvé ici une association avec le groupe « franchi » (2,9). Nous aurions pu expliquer cela par un mécanisme initial de percussion plus fréquent dans ce groupe, qui ne concernait que des piétons (alors que le groupe « contrôle » incluait des victimes d'AVP pouvant être au sein de leur véhicule et donc non percutées), mais cette différence statistiquement significative persistait après ajustement sur le facteur de confusion « percussion ». Cependant il a déjà été montré que, même si moins fréquentes que dans les AVP avec percussion, les lésions de chevilles pouvaient se retrouver dans certains cas de franchissements (9).

Les autres lésions visibles au PMCT et associées au franchissement dans notre travail n'ont pas été décrites dans les données antérieures de la littérature mais n'ont jamais fait l'objet d'un travail dédié.

Ce travail a également permis de montrer à nouveau, comme dans les études préalables, les performances du PMCT dans la détection de certaines lésions, dont certaines difficiles à explorer en autopsie (particulièrement les lésions osseuses profondes telles que celles du bassin ou des scapulas ainsi que les lésions gazeuses, telles que l'emphysème sous-cutané, les pneumopéritonées ou les pneumopéricardes). De même, on souligne à nouveau qu'il ne peut venir qu'en complément et non remplacer l'autopsie car, tout comme dans les études antérieures, la détection des autres lésions des tissus mous semblait difficile au scanner, alors que pour la plupart facilement détectées en autopsie. Ce travail vient donc à nouveau appuyer l'intérêt d'une utilisation conjointe du PMCT et de l'autopsie, avec la réalisation du scanner en amont, permettant ainsi de détecter certaines lésions et de l'orienter (8,15,18–21,23,24,28). Nous n'avons pas vérifié si l'ensemble des lésions osseuses retrouvées sur nos scanners, en particulier celles pouvant être retrouvées en autopsie, étaient effectivement visualisées lors des examens internes des différentes victimes car il a déjà été montré que les résultats des PMCT étaient concordants avec ceux retrouvés en autopsie lors d'études antérieures (8,18–24,28). Nos sujets franchis avaient effectivement tous bénéficié d'une autopsie qui posait le diagnostic de franchissement, nous avons donc considéré que les lésions retrouvées au PMCT étaient en corrélation avec celle-ci.

C. Points forts et limites de l'étude

Notre étude apparaît inédite ; en effet il n'existe pas d'étude dans la littérature traitant de la performance diagnostique du PMCT dans le diagnostic de franchissement, ni même des signes scanographiques retrouvés chez les victimes franchies. Il n'existe à ce jour que très peu d'études traitant du sujet de franchissement de manière globale et des lésions qui lui sont associées.

Le caractère multicentrique est également un point fort de notre étude et nous a permis d'étudier un plus grand nombre de sujets franchis, tout en gardant un faible nombre de données manquantes.

L'élaboration d'un score diagnostique en fonction du caractère plus ou moins spécifique et sensible des différents signes scanographiques étudiés rend notre étude pertinente dans un objectif d'application éventuelle de celui-ci dans la pratique et l'exploration médico-légale future et quotidienne, afin d'orienter l'autopsie. Nous avons donc en effet remis en avant l'intérêt du scanner dans la prise en charge médico-légale des AVP, et notamment dans sa capacité à analyser les lésions d'emphysème sous-cutané et l'ensemble des structures osseuses, qui peuvent s'avérer être difficilement analysable lors des autopsies.

Les AVP avec franchissement étant rares, notre étude n'a pu inclure qu'un faible nombre de sujets, diminuant sa puissance. Cela a notamment limité les analyses statistiques avec l'impossibilité de réaliser des analyses multivariées (nombre de sujets insuffisant). Notre population semblait représentative de la population générale, sous réserve de l'exclusion des cas pédiatriques. Cela a en effet pu entraîner un biais de sélection sachant que les enfants semblent présenter des lésions différentes, avec globalement moins de fractures (ceci étant expliqué par le caractère plus plastique des os), notamment au niveau des côtes ou des lésions osseuses pelviennes (29–32), ce qui justifiait justement l'exclusion des cas pédiatriques de notre étude. Le score établi ne semble donc applicable que pour les victimes âgées de plus de 15 ans.

Cette étude comparative présente des limites dans le choix des sujets au sein du groupe « contrôle ». Nous avons décidé d'y inclure toutes les victimes d'AVP pour lesquelles nous étions certains qu'aucun franchissement n'avait eu lieu, pour pouvoir recueillir un nombre suffisant de sujets. Nous avons donc inclus certaines victimes d'AVP où le sujet étudié était au sein d'un véhicule au moment de l'accident. Cela a pu induire un biais de sélection puisque ces sujets n'étaient donc pas piétons, avec des lésions possiblement spécifiques de

mécanismes différents (par exemple des lésions de décélération ou dues à la ceinture de sécurité). Cependant, cela a tendance à refléter la pratique quotidienne puisque les circonstances de l'accident ne sont pas toujours connues, tout comme le mécanisme lésionnel et c'est justement la prise en charge médico-légale qui va permettre de les évoquer de manière plus précise.

L'analyse de certaines lésions radiologiques peut être qualifiée de subjective, comme par exemple pour l'emphysème sous-cutané. Malgré la pertinence de la présence ou non d'un emphysème sous-cutané pour le diagnostic de franchissement, la quantification gradée de celui-ci ne s'est pas montrée pertinente, peut-être parce que trop subjective (car ici déterminée par une échelle visuelle arbitraire).

D. Perspectives

Notre travail ouvre sur plusieurs possibilités d'études complémentaires. Tout d'abord il semblerait intéressant de réaliser le même type d'étude mais avec un recueil scanographique en aveugle du diagnostic de franchissement, permettant ainsi l'absence de biais d'observation.

Il serait également pertinent de réaliser une étude à plus grande échelle, notamment multicentrique au niveau national sur plusieurs instituts médico-légaux (IML), pour augmenter la validité externe de notre travail, afin d'inclure une population plus importante et donc d'en augmenter la puissance. Certains signes associés au diagnostic de franchissement dans notre étude pourraient alors peut-être ressortir comme statistiquement significatifs.

Nous avons inclus dans le groupe « contrôle » certaines victimes d'AVP se trouvant au sein de leur véhicule au moment de l'accident, limitant la similarité des deux groupes comparés. Il pourrait donc être discuté de réaliser un travail n'incluant dans le groupe « contrôle » que des sujets piétons ayant été percutés mais non franchis.

Nous n'avons pas étudié les différents signes en fonction des âges des victimes. Cela semblerait cependant intéressant puisque certaines études montrent que les lésions sont différentes dans les AVP de cas pédiatriques, du fait d'une anatomie et d'une physiologie différente (29–32). Il existe notamment plus de lésions au niveau de la tête et du cou (possiblement en lien avec un ratio de surface corporelle différent, avec une tête occupant

un volume plus important par rapport au corps que chez l'adulte) (32), et moins de lésions osseuses (en lien avec une plasticité plus importante des structures osseuses pédiatriques). Il serait donc judicieux d'étudier les lésions visibles au PMCT chez les cas pédiatriques de franchissement et de les comparer à celles retrouvées chez les adultes. De même, les personnes âgées présentent elles aussi des caractéristiques anatomiques particulières, notamment concernant les tissus mous et cutanés qui sont plus fragiles, pouvant laisser supposer une fréquence plus importante de certaines lésions dans les cas de franchissement, comme les hématomes des parties molles ou particulièrement l'emphysème sous-cutané.

Pour améliorer la validité interne de notre étude et éviter un biais de confusion, il pourrait alors être réalisé au préalable dans un prochain travail un appariement des groupes « franchi » et « contrôle » sur les différents facteurs de confusion, comme par exemple l'âge cité ci-dessus, mais aussi le type de véhicule, la réalisation d'un massage cardiaque externe ou non et le port d'une ceinture de sécurité pour les victimes au sein d'un véhicule.

L'emphysème sous-cutané a été gradué dans notre étude par une méthode visuelle arbitraire, qui rend la reproductibilité de cette quantification difficile et aléatoire, on pourrait ainsi envisager dans un prochain travail une quantification scanographique plus précise à l'aide de mesures de volumes sur l'imagerie (volumétrie).

Nous avons proposé un score scanographique en fonction de la sensibilité et/ou spécificité des lésions associées au franchissement de manière statistiquement significative, applicable sur les PMCT des victimes d'AVP impliquant un piéton âgé de plus de 15 ans. Il est nécessaire d'appliquer ce score sur une nouvelle population afin d'en évaluer sa pertinence et sa fiabilité.

VI. CONCLUSION

Notre travail avait pour but de déterminer les performances diagnostiques du PMCT dans le diagnostic de franchissement par un véhicule motorisé, en étudiant les signes retrouvés au scanner, ainsi que leur sensibilité et spécificité.

Il a en effet confirmé l'association de certaines lésions, déjà connues comme associées au franchissement, et leur possible détection scanographique, comme les disjonctions sacro-iliaques bilatérales ou les fractures vertébrales épineuses. Cette étude est cependant novatrice car elle a mis en évidence de nouvelles lésions visibles au PMCT et associées statistiquement au franchissement, non étudiées jusqu'alors. D'abord au niveau osseux avec les fractures sternales, les fractures costales bilatérales, de l'arc moyen ou multi-sites, les fractures de scapula (notamment lorsque bilatérales) et les fractures des processus transverses vertébraux, mais également au niveau des parties molles, avec l'emphysème sous-cutané (notamment sa présence à l'étage abdominal, son caractère superficiel ou asymétrique), les pneumopéricardes ou les pneumopéritoinies. Ce travail est donc très intéressant car il prouve à nouveau la performance du scanner dans la détection des lésions osseuses, tout en mettant également en avant sa capacité à détecter certaines lésions des tissus mous, et notamment de lésions difficilement visibles en autopsie. Cela nous a donc permis de mettre en évidence les performances diagnostiques du PMCT pour le franchissement et une fois de plus de prouver l'intérêt de son utilisation en complément de l'autopsie afin d'apporter des informations supplémentaires et de pouvoir l'orienter.

Nous avons proposé, dans le prolongement de notre étude, un score diagnostique scanographique (applicable dans les AVP impliquant un véhicule motorisé et un piéton âgé de plus de 15 ans), prenant en compte les différentes lésions sensibles et spécifiques associées statistiquement au franchissement, afin de poser ou d'orienter vers ce diagnostic suite au PMCT. Il faudra l'appliquer dans un travail ultérieur pour en évaluer la pertinence clinique et diagnostique sur une nouvelle population.

REFERENCES

1. Harruff RC, Avery A, Alter-Pandya AS. Analysis of circumstances and injuries in 217 pedestrian traffic fatalities. *Accident Analysis & Prevention*. janv 1998;30(1):11-20.
2. Teresiński G, Mądro R. Evidential value of injuries useful for reconstruction of the pedestrian–vehicle location at the moment of collision. *Forensic Science International*. août 2002;128(3):127-35.
3. Mądro R, Teresiński G. Neck injuries as a reconstructive parameter in car-to-pedestrian accidents. *Forensic Science International*. avr 2001;118(1):57-63.
4. Schmidt S, Schulz R, Pfeiffer H, Schmeling A, Geserick G. On the evidential value of a Messerer fracture sustained in a car-pedestrian traffic accident. *Int J Legal Med*. nov 2016;130(6):1593-7.
5. Li Z, Zou D, Liu N, Zhong L, Shao Y, Wan L, et al. Finite element analysis of pedestrian lower limb fractures by direct force: The result of being run over or impact? *Forensic Science International*. juin 2013;229(1-3):43-51.
6. Markogiannakis H. Motor vehicle trauma: analysis of injury profiles by road-user category. *Emergency Medicine Journal*. 1 janv 2006;23(1):27-31.
7. Otte D, Haasper C. Characteristics on fractures of tibia and fibula in car impacts to pedestrians and bicyclists - influences of car bumper height and shape. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med*. 2007;51:63-79.
8. Chatzaraki V, Thali MJ, Ampanozi G, Schweitzer W. Fatal Road Traffic Vehicle Collisions With Pedestrian Victims: Forensic Postmortem Computed Tomography and Autopsy Correlation. *Am J Forensic Med Pathol*. juin 2018;39(2):130-40.
9. Teresiński G, Mądro R. Ankle joint injuries as a reconstruction parameter in car-to-pedestrian accidents. *Forensic Science International*. avr 2001;118(1):65-73.
10. Teresiński G, Mądro R. Knee joint injuries as a reconstructive factors in car-to-pedestrian accidents. *Forensic Science International*. déc 2001;124(1):74-82.
11. Teresiński G, Mądro R. Pelvis and hip joint injuries as a reconstructive factors in car-to-pedestrian accidents. *Forensic Science International*. déc 2001;124(1):68-73.
12. Karger B, Teige K, Fuchs M, Brinkmann B. Was the pedestrian hit in an erect position before being run over? *Forensic Science International*. juin 2001;119(2):217-20.

13. Doro L, Bonvicini B, Beccegato E, Terranova C. Lying on the Road Before Being Run Over: Vehicular Manslaughter, Suicide, or Accident? Two Case Reports and Literature Review. *J Forensic Sci.* nov 2020;65(6):2170-3.
14. Comité des ministres européens. Recommandation Européenne No 99-3.pdf. 658e réunion des délégués des ministres; 1999.
15. Dedouit F, Otal P, Costagliola R, Loubes Lacroix F, Telmon N, Rouge D, et al. Application a la thanatologie de l'imagerie en coupe: revue iconographique. *Journal de Radiologie.* juin 2006;87(6):619-38.
16. Egger C, Vaucher P, Doenz F, Palmiere C, Mangin P, Grabherr S. Development and validation of a postmortem radiological alteration index: the RA-Index. *Int J Legal Med.* juill 2012;126(4):559-66.
17. Grabherr S, Doenz F, Steger B, Dirnhofer R, Dominguez A, Sollberger B, et al. Multi-phase post-mortem CT angiography: development of a standardized protocol. *Int J Legal Med.* nov 2011;125(6):791-802.
18. Underwood J. Post-mortem imaging and autopsy: rivals or allies? *The Lancet.* janv 2012;379(9811):100-2.
19. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW, Lee SH, Harris JN, Jackson A, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *The Lancet.* janv 2012;379(9811):136-42.
20. Shiotani S, Shiigai M, Ueno Y, Sakamoto N, Atake S, Kohno M, et al. Postmortem computed tomography findings as evidence of traffic accident-related fatal injury. *Radiat Med.* juin 2008;26(5):253-60.
21. Hoey BA, Cipolla J, Grossman MD, McQuay N, Shukla PR, Stawicki SP, et al. Postmortem Computed Tomography, "CATopsy", Predicts Cause of Death in Trauma Patients. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care.* nov 2007;63(5):979-86.
22. Scholing M, Saltzherr TP, Fung Kon Jin PHP, Ponsen KJ, Reitsma JB, Lameris JS, 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):2333-41.
23. Jalalzadeh H, Giannakopoulos GF, Berger FH, Fronczek J, van de Goot FRW, Reijnders UJ, et al. Post-mortem imaging compared with autopsy in trauma victims – A systematic review. *Forensic Science International.* déc 2015;257:29-48.
24. Sochor MR, Trowbridge MJ, Boscak A, Maino JC, Maio RF. Postmortem Computed Tomography as an Adjunct to Autopsy for Analyzing Fatal Motor Vehicle Crash Injuries:

- Results of a Pilot Study. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*. sept 2008;65(3):659-65.
25. Sifaoui I, Nedelcu C, Beltran G, Dupont V, Lebigot J, Gaudin A, et al. Performance du scanner post-mortem sans injection dans la détection des lésions thoraciques après mort violente. *Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle*. oct 2017;98(4-5):217-24.
 26. Leth PM, Ibsen M. Abbreviated Injury Scale Scoring in Traffic Fatalities: Comparison of Computerized Tomography and Autopsy. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*. juin 2010;68(6):1413-6.
 27. Donchin Y, Rivkind AI, Bar-Ziv J, Hiss J, Almog J, Drescher M. UTILITY OF POSTMORTEM COMPUTED TOMOGRAPHY IN TRAUMA VICTIMS: *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. oct 1994;37(4):552-6.
 28. Schmitt-Sody Ma, Kurz S, REiser Ma, Kanz KG, Kirchhoff C, Peschel O, et al. Analysis of death in major trauma: value of prompt post mortem computed tomography (pmCT) in comparison to office hour autopsy. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. déc 2016;24(1):38.
 29. Swaid F, Peleg K, Alfici R, Olsha O, Givon A, Kessel B. A comparison study of pelvic fractures and associated abdominal injuries between pediatric and adult blunt trauma patients. *Journal of Pediatric Surgery*. mars 2017;52(3):386-9.
 30. Demetriades D, Karaiskakis M, Velmahos GC, Alo K, Murray J, Chan L. Pelvic Fractures in Pediatric and Adult Trauma Patients: Are They Different Injuries? *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. juin 2003;54(6):1146-51.
 31. Meier R, Krettek C, Grimme K, Regel G, Remmers D, Harwood P, et al. The Multiply Injured Child. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. mars 2005;432:127-31.
 32. Brison RJ, Wicklund K, Mueller BA. Fatal Pedestrian Injuries to Young Children: A Different Pattern of Injury. 1988;78(7):3.

FIGURES ET TABLEAUX

Figures.

Figure 1. Schématisation du mécanisme de collision entre un véhicule léger et un piéton.

Source : Traité de médecine légale – Beauthier

Figure 2. Hématome du mollet gauche correspondant au point d'impact avec le pare-choc.

Source : Traité de médecine légale – Beauthier

Figure 3. Dermabrasions cutanées. *Source : Traité de médecine légale – Beauthier*

Figure 4. Fracture du membre inférieur par impact du pare-choc. *Source : Traité de médecine légale – Beauthier*

Figure 5. Fractures de côtes multi-sites.

Figure 6. Fractures de côtes multi-sites.

Figure 7. Disjonction sacro-iliaque unilatérale.

Figure 8. Disjonction sacro-iliaque bilatérale.

Figure 9. Luxation de hanche gauche.

Figure 10. Lésion de cheville.

Figure 11. Contusion des muscles du cou.

Figure 12. Hématome des parties molles.

Figure 13. Emphysème sous-cutané superficiel.

Figure 14. Emphysème sous-cutané asymétrique.

Figure 15. Emphysème sous-cutané associé à un hématome de paroi.

Figure 16. Emphysème sous-cutané de grade 1.

Figure 17. Emphysème sous-cutané de grade 2.

Figure 18. Emphysème sous-cutané de grade 3.

Figure 19. Emphysème sous-cutané de grade 4.

Figure 20. Flowchart du screening de la population.

Tableaux.

Tableau 1. Victimes décédées lors d'accidents de la voie publique recensés en 2020 par l'ONISR selon l'âge et les modalités.

Tableau 2. Victimes décédées lors d'accidents de la voie publique recensés par l'ONISR en 2020 selon l'âge et le sexe.

Tableau 3. Nombre d'accidents de la voie publique corporels selon la catégorie de route recensés par l'ONISR en 2020.

Tableau 4. Description de la population du groupe « franchi ».

Tableau 5. Description de la population du « groupe contrôle ».

Tableau 6. Régression logistique univariée sur les lésions osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans les groupes « franchi » et « contrôle ».

Tableau 7. Régression logistique univariée sur les lésions non osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans les groupes « franchi » et « contrôle ».

Tableau 8. Ajustements sur les lésions retrouvées au scanner post-mortem et les facteurs de confusion éventuels.

Tableau 9. Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des lésions osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans le diagnostic de franchissement.

Tableau 10. Sensibilité, spécificité, valeurs prédictives positive et négative des lésions non osseuses retrouvées au scanner post-mortem dans le diagnostic de franchissement.

Tableau 11. Score pour le diagnostic de franchissement au scanner post-mortem.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis à exercer la médecine, en présence des maîtres de cette école et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité qui la régissent.

Mon premier souci sera, de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous les éléments physiques et mentaux, individuels, collectifs 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 dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

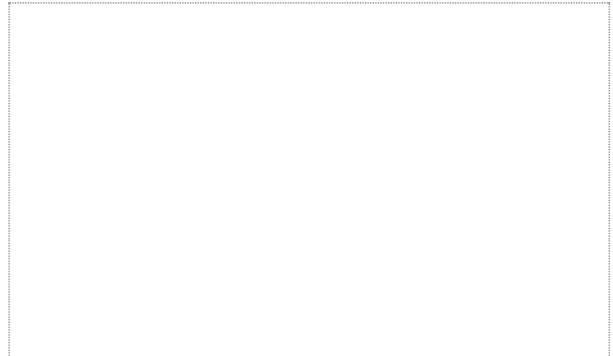
J'informerai les patients de décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer leurs consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai influencer ni par la recherche du gain ni par 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, sans acharnement. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Que je sois modéré en tout, mais insatiable de mon amour de la science. Je n'entreprendrai rien qui ne dépasse mes compétences ; je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

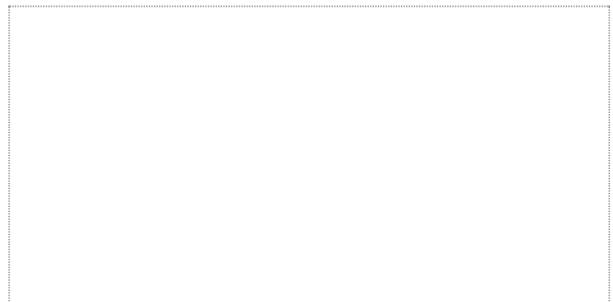
J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, Que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.

Vu, le Président du Jury,



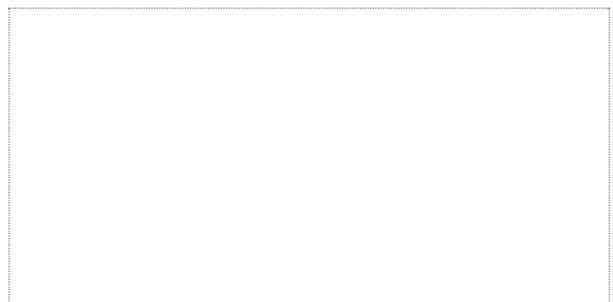
Professeur Jean-Michel Serfaty

Vu, le Directeur de Thèse,



Docteur Mathilde DUCLOYER

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

Titre de Thèse : PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DU SCANNER POST-MORTEM POUR LE DIAGNOSTIC DE FRANCHISSEMENT PAR UN VEHICULE MOTORISE : ETUDE DE CAS COMPARATIVE

RESUME

Cette étude comparative rétrospective multicentrique avait pour objectif de déterminer les performances diagnostiques du PMCT pour le diagnostic de franchissement dans les AVP motorisés impliquant un piéton, en comparant un groupe incluant des victimes de franchissement (n=22) et un groupe de victimes non franchies (n=44). Après analyses univariées, certaines lésions retrouvées sur les PMCT étaient plus fréquentes dans le groupe « franchi » et statistiquement associées de manière significative au franchissement (fractures sternales, fractures costales de l'arc moyen, multi-sites, bilatérales ou en nombre supérieur à 5, fractures de scapula et notamment bilatérales, disjonctions sacro-iliaques bilatérales, fractures des processus vertébraux épineux et transverses, notamment à l'étage lombaire, lésions de chevilles, emphysème sous-cutané et notamment si superficiel ou asymétrique, pneumopéricardes et pneumopéritoinés). Cela a permis de proposer un score diagnostique scanographique permettant d'évoquer le diagnostic de franchissement suite au PMCT afin d'orienter l'autopsie.

MOTS-CLES

SCANNER POST-MORTEM, FRANCHISSEMENT, ACCIDENT DE LA VOIE PUBLIQUE, VEHICULE MOTORISE, PIETON, SCORE DIAGNOSTIQUE SCANOGRAPHIQUE