Utilisation des bases de données médico-administratives pour la recherche clinique et épidémiologique en orthopédie

Benjamin Bouyer

▶ **To cite this version:**

Benjamin Bouyer. Utilisation des bases de données médico-administratives pour la recherche clinique et épidémiologique en orthopédie. Santé publique et épidémiologie. Université Paris Saclay (COmUE), 2019. Français. NNT : 2019SACLS462 . tel-02887093

HAL Id: tel-02887093
https://theses.hal.science/tel-02887093

Submitted on 2 Jul 2020

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.

université PARIS-SACLAY

NNT : 2019SACLS462

Thèse de doctorat

Utilisation des bases de données médico-administratives pour la recherche clinique et épidémiologique en orthopédie

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay
préparée à l'Université Paris Sud

École doctorale 570 santé publique EDSP

Spécialité de doctorat: Santé Publique – Épidémiologie

Thèse présentée et soutenue au Kremlin-Bicêtre le 18 décembre 2019, par

Benjamin Bouyer

Composition du Jury :

Pascal Tuber-Bitter Directeur de recherche, Inserm	Présidente du jury
Francis Guillemin Professeur, Université Nancy-Lorraine	Rapporteur
Emmanuel, Lagarde Directeur de recherche, Inserm	Rapporteur
Pascal Caillet Assistant spécialiste, CHU de Nantes	Examinateur
Anne Thiébaut Chercheur, Inserm	Invitée
Joël Coste Professeur, Université paris Descartes	Directeur de thèse
Mahmoud Zureik Professeur, Université Versailles Saint-Quentin	Co-Directeur de thèse

Remerciements

A mes directeurs de thèse

Joël Coste
Merci Joël. Après avoir dirigé mon master, tu as accepté de diriger cette thèse. Avec la même conviction, la même intelligence et la même rigueur qui font mon admiration. Ton aide, ton soutien et ta disponibilité ont été très précieux tout au long de ce travail.

Mahmoud Zureik
Merci Mahmoud d'avoir accepté de co-diriger ce travail. Ton accueil chaleureux au sein de l'équipe de l'ANSM m'a permis de découvrir tout un champ de travail passionnant.

Aux membres du jury
Anne Thiébaut
Merci Anne d'avoir accepté d'être rapporteuse de cette thèse après avoir été sa tutrice. Ton soutien bienveillant a été d'une grande aide tout au long de ces années.

Francis Guillemin
Merci à vous d'avoir accepté d'être rapporteur. Vous aviez été présent à mes premiers travaux de santé publique sur Khoala, c'est un grand plaisir de vous présenter ceux-ci.

Pascal Caillet
Merci Pascal d'avoir accepté de participer à ce jury. J'espère qu'il sera le départ de futures collaborations fructueuses

Emmanuel Lagarde
Merci Emmanuel d'avoir accepté de participer à ce jury. J'ai pu grâce à toi découvrir le centre de recherche de Bordeaux, et profiter d'un accueil enthousiaste. J'espère y poursuivre de belles collaborations.

A l'équipe de l'ANSM

Rosemary Dray-Spira
Merci Rosemary de m'avoir accueilli au sein de ton équipe au début de cette thèse et de m'y avoir donné toute la liberté pour mener mes travaux.

Annie Rudnichi
Un très grand merci à toi Annie qui m'a accompagné au début de cette thèse. Les péripéties initiales m'ont beaucoup appris et t'ont couté quelques sueurs froides !! Merci pour ton aide sans faille.

Fanny et Aurore
Merci à Fanny et Aurore et leur ficus. J'ai partagé de supers moments avec vous dans notre bureau.

Merci bien sûr à toute l'équipe, j'ai beaucoup appris à vos côtés !

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

A l'équipe de la CNAM

Alain Weill
Merci Alain pour ton aide et ton expertise. J'ai beaucoup apprécié la simplicité et la justesse de tes conseils.

Fanny Leroy
Merci Fanny pour ton aide et ta disponibilité, même entre deux biberons ! Le mérite de l'étude sur les fractures te revient.

Jérémie Rudant
Merci Jérémie pour ton travail sur les fractures et tes relectures pertinentes

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Valorisation scientifique

Articles scientifiques

Publié :

Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study on 325 000 French patients, J Thromb Haemost. 2018 Jun 12, doi: 10.1111/jth.14205
Bouyer B, Rudnichi A, Dray-Spira R, Zureik M, Coste J.

Accepté :

Le Système National des Données de Santé: description et application dans le champ de l'orthopédie, OTSR
Benjamin Bouyer, Mahmoud Zureik, Rosemary Dray-Spira, Alain Weill, Joël Coste

Soumis :

Burden of fractures in France. Incidence and severity by age, gender and site in 2016, Injury
Benjamin Bouyer; Fanny Leroy; Jérémie Rudant; Alain Weill; Joël Coste

Communications scientifiques

Risque thromboembolique en France après chirurgie rachidienne dans une cohorte de 325 000 patients. B. Bouyer , congrès SFCR 2018

Table des matières

REMERCIEMENTS **2**

VALORISATION SCIENTIFIQUE **4**

TABLE DES MATIERES **5**

INTRODUCTION GENERALE **7**

PRESENTATION DE LA DISCIPLINE ORTHOPEDIQUE **7**
NAISSANCE ET DEVELOPPEMENT DE L'ORTHOPEDIE MODERNE 7
ORGANISATION ACTUELLE 10
RECHERCHE EN ORTHOPEDIE **12**
ÉTAT DES LIEUX 12
VOIES D'AMELIORATION 13
LES ESSAIS RANDOMISES CONTROLES 13
LES ETUDES OBSERVATIONNELLES 14
OBJECTIFS ET PLAN DE TRAVAIL **17**

LE SYSTEME NATIONAL DES DONNEES DE SANTE ET SON UTILISATION EN ORTHOPEDIE **18**

INTRODUCTION **18**
MISSIONS ET ACTEURS DU SNDS **19**
ASSURANCE MALADIE 20
AGENCE TECHNIQUE POUR L'INFORMATION SUR L'HOSPITALISATION (ATIH) 21
LE CENTRE EPIDEMIOLOGIQUE SUR LES CAUSES MEDICALES DE DECES (CEPIDC) 21
FUTURS ACTEURS 22
DONNEES DISPONIBLES **24**
ANONYMISATION ET IMPORTATION ET DES DONNEES 24
DONNEES 25
ACCES, COMPLEXITE, OUTILS DE SIMPLIFICATION ET ALGORITHMES EXISTANTS 27
UTILISATION, APPLICATION A LA RECHERCHE EN ORTHOPEDIE **28**
INTERET ET USAGES RECONNUS 28
APPLICATIONS EN ORTHOPEDIE 29
LIMITES **31**
CONCLUSION **33**

APPLICATION A LA RECHERCHE EPIDEMIOLOGIQUE : MESURE DE L'INCIDENCE DES FRACTURES EN FRANCE EN 2016 PAR AGE, SEXE ET SITE FRACTURAIRE ET EVALUATION DES CONSEQUENCES MEDICALES **34**

INTRODUCTION **34**
METHODE **35**
SOURCE 35
PATIENTS 35
SITE FRACTURAIRE 35

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

DEGRE DE SEVERITE 36
ANALYSE STATISTIQUE 37
RESULTATS 38
INCIDENCES 38
SEVERITE 44
DISCUSSION 46

APPLICATION A LA RECHERCHE THERAPEUTIQUE: EVALUATION DU RISQUE THROMBO-EMBOLIQUE APRES CHIRURGIE DU RACHIS LOMBAIRE : ETUDE DE COHORTE DE 325 000 PATIENTS FRANÇAIS..51

INTRODUCTION 51
MATERIEL ET METHODES 53
SOURCE 53
PATIENTS 54
DONNEES COLLECTEES 55
FACTEURS DE RISQUE 56
ANALYSE STATISTIQUE 57
RESULTATS 59
PATIENTS 59
EVENEMENTS 61
FACTEURS DE RISQUE D'EVENEMENT THROMBO-EMBOLIQUE POST-OPERATOIRE 62
ROLE DE LA THROMBO-PROPHYLAXIE MEDICAMENTEUSE 65
DISCUSSION 66
CONCLUSION 70

SYNTHESE DES RESULTATS, CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES 71

RESUME DES RESULTATS PRINCIPAUX 71
QUALITE DES OUTILS D'EXPLOITATION DU SNDS 73
ÉVALUATION DE L'EFFICACITE DES INTERVENTIONS CHIRURGICALES 75
CONCLUSIONS 76

BIBLIOGRAPHIE 77

ANNEXE 84

TABLEAUX COMPLEMENTAIRES 84
CODES D'ACTES CHIRURGICAUX ISSUS DE LA CCAM 95
CODES DIAGNOSTIQUES SPECIFIQUE DU RACHIS LOMBAIRE ISSU DE LA CMI-10 95
ARTICLES 102
ARTICLE ACCEPTE SUR LE SYSTEME NATIONAL DES DONNEES DE SANTE ET SON UTILISATION EN ORTHOPEDIE 102
ARTICLE SOUMIS SUR LA MESURE DE L'INCIDENCE DES FRACTURES EN FRANCE EN 2016 PAR AGE, SEXE ET SITE FRACTURAIRE ET EVALUATION DES CONSEQUENCES MEDICALES 125
ARTICLE PUBLIE SUR L'EVALUATION DU RISQUE THROMBO-EMBOLIQUE APRES CHIRURGIE DU RACHIS LOMBAIRE : ETUDE DE COHORTE DE 325 000 PATIENTS FRANÇAIS. 154

RESUMES 163

Introduction générale

Présentation de la discipline orthopédique

Naissance et développement de l'orthopédie moderne

L'orthopédie est la spécialité chirurgicale qui traite de l'appareil locomoteur, vaste ensemble composé des os et des articulations ainsi que des tissus mous qui y sont rattachés : muscles, tendons et ligaments. De la naissance à la fin de vie, un grand nombre d'anomalies ou de pathologies peuvent être concernées dans ce domaine : déformations, dégénérescence, tumeurs, infections et traumatismes sont les affections les plus fréquentes.

Il s'agit d'une discipline ancienne mais dont les développements modernes ne sont que très récents. Le terme a été inventé et utilisé la première fois par Nicolas Andry en 1741 (1).
Anciennement pratiquée par des médecins et dédiée au traitement conservateur des fractures et des déformations des membres et du tronc, l'orthopédie est devenue une spécialité chirurgicale à partir du début du 19° siècle. La chirurgie osseuse moderne naît, elle, au cours de la deuxième moitié du vingtième siècle avec l'apparition d'implants métalliques fiables et le développement de nouvelles techniques (2,3).

L'ORTHOPÉDIE
OU
L'ART
DE PREVENIR ET DE CORRIGER
DANS LES ENFANS,
LES DIFFORMITÉS DU CORPS.
LE TOUT PAR DES MOYENS A LA PORTE'E
des Peres & des Meres, & des Perſonnes
qui ont des Enfans à élever.
PAR M. ANDRY, CONSEILLER DU ROY,
Lecteur & Profeſſeur en Médecine au College Royal,
Docteur-Regent, & ancien Doyen de la Faculté de
Médecine de Paris, &c.
Avec Figures.
TOME PREMIER.
A PARIS, RUE SAINT JACQUES.
Chez La Veuve ALIX, au-deſſus de la ruë des Noyers, au Griffon.
LAMBERT & DURAND, à la Sageſſe, & à Saint Landry.
M. DCC. XLI.
AVEC APPROBATIONS ET PRIVILEGE DU ROY.

L'essor permanent de nouveaux matériaux, technologies ou techniques chirurgicales, a été le moteur de la modernisation de l'orthopédie. Ces innovations se sont accompagnées de nombreuses surprises bonnes et mauvaises. L'invention des premières prothèses de hanche dédiées initialement aux patients atteints de fractures du col fémoral a par exemple permis de sauver ces patients dont le pronostic était auparavant catastrophique. Cependant le développement de ces dispositifs a généré également l'apparition de nouvelles pathologies et complications comme les infections de prothèse, les fractures d'implants et les réactions aux produits d'usure des matériaux utilisés (4).

Les progrès réalisés dans le traitement mais aussi la compréhension des différentes pathologies recouvrant une grande diversité nosologique ont fait de l'orthopédie une spécialités vaste et hétérogène. Aujourd'hui, il s'agit d'une discipline scindée en de nombreuses sous-spécialités identifiées par le segment corporel concerné (chirurgie du pied, du rachis, de l'épaule) ou par la spécificité de la population traitée (orthopédie pédiatrique, chirurgie du sportif…) dont le domaine de compétence se recoupe avec les champs de la rhumatologie ou de la médecine physique et de réadaptation qui sont les principales sources de collaboration.

Organisation actuelle

Représentation

L'orthopédie est une spécialité médicale reconnue depuis 1983 par le Conseil National de L'Ordre des Médecins par l'obtention d'un Diplôme d'Étude Spécialisé Complémentaire (5).
Elle est représentée au plan national par plusieurs institutions regroupées au sein de la société savante : la Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (SOFCOT) : le Conseil National Professionnel SOFCOT dont le rôle est de promouvoir la qualité de l'exercice professionnel en chirurgie orthopédique et traumatologique ; le Syndicat National des Chirurgiens Orthopédistes et le Collège Français des Chirurgiens Orthopédistes et Traumatologues, qui a pour objet de collaborer avec les pouvoirs publics dans l'élaboration de mesures concernant l'exercice de la spécialité.
Chaque sous-spécialité possède par ailleurs sa société savante la représentant : Société Française de Chirurgie du Rachis, Société Française de Chirurgie Pédiatrique, Association Française de Chirurgie du Pied, Société Française d'Arthroscopie, etc.

Démographie, répartition territoriale

En 2017, 3 216 orthopédistes dont 3 009 hommes (94 %) répertoriés par le Conseil National de l'Ordre des Médecins exerçaient en France. Plus de la moitié d'entre eux (1636, 51 %) pratiquaient dans le cadre d'un exercice libéral, les autres ayant une activité salariée et se répartissant entre différentes structures publiques (Centres hospitaliers universitaires et centres hospitaliers semi-privés). La répartition territoriale de ces médecins est également un facteur fort de diversité des pratiques. La densité moyenne de praticiens sur le plan national est de 5.1 chirurgiens pour 100 000 habitants peut ainsi varier du simple au quintuple en fonction des départements concernés.

Enfin, le degré d'expertise des chirurgiens varie également et certaines pathologies ou

techniques ne sont réalisées que dans des centres spécifiques.

Poids médico-économique

Selon un rapport de la Cour des Comptes, l'orthopédie est la discipline chirurgicale la plus importante à la fois en nombre d'actes réalisés (11 millions de patients traités chaque année en France, représentant 24,6 % de l'activité chirurgicale du pays), mais également en termes économiques avec des dépenses évaluées à 4 milliards d'euros en 2015 en augmentation de 10 % en euros constants depuis 2008, (6). Le poids du marché des dispositifs médicaux orthopédiques est également important et en accroissement constant (1,4 milliards d'euros annuel, avec une progression prévue de 7 % entre 2014 et 2020).

L'orthopédie est ainsi une discipline vaste et dispersée et en évolution permanente. Les enjeux en termes de santé publiquex sont importants et justifient une réflexion avancée au sujet de la recherche des méthodes possibles pour faire évoluer les connaissances dans ce domaine.

Recherche en orthopédie

État des lieux

La recherche en orthopédie a longtemps été conduite dans le sillage des évolutions et des nouveautés techniques. Ces travaux consistaient souvent en une évaluation a posteriori des résultats des innovations introduites à l'aide d'études observationnelles rétrospectives (7). Le niveau de preuve faible de ces méthodes et l'incertitude concernant la possibilité de biais étaient acceptables au regard de l'importance de l'effet des révolutions thérapeutiques initiales, comme le développement des premières prothèses articulaires (8). A l'heure actuelle, la plupart des innovations, ne permettent pas d'obtenir des tels gains d'efficacité, et des études de haut niveau de preuves sont nécessaires (9,10).

L'accent mis depuis plusieurs décennies sur la médecine fondée sur les preuves (11), mais également la survenue d'échecs sérieux, notamment dans le cas de certaines prothèses de hanches (12–14), ont conduit à une prise de conscience de l'insuffisance de cette approche.

Plus récemment, le débat engendré par l'affaire des « implants files » a mis en lumière et alerté l'opinion publique sur le manque d'évaluation des dispositifs médicaux et de l'encadrement de leur mise sur le marché (15).

Voies d'amélioration

Les différentes approches traditionnelles d'amélioration de la qualité et du niveau de preuve des travaux scientifiques sont applicables pour la recherche en orthopédie, mais présentent tous des limites propres.

Les essais randomisés contrôlés

La réalisation d'essais randomisés contrôlés (ECR) est la méthode de référence lors de l'évaluation d'un traitement ou d'une intervention. Ces études ont cependant des limites propres, bien décrites. De multiples problèmes peuvent subvenir tout au long de la réalisation de ces travaux entrainant des biais dans l'examen des résultats. C'est notamment le cas en cas d'allocation aléatoire des traitements non respectée, de traitement non conduit en aveugle (16–18). Mais même lorsque les conditions de réalisation d'un ECR sont remplies, la généralisabilité de résultats obtenus sur une population sélectionnée par des équipes expertes est souvent limitée et les caractéristiques d'un échantillon peuvent parfois ne représenter qu'une portion très minoritaire de la population cible (19–21).

Les difficultés de telles études en chirurgies sont connues et accroissent considérablement les risques de biais. A toutes les étapes du processus d'un ECR, elles complexifient la réalisation de celui-ci voire le rendent impossible. Ainsi, aussi bien la randomisation que la création d'une inconnue dans l'allocation du traitement, « aveugle « ou la délivrance du traitement dont la reproductibilité est très aléatoire sont des étapes à haut risque de mise en échec de la comparabilité des groupes. (22–24), et parfois sont rendus impossibles en raison des considérations éthiques (25). En orthopédie et en particulier en chirurgie rachidienne, ces difficultés sont accentuées. Les pathologies rachidiennes sont en effet souvent complexes et présentent une intrication très forte des facteurs psychologiques et désordres somatiques (26,27). De plus, les traitements entrepris sont associés à des risques de complications sévères et définitives.

Ces deux spécificités renforcent la difficulté de l'acceptation par les patients de

l'assignation aveugle du traitement. Il s'agit enfin de pathologies fonctionnelles dont les évolutions sont lentes et dont les traitements ne peuvent être évalués qu'avec des critères de jugement tardifs (comme par exemple les réinterventions à distance de chirurgie d'arthrodèse rachidienne), ce qui augmente le risque de contamination des différents groupes et le risque de patients perdus de vue.

Les études observationnelles

Définition et place actuelle des études observationnelles

Les études observationnelles ou plus précisément les études non randomisées regroupent un vaste panel de travaux possibles, comportant des différences importantes en termes de principe, conception et évaluation. Il existe de nombreuses façons de les classer avec de nombreuses variations ; en pratique il est souvent plus simples de les définir par leurs caractéristiques propres : les caractères comparatifs ou non, prospectifs ou rétrospectifs, la méthode choisie pour l'allocation des traitements ou le choix de patients témoins, la nature de l'intervention réalisée s'il y en a une et son niveau d'application (individu, groupes de patients, acteur ou structure de soin), et la méthode utilisée pour évaluer et s'assurer de la comparabilité des groupes étudiés. En raison de cette diversité et des multiples biais potentiels qui en découlent, les études observationnelles sont l'objet de débats permanents quant au degré de confiance à accorder à leurs résultats ainsi qu'à la généralisation de ceux-ci (validité externe des résultats). Ces doutes ont fait placer ces études par la plupart des organismes émettant des instructions pour la conception de recommandations cliniques, en études de qualité inférieure, ou tout du moins de « niveau de preuve inférieur » aux ECR (28). Malgré plusieurs analyses méta-épidémiologiques récentes évaluant l'estimation de l'effet traitement par les études observationnelles en comparaison avec les ECR, aucune certitude n'existe encore sur la fiabilité des résultats de ces études (29,30). La place qu'elles doivent occuper dans l'arsenal scientifique ainsi que la force de conviction des connaissances qu'elles apportent continuent d'être débattues. Face à une conception parfois rigide de la médecine fondée sur les preuves, catégorisant l'essai randomisé contrôlé en standard unique et obligatoire d'apport

de connaissances, de nombreux auteurs ont récemment remis en cause ce dogme et réaffirmé l'intérêt d'études non-randomisées de bonne qualité (31).

Principaux biais des études non-randomisées et méthode de compensation

Parmi les différents biais qui concernant les études scientifiques en général, les études non-randomisées présentent une particulière sensibilité aux biais de sélection et de performance.
Dans la première catégorie, on retrouve toutes les caractéristiques qui exposent à une altération systématique de la sélection des patients dans l'étude par rapport à ceux théoriquement attendus : cela peut être le cas pour tous les type d'études aussi bien comparatives que descriptives simples, rétrospectives que prospectives. Différents facteurs peuvent influencer ces choix, liés aux patients, comme les caractéristiques personnelles ou la sévérité de la pathologie étudiée, ou au médecin ou à la structure prenant en charge le patient.
Dans la deuxième catégorie on classe les caractéristiques exposant au risque d'une différence systématique d'allocation du paramètre étudié (diagnostic, intervention, traitement) aux patients.
Afin de prendre en compte ces biais potentiels et les amoindrir dans les études comparatives non randomisées, différentes méthodes ont été décrites et se répartissent en 3 grandes catégories principales : la stratification (en cas d'un facteur confondant prédominant), l'ajustement (principalement par modèle de régression logistique), et plus récemment, l'analyse avec score de propension. Malgré des résultats probants, en particulier pour les études avec score de propension dans les études chirurgicales (32), l'efficacité de ces méthodes est encore largement débattue (29).

Les études populationnelles en « vie réelle »

La révolution numérique qui a transformé le monde depuis trois décennies a apporté de profondes modifications dans la recherche scientifique. La modernisation des systèmes d'information médicaux et leur mise en réseau a induit des changements dans les capacités de recueil, de stockage, d'accès et d'analyse des données qui se sont accrues à très grande échelle. Ces nouvelles bases de données, ont pour caractéristiques de permettre une inclusion prospective et systématique des patients à des échelles populationnelles, éliminant ainsi une partie des biais de sélection limitant les études non-randomisées. En raison de leur taille, elles permettent l'inclusion de très nombreux patients et ainsi la réalisation de comparaisons avec une très forte puissance, autorisant l'adjonction de méthodes sophistiquées de compensation des biais. Enfin, elles rendent compte des soins en conditions réelles, abolissant les questions de généralisation des résultats des études sur échantillons restreints. De nombreux travaux ont déjà permis d'évaluer l'intérêt de ces bases de données et la fiabilité des données qui en sont issues, et ont été à l'origine de recommandations formalisées de publication des études pour en améliorer la qualité (RECORD statement) (33) . Les bénéfices apportés ont été jugés suffisamment importants pour que la Food and Drug Administration des États-Unis juge que les résultats issus de ces bases de données soient pris en considération dans les demandes de mise sur le marché des produits de santé.

Objectifs et plan de travail

L'objectif de ce travail est de décrire les différentes possibilités techniques et méthodologiques apportées par l'existence de la base de données du SNDS dans la recherche en orthopédie et de montrer les applications possibles à plusieurs types de travaux.

Cette thèse se déroule en trois volets distincts : une description adaptée à l'orthopédie de la base de données et deux travaux d'applications spécifiques permettant de mettre en lumière l'apport du SNDS dans certains domaines de recherche.

La première partie est consacrée à l'étude de la structure du SNDS et de ses différents acteurs, ainsi qu'à la description des possibilités d'usage dans le domaine de l'orthopédie. Le but de cette partie est de mettre l'accent sur les spécificités d'exploitation dans cette spécialité, en particulier dans le choix et le croisement des variables chirurgicales ; ainsi que de mieux cerner les intérêts et limites propres pour cette discipline.

La deuxième partie est dévolue à un travail d'application épidémiologique permettant de montrer l'intérêt de l'étude du SNDS dans la réalisation d'études transversales de description de phénomène de santé d'intérêt à l'échelle nationale. L'objectif de cette étude est l'estimation de l'incidence des fractures en France, et de mesurer les conséquences médicales de ces événements.

La troisième partie permet d'exposer l'utilité en pharmacovigilance des données du SNDS. L'objectif de ce volet est d'estimer l'incidence des complications thrombo-emboliques après chirurgie du rachis lombaire et d'en analyser avec précision les déterminants.

Le système national des données de santé et son utilisation en orthopédie

Introduction

Depuis plusieurs décennies, l'enregistrement des activités humaines s'est étendu à la santé. De nombreux pays et organisations collectives ont créé des bases de données de santé spécifiques (34). Les bases médico-administratives liées aux processus assurantiels et indemnitaires sont les plus répandues ; issues principalement de l'enregistrement de flux financiers sécurisés de remboursements des prestations médicales elles ont comme but premier de faciliter les démarches, rationnaliser les coûts et aider les institutions dans leur pilotage. Ces bases de données offrent aussi la possibilité de réaliser des travaux de recherche épidémiologiques et économiques de grande ampleur pouvant concerner des pathologies, des traitements, le fonctionnement du système de santé, et de permettre des comparaisons internationales.

En France, le Système National d'Information Inter-régimes de l'assurance Maladie (SNIIRAM) a été inscrit dans le code de Sécurité Sociale (Article L161-28-1) par la loi en 1999 (35). Il s'agissait d'une base de données médico-administrative dont la gestion était confiée à la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM). Cette base a progressivement intégré des informations en provenance de différents organismes et obtenu l'approbation de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) en 2001. La loi du 26 janvier 2016 a transformé cette base en réformant la gouvernance, étendant encore les sources d'informations et en le renommant Système National des Données de Santé (SNDS) (36–38).

L'objectif de ce travail est de décrire l'organisation et le fonctionnement de cette base de données médico-administrative et d'en exposer les différentes modalités d'utilisation possibles dans le champ de la recherche en orthopédie.

Missions et acteurs du SNDS

La construction progressive du SNDS de 1999 à aujourd'hui en fait un outil complexe (figure 1). Ses missions ont été définies par la loi et progressivement étendues (encadré). Le législateur a voulu en faire un outil accessible et disponible, tout en préservant le caractère anonyme et non mercantile des données. Son utilisation à des fins de promotion des produits de santé, à des fins d'exclusion de garanties des contrats d'assurance ou la modification des cotisations et des primes d'assurance est spécifiquement interdite.

Encadré : Missions du Système Nationale des Données de Santé

MISSIONS DU SYSTEME NATIONAL DES DONNEES DE SANTE
Information sur la santé, l'offre de soins, la prise en charge médico-sociale et leur qualité
Définition, mise en œuvre et évaluation des politiques de santé et de protection sociale
Connaissance des dépenses de santé, d'assurance maladie et médico-sociales
Information des professionnels, des hôpitaux ou médico-sociaux sur leur activité
Surveillance, veille et sécurité sanitaires
Recherche, études, évaluation et innovation dans les domaines de la santé et de la prise en charge médico-sociale

Assurance Maladie

La Sécurité Sociale est le système de protection sociale français créé en 1945. Elle permet une couverture de santé universelle couvrant l'ensemble des 66 millions de résidents sur le territoire français. Elle est composée de plusieurs régimes couvrant différents secteurs d'activité, dont l'évolution se fait vers une unification et une simplification progressive. Actuellement, plus de 90 % de la population relève de l'Assurance Maladie qui gère le Régime général (salariés du secteur privés et leur famille, sans emploi indemnisés ou non et retraités du même secteur) et les Sections Locales Mutualistes (agents de la fonction publique d'État, des collectivités locales, hospitalière et étudiants) ; le Régime Social des Indépendants (RSI), artisans, commerçants, professions libérales et leurs ayant-droits, retraités de ce secteur, la Mutualité Sociale Agricole (MSA), exploitants agricoles, salariés agricoles et leurs ayant-droits, retraités de ce secteur et différents régimes spéciaux couvrent le reste de la population (39). L'Assurance Maladie alimente le SNDS de l'ensemble des données de facturation (décomptes) issues des consommations de soins ambulatoires (consultations, médicaments, actes de biologie et d'imagerie…).

La CNAM en tant qu'acteur principal a été chargée de l'organisation et de la gouvernance

du SNDS. Néanmoins d'autres institutions participent à sa gestion.

Agence technique pour l'information sur l'hospitalisation (ATIH)

L'ATIH est un organisme public chargé de la collecte et de l'évaluation des données médicales et économiques des établissements de santé. Elle élabore et met à jour les différentes classifications et nomenclatures nécessaires à la mesure des soins hospitaliers. Une grande partie des données est accessible en ligne via son site internet https://www.atih.sante.fr.

A ce titre elle alimente le SNDS en données provenant du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), comprenant les diagnostics retenus, les actes réalisés notamment chirurgicaux ou de radiologie, la durée d'hospitalisation ainsi que le devenir des patients à la sortie du séjour hospitalier.

Le Centre épidémiologique sur les causes médicales de décès (CepiDC)

Le CepiDC est une organisation émanent de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM). Sa mission principale est la collecte et l'analyse des causes médicales des décès sur le territoire français. Depuis 2016, il est devenu acteur du SNDS et l'alimente progressivement de ses données.

Futurs acteurs

D'autres organismes et institutions vont graduellement intégrer le SNDS. Il est notamment prévu que les données médico-sociales des maisons départementales du handicap ainsi que les données de remboursement des frais de santé des organismes complémentaires (mutuelles) soient progressivement être intégrées au SNDS.

Enfin depuis 2018, le gouvernement français a créé le Health Data Hub. Il s'agit d'une plateforme en construction dont l'objectif est de constituer une interface entre les producteurs et les utilisateurs des données et en favoriser l'exploitation.

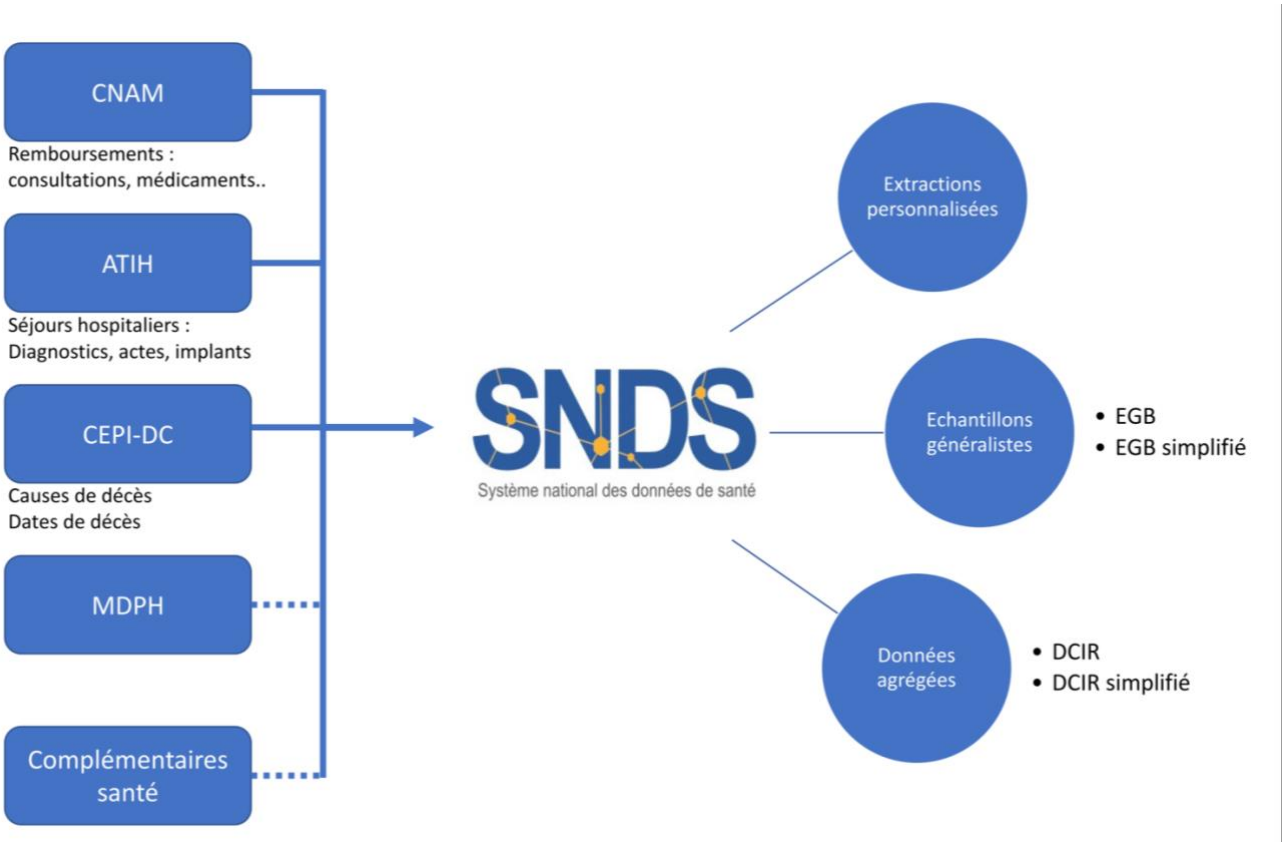


Figure 1 Structure du Système National des Données de Santé

CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie
ATIH : Agence technique de l'information sur l'hospitalisation
CEPI-DC : Centre épidémiologique sur les causes médicales de décès
MDPH : Maison Départementale du Handicap
EGB : Échantillon généraliste de bénéficiaires
DCIR : Datamart de consommation inter-régime
Trait plein : Sources existantes, Traits pointillés : Sources en développement

Données disponibles

Anonymisation et importation et des données

Le niveau de sécurisation des données a été, dès la création du SNIIRAM et depuis sa transformation en SNDS, une priorité du législateur et des organismes pourvoyeurs de données.
Le SNDS regroupe des données individuelles provenant de différentes sources reliées entre elles par un identifiant commun : le Numéro d'Identification au Répertoire (NIR). Cet identifiant pérenne et unique tout au long de la vie de chaque résident légal en France provient du Répertoire National d'Identification des Personnes Physiques (RNIPP) dont la gestion incombe à l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE), le registre de référence des résidents en France. Il contient la liste de toutes les personnes nées en France ou à l'étranger dont une demande d'inscription a été formulée lors d'un acte d'état civil.
L'importation dans le SNDS des données implique donc deux étapes fondamentales. D'une part une transmission sécurisée associée à un contrôle de la qualité des données. Celle-ci est réalisée à l'aide d'un logiciel spécifique (CAMEL), et un effort spécifique a par ailleurs été réalisé pour établir des normes de transmissions homogènes et des contrôles de cohérence.
D'autre part une anonymisation à double niveau certaine et définitive, est réalisée à l'aide d'un algorithme appelé Fonction d'Occultation des Informations Nominatives (FOIN), créant à partir d'un NIR un numéro d'identification anonyme NIR-ANO, et supprimant irréversiblement les données nominatives.

Données

Les données regroupées dans le SNDS sont ordonnées dans plusieurs tables. Elles décrivent les acteurs (soignants et établissements de soins) et les bénéficiaires (individus) du système de santé (tableau 1). Les informations concernent des caractéristiques individuelles comme les données démographiques (âge, sexe) ou certaines données assurantielles (régime de couverture sociale) ou médicales, comme la perception de prestations en espèce (congé maternité, maladie ou invalidité) ou l'existence d'une pathologie dont la prise en charge est remboursée au rang d'une Affection de Longue Durée (ALD). Les informations de consommation de soins sont également accessibles. Tous les soins, consultations, examens, et traitements remboursés, dont les dispositifs médicaux, dans le cadre d'une prise en charge extrahospitalière sont répertoriés. Dans le cadre d'une hospitalisation, les données disponibles sont issues du Résumé de Sortie Anonyme, qui donne une vision détaillée de l'état de santé du patient. Celui-ci comprend les dates d'entrée et de sortie d'hospitalisation, permettant d'évaluer la durée de séjour ; les diagnostics codés selon la Classification internationale des maladies (CIM, 10ème révision) et séparés en diagnostic principal (raison principale de l'hospitalisation), et diagnostics associés et reliés (pathologies associées et antécédents du patients) ; les interventions et actes classants réalisés, codés selon la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM), ainsi que la pose d'éventuels Dispositifs Médicaux Implantables répertoriés à l'aide de codes de la Liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR). Il contient enfin la modalité de sortie de l'hôpital (retour à domicile, transfert dans un autre établissement ou décès).

Tableau 1 Données disponibles dans le Système Nationale des Données de Santé

Acteurs du soins		Bénéficiaires	
Efficience des acteurs/structures*	Mesure qualitative et quantitative de l'activité	**Données démographiques**	Dates de naissance et décès
	Calcul du coût d'un traitement		Sexe
Coût d'un état de santé*	Coût d'une pathologie		Commune de résidence
	Coût de la dernière année de vie	**Couverture santé**	CMUC, ACS, AME
Efficacité / sécurité d'un traitement*	Évolution de la pathologie traitée	**Allocations spécifiques**	Allocation adulte handicapé
	Effets secondaires		Indemnités journalières
Efficience de régime assurantiel			Rente d'invalidité
		Pathologies chroniques	Affection longue durée
			Invalidité
			Maladie professionnelle
		Données de soins externes	Consultations
			Actes de soins
			Consommation médicamenteuse
			Dispositifs médicaux
			Examens biologiques
		Données hospitalières	Diagnostiques
			Actes de soins
			Dispositifs médicaux
			Consultations externes

* Données calculées après analyse des données individuelles

Accès, Complexité, outils de simplification et algorithmes existants

L'accès aux données est règlementé et protégé. Néanmoins, la volonté publique réaffirmée par les différents gouvernements successifs est une ouverture élargie à ces données, à des fins de recherche. Des accès permanents sont octroyés à certains organismes publics : l'agence Santé Publique France (SPF), l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM), la Haute Autorité de santé (HAS), l'Agence de la biomédecine ou encore les Agences Régionales de Santé. Par ailleurs toute personne ou organisme peut désormais déposer une demande d'autorisation d'accès temporaire aux données en vue de réaliser une étude, une recherche ou une évaluation présentant un intérêt public. La protection des données du SNDS implique en plus de l'anonymisation, une interdiction de croisement de données dites « sensibles » pouvant permettre une identification individuelle (par exemple, la commune de résidence, le mois et l'année de naissance, la date de soins, la date de décès, la commune de décès).

La complexité du SNDS provient de son rôle initial assurantiel et de la nature de ses données (remboursements des soins), ainsi que du caractère progressif de sa construction issue de l'agrégation de plusieurs bases d'origines différentes. Ces caractères en font un outil dont l'exploitation nécessite des connaissances, une formation et une expérience spécifiques.

Afin d'en faciliter l'utilisation, plusieurs instruments ont été mis à disposition des utilisateurs. Tout d'abord des tables simplifiées (notamment le DCIR simplifié) épurées de données économiques, regroupant les données de consommations de soins et simplifiant les jointures entre les tables. Un échantillon général de bénéficiaire (EGB) représentatif regroupant 1/97 de la population est par ailleurs accessible et permet la réalisation d'études longitudinales et le test de requêtes complexes. Ensuite, des algorithmes ont également été créés et validés par la CNAM (40), mais également par d'autres équipes afin d'identifier un grand nombre de pathologies ou situations cliniques (41–47); (incluant une méthode de calcul du score de Charlson (48) , ainsi qu'un index de défavorisation sociale, attribué en fonction de la commune de résidence et calculé grâce à

un ensemble de critères économiques et sociaux (49). Enfin, un forum de partage et un réseau formalisé appelé Redsiam (https://www.redsiam.fr/) permet aux différents utilisateurs de collaborer et échanger leurs expériences (50).

Utilisation, application à la recherche en orthopédie

Intérêt et usages reconnus

La qualité des données du SNIIRAM puis du SNDS a été démontrée et reconnue à plusieurs reprises (51,52). Leur utilisation à des fins de santé publique est l'application la plus habituelle et évidente. Les rapports annuels de la CNAM basés sur l'analyse du SNDS servent à l'élaboration de l'Objectif National de Dépense d'Assurance Maladie, mais également à évaluer l'efficacité des différentes réformes entreprises. De plus, la nature exhaustive et continue des données du SNDS en fait un outil de choix pour la réalisation de travaux de recherche observationnels.

Depuis 2007, plus de 400 études ont été publiées à partir des données du SNIIRAM/SNDS, dont une majorité en anglais (53). Tuppin et col. a souligné la part importante dans les travaux publiés des études pharmaco-épidémiologiques étudiant des médicaments ou des produits de santé (efficacité, sûreté, comportement de prescription et de consommation, etc.) (54). Néanmoins d'autres types de recherche ont été conduites: l'étude épidémiologique de différentes pathologies (incidence, prévalence, facteurs de risque..) ; l'évaluation de réseaux ou de structures de soins ; l'évaluation de l'impact de facteurs externes (recommandations de pratiques, décisions de santé publique ou encore phénomènes climatiques) et l'évaluation d'enjeux économiques liés à la santé (coût d'une pathologie ou d'un programme de soins, dépenses réelles pour les patients, utilisations des ressources).

Applications en orthopédie

En orthopédie, plusieurs travaux portant sur différents thèmes et différentes approches ont déjà été réalisés et publiés. L'utilisation des données du SNDS a permis à Poidvin et col. de préciser l'incidence des cancers osseux après traitement par hormone de croissance (55). Les prothèses de hanche ont déjà fait l'objet de plusieurs études révélatrices des possibilités apportées par la base de données. Deux études ont déjà évalués l'impact de facteurs de risque inhérents aux implants ou à la technique de pose sur l'incidence de réintervention après prothèse totale de hanche (56,57). Les auteurs ont poursuivis leurs investigations en explorant d'autres facteurs externes mais reliés au patient, comme des consommations médicamenteuses pouvant influer sur le risque de révision ; mais également l'influence de l'environnement chirurgical en montrant que le risque de révision était moindre dans les structures dans lesquelles le volume de pose était plus important (58,59). L'apport de ces données dans le domaine de la matériovigilance est également indiscutable, et permet d'identifier et de quantifier les effets indésirables de certaines procédures et implants, comme le risque de cardiotoxicité après implantation de prothèse de hanche avec tête métallique (60,61), le risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire (62).

Tableau 2 Exemple de croisement de données permettant de spécifier une situation clinique particulière :

Variable étudiée	Code	Libellé
Diagnostic (CIM-10)	M4306	Spondylolyse - Région lombaire
	M4307	Spondylolyse - Région lombo-sacrée
	M4308	Région sacrée et sacro-coccygienne
	M4309	Spondylolyse - Localisation vertébrale non précisée
	M4300	Spondylolyse - Localisations vertébrales multiples
	M4316	Spondylolisthésis- Région lombaire
	M4317	Spondylolisthésis - Région lombo-sacrée
	M4318	Région sacrée et sacro-coccygienne
	M4319	Spondylolisthésis - Localisation vertébrale non précisée
	M4310	Spondylolisthésis - Localisations vertébrales multiples
Intervention chirurgicale spécifique (CCAM)	LFDA001	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, avec libération radiculaire et ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA002	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur translombosacral
	LFDA003	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, avec libération radiculaire, sans ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA005	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, sans libération radiculaire, sans ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA006	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA007	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, sans libération radiculaire, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA008	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par laparotomie et par abord postérieur
	LFDA009	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA010	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par laparotomie
	LFDA011	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, par laparotomie et par abord postérieur
	LFDA013	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, par laparotomie
	LFDA014	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement sans réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur translombosacral
Intervention chirurgicale non spécifique (CCAM)*	LHDA001	Arthrodèse postérieure ou épiphysiodèse de la colonne vertébrale sans exploration du contenu canalaire, par abord postérieur
	LFCA004	Ostéosynthèse de la colonne vertébrale avec exploration du contenu canalaire, par laparotomie ou par lombotomie
Implants utilisés (LPP)*	3137283	Rachis, implant ancrage, vis pédiculaire non cervicale
	3181752	Rachis, implant d'ancrage, crochet, pince-crochet
	3198764	Rachis, implant d'ancrage, vis spécifique simple
	3128976	Rachis, cage intersomatique ou équivalent
	3188441	Rachis, implant d'appui sacre

*** Liste non exhaustive**
CIM-10 : Classification Internationale des Maladies version 10
CCAM : Classification commune des actes médicaux
LPP : Liste des produis et prestation

Limites

Les principales limites à l'utilisation du SNDS sont liées à la nature et à la qualité des données.

En effet, les informations contenues dans le SNDS sont majoritairement de nature médico-économique et proviennent de la collecte automatisée par les organismes assurantiels des remboursements des soins médicaux dont ont bénéficié les patients.

Le premier type de problèmes posés par la nature de ce recueil est le caractère évolutif des données, ainsi que de leur recueil, dans le temps. Il existe en effet une hétérogénéité de l'exhaustivité des données dans le temps : les différents régimes ont en effet intégré les informations concernant les patients de façon progressive dans le SNIIRAM, puis le SNDS, et de façon variable en fonction du type des données : par exemple, la présence d'un remboursement pour ALD n'est ainsi disponible depuis 2005 que pour le régime général, et plus tardivement pour les autres régimes. Le régime général de l'Assurance Maladie est le régime possédant la meilleure fiabilité des données, en termes d'exhaustivité structurelle (toutes les données sont disponibles) et temporelles (les données sont disponibles et fiables sur de plus longues périodes que les autres régimes).

Deuxièmement, il existe une différence importante dans la précision des données entre certains groupes de patients. En effet, « le mode de consommation de soins » influe sur la précision des données recueillies. Certains parcours de soins ne permettent pas de produire des informations aussi précises que d'autres. La survenue d'une fracture chez un patient bénéficiant d'un traitement orthopédique par immobilisation générera par exemple un ensemble de données complète en cas d'hospitalisation (diagnostic précis, conséquences éventuelles, durée d'hospitalisation, éventuels actes réalisés), ou une information parcellaire en cas d'un traitement en soins externes (acte de contention éventuel et consultation médicale sans diagnostic codé). Inversement, une hospitalisation dans un établissement public ne sera pas informative sur certains soins reçus (rééducation, consultations ou explorations) et les aides apportées (orthèse, cannes, déambulateur, fauteuil roulant, etc.), qui seront en revanche facturés et donc identifiés lors de soins libéraux. Enfin, certaines informations collectées manquent de précision par la nature même des informations transmises : la classification CIM décrit rarement la sévérité des pathologies codées (cancer,

insuffisance d'organe…). Le degré de précision des données joue un rôle particulièrement important en orthopédie et notamment au cours d'interventions chirurgicales. L'utilisation des codes d'actes de la CCAM en association au diagnostic porté et aux implants utilisés permet d'identifier des situations cliniques précises. En revanche, d'autres aspects demeurent inconnus comme le côté d'une intervention ou de la pose d'un implant, l'importance de l'acte effectué ou encore la nature de l'implant lorsque le code LPP est imprécis. L'étude des arthrodèses vertébrales pour spondylolisthésis est ainsi facilitée par une forte précision du codage PMSI, ou des principes chirurgicaux (CCAM), mais une inconnue sur les segments opérés (localisation vertébrale exacte et nombre de vertèbres concernées) ou la nature exacte des dispositifs implantés (implants intersomatiques notamment) (tableau 2).

Troisièmement, la relative nouveauté de la base de données, peut rendre difficile l'évaluation de l'incidence d'évènements. L'absence de connaissance antérieure à 2006 ne permet pas de s'assurer de l'absence d'évènements avant cette date (exposition à un facteur de risque, événement médical aiguë, intervention chirurgicale…).

Conclusion

Le SNDS est un système de données de santé moderne, vaste et évolutif. Son utilisation à des fins de recherche est en pleine expansion, et l'expérience accumulée sur les premières années, notamment par le réseau REDSIAM permet aujourd'hui d'en faire un outil robuste et performant.
Il est particulièrement pertinent dans le champ de l'orthopédie permettant le suivi sans perdu de vue de patients ou d'implants sur le long terme, l'analyse d'éventuelles variations géographiques ou temporelles, et la réalisation d'études médico-économiques notamment à l'heure de grands changements dans le domaine de l'ambulatoire.
Son utilisation reste néanmoins complexe et doit être conduite de façon rigoureuse au sein d'équipes entrainées.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Application à la recherche épidémiologique : mesure de l'incidence des fractures en France en 2016 par âge, sexe et site fracturaire et évaluation des conséquences médicales

Introduction

Les fractures sont des évènements fréquents, pouvant survenir tout au long de la vie (63). Parmi elles, les fractures ostéoporotiques survenant lors de traumatismes de faible énergie chez les sujets âgés sont les évènements les plus étudiés (64,65). Elles sont progressivement devenues une préoccupation mondiale, en raison de l'augmentation importante de leur incidence, liée au vieillissement de la population dans tous les pays (66–68).

En conséquence, le fardeau médical, social et économiques des fractures s'accroît de façon continue dans le monde (69). Les fractures de l'extrémité proximale du fémur sont les plus étudiées en raison de leur gravité particulière ; leur survenue est associée à un taux élevé de mortalité. Ces observations ont été renforcées récemment par plusieurs études qui ont évalué les conséquences médicales globales engendrées par les fractures ainsi que la charge supportée par le système de soins au niveau national.

Les différents auteurs ont confirmé que la survenue de fracture était responsable d'une augmentation de la mortalité et d'une diminution de l'espérance de vie en bonne santé (70,71). Ceci était vrai en particulier lorsqu'on considérait les fractures secondaires à des traumatismes de faible énergie, ou spécifiquement les fractures de hanche.

Cependant, il n'existe pas de connaissances détaillées en population générale, sur la gravité des fractures site par site et pour toutes les tranches d'âge.

L'objectif de ce travail est d'estimer l'incidence en 2016 des fractures en France et d'évaluer la sévérité de celles-ci, en étudiant les variations en fonction de l'âge, du sexe et du site fracturaire.

Méthode

Source

Pour limiter les erreurs liées aux données manquantes de certains régimes, l'étude était restreinte aux données du régime général de l'Assurance Maladie, représentant 77 % de la population française.

Patients

Tous les sujets vivant en France métropolitaine et dans les départements d'outre-mer, couverts par le régime général de l'Assurance Maladie et âgés de 20 ans et plus au 31 décembre 2015 étaient éligibles à l'inclusion. Les patients chez qui survenaient au moins une fracture au cours de l'année 2016 étaient inclus.

Les fractures étaient détectées par deux méthodes, selon que les patients étaient hospitalisés ou traités en soins de ville. Tout d'abord lorsqu'elles apparaissaient dans les diagnostics rapportés au cours des hospitalisations (tous diagnostics confondus : principaux, associés, et reliés), les fractures étaient repérées au moyen d'une liste de codes CIM-10 (annexe, tableau 1). Deuxièmement, pour les patients pris en charge en soins externes, les fractures étaient repérées au moyen d'une liste d'actes de la CCAM réalisés pour le traitement orthopédique par immobilisations ou confection de plâtre.

Afin de limiter le risque de mesure de cas prévalents (c'est à dire une fracture déjà existante avant le début de l'année 2016), les patients chez qui était détectée une fracture similaire (c'est à dire attribuée au même segment corporel) dans les trois mois précédents la fracture index, ou les patients hospitalisés avec un diagnostic de fracture mais pour un acte d'ablation de matériel orthopédique (liste de codes CCAM en annexe, tableau 2) étaient exclus.

Site fracturaire

En raison de l'absence de codage de diagnostics disponibles pour la médecine de ville dans le SNDS, les seules informations disponibles concernant la zone anatomique concernée par la fracture (« site fracturaire ») chez les patients non hospitalisés provenaient des actes d'immobilisations CCAM. Nous avons ainsi défini 11 catégories anatomiques en fonction des codes CCAM et CIM-10 (au cours des hospitalisations) détectés : crâne, face, rachis, bassin, clavicule, segment proximal du membre supérieur, segment distal du membre supérieur, col fémoral, segment proximal du membre inférieur, segment distal du membre inférieur et fractures multiples lorsqu'au minimum deux sites étaient concernés.

Degré de sévérité

Nous avons déterminé quatre degrés de sévérité en fonction des répercussions médicales des fractures : traitement orthopédique par immobilisation et prise en charge en médecine de ville (niveau 1), hospitalisation nécessaire sans intervention chirurgicale pratiquée (niveau 2), hospitalisation comportant un traitement chirurgical de la fracture (niveau 3), les interventions en relation aux fractures étaient identifiées lorsqu'elles survenaient au cours d'une même hospitalisation que le diagnostic de la fracture et qu'elles correspondaient à une procédure spécifique identifiée (grâce à une liste de codes en annexe, tableau 3), décès au cours de l'hospitalisation détectée grâce à la base PMSI (niveau 4). Lorsqu'une fracture était détectée à plusieurs reprises (par exemple au cours d'un transfert hospitalier ou lorsqu'une consultation de ville était suivie d'une hospitalisation), seul le degré de sévérité le plus élevé était conservé.

Analyse statistique

Concernant la population Générale, le nombre total de fractures détectées est donné avec l'âge moyen estimé ainsi que l'écart type de ces patients. Des estimations des même variables ont été effectuées en segmentant la population par sexe, site fracturaire et degré de sévérité.

Pour chaque site fracturaire, l'incidence pour 10 000 personnes-années et son intervalle de confiance à 95 % étaient estimés à partir de la population française au premier janvier 2016 (source INSEE) (72).

Résultats

Incidences

Nous avons détecté 562 094 patients victimes d'une fracture incidente en 2016 (1.1 %), au sein d'une population adulte de 49 763 610 de sujets. L'âge moyen des patients était de 63,6 ans (écart-type : 22,1 ans), et une majorité d'eux (319,858, 56.9 %) étaient des femmes.

Les distributions des fractures par genre, âge, et sites fracturaires sont détaillés dans le tableau 3. Trois sites étaient particulièrement touchés et regroupaient plus de la moitié des fractures : le segment proximal du membre supérieur (172,591 patients, 30.7 %), le segment distal du membre inférieur (84,602 patients, 15.1 %), et le col fémoral (78,766 patients, 14 %). Pour toutes les fractures, on observait une augmentation constante mais non linéaire de l'incidence avec l'accroissement de l'âge. Néanmoins, il existait des différences importantes de ces variations d'incidence au cours du temps entre les hommes et les femmes et entre les différents segments anatomiques touchés. Les évènements fracturaires du crâne, de la face, des clavicules, des segments distaux des membres inférieurs et supérieurs apparaissaient précocement au cours de la vie (âge moyen respectif de survenue de 58,2, 51,6, 52, 55,2, 54,2), et présentaient des courbes d'incidence bimodales, en particulier chez les hommes. En revanche, les fractures du bassin, du col fémoral, du segment proximal du membre inférieur étaient des événement de survenue tardive au cours de la vie (âge moyen respectif de survenue de 77,3, 82,0 et 77,6 ans).

Tableau 3 Description des fractures en France en 2016 par sexe et site fracturaire, nombre et âge moyen de survenue

	Sexe	N (%)	Age moyen (écart-type)
Toutes fractures	Tous patients	562094 (100)	63,6 (22.1)
	Homme	242236 (43.1)	53.2 (21.8)
	Femme	319858 (56.9)	71.5 (18.9)
Crâne	Tous patients	5986 (100)	58.2 (21.1)
	Homme	4146 (69.3)	54 (20.2)
	Femme	1840 (30.7)	67.5 (20)
Face	Tous patients	25534 (100)	51.6 (24.2)
	Homme	16490 (64.6)	44.8 (21.2)
	Femme	9044 (35,4)	64.1 (24.3)
Rachis	Tous patients	49783 (100)	71.9 (18.3)
	Homme	20762 (41.7)	66.1 (19.9)
	Femme	29021 (58,3)	76 (15.9)
Bassin	Tous patients	13675 (100)	77.3 (17.2)
	Homme	3990 (29.2)	68 (20.7)
	Femme	9685 (70.8)	81.2 (13.8)
Côtes	Tous patients	26353 (100)	63.1 (18.9)
	Homme	15828 (60.1)	63.3 (18.4)
	Femme	10525 (39.9)	73.4 (17.3)
Clavicule	Tous patients	13988 (100)	52 (21.6)
	Homme	9075 (64.9)	46 (18.8.)
	Femme	4913 (35.1)	63.1 (22.1)
Segment proximal du membre supérieur	Tous patients	33690 (100)	69.1 (18.3)
	Homme	11329 (33.5)	59.4 (19.7)
	Femme	22361 (66.4)	73.9 (15.4)
Segment distal du membre supérieur	Tous patients	172591 (100)	55.2 (18.3)
	Homme	76756 (44.5)	43.6 (19.2)
	Femme	95835 (55.5)	64.6 (18.9)
Col fémoral	Tous patients	78766 (100)	82 (11.7)
	Homme	21510 (27.3)	78 (14.3)
	Femme	57256 (72.7)	83.6 (10.2)
Segment proximal du membre inférieur	Tous patients	16922 (100)	77.6 (17.2)
	Homme	4945 (29.2)	67.2 (21.7)
	Femme	11977 (70.8)	81.9 (12.7)
Segment distal du membre inférieur	Tous patients	84602 (100)	54.2 (19.8)
	Homme	39659 (46.9)	46.8 (17.9)
	Femme	44943 (53.1)	60.8 (19)
Fractures multiples	Tous patients	40204 (100)	67.1 (21.8)
	Homme	17746 (44.1)	55.2 21)
	Femme	22458 (55.9)	76.5 (17.4)

Pour certains sites fracturaires (clavicules, segments proximaux et distaux du membre supérieur, segment distal du membre inférieur et face) ainsi que pour l'ensemble des fractures, et pour les fractures multiples, les fractures survenant en début de vie concernaient majoritairement les hommes, puis avec un délai variable en fonction du site fracturaire (50 ans pour les fractures proximales et distales des membres supérieurs et inférieurs et 70 ans pour les autres), les courbes d'incidence masculine et féminine se croisaient et les femmes devenaient les sujets les plus fréquemment atteints de fractures en deuxième partie de vie. Les fractures du crâne concernaient en grande majorité des hommes, et ce tout au long de la vie (4,146 hommes pour 5,986 sujets, 69.3 %). Malgré ces disparités, il existait une tendance générale dans le dernier quart de la vie pour tous les groupes étudiés (population générale mais aussi pour tous les segments anatomiques et pour les deux sexes), avec une augmentation exponentielle de l'incidence des fractures, à partir de 70 ans. Ce phénomène était observé plus précocement pour les femmes, en particulier pour les fractures du segment distal du membre inférieur et pour les fractures du membre supérieur, avec une apparition du point d'inflexion de la courbe vers l'âge de 55 ans. Les courbes d'incidences sont représentées dans les figures 2 à 4. Les incidences pour tous les sites fracturaires par classes d'âge et sexe sont détaillées dans les tableaux supplémentaires 4 et 5.

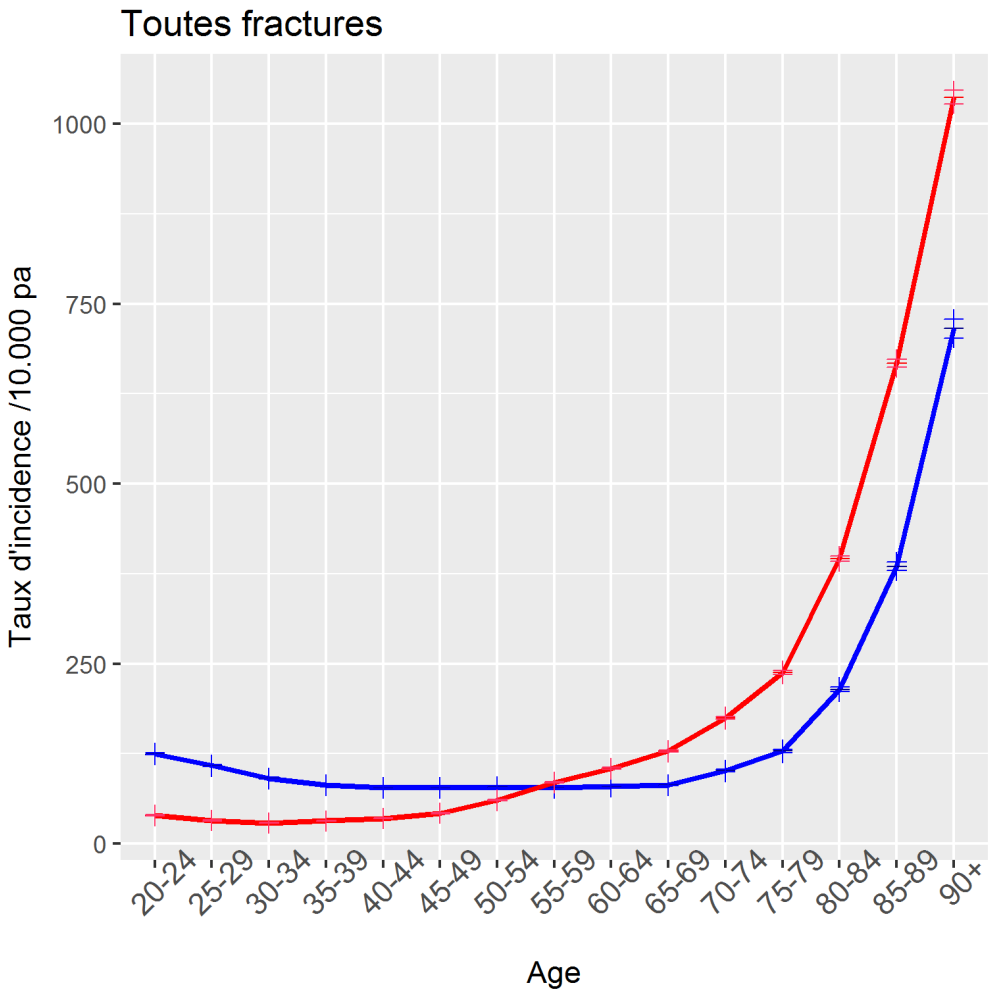


Figure 2. Incidence des fractures en France en 2016 in France chez les hommes (courbe bleue) et les femmes (courbe rouge)

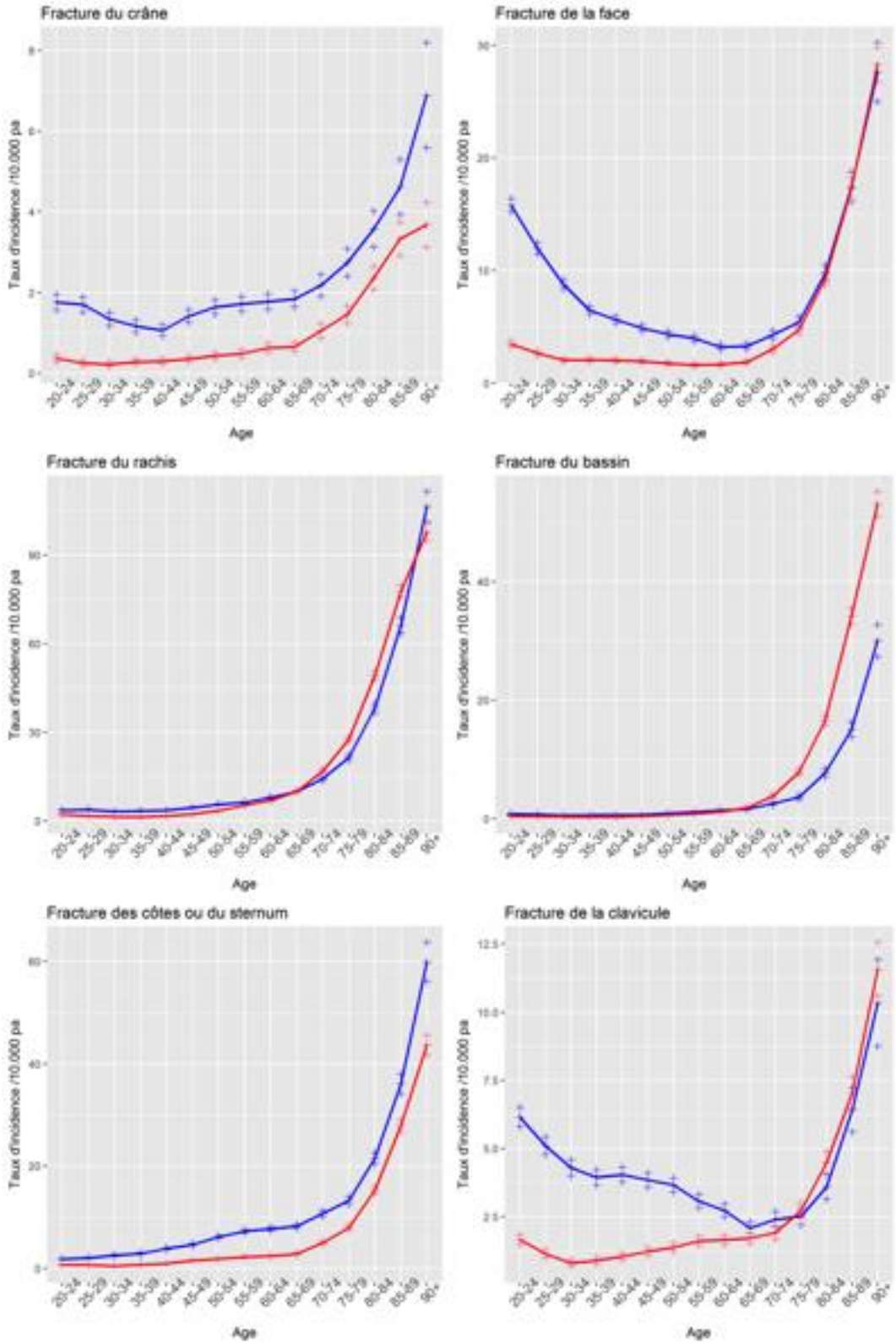


Figure 3. Incidence des fractures du crâne, des côtes, de la face, du rachis, du bassin et de la clavicule en France en 2016 chez les hommes (courbes bleues et les femmes (courbes rouges)

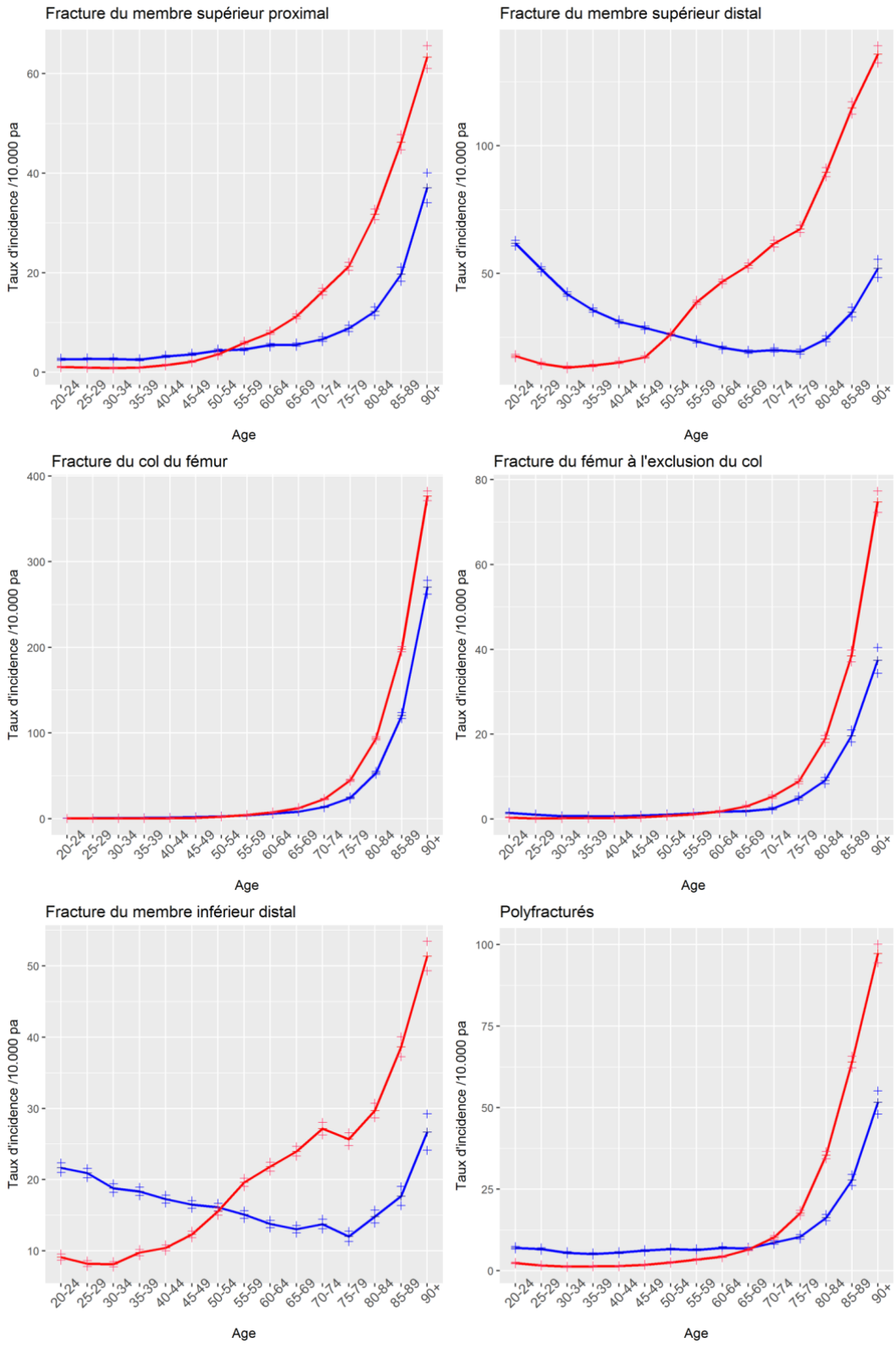


Figure 4. Incidence des fractures des segments proximaux et distaux du membre supérieur, du col fémoral, du segment distal du membre supérieur et des fractures multiples en France en 2016 chez les hommes (courbes bleues) et chez les femmes (courbes rouges)

Sévérité

Une hospitalisation était nécessaire pour une majorité des patients (456,929, 81.3 %), et plus de la moitié était traitée par une intervention chirurgicale (281290, 50 %). Cette proportion était plus importante pour certains sites fracturaires, notamment le col fémoral ou le segment proximal du membre inférieur puisque respectivement 69030 (87.6 %) et 13213 (78.1 %) patients de ces deux groupes étaient opérés dans les suites de leurs fractures.

A l'opposé, pour certaines fractures les interventions étaient très minoritaires : 12064 (88.2 %) des 13675 fractures du bassin étaient hospitalisées sans nécessité d'une intervention chirurgicale, de même que les hospitalisations : 6521 (46.6 %) des 13988 fractures claviculaires et 69705 (40.4 %) des 172591 fractures du segment distal du membre supérieur étaient traitées en médecine de ville par immobilisation simple.

Les degrés de sévérités augmentaient systématiquement avec l'âge de survenue de la fracture, toutes fractures confondues mais également pour chaque site fracturaire individuellement. Cependant les patients opérés étaient en moyenne moins âgés que les patients hospitalisés sans intervention ou les patients qui décédaient en cours d'hospitalisation. Les détails de la sévérité induite sont présentés dans le tableau 4 et en annexe (tableau 6) pour une analyse séparée par sexe. Un total de 11913 (2.1 %) patients dont 5781 femmes (1.8 %) et 6132 hommes (2.5 %), d'âge moyen de 79.5 ans (écart-type : 15.9) était décédé au cours de l'hospitalisation. Les moyennes d'âge des décès variaient en fonction des sexes et des sites fracturaires et s'échelonnaient de 66 à 84 ans pour les hommes et de 75 à 87 ans pour les femmes. Le crâne (12,9 %), les côtes (4,9 %) et le fémur (4,3 % pour le col fémoral et 4,2 % pour le segment proximal du membre inférieur) étaient les sites fracturaires les plus fréquemment associés aux décès.

Tableau 4 Sévérité des fractures en France en 2016 par site fracturaire fracture site

	Sévérité	N (%)	Âge moyen (écart-type)
Toutes fractures	1	105165 (18.7)	51.71 (20.51)
	2	163726 (29.1)	70.2 (20.6)
	3	281290 (50)	63.51 (21.78)
	4	11913 (2.1)	79.54 (15.87)
Crâne	1	NA	NA
	2	3968 (66.3)	58.38 (20.80)
	3	1249 (20.9)	50.79 (20.06)
	4	769 (12.9)	69.08 (19.04)
Face	1	417 (1.6)	40.66 (18.49)
	2	16721 (65.5)	53.75 (24.69)
	3	8013 (31.4)	46.65 (22.14)
	4	383 (1.5)	73.92 (19.46)
Rachis	1	NA	NA
	2	37063 (74.4)	74.04 (17.74)
	3	10899 (21.9)	63.40 (18.29)
	4	1821 (3.7)	79.01 (14.30)
Bassin	1	NA	NA
	2	12064 (88.2)	78.78 (15.75)
	3	1129 (8.3)	60.33 (22.51)
	4	481 (3.5)	80.74 (15.07)
Côtes	1	NA	NA
	2	22232 (84.4)	68.62 (18.74)
	3	2835 (10.8)	60.65 (19.19)
	4	1286 (4.9)	76.30 (16.00)
Clavicule	1	6521 (46.6)	48.32 (19.80)
	2	3585 (25.6)	65.91 (21.39)
	3	3693 (26.4)	43.87 (17.63)
	4	189 (1.4)	74.07 (19.54)
Segment proximal du membre supérieur	1	3002 (8.9)	54.34 (20.98)
	2	12420 (36.9)	74.39 (17.00)
	3	17581 (52.2)	67.42 (16.97)
	4	687 (2)	79.19 (15.37)
Segment distal du membre supérieur	1	69705 (40.4)	52.78 (21.04)
	2	12809 (7.4)	70.59 (21.58)
	3	89677 (52)	54.83 (20.48)
	4	400 (0.2)	79.69 (16.29)
Col fémoral	1	NA	NA
	2	6327 (8)	81.47 (12.85)
	3	69030 (87.6)	81.90 (11.68)
	4	3409 (4.3)	85.87 (9.58)
Segment proximal du membre inférieur	1	579 (3.4)	81.81 (11.97)
	2	2421 (14.3)	79.02 (15.44)
	3	13213 (78.1)	76.91 (17.77)
	4	709 (4.2)	81.72 (14.96)
Segment distal du membre inférieur	1	24937 (29.5)	48.75 (18.26)
	2	12839 (15.2)	67.75 (20.49)
	3	46415 (54.8)	53.22 (18.46)
	4	411 (0.5)	76.73 (18.45)
Fractures multiples	1	NA	NA
	2	21280 (52.9)	70.59 (20.51)
	3	17556 (43.7)	62.18 (22.44)
	4	1368 (3.4)	75.17 (19.68)

NA : Non approprié

Discussion

Dans cette étude, nous avons évalué le fardeau induit par les fractures dans la population adulte française de 49763610 sujets en 2016. Les fractures sont un véritable enjeu de santé publique puisqu'avec 562 094 évènements nécessitant des soins médicaux, elles concernent 1,1 % de la population totale. L'analyse globale, mais aussi l'analyse détaillée par site montrent que ces évènements surviennent en majorité chez les femmes et que leur incidence augmente de façon exponentielle avec l'âge. Nous avons été particulièrement attentifs aux conséquences médicales de ces fractures. Une majorité des fractures (456,929, 81.3 %) étaient suivies d'une hospitalisation et une intervention chirurgicale était nécessaire pour près de deux tiers des patients. Enfin, la mortalité induite était non négligeable, et nous avons observé une mortalité hospitalière concernant plus de 2% des sujets.

La plupart des auteurs ayant étudié l'incidence des fractures ont réalisés des études sporadiques de certains segments anatomiques (principalement la hanche et l'avant-bras), et en ont décrit les spécificités et les évolutions au cours du temps (65). Les courbes d'incidence des fractures au cours de la vie décrites dans ce travail étaient similaires à celles déjà observées dans les précédentes études et ce pour les deux sexes. La fragilité osseuse et les chutes sont les principaux facteurs de risque de fractures, et sont responsables d'une augmentation exponentielle de l'incidence de ces évènements dans les dernières décennies de la vie. Bien que l'importance de cette tendance varie en fonction des études, elle est observée quels que soient les population ou les segments anatomiques étudiés (73) ; et ce phénomène s'est accentué pendant la deuxième moitié du vingtième siècle dans les sociétés modernes en raison de la diminution de la qualité osseuse (74). En 2011, Cooper et col. ont publiés au nom de la Fondation Internationale de l'Ostéoporose une large revue rétrospective des nombreuses études observant l'incidence des fractures de hanche et des autres fractures en lien avec l'ostéoporose et ont montré des résultats similaires à ceux observés dans notre étude (65). Selon eux, l'incidence ajustée sur l'âge (prenant en compte le vieillissement de la

population) des fractures secondaires à des accidents de basse énergie s'est accrue au cours de la seconde moitié du vingtième siècle jusqu'à atteindre un plateau au cours des années 1990. Ces observations ont fait naître des débats et certains auteurs expliquent ces changements par le bénéfice apporté par les stratégies de préventions spécifiques de la fragilité osseuse, par l'apparition de changement comportementaux, ou par le développement de programmes nationaux de prévention des accidents (75–77) . Ces modifications récentes accentuent le besoin de données épidémiologies précises et récentes, telles que celles apportées par notre étude.

Cependant, nous avons trouvés des différences significatives des structures d'incidences des fractures au cours de la vie entre les différents groupes étudiés, avec des spécificités selon le sexe et les segments anatomiques. Les fractures apparaissaient de façon plus précoce au cours de la vie pour certains sites fracturaires. Ceci était notamment le cas pour l'avant-bras ou pour le segment distal du membre inférieur représentant notamment les fractures de chevilles. Certains auteurs mettent en avant des facteurs mécaniques pour expliquer ces particularités. Selon eux, la main est le premier élément de protection lors d'une chute et la faculté de l'utiliser est plus importante chez les patients jeunes (78). De la même manière, les fractures de chevilles semblent très associées à des facteurs mécaniques, notamment chez les jeunes patients lors d'activités physiques soutenues, et indépendantes de l'ostéoporose, pouvant expliquer leurs occurrences en début de vie (79–82).Ces observations ont déjà été réalisées par plusieurs auteurs, et récemment, Abrahamsen et col. a publié une étude dans la population danoise portant sur les fractures de l'avant-bras et apportant des résultats concordants (83). Les fractures de l'avant-bras, tout comme les fractures de cheville sont ainsi considérées comme des fractures sentinelles alertant vers l'apparition de futures fractures à basse énergie (84,85).

Ces résultats sont concordants avec ceux exposés par de précédents auteurs. Driessen et col. a notamment publié une étude portant sur la population danoise en 2011 et analysé l'incidence fracturaire avec des résultats similaires. Les structures d'incidence étaient similaires à celles

que nous avions observé, en population générale et dans les différents sous-groupes anatomiques étudiés (86). Cependant, les taux d'incidences rapportés chez les patients jeunes étaient plus faibles dans notre étude. Une des explications probables est le manque de sensibilité de nos données pour détecter les fractures mineures ne nécessitant qu'un traitement ambulatoire sans immobilisation chez des patients valides, comme pour les fractures du pied ou du carpe.

Le poids économique spécifique de certaines fractures, comme les fractures de la hanche ou du poignet, a déjà été évalué dans des études populationnelles à plus de 10000 $ par personnes (66,87,88). Concernant les conséquences médicales, plusieurs travaux ont déjà été publiés au sujet des fractures de hanche, même si un certain nombre sont déjà anciens et probablement obsolètes. Ils ont établi un lien fort entre ces évènements et une mortalité importante au cours de l'année suivante. Ainsi dans une revue récente de la littérature, Abrahamsen observait que la mortalité 1 an après une fracture de hanche variait entre 8.4% to 36% selon les études (89). En revanche, pour les autres fractures, les conséquences médicales sont peu étudiées dans des études de grande ampleur en vie réelle. En France, une étude de Ziadé et col. parue en 2010 avait évalué la mortalité induite par les fractures et rapportée l'association à une fracture pour 2,2 % des décès, cependant ce travail était restreint à l'analyse des fractures ostéoporotiques (90). Notre travail met en évidence des conséquences médicales importantes puisque plus de quatre cinquièmes des patients étaient hospitalisés après un événement fracturaire et plus de la moitié était opérée. Enfin, les évolutions dramatiques n'étaient pas des cas exceptionnels, puisque nous avons observé une mortalité supérieure à 2 % des évènements, et pouvant atteindre 4 % pour les fractures les plus à risque : crâne, côtes et fractures fémorales. Ces travaux sont concordants avec ceux de Ziadé et col., puisque ces 11 913 patients représentent plus de 2 % des 596 685 décès reconnus en France en 2016. Deux facteurs principaux semblent associés à la mortalité. Tout d'abord la sévérité de la fracture, les segments contigus à un organe vital (le cerveau pour les fractures du crâne, et les poumons ou le cœur pour les fractures de côtes étaient associés à une mortalité plus importante. Deuxièmement, la fragilité des patients semblait avoir un impact majeur, et était révélée par l'âge moyen de

survenue des décès, très nettement supérieur à l'âge moyen de la population. Cette observation, en accord avec les connaissances existantes, était constante au sein des différents sous-groupes anatomiques et constatée aussi bien chez les hommes que les femmes (91). Néanmoins, nous avons mis en évidence de façon surprenante un taux relativement faible de mortalité après fracture du col fémoral (4.33 %), et nettement inférieur aux précédentes données (92). Il est évident que nous avons sous-estimé la mortalité globale associée à cet évènement puisque seule la mortalité survenue lors de la même hospitalisation était disponible, alors qu'il a déjà été plusieurs fois montré que la mortalité après fracture de hanche était une conséquence tardive, dont le sur-risque pouvait se prolonger jusqu'à un an après l'accident (69). Néanmoins, ce taux particulièrement bas peut être en partie expliqué par une amélioration de la qualité des soins apportés aux patients en péri-opératoire ; il s'agit en effet d'un axe de développement des soins gériatriques particulièrement intensifié ces dernières années. En France, Boddaert et col. a déjà démontré un impact majeur de ces prises en charges spécifiques, entraînant une baisse de la mortalité hospitalière de plus de la moitié (passant de 7,6 % à 3 % après mise en œuvre de ces procédures) (93).

Ce travail conduit sur la base de données nationale de l'Assurance Maladie SNDS a permis de réaliser une étude populationnelle transversale comportant des données de parcours clinique individuels. Il apporte une mise à jour des connaissances sur l'épidémiologie et l'impact des fractures dans une société développé, disposant d'un système de santé moderne.

En conséquence, les résultats de ce travail sont sujets aux principales limites habituellement rencontrées lors d'études sur des bases de données administratives, et en particulier sur le SNDS. Premièrement le manque de précisions des informations provenant des soins ambulatoires de médecine de ville, nous a imposé une analyse peu précise de certains paramètres. La seule possibilité de détecter les fractures extra-hospitalières était en effet les actes d'immobilisations. Cette méthode était responsable de deux biais d'inclusion potentiels : le risque de ne pas détecter des évènements traités en ville et sans immobilisation et le risque d'attribuer à tort des

fractures à des évènements non fracturaires traités par immobilisation. En tout état de cause, cette imprécision n'avait qu'un impact limité sur nos résultats, puisqu'elle ne concernait que les fractures non sévères (c'est à dire les fractures responsables d'une invalidité limitée et permettant une prise en charge ambulatoire). En revanche, le manque d'information des patients extra-hospitaliers avait également un retentissement sur la précision anatomique, et nous a empêchés de porter un diagnostic détaillé des fractures. Celles-ci étaient attribuées à un segment anatomique correspondant à l'immobilisation réalisée plutôt qu'à un os en particulier. Il est probable qu'un certain nombre de fractures aient été ainsi mal classées.

Deuxièmement la nature du système de santé français engendre une tendance pour les acteurs du soin à maximiser leurs revenus par l'utilisation de codes de diagnostics et de procédures plus coûteux. Cette déficience dans la fiabilité des informations a pu modifier certaines trajectoires cliniques en favorisant les formes les plus sévères, mais n'a probablement pas été à l'origine de l'apparition de nouveaux cas ou des traitements chirurgicaux inexistants.

En conclusion, nous avons documenté dans cette étude l'incidence et le fardeau médico-économique engendré par les fractures en France en 2016. Cette étude a permis d'apporter des résultats fiables, exhaustifs et récents permettant de décrire précisément l'impact de ces événement au long de la vie. Ce travail permet ainsi de confirmer que malgré des progrès notables, les fractures restent des évènements fréquents et sévères, en particulier chez les personnes âgées.

Application à la recherche thérapeutique: Evaluation du risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire : étude de cohorte de 325 000 patients français.

Introduction

Les évènements thrombo-emboliques veineux (ETEV) ne sont pas rares après une intervention chirurgicale. Leur incidence a été évaluée à 1 % en 2000 (94). Les conséquences peuvent être sévères, et la mortalité estimée après embolie pulmonaire varie entre 5 et 25 % selon les études (95,96).

Par ailleurs, ces évènement entrainenet également une morbidité propre liée notamment aux traitements délivrés (par exemple la iatrogénie induite par les anticoagulants), une augmentation de la durée de séjour hospitalière et une augmentation importante des coûts (94).

De nombreux facteurs de risque associés au risque d'ETEV ont déjà été mis en évidence : l'antécédent d'ETEV, la présence d'un cancer, l'immobilité prolongée ou la réalisation d'une intervention chirurgicale (97). Parmi les différentes interventions chirurgicales, les arthroplasties des membres inférieurs, et la chirurgie digestive majeure sont associées à un risque suffisament important pour justifier d'une prophylaxie médicamenteuse notamment en France (98).

Le risque associé à la chirurgie vertébrale n'est pas clairement déterminé. Glotzbecker et col dans une récente revue de la littérature, a estimé son incidence dans une fourchette allant de 1% à 31% des interventions (99). Seules deux études populationnelles estimant l'incidence des ETEV après chirurgie rachidienne ont été publiées à ce jour, en 2010 et 2014 et rapportant respectivement 1 % et 1,37 % d'évènements (100,101). De façon analogue, il n'y a que peu d'études qui ont évalué la place de la thromboprophylaxie dans ce domaine, et ont montré un bénéfice minime à l'utilisation de prophylaxie médicamenteuse (99,102). Les recommandations concenant la prévention de la maladie thrombo-embolique après chirurgie rachidienne sont en conséquence pauvres et insuffisament étayées. Pour l'American College of Chest Physicians et l' European Society of Anaesthesiology, la prophylaxie médicamenteuse est suggérée pour les cas associés à un

risque élevé d'ETEV, ainsi qu'un risque de saignement faible ou modéré (grade C) (103,104).

Les développements des dernières décennies dans le domaines des techniques chirurgicales, des voies d'abords ou des implants ont conduit à une augmentation continue du nombre d'actes de chirurgie rachidienne dans les sociétés développées (105). Ceci est particulièrement le cas pour les actes d'arthrodèse lombaire dont le nombre a augmenté d'un rapport 2,4 aux Etats-Unis entre 2000 et 2009 (106).

Ces progrès ont également amené une grande diversification dans les actes des chirurgie rachidienne, notamment lombaire (figure 5). Ceci est notamment le cas pour le développement des actes d'arthrodèse lombaire, par voie antérieure dont le nombre a beaucoup augmenté récemment (105). Cette voie chirurgicale impose une mobilisation des vaisseaux iliaques pouvant engendrer des plaies vasculaires (107). L'impact sur le risque thrombo-embolique est lui mal connu. Plus généralement, à notre connaissance, aucune étude n'a encore exploré le rôle des voies d'abords et des implants sur le risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire.

Le but de cette étude est d'estimer l'incidence des évènements thrombo-emobolique en France après chirurgie du rachis lombaire et d'identifier les facteurs de risque parmi les différentes caractéristiques chirurgicales.

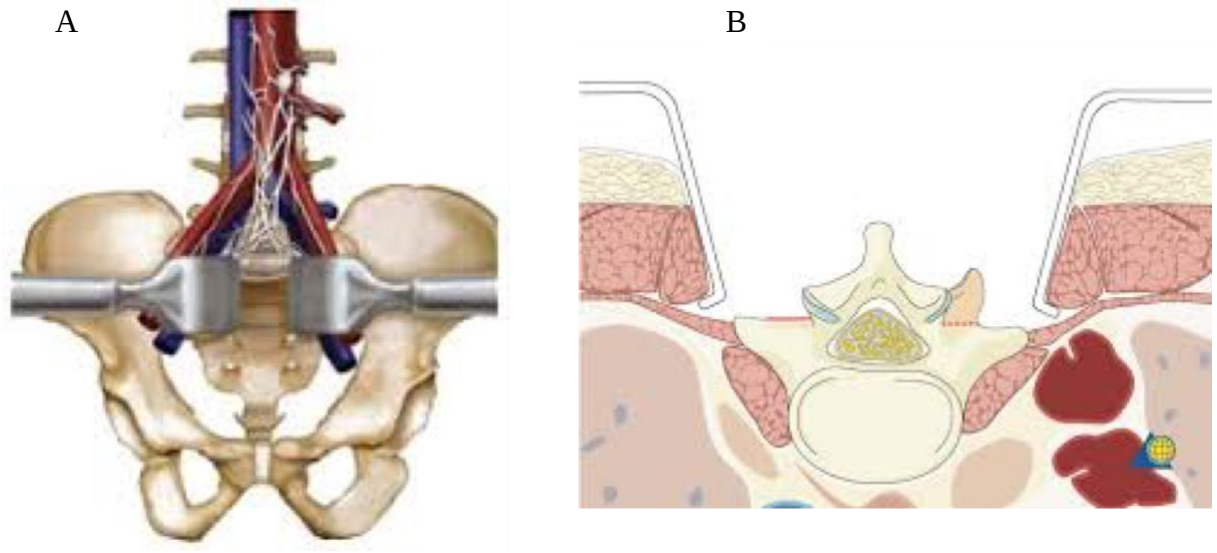


Figure 5 Différence entre les voies d'abord antérieures (A) et postérieures (B) du rachis lombaire dans l'exposition et la mobilisation des vaisseaux iliaques

Matériel et méthodes

Nous avons mené une étude observationnelle d'une cohorte de patients adultes opérés de chirurgie du rachis lombaire en France entre 2009 et 2014.

Source

Cette étude était réalisée sur les données du SNIIRAM, dont les données ont déjà été utilisées lors d'études évaluant le risque thrombo-embolique associé aux contraceptifs oraux (108). Les inclusions étaient restreintes au régime général de l'Assurance Maladie représentant 77 % de la population française.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Patients

Critères d'inclusion

Tous les patients agés de 18 ans et plus et opérés d'une chirurgie du rachis entre le premier janvier 2009 et le 31 décembre 2014 étaient inclus. Les patients étaient sélectionnés au moyen du croisement des codes d'actes chirurgicaux issues de la CCAM (disponible en annexe tableau 7). Dans le cas d'actes répétés du chirurgie rachidienne pour un même patient au cours de la période d'étude, seule la première intevention était retenue.

Critères d'exculsions

Les patients étaient exclus en cas de :

- Accident thrombo-embolique récent, afin d'exclure les événements prévalents (définit par une hospitalisation pour ETEC dans l'année précédant l'acte d'inclusion)
- Toute intervention chirurgicale dans les 6 mois précédant l'acte d'inclusion, et
- Les interventions chirurgicales multiples au cours de la même hospitalisation, afin de limiter la confusion possible entre les risques issus de plusieurs interventions différentes.

Une deuxième étape permettant de sélectionner les patients opérés spécifiquement d'une chirurgie du rachis lombaire était effectuée en combinant les actes chirurgicaux avec les codes diagnostiques CIM-10 issus du PMSI. Les patients étaient inclus en cas de présence d'un code CCAM d'acte chirurgical portant sur le rachis lombaire ou d'un code diagsnotique CIM-10 décrivant une pathologie lombaire.

Données collectées

Critère de jugement principal

Nature de l'événement

Le critère de jugement principal était l'apparition d'un ETEV au cours de l'année suivant l'intervention chirurgicale. Ces évènements étaient détectés au cours des hostpitalisations, et regrouppaient les embolies pulminaires (EP) et les thromboses veineuses profondes (TVP) des membres inférieurs (codes CIM-10 : I26 et I800-803; les thromboses veineuses aussi bien distales que proximales étaient incluses, en raison du manque de fiabilité et de précision des données disponibles dans le SNIIRAM).

Date de l'évènement

La date de l'événement était définie par la date de l'acte diagnostique en lien avec l'événement (cf. annexe). En cas d'absence de date d'examen disponible , les dates d'évènements étaient définies par :

- la date de début d'une nouvelle hospitalisation lorsque l'évènement était observé pour la première fois au cours d'une hospitalisation ultérieure à celle au cours de laquelle avait eu lieu l'intervention index.
- une date imputée pour les patients dont l'évènement survenait au cours de la même hospitalisation que celle de l'intervention index. Celle-ci était fixée à une date correspondant au quatre cinquièmee de la durée de cette hospitaliation (ce qui correspondait au délai médian de survenue de l'évènement pour les patients dont la date était connue et dont l'évènement survenait au cours de l'hospitalisation initiale).

Facteurs de risque

Facteurs de risque personnels

Différentes caractéristiques individuelles indépendants de l'intervention chirurgicale, et reconnues comme facteur de risque d'ETEV étaient recherchées. Elles étaient repérées en utilisant les données issues des hospitalisations antérieures et des ALD depuis 2006 (tableau 8 en annexe), et comprenaient : l'âge, le sexe, l'obésité, la présence d'un cancer dont la présence d'un cancer actif (définit par la présence de codes CIM-10 associés à la présence d'actes de traitements actifs reliés au cancer), la présence d'une pathologie cardiovasculaire, rénale, respiratoire ou psychiatrique, la présence d'une hyper-tension artérielle, la présence d'une paralysie sévère ou d'autres troubles neurologiques. Les consommations d'antalgiques, d'antidépresseurs, ou d'une contracepation orale dans les trois mois qui précédaient l'intervention étaient également collectées.

Facteurs de risque chirurgicaux

Les caractéristiques chirurgicales étaient évaluées avec précision à l'aide des codes d'intervention chirurgicales CCAM, des codes LPP des dispositifs médicaux implantés et des codes CIM-10, et évaluaient les facteurs suivants :

- La nature de la voie d'abord réalisée (antérieure, postérieure, mixte)
- La présence d'au moins un dispositif médical implanté
- La nature et le nombre des dispositifs utilisés (vis pédiculaires, cages intersomatiques, prothèse de disque, autre système d'ostéosynthèse)
- L'indication de l'intervention chirurgicale : déformation rachidienne définie par une chirurgie d'arthrodèse étendue sur 5 vertèbres ou plus et fracture vertébrale

Thrombo-prophylaxie médicamenteuse

La prophylaxie médicamenteuse était définie par la consommation d'héparine standard ou de bas-poids moléculaire dans les deux ou les cinq jours suivant la sortie de l'hospitalisation.

Analyse statistique

Une analyse de survie utilsant le modèle à risque proportionnel de Cox avec un seuil de sifgnificativité à 5 %. La date de point était définie à 1 an de l'intervention.
Les patients étaient censurés en cas de décès ou de toute nouvelle intervention chirurgicale pour éviter le risque de confusion avec le risque associée à la nouvelle intervention.
Une analyse multivariée utilisant une méthode chronologico-logique de sélection de pas-à-pas descendant en deux étapes. En premier lieu, nous avons inclus toutes les variables de facteurs de risque associées aux patients, et deuxièmement, nous avons inclus les variables chirurgicales à tester. Les seuil de séléction des variables étaient de 5 %.
La délivrance médicamenteuse n'est disponible dans le SNIIRAM que pour les patients traités par des soins ambulatoires de médecine de ville. De ce fait, nous avons décidé d'évaluer l'impact de la thrombo-prophylaxie dans un sous-groupe de patients à faible risque thrombotique (chez qui la question du rapport bénéfice/risque de la prévention médicamenteuse était la plus pertinente) et chez qui cette pratique était évaluable. Nous avons exclus les patients consommant des anticoagulants en pré-opératoire, ou des patients chez qui un accident thrombo-embolique avait été observé au cours de la période d'hospitalisation. De la même façon, les patients dont la durée d'hospitalisation excédait 7 jours ou qui étaient transférés dans une structure de rééducation étaient exclus. Enfin, les patients à haut risque d'ETEV étaient exclus (cancer actif, fracture vertébrale, antécédent d'ETEC, intervention réalisée pour déformation vertébrale, paralysie sévère ou patient agés de 75 ans et plus) .
Un modèle de Fine and Gray était utilisé pour évaluer le risque de mauvaise estimation des mesures d'association en raison du risque compétitif lié au décès.

Enfin une analyse de sensibilité était effectutée en ne prenant que l'embolie pulmonaire comme critère de jugement principal.

Toutes les analyses étaient effectuées en utilisant le logiciel STATA 14 pour Macintosh.

Résultats

Patients

Nous avons inclus 323737 patients (dont 166260 hommes, 51%) sur 477024 sélectionnés (tableau 5), la procédure de sélection est résumée dans le diagramme de flux de patients (figure 6). L'âge moyen était de 52,9 ans. Une majorité des patients était opérée par voie d'abord postérieure (312950, 97%) et des dispositifs médicaux étaient implantés chez 76911 patients (24%). La durée moyenne de séjour était de 5.8 jours (écart-type : 4.1 jours).

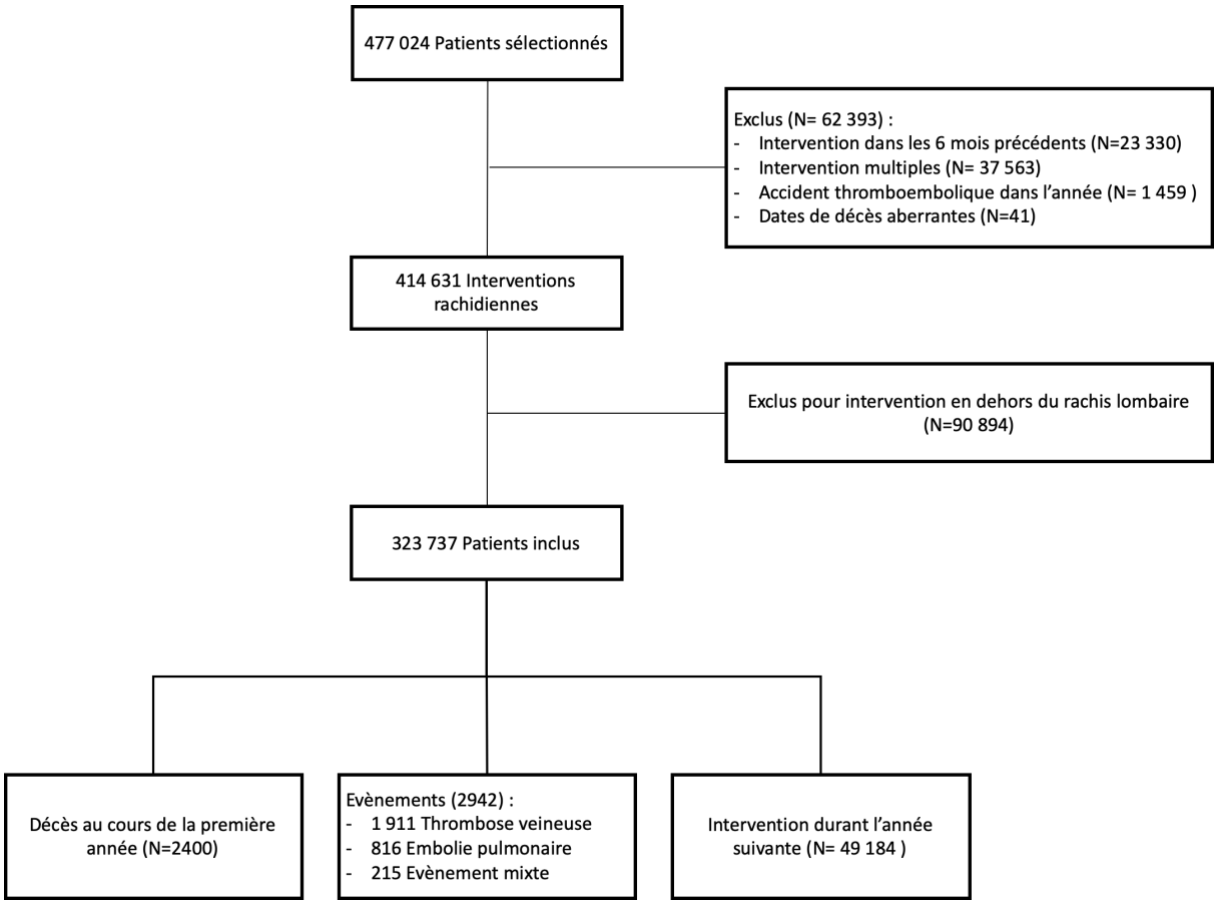


Figure 6 Diagramme de flux de sélection des patients

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Tableau 5 Caractéristiques des patients opérés d'intervention du rachis lombaire

Variables	N (%)
N	323.737
Sexe (homme) *	166.260 (51.4)
Age †	52.9 (15.5)
Consommation médicamenteuse pré-opératoire * ‡	
• **Contraception orale**	10.241 (3.3)
• **Antidépresseur**	50.391 (15.6)
• **Antalgiques**	349.849 (84.4)
○ **Opioïdes**	210.440 (65.0)
Caractéristiques individuelles	
• **Antécédent d'ETEV**	3.135 (1.0)
• **Pathologie cardio-vasculaire**	23.243 (10.3)
• **Hyper-tension artérielle**	53.162 (16.4)
• **Diabète**	18.341 (5.7)
• **Obésité morbide**	24.810 (7.7)
• **Pathologie respiratoire**	16.538 (5.1)
• **Pathologie rénale**	2.854 (0.9)
• **Cancer**	30.887 (9.5)
○ **Dont cancer actif**	21.980 (6.8)
• **Paralysie sévère**	3.994 (1.2)
• **Autre trouble neurologique**	4.196 (1.3)
• **Pathologie psychiatrique**	47.752 (14.8)
Dispositif médicaux *	76.911 (23.8)
• **Dispositif d'ostéosynthèse :**	71.700 (22.2)
○ **Vis pédiculaire**	62.056 (19.2)
○ **Autre système d'ostéosynthèse**	62.978 (19.5)
• **Cage intersomatique**	36.392 (11.2)
• **Prothèse de disque**	1.835 (0.6)
• **Nombre de vis pédiculaires**	
○ **1-3**	4.285 (1.3)
○ **4-5**	31.832 (9.8)
○ **6-9**	19.991 (6.2)
○ **>10**	5.948 (1.8)
Voie d'abord chirurgicale *	
• **Postérieure**	312.950 (96.7)
• **Antérieure**	9.461 (2.92)
• **Combinée**	1.326 (0.4)
Fracture vertébrale *	7.620 (2.4)
Intervention pour déformation vertébrale (> 5	3.454 (1.1)

*N (%)
† Moyenne (Intervalle de confiance à 95%)
‡ Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention

Evènements

Nous avons observé 2942 évènements (0.91%), dont 1911 thromboses veineuses profondes des membres inférieurs, 816 embolies pulmonaires et 215 évènements mixtes.

Les patients censurés étaient répartis en 49184 sujets opérés d'une nouvelle intervention au cours de l'année suivant l'intervention d'inclusion et 2400 sujets décédés sans qu'un événement thrombo-embolique n'ai été détecté. Parmi les 2608 patients décédés, 208 décès survenaient dans les suites d'un ETEV, ce qui représentait 7,1 % des évènements (versus 0,8% des patients qui n'avaient pas présenté d'ETEV, p<0.001)

La plupart des évènements (1913, 65%) survenaient au cours du premier mois post-opératoire (médiane de survenue : 12 jours, interquartile Q1Q3 : 5-72 jours), et plus de la moitié (1574, 54%), survenaient au cours de l'hospitalisation initiale. La courbe de survie est détaillée dans la figure 7.

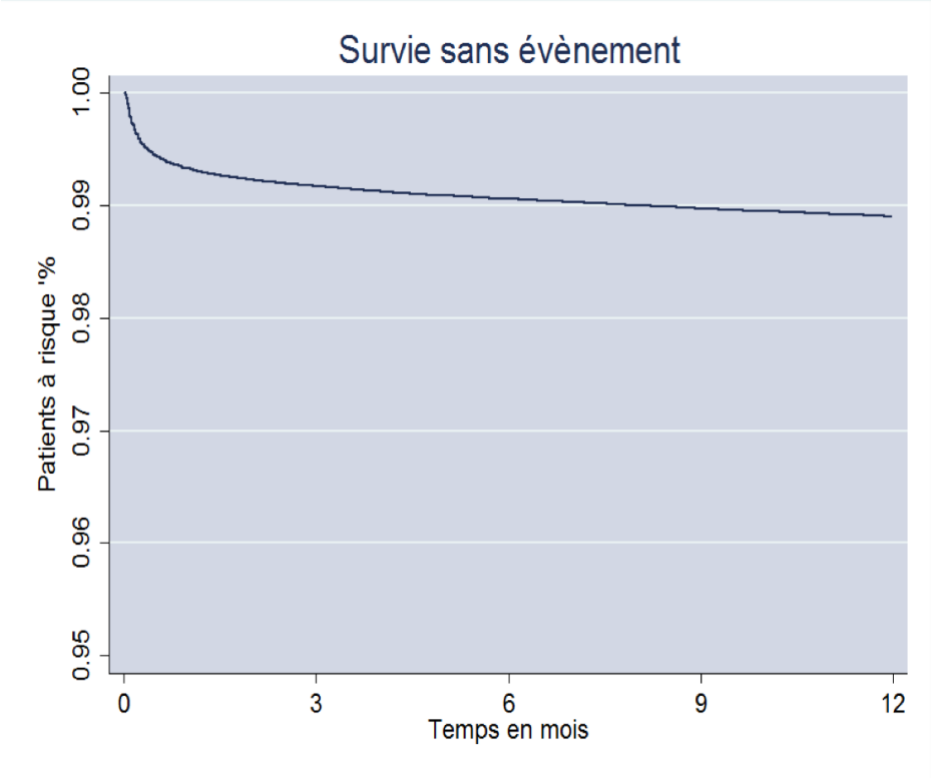


Figure 7 Courbe de Kaplan-Meier de la survie sans évènement thrombo-embolique

De nombreux facteurs de risques étaient associés à la survenue d'évènements thrombo-embolique post-opératoire en analyse univariée. Les caractéristiques individuelles des patients qui étaient associées à une augmentation du risque d'ETEV étaient l'âge, l'antécédent d'ETEV, les pathologies cardio-vasculaires respiratoires, psychiatriques ou rénales, l'hypertension artérielle, l'obésité, et la paralysie sévère. Tous les facteurs chirurgicaux présentaient également une association significative. L'ensemble des résultat est présenté dans le tableau 6.

L'analyse multivariée (tableau 7, et en annexe tableau 9 pour le modèle complet), montrait une association avec neuf facteurs reliés aux patients : l'âge (avec un risque accru de 4% par an IC: 3.8-4.3), l'obésité (HR = 1.32 ; IC : 1.18-1.46), la présence d'un cancer actif (HR: 1.65 ; IC : 1.5-1.82), l'antécédent d'ETEV (HR: 5.41 ; IC : 4.74-6.17), la présence d'une paralysie sévère (HR: 1.47 ; CI: 1.17-1.84), d'une pathologie rénale (HR: 1.28 ; CI: 1.04-1.6), psychiatrique (HR: 1.21 ; CI: 1.1-1.32) ou la consommation d'antidépresseur (HR : 1,13, IC : 1,03-1,24) ou d'un contraceptif oral (HR : 1,56 ; IC : 1,19 – 2,03). Concernant les variables chirurgicales, le risque était accru en cas de chirurgie pour déformation rachidienne (HR : 3,61 ; IC 2.96-4.4), l'implantation de vis pédiculaire avec une association « dose-dépendante » (augmentation de 40 % du risque pour la présence de 1 à 5 vis pédiculaires, de 69% pour 6 à 9 vis et de 117% pour 10 vis et plus) et dans le cas de voie d'abord antérieure (HR : 1.97 ; IC : 1.6-2.43) ou combinée (HR : 2.03 ; IC : 1.44-2.84).

Tableau 6 Analyse univariée du risque de thrombose après chirurgie du rachis lombaire avec modèle à risque proportionnel de Cox

Variables	HR	IC 95%	p	%
Sexe (femme)	1.44	1.33 – 1.55	<0.00	1.08
Age	1.05	1.044 – 1.05	<0.00	1.51 †
Consommation médicamenteuse pré-opératoire *				
• **Contraception orale**	0.62	0.49 – 0.8	<0.00	0.58
• **Antidépresseur**	1.56	1.43 -1.70	<0.00	1.30
• **Antalgiques**	1.09	0.97– 1.21	0.15	0.92
○ **Opioïdes**	0.92	0.86 – 0.99	0.04	0.88
Caractéristiques individuelles				
• **Antécédent d'ETEV**	10.74	9.47 – 12.2	<0.00	8.48
• **Pathologie cardio-vasculaire**	2.31	1.86 – 2.25	<0.00	1.82
• **Hyper-tension artérielle**	2.66	2.47 – 2.88	<0.00	1.88
• **Diabète**	2.03	1.81– 2.28	<0.00	1.72
• **Obésité morbide**	2.13	1.93 – 2.36	<0.00	1.76
• **Pathologie respiratoire**	2.10	1.86 – 2.37	<0.00	1.78
• **Pathologie rénale**	3.70	3.00 – 4.57	<0.00	3.15
• **Cancer**	2.64	2.42 – 2.88	<0.00	2.03
○ **Dont cancer actif**	2.96	2.69 – 3.26	<0.00	2.32
• **Paralysie sévère**	2.30	1.84 – 2.88	<0.00	2.00
• **Autre trouble neurologique**	2.08	1.67 – 2.62	<0.00	1.84
• **Pathologie psychiatrique**	1.69	1.55 – 1.84	<0.00	1.38
Fracture vertébrale *	2.73	2.35 -3.18	<0.00	2.32
Intervention pour déformation (> 5 vertèbres)	3.61	2.96 – 4.4	<0.00	2.98
Dispositif médicaux *	2.02	1.88 – 2.17	<0.00	1.46
• **Dispositif d'ostéosynthèse :**	2.09	1.94 – 2.25	<0.00	
○ **Vis pédiculaire**	2.00	1.85 -2.17	<0.00	1.51
○ **Autre système d'ostéosynthèse**	2.14	1.97 – 2.31	<0.00	
• **Cage intersomatique**	1.27	1.14 – 1.41	<0.00	1.10
• **Prothèse de disque**	0.90	0.54 – 1.49	0.67	0.82
Nombre de vis pédiculaires				
• **0**	1			
• **1-3**	1.61	1.22 – 2.12	<0.00	1.21
• **4-5**	1.59	1.42 -1.77		1.20
• **6-9**	2.22	1.97– 2.49		1.66
• **>10**	3.92	3.34 – 4.59		2.82
Voie d'abord chirurgicale				
• **Postérieure**	1		<0.00	0.90
• **Antérieure**	1.21	0.99 – 1.48		1.09
• **Combinée**	3.00	2.15 – 4.2		2.64

HR: Hazard-ratios

* Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention

† Pour les patients de plus de 52.9 ans (âge médian de la cohorte)

Table 7 Analyse multivariée du risque de thrombose après chirurgie du rachis lombaire avec modèle à risque proportionnel de Cox

Variable	HR	CI 95%	p
Age	1.04	1.038 - 1.043	<0.001
Obésité	1.32	1.18 - 1.46	<0.001
Cancer actif	1.65	1.5 – 1.82	<0.001
Paralysie sévère	1.47	1.17 - 1.84	0.001
Pathologie psychiatrique	1.21	1.1 - 1.32	<0.001
Pathologie rénale	1.28	1.04 – 1.6	0.02
Antécédent d'événement thrombo-embolique	5.41	4.74 – 6.17	<0.001
Consommation d'antidépresseur *	1.13	1.03 - 1.24	0.007
Consommation de contraception orale *	1.56	1.19 – 2.03	0.001
Fracture vertébrale	2.2	1.88 - 2.58	<0.001
Déformation vertébrale de plus de 5 vertèbres	1.48	1.15 - 1.89	0.002
Nombre de vis pédiculaires			
• **0**	1		<0.001
• **1-3**	1.42	1.07 – 1.89	
• **4 - 5**	1.38	1.23 – 1.56	
• **6 - 9**	1.69	1.49 – 1.9	
• **>=10**	2.17	1.77 – 2.64	
Voie d'abord chirurgicale			
• **Postérieure**	1		<0.001
• **Antérieure**	1.97	1.6 – 2.43	
• **Combinée**	2.03	1.44 – 2.84	

HR: Hazard-ratios
* Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention

La conduite d'une analyse stratifiée en deux groupes en fonction de la présence ou non d'implantation de dispositifs médicaux ne révélait pas de modifications majeures ou de phénomène de confusion entre les différents facteurs (tableaux complémentaires 10 et 11 en annexe). Par ailleurs, il n'y avait pas de changement significatif avec l'utilisation d'un modèle de Fine et Gray. Enfin, notre analyse de sensibilité utilisant l'embolie pulmonaire comme critère de jugement principal produisait des résultats similaires au modèle initial (tableau complémentaires 12 en annexe).

Rôle de la thrombo-prophylaxie médicamenteuse

La prophylaxie médicamenteuse a été analysée dans un sous-gorupe de 188713 patients dont 35391 (19 %) et 2881 (1.5%) avaient été traités par héparine, respectivement dans les 5 jours et 2 jours après leur sortie d'hospitalisation (le diagramme de flux de sélection du sous groupe est donné en annexe, figure 1). Parmi ces patients, 356 évènements ont été observés. Les mesures d'associations (hazard ratios ajustés) entre le risque d'événement et l'exposition à une prohylaxie médicameuteuse étaintt comprises entre 0,2 et 0,89, mais cette réducution du risque n'atteignait pas le seuil de significativité en raison d'un manque de puissance probable (les résultats sont détaillés en annexe, dans le tableau supplémentaire 13). Une analyse stratifiée par la présence ou non d'une instrumentation par dispositif médical n'était pas informative en raison du manque de puissance.

Discussion

Dans cette étude nationale de cohorte en vie réelle, nous avons estimé une incidence des évènements thrombo-emboliques après chirurgie du rachis lombaire à 0,91 % en 1 an. Il existait une augmentation du risque en cas d'implantation de dispositifs médicaux et de réalisation de chirurgie complexe ou de voie d'abord antérieure. Ces observations étaient communes aux différents critères d'évaluation d'ETEV, et étaient renforcées après ajustement multiples.

Des précédentes études avaient déjà évalué le risque thrombo-embolique après chirurgie rachidienne mais de façon moins précise. La plupart d'entre elles étaient des séries de cas mélangeant de façon variées les procédures chirurgicales, les méthodes de prophylaxies, et les méthodes diagnostiques évaluées. Ces travaux hétérogènes résultaient en un panel large d'incidences d'ETEV observées. En l'absence de prophylaxie médicamenteuse, Yoshioka et col. a estimé à 8,3 % l'incidence d'ETEV après dépistage systématique des thromboses veineuses profondes par échographie-doppler dans une cohorte de patients opérés d'une chirurgie vertébrale, alors que Nicol et col. ont eux observé une incidence d'évènements symptomatiques après chirurgie lombaire programmée à 0,29 % dans une registre écossais (109,110). Les résultats d'autres études populationnelles sont plus pertinents pour évaluer les nôtres. Au sein de deux registres chirurgicaux déclaratifs nationaux, dédiées aux suites opératoires et à l'étude de la survenue de complications post-opératoires (American College of Surgeon and Scoliosis Research Society), les auteurs observaient une incidence de 1 % d'ETEV après chirurgie rachidienne similaire à celle estimée dans notre étude (100,111). Enfin, dans la publication se rapprochant le plus de la nôtre en termes de méthodes d'évaluation, Schairer et col. observaient 1,37 % d'ETEV après chirurgie rachidienne dans une étude bi-régionale aux États-Unis (101). Dans ces trois études, les résultats, étaient proches de ceux observés dans notre études et définissaient la chirurgie rachidienne comme présentant un risque intermédiaire d'ETEV, comparé au fort risque associé à la chirurgie d'arthroplastie du membre inférieur ou certaines procédures neurochirurgicales (112).

Les évènements observés dans cette étude survenaient précocement après l'intervention chirurgicale, avec une médiane de survenue de 12 jours. Bohl et col, ainsi que De la Garza

Ramis et col. ont rapporté des résultats similaires, avec des délais médians de diagnostic d'embolie pulmonaire de 5 et 4 jours et de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs de 10,5 et 12 jours respectivement (113,114). Ceci se rapproche des observations réalisées en chirurgie orthopédique, puisque le délai médian d'apparition d'une embolie pulmonaire après arthroplastie du membre inférieur a été évalué à 3 jours, et que la moitié des ETEV après prothèse totale d'épaule surviennent dans les 7 premiers jours suivant l'intervention (115,116).

Deux catégories principales de facteurs de risque d'ETEV ont été mises en évidence dans notre étude.

Premièrement, de nombreux facteurs de risque liés au patient, largement décrits et publiés pour d'autres pathologies ou situations cliniques ont été confirmés. L'âge, le sexe, l'immobilisation prolongée ou la paralysie sévère ont déjà été identifiées comme des facteurs de risque majeurs chez des patients opérés ou non opérés (97,117–119). La présence d'un cancer est un facteur déjà très étudié augmentant jusqu'à 12 fois le risque d'ETEV (120,121). L'existence d'un antécédent d'ETEV est un facteur de risque indépendant, et décrit après plusieurs procédures chirurgicales : la chirurgie du membre inférieur dans une étude de Fuji et col. et la chirurgie cranio-cérébrale dans une étude de Smith et col. (122,119). Les différentes déficiences d'organes identifiées dans notre étude comme les insuffisances cardiaques, respiratoires ou rénales ont également déjà été désignés comme associées à une augmentation du risque d'ETEV après arthroplastie de hanche ou de genou. (98,117). Enfin les pathologies rénales (et ce, d'autant plus qu'elles sont associées à une déficience de la fonction d'épuration), peuvent être également associées à un sur-risque lié au défaut de prévention thrombo-embolique par héparine de bas poids moléculaires contre-indiquées dans ce contexte. L'impact du diabète est moindre. Zhang et col n'a pas observé d'association avec le risque d'ETEV après arthroplastie du membre inférieur, tandis que Dattani et col. a montré une augmentation du risque d'ETEV après chirurgie de l'épaule chez les patients diabétiques (117,123). L'obésité est un facteur de risque limité avec un effet graduel « poids-dépendant » (97,124). Enfin, les pathologies psychiatriques et en particulier les troubles bipolaires ou la schizophrénie sont des facteurs de risque reconnus d'ETEV, avec un risque augmenté en cas de traitement anti-

psychotique (125,126). Les auteurs avancent plusieurs hypothèses pour expliquer cette association : biologiques (hyperprolactinémie, syndrome des anticorps anti-phospholipides) et comportementales (altération de la mobilité et du dynamisme) (127). Il n'y a aucune donnée dans la littérature en faveur d'une association entre ETEV et traitement anti-dépresseur. Dans le contexte de cette étude, il est hautement probable que ces traitements aient été prescrits et délivrés en partie pour le traitement de douleurs importantes chez des patients invalides, à faible mobilité. Notre étude a montré que tous ces facteurs de risque sont associés de façon indépendante au risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire, avec une forte association pour l'âge, l'antécédent d'ETEV, et la présence d'un cancer.

Deuxièmement, notre étude apporte la preuve d'une association claire et « dose-dépendante » entre le risque de survenue d'un ETEV, et l'importance de la chirurgie. Ceci est particulièrement surligné lorsqu'on examine le nombre de dispositifs médicaux implantés.

L'implantation d'un dispositif médical quel qu'il soit était associée à une augmentation du risque de 67 %, et une forte relation « dose-effet » était mise en évidence lorsqu'on étudiait le nombre de vis pédiculaires. Les vis pédiculaires sont les implants les plus fréquemment utilisés pour les ostéosynthèses de la colonne vertébrale, une à deux vis sont implantées par vertèbres. Le nombre d'implants utilisés lors d'une intervention représente donc le nombre de vertèbres opérées mais également la complexité de l'intervention. De façon similaire les patients opérés pour une chirurgie de déformation rachidienne étendue présentaient un sur-risque indépendant de survenue d'ETEV post-opératoire. Des relations identiques ont déjà été observées par Shairer et col. en 2014 (101). Les auteurs avaient montré une augmentation du risque d'ETEV en cas d'augmentation du nombre de vertèbres concernées par une arthrodèse rachidienne ou en cas de complications liées aux dispositifs médicaux implantés. Enfin, nous avons montré un doublement du risque d'ETEV en cas de voie d'abord antérieure du rachis lombaire. Le risque de lésions des gros vaisseaux des membres inférieurs lors de ce type d'intervention a déjà été bien décrit, cependant seules peu d'études ont montré une augmentation du risque d'ETEV (107,128). Villavicencio et col. a observé une augmentation du risque d'embolie pulmonaire après arthrodèse lombaire par voie antérieure

(versus postérieure), alors que Qureshi et col a montré une augmentation du risque de TVP pour les voies d'abord antérieures comparées aux postérieures (129,130).

Dernièrement, nous avons observé une mortalité de 7 % après la survenue d'un événement. Aucune information concernant les causes de décès n'était disponible, mais l'incidence d'événement thrombo-embolique fatal a déjà été évaluée à un taux élevé similaire au nôtre, et dans une étude autopsique récente, Saber et al. émettait l'hypothèse qu'il est encore largement sous-estimé (95,97,131).

La force principale de cette étude est l'exhaustivité et la représentativité de la base de données, qui permet d'étudier en condition de vie réelle près de 80 % des patients opérés d'une intervention rachidienne en France. La fiabilité de ces données, notamment pour les données hospitalières de codages diagnostiques et thérapeutiques qui sont nécessaires à la facturation des patients, est assurée par des contrôles de qualité externes et internes. Le grand nombre de patients nous a permis d'appliquer des règles rigoureuses d'inclusion de façon à éviter les risques de confusion due à d'autres évènements médicaux. Les données détaillées issues des codages thérapeutiques et des dispositifs médicaux, ont permis une exploration précise des facteurs chirurgicaux après ajustement sur les caractéristiques individuelles des patients. Enfin, la nature de la base de données, contenant des données collectées de façon prospective et systématique, nous a permis de conduire une étude de vie courante avec une évaluation indépendante des données.

Cependant, cette étude comporte plusieurs limites. Premièrement, le SNIIRAM est une base de données médico-administrative, dans laquelle les informations sont collectées dans le but de générer des factures et de payer les acteurs de soins. Ceci induit un biais potentiel de classement aussi bien des facteurs d'exposition que des critères d'évaluations. En particulier, il est possible que les interventions codées, mais également les évènements médicaux survenus en cours d'hospitalisation, aient été impactés par ces contraintes économiques (c'est à dire qu'il y ait eu une incitation financière pour utiliser des codes générant le plus de revenus). Nous avons donc choisi de regrouper les patients dans des catégories chirurgicales larges (ce qui nous a empêchés de réaliser une

analyse précise des différentes procédures réalisées par voie postérieure). Deuxièmement, nous n'avions aucune donnée concernant les méthodes de prévention utilisées en intra-hospitalier, mécanique ou pharmaceutique. Ceci nous a empêchés de réaliser une analyse de l'impact de la thrombo-prophylaxie pour tous les patients Notre sous-groupe d'analyse possédait une puissance trop faible pour démontrer un effet préventif.

Conclusion

En conclusion, cette étude nationale de vie courante a permis d'estimer à 1% le risque d'évènement thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire. Il s'agit d'un risque intermédiaire mais largement modulé par de nombreux facteurs identifiables facilement (âge, obésité, antécédent d'ETEV, cancer actif, paralysie, pathologie psychiatrique ou rénale, consommation d'antidépresseur, ou de contraception orale, fracture vertébrale, implantation de dispositifs médicaux, intervention pour une déformation rachidienne ou enfin intervention du rachis lombaire par voie antérieure). La communauté chirurgicale devrait être consciente de ce gradient de risque et adapter les stratégies de prévention en fonction des patients et des interventions réalisés en minimisant les facteurs de risque évitables et en utilisant une prophylaxie médicamenteuse en cas de risque élevé. Un seuil de 3 % est régulièrement utilisé en chirurgie orthopédique et pourrait être utilisé ici. Néanmoins, des essais contrôlés randomisés sont nécessaires pour documenter davantage son efficacité, en particulier dans les cas à faible risque.

Synthèse des résultats, conclusions et perspectives

Ce travail, complémentaire d'autres études déjà publiées, notamment par Sandrine Colas et al., a permis de montrer l'utilité et la faisabilité d'études de haut niveau sur les bases médico-administratives françaises (PMSI-SNIIRAM et maintenant SNDS) dans le domaine de l'orthopédie et en particulier de la chirurgie rachidienne.

Résumé des résultats principaux

La première partie de ce travail a permis de réaliser une description des opportunités de recherche offertes par le SNDS dans le domaine de l'orthopédie. L'objectif de ce chapitre pédagogique est de démocratiser la connaissance et l'utilisation de cette base de données au sein de la communauté chirurgicale, de plus en plus sensibilisée par les enjeux de recherche, mais également de pharmacovigilance. La publication de cet article de sensibilisation par le journal officiel de la SOFCOT est un premier pas vers une collaboration plus poussée et une réflexion commune sur la place des travaux observationnels portant sur le SNDS en orthopédie.

La deuxième partie de cette thèse montre l'apport que l'étude de cette base de données de grande ampleur peut avoir sur l'étude de phénomènes de santé même fréquents, ou déjà bien documentés comme les fractures. La mise à jour des connaissances épidémiologiques est un élément d'intérêt. Les fractures restent un enjeu de santé publique majeur avec une augmentation exponentielle de l'incidence des fractures avec l'âge et la prépondérance de l'atteinte de certains sites (col fémoral, segment proximal du membre supérieur et segment distal du membre inférieur) soulignant l'enjeu important qu'est l'ostéoporose dans ces situations. Cette étude a permis également d'évaluer de façon originale les conséquences médicales engendrés par ces traumatismes avec des critères « objectifs » comme la mortalité mais également plus fins comme la réalisation d'intervention ou l'hospitalisation.

La troisième partie de cette thèse a permis d'évaluer l'incidence d'évènements médicaux survenant dans les suites d'une intervention chirurgicale et d'en analyser avec précisions les facteurs de risque et les conséquences sur la mortalité. La très grande capacité de détection d'évènements indésirables ou de surveillance d'évènements rares est une caractéristique déjà bien connue de ces bases de données, et de nombreux travaux de pharmaco-épidémiologie ont été publiés accumulant les preuves de l'utilité du SNDS, y compris en orthopédie (55,57). Néanmoins, ce travail de thèse montre que ces champs d'études peuvent s'élargir à des domaines moins exploités comme l'étude d'actes chirurgicaux ou de dispositifs médicaux implantables. La survenue d'événement thrombo-embolique est ainsi un événement rare après chirurgie rachidienne, mais dont le risque est très variable et modulé par des facteurs individuels bien connus, mais également des facteurs chirurgicaux, comme l'étendue de l'intervention, la voie d'abord ou le nombre de dispositifs médicaux implantés.

Ces ouvertures se heurtent cependant à des limites connues et habituelles des données médico-administratives dont deux sont particulièrement importantes et mériteraient des travaux de recherche. La première est l'inconnue sur la fiabilité des données et des algorithmes utilisés et la deuxième est la capacité d'évaluation de l'efficacité des traitements.

Qualité des outils d'exploitation du SNDS

La nature médico-économique des données du SNDS engendre comme nous l'avons vu des erreurs de mesure des variables enregistrées malgré les contrôles de qualité opérés par les organismes en charge de la base. Comme l'ont souligné plusieurs auteurs, l'essentiel des algorithmes actuellement utilisés n'ont pas été validés. De plus, dans un grand nombre de situations, et c'est par exemple le cas concernant les pathologies neurodégénératives, les algorithmes utilisés varient d'une publication à une autre, ajoutant à l'incertitudes des données, une autre source de variabilité (45). Le potentiel du SNDS de surveillance et de détection d'évènements est un atout majeur pour le suivi des implants orthopédiques, mais ne peut être exploité qu'avec une connaissance de la fiabilité des outils qui lui sont associés.

Comme pour toute spécialité médicale ou chirurgicale, il existe en orthopédie une nécessité de recoupement d'informations pour permettre l'identification de situations cliniques. Les données sont issues du diagnostic (lui-même provenant de données indirectes de soins de ville comme de données hospitalières plus directes), des actes chirurgicaux et des dispositifs médicaux implantés. Lors des différents travaux réalisés au cours de cette thèse, cette limite a été particulièrement présente, et des sources d'erreurs de classement ont été identifiées à des niveaux multiples.

En premier lieu, la nature médico-économique des données augmente le risque de biais de classement en faveur les catégories de codage les plus génératrices de revenus. Cet aspect peut concerner à la fois les diagnostics mais aussi les actes, mais il est peu probable que les dispositifs médicaux soient concernés.

Le deuxième niveau, plus problématique, est celui de la précision des données. L'absence d'information est constaté, on l'a vu, dans tous les domaines : c'est la cas pour les soins externes pour lesquels aucun diagnostic n'est souvent disponible, comme pour les soins hospitaliers avec les « trous noirs » médicamenteux, l'imprécision des codes diagnostiques ou thérapeutiques (côté droit ou gauche pour les membres, nombre et localisation des vertèbres concernés par la pathologie ou l'intervention étudiée..) et enfin la nature catégorielle des classes LPPR, ne permettant pas toujours de faire la différence entre un dispositif et un autre.

L’organisation de plus en plus intégrée au sein du Redsiam, doit permettre une homogénéisation des pratiques et une production d’algorithmes testés et validés.

Dans le cadre de la poursuite du travail de cette thèse, j’ai proposé ma candidature au groupe de travail ostéo-articulaire du Redsiam, dans le but de conduire des projets de création et de validation d’algorithmes spécifiques de la chirurgie orthopédique. L’objectif est de pouvoir évaluer des algorithmes d’intérêt dans l’étude de pathologies chirurgicales ostéo-articulaires au moyen de chaînage entre des cohortes existantes de patients (notamment dans le cadre d’entrepôt de données cliniques hospitaliers) et le SNDS. Ce projet sera réalisé en associant le groupe de travail os du Redsiam et la SOFCOT afin de cibler en priorité les situations cliniques d’intérêt qui pourront être réutilisés lors d’études futures.

Évaluation de l'efficacité des interventions chirurgicales

L'évaluation de l'efficacité d'un traitement au cours d'une étude observationnelle est difficile, comme nous l'avons vu dans la première partie de cette thèse.

En cas d'étude comparative (versus placebo, absence de traitement, ou traitement de référence), le principal écueil, en l'absence de randomisation est de s'assurer de la comparabilité des différents groupes de traitement évalués. La prise en compte complète des facteurs de confusion potentiels n'est jamais certaine, même en cas d'études bien conduites. La réalisation d'études avec analyse par score de propension semble prometteuse dans le contexte du SNDS. Pour Lonjon et col. cette méthode permet d'apporter des résultats ne présentant pas d'écart systématique par rapport à l'effet traitement évalués au cours d'essais randomisés contrôlés (32). De plus, la taille de la population étudiée, et la disponibilité de détails socio-économiques en plus des aspects médicaux permettrait une sélection de nombreuses variables incluses dans le calcul du score, comme le recommandent certains auteurs (132).

Dans le cadre spécifique du SNDS, la difficulté de l'évaluation de l'effet traitement réside par ailleurs, dans l'élaboration d'un critère d'efficacité. Les paramètres de mesure habituels de l'efficacité des traitements ne sont en effet pas systématiquement et fréquemment disponibles. C'est particulièrement le cas, lors de l'étude de pathologies ostéo-articulaires qui n'engendrent que des douleurs et des troubles fonctionnels. L'absence d'informations individuelles de santé perçue (échelles fonctionnelles et de qualité de vie) habituellement utilisées dans ces circonstances peut être remplacée par un ensemble de facteurs médicaux sociaux et professionnels (consommation de soins, consommations médicamenteuses, nouvelles interventions chirurgicales, arrêt de travail). La pertinence de la réunion de ces paramètres en critères d'évaluation composite nécessite d'être évaluée.

Une fois validés, ces algorithmes d'évaluation de traitement seront utilisés dans des projets, en cours d'élaboration pour l'analyse de l'efficacité et de la tolérance de plusieurs stratégies thérapeutiques rachidiennes.

Conclusions

Le Système National des Données de Santé offre des possibilités de recherche sans cesse grandissantes. Celles-ci sont particulièrement importantes dans le domaine de l'orthopédie comme le montre ce travail de thèse. De nombreuses questions, épidémiologiques, thérapeutiques et économiques peuvent trouver leurs réponses grâce aux données qu'il contient. De nombreux travaux préparatoires, notamment dans le domaine de la fiabilisation des mesures d'efficacité, sont toutefois encore nécessaires pour répondre à certaines de ces questions.

Bibliographie

1. Andry de Boisregard N (1658-1742) A du texte. L'orthopédie, ou L'art de prévenir et de corriger dans les enfants les difformités du corps. Tome 1 / ... par M. Andry... [Internet]. 1743 [cited 2019 Aug 17]. Available from: https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9608501w
2. Hernigou P, Pariat J. History of internal fixation with plates (part 2): new developments after World War II; compressing plates and locked plates. Int Orthop. 2017;41(7):1489–500.
3. Hernigou P, Pariat J. History of internal fixation (part 1): early developments with wires and plates before World War II. Int Orthop. 2017;41(6):1273–83.
4. Knight SR, Aujla R, Biswas SP. Total Hip Arthroplasty - over 100 years of operative history. Orthop Rev [Internet]. 2011 Nov 7;3(2). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3257425/
5. Arrêté du 22 septembre 2004 fixant la liste et la réglementation des diplômes d'études spécialisées complémentaires de médecine.
6. L'avenir de l'assurance maladie | Cour des comptes [Internet]. [cited 2019 Sep 27]. Available from: https://www.ccomptes.fr/fr/publications/lavenir-de-lassurance-maladie
7. Netgen. La qualité des implants en chirurgie orthopédique [Internet]. Revue Médicale Suisse. [cited 2019 Aug 17]. Available from: https://www.revmed.ch/RMS/2009/RMS-230/La-qualite-des-implants-en-chirurgie-orthopedique
8. Black N. Why we need observational studies to evaluate the effectiveness of health care. BMJ. 1996 May 11;312(7040):1215–8.
9. Glasziou P, Chalmers I, Rawlins M, McCulloch P. When are randomised trials unnecessary? Picking signal from noise. BMJ. 2007 Feb 17;334(7589):349–51.
10. Spodick DH. Numerators Without Denominators: There Is No FDA for the Surgeon. JAMA. 1975 Apr 7;232(1):35–6.
11. Evidence-Based Medicine Working Group. Evidence-based medicine. A new approach to teaching the practice of medicine. JAMA. 1992 Nov 4;268(17):2420–5.
12. Jin G, Ran J, Chen W, Xiong Y, Bao J, Wu L. The 10-year outcomes of the ASR XL Acetabular System: a single-center experience from China. J Orthop Surg. 2019 May 24;14(1):154.
13. Johnson J, Rogers W. Joint issues – conflicts of interest, the ASR hip and suggestions for managing surgical conflicts of interest. BMC Med Ethics. 2014 Aug 15;15:63.
14. Maurer-Ertl W, Friesenbichler J, Holzer LA, Leitner L, Ogris K, Maier M, et al. Recall of the ASR XL Head and Hip Resurfacing Systems. Orthopedics. 2017 Mar 1;40(2):e340–7.
15. The Implant Files: a global investigation into medical devices [Internet]. ICIJ. [cited 2019 Aug 17]. Available from: https://www.icij.org/investigations/implant-files/
16. Wood L, Egger M, Gluud LL, Schulz KF, Jüni P, Altman DG, et al. Empirical evidence of bias in treatment effect estimates in controlled trials with different interventions and outcomes: meta-epidemiological study. BMJ. 2008 Mar 15;336(7644):601–5.
17. Boutron I, Tubach F, Giraudeau B, Ravaud P. Blinding was judged more difficult to achieve and maintain in nonpharmacologic than pharmacologic trials. J Clin Epidemiol. 2004 Jun;57(6):543–50.
18. Hróbjartsson A, Thomsen ASS, Emanuelsson F, Tendal B, Hilden J, Boutron I, et al. Observer bias in randomised clinical trials with binary outcomes: systematic review of trials with both blinded and non-blinded outcome assessors. BMJ. 2012 Feb 27;344:e1119.
19. Van Spall HGC, Toren A, Kiss A, Fowler RA. Eligibility criteria of randomized controlled trials published in high-impact general medical journals: a systematic sampling review. JAMA. 2007 Mar 21;297(11):1233–40.
20. Morin-Ben Abdallah S, Dutilleul A, Nadon V, Yang JW, Marchand-Sénécal X, Van Nguyen P, et al. Quantification of the External Validity of Randomized Controlled Trials Supporting Clinical Care Guidelines: The Case of Thromboprophylaxis. Am J Med. 2016

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Jul;129(7):740–5.
21. Iyngkaran P, Toukhsati SR, Thomas MC, Jelinek MV, Hare DL, Horowitz JD. A Review of the External Validity of Clinical Trials with Beta-Blockers in Heart Failure. Clin Med Insights Cardiol. 2016;10:163–71.
22. McCulloch P, Kaul A, Wagstaff GF, Wheatcroft J. Tolerance of uncertainty, extroversion, neuroticism and attitudes to randomized controlled trials among surgeons and physicians. Br J Surg. 2005 Oct;92(10):1293–7.
23. Michels KB, Rothman KJ. Update on unethical use of placebos in randomised trials. Bioethics. 2003 Apr;17(2):188–204.
24. Jacquier I, Boutron I, Moher D, Roy C, Ravaud P. The reporting of randomized clinical trials using a surgical intervention is in need of immediate improvement: a systematic review. Ann Surg. 2006 Nov;244(5):677–83.
25. Smith GCS, Pell JP. Parachute use to prevent death and major trauma related to gravitational challenge: systematic review of randomised controlled trials. BMJ. 2003 Dec 20;327(7429):1459–61.
26. Witiw CD, Mansouri A, Mathieu F, Nassiri F, Badhiwala JH, Fessler RG. Exploring the expectation-actuality discrepancy: a systematic review of the impact of preoperative expectations on satisfaction and patient reported outcomes in spinal surgery. Neurosurg Rev. 2018 Jan;41(1):19–30.
27. Mancuso CA, Stal M, Duculan R, Girardi FP. Physical and psychological comorbidity independently associated with spine-related disability. Spine. 2014 Nov 1;39(23):1969–74.
28. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique - État des lieux [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cited 2019 Sep 29]. Available from: https://www.has-sante.fr/jcms/c_1600564/fr/niveau-de-preuve-et-gradation-des-recommandations-de-bonne-pratique-etat-des-lieux
29. Deeks JJ, Dinnes J, D'Amico R, Sowden AJ, Sakarovitch C, Song F, et al. Evaluating non-randomised intervention studies. Health Technol Assess Winch Engl. 2003;7(27):iii–x, 1–173.
30. Ioannidis JP, Haidich AB, Pappa M, Pantazis N, Kokori SI, Tektonidou MG, et al. Comparison of evidence of treatment effects in randomized and nonrandomized studies. JAMA. 2001 Aug 15;286(7):821–30.
31. Rothman KJ. Six persistent research misconceptions. J Gen Intern Med. 2014 Jul;29(7):1060–4.
32. Lonjon G, Boutron I, Trinquart L, Ahmad N, Aim F, Nizard R, et al. Comparison of treatment effect estimates from prospective nonrandomized studies with propensity score analysis and randomized controlled trials of surgical procedures. Ann Surg. 2014 Jan;259(1):18–25.
33. Benchimol EI, Smeeth L, Guttmann A, Harron K, Moher D, Petersen I, et al. The REporting of studies Conducted using Observational Routinely-collected health Data (RECORD) statement. PLoS Med. 2015 Oct;12(10):e1001885.
34. Morrato EH, Elias M, Gericke CA. Using population-based routine data for evidence-based health policy decisions: lessons from three examples of setting and evaluating national health policy in Australia, the UK and the USA. J Public Health. 2007 Dec 1;29(4):463–71.
35. Code de la sécurité sociale - Article L161-28-1. Code de la sécurité sociale.
36. Bras P-L, Loth A. Rapport sur la gouvernance et l'utilisation des données de santé [Internet]. 2013. Available from: https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Gouvernance_et_utilisation_des_donnees_de_sante_septembre_2013.pdf
37. Goldberg M, Berr C, Cases C, Dabis F, Hugot J-P, Jougla E, et al. Pour une meilleure utilisation des bases de données administratives et médico-administratives nationales pour la santé publique et la recherche [Internet]. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2012 Mar. Available from: https://www.hcsp.fr/Explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=258
38. LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé. 2016-41 Jan 26, 2016.
39. Chevreul K, Berg Brigham K, Durand-Zaleski I, Hernandez-Quevedo C. France: Health System Review. Health Syst Transit. 2015;17(3):1–218, xvii.
40. ameli.fr - Méthode [Internet]. [cited 2019 Apr 24]. Available from:

https://www.ameli.fr/l-assurance-maladie/statistiques-et-publications/etudes-en-sante-publique/cartographie-des-pathologies-et-des-depenses/methode.php
41. Caillet P, Oberlin P, Monnet E, Guillon-Grammatico L, Métral P, Belhassen M, et al. Algorithmes d'identification des séjours pour fracture du col du fémur d'origine ostéoporotique dans les bases médico-administratives européennes utilisant la CIM-10 : revue non systématique de la littérature. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S198–208.
42. Quantin C, Collin C, Frérot M, Besson J, Cottenet J, Corneloup M, et al. Étude des algorithmes de repérage de la schizophrénie dans le Sniiram par le réseau REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S226–35.
43. Fonteneau L, Le Meur N, Cohen-Akenine A, Pessel C, Brouard C, Delon F, et al. Apport des bases médico-administratives en épidémiologie et santé publique des maladies infectieuses. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S174–82.
44. Bousquet P-J, Caillet P, Coeuret-Pellicer M, Goulard H, Kudjawu YC, Le Bihan C, et al. Recherche d'algorithmes d'identification des cancers dans les bases médico-administratives : premiers résultats des travaux du groupe REDSIAM Tumeurs sur les cancers du sein, du côlon-rectum et du poumon. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S236–42.
45. Gallini A, Moisan F, Maura G, Carcaillon-Bentata L, Leray E, Haesebaert J, et al. Identification des maladies neurodégénératives dans les bases de données médicoadministratives en France : revue systématique de la littérature. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S183–97.
46. Serfaty A, Baron S, Crenn-Hebert C, Barry Y, Tala S. Périnatalité et bases de données médico-administratives : quels usages, quels acteurs, quels enjeux pour les données sur les naissances ? – Spécial REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S209–19.
47. Paget L-M, Dupont A, Pédrono G, Lasbeur L, Thélot B. Méthodes de sélection des données du PMSI pour l'analyse des victimes de traumatismes : brûlures et lésions cérébrales traumatiques. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S220–5.
48. Bannay A, Chaignot C, Blotière P-O, Basson M, Weill A, Ricordeau P, et al. The Best Use of the Charlson Comorbidity Index With Electronic Health Care Database to Predict Mortality. Med Care. 2016 Feb;54(2):188–94.
49. Rey G, Jougla E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997 – 2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health. 2009 Jan 22;9(1):33.
50. Goldberg M, Carton M, Doussin A, Fagot-Campagna A, Heyndrickx E, Lemaitre M, et al. Le réseau REDSIAM (Réseau données Sniiram) – Spécial REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique. 2017 Oct 1;65:S144–8.
51. Ajrouche A, Estellat C, De Rycke Y, Tubach F. Evaluation of algorithms to identify incident cancer cases by using French health administrative databases. Pharmacoepidemiol Drug Saf. 2017 Aug;26(8):935–44.
52. Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, et al. Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. Int J Public Health. 2019 Apr;64(3):441–50.
53. Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: From the système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the système national des données de santé (SNDS) in France. Rev Epidemiol Sante Publique. 2017 Oct;65 Suppl 4:S149–67.
54. Bouillon K, Bertrand M, Boudali L, Ducimetière P, Dray-Spira R, Zureik M. Short-Term Risk of Bleeding During Heparin Bridging at Initiation of Vitamin K Antagonist Therapy in More Than 90 000 Patients With Nonvalvular Atrial Fibrillation Managed in Outpatient Care. J Am Heart Assoc. 2016 Oct 31;5(11).
55. Poidvin A, Carel J, Ecosse E, Levy D, Michon J, Coste J. Increased risk of bone tumors after growth hormone treatment in childhood: A population-based cohort study in France. Cancer Med. 2018 Jun 14;7(7):3465–73.
56. Colas S, Allalou A, Poichotte A, Piriou P, Dray-Spira R, Zureik M. Exchangeable Femoral Neck (Dual-Modular) THA Prostheses Have Poorer Survivorship Than Other

Designs: A Nationwide Cohort of 324,108 Patients. Clin Orthop. 2017 Aug;475(8):2046–59.
57. Colas S, Collin C, Piriou P, Zureik M. Association Between Total Hip Replacement Characteristics and 3-Year Prosthetic Survivorship: A Population-Based Study. JAMA Surg. 2015 Oct;150(10):979–88.
58. Beziz D, Colas S, Collin C, Dray-Spira R, Zureik M. Association between Exposure to Benzodiazepines and Related Drugs and Survivorship of Total Hip Replacement in Arthritis: A Population-Based Cohort Study of 246,940 Patients. PloS One. 2016;11(5):e0155783.
59. Cossec CL, Colas S, Zureik M. Relative impact of hospital and surgeon procedure volumes on primary total hip arthroplasty revision: a nationwide cohort study in France. Arthroplasty Today. 2017 Sep;3(3):176–82.
60. Lassalle M, Colas S, Rudnichi A, Zureik M, Dray-Spira R. Is There a Cardiotoxicity Associated With Metallic Head Hip Prostheses? A Cohort Study in the French National Health Insurance Databases. Clin Orthop. 2018 Jul;476(7):1441–51.
61. Lassalle M, Colas S, Zureik M, Dray-Spira R. Reply to the Letter to the Editor: Is There a Cardiotoxicity Associated With Metallic Head Hip Prostheses? A Cohort Study in the French National Health Insurance Databases. Clin Orthop. 2018 Dec;476(12):2462–3.
62. Bouyer B, Rudnichi A, Dray-Spira R, Zureik M, Coste J. Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study of 325,000 French patients. J Thromb Haemost JTH. 2018 Jun 12;
63. van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C. Epidemiology of fractures in England and Wales. Bone. 2001 Dec;29(6):517–22.
64. KANIS J. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. Technical Report. http://www.shef.ac.uk/FRAX [Internet]. 2008; Available from: https://ci.nii.ac.jp/naid/20001201414/
65. Cooper C, Cole ZA, Holroyd CR, Earl SC, Harvey NC, Dennison EM, et al. Secular trends in the incidence of hip and other osteoporotic fractures. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2011 May;22(5):1277.
66. Svedbom A, Ivergård M, Hernlund E, Rizzoli R, Kanis JA. Epidemiology and economic burden of osteoporosis in Switzerland. Arch Osteoporos. 2014;9:187.
67. Chen F-P, Shyu Y-C, Fu T-S, Sun C-C, Chao A-S, Tsai T-L, et al. Secular trends in incidence and recurrence rates of hip fracture: a nationwide population-based study. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2017 Mar;28(3):811–8.
68. Schwartz AV, Kelsey JL, Maggi S, Tuttleman M, Ho SC, Jónsson PV, et al. International Variation in the Incidence of Hip Fractures: Cross-National Project on Osteoporosis for the World Health Organization Program for Research on Aging. Osteoporos Int. 1999 Mar 1;9(3):242–53.
69. Oberlin P, Mouquet M-C. Quel risque de décès un an après une fracture du col du fémur? une. 2016;(0948).
70. Papadimitriou N, Tsilidis KK, Orfanos P, Benetou V, Ntzani EE, Soerjomataram I, et al. Burden of hip fracture using disability-adjusted life-years: a pooled analysis of prospective cohorts in the CHANCES consortium. Lancet Public Health. 2017 May 1;2(5):e239–46.
71. Bonafede M, Espindle D, Bower AG. The direct and indirect costs of long bone fractures in a working age US population. J Med Econ. 2013 Feb 1;16(1):169–78.
72. Statistiques | Insee [Internet]. [cited 2018 Dec 5]. Available from: https://www.insee.fr/fr/statistiques?theme=0
73. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. Lancet Lond Engl. 2002 May 18;359(9319):1761–7.
74. Lees B, Molleson T, Arnett TR, Stevenson JC. Differences in proximal femur bone density over two centuries. Lancet Lond Engl. 1993 Mar 13;341(8846):673–5.
75. Di Saverio S, Gambale G, Coccolini F, Catena F, Giorgini E, Ansaloni L, et al. Changes in the outcomes of severe trauma patients from 15-year experience in a Western European trauma ICU of Emilia Romagna region (1996-2010). A population cross-sectional survey study. Langenbecks Arch Surg. 2014 Jan;399(1):109–26.
76. Beck B, Bray JE, Cameron PA, Cooper DJ, Gabbe BJ. Trends in severe traumatic brain injury in Victoria, 2006-2014. Med J Aust. 2016 Jun 20;204(11):407.
77. Javouhey E, Guérin A-C, Chiron M. Incidence and risk factors of severe traumatic

brain injury resulting from road accidents: a population-based study. Accid Anal Prev. 2006 Mar;38(2):225–33.
78. Cummings SR. Prevention of hip fractures in older women: a population-based perspective. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 1998;8 Suppl 1:S8-12.
79. Lee KM, Chung CY, Kwon SS, Won SH, Lee SY, Chung MK, et al. Ankle fractures have features of an osteoporotic fracture. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2013 Nov;24(11):2819–25.
80. Seeley DG, Kelsey J, Jergas M, Nevitt MC. Predictors of ankle and foot fractures in older women. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res. 1996 Sep;11(9):1347–55.
81. Guggenbuhl P, Meadeb J, Chalès G. Osteoporotic fractures of the proximal humerus, pelvis, and ankle: epidemiology and diagnosis. Jt Bone Spine Rev Rhum. 2005 Oct;72(5):372–5.
82. Thélot B, Pédrono G, Perrine A-L, Richard J-B, Ricard C, Rigou A, et al. Epidemiology of traumatic sport injuries in France. Bull Epidémiol Hebd. 2015;30–31:580–9.
83. Abrahamsen B, Jørgensen NR, Schwarz P. Epidemiology of forearm fractures in adults in Denmark: national age- and gender-specific incidence rates, ratio of forearm to hip fractures, and extent of surgical fracture repair in inpatients and outpatients. Osteoporos Int. 2015 Jan 1;26(1):67–76.
84. Cuddihy MT, Gabriel SE, Crowson CS, O'Fallon WM, Melton LJ. Forearm fractures as predictors of subsequent osteoporotic fractures. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 1999;9(6):469–75.
85. Mallmin H, Ljunghall S, Persson I, Naessén T, Krusemo U-B, Bergström R. Fracture of the distal forearm as a forecaster of subsequent hip fracture: A population-based cohort study with 24 years of follow-up. Calcif Tissue Int. 1993 Apr 1;52(4):269–72.
86. Driessen JHM, Hansen L, Eriksen SA, van Onzenoort H a. W, Henry RMA, van den Bergh J, et al. The epidemiology of fractures in Denmark in 2011. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2016 Jun;27(6):2017–25.
87. Marques A, Lourenço Ó, da Silva J a. P, Portuguese Working Group for the Study of the Burden of Hip Fractures in Portugal. The burden of osteoporotic hip fractures in Portugal: costs, health related quality of life and mortality. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2015 Nov;26(11):2623–30.
88. Williamson S, Landeiro F, McConnell T, Fulford-Smith L, Javaid MK, Judge A, et al. Costs of fragility hip fractures globally: a systematic review and meta-regression analysis. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2017;28(10):2791–800.
89. Abrahamsen B, van Staa T, Ariely R, Olson M, Cooper C. Excess mortality following hip fracture: a systematic epidemiological review. Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA. 2009 Oct;20(10):1633–50.
90. Ziadé N, Jougla E, Coste J. Population-Level Impact of Osteoporotic Fractures on Mortality and Trends Over Time: A Nationwide Analysis of Vital Statistics for France, 1968–2004. Am J Epidemiol. 2010 Oct 15;172(8):942–51.
91. Palmer A, Taitsman LA, Reed MJ, Nair BG, Bentov I. Utility of Geriatric Assessment in the Projection of Early Mortality Following Hip Fracture in the Elderly Patients. Geriatr Orthop Surg Rehabil [Internet]. 2018 Dec 3;9. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6287303/
92. Haentjens P, Magaziner J, Colón-Emeric CS, Vanderschueren D, Milisen K, Velkeniers B, et al. Meta-analysis: Excess Mortality After Hip Fracture Among Older Women and Men. Ann Intern Med. 2010 Mar 16;152(6):380–90.
93. Boddaert J, Cohen-Bittan J, Khiami F, Le Manach Y, Raux M, Beinis J-Y, et al. Postoperative admission to a dedicated geriatric unit decreases mortality in elderly patients with hip fracture. PloS One. 2014;9(1):e83795.
94. Zhan C, Miller MR. EXcess length of stay, charges, and mortality attributable to medical injuries during hospitalization. JAMA. 2003 Oct 8;290(14):1868–74.
95. Meyer G, Roy P-M, Gilberg S, Perrier A. Pulmonary embolism. The BMJ. 2010 Apr

13;340:c1421.
96. Anderson FA, Wheeler HB, Goldberg RJ, Hosmer DW, Patwardhan NA, Jovanovic B, et al. A population-based perspective of the hospital incidence and case-fatality rates of deep vein thrombosis and pulmonary embolism. The Worcester DVT Study. Arch Intern Med. 1991 May;151(5):933–8.
97. Anderson FA, Spencer FA. Risk Factors for Venous Thromboembolism. Circulation. 2003 Jun 17;107(23 suppl 1):I-9-I–16.
98. Samama C-M, Gafsou B, Jeandel T, Laporte S, Steib A, Marret E, et al. [French Society of Anaesthesia and Intensive Care. Guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. Update 2011. Short text]. Ann Fr Anesthèsie Rèanimation. 2011 Dec;30(12):947–51.
99. Glotzbecker MP, Bono CM, Wood KB, Harris MB. Thromboembolic Disease in Spinal Surgery: A Systematic Review. [Review]. Spine. 2009 Feb;34(3):291–303.
100. Smith JS, Fu K-MG, Polly DW, Sansur CA, Berven SH, Broadstone PA, et al. Complication Rates of Three Common Spine Procedures and Rates of Thromboembolism Following Spine Surgery Based on 108,419 Procedures: A Report From the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Spine. 2010 Nov;35(24):2140–9.
101. Schairer WW, Pedtke AC, Hu SS. Venous Thromboembolism After Spine Surgery. Spine. 2014 May;39(11):911–8.
102. Sansone JM, del Rio AM, Anderson PA. The Prevalence of and Specific Risk Factors for Venous Thromboembolic Disease Following Elective Spine Surgery. J Bone. 2010 Feb;304–13.
103. Gould MK, Garcia DA, Wren SM, Karanicolas PJ, Arcelus JI, Heit JA, et al. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. 2012 Feb;141(2 Suppl):e227S-e277S.
104. Faraoni D, Comes RF, Geerts W, Wiles MD, ESA VTE Guidelines Task Force. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: Neurosurgery. Eur J Anaesthesiol. 2018 Feb;35(2):90–5.
105. Deyo RA. Fusion surgery for lumbar degenerative disc disease: still more questions than answers. Spine J. 2015 Feb 1;15(2):272–4.
106. Yoshihara H, Yoneoka D. National trends in the surgical treatment for lumbar degenerative disc disease: United States, 2000 to 2009. Spine J. 2015 Feb 1;15(2):265–71.
107. Wood KB, DeVine J, Fischer D, Dettori JR, Janssen M. Vascular Injury in Elective Anterior Lumbosacral Surgery: Spine. 2010 Apr;35(Supplement):S66–75.
108. Weill A, Dalichampt M, Raguideau F, Ricordeau P, Blotière P-O, Rudant J, et al. Low dose oestrogen combined oral contraception and risk of pulmonary embolism, stroke, and myocardial infarction in five million French women: cohort study. The BMJ [Internet]. 2016 [cited 2017 Apr 19];353. Available from: https://www-ncbi-nlm-nih-gov.gate2.inist.fr/pmc/articles/PMC4862376/
109. Yoshioka K, Murakami H, Demura S, Kato S, Tsuchiya H. Prevalence and Risk Factors for Development of Venous Thromboembolism After Degenerative Spinal Surgery. Spine. 2015 Mar;40(5).
110. Nicol M, Sun Y, Craig N, Wardlaw D. Incidence of thromboembolic complications in lumbar spinal surgery in 1,111 patients. Eur Spine J. 2009 Oct;18(10):1548–52.
111. Sebastian AS, Currier BL, Kakar S, Nguyen EC, Wagie AE, Habermann ES, et al. Risk Factors for Venous Thromboembolism following Thoracolumbar Surgery: Analysis of 43,777 Patients from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program 2005 to 2012. Glob Spine J. 2016 Dec;6(8):738.
112. Agnelli G. Prevention of Venous Thromboembolism in Surgical Patients. Circulation. 2004 Dec 14;110(24 suppl 1):IV-4-IV–12.
113. Bohl DD, Webb ML, Lukasiewicz AM, Samuel AM, Basques BA, Ahn J, et al. Timing of Complications After Spinal Fusion Surgery. Spine. 2015 Oct 1;40(19):1527–35.
114. De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Passias PG, Neuman BJ, Kebaish KM, Lafage V, et al. Timing of Complications Occurring Within 30 Days After Adult Spinal Deformity Surgery. Spine Deform. 2017 Mar;5(2):145–50.
115. Lovy AJ, Keswani A, Beck C, Dowdell JE, Parsons BO. Risk factors for and timing

of adverse events after total shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg [Internet]. [cited 2017 May 3]; Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105827461630564X
116. Bohl DD, Ondeck NT, Basques BA, Levine BR, Grauer JN. What Is the Timing of General Health Adverse Events That Occur After Total Joint Arthroplasty? Clin Orthop. 2017 Jan 4;
117. Zhang J, Chen Z, Zheng J, Breusch SJ, Tian J. Risk factors for venous thromboembolism after total hip and total knee arthroplasty: a meta-analysis. Arch Orthop Trauma Surg. 2015 Jun;135(6):759–72.
118. Wang T, Yang S-D, Huang W-Z, Liu F-Y, Wang H, Ding W-Y. Factors predicting venous thromboembolism after spine surgery. Medicine (Baltimore). 2016 Dec;95(52):e5776.
119. Smith TR, Nanney AD, Lall RR, Graham RB, McClendon J, Lall RR, et al. Development of venous thromboembolism (VTE) in patients undergoing surgery for brain tumors: results from a single center over a 10 year period. J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australas. 2015 Mar;22(3):519–25.
120. Khorana AA, Dalal M, Lin J, Connolly GC. Incidence and predictors of venous thromboembolism (VTE) among ambulatory high-risk cancer patients undergoing chemotherapy in the United States. Cancer. 2013 Feb 1;119(3):648–55.
121. Clagett GP, Reisch JS. Prevention of venous thromboembolism in general surgical patients. Results of meta-analysis. Ann Surg. 1988 Aug;208(2):227.
122. Fuji T, Akagi M, Abe Y, Oda E, Matsubayashi D, Ota K, et al. Incidence of venous thromboembolism and bleeding events in patients with lower extremity orthopedic surgery: a retrospective analysis of a Japanese healthcare database. J Orthop Surg [Internet]. 2017 [cited 2017 May 17];12. Available from: https://www-ncbi-nlm-nih-gov.gate2.inist.fr/pmc/articles/PMC5381070/
123. Dattani R, Smith CD, Patel VR. The venous thromboembolic complications of shoulder and elbow surgery: a systematic review. Bone Jt J. 2013 Jan;95-B(1):70–4.
124. Heit JA, Spencer FA, White RH. The epidemiology of venous thromboembolism. J Thromb Thrombolysis. 2016;41:3.
125. Strudsholm U, Johannessen L, Foldager L, Munk-Jørgensen P. Increased risk for pulmonary embolism in patients with bipolar disorder. Bipolar Disord. 2005 Feb;7(1):77–81.
126. Zornberg GL, Jick H. Antipsychotic drug use and risk of first-time idiopathic venous thromboembolism: a case-control study. The Lancet. 2000 Oct 7;356(9237):1219–23.
127. Malý R, Masopust J, Hosák L, Konupčíková K. Assessment of risk of venous thromboembolism and its possible prevention in psychiatric patients. Psychiatry Clin Neurosci. 2008 Feb 1;62(1):3–8.
128. Kulkarni SS, Lowery GL, Ross RE, Ravi Sankar K, Lykomitros V. Arterial complications following anterior lumbar interbody fusion: report of eight cases. Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc. 2003 Feb;12(1):48–54.
129. Villavicencio AT, Burneikiene S, Bulsara KR, Thramann JJ. Perioperative complications in transforaminal lumbar interbody fusion versus anterior-posterior reconstruction for lumbar disc degeneration and instability. J Spinal Disord. 2006 Apr;19(2):92–7.
130. Qureshi R, Puvanesarajah V, Jain A, Shimer AL, Shen FH, Hassanzadeh H. A Comparison of Anterior and Posterior Lumbar Interbody Fusions- Complications, Readmissions, Discharge Dispositions and Costs. Spine. 2017 May 25;
131. Saber I, Thames E, Beckman M, Reyes N, Grant A, Ortel TL. Autopsy-Proven Venous Thromboembolism (VTE): Incidence and Characteristics of Patients Correlated with Clinical Management Prior to Death. Blood. 2014 Dec 6;124(21):4257–4257.
132. Rubin DB, Thomas N. Matching using estimated propensity scores: relating theory to practice. Biometrics. 1996 Mar;52(1):249–64.
N2

Annexe

Tableaux complémentaires

Table 1 Liste des codes diagnostics et de procédures permettant l'identification des fractures par site

Site	Codes de diagnostic CIM-10	Codes de procédures d'immobilisation CCAM
Crâne	S02.0, S02.1, S02.7, S02.8, S02.9	LAEA008
	S02.2, S02.3, S02.4, S02.5, S02.6, S02.7, S02.8, S02.9	LAEA001, LAEA003, HBED009, HBED015, LAEP002, LAEP003, LAEP001, LBED001, LBED004, LBEP009, LAEA007, LAEB001, LBEP002, LBED002, LBED005, LBED006, LBED003
Rachis	S12.0, S12.1, S12.2, S12.7, S22.0, S22.1, S32.0, S32.7, S32.8, S12.8, S12.9, M48.5, T08	NA
Bassin	S32.1, S32.2, S32.3, S32.4, S32.5, S32.7, S32.8, S12.8, S12.9	NAEP002, NAEP001
Clavicule	S42.0	MADP001
Côtes	S22.2, S22.3, S22.4, S22.5	NA
Segment proximal du membre supérieur	S42.1, S42.2, S42.3, S42.7, S42.8, S42.9, M80.01, M80.11, M80.21, M80.31, M80.41, M80.51, M80.81, M80.91, M80.02, M80.12, M80.22, M80.32, M80.42, M80.52, M80.82, M80.92	NA
Segment distal du membre supérieur	S42.4, S52.0, S52.1, S52.2, S52.3, S52.4, S52.5, S52.6, S62.0, S62.1, S62.2, S62.3, S62.4, S62.5, S62.6, S62.7, S52.7, S52.9, S62.8, S52.8, M80.03, M80.13, M80.23, M80.33, M80.43, M80.53, M80.83, M80.93, M80.04, M80.14, M80.24, M80.34, M80.44, M80.54, M80.84, M80.94	MZMP002, MBEP001, MBEP003, MBEB001, MAEP001
Col fémoral	S72.0, S72.1	NA
Segment proximal du membre inférieur	S72.2, S72.3, S72.4, S72.7, S72.8, S72.9	NBEP002, NBEP001, NBEB001
Segment distal du membre inférieur	S82.0, S82.1, S82.2, S82.4, S82.5, S82.6, S82.8, S82.3, S92.0, S92.1, S92.2, S92.3, S92.4, S92.5, S92.7, S92.9, S82.7, S82.9, M80.06, M80.16, M80.26, M80.36, M80.46, M80.56, M80.86, M80.96, M80.07, M80.17, M80.27, M80.37, M80.47, M80.57, M80.87, M80.97	NZMP008, NZMP006, NZMP014, NCEP002, NCEP001

Tableau 2 Liste de codes d'ablation de matériel orthopédique issue de la CCAM

LAGA002, LAGA003, LAGA004, LAGA005, LDGA001, LDGA002, LEGA001, LEGA002, LFGA001, LHGA004, LHGA006, LHGA007, LJGA001, LJGA002, MAGA001, MDGA002, MDGB001, NAGA001, NBGA007, NDGA003, PAGA008, PAGA009, PAGA010, PAGA011, PAGB001, PAGB002, PAGB003, PAGB004, PAGH001, PAKB001, PAMP001, , MEGA001, MEGA002, MEKA001, MEKA002, MEKA003, MEKA004, MELA001, MFGA001, MFKA001, MGGA001, MGGA002, MGKA001, NEDA002, NEGA001, NEGA002, NEGA003, NEGA004, NEGA005, NEKA001, NEKA002, NEKA003, NEKA004, NEKA005, NEKA006, NEKA007, NEKA008, NEKA009, NEKA013, NEKA015, NEKA019, NEKA022, NELA001, NELA002, NELA003, NEMA011, NFGA001, NFGA002, NFKA001, NFKA002, NFKA003, NFKA004, NFKA005, NFLA001, NFLA002, NFMA006, NGGA001, NGGA002

CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux

Tableau 3 Liste de codes CCAM d'interventions chirurgicales pour fracture

Liste de codes d'interventions chirurgicales pour fracture
AAFA006 AAFA008 AAJA001 AAJA002 AAJA003 AAJA004 AAJA005 AAJA006 AAJH001 AAJH004 ABCA002 ABCA003 ABCA004 ABCB001 ABJA002 ABJA003 ABJA004 ABJA005 ABJA006 ABJA007 ABJA008 ABMA002 ABMA003 ABSA001 ABSA002 ABSA003 ABSA004 ABSA005 ABSA006 ABSA007 ABSA011 ABSA012 ACQP002 ADCA002 ADEA001 ADEA002 ADPA001 ADPA008 ADPA011 ADPA016 ADPA020 ADPA021 AEJA002 AEJA003 AEJA004 AEJA005 AFCA002 AFCA004 AFJA001 AFJA002 AFJA003 AFJA004 AFJA005 AFJB002 AFPA001 AGMA001 AHCA002 AHCA003 AHCA004 AHCA005 AHCA006 AHCA008 AHCA009 AHCA010 AHCA011 AHCA012 AHCA013 AHCA015 AHCA016 AHCA017 AHCA018 AHCA019 AHCA021 AHCA022 AHCA023 AHEA004 AHEA006 AHEA008 AHEA009 AHEA014 AHEA016 AHFA009 AHPA001 AHPA002 AHPA003 AHPA004 AHPA005 AHPA006 AHPA008 AHPA009 AHPA010 AHPA011 AHPA012 AHPA013 AHPA016 AHPA017 AHPA018 AHPA019 AHPA020 AHPA021 AHPA022 AHPA023 AHPA024 AHPA026 AHPA027 AHPA028 AHPC001 BABA001 BACA001 BACA002 BACA003 BACA005 BACA006 BACA007 BACA008 BAEA001 BAEA002 BAFA008 BAFA015 BAMA004 BAMA010 BAMA013 BBGA001 BCCA001 BDCA001 BDCA002 BDCA003 BDCA004 BEJB002 BFPP001 BGCA002 BGGA002 BGGA003 BHGA001 BHGA002 BHGA003 BHGA006 BHMA001 BHMA002 BJCA001 BJEA002 BJMA002 BJMA005 BKGA003 BKGA005 BKJA001 BKMA001 BKMA003 CAEA002 CAFA009 CAJA002 CAMA016 CAMA022 CBLD001 CCPA001 DACA001 DAFA006 DBLA004 DBLF001 DCFA001 DCJA001 DCJB001 DEEF001 DFCA001 DFFA003 DFNF002 DGCA001 DGCA002 DGCA004 DGCA005 DGCA006 DGCA007 DGCA009 DGCA011 DGCA012 DGCA014 DGCA020 DGCA022 DGCA025 DGFA003 DGFA004 DGFA015 DGGA003 DGKA001 DGKA002 DGKA003 DGKA009 DGKA011 DGKA015 DGKA025 DGLF001 DGLF002 DGLF003 DGLF005 DHCA001 DHCA003 DHSA002 EAMA001 EAMA002 EASF012 EBCA009 EBFA002 EBFA003 EBFA006 EBFA008 EBFA009 EBFA012 EBFA015 EBFA016 EBKA001 EBSA008 EBSA010 ECCA001 ECCA002 ECCA003 ECCA004 ECCA005 ECCA007 ECCA010 ECFA002 ECFA005 ECLF003 ECLF004 ECSA003 EDCA001 EDCA002 EDCA003 EDCA004 EDCA005 EDFA001 EDFA002 EDFA007 EDFA010 EDKA002 EDKA003 EDLF004 EDLF005 EDLF006 EDLF013 EDSA003 EECA001 EECA002 EECA003 EECA005 EECA007 EECA008 EECA009 EECA010 EECA012 EEFA001 EEFA002 EEFA003 EEFA004 EEFA006 EEGA001 EEGA002 EEJF001 EEKA001 EELF002 EESA001 EFCA001 EFCA002 EFFA001 EFJF001 EFLF001 EFSA001 EGCA002 EGFA004 EGFA009 EGPA001 EHBD001 EHCA008 EHFA001 EJCA001 EJCA002 EJSA001 EJSA003 ENFA001 ENFA004 ENFA005 ENFA006 EPCA002 EPCA003 EPFA006 EQBP001 EZBA001 EZBA002 EZCA001 EZCA003 EZCA004 EZCA005 EZJF002 EZQA001 EZQH004 FCPA001 GABD001 GABD002 GAEA001 GAGD002 GAJA002 GAMA007 GAMA012 GAMA018 GAMA021 GBFA004 GDCA001 GDMA003 GECA001 GECA003 GFCA001 GFCC001 GFFA004 GFFA009 GFFA013 GFFA017 GFFA018 GFFA019 GFFA021 GFFA022 GFFA024 GFFA025 GFFC002 GGBA001 GGCA001 GGHB001 GGJA001 GGJA002 GGJA003 GGJA004 GGJB002 GGJB005 GGJC001 GGJC002 GGLB006 GGNA001 GGNC001 GGPA001 GGPA002 GHJA001 GHJA002 HAFA024 HAFA028 HAJA003 HAJA006 HAJA007 HAJA008 HAJA009 HAJA010 HAMA002 HAMA003 HAMA005 HAMA023 HAMA027 HAMA029 HASA018 HBDD007 HBDD008 HBDD014 HBED010 HBED011 HBED016 HBED019 HBED020 HBMA001 HDCA002 HDPA001 HECA001 HECA002 HECA004 HFCA003 HFCC001 HGCA002 HHCA001 HHCC001 HJCA001 HJCC001 HJCD001 HJCD002 HJFA008 HKCA003 HKCA004 HLFA019 HMFA010 HPBA001 HPJB001 JCCA003 JCMA003 JDCA003 JDCC016 JECA002 JFFA016 JHCA004 JHCA006 JHEP001 JJCA002 JLCA008 JLJA001 JLJA002 JMCA002 JMCA006 JNMD002 KCFA005 LABA001 LABA003 LABA004 LACA001 LACA002 LACA003 LACA004 LACA005 LACA006 LACA007

LACA008 LACA009 LACA010 LACA011 LACA012 LACA013 LACA014 LACA015 LACA016 LACA017 LACA018 LACA019 LACA020 LACB001 LACB002 LAEA001 LAEA003 LAEA007 LAEA008 LAEB001 LAFA005 LAFA006 LAFA008 LAFA900 LAGA001 LAGA007 LAHA001 LAHA002 LALA002 LAMA003 LAMA004 LAMA005 LAMA006 LAMA007 LAMA008 LAMA009 LAMA010 LAMA012 LAPA001 LAPA002 LAPA003 LAPA004 LAPA005 LAPA008 LAPA012 LAPA013 LAPA015 LAPA016 LARA004 LBAA001 LBBA004 LBBA006 LBCA001 LBCA002 LBCA003 LBCA004 LBCA005 LBCA006 LBCA007 LBCA008 LBCA009 LBCA010 LBCB001 LBCB002 LBDD001 LBEA001 LBFA003 LBFA004 LBFA018 LBFA020 LBFA023 LBGA005 LBGD001 LBLD002 LBLD016 LBLD024 LBPA002 LBPA006 LBPA010 LBPA012 LBPA015 LBPA022 LBPA028 LBPA038 LCJA002 LCJA003 LCJA004 LDAA001 LDAA002 LDCA001 LDCA002 LDCA003 LDCA004 LDCA005 LDCA006 LDCA007 LDCA008 LDCA009 LDCA010 LDCA011 LDCA012 LDCA013 LDDA001 LDFA002 LDFA003 LDFA004 LDFA005 LDFA009 LDFA010 LDFA012 LDHA002 LDKA900 LDPA001 LDPA003 LDPA006 LDPA007 LDPA008 LDPA009 LECA001 LECA002 LECA003 LECA004 LECA005 LECA006 LECC001 LEFA001 LEFA004 LEFA005 LEFA006 LEFA007 LEFA008 LEFA009 LEFA010 LEFA014 LEHA002 LEHC001 LEMA002 LEMA004 LEPA003 LEPA008 LEPA009 LFAA001 LFAA002 LFCA001 LFCA002 LFCA003 LFCA004 LFCA005 LFCC001 LFDA001 LFDA002 LFDA003 LFDA004 LFDA005 LFDA006 LFDA007 LFDA008 LFDA009 LFDA010 LFDA012 LFDA013 LFFA001 LFFA004 LFFA005 LFFA006 LFFA007 LFFA008 LFFA009 LFFA012 LFFA013 LFHA001 LFKA001 LFMA001 LFPA001 LFPA002 LFPA003 LGCA001 LGDA001 LGFA001 LGFA005 LHCA001 LHCA002 LHCA010 LHCA011 LHCA016 LHDA001 LHDA002 LHFA001 LHFA013 LHFA016 LHFA019 LHFA024 LHFA025 LHFA027 LHFA028 LHFA029 LHFA031 LHHA006 LHMA003 LHMA004 LHMA006 LHMA007 LHMA008 LHMA011 LHMA013 LHMA015 LHMA016 LHMH001 LHMH002 LHMH003 LHMH004 LHMH005 LHMH006 LHMH800 LHMH801 LHMH802 LHPA003 LHPA004 LHPA006 LHPA010 LJCA001 LJCA002 LJFA002 LJFA004 LJFA006 LJFA008 LJFA009 LJFA010 LJHA001 LJJA001 LJJA002 LJMA002 LJMA003 LLBA002 LLCA003 LLCA005 LLCC001 LLCC003 LLFA003 LLFA013 LLMA003 LLMA004 LLMA008 LLMC003 LMBA001 LMMA005 MACA001 MACA002 MACA003 MACA004 MACB001 MACB002 MADP001 MAFA001 MAFA002 MAFA003 MAFA004 MAFA005 MAFA006 MAPA001 MAPA002 MAPA003 MBCA001 MBCA002 MBCA003 MBCA004 MBCA005 MBCA006 MBCA007 MBCA008 MBCA009 MBCA010 MBCA011 MBCA012 MBCB001 MBCB002 MBCB003 MBCB004 MBCB005 MBFA001 MBFA002 MBGA001 MBGA002 MBMA001 MBMA002 MBPA001 MBPA002 MBPA003 MBPA004 MBPA005 MBPA006 MCAA001 MCCA001 MCCA002 MCCA003 MCCA004 MCCA005 MCCA006 MCCA007 MCCA008 MCCA009 MCCA010 MCCA011 MCCB001 MCCB002 MCCB003 MCCB004 MCCB005 MCCB006 MCCB007 MCCB008 MCCB009 MCFA001 MCFA002 MCFA003 MCFA004 MCFA005 MCFA006 MCKA002 MCMA001 MCMA002 MCPA001 MCPA002 MCPA003 MCPA004 MCPA005 MCPA006 MCPA007 MCPA009 MCPA010 MCPA011 MCPA012 MCPA013 MCPA014 MDAA001 MDCA001 MDCA002 MDCA003 MDCA004 MDCA005 MDCA006 MDCA007 MDCA008 MDCA009 MDCA010 MDCA011 MDCA012 MDCA013 MDCA014 MDCB001 MDCB002 MDCB003 MDCB004 MDCB005 MDEA001 MDEA002 MDEA003 MDFA001 MDFA002 MDFA003 MDFA004 MDFA005 MDFA006 MDGA001 MDGA003 MDGA004 MDGA005 MDHA001 MDMA001 MDPA001 MDPA002 MDPA003 MDPA004 MDPA005 MEDA001 MEEA002 MEEA003 MEEA004 MEFA001 MEFA003 MEFA004 MEFC001 MEFC002 MEJA001 MEJC001 MEKA005 MEKA006 MEKA007 MEKA008 MEKA009 MEKA010 MEMA001 MEMA006 MEMA008 MEMA009 MEMA011 MEMA012 MEMA014 MEMA015 MEMA016 MEMA017 MEMC001 MEMC002 MEMC003 MEMC004 MEMC005 MEPA001 MEPC001 MEQC001 MEQC002 MERP001 MFCA001 MFDA001 MFDA002 MFEA001 MFEA003 MFFA001 MFFA002 MFFC001 MFJA001 MFJC001

MFKA003 MFMA001 MFMA003 MFMA005 MFPA001 MFPA002 MFPA003 MFPC001 MFQC001 MFRP001 MGCA001 MGCC001 MGDA001 MGDA002 MGEA001 MGEA002 MGFA002 MGFA003 MGFA005 MGFA006 MGFC001 MGFC002 MGFC003 MGJA001 MGJC001 MGKA002 MGKA003 MGMA002 MGMA003 MGMA004 MGMA005 MGMA006 MGPA001 MGQC001 MGRP001 MHCA001 MHCA002 MHCA003 MHDA001 MHDA002 MHDA003 MHDA004 MHDA005 MHDB001 MHEA001 MHEA002 MHEA003 MHEA004 MHFA001 MHFA003 MHJA001 MHMA001 MHMA002 MHMA003 MHMA004 MHMA005 MHPA001 MHPA002 MHPA003 MHPA004 MJAA001 MJAA002 MJCA001 MJCA002 MJCA003 MJCA005 MJCA006 MJCA007 MJCA008 MJCA010 MJCA012 MJDA001 MJDC001 MJEA001 MJEA002 MJEA003 MJEA004 MJEA005 MJEA006 MJEA007 MJEA008 MJEA010 MJEA011 MJEA012 MJEA013 MJEA016 MJEA017 MJEA018 MJEA019 MJEA021 MJEC001 MJEC002 MJFA002 MJFA003 MJFA004 MJFA006 MJFA009 MJFA010 MJFA011 MJFA012 MJFA014 MJFA015 MJFA016 MJFA018 MJGA001 MJJA001 MJJA002 MJJA003 MJJA004 MJMA002 MJMA003 MJMA009 MJMA010 MJMA012 MJMA013 MJMA015 MJMA016 MJPA001 MJPA002 MJPA003 MJPA004 MJPA005 MJPA006 MJPA007 MJPA008 MJPA009 MJPA011 MJPA012 MJPA013 MJPB001 MZEA001 MZEA002 MZEA003 MZEA005 MZEA007 MZEA010 MZEA011 MZEA012 MZFA001 MZFA002 MZFA003 MZFA004 MZFA005 MZFA006 MZFA007 MZFA010 MZFA011 MZFA013 MZGA003 MZGA004 MZHA001 MZJB001 MZMA001 MZMA002 MZMA003 MZMA004 NACA001 NACA002 NACA003 NACA004 NACA005 NACB001 NAFA001 NAFA002 NAFA004 NAGA002 NAGA003 NAHA001 NAHA002 NAMA002 NAPA007 NBCA001 NBCA002 NBCA003 NBCA004 NBCA005 NBCA006 NBCA007 NBCA008 NBCA009 NBCA010 NBCA011 NBCA012 NBCA013 NBCA014 NBCA015 NBCB001 NBCB002 NBCB003 NBCB004 NBCB005 NBCB006 NBFA001 NBFA003 NBFA004 NBFA005 NBFA007 NBFA008 NBFA009 NBGA001 NBGA002 NBGA003 NBGA006 NBGA015 NBMA001 NBMA002 NBMA003 NBPA003 NBPA004 NBPA005 NBPA010 NBPA011 NBPA014 NBPA016 NBPA019 NBPA020 NCCA001 NCCA002 NCCA003 NCCA004 NCCA005 NCCA006 NCCA007 NCCA008 NCCA009 NCCA010 NCCA011 NCCA012 NCCA013 NCCA014 NCCA015 NCCA016 NCCA017 NCCA018 NCCA019 NCCB001 NCCB002 NCCB003 NCCB004 NCCB005 NCCB006 NCCB007 NCCC001 NCEA001 NCFA001 NCFA002 NCFA005 NCFA006 NCFA008 NCFA009 NCGA001 NCGA002 NCMA001 NCMA002 NCPA001 NCPA002 NCPA003 NCPA006 NCPA007 NCPA008 NCPA009 NCPA010 NCPA012 NCPA013 NCPA014 NCPA015 NCPA016 NDAA001 NDCA001 NDCA002 NDCA003 NDCA004 NDCA005 NDCA006 NDCB001 NDCB002 NDCB003 NDCB004 NDDA001 NDDC001 NDEA002 NDFA001 NDFA002 NDFA003 NDFA004 NDFA006 NDFA007 NDFA008 NDFA010 NDGA001 NDGA002 NDMA001 NDPA001 NDPA002 NDPA003 NDPA004 NDPA005 NDPA006 NDPA007 NDPA008 NDPA009 NDPA010 NDPA011 NDPA012 NDPA013 NDPA014 NEDA003 NEEA001 NEEA002 NEEA003 NEFA001 NEFA004 NEFC001 NEHA001 NEHA002 NEJA001 NEJA002 NEJA003 NEJA004 NEJB001 NEJC001 NEKA010 NEKA011 NEKA012 NEKA014 NEKA016 NEKA017 NEKA018 NEKA020 NEKA021 NEMA013 NEMA018 NEMA019 NEPA001 NEQC001 NFCA001 NFCA002 NFCA003 NFCA004 NFCA005 NFCA006 NFCC001 NFCC002 NFDA002 NFDA003 NFDA009 NFDC001 NFEA001 NFEA002 NFEC001 NFEC002 NFFA001 NFFA002 NFFA003 NFFA004 NFFC001 NFFC002 NFFC003 NFFC004 NFJA001 NFJA002 NFJC001 NFJC002 NFKA006 NFKA007 NFKA008 NFKA009 NFMA002 NFMA004 NFMA005 NFMA008 NFMA010 NFMA011 NFMA013 NFMC001 NFMC002 NFMC003 NFMC005 NFPA001 NFPA002 NFPA003 NFPA004 NFPC001 NFPC002 NFQC001 NFRP001 NGCA001 NGDA001 NGDA002 NGDA003 NGDA004 NGDC001 NGEA001 NGFA001 NGJA001 NGJA002 NGJC001 NGJC002 NGKA001 NGMA001 NGPA001 NGPA002 NGPA003 NGPC001 NGQC001 NGRP001 NHDA001 NHDA002 NHDA003 NHDA004 NHDA005 NHDA006 NHDA007 NHDA008 NHDA009 NHDA010 NHDA011 NHFA001 NHKA001 NHMA001 NHMA002 NHMA003 NHMA006 NHMA007

NHMA008 NHPA001 NHPA002 NHPA003 NHPA004 NHPA005 NHPA006 NHRP002 NJAA001 NJAA002 NJAA003 NJAA004 NJAB001 NJBA001 NJBA002 NJCA001 NJEA001 NJEA002 NJEA003 NJEA004 NJEA006 NJEA007 NJEA008 NJEA009 NJEA010 NJEA011 NJEA012 NJFA001 NJFA003 NJFA005 NJFA009 NJMA001 NJMA002 NJMA003 NJMA004 NJMA005 NJMA007 NJMB001 NJPA002 NJPA005 NJPA006 NJPA007 NJPA009 NJPA014 NJPA015 NJPA016 NJPA017 NJPA018 NJPA019 NJPA022 NJPA025 NJPA029 NJPA030 NJPA032 NJPA034 NJPA035 NZEA001 NZEA002 NZEA007 NZFA001 NZFA002 NZFA003 NZFA004 NZFA005 NZFA006 NZFA007 NZFA008 NZFA009 NZFA010 NZFA013 NZHA001 NZJB001 PACA001 PACB001 PACC001 PADA003 PAFA003 PAFA004 PAFA005 PAFA009 PAFA010 PAGA002 PAGA003 PAGA005 PAGA006 PAKB002 PAMH001 PAPA003 PCCA001 PCCA002 PCDA001 PCEA002 PCEA003 PCEA004 PCMA001 PCPA001 PCPA002 PCPA003 PCPA004 PCPA005 PCPA006 PCPB001 PDAB001 PZMA001 PZMA002 PZMA003 PZMA004 PZMA005 QAGA001 QAGA002 QAGA004 QAJA002 QAJA003 QAJA004 QAJA005 QAJA006 QAJA009 QAJA012 QAJA013 QAMA002 QAMA005 QAMA008 QAMA013 QAMA015 QCJA001 QEHA002 QZEA008 QZEA009 QZEA028 QZEA034 QZFA009 QZFA020 QZFA023 QZFA027 QZFA029 QZFA032 QZFA038 QZFA039 QZGA003 QZGA006 QZGA007 QZJA001 QZJA002 QZJA009 QZJA011 QZJA012 QZJA013 QZJA015 QZJA016 QZJA017 QZJA021 QZJA022 QZJA023 QZJB001 QZJB002 QZMA001 QZMA002 QZMA003 QZMA004 QZMA005 QZMA007 QZMA009 QZMA010 QZMP001 QZPA008

CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux

Tableau 4, partie 1 Incidences masculines pour tous les sites fracturaires par classes d'âge

Age	Tous patients	Crâne	Face	Rachis	Bassin	Côtes	Clavicule
20-24	125 (123-126)	1,76 (1,57-1,95)	15,80 (15,23-16,37)	3,59 (3,32-3,86)	0,78 (0,66-0,91)	1,80 (1,61-1,99)	6,15 (5,80-6,50)
25-29	109 (107-110)	1,70 (1,52-1,88)	11,97 (11,48-12,45)	3,79 (3,52-4,06)	0,73 (0,61-0,85)	2,02 (1,82-2,22)	5,10 (4,78-5,42)
30-34	91 (90-92)	1,34 (1,18-1,50)	8,77 (8,36-9,18)	3,14 (2,89-3,38)	0,57 (0,47-0,67)	2,53 (2,32-2,75)	4,29 (4,01-4,58)
35-39	82 (80-83)	1,17 (1,02-1,32)	6,46 (6,11-6,81)	3,40 (3,14-3,65)	0,59 (0,48-0,70)	2,89 (2,66-3,12)	3,94 (3,66-4,21)
40-44	78 (77-79)	1,06 (0,93-1,20)	5,62 (5,31-5,93)	3,51 (3,27-3,76)	0,58 (0,48-0,68)	3,87 (3,61-4,12)	4,04 (3,78-4,31)
45-49	78 (76-79)	1,41 (1,26-1,57)	4,88 (4,59-5,17)	4,42 (4,14-4,69)	0,68 (0,57-0,78)	4,66 (4,37-4,94)	3,84 (3,59-4,10)
50-54	79 (78-80)	1,64 (1,47-1,81)	4,35 (4,07-4,62)	5,53 (5,22-5,84)	0,89 (0,76-1,01)	6,16 (5,83-6,48)	3,66 (3,41-3,91)
55-59	78 (77-79)	1,72 (1,54-1,90)	3,98 (3,70-4,25)	6,20 (5,86-6,54)	1,08 (0,94-1,23)	7,25 (6,88-7,62)	3,07 (2,83-3,31)
60-64	79 (78-81)	1,77 (1,58-1,96)	3,21 (2,96-3,47)	7,85 (7,46-8,25)	1,40 (1,23-1,56)	7,74 (7,35-8,14)	2,72 (2,49-2,96)
65-69	82 (81-83)	1,84 (1,64-2,03)	3,27 (3,01-3,53)	9,92 (9,47-10,38)	1,59 (1,41-1,77)	8,25 (7,83-8,66)	2,09 (1,88-2,30)
70-74	101 (100-103)	2,18 (1,91-2,45)	4,29 (3,91-4,67)	14,21 (13,52-14,90)	2,55 (2,25-2,84)	10,74 (10,14-11,34)	2,40 (2,11-2,68)
75-79	129 (126-131)	2,74 (2,40-3,08)	5,43 (4,95-5,91)	21,43 (20,48-22,37)	3,63 (3,24-4,02)	13,27 (12,52-14,01)	2,53 (2,20-2,85)
80-84	214 (211-218)	3,57 (3,13-4,02)	9,75 (9,02-10,49)	38,07 (36,62-39,53)	7,72 (7,07-8,38)	21,49 (20,40-22,58)	3,59 (3,14-4,03)
85-89	385 (379-392)	4,62 (3,94-5,30)	17,42 (16,10-18,74)	66,13 (63,56-68,71)	15,02 (13,79-16,25)	36,04 (34,14-37,94)	6,42 (5,61-7,22)
90+	716 (703-729)	6,89 (5,59-8,19)	27,63 (25,03-30,23)	106,30 (101,20-111,41)	29,99 (27,28-32,70)	59,92 (56,08-63,75)	10,34 (8,75-11,93)

Tableau 4, partie 2 Incidences masculine pour tous les sites fracturaires par classes d'âge

Age	Segment proximal membre supérieur	Segment distal membre supérieur	Col fémoral	Segment proximal membre inférieur	Segment distal membre inférieur	Fractures multiples
20-24	2,60 (2,38-2,83)	61,87 (60,75-62,99)	0,33 (0,25-0,42)	1,44 (1,27-1,61)	21,67 (21,01-22,33)	7,06 (6,69-7,44)
25-29	2,69 (2,46-2,92)	51,58 (50,57-52,59)	0,44 (0,35-0,53)	1,06 (0,92-1,21)	20,92 (20,28-21,56)	6,67 (6,31-7,03)
30-34	2,68 (2,45-2,90)	41,96 (41,06-42,85)	0,60 (0,50-0,71)	0,68 (0,57-0,80)	18,80 (18,20-19,40)	5,53 (5,21-5,86)
35-39	2,54 (2,33-2,76)	35,63 (34,81-36,45)	0,72 (0,60-0,84)	0,69 (0,58-0,81)	18,35 (17,76-18,93)	5,18 (4,87-5,50)
40-44	3,21 (2,98-3,45)	31,11 (30,37-31,84)	1,24 (1,09-1,39)	0,62 (0,52-0,72)	17,25 (16,71-17,80)	5,57 (5,26-5,89)
45-49	3,62 (3,37-3,87)	28,71 (28,01-29,42)	1,83 (1,65-2,01)	0,82 (0,70-0,94)	16,50 (15,97-17,03)	6,19 (5,86-6,51)
50-54	4,39 (4,11-4,67)	26,10 (25,42-26,77)	2,76 (2,54-2,98)	1,04 (0,91-1,18)	16,13 (15,60-16,66)	6,64 (6,30-6,98)
55-59	4,62 (4,33-4,91)	23,42 (22,76-24,09)	4,00 (3,73-4,28)	1,32 (1,16-1,47)	15,08 (14,55-15,61)	6,44 (6,09-6,79)
60-64	5,45 (5,12-5,78)	20,92 (20,27-21,57)	5,92 (5,58-6,27)	1,72 (1,53-1,90)	13,77 (13,24-14,29)	7,00 (6,63-7,38)
65-69	5,56 (5,22-5,90)	19,35 (18,71-19,98)	8,25 (7,83-8,66)	1,86 (1,66-2,06)	13,03 (12,51-13,55)	6,81 (6,44-7,19)
70-74	6,66 (6,19-7,13)	20,06 (19,24-20,89)	13,48 (12,81-14,16)	2,45 (2,16-2,74)	13,76 (13,08-14,44)	8,67 (8,13-9,21)
75-79	8,80 (8,20-9,41)	19,33 (18,43-20,22)	24,23 (23,22-25,23)	4,91 (4,46-5,36)	12,03 (11,32-12,74)	10,41 (9,75-11,06)
80-84	12,26 (11,44-13,08)	24,39 (23,23-25,55)	53,49 (51,77-55,21)	9,05 (8,34-9,75)	14,81 (13,90-15,71)	16,28 (15,33-17,23)
85-89	19,69 (18,28-21,09)	34,84 (32,97-36,71)	120,19 (116,72-123,66)	19,58 (18,18-20,99)	17,68 (16,35-19,01)	27,83 (26,16-29,49)
90+	37,07 (34,06-40,09)	52,00 (48,43-55,57)	270,10 (261,96-278,24)	37,39 (34,36-40,42)	26,67 (24,11-29,23)	51,62 (48,06-55,18)

Tableau 5, partie 1 Incidences féminines pour tous les sites fracturaires par classes d'âge

Age	Age	Tous patients	Crâne	Face	Rachis	Bassin	Côtes	Clavicule
20-24	20-24	39 (39-40)	0,36 (0,28-0,45)	3,46 (3,19-3,72)	2,11 (1,90-2,32)	0,41 (0,32-0,50)	0,68 (0,56-0,80)	1,66 (1,47-1,84)
25-29	25-29	33 (32-33)	0,25 (0,18-0,32)	2,65 (2,42-2,87)	1,65 (1,47-1,82)	0,37 (0,28-0,45)	0,67 (0,56-0,79)	1,13 (0,99-1,28)
30-34	30-34	29 (28-30)	0,22 (0,15-0,28)	2,04 (1,84-2,23)	1,34 (1,18-1,49)	0,32 (0,24-0,39)	0,45 (0,36-0,54)	0,79 (0,67-0,91)
35-39	35-39	32 (31-33)	0,28 (0,21-0,35)	2,07 (1,88-2,27)	1,28 (1,13-1,44)	0,26 (0,19-0,33)	0,73 (0,62-0,85)	0,89 (0,76-1,01)
40-44	40-44	35 (35-36)	0,29 (0,22-0,36)	2,01 (1,83-2,20)	1,66 (1,49-1,83)	0,26 (0,19-0,32)	0,94 (0,82-1,07)	1,04 (0,90-1,17)
45-49	45-49	43 (42-43)	0,36 (0,28-0,43)	1,94 (1,76-2,12)	2,29 (2,10-2,49)	0,42 (0,34-0,51)	1,54 (1,38-1,70)	1,22 (1,07-1,36)
50-54	50-54	60 (59-61)	0,43 (0,34-0,51)	1,76 (1,59-1,93)	3,44 (3,20-3,68)	0,59 (0,49-0,69)	1,85 (1,68-2,03)	1,37 (1,22-1,52)
55-59	55-59	85 (84-86)	0,48 (0,39-0,58)	1,60 (1,43-1,77)	5,27 (4,96-5,57)	0,83 (0,71-0,95)	2,23 (2,03-2,42)	1,61 (1,44-1,77)
60-64	60-64	105 (103-106)	0,63 (0,52-0,73)	1,66 (1,49-1,84)	6,90 (6,55-7,26)	1,14 (0,99-1,28)	2,41 (2,20-2,62)	1,65 (1,47-1,82)
65-69	65-69	129 (127-130)	0,65 (0,54-0,76)	1,87 (1,68-2,05)	9,87 (9,44-10,30)	1,81 (1,63-2,00)	2,84 (2,61-3,07)	1,71 (1,53-1,89)
70-74	70-74	175 (173-177)	1,05 (0,88-1,23)	3,01 (2,72-3,31)	16,83 (16,14-17,53)	3,78 (3,45-4,11)	4,97 (4,59-5,35)	1,91 (1,68-2,15)
75-79	75-79	238 (235-241)	1,45 (1,24-1,67)	4,75 (4,36-5,13)	27,63 (26,69-28,56)	7,88 (7,38-8,38)	7,96 (7,46-8,46)	2,73 (2,43-3,02)
80-84	80-84	396 (392-400)	2,36 (2,07-2,65)	9,24 (8,67-9,81)	49,13 (47,81-50,44)	16,54 (15,78-17,31)	15,26 (14,53-15,99)	4,48 (4,09-4,88)
85-89	85-89	667 (662-673)	3,33 (2,92-3,74)	17,30 (16,37-18,23)	77,70 (75,73-79,67)	34,14 (32,84-35,45)	27,90 (26,72-29,08)	7,04 (6,44-7,63)
90+	90+	1037 (1028-1046)	3,68 (3,12-4,23)	28,30 (26,76-29,84)	97,67 (94,81-100,53)	53,05 (50,94-55,15)	43,67 (41,76-45,58)	11,58 (10,60-12,56)

Tableau 5, partie 2 Incidences féminines pour tous les sites fracturaires par classes d'âge

Age	Segment proximal membre supérieur	Segment distal membre supérieur	Col fémoral	Segment proximal membre inférieur	Segment distal membre inférieur	Fractures multiples
20-24	1,06 (0,91-1,21)	17,67 (17,07-18,27)	0,11 (0,06-0,16)	0,36 (0,28-0,45)	9,12 (8,69-9,55)	2,40 (2,17-2,62)
25-29	0,95 (0,82-1,09)	14,69 (14,16-15,21)	0,13 (0,08-0,18)	0,16 (0,11-0,22)	8,20 (7,81-8,60)	1,67 (1,49-1,85)
30-34	0,86 (0,73-0,98)	13,22 (12,73-13,71)	0,13 (0,08-0,18)	0,17 (0,12-0,23)	8,12 (7,73-8,50)	1,28 (1,12-1,43)
35-39	0,94 (0,81-1,07)	13,92 (13,42-14,43)	0,19 (0,13-0,25)	0,18 (0,12-0,23)	9,74 (9,32-10,17)	1,41 (1,25-1,57)
40-44	1,44 (1,29-1,60)	15,15 (14,64-15,66)	0,46 (0,37-0,55)	0,26 (0,20-0,33)	10,41 (9,99-10,83)	1,46 (1,30-1,62)
45-49	2,15 (1,96-2,34)	17,21 (16,67-17,75)	0,91 (0,79-1,04)	0,41 (0,33-0,49)	12,31 (11,85-12,76)	1,86 (1,68-2,03)
50-54	3,59 (3,34-3,84)	26,19 (25,52-26,85)	2,31 (2,11-2,51)	0,77 (0,66-0,89)	15,53 (15,02-16,04)	2,56 (2,36-2,77)
55-59	5,91 (5,59-6,24)	38,70 (37,88-39,53)	4,45 (4,17-4,73)	1,14 (1,00-1,28)	19,60 (19,02-20,19)	3,45 (3,21-3,70)
60-64	7,96 (7,58-8,34)	46,84 (45,92-47,77)	7,52 (7,15-7,89)	1,81 (1,63-1,99)	21,80 (21,17-22,43)	4,32 (4,04-4,60)
65-69	11,23 (10,77-11,68)	53,08 (52,08-54,07)	12,37 (11,89-12,85)	3,01 (2,77-3,24)	23,97 (23,30-24,63)	6,45 (6,11-6,80)
70-74	16,21 (15,53-16,89)	61,65 (60,32-62,98)	22,76 (21,95-23,57)	5,27 (4,88-5,66)	27,14 (26,26-28,02)	10,21 (9,67-10,75)
75-79	21,28 (20,46-22,10)	67,47 (66,00-68,93)	44,72 (43,53-45,92)	8,84 (8,31-9,37)	25,69 (24,78-26,59)	17,73 (16,98-18,48)
80-84	31,75 (30,69-32,81)	89,67 (87,89-91,44)	93,60 (91,79-95,42)	18,85 (18,03-19,66)	29,70 (28,68-30,72)	35,45 (34,33-36,56)
85-89	46,24 (44,72-47,76)	114,83 (112,44-117,23)	197,88 (194,73-201,02)	38,43 (37,05-39,82)	38,64 (37,25-40,03)	64,06 (62,27-65,84)
90+	63,30 (61,00-65,60)	135,83 (132,46-139,20)	376,62 (371,01-382,24)	74,79 (72,29-77,29)	51,35 (49,28-53,42)	97,28 (94,43-100,13)

Tableau 6 Sévérité des fractures en France en 2016 par site fracturaire et sexe

	Sévérité	Homme		Femme	
		N (%)	Âge moyen (et)	N (%)	Âge moyen (et)
Toutes fractures	1	48998 (20,23)	43,16 (17,7)	56167 (17,56)	59,16 (19,9)
	2	70309 (29,03)	60,72 (21,5)	93417 (29,21)	77,33 (16,6)
	3	116797 (48,22)	51,70 (21,4)	164493 (51,43)	71,89 (17,8)
	4	6132 (2,53)	75,62 (17,4)	5781 (1,81)	83,70 (12,8)
Crâne	1	NA	NA	NA	NA
	2	2671 (64,42)	54,03 (19,8)	1294 (70,33)	67,34 (20)
	3	942 (22,72)	47,30 (18,9)	307 (16,68)	61,50 (19,8)
	4	532 (12,83)	66,01 (19,1)	237 (12,88)	75,99 (16,9)
Face	1	245 (1,49)	36,24 (15,9)	172 (1,90)	46,95 (20)
	2	10259 (62,21)	46, (21,8)	6462 (71,45)	65,91 (24,2)
	3	5745 (34,84)	41,75 (19,3)	2268 (25,08)	59,06 (24)
	4	241 (1,46)	69,37 (20,6)	142 (1,57)	81,66 (14,4)
Rachis	1	NA	NA	NA	NA
	2	14548 (70,07)	68,11 (19,7)	22515 (77,58)	77,86 (15,2)
	3	5187 (24,98)	58,37 (18,8)	5712 (19,68)	67,97 (16,5)
	4	1027 (4,95)	76,30 (15,3)	794 (2,74)	82,51 (12)
Bassin	1	NA	NA	NA	NA
	2	3142 (78,75)	70,20 (19,4)	8922 (92,12)	81,80 (12,9)
	3	609 (15,26)	53,12 (21,3)	520 (5,37)	68,77 (20,9)
	4	238 (5,96)	77,42 (16,9)	243 (2,51)	84,00 (12,2)
Côtes	1	NA	NA	NA	NA
	2	13001 (82,14)	63,44 (18,2)	9231 (87,71)	75,90 (17)
	3	1967 (12,43)	57,59 (18,4)	868 (8,25)	67,57 (19,1)
	4	860 (5,43)	74,39 (16,3)	426 (4,05)	80,17 (14,7)
Clavicule	1	4154 (45,77)	42,94 (17)	2367 (48,18)	57,77 (20,9)
	2	1973 (21,74)	57,70 (20,6)	1612 (32,81)	75,96 (17,8)
	3	2827 (31,15)	41,19 (15,4)	866 (17,63)	52,60 (21,3)
	4	121 (1,33)	72,21 (20)	68 (1,38)	77,38 (18,3)
Segment proximal du membre supérieur	1	1394 (12,30)	46,34 (18,6)	1608 (7,19)	61,27 (20,5)
	2	4121 (36,38)	64,88 (19,1)	8299 (37,11)	79,11 (13,5)
	3	5502 (48,57)	57,75 (18,4)	12079 (54,02)	71,82 (14,3)
	4	312 (2,75)	75,14 (16,7)	375 (1,68)	82,56 (13,3)
Segment distal du membre supérieur	1	31060 (40,47)	42,93 (17,9)	38645 (40,32)	60,70 (20)
	2	4290 (5,59)	55,52 (23,2)	8519 (8,89)	78,18 (16,1)
	3	41246 (53,74)	42,67 (17,2)	48431 (50,54)	65,19 (17,1)
	4	160 (0,21)	74,88 (19,2)	240 (0,25)	82,90 (13,1)
Col fémoral	1	NA	NA	NA	NA
	2	2058 (9,57)	76,97 (15)	4269 (7,46)	83,64 (11)
	3	17991 (83,64)	77,60 (14,3)	51039 (89,14)	83,41 (10,2)
	4	1461 (6,79)	84,24 (10,3)	1948 (3,40)	87,09 (8,9)
Segment proximal du membre inférieur	1	161 (3,26)	78,17 (14,4)	418 (3,49)	83,22 (10,6)
	2	706 (14,28)	71,04 (18,3)	1715 (14,32)	82,31 (12,8)
	3	3785 (76,54)	65,30 (22,4)	9428 (78,72)	81,57 (12,9)
	4	293 (5,93)	76,36 (17,3)	416 (3,47)	85,50 (11,7)
Segment distal du membre inférieur	1	11982 (30,21)	43,14 (16,6)	12955 (28,83)	53,93 (18,2)
	2	4902 (12,36)	56,67 (20,8)	7937 (17,66)	74,60 (17)
	3	22597 (56,98)	46,39 (17)	23818 (53,00)	59,69 (17,5)
	4	178 (0,45)	70,12 (21,5)	233 (0,52)	81,78 (13,8)
Fractures multiples	1	NA	NA	NA	NA
	2	8638 (48,68)	59,07 (20,8)	12642 (56,29)	78,46 (16,2)
	3	8399 (47,33)	50,04 (19,8)	9157 (40,77)	73,32 (18,6)
	4	709 (4,00)	69,18 (20,7)	659 (2,93)	81,60 (16,3)

NA : Non approprié

Table 7 Codes diagnostiques et chirurgicaux permettant de définir les actes de chirurgie du rachis

lombaire

Codes d'actes chirurgicaux issus de la CCAM	Codes diagnostiques spécifique du rachis lombaire issu de la CMI-10
AEJA003 AFJA001 AFJA002 AFJA004 AFJA005 AFPA001 LDAA001 LDAA002 LDCA001 LDCA002 LDCA003 LDCA004 LDCA005 LDCA006 LDCA010 LDCA011 LDCA012 LDCA013 LDFA001 LDFA002 LDFA003 LDFA004 LDFA005 LDFA006 LDFA007 LDFA008 LDFA009 LDFA010 LDFA011 LDFA012 LDGA001 LDGA002 LDHA002 LDKA900 LDPA001 LDPA002 LDPA003 LDPA004 LDPA005 LDPA006 LDPA007 LDPA008 LDPA009 LECA001 LECA002 LECA003 LECA004 LECA005 LECA006 LECC001 LEFA001 LEFA002 LEFA003 LEFA004 LEFA005 LEFA006 LEFA007 LEFA008 LEFA009 LEFA010 LEFA011 LEFA012 LEFA013 LEFA014 LEFC002 LEGA001 LEGA002 LEHA001 LEHA002 LEHA003 LEHC001 LEMA001 LEMA002 LEMA003 LEMA004 LEPA001 LEPA002 LEPA003 LEPA004 LEPA005 LEPA006 LEPA007 LEPA008 LEPA009 LFAA001 LFAA002 LFCA001 LFCA002 LFCA003 LFCA004 LFCA005 LFCC001 LFDA001 LFDA002 LFDA003 LFDA004 LFDA005 LFDA006 LFDA007 LFDA008 LFDA009 LFDA010 LFDA011 LFDA012 LFDA013 LFDA014 LFFA001 LFFA002 LFFA003 LFFA004 LFFA005 LFFA006 LFFA007 LFFA008 LFFA009 LFFA010 LFFA011 LFFA012 LFFA013 LFFA014 LFFC002 LFGA001 LFHA001 LFHC001 LFKA001 LFMA001 LFPA001 LFPA002 LFPA003 LGCA001 LGFA001 LGFA002 LGFA003 LGFA006 LHCA001 LHCA002 LHCA010 LHCA011 LHCA016 LHDA001 LHDA002 LHFA001 LHFA003 LHFA013 LHFA016 LHFA025 LHFA027 LHFA028 LHFA029 LHFA031 LHGA004 LHGA006 LHGA007 LHHA006 LHHA007 LHMA003 LHMA004 LHMA006 LHMA007 LHMA008 LHMA011 LHMA013 LHMA014 LHMA015 LHPA003 LHPA004	G544 G834 M4006 M4007 M4016 M4017 M4026 M4027 M4036 M4037 M4046 M4047 M4056 M4057 M4106 M4107 M4109 M4116 M4117 M4126 M4127 M4136 M4137 M4146 M4147 M4156 M4157 M4186 M4187 M4196 M4197 M4206 M4207 M4208 M4216 M4217 M4218 M4296 M4297 M4298 M4306 M4307 M4308 M4316 M4317 M4326 M4327 M4356 M4357 M4358 M4386 M4387 M4388 M4396 M4397 M4398 M45+6 M45+7 M4606 M4607 M4608 M461 M4626 M4627 M4628 M4636 M4637 M4638 M4639 M4646 M4647 M4648 M4656 M4657 M4658 M4686 M4687 M4688 M4696 M4697 M4698 M4706 M4716 M4726 M4727 M4728 M4786 M4787 M4788 M4796 M4797 M4798 M4806 M4807 M4808 M4816 M4817 M4818 M4826 M4827 M4828 M4836 M4837 M4838 M4846 M4847 M4848 M4856 M4857 M4858 M4886 M4887 M4888 M4896 M4897 M4898 M4906 M4907 M4908 M4916 M4917 M4918 M4926 M4927 M4928 M4936 M4937 M4938 M4946 M4947 M4948 M4956 M4957 M4958 M4986 M4987 M4988 M510 M511 M5326 M5327 M5328 M533 M5386 M5387 M5388 M5396 M5397 M5398 M5416 M5417 M5418 M543 M5430 M5436 M5437 M5438 M5439 M544 M5440 M5446 M5447 M5448 M5449 M545 M5450 M5456 M5457 M5459 M5486 M5487 M5488 Q052 Q053 Q057 Q058 Q760 S3200 S3201 S3210 S3211 S3220 S3221 S3230 S3231 S3240 S3241 S3250 S3251 S3270 S3271 S3280 S3281 S330 S331 S332 S333 S334 S335 S336 S337 S340 S341 S342 S343 S344 S345 S346 S348 S390

CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux
CIM-10 : Classification Internationale des Maldies version 10

Tableau 8 Codes CIM-10 permettant de définir les principaux facteurs de risque individuels de survenue d'évènements thrombo-emboliques veineux

Variables	Codes
Obésité	E66
Diabète	E10 E11 E12 E13 E14
Pathologies cardio-vasculaires	G81 G45 I20 I21 I22 I23 I24 I25 I27 I28 I42 I50 I60 I61 I62 I63 I64 I65 I66 I69 I70 I73 I74 J81 K761
Pathologies respiratoires	J40 J41 J42 J43 J44 J45 J46 J96 J98
Pathologies rénales	N18 N19 N052 N053 N054 N055 N056 N057 N250 I120 I131 N032 N033 N034 N035 N036 N037 Z490 Z491 Z492 Z940 Z992
Pathologies psychiatriques	F04 to F99
Hyper-tension artérielle	I10 I11 I12 I13 I14
Paralysie sévère	G80 G81 G82 G83
Autres troubles neurologiques	G20 G21 G22 G35 G40 G41 F023
Cancer	C00 C01 C02 C03 C04 C05 C06 C07 C08 C09 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C19 C20 C21 C22 C23 C24 C25 C26 C30 C31 C32 C33 C34 C37 C38 C39 C40 C41 C43 C45 C46 C47 C48 C49 C50 C51 C52 C53 C54 C55 C56 C57 C58 C60 C61 C62 C63 C64 C65 C66 C67 C68 C69 C70 C71 C72 C73 C74 C75 C76 C77 C78 C79 C80 C81 C82 C83 C84 C85 C88 C90 C91 C92 C93 C94 C95 C96 C97

CIM-10 : Classification Internationale des Maldies version 10

Tableau 9 Modèle multivarié complet de l'analyse des facteurs de risque d'événement thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire

Variables	HR	CI 95%	p
Sexe (homme)	1.07	0.99 -	0.073
Age	1.04	1.04 -	0.000
Consommation médicamenteuse pré-			
• **Contraception orale**	1.49	1.14 -	0.003
• **Antidépresseur**	1.10	1.00 -	0.050
• **Antalgiques**	1.04	0.91 -	0.578
○ **Opioïdes**	1.09	1.00 -	0.051
Caractéristiques individuelles			
• **Antécédent d'ETEV**	5.27	4.62 -	0.000
• **Pathologie cardio-vasculaire**	0.93	0.83 -	0.160
• **Hyper-tension artérielle**	1.10	1.00 -	0.059
• **Diabète**	0.96	0.85 -	0.582
• **Obésité morbide**	1.28	1.15 -	0.000
• **Pathologie respiratoire**	1.12	0.99 -	0.080
• **Pathologie rénale**	1.29	1.04 -	0.023
• **Cancer**	1.07	0.89 -	0.489
○ **Dont cancer actif**	1.54	1.26 -	0.000
• **Paralysie sévère**	1.48	1.18 -	0.001
• **Autre trouble neurologique**	1.18	1.07 -	0.001
• **Pathologie psychiatrique**	1.15	0.91 -	0.232
Fracture vertébrale *	2.17	1.85 -	0.000
Intervention pour déformation (> 5 vertèbres)	1.39	1.09 -	0.009
Dispositif médicaux †			
• **Nombre de vis pédiculaires**			
○ **0**	1.00		
○ **1-3**	1.07	0.80 -	0.642
○ **4-5**	0.99	0.84 -	0.914
○ **6-9**	1.19	1.01 -	0.040
○ **>10**	1.54	1.22 -	0.000
• **Autre système d'ostéosynthèse**	1.57	1.35 -	0.000
• **Cage intersomatique**	0.88	0.78 -	0.059
• **Prothèse de disque**	1.27	0.74 -	0.389
Voie d'abord chirurgicale *			
• **Postérieure**	1.00		
• **Antérieure**	1.73	1.38 -	0.000
• **Combinée**	1.94	1.39 -	0.000

* Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention
† Pour les dispositifs médicaux, les variables nombre de vis pédiculaires, autres systèmes d'ostéosynthèse, cages intersomatiques et prothèses de disques ont été inclus séparément dans le modèle, tandis que les variables dispositifs médicaux, dispositifs d'ostéosynthèse et vis pédiculaire ont été exclus pour colinéarité

Table 10 Analyse univariée du risque thrombo-embolique chez les patients sans dispositifs médicaux

Variables	HR	CI 95%	p

Sexe (femme)	1.33	1.21 – 1.46	<0.00
Age (ans)	1.05	1.047 – 1.053	<0.00
Consommation médicamenteuse pré-opératoire			
• **Contraception orale**	0.64	0.47 – 0.89	0.008
• **Antidépresseur**	1.64	1.47 – 1.84	<0.00
• **Antalgiques**	1.13	0.96 – 1.32	0.12
○ **Opioïdes**	0.93	0.85 – 1.02	0.13
Caractéristiques individuelles			
• **Antécédent d'ETEV**	11.64	9.94 – 13.65	<0.00
• **Pathologie cardio-vasculaire**	2.62	2.34 – 2.93	<0.00
• **Hyper-tension artérielle**	2.87	2.61 – 3.16	<0.00
• **Diabète**	2.06	1.77– 2.39	<0.00
• **Obésité morbide**	2.23	1.96 – 2.54	<0.00
• **Pathologie respiratoire**	2.19	1.86 – 2.56	<0.00
• **Pathologie rénale**	4.13	3.19 – 5.34	<0.00
• **Cancer**	2.76	2.47 - 3.09	<0.00
○ **Dont cancer actif**	3.20	2.84 – 3.62	<0.00
• **Paralysie sévère**	3.09	2.41 – 3.96	<0.00
• **Autre trouble neurologique**	2.17	1.61 – 2.91	<0.00
• **Pathologie psychiatrique**	1.78	1.60 – 2.00	<0.00
Fracture vertébrale *	1.87	0.60 – 5.81	0.33
Intervention pour déformation (> 5 vertèbres)	3.61	2.96 – 4.4	<0.00
Voie d'abord chirurgicale *			
• **Postérieure**	1		0.26
• **Antérieure**	1.19	0.77 – 1.85	
• **Combinée**	2.29	0.86 - 6.11	

* Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention

Table 11 Analyse univariée du risque thrombo-embolique chez les patients avec dispositifs médicaux

Variables	HR	CI 95%	p
Sexe (femme)	1.37	1.21 –	<0.0001
Age (ans)	1.04	1.03 –	<0.0001
Consommation médicamenteuse pré-			
• **Contraception orale**	0.58	0.40 –	0.008
• **Antidépresseur**	1.27	1.10 –	<0.0001
• **Antalgiques**	1.30	1.11 –	0.15
○ **Opioïdes**	1.14	1.01 –	0.027
Caractéristiques individuelles			
• **Antécédent d'ETEV**	8.74	7.10 –	<0.0001
• **Pathologie cardio-vasculaire**	1.76	1.51 –	<0.0001
• **Hyper-tension artérielle**	2.14	1.89 –	<0.0001
• **Diabète**	1.87	1.55 –	<0.0001
• **Obésité morbide**	1.80	1.53 –	<0.0001
• **Pathologie respiratoire**	1.77	1.47 –	<0.0001
• **Pathologie rénale**	2.93	2.04 – 4.2	<0.0001
• **Cancer**	2.91	1.96 –	<0.0001
○ **Dont cancer actif**	2.41	2.06 –	<0.0001
• **Paralysie sévère**	1.09	0.67 –	<0.0001
• **Autre trouble neurologique**	1.76	1.24 -	<0.0001
• **Pathologie psychiatrique**	1.35	1.18 –	<0.0001
Fracture vertébrale *	1.75	1.44 –	<0.0001
Intervention pour déformation (> 5	2.35	1.92 –	<0.0001
Dispositif médicaux *			
• **Dispositif d'ostéosynthèse :**	1.94	1.42 –	<0.0001
○ **Vis pédiculaire**	1.19	1.02 –	0.023
○ **Autre système d'ostéosynthèse**	1.62	1.35 –	<0.0001
• **Cage intersomatique**	0.62	0.55 –	<0.0001
• **Prothèse de disque**	0.54	0.33 –	0.009
Nombre de vis pédiculaires			
• **0**	1		
• **1-3**	0.96	0.70 –	<0.0001
• **4-5**	0.95	0.79 –	
• **6-9**	1.32	1.97–	
• **>10**	2.33	1.89 –	
Voie d'abord chirurgicale			
• **Postérieure**	1		0.002
• **Antérieure**	0.78	0.62 –	
• **Combinée**	1.96	1.37 –	

* Au moins un remboursement durant les 3 mois précédant l'intervention

Table 12 Analyse multivariée du risque d'embolie pulmonaire après chirurgie du rachis lombaire avec modèle à hasard proportionnel de Cox

Variable	HR	CI 95%	p
Age	1.04	1.037 - 1.05	<0.001
Obésité ‡	1.41	1.18 - 1.47	<0.001
Cancer actif	1.88	1.5 – 1.82	<0.001
Paralysie sévère	1.64	1.15 – 2.33	0.046
Pathologie psychiatrique	1.17	1.00 - 1.37	0.016
Pathologie rénale	1.28	0.91 – 1.81	0.16
Antécédent d'événement thrombo-embolique	6.71	5.48 – 8.21	<0.001
Consommation d'antidépresseur *	1.32	1.14 - 1.53	<0.001
Consommation de contraception orale *	1.91	1.25 – 2.93	0.003
Fracture vertébrale	2.98	2.35 – 3.75	<0.001
Déformation vertébrale de plus de 5 vertèbres	1.31	0.88 - 1.96	0.27
Nombre de vis pédiculaires			
• **0**	1		<0.001
• **1-3**	1.60	1.01 – 2.56	
• **4 - 5**	1.29	1.05 – 1.58	
• **6 - 9**	1.80	1.47 – 2.2	
• **>=10**	2.55	1.87 – 3.48	
Voie d'abord chirurgicale			
• **Postérieure**	1		0.014
• **Antérieure**	1.00	0.62 – 1.60	
• **Combinée**	2.17	0.88 – 1.96	

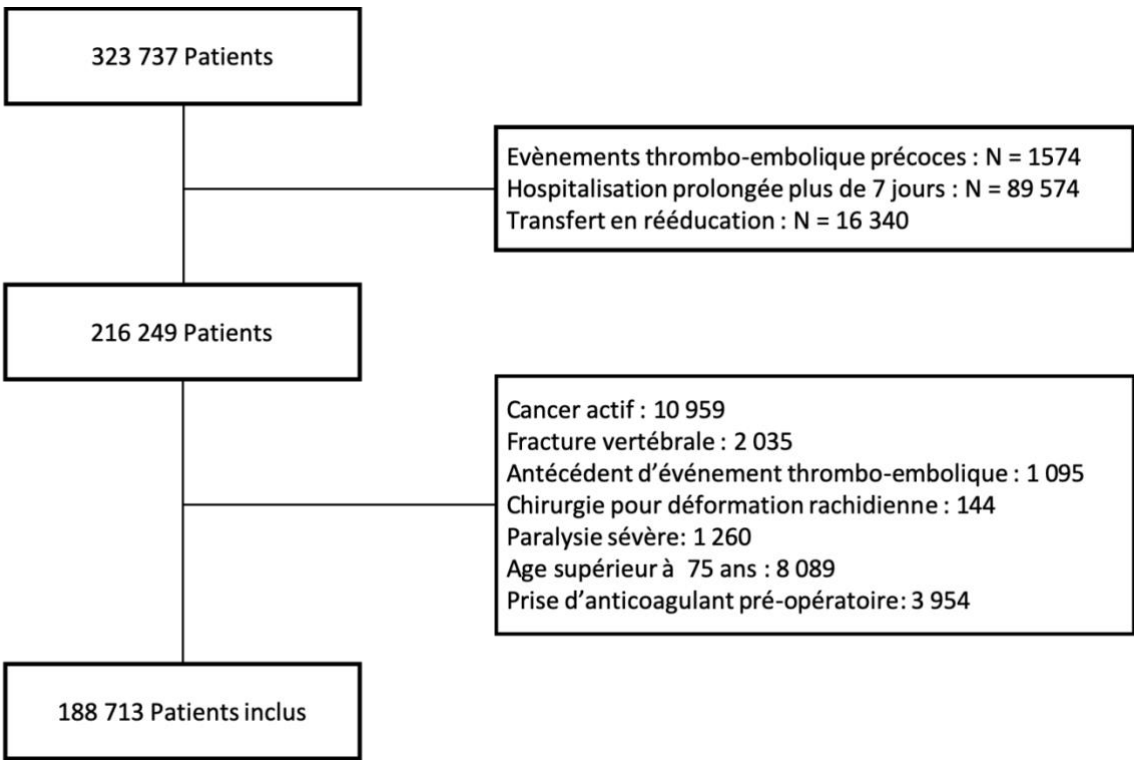


Figure 1 Diagramme de flux d'inclusion des patients dans le groupe d'évaluation du rôle de la thromboprophylaxie

Tableau 13 Analyse du rôle de la prévention thrombo-embolique médicamenteuse

		Analyse univariée	Analyse multivariée *
2 jours (N = 2881)	Tout évènement	0.18 (0.03-1.28)	0.2 (0.03-1.47)
	EP	0.95 (0.72-1.24)	0.41 (0.06-2.94)
5 jours (35 391)	Tout évènement	0.91 (0.62-1.34)	0.89 (0.68-1.17)
	EP	0.91 (0.62-1.34)	0.86 (0.58-1.27)

HR avec intervalle de confiance à 95%
EP : Embolie pulmonaire
* Ajustement pour l'âge, obésité, les pathologies psychiatriques, la consommation d'antidépresseur et de contraception orale, la présence d'implants médicaux, le nombre de vis pédiculaires, et la voie d'abord chirurgicale

Article accepté sur le système national des données de santé et son utilisation en orthopédie

Le Système National des Données de Santé : description et application dans le champ de l'orthopédie

Auteurs

Benjamin Bouyer [1, 2, 3]

Mahmoud Zureik [4, 5]

Rosemary Dray-Spira [4]

Alain Weill [4]

Joel Coste [2, 6]

1 Service d'orthopédie, Hôpital Européen Georges Pompidou, 20 rue Leblanc, 75015 Paris

2 Université Paris-Descartes, 12 Rue de l'École de Médecine, 75006 Paris, France

3 Département d'épidémiologie, Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de Santé, 143-147 boulevard Anatole France, 93285, Saint-Denis, France

4 Groupement d'Intérêt Scientifique EPI-PHARE, 143-147 boulevard Anatole France, 93285 Saint-Denis, France.

5 Université Versailles-Saint Quentin, 55 avenue de Paris, 78035 Versailles Cedex

6 Unité de biostatistique et d'épidémiologie, Hôpitaux universitaires Paris Centre, Paris, France

Corresponding Author :
Benjamin Bouyer, Service d'orthopédie, Hôpital Européen Georges Pompidou, 20 rue Leblanc, 75015 Paris, benjaminbouyer@hotmail.fr

Mots-clés : Pharmaco-épidémiologie, mégadonnées, Orthopédie

Résumé

L'avènement de l'ère numérique a permis la construction de larges bases de données en santé. La France dispose depuis 1999 d'un Système National d'Information Inter-Régime (SNIIRAM) permettant l'enregistrement exhaustif et systématique des activités de soins remboursées par l'Assurance Maladie. Celui-ci a été progressivement amélioré et élargi pour conduire à la construction du Système National des Données de Santé (SNDS). De nombreux travaux ont déjà été publiés et ont montré la pertinence et la qualité de ces données.

L'objectif de ce travail est de montrer l'intérêt des données du SNDS appliquées à la recherche en orthopédie et d'en expliquer le fonctionnement.

Introduction

Depuis plusieurs décennies, l'enregistrement des activités humaines s'est étendu à la santé. De nombreux pays et organisations collectives ont créé des bases de données de santé spécifiques [1]. Les bases médico-administratives liées aux processus assurantiels et indemnitaires sont les plus répandues ; issues principalement de l'enregistrement de flux financiers sécurisés de remboursements des prestations médicales elles ont comme but premier de faciliter les démarches, rationnaliser les coûts et aider les institutions dans leur pilotage. Ces bases de données offrent aussi la possibilité de réaliser des travaux de recherche épidémiologique et économique de grande ampleur pouvant concerner des pathologies, des traitements, le fonctionnement du système de santé, et de permettre des comparaisons internationales.

En France, le Système National d'Information Inter-régimes de l'assurance Maladie (SNIIRAM) a été inscrit dans le code de Sécurité Sociale (Article L161-28-1) par la loi en 1999 [2]. Il s'agissait d'une base de données médico-administrative dont la gestion était confiée à la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM). Cette base a progressivement intégré des informations en provenance de différents organismes et obtenu l'approbation de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) en 2001. La loi du 26 janvier 2016 a transformé cette base en réformant la gouvernance, étendant encore les sources d'informations et en la renommant Système National des Données de Santé (SNDS) [3–5]

L'objectif de cet article est de décrire l'organisation et le fonctionnement de cette base de données médico-administrative et d'en exposer les différentes modalités d'utilisation possibles dans le champ de la recherche en orthopédie.

Missions et acteurs du SNDS

La construction progressive du SNDS de 1999 à aujourd'hui en fait un outil complexe (figure 1). Ses missions ont été définies par la loi et progressivement étendues (tableau 1). Le législateur a voulu en faire un outil accessible et disponible, tout en préservant le caractère anonyme et non mercantile des données. Son utilisation à des fins de promotion des produits de santé, à des fins d'exclusion de garanties des contrats d'assurance ou la modification des cotisations et des primes d'assurance est spécifiquement interdite.

Tableau 1 : Missions du Système Nationale des Données de Santé

MISSIONS DU SYSTEME NATIONAL DES DONNEES DE SANTE
Information sur la santé, l'offre de soins, la prise en charge médico-sociale et leur qualité
Définition, mise en œuvre et évaluation des politiques de santé et de protection sociale
Connaissance des dépenses de santé, d'assurance maladie et médico-sociales
Information des professionnels, des hôpitaux ou médico-sociaux sur leur activité
Surveillance, veille et sécurité sanitaires
Recherche, études, évaluation et innovation dans les domaines de la santé et de la prise en charge médico-sociale

Assurance Maladie

La Sécurité Sociale assure une couverture de santé universelle aux 66 millions de résidents sur le territoire français. Actuellement , plus de 90 % de la population relève de l'Assurance Maladie qui gère le Régime général, et les Sections Locales Mutualistes ; le Régime Social des Indépendants (RSI) et la Mutualité Sociale Agricole (MSA) couvrent le reste de la population [6]. L'Assurance Maladie alimente le SNDS de l'ensemble des données de facturation (décomptes) issues des consommations de soins ambulatoires (consultations, médicaments, actes de biologie et d'imagerie…).

La CNAM en tant qu'acteur principal a été chargée de l'organisation et de la gouvernance du SNDS, qui regroupent néanmoins les données de l'ensemble des régimes.

Agence technique pour l'information sur l'hospitalisation (ATIH)

L'ATIH est un organisme public chargé de la collecte et l'évaluation des données médicales et économiques des établissements de santé. Elle élabore et met à jour les différentes classifications et nomenclatures nécessaires à la mesure des soins hospitaliers. Une grande partie des données est accessible en ligne via son site internet https://www.atih.sante.fr.

A ce titre elle alimente le SNDS en données provenant du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), comprenant les diagnostics retenus, les actes réalisés notamment chirurgicaux ou de radiologie, la durée d'hospitalisation ainsi que le devenir des patients à la sortie du séjour hospitalier.

Le Centre épidémiologique sur les causes médicales de décès (CepiDC)

Le CepiDC est une organisation émanent de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM). Sa mission principale est la collecte et l'analyse des causes médicales des décès sur le territoire français. Depuis 2016, il est devenu acteur du SNDS et l'alimente progressivement de ses données.

Futurs acteurs et interface unique

D'autres organismes et institutions vont graduellement intégrer le SNDS. Il est notamment prévu que les données médico-sociales des maisons départementales du handicap ainsi que les données de remboursement des frais de santé des organismes complémentaires (mutuelles) soient progressivement intégrées au SNDS.

Enfin depuis 2018, le gouvernement français a créé le Health Data Hub. Il s'agit d'une plateforme en construction dont l'objectif est de constituer une interface unique entre les producteurs et les utilisateurs des données et en favoriser l'exploitation

Données disponibles

Anonymisation et importation des données

Le niveau de sécurisation des données a été, dès la création du SNIIRAM et depuis sa transformation en SNDS, une priorité du législateur et des organismes pourvoyeurs de données.

Le SNDS regroupe des données individuelles provenant de différentes sources reliées entre elles par un identifiant commun : le Numéro d'Identification au Répertoire (NIR). Cet identifiant pérenne et unique tout au long de la vie de chaque résidant légal en France provient du Répertoire National d'Identification des Personnes Physiques (RNIPP) dont la gestion incombe à l'Institut National de la Statistique et des Etudes Économiques (INSEE), le registre de référence des résidents en France. Il contient la liste de toutes les personnes nées en France ou à l'étranger dont une demande d'inscription a été formulée lors d'un acte d'état civil.

L'importation dans le SNDS des données implique donc deux étapes fondamentales. D'une part une transmission sécurisée associée à un contrôle de la qualité des données. Celle-ci est réalisée à l'aide d'un logiciel spécifique (CAMEL). Un effort spécifique a été réalisé pour établir des normes de transmissions homogènes et des contrôles de cohérence.

D'autre part une anonymisation à double niveau certaine et définitive, réalisée à l'aide d'un algorithme appelé Fonction d'Occultation des Informations Nominatives (FOIN), créant à partir d'un NIR un numéro d'identification anonyme NIR-ANO, et supprimant irréversiblement les données nominatives.

Données

Les données regroupées dans le SNDS sont ordonnées dans plusieurs tables. Elles décrivent les acteurs (soignants et établissements de soins) et les bénéficiaires (individus) du système de santé (tableau 1). Les informations concernent des caractéristiques individuelles comme les données démographiques (âge, sexe) ou certaines données assurantielles (régime de couverture sociale) ou médicales, comme la perception de prestations en espèce (congé maternité, maladie ou invalidité) ou l'existence d'une pathologie dont la prise en charge est remboursée au rang d'une Affection de Longue Durée (ALD). Les informations de consommation de soins sont également accessibles. Tous les soins, consultations, examens, et traitements remboursés, dont les dispositifs médicaux, dans le cadre d'une prise en charge extrahospitalière sont répertoriés. Dans le cadre d'une hospitalisation, les données disponibles sont issues du Résumé de Sortie Anonyme, et comprennent les dates d'entrée et sortie d'hospitalisation, les diagnostics codés selon la Classification internationale des maladies (CIM, 10ème révision), les interventions et actes classant réalisés codés selon la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM), ainsi que la pose d'éventuels Dispositifs Médicaux Implantables répertoriés à l'aide de code de la Liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR)

Accès, Complexité, outils de simplification et algorithmes existants

L'accès aux données est règlementé et protégé. Néanmoins, la volonté publique réaffirmée par les différents gouvernements successifs est une ouverture élargie à ces données, à des fins de recherche. Des accès permanents sont octroyés à certains organismes publics : l'agence Santé Publique France (SPF), l'Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé (ANSM), la Haute Autorité de santé (HAS), l'Agence de la biomédecine, les Agences Régionales de Santé. Par ailleurs toute personne ou organisme peut désormais déposer une demande d'autorisation d'accès temporaire aux données en vue de réaliser une étude, une recherche ou une évaluation présentant un intérêt public. La protection des données du SNDS implique en plus de l'anonymisation, une interdiction de croisement de données dites « sensibles » pouvant permettre une identification individuelle (par exemple, la commune de résidence, le mois et l'année de naissance, la date de soins, la date de décès, la commune de décès).

La complexité du SNDS provient de son rôle initial assurantiel et de la nature de ses données (remboursements des soins), ainsi que du caractère progressif de sa construction issue de l'agrégation de plusieurs bases d'origine différentes. Ces caractères en font un outil dont l'exploitation nécessite des connaissances, une formation et une expérience spécifiques.

Afin d'en faciliter l'utilisation, plusieurs instruments ont été mis à disposition des utilisateurs.
Tout d'abord des tables simplifiées (notamment le DCIR simplifié) épurées de données économiques, regroupant les données de consommations de soins et simplifiant les jointures entre les tables. Un échantillon général de bénéficiaire (EGB) représentatif regroupant 1/97 de la population est par ailleurs accessible et permet la réalisation d'études

longitudinales et le test de requêtes complexes. Ensuite, des algorithmes ont également été créés et validés par la CNAM [7], mais également par d'autres équipes afin d'identifier un grand nombre de pathologies ou situations cliniques [8–15] ; (incluant une méthode de calcul du score de Charlson [16] , ainsi qu'un index de défavorisation sociale, attribué en fonction de la commune de résidence et calculé grâce à un ensemble de critères économiques et sociaux [17]. Enfin, un forum de partage et un réseau formalisé appelé Redsiam (https://www.redsiam.fr/ permet aux différents utilisateurs de collaborer et échanger leurs expériences [18].

Utilisation, application à la recherche en orthopédie

Intérêt et usages reconnus

La qualité des données du SNIIRAM puis du SNDS a été démontrée et reconnue à plusieurs reprises [19,20]. Leur utilisation à des fins de santé publique est l'application la plus habituelle et évidente. Les rapports annuels de la CNAM basés sur l'analyse du SNDS servent à l'élaboration de l'Objectif National de Dépense d'Assurance Maladie, mais également à évaluer l'efficacité des différentes réformes entreprises. De plus, la nature exhaustive et continue des données du SNDS en fait un outil de choix pour la réalisation de travaux de recherche observationnels.

Depuis 2007, plus de 400 études ont été publiées à partir des données du SNIIRAM/SNDS, dont une majorité en anglais [21]. Tuppin et col. ont souligné la part importante dans les travaux publiés des études pharmaco-épidémiologiques étudiant des médicaments ou des produits de santé (efficacité, sureté, comportement de prescription et de consommation, etc..) [22]. Néanmoins d'autres types de recherche ont été conduites: l'étude

épidémiologique de différentes pathologies (incidence, prévalence, facteurs de risques..) ; l'évaluation de réseaux ou de structures de soins ; l'évaluation de l'impact de facteurs externes (recommandations de pratiques, décisions de santé publique ou encore de phénomène climatique) et l'évaluation d'enjeux économiques liés à la santé (coût d'une pathologie ou d'un programme de soins, dépenses réelles pour les patients, utilisations des ressources).

Exemples d'applications en orthopédie

En orthopédie, plusieurs travaux portant sur différents thèmes et différentes approches ont déjà été réalisés et publiés. L'utilisation des données du SNDS a permis à Poidvin et col. de préciser l'incidence des cancers osseux après traitement par hormone de croissance [23]. Les prothèses de hanche ont déjà fait l'objet de plusieurs études révélatrices des possibilités apportées par la base de données. Deux études ont évalué l'impact de facteurs de risque inhérents aux implants ou à la technique de pose sur l'incidence de réintervention après prothèse totale de hanche [24,25]. Les auteurs ont poursuivi leurs investigations en explorant d'autres facteurs externes mais reliés au patient, comme des consommations médicamenteuses pouvant influer sur le risque de révision ; mais également l'influence de l'environnement chirurgical en montrant que le risque de révision était moindre dans les structures dans lesquelles le volume de pose était plus important [26,27]. D'autre auteurs enfin ont utilisé les données restreintes de l'ATIH à des fins de rechercher, comme Jacquet et col. qui ont observé une modification des pratiques au cours du temps dans le traitement chirurgical des pathologies méniscales [28].

L'apport de ces données dans le domaine de la matériovigilance est également indiscutable, et permet d'identifier et de quantifier les effets indésirables de certaines procédure et

implants, comme le risque de cardiotoxicité après implantation de prothèse de hanche avec tête métallique [29,30] le risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire [31].

Limites

Les principales limites à l'utilisation du SNDS sont liées à la nature et à la qualité des données.

En effet, les informations contenues dans le SNDS sont majoritairement de nature médico-économique et proviennent de la collecte automatisée par les organismes assurantiels des remboursements des soins médicaux dont ont bénéficié les patients.

Le premier type de problèmes posés par la nature de ce recueil est le caractère évolutif des données, ainsi que de leur recueil, dans le temps. Il existe en effet une hétérogénéité de l'exhaustivité des données dans le temps : les différents régimes ont en effet intégré les informations concernant les patients de façon progressive dans le SNIIRAM, puis le SNDS, et de façon variable en fonction du type des données : par exemple, la présence d'un remboursement pour ALD n'est ainsi disponible depuis 2005 que pour le régime général, et plus tardivement pour les autres régimes.

Deuxièmement, il existe une différence importante dans la précision des données entre certains groupes de patients. En effet, « le mode de consommation de soins » influe sur la précision des données recueillies. Certains parcours de soins ne permettent pas de produire des informations aussi précises que d'autres. La survenue d'une fracture chez un patient bénéficiant d'un traitement orthopédique par immobilisation générera par exemple un ensemble de données complète en cas d'hospitalisation (diagnostic précis, conséquences éventuelles, durée d'hospitalisation, éventuels actes réalisés), ou une information parcellaire en cas d'un traitement en soins externes (acte de contention éventuel et consultation médicale sans diagnostic codé). Inversement, une hospitalisation dans un établissement public ne sera pas informative sur certains soins reçus (rééducation, consultations ou

explorations) et les aides apportées (orthèse, cannes, déambulateur, fauteuil roulant, etc.), qui seront en revanche facturés et donc identifiés lors de soins libéraux. Enfin, certaines informations collectées manquent de précision par la nature même des informations transmises : la classification CIM décrit rarement la sévérité des pathologies codées (cancer, insuffisance d'organe…). Le degré de précision des données joue un rôle particulièrement important en orthopédie et notamment au cours d'interventions chirurgicales. L'utilisation des codes d'actes de la CCAM en association au diagnostic porté et aux implants utilisés permet d'identifier des situations cliniques précises. En revanche, d'autres aspects demeurent inconnus comme le côté d'une intervention ou de la pose d'un implant, l'importance de l'acte effectué ou encore la nature de l'implant lorsque le code LPP est imprécis. L'étude des arthrodèse vertébrales pour spondylolisthésis est ainsi facilitée par une forte précision du codage PMSI, ou des principes chirurgicaux (CCAM), mais une inconnue sur les segments opérés (localisation vertébrale exacte et nombre de vertèbres concernées) ou la nature exacte des dispositifs implantés (implants intersomatiques notamment) (tableau 2).

Troisièmement, la relative nouveauté de la base de données, peut rendre difficile l'évaluation de l'incidence d'évènements. L'absence de connaissance antérieure à 2006 ne permet pas de s'assurer de l'absence d'évènements avant cette date (exposition à un facteur de risque, événement médical aiguë, intervention chirurgicale…).

Conclusion

Le SNDS est un système de données de santé moderne, vaste et évolutif. Son utilisation à des fins de recherche est en pleine expansion, et l'expérience accumulée sur les premières années, notamment par le réseau REDSIAM permet aujourd'hui d'en faire un outil robuste et performant.

Il est particulièrement pertinent dans le champ de l'orthopédie permettant le suivi sans perdus de vue de patients ou d'implants sur le long terme, l'analyse d'éventuelles variations géographiques ou temporelles, et la réalisation d'études médico-économiques notamment à l'heure de grands changements dans le domaine de l'ambulatoire.

Son utilisation reste néanmoins complexe et doit être conduite de façon rigoureuse au sein d'équipes entrainées.

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts en lien avec ce travail. Aucun financement n'a été perçu pour ce travail par les auteurs.
Conception et design de l'étude : Benjamin Bouyer, Joel Coste
Écriture de l'articule : Benjamin Bouyer
Révision : Joël Coste, Alain Weill
Approbation finale : Tous les auteurs

Références

[1] Morrato EH, Elias M, Gericke CA. Using population-based routine data for evidence-based health policy decisions: lessons from three examples of setting and evaluating national health policy in Australia, the UK and the USA. J Public Health 2007;29:463–71. doi:10.1093/pubmed/fdm065.
[2] Code de la sécurité sociale - Article L161-28-1. vol. L161-28–1. n.d.
[3] Bras P-L, Loth A. Rapport sur la gouvernance et l'utilisation des données de santé. 2013.
[4] Goldberg M, Berr C, Cases C, Dabis F, Hugot J-P, Jougla E, et al. Pour une meilleure utilisation des bases de données administratives et médico-administratives nationales pour la santé publique et la recherche. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique; 2012.
[5] LOI n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé. 2016.
[6] Chevreul K, Berg Brigham K, Durand-Zaleski I, Hernandez-Quevedo C. France: Health System Review. Health Syst Transit 2015;17:1–218, xvii.
[7] ameli.fr - Méthode n.d. https://www.ameli.fr/l-assurance-maladie/statistiques-et-publications/etudes-en-sante-publique/cartographie-des-pathologies-et-des-depenses/methode.php (accessed April 24, 2019).
[8] Fosse-Edorh S, Rigou A, Morin S, Fezeu L, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A. Algorithmes basés sur les données médico-administratives dans le champ des maladies endocriniennes, nutritionnelles et métaboliques, et en particulier du diabète. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S168–73. doi:10.1016/j.respe.2017.05.001.
[9] Caillet P, Oberlin P, Monnet E, Guillon-Grammatico L, Métral P, Belhassen M, et al. Algorithmes d'identification des séjours pour fracture du col du fémur d'origine ostéoporotique dans les bases médico-administratives européennes utilisant la CIM-10 : revue non systématique de la littérature. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S198–208. doi:10.1016/j.respe.2017.04.058.
[10] Quantin C, Collin C, Frérot M, Besson J, Cottenet J, Corneloup M, et al. Étude des algorithmes de repérage de la schizophrénie dans le Sniiram par le réseau REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S226–35. doi:10.1016/j.respe.2017.03.133.
[11] Fonteneau L, Le Meur N, Cohen-Akenine A, Pessel C, Brouard C, Delon F, et al. Apport des bases médico-administratives en épidémiologie et santé publique des maladies infectieuses. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S174–82. doi:10.1016/j.respe.2017.03.131.
[12] Bousquet P-J, Caillet P, Coeuret-Pellicer M, Goulard H, Kudjawu YC, Le Bihan C, et al. Recherche d'algorithmes d'identification des cancers dans les bases médico-administratives : premiers résultats des travaux du groupe REDSIAM Tumeurs sur les cancers du sein, du côlon-rectum et du poumon. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S236–42. doi:10.1016/j.respe.2017.04.057.
[13] Gallini A, Moisan F, Maura G, Carcaillon-Bentata L, Leray E, Haesebaert J, et al. Identification des maladies neurodégénératives dans les bases de données médicoadministratives en France : revue systématique de la littérature. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S183–97. doi:10.1016/j.respe.2017.01.115.
[14] Serfaty A, Baron S, Crenn-Hebert C, Barry Y, Tala S. Périnatalité et bases de données médico-administratives : quels usages, quels acteurs, quels enjeux pour les données sur les naissances ? – Spécial REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S209–19. doi:10.1016/j.respe.2017.06.002.
[15] Paget L-M, Dupont A, Pédrono G, Lasbeur L, Thélot B. Méthodes de sélection des données du PMSI pour l'analyse des victimes de traumatismes : brûlures et lésions cérébrales traumatiques. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S220–5.

doi:10.1016/j.respe.2017.01.116.
[16] Bannay A, Chaignot C, Blotière P-O, Basson M, Weill A, Ricordeau P, et al. The Best Use of the Charlson Comorbidity Index With Electronic Health Care Database to Predict Mortality. Med Care 2016;54:188–94. doi:10.1097/MLR.0000000000000471.
[17] Rey G, Jougla E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997 – 2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health 2009;9:33. doi:10.1186/1471-2458-9-33.
[18] Goldberg M, Carton M, Doussin A, Fagot-Campagna A, Heyndrickx E, Lemaitre M, et al. Le réseau REDSIAM (Réseau données Sniiram) – Spécial REDSIAM. Rev DÉpidémiologie Santé Publique 2017;65:S144–8. doi:10.1016/j.respe.2017.06.001.
[19] Ajrouche A, Estellat C, De Rycke Y, Tubach F. Evaluation of algorithms to identify incident cancer cases by using French health administrative databases. Pharmacoepidemiol Drug Saf 2017;26:935–44. doi:10.1002/pds.4225.
[20] Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, et al. Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. Int J Public Health 2019;64:441–50. doi:10.1007/s00038-018-1186-3.
[21] Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: From the système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the système national des données de santé (SNDS) in France. Rev Epidemiol Sante Publique 2017;65 Suppl 4:S149–67. doi:10.1016/j.respe.2017.05.004.
[22] Bouillon K, Bertrand M, Boudali L, Ducimetière P, Dray-Spira R, Zureik M. Short-Term Risk of Bleeding During Heparin Bridging at Initiation of Vitamin K Antagonist Therapy in More Than 90 000 Patients With Nonvalvular Atrial Fibrillation Managed in Outpatient Care. J Am Heart Assoc 2016;5. doi:10.1161/JAHA.116.004065.
[23] Poidvin A, Carel J, Ecosse E, Levy D, Michon J, Coste J. Increased risk of bone tumors after growth hormone treatment in childhood: A population-based cohort study in France. Cancer Med 2018;7:3465–73. doi:10.1002/cam4.1602.
[24] Colas S, Allalou A, Poichotte A, Piriou P, Dray-Spira R, Zureik M. Exchangeable Femoral Neck (Dual-Modular) THA Prostheses Have Poorer Survivorship Than Other Designs: A Nationwide Cohort of 324,108 Patients. Clin Orthop 2017;475:2046–59. doi:10.1007/s11999-017-5260-6.
[25] Colas S, Collin C, Piriou P, Zureik M. Association Between Total Hip Replacement Characteristics and 3-Year Prosthetic Survivorship: A Population-Based Study. JAMA Surg 2015;150:979–88. doi:10.1001/jamasurg.2015.1325.
[26] Beziz D, Colas S, Collin C, Dray-Spira R, Zureik M. Association between Exposure to Benzodiazepines and Related Drugs and Survivorship of Total Hip Replacement in Arthritis: A Population-Based Cohort Study of 246,940 Patients. PloS One 2016;11:e0155783. doi:10.1371/journal.pone.0155783.
[27] Cossec CL, Colas S, Zureik M. Relative impact of hospital and surgeon procedure volumes on primary total hip arthroplasty revision: a nationwide cohort study in France. Arthroplasty Today 2017;3:176–82. doi:10.1016/j.artd.2017.03.010.
[28] Jacquet C, Pujol N, Pauly V, Beaufils P, Ollivier M. Analysis of the trends in arthroscopic meniscectomy and meniscus repair procedures in France from 2005 to 2017. Orthop Traumatol Surg Res OTSR 2019;105:677–82. doi:10.1016/j.otsr.2019.01.024.
[29] Lassalle M, Colas S, Rudnichi A, Zureik M, Dray-Spira R. Is There a Cardiotoxicity Associated With Metallic Head Hip Prostheses? A Cohort Study in the French National Health Insurance Databases. Clin Orthop 2018;476:1441–51.

doi:10.1097/01.blo.0000533617.64678.69.
[30] Lassalle M, Colas S, Zureik M, Dray-Spira R. Reply to the Letter to the Editor: Is There a Cardiotoxicity Associated With Metallic Head Hip Prostheses? A Cohort Study in the French National Health Insurance Databases. Clin Orthop 2018;476:2462–3. doi:10.1097/CORR.0000000000000525.
[31] Bouyer B, Rudnichi A, Dray-Spira R, Zureik M, Coste J. Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study of 325,000 French patients. J Thromb Haemost JTH 2018. doi:10.1111/jth.14205.

Figure 1 Structure du Système National des Données de Santé

CNAM : Caisse Nationale d'Assurance Maladie
ATIH : Agence technique de l'information sur l'hospitalisation
CEPI-DC : Centre épidémiologique sur les causes médicales de décès
MDPH : Maison Départementale du Handicap
EGB : Echantillon généraliste de bénaficiaires
DCIR : Datamart de consommation inter-régime
Trait plein : Sources existantes, Traits pointillés : Sources en développement

Tableau 1 Données disponibles dans le SNDS

Acteurs du soins		Bénéficiaires	
Efficience des acteurs/structures*	Mesure qualitative et quantitative de l'activité	**Données démographiques**	Dates de naissance et décès
	Calcul du coût d'un traitement		Sexe
Coût d'un état de santé*	Coût d'une pathologie		Commune de résidence
	Coût de la dernière année de vie	**Couverture santé**	CMUC, ACS, AME
Efficacité / sécurité d'un traitement*	Évolution de la pathologie traitée	**Allocations spécifiques**	Allocation adulte handicapé
	Effets secondaires		Indemnités journalières
Efficience de régime assurantiel			Rente d'invalidité
		Pathologies chroniques	Affection longue durée
			Invalidité
			Maladie professionnelle
		Données de soins externes	Consultations
			Actes de soins
			Consommation médicamenteuse
			Dispositifs médicaux
			Examens biologiques
		Données hospitalières	Diagnostiques
			Actes de soins
			Dispositifs médicaux
			Consultations externes

* Données calculées après analyse des données individuelles

Tableau 2 Exemple de croisement de données permettant de spécifier une situation clinique particulière :

Arthrodèse pour spondylolysthésis lombaire

Variable étudiée	Code	Libellé
Diagnostic (CIM-10)	M4306	Spondylolyse - Région lombaire
	M4307	Spondylolyse - Région lombo-sacrée
	M4308	Région sacrée et sacro-coccygienne
	M4309	Spondylolyse - Localisation vertébrale non précisée
	M4300	Spondylolyse - Localisations vertébrales multiples
	M4316	Spondylolisthésis- Région lombaire
	M4317	Spondylolisthésis - Région lombo-sacrée
	M4318	Région sacrée et sacro-coccygienne
	M4319	Spondylolisthésis - Localisation vertébrale non précisée
	M4310	Spondylolisthésis - Localisations vertébrales multiples
Intervention chirurgicale spécifique (CCAM)	LFDA001	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, avec libération radiculaire et ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA002	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur translombosacral
	LFDA003	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, avec libération radiculaire, sans ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA005	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, sans libération radiculaire, sans ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA006	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA007	Arthrodèse postérieure et/ou postérolatérale d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, sans libération radiculaire, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA008	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par laparotomie et par abord postérieur
	LFDA009	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal avec réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur
	LFDA010	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement avec réduction, avec ostéosynthèse, par laparotomie
	LFDA011	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, par laparotomie et par abord postérieur
	LFDA013	Arthrodèse d'un spondylolisthésis lombal sans réduction, par laparotomie
	LFDA014	Arthrodèse intercorporéale d'un spondylolisthésis lombal à grand déplacement sans réduction, avec ostéosynthèse, par abord postérieur translombosacral
Intervention chirurgicale non spécifique (CCAM)*	LHDA001	Arthrodèse postérieure ou épiphysiodèse de la colonne vertébrale sans exploration du contenu canalaire, par abord postérieur

	LFCA004	Ostéosynthèse de la colonne vertébrale avec exploration du contenu canalaire, par laparotomie ou par lombotomie
Implants utilisés (LPP)*	3137283	Rachis, implant ancrage, vis pediculaire non cervicale
	3181752	Rachis, implant d'ancrage, crochet, pince-crochet
	3198764	Rachis, implant d'ancrage, vis specifique simple
	3128976	Rachis, cage intersomatique ou equivalent
	3188441	Rachis, implant d'appui sacre

*** Liste non exhaustive**
CIM-10 : Classification Internationale des Maladies version 10
CCAM : Classification commune des actes médicaux
LPP : Liste des produis et prestation

	LFCA004	Ostéosynthèse de la colonne vertébrale avec exploration du contenu canalaire, par laparotomie ou par lombotomie
Implants utilisés (LPP)*	3137283	Rachis, implant ancrage, vis pediculaire non cervicale
	3181752	Rachis, implant d'ancrage, crochet, pince-crochet
	3198764	Rachis, implant d'ancrage, vis specifique simple
	3128976	Rachis, cage intersomatique ou equivalent
	3188441	Rachis, implant d'appui sacre

*** Liste non exhaustive**
CIM-10 : Classification Internationale des Maladies version 10
CCAM : Classification commune des actes médicaux
LPP : Liste des produis et prestation

Burden of fractures in France. Incidence and severity by age, gender and site in 2016

Benjamin Bouyer[1,2], Fanny Leroy[3], Jérémie Rudant[3], Alain Weill[3,4], Joël Coste[2,5]

1 Service d'orthopédie, Hôpital Européen Georges Pompidou, Paris

2 Université de Paris, Paris, France

3 Caisse Nationale de l'Assurance Maladie, Paris, France

4 Groupement d'Intérêt Scientifique EPI-PHARE, Saint-Denis, France

5 Unité de biostatistique et d'épidémiologie, Hôpital Cochin, Paris, France

Corresponding author:

Joël Coste, Unité de biostatistique et d'épidémiologie, Hôpital Cochin, 27 rue du Faubourg Saint Jacques, 75014 Paris, France ; Tel : + 33 1 58 41 17 76 ; Email : joel.coste@aphp.fr

=

Abstract

Background

Fractures are common events, but the exact incidence and severity of fractures have not been clearly determined for most anatomical sites.

Objectives

To estimate the incidence and severity of fractures in France regardless of the anatomical site.

Method

Observational cross-sectional study in France in 2016, based on the national health data system. All incident fractures in patients 20 years and older were included. We determined the anatomical fracture site and the severity using a 4-point scale (outpatient care, hospitalization, surgery and early death).

Results

We identified 562,094 incident fractures, predominantly occurring in women (319,858: 56.9%); with a mean age of 63.6 years, and an exponential increase after the age of 70 years. Distal upper limb (172,591: 30.7%), distal lower limb (84,602: 15.1%) and femoral neck (78,766: 14.0%) accounted for more than one-half of all fractures. Sex and age of onset distributions varied widely according to fracture sites, with earlier onset for distal lower limb fractures (mean age: 54.2 years) and distal upper limb fractures (mean age: 55.2 years) with a men predominance for skull fractures. Only 105,165 (18.7%) fractures were treated on an outpatient basis, 11,913 (2.1%) early deaths occurred in patients with a mean age of 79.5 years (sd: 15.9). High mortality was observed for skull (12.9%), rib (4.9%) and femoral fractures (femoral neck: 4.3% and proximal lower limb: 4.2%).

Conclusion

We estimated the incidence of fractures in France by sex and anatomical site. We also showed that fractures remain common and serious life events, especially in older people.

Key words

Fractures; General population; Epidemiology; Incidence; Severity

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Introduction

Fractures are frequent events in a subject's lifetime (1). Osteoporotic or low-trauma fractures are the most extensively studied types of fractures and have become a worldwide subject of interest (2,3). The incidence of fractures increases dramatically with age in all countries (4–6).

Hip fractures have been studied in particular detail, as they are associated with a high mortality rate, but the burden of all fractures is constantly growing in all countries as a result of aging of the populations (7).

Few recent studies have addressed the nationwide global burden of fractures, taking into account fracture severity and health care utilization. Fractures, particularly low-trauma fractures, primarily hip fractures, are responsible for loss of healthy life-years or increased mortality (8,9).

However, no nationwide general population data are available concerning the severity and consequences of fractures regardless of age, and according to the anatomical fracture sites.

The aim of this study was to estimate the incidence and severity of fractures in France in 2016 and analyze variations according to age, gender and anatomical fracture site.

Methods

Source

Fractures were identified in two linked databases, the French national health insurance database (SNDS) and the French hospital discharge database (*Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information*, PMSI), by unique anonymous numbers. This study was based on the general national health insurance scheme for employees, retired, unemployed individuals, representing 77% of the French population (to avoid the problems of missing data in the other schemes). The SNDS allows access to reimbursed medical care or products, including outpatient drugs, medical devices and medical procedures. The PMSI provides information about medical diagnoses and surgical procedures during the hospital stay, including death when it occurs in hospital. These databases have been used to conduct various pharmaco-epidemiological studies and Health Services Research (10) and for the assessment of several surgical procedures, including orthopedic surgery (10–14).

Patients

All subjects aged 20 years or older on 31 December 2015, registered in the French national health insurance general scheme and living in France (including overseas departments() were eligible for inclusion. Patients with at least one fracture in 2016 were included.

Fractures were detected in two ways: patients requiring hospital admission, by using a list of ICD-10 diagnosis codes when the fracture was indicated in the main diagnosis, related or associated diagnosis; and patients treated on an outpatient basis, by using a list of orthopedic splinting procedure codes from the French medical classification of clinical procedures (*Classification Commune des Actes Médicaux* -CCAM). The list of codes is presented in supplementary table 1.

To avoid duplicate (prevalent) events or treatment for previous fracture care, patients were excluded when a similar fracture was detected during the previous 3 months, or when an orthopedic implant removal procedure was performed (list in supplementary table 2)

Anatomical fracture site

Due to the limited information recorded when the fracture is treated on an outpatient basis (no morbidity coding is performed in the ambulatory care setting in France, only procedures such as plaster casts are recorded), we defined 11 fracture site categories: skull, face, spine, pelvis, clavicle, proximal upper limb, distal upper limb, femoral neck, proximal lower limb, distal lower limb, and multiple fractures when at least two sites were detected, according to ICD-10 codes or according to the type of plaster applied. Details are given in supplementary table 1.

Severity

Severity was classified into four levels depending on the medical consequences of the fracture: orthopedic immobilization in the outpatient setting (level 1), hospital admission without surgery (level 2), hospital admission with a surgical procedure on the fracture, (procedures were identified when a surgical procedure corresponding to the fracture was performed during the same hospitalization (level 3), and in-hospital mortality, as recorded by the PMSI (level 4). In patients with several repeated fractures, the most severe fracture was included in the analysis.

Statistical analysis

The total number of fractures in the overall population was reported with the estimated mean age and standard deviation (SD) of the patients concerned. The number and percentage of fractures with the estimated mean age and standard deviation of the population concerned were calculated for the following combinations of variables: gender, fracture site, severity, gender and fracture site, gender and severity, gender, fracture site and severity.

The incidence rate per 10,000 person-years and the 95% confidence interval for each fracture site were estimated by gender and 5-year age intervals from 20 years to 90 years and older. The French population for the gender-age groups on 1 January 2016 was obtained from INSEE data (10).

Results

In the population of 49,763,610 adult patients included in this study, we identified 562,094 subjects with an incident fracture in 2016 (1.1%). These subjects had a mean age of 63.6 years (SD: 22.1), and presented a female predominance: 319,858 (56.9%). Details of the fracture distribution by gender, age and fracture sites are presented in Table 1. Three sites accounted for more than half of all fractures: distal upper limb (172,591, 30.7%), distal lower limb (84,602, 15.1%) and femoral neck (78,766, 14%). Skull, face, clavicle, distal upper limb and distal lower limb fractures presented a bimodal distribution, especially in men and occurred earlier in life at a mean age of 58.2, 51.6, 52, 55.2, 54.2 years, respectively, whereas pelvic, femoral neck and proximal lower limb fractures occurred in older patients (mean age of 77.3, 82 and 77.6 years, respectively).

Marked variations in the incidence of fractures were observed according to gender and according to fracture site with age, with a nonlinear increase with age.

The incidence of fractures for all sites, as well as several specific sites (clavicle, proximal and distal upper limb, distal lower limb, and face) predominantly affected men during the first decades of life, with a time-dependent crossover according to the site studied (mean age of 50 years for proximal and distal upper limb and lower limb fractures and 70 years for other fractures), when fractures were predominantly observed in women. Skull fractures occurred more commonly in men than in women at all ages (men accounted for 4,146 of the 5,986 skull fractures, 69.3%). Nevertheless, the overall pattern of the last quarter of life observed in the general population, with an exponential increase for both genders, was observed for all sites after the age of 70 years for the majority of fracture sites studied except for upper limb and distal lower limb fractures in women with an early shift of the inflection point at 55 years. Incidence curves are shown in Figures 1 and 2. Incidences of fractures by gender across age groups are presented in supplementary Tables 4 and 5

A majority of patients with fractures required hospital admission (456,929, 81.3%) and more than half needed a surgical procedure (281,290, 50%), with a higher proportion for several sites, notably lower limb fractures: 69,030 (87.6%) and 13,213 (78.1%) patients operated for femoral neck and proximal lower limb fractures, respectively. In contrast, 12,064 (88.2%) of the 13,675 patients with pelvic fractures were hospitalized without a surgical procedure, and 6,521 (46.6%) of the 13,988 patients with clavicular fractures and 69,705 (40.4%) of the

172,591 patients with distal lower limb fractures were treated by immobilization without hospitalization.

Severity of fractures is presented in Table 2 and separately by gender in supplementary Table 6. Severity systematically increased with age for the overall population and according to fracture site from outpatient management to hospitalization and death. However, operated patients were younger than non-operated hospitalized patients. A total of 11,913 (2.1%) patients, with a mean age of 79.5 years (SD: 15.9) died in hospital, including 5,781 women (1.8%) and 6,132 men (2.5%). The mean age of deceased patients ranged from 66 to 84 years for men and 75 to 87 years for women according the fracture site. Fractures associated with higher early mortality were skull fractures (12.9%), rib fractures (4.9%) and fractures of the femur (4.3% for femoral neck and 4.2 for proximal lower limb).

Discussion

In this study, we evaluated the burden of fractures in the adult population (49,763,610 subjects) in France in 2016. With 562,094 events requiring medical care, representing 1.1% of the population, fractures are a major health issue. The incidence of fractures in the overall population and for each fracture site increased with age and women were more commonly affected. These events were associated with particularly significant medical consequences. A majority of patients required hospital admission, representing 456,929 admissions in one year. Surgery was performed in nearly two-thirds of hospitalized patients, with an in-hospital mortality of more than 2% after a fracture.

Most studies on the incidence of fractures considered only a few site-specific incidences (mainly hip, or forearm), or incidence trends of these fractures (3). The incidence patterns according to age in both genders in this study were similar to those already reported. Bone frailty and falls are the main risk factors for fracture, and are responsible for an exponential increase of the incidence of fractures in the last decades of life, but with varying degrees according to fracture site and the population studied (15). Moreover, these differences have tended to increase during the second half of the 20th century, with decreased bone quality and strength in modern society (16). In 2011, Cooper et al. published a large retrospective review of these studies for the International Osteoporosis Foundation and found similar results to those observed in our study (3) These authors showed an increase of age-adjusted incidences of major low-trauma fractures during the second half of the 20th century until a plateau in the 1990s. These findings have been the subject of debate, and have been partially explained, by some authors, by the use of low-trauma fracture prevention strategies, more healthy behaviors, or the development of national prevention programs in developed countries (17–19). These recent changes emphasize the need for accurate and recent epidemiologic data, as provided by the present study.

We found significant differences between incidence patterns according to fracture site, age and gender. Fractures occurred at an earlier age at certain sites, particularly for the forearm and distal lower limb. Some authors have proposed mechanical explanations for this difference, such as the tendency to protect oneself during a fall with outstretched arms (20). Similarly, ankle fractures appear to be strongly associated with certain mechanical factors, including sustained physical activity particularly among teenagers, independently of

osteoporosis, explaining the higher incidence of ankle fractures in younger people (21–24). These findings have already been reported by many authors. Abrahamsen et al recently published a study on forearm fractures in the Danish population and reported consistent results (25). Forearm and ankle fractures have even been considered to be an alert flag for subsequent low-trauma fractures (26,27).

In a Danish population-based study in 2011, Driessen et al also analyzed incident fractures and showed the same incidence patterns for the various fracture sites as those observed in our study (28). However, incidence rates in young people were much lower in our study. One of the possible explanations for this lower incidence is the lack of sensitivity of our study to detect minor fractures occurring in healthy subjects only requiring simple outpatient care, such as foot fractures reported in the article by Driessen et al.

The economic burden of certain fractures, such as hip or wrist fractures, has been addressed in population-based studies, and has been estimated to be more than $10,000 per person (4,29,30). Several published studies have established a strong link between hip fractures and a high mortality in the following year, but many of these studies are now out-dated. In a recent literature review, Abrahamsen observed a wide range of on-year mortality rates after hip fracture, ranging from 8.4% to 36% (31). However, the clinical impact of fractures has not been clearly determined and reported in real-life studies. Fractures have been reported to be a frequent cause of death in France in a nationwide study conducted by Ziadé et al in 2010. However, no study has reported the detailed clinical outcome for specific fracture sites. Our study highlights the clinical impact of fractures, as more than four out of five patients required at least one hospital admission, and one-half of patients required surgery. Mortality is also not rare. We showed an overall mortality higher than 2%, and even higher than 4% for several severe fractures: skull, ribs and femoral fractures. The 11,913 deaths observed in our study based on 77% of the French population therefore represent more than 2% of the 596,685 deaths observed in France in 2016. Two main factors appear to be associated with mortality: severity of the fracture, with a higher mortality associated with fractures adjacent to a vital organ (brain for skull fracture or lung for rib fractures), and the frailty of the patient appears to have a major impact, as reflected by the much higher mortality rate among older patients observed for all fracture sites and all subgroups, in line with knowledge concerning fracture-related mortality in frail people (32). We were nevertheless surprised to observe a relatively low mortality rate after femoral neck fractures (4.33%), lower than the mortality rates published in the literature (33). The overall mortality related to femoral neck fractures was

obviously underestimated, as we were only able to measure in-hospital mortality, but it has already been shown that mortality continues to increase up to one year after a fracture (7). However, this low mortality rate could be partially explained by better perioperative care of femoral neck fractures over recent years. In France, Boddaert et al. demonstrated a major impact of perioperative care, with a decrease of in-hospital mortality from 7.6% to 3% after implementation of specific geriatric care (34).

This study conducted on the French administrative database (SNDS) allow a real-life, cross-sectional, population-based study with detailed description of individual clinical outcomes, providing updated knowledge on the epidemiology and impact of fractures managed by modern healthcare in a developed country.

The results of this study are subject to the main limitations usually encountered with the use of administrative databases in general and the SNDS in particular. Firstly, the lack of precision regarding information for outpatient care prevented accurate analysis of certain details: the only way to detect out-of-hospital fractures was by means of plaster cast procedures. This method induced two biases: the risk of underestimating events not requiring a plaster cast and the risk of overestimating events when plaster casts were used for trauma without fracture. This limitation probably had only a limited impact on our results, as it essentially concerned non-severe fractures (i.e. with limited functional impairment allowing outpatient care). Lack of information concerning outpatient care also prevented us from identifying the anatomical site/bone concerned by the fracture and, for the patients concerned, the fracture site was estimated by the type of plaster cast applied. It is likely that an unknown number of fractures were misclassified. Secondly, the very nature of the French healthcare system encouraged healthcare providers to maximize the expenditure declared by means of diagnostic coding procedures in order to obtain higher levels of funding. However, this bias would have tended to modify clinical outcome towards more severe outcomes rather than produce existing fractures or surgical procedures.

In conclusion, in this study, we documented the incidence and healthcare burden of fractures in adults in France in 2016. This study provides recent exhaustive and reliable data precisely describing the burden of fractures across age. This study also confirmed that fractures remain frequent serious life events, especially in older people.

Acknowledgments

The authors thank Anthony Saul for English revision of the manuscript.

This research was funded by the French National Health Insurance Fund (CNAM). JR, FL, and AW are or were employees of the French National Health Insurance Fund. The present paper represents the opinions of the authors and does not necessarily reflect the position of their employers.

Conflict of Interests

The authors declare that they have no conflicts of interests.

References

1. van Staa TP, Dennison EM, Leufkens HG, Cooper C. Epidemiology of fractures in England and Wales. *Bone* 2001;29:517-22.

2. Kanis J. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. Technical Report. http://www.shef.ac.uk/FRAX [Internet]. 2008; https://ci.nii.ac.jp/naid/20001201414/

3. Cooper C, Cole ZA, Holroyd CR, Earl SC, Harvey NC, Dennison EM, et al. Secular trends in the incidence of hip and other osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2011;22:1277-88.

4. Svedbom A, Ivergård M, Hernlund E, Rizzoli R, Kanis JA. Epidemiology and economic burden of osteoporosis in Switzerland. *Arch Osteoporos* 2014;9:187.

5. Chen F-P, Shyu Y-C, Fu T-S, Sun C-C, Chao A-S, Tsai T-L, et al. Secular trends in incidence and recurrence rates of hip fracture: a nationwide population-based study. *Osteoporos Int* 2017;28:811-8.

6. Schwartz AV, Kelsey JL, Maggi S, Tuttleman M, Ho SC, Jónsson PV, et al. International Variation in the Incidence of Hip Fractures: Cross-National Project on Osteoporosis for the World Health Organization Program for Research on Aging. *Osteoporos Int* 1999;9:242-53.

7. Oberlin P, Mouquet M-C. Quel risque de décès un an après une fracture du col du fémur? *Études et Résultats* 2016;948 :1-6..

8. Papadimitriou N, Tsilidis KK, Orfanos P, Benetou V, Ntzani EE, Soerjomataram I, et al. Burden of hip fracture using disability-adjusted life-years: a pooled analysis of prospective cohorts in the CHANCES consortium. *Lancet Public Health* 2017;2(5):e239-46.

9. Bonafede M, Espindle D, Bower AG. The direct and indirect costs of long bone fractures in a working age US population. *J Med Econ* 2013;16:169-78.

10. Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: From the système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the système national des données de santé (SNDS) in France. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2017;65Suppl 4:S149-67.

11. Colas S, Collin C, Piriou P, Zureik M. Association Between Total Hip Replacement Characteristics and 3-Year Prosthetic Survivorship: A Population-Based Study. *JAMA Surg*;150:979-88.

12. Beziz D, Colas S, Collin C, Dray-Spira R, Zureik M. Association between Exposure to Benzodiazepines and Related Drugs and Survivorship of Total Hip Replacement in Arthritis: A Population-Based Cohort Study of 246,940 Patients. *PloS One* 2016;11(5):e0155783.

13. Colas S, Allalou A, Poichotte A, Piriou P, Dray-Spira R, Zureik M. Exchangeable Femoral Neck (Dual-Modular) THA Prostheses Have Poorer Survivorship Than Other Designs: A Nationwide Cohort of 324,108 Patients. *Clin Orthop* 2017;475:2046-59.

14. Bouyer B, Rudnichi A, Dray-Spira R, Zureik M, Coste J. Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study of 325,000 French patients. *J Thromb Haemost* 2018; Jun 12

15. Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet* 2002;359:1761-7.

16. Lees B, Molleson T, Arnett TR, Stevenson JC. Differences in proximal femur bone density over two centuries. *Lancet* 1993;341:673-5.

17. Di Saverio S, Gambale G, Coccolini F, Catena F, Giorgini E, Ansaloni L, et al. Changes in the outcomes of severe trauma patients from 15-year experience in a Western European trauma ICU of Emilia Romagna region (1996-2010). A population cross-sectional survey study. *Langenbecks Arch Surg* 2014;399:109-26.

18. Beck B, Bray JE, Cameron PA, Cooper DJ, Gabbe BJ. Trends in severe traumatic brain injury in Victoria, 2006-2014. *Med J Aust* 2016;204:407.

19. Javouhey E, Guérin A-C, Chiron M. Incidence and risk factors of severe traumatic brain injury resulting from road accidents: a population-based study. *Accid Anal Prev* 2006;38:225-33.

20. Cummings SR. Prevention of hip fractures in older women: a population-based perspective. *Osteoporos Int* 1998;8 Suppl1:S8-12.

21. Lee KM, Chung CY, Kwon SS, Won SH, Lee SY, Chung MK, et al. Ankle fractures have features of an osteoporotic fracture. *Osteoporos Int* 2013;24:2819-25.

22. Seeley DG, Kelsey J, Jergas M, Nevitt MC. Predictors of ankle and foot fractures in older women. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res* 1996;11:1347-55.

23. Guggenbuhl P, Meadeb J, Chalès G. Osteoporotic fractures of the proximal humerus, pelvis, and ankle: epidemiology and diagnosis. *Joint Bone Spine* 2005;72:372-5.

24. Thélot B, Pédrono G, Perrine A-L, Richard J-B, Ricard C, Rigou A, et al. Epidemiology of traumatic sport injuries in France. *Bull Epidémiol Hebd* 2015;30-31:580-9.

25. Abrahamsen B, Jørgensen NR, Schwarz P. Epidemiology of forearm fractures in adults in Denmark: national age- and gender-specific incidence rates, ratio of forearm to hip fractures, and extent of surgical fracture repair in inpatients and outpatients. *Osteoporos Int* 2015;26:67-76.

26. Cuddihy MT, Gabriel SE, Crowson CS, O'Fallon WM, Melton LJ. Forearm fractures as predictors of subsequent osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 1999;9:469-75.

27. Mallmin H, Ljunghall S, Persson I, Naessén T, Krusemo U-B, Bergström R. Fracture of the distal forearm as a forecaster of subsequent hip fracture: A population-based cohort study with 24 years of follow-up. *Calcif Tissue Int* 1993;52:269-72.

28. Driessen JHM, Hansen L, Eriksen SA, van Onzenoort H a. W, Henry RMA, van den Bergh J, et al. The epidemiology of fractures in Denmark in 2011. *Osteoporos Int* 2016;27:2017-25.

29. Marques A, Lourenço Ó, da Silva J a. P, Portuguese Working Group for the Study of the Burden of Hip Fractures in Portugal. The burden of osteoporotic hip fractures in Portugal: costs, health related quality of life and mortality. *Osteoporos Int* 2015;26:2623-0.

30. Williamson S, Landeiro F, McConnell T, Fulford-Smith L, Javaid MK, Judge A, et al. Costs of fragility hip fractures globally: a systematic review and meta-regression analysis. *Osteoporos Int* 2017;28:2791-800.

31. Abrahamsen B, van Staa T, Ariely R, Olson M, Cooper C. Excess mortality following hip fracture: a systematic epidemiological review. *Osteoporos Int* 2009;20:1633-50.

32. Palmer A, Taitsman LA, Reed MJ, Nair BG, Bentov I. Utility of Geriatric Assessment in the Projection of Early Mortality Following Hip Fracture in the Elderly Patients. Geriatr Orthop Surg Rehabil [Internet]. 2018 Dec 3;9. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6287303/

33. Haentjens P, Magaziner J, Colón-Emeric CS, Vanderschueren D, Milisen K, Velkeniers B, et al. Meta-analysis: Excess Mortality After Hip Fracture Among Older Women and Men. *Ann Intern Med* 2010;152:380-90.

34. Boddaert J, Cohen-Bittan J, Khiami F, Le Manach Y, Raux M, Beinis J-Y, et al. Postoperative admission to a dedicated geriatric unit decreases mortality in elderly patients with hip fracture. *PloS One* 2014;9:e83795.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

TABLE 1. DESCRIPTION OF FRACTURES IN FRANCE IN 2016 BY FRACTURE SITE

	Gender	N (%)	Mean age (SD)
All fractures	All	562094 (100)	63,6 (22.1)
	Men	242236 (43.1)	53.2 (21.8)
	Women	319858 (56.9)	71.5 (18.9)
Skull	All	5986 (100)	58.2 (21.1)
	Men	4146 (69.3)	54 (20.2)
	Women	1840 (30.7)	67.5 (20)
Face	All	25534 (100)	51.6 (24.2)
	Men	16490 (64.6)	44.8 (21.2)
	Women	9044 (35,4)	64.1 (24.3)
Spine	All	49783 (100)	71.9 (18.3)
	Men	20762 (41.7)	66.1 (19.9)
	Women	29021 (58,3)	76 (15.9)
Pelvis	All	13675 (100)	77.3 (17.2)
	Men	3990 (29.2)	68 (20.7)
	Women	9685 (70.8)	81.2 (13.8)
Ribs	All	26353 (100)	63.1 (18.9)
	Men	15828 (60.1)	63.3 (18.4)
	Women	10525 (39.9)	73.4 (17.3)
Clavicle	All	13988 (100)	52 (21.6)
	Men	9075 (64.9)	46 (18.8.)
	Women	4913 (35.1)	63.1 (22.1)
Proximal upper limb	All	33690 (100)	69.1 (18.3)
	Men	11329 (33.5)	59.4 (19.7)
	Women	22361 (66.4)	73.9 (15.4)
Distal upper limb	All	172591 (100)	55.2 (18.3)
	Men	76756 (44.5)	43.6 (19.2)
	Women	95835 (55.5)	64.6 (18.9)
Femoral neck	All	78766 (100)	82 (11.7)
	Men	21510 (27.3)	78 (14.3)
	Women	57256 (72.7)	83.6 (10.2)
Proximal lower limb	All	16922 (100)	77.6 (17.2)
	Men	4945 (29.2)	67.2 (21.7)
	Women	11977 (70.8)	81.9 (12.7)
Distal lower limb	All	84602 (100)	54.2 (19.8)
	Men	39659 (46.9)	46.8 (17.9)
	Women	44943 (53.1)	60.8 (19)
Multiple fractures	All	40204 (100)	67.1 (21.8)
	Men	17746 (44.1)	55.2 21)
	Women	22458 (55.9)	76.5 (17.4)

TABLE 2 CLINICAL SEVERITY OF FRACTURES IN FRANCE IN 2016 BY FRACTURE SITE

	Severity	N (%)	Mean age (SD)
All fractures	1	105165 (18.7)	51.71 (20.51)
	2	163726 (29.1)	70.2 (20.6)
	3	281290 (50)	63.51 (21.78)
	4	11913 (2.1)	79.54 (15.87)
Skull	1	NA	NA
	2	3968 (66.3)	58.38 (20.80)
	3	1249 (20.9)	50.79 (20.06)
	4	769 (12.9)	69.08 (19.04)
Face	1	417 (1.6)	40.66 (18.49)
	2	16721 (65.5)	53.75 (24.69)
	3	8013 (31.4)	46.65 (22.14)
	4	383 (1.5)	73.92 (19.46)
Spine	1	NA	NA
	2	37063 (74.4)	74.04 (17.74)
	3	10899 (21.9)	63.40 (18.29)
	4	1821 (3.7)	79.01 (14.30)
Pelvis	1	NA	NA
	2	12064 (88.2)	78.78 (15.75)
	3	1129 (8.3)	60.33 (22.51)
	4	481 (3.5)	80.74 (15.07)
Ribs	1	NA	NA
	2	22232 (84.4)	68.62 (18.74)
	3	2835 (10.8)	60.65 (19.19)
	4	1286 (4.9)	76.30 (16.00)
Clavicle	1	6521 (46.6)	48.32 (19.80)
	2	3585 (25.6)	65.91 (21.39)
	3	3693 (26.4)	43.87 (17.63)
	4	189 (1.4)	74.07 (19.54)
Proximal upper limb	1	3002 (8.9)	54.34 (20.98)
	2	12420 (36.9)	74.39 (17.00)
	3	17581 (52.2)	67.42 (16.97)
	4	687 (2)	79.19 (15.37)
Distal upper limb	1	69705 (40.4)	52.78 (21.04)
	2	12809 (7.4)	70.59 (21.58)
	3	89677 (52)	54.83 (20.48)
	4	400 (0.2)	79.69 (16.29)
Femoral neck	1	NA	NA
	2	6327 (8)	81.47 (12.85)
	3	69030 (87.6)	81.90 (11.68)
	4	3409 (4.3)	85.87 (9.58)
Proximal lower limb	1	579 (3.4)	81.81 (11.97)
	2	2421 (14.3)	79.02 (15.44)
	3	13213 (78.1)	76.91 (17.77)
	4	709 (4.2)	81.72 (14.96)
Distal lower limb	1	24937 (29.5)	48.75 (18.26)
	2	12839 (15.2)	67.75 (20.49)
	3	46415 (54.8)	53.22 (18.46)
	4	411 (0.5)	76.73 (18.45)
Multiple fractures	1	NA	NA
	2	21280 (52.9)	70.59 (20.51)
	3	17556 (43.7)	62.18 (22.44)
	4	1368 (3.4)	75.17 (19.68)

NA: Not applicable

FIGURE 1. INCIDENCE OF FRACTURES IN 2016 IN FRANCE FOR MEN AND WOMEN

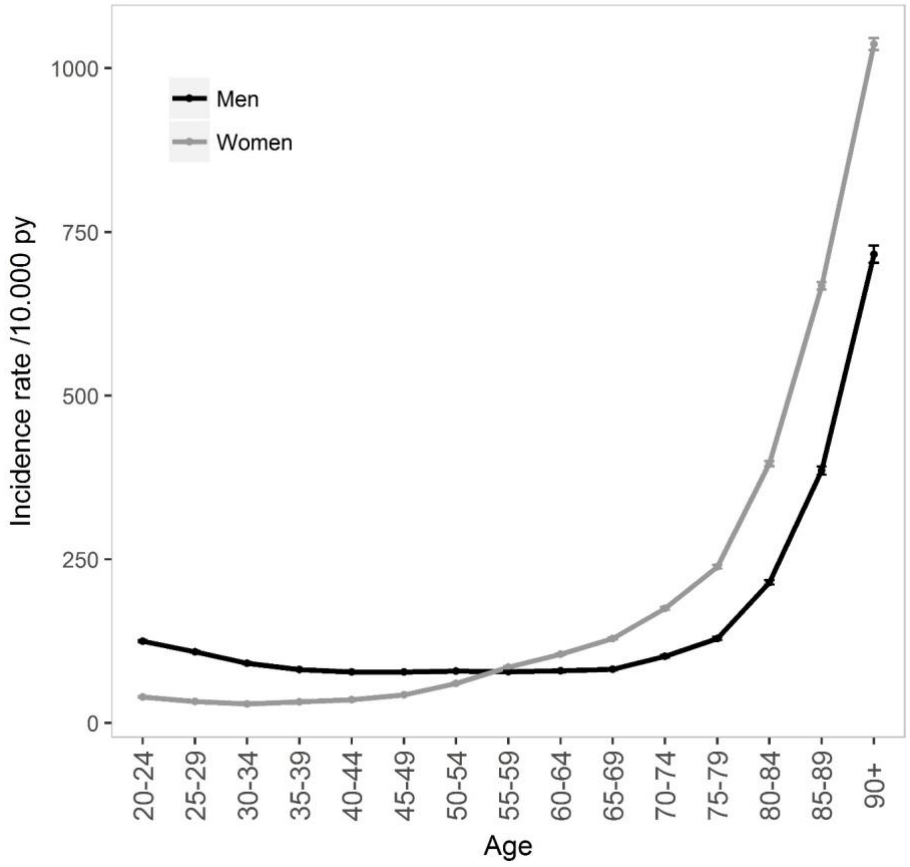


FIGURE 2. INCIDENCE OF SKULL, FACE, SPINE, PELVIS, RIB AND CLAVICLE FRACTURES IN 2016 IN FRANCE FOR MEN AND WOMEN

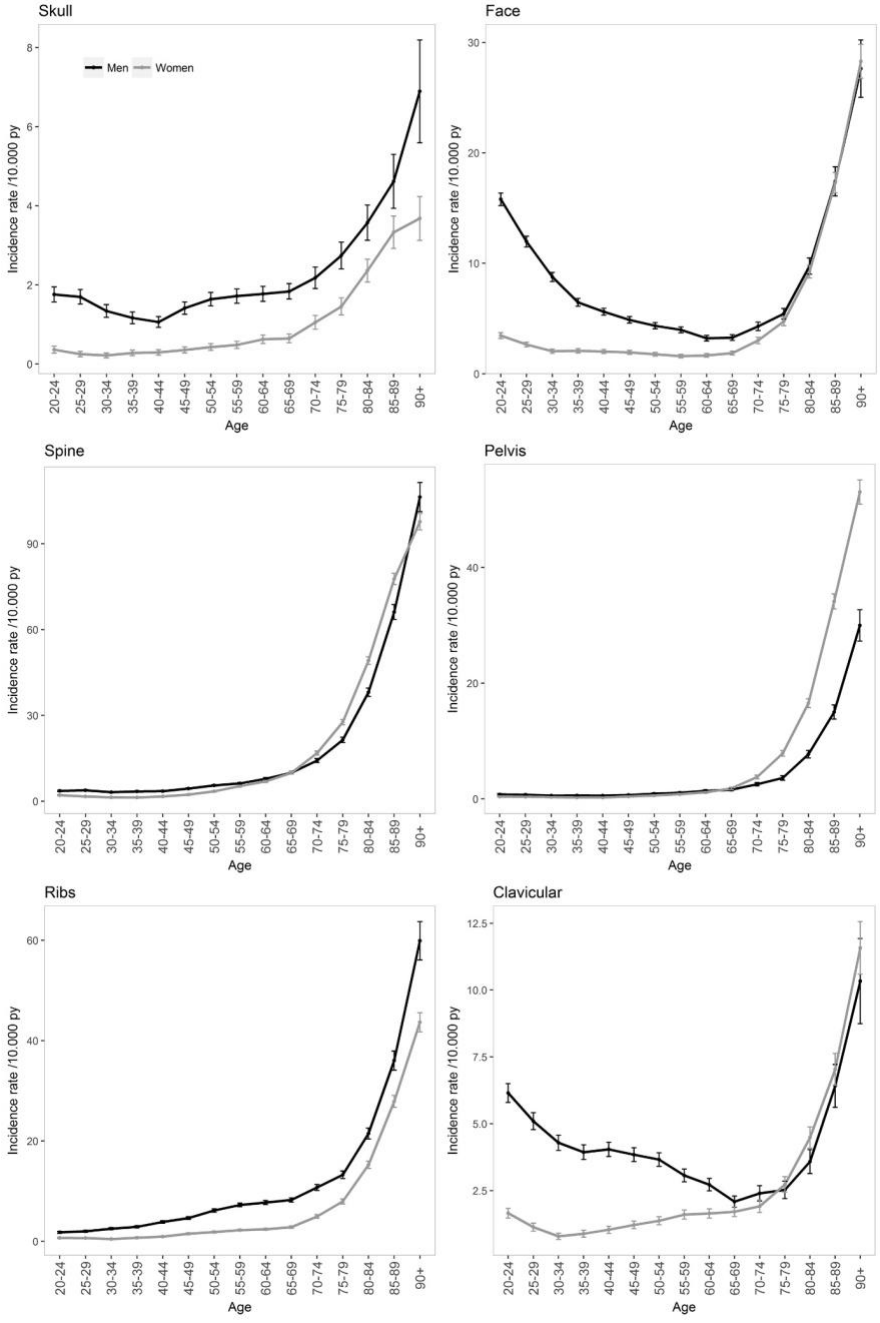
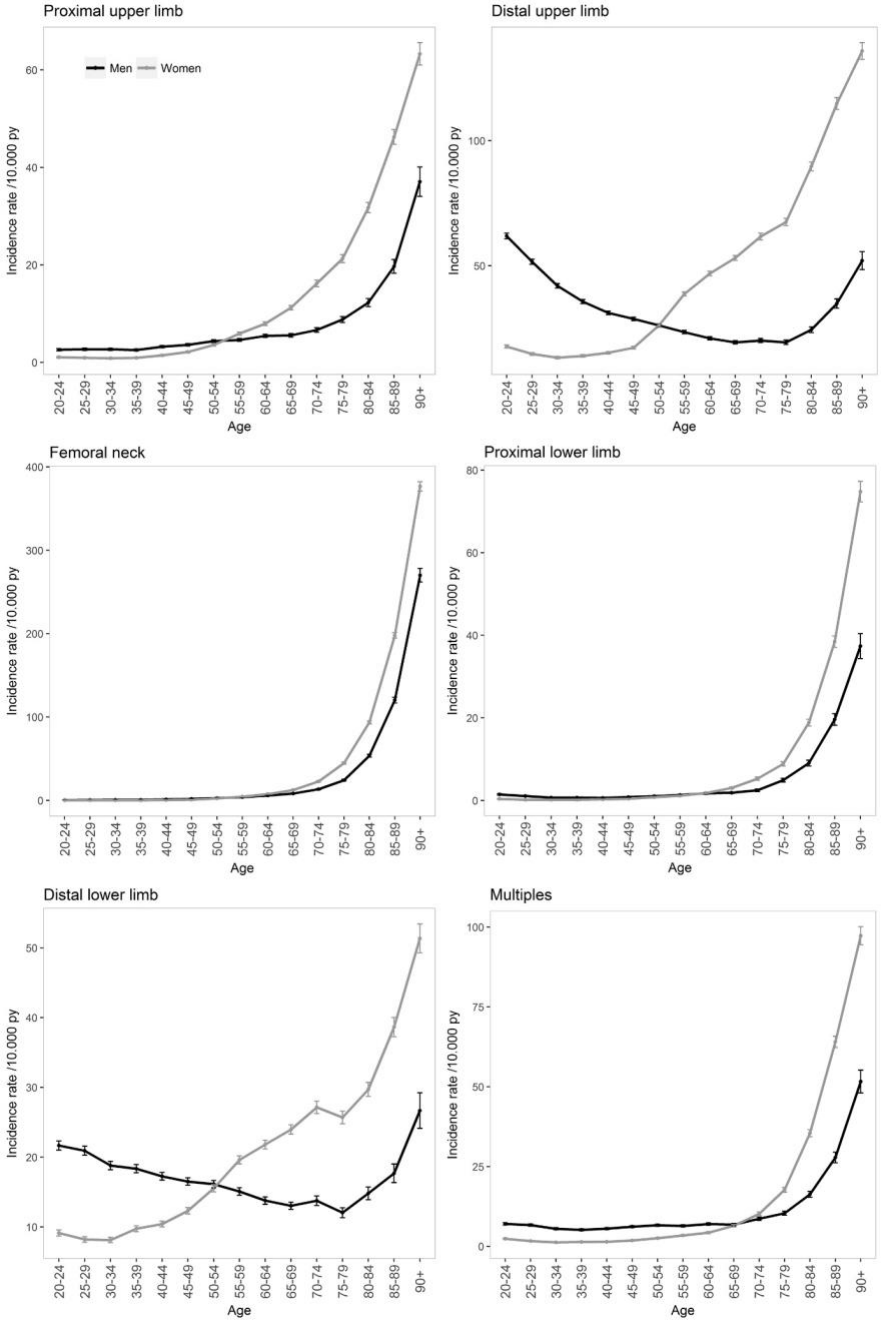


FIGURE 3. INCIDENCE OF LIMB AND MULTIPLE FRACTURES IN 2016 IN FRANCE FOR MEN AND WOMEN



SUPPLEMENTARY TABLE 3. LIST OF DIAGNOSIS AND PROCEDURES CODES FOR IDENTIFICATION OF FRACTURES AND ITS SITES

Site	IICD-10 Diagnosis codes	Cast procedure codes from CCAM
Skull	S02.0, S02.1, S02.7, S02.8, S02.9	LAEA008
	S02.2, S02.3, S02.4, S02.5, S02.6, S02.7, S02.8, S02.9	LAEA001, LAEA003, HBED009, HBED015, LAEP002, LAEP003, LAEP001, LBED001, LBED004, LBEP009, LAEA007, LAEB001, LBEP002, LBED002, LBED005, LBED006, LBED003
Spine	S12.0, S12.1, S12.2, S12.7, S22.0, S22.1, S32.0, S32.7, S32.8, S12.8, S12.9, M48.5, T08	NA
Pelvis	S32.1, S32.2, S32.3, S32.4, S32.5, S32.7, S32.8, S12.8, S12.9	NAEP002, NAEP001
Clavicula	S42.0	MADP001
Ribs	S22.2, S22.3, S22.4, S22.5	NA
Proximal upper limb	S42.1, S42.2, S42.3, S42.7, S42.8, S42.9, M80.01, M80.11, M80.21, M80.31, M80.41, M80.51, M80.81, M80.91, M80.02, M80.12, M80.22, M80.32, M80.42, M80.52, M80.82, M80.92	NA
Distal upper limb	S42.4, S52.0, S52.1, S52.2, S52.3, S52.4, S52.5, S52.6, S62.0, S62.1, S62.2, S62.3, S62.4, S62.5, S62.6, S62.7, S52.7, S52.9, S62.8, S52.8, M80.03, M80.13, M80.23, M80.33, M80.43, M80.53, M80.83, M80.93, M80.04, M80.14, M80.24, M80.34, M80.44, M80.54, M80.84, M80.94	MZMP002, MBEP001, MBEP003, MBEB001, MAEP001
Femoral Neck	S72.0, S72.1	NA
Proximal Nower limb	S72.2, S72.3, S72.4, S72.7, S72.8, S72.9	NBEP002, NBEP001, NBEB001
Distal lower limb	S82.0, S82.1, S82.2, S82.4, S82.5, S82.6, S82.8, S82.3, S92.0, S92.1, S92.2, S92.3, S92.4, S92.5, S92.7, S92.9, S82.7, S82.9, M80.06, M80.16, M80.26, M80.36, M80.46, M80.56, M80.86, M80.96, M80.07, M80.17, M80.27, M80.37, M80.47, M80.57, M80.87, M80.97	NZMP008, NZMP006, NZMP014, NCEP002, NCEP001

CCAM: French common classification of medical procedures
NA: Not appropriate

SUPPLEMENTARY TABLE 4. LIST OF CODES OF IMPLANTS REMOVAL PROCEDURE FROM CCAM

LAGA002, LAGA003, LAGA004, LAGA005, LDGA001, LDGA002, LEGA001, LEGA002, LFGA001, LHGA004, LHGA006, LHGA007, LJGA001, LJGA002, MAGA001, MDGA002, MDGB001, NAGA001, NBGA007, NDGA003, PAGA008, PAGA009, PAGA010, PAGA011, PAGB001, PAGB002, PAGB003, PAGB004, PAGH001, PAKB001, PAMP001, , MEGA001, MEGA002, MEKA001, MEKA002, MEKA003, MEKA004, MELA001, MFGA001, MFKA001, MGGA001, MGGA002, MGKA001, NEDA002, NEGA001, NEGA002, NEGA003, NEGA004, NEGA005, NEKA001, NEKA002, NEKA003, NEKA004, NEKA005, NEKA006, NEKA007, NEKA008, NEKA009, NEKA013, NEKA015, NEKA019, NEKA022, NELA001, NELA002, NELA003, NEMA011, NFGA001, NFGA002, NFKA001, NFKA002, NFKA003, NFKA004, NFKA005, NFLA001, NFLA002, NFMA006, NGGA001, NGGA002

CCAM : French common classification of medical procedures

SUPPLEMENTARY TABLE 5. LIST OF PROCEDURE CODES OF SURGERY FROM CCAM

List of procedure codes
AAFA006 AAFA008 AAJA001 AAJA002 AAJA003 AAJA004 AAJA005 AAJA006 AAJH001 AAJH004 ABCA002 ABCA003 ABCA004 ABCB001 ABJA002 ABJA003 ABJA004 ABJA005 ABJA006 ABJA007 ABJA008 ABMA002 ABMA003 ABSA001 ABSA002 ABSA003 ABSA004 ABSA005 ABSA006 ABSA007 ABSA011 ABSA012 ACQP002 ADCA002 ADEA001 ADEA002 ADPA001 ADPA008 ADPA011 ADPA016 ADPA020 ADPA021 AEJA002 AEJA003 AEJA004 AEJA005 AFCA002 AFCA004 AFJA001 AFJA002 AFJA003 AFJA004 AFJA005 AFJB002 AFPA001 AGMA001 AHCA002 AHCA003 AHCA004 AHCA005 AHCA006 AHCA008 AHCA009 AHCA010 AHCA011 AHCA012 AHCA013 AHCA015 AHCA016 AHCA017 AHCA018 AHCA019 AHCA021 AHCA022 AHCA023 AHEA004 AHEA006 AHEA008 AHEA009 AHEA014 AHEA016 AHFA009 AHPA001 AHPA002 AHPA003 AHPA004 AHPA005 AHPA006 AHPA008 AHPA009 AHPA010 AHPA011 AHPA012 AHPA013 AHPA016 AHPA017 AHPA018 AHPA019 AHPA020 AHPA021 AHPA022 AHPA023 AHPA024 AHPA026 AHPA027 AHPA028 AHPC001 BABA001 BACA001 BACA002 BACA003 BACA005 BACA006 BACA007 BACA008 BAEA001 BAEA002 BAFA008 BAFA015 BAMA004 BAMA010 BAMA013 BBGA001 BCCA001 BDCA001 BDCA002 BDCA003 BDCA004 BEJB002 BFPP001 BGCA002 BGGA002 BGGA003 BHGA001 BHGA002 BHGA003 BHGA006 BHMA001 BHMA002 BJCA001 BJEA002 BJMA002 BJMA005 BKGA003 BKGA005 BKJA001 BKMA001 BKMA003 CAEA002 CAFA009 CAJA002 CAMA016 CAMA022 CBLD001 CCPA001 DACA001 DAFA006 DBLA004 DBLF001 DCFA001 DCJA001 DCJB001 DEEF001 DFCA001 DFFA003 DFNF002 DGCA001 DGCA002 DGCA004 DGCA005 DGCA006 DGCA007 DGCA009 DGCA011 DGCA012 DGCA014 DGCA020 DGCA022 DGCA025 DGFA003 DGFA004 DGFA015 DGGA003 DGKA001 DGKA002 DGKA003 DGKA009 DGKA011 DGKA015 DGKA025 DGLF001 DGLF002 DGLF003 DGLF005 DHCA001 DHCA003 DHSA002 EAMA001 EAMA002 EASF012 EBCA009 EBFA002 EBFA003 EBFA006 EBFA008 EBFA009 EBFA012 EBFA015 EBFA016 EBKA001 EBSA008 EBSA010 ECCA001 ECCA002 ECCA003 ECCA004 ECCA005 ECCA007 ECCA010 ECFA002 ECFA005 ECLF003 ECLF004 ECSA003 EDCA001 EDCA002 EDCA003 EDCA004 EDCA005 EDFA001 EDFA002 EDFA007 EDFA010 EDKA002 EDKA003 EDLF004 EDLF005 EDLF006 EDLF013 EDSA003 EECA001 EECA002 EECA003 EECA005 EECA007 EECA008 EECA009 EECA010 EECA012 EEFA001 EEFA002 EEFA003 EEFA004 EEFA006 EEGA001 EEGA002 EEJF001 EEKA001 EELF002 EESA001 EFCA001 EFCA002 EFFA001 EFJF001 EFLF001 EFSA001 EGCA002 EGFA004 EGFA009 EGPA001 EHBD001 EHCA008 EHFA001 EJCA001 EJCA002 EJSA001 EJSA003 ENFA001 ENFA004 ENFA005 ENFA006 EPCA002 EPCA003 EPFA006 EQBP001 EZBA001 EZBA002 EZCA001 EZCA003 EZCA004 EZCA005 EZJF002 EZQA001 EZQH004 FCPA001 GABD001 GABD002 GAEA001 GAGD002 GAJA002 GAMA007 GAMA012 GAMA018 GAMA021 GBFA004 GDCA001 GDMA003 GECA001 GECA003 GFCA001 GFCC001 GFFA004 GFFA009 GFFA013 GFFA017 GFFA018 GFFA019 GFFA021 GFFA022 GFFA024 GFFA025 GFFC002 GGBA001 GGCA001 GGHB001 GGJA001 GGJA002 GGJA003 GGJA004 GGJB002 GGJB005 GGJC001 GGJC002 GGLB006 GGNA001 GGNC001 GGPA001 GGPA002 GHJA001 GHJA002 HAFA024 HAFA028 HAJA003 HAJA006 HAJA007 HAJA008 HAJA009 HAJA010 HAMA002 HAMA003 HAMA005 HAMA023 HAMA027 HAMA029 HASA018 HBDD007 HBDD008 HBDD014 HBED010 HBED011 HBED016 HBED019 HBED020 HBMA001 HDCA002 HDPA001 HECA001 HECA002 HECA004 HFCA003 HFCC001 HGCA002 HHCA001 HHCC001 HJCA001 HJCC001 HJCD001 HJCD002 HJFA008 HKCA003 HKCA004 HLFA019 HMFA010 HPBA001 HPJB001 JCCA003 JCMA003 JDCA003 JDCC016 JECA002 JFFA016 JHCA004 JHCA006 JHEP001 JJCA002 JLCA008 JLJA001 JLJA002 JMCA002 JMCA006 JNMD002 KCFA005 LABA001

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

LABA003 LABA004 LACA001 LACA002 LACA003 LACA004 LACA005 LACA006 LACA007
LACA008 LACA009 LACA010 LACA011 LACA012 LACA013 LACA014 LACA015 LACA016
LACA017 LACA018 LACA019 LACA020 LACB001 LACB002 LAEA001 LAEA003 LAEA007
LAEA008 LAEB001 LAFA005 LAFA006 LAFA008 LAFA900 LAGA001 LAGA007 LAHA001
LAHA002 LALA002 LAMA003 LAMA004 LAMA005 LAMA006 LAMA007 LAMA008 LAMA009
LAMA010 LAMA012 LAPA001 LAPA002 LAPA003 LAPA004 LAPA005 LAPA008 LAPA012
LAPA013 LAPA015 LAPA016 LARA004 LBAA001 LBBA004 LBBA006 LBCA001 LBCA002
LBCA003 LBCA004 LBCA005 LBCA006 LBCA007 LBCA008 LBCA009 LBCA010 LBCB001
LBCB002 LBDD001 LBEA001 LBFA003 LBFA004 LBFA018 LBFA020 LBFA023 LBGA005
LBGD001 LBLD002 LBLD016 LBLD024 LBPA002 LBPA006 LBPA010 LBPA012 LBPA015
LBPA022 LBPA028 LBPA038 LCJA002 LCJA003 LCJA004 LDAA001 LDAA002 LDCA001
LDCA002 LDCA003 LDCA004 LDCA005 LDCA006 LDCA007 LDCA008 LDCA009 LDCA010
LDCA011 LDCA012 LDCA013 LDDA001 LDFA002 LDFA003 LDFA004 LDFA005 LDFA009
LDFA010 LDFA012 LDHA002 LDKA900 LDPA001 LDPA003 LDPA006 LDPA007 LDPA008
LDPA009 LECA001 LECA002 LECA003 LECA004 LECA005 LECA006 LECC001 LEFA001
LEFA004 LEFA005 LEFA006 LEFA007 LEFA008 LEFA009 LEFA010 LEFA014 LEHA002
LEHC001 LEMA002 LEMA004 LEPA003 LEPA008 LEPA009 LFAA001 LFAA002 LFCA001
LFCA002 LFCA003 LFCA004 LFCA005 LFCC001 LFDA001 LFDA002 LFDA003 LFDA004
LFDA005 LFDA006 LFDA007 LFDA008 LFDA009 LFDA010 LFDA012 LFDA013 LFFA001
LFFA004 LFFA005 LFFA006 LFFA007 LFFA008 LFFA009 LFFA012 LFFA013 LFHA001 LFKA001
LFMA001 LFPA001 LFPA002 LFPA003 LGCA001 LGDA001 LGFA001 LGFA005 LHCA001
LHCA002 LHCA010 LHCA011 LHCA016 LHDA001 LHDA002 LHFA001 LHFA013 LHFA016
LHFA019 LHFA024 LHFA025 LHFA027 LHFA028 LHFA029 LHFA031 LHHA006 LHMA003
LHMA004 LHMA006 LHMA007 LHMA008 LHMA011 LHMA013 LHMA015 LHMA016
LHMH001 LHMH002 LHMH003 LHMH004 LHMH005 LHMH006 LHMH800 LHMH801
LHMH802 LHPA003 LHPA004 LHPA006 LHPA010 LJCA001 LJCA002 LJFA002 LJFA004
LJFA006 LJFA008 LJFA009 LJFA010 LJHA001 LJJA001 LJJA002 LJMA002 LJMA003 LLBA002
LLCA003 LLCA005 LLCC001 LLCC003 LLFA003 LLFA013 LLMA003 LLMA004 LLMA008
LLMC003 LMBA001 LMMA005 MACA001 MACA002 MACA003 MACA004 MACB001
MACB002 MADP001 MAFA001 MAFA002 MAFA003 MAFA004 MAFA005 MAFA006
MAPA001 MAPA002 MAPA003 MBCA001 MBCA002 MBCA003 MBCA004 MBCA005
MBCA006 MBCA007 MBCA008 MBCA009 MBCA010 MBCA011 MBCA012 MBCB001
MBCB002 MBCB003 MBCB004 MBCB005 MBFA001 MBFA002 MBGA001 MBGA002
MBMA001 MBMA002 MBPA001 MBPA002 MBPA003 MBPA004 MBPA005 MBPA006
MCAA001 MCCA001 MCCA002 MCCA003 MCCA004 MCCA005 MCCA006 MCCA007
MCCA008 MCCA009 MCCA010 MCCA011 MCCB001 MCCB002 MCCB003 MCCB004
MCCB005 MCCB006 MCCB007 MCCB008 MCCB009 MCFA001 MCFA002 MCFA003
MCFA004 MCFA005 MCFA006 MCKA002 MCMA001 MCMA002 MCPA001 MCPA002
MCPA003 MCPA004 MCPA005 MCPA006 MCPA007 MCPA009 MCPA010 MCPA011
MCPA012 MCPA013 MCPA014 MDAA001 MDCA001 MDCA002 MDCA003 MDCA004
MDCA005 MDCA006 MDCA007 MDCA008 MDCA009 MDCA010 MDCA011 MDCA012
MDCA013 MDCA014 MDCB001 MDCB002 MDCB003 MDCB004 MDCB005 MDEA001
MDEA002 MDEA003 MDFA001 MDFA002 MDFA003 MDFA004 MDFA005 MDFA006
MDGA001 MDGA003 MDGA004 MDGA005 MDHA001 MDMA001 MDPA001 MDPA002
MDPA003 MDPA004 MDPA005 MEDA001 MEEA002 MEEA003 MEEA004 MEFA001
MEFA003 MEFA004 MEFC001 MEFC002 MEJA001 MEJC001 MEKA005 MEKA006 MEKA007
MEKA008 MEKA009 MEKA010 MEMA001 MEMA006 MEMA008 MEMA009 MEMA011

MEMA012 MEMA014 MEMA015 MEMA016 MEMA017 MEMC001 MEMC002 MEMC003 MEMC004 MEMC005 MEPA001 MEPC001 MEQC001 MEQC002 MERP001 MFCA001 MFDA001 MFDA002 MFEA001 MFEA003 MFFA001 MFFA002 MFFC001 MFJA001 MFJC001 MFKA003 MFMA001 MFMA003 MFMA005 MFPA001 MFPA002 MFPA003 MFPC001 MFQC001 MFRP001 MGCA001 MGCC001 MGDA001 MGDA002 MGEA001 MGEA002 MGFA002 MGFA003 MGFA005 MGFA006 MGFC001 MGFC002 MGFC003 MGJA001 MGJC001 MGKA002 MGKA003 MGMA002 MGMA003 MGMA004 MGMA005 MGMA006 MGPA001 MGQC001 MGRP001 MHCA001 MHCA002 MHCA003 MHDA001 MHDA002 MHDA003 MHDA004 MHDA005 MHDB001 MHEA001 MHEA002 MHEA003 MHEA004 MHFA001 MHFA003 MHJA001 MHMA001 MHMA002 MHMA003 MHMA004 MHMA005 MHPA001 MHPA002 MHPA003 MHPA004 MJAA001 MJAA002 MJCA001 MJCA002 MJCA003 MJCA005 MJCA006 MJCA007 MJCA008 MJCA010 MJCA012 MJDA001 MJDC001 MJEA001 MJEA002 MJEA003 MJEA004 MJEA005 MJEA006 MJEA007 MJEA008 MJEA010 MJEA011 MJEA012 MJEA013 MJEA016 MJEA017 MJEA018 MJEA019 MJEA021 MJEC001 MJEC002 MJFA002 MJFA003 MJFA004 MJFA006 MJFA009 MJFA010 MJFA011 MJFA012 MJFA014 MJFA015 MJFA016 MJFA018 MJGA001 MJJA001 MJJA002 MJJA003 MJJA004 MJMA002 MJMA003 MJMA009 MJMA010 MJMA012 MJMA013 MJMA015 MJMA016 MJPA001 MJPA002 MJPA003 MJPA004 MJPA005 MJPA006 MJPA007 MJPA008 MJPA009 MJPA011 MJPA012 MJPA013 MJPB001 MZEA001 MZEA002 MZEA003 MZEA005 MZEA007 MZEA010 MZEA011 MZEA012 MZFA001 MZFA002 MZFA003 MZFA004 MZFA005 MZFA006 MZFA007 MZFA010 MZFA011 MZFA013 MZGA003 MZGA004 MZHA001 MZJB001 MZMA001 MZMA002 MZMA003 MZMA004 NACA001 NACA002 NACA003 NACA004 NACA005 NACB001 NAFA001 NAFA002 NAFA004 NAGA002 NAGA003 NAHA001 NAHA002 NAMA002 NAPA007 NBCA001 NBCA002 NBCA003 NBCA004 NBCA005 NBCA006 NBCA007 NBCA008 NBCA009 NBCA010 NBCA011 NBCA012 NBCA013 NBCA014 NBCA015 NBCB001 NBCB002 NBCB003 NBCB004 NBCB005 NBCB006 NBFA001 NBFA003 NBFA004 NBFA005 NBFA007 NBFA008 NBFA009 NBGA001 NBGA002 NBGA003 NBGA006 NBGA015 NBMA001 NBMA002 NBMA003 NBPA003 NBPA004 NBPA005 NBPA010 NBPA011 NBPA014 NBPA016 NBPA019 NBPA020 NCCA001 NCCA002 NCCA003 NCCA004 NCCA005 NCCA006 NCCA007 NCCA008 NCCA009 NCCA010 NCCA011 NCCA012 NCCA013 NCCA014 NCCA015 NCCA016 NCCA017 NCCA018 NCCA019 NCCB001 NCCB002 NCCB003 NCCB004 NCCB005 NCCB006 NCCB007 NCCC001 NCEA001 NCFA001 NCFA002 NCFA005 NCFA006 NCFA008 NCFA009 NCGA001 NCGA002 NCMA001 NCMA002 NCPA001 NCPA002 NCPA003 NCPA006 NCPA007 NCPA008 NCPA009 NCPA010 NCPA012 NCPA013 NCPA014 NCPA015 NCPA016 NDAA001 NDCA001 NDCA002 NDCA003 NDCA004 NDCA005 NDCA006 NDCB001 NDCB002 NDCB003 NDCB004 NDDA001 NDDC001 NDEA002 NDFA001 NDFA002 NDFA003 NDFA004 NDFA006 NDFA007 NDFA008 NDFA010 NDGA001 NDGA002 NDMA001 NDPA001 NDPA002 NDPA003 NDPA004 NDPA005 NDPA006 NDPA007 NDPA008 NDPA009 NDPA010 NDPA011 NDPA012 NDPA013 NDPA014 NEDA003 NEEA001 NEEA002 NEEA003 NEFA001 NEFA004 NEFC001 NEHA001 NEHA002 NEJA001 NEJA002 NEJA003 NEJA004 NEJB001 NEJC001 NEKA010 NEKA011 NEKA012 NEKA014 NEKA016 NEKA017 NEKA018 NEKA020 NEKA021 NEMA013 NEMA018 NEMA019 NEPA001 NEQC001 NFCA001 NFCA002 NFCA003 NFCA004 NFCA005 NFCA006 NFCC001 NFCC002 NFDA002 NFDA003 NFDA009 NFDC001 NFEA001 NFEA002 NFEC001 NFEC002 NFFA001 NFFA002 NFFA003 NFFA004 NFFC001 NFFC002 NFFC003 NFFC004 NFJA001 NFJA002 NFJC001 NFJC002 NFKA006 NFKA007 NFKA008 NFKA009 NFMA002 NFMA004 NFMA005 NFMA008 NFMA010 NFMA011 NFMA013 NFMC001 NFMC002 NFMC003 NFMC005 NFPA001 NFPA002 NFPA003 NFPA004

NFPC001 NFPC002 NFQC001 NFRP001 NGCA001 NGDA001 NGDA002 NGDA003 NGDA004 NGDC001 NGEA001 NGFA001 NGJA001 NGJA002 NGJC001 NGJC002 NGKA001 NGMA001 NGPA001 NGPA002 NGPA003 NGPC001 NGQC001 NGRP001 NHDA001 NHDA002 NHDA003 NHDA004 NHDA005 NHDA006 NHDA007 NHDA008 NHDA009 NHDA010 NHDA011 NHFA001 NHKA001 NHMA001 NHMA002 NHMA003 NHMA006 NHMA007 NHMA008 NHPA001 NHPA002 NHPA003 NHPA004 NHPA005 NHPA006 NHRP002 NJAA001 NJAA002 NJAA003 NJAA004 NJAB001 NJBA001 NJBA002 NJCA001 NJEA001 NJEA002 NJEA003 NJEA004 NJEA006 NJEA007 NJEA008 NJEA009 NJEA010 NJEA011 NJEA012 NJFA001 NJFA003 NJFA005 NJFA009 NJMA001 NJMA002 NJMA003 NJMA004 NJMA005 NJMA007 NJMB001 NJPA002 NJPA005 NJPA006 NJPA007 NJPA009 NJPA014 NJPA015 NJPA016 NJPA017 NJPA018 NJPA019 NJPA022 NJPA025 NJPA029 NJPA030 NJPA032 NJPA034 NJPA035 NZEA001 NZEA002 NZEA007 NZFA001 NZFA002 NZFA003 NZFA004 NZFA005 NZFA006 NZFA007 NZFA008 NZFA009 NZFA010 NZFA013 NZHA001 NZJB001 PACA001 PACB001 PACC001 PADA003 PAFA003 PAFA004 PAFA005 PAFA009 PAFA010 PAGA002 PAGA003 PAGA005 PAGA006 PAKB002 PAMH001 PAPA003 PCCA001 PCCA002 PCDA001 PCEA002 PCEA003 PCEA004 PCMA001 PCPA001 PCPA002 PCPA003 PCPA004 PCPA005 PCPA006 PCPB001 PDAB001 PZMA001 PZMA002 PZMA003 PZMA004 PZMA005 QAGA001 QAGA002 QAGA004 QAJA002 QAJA003 QAJA004 QAJA005 QAJA006 QAJA009 QAJA012 QAJA013 QAMA002 QAMA005 QAMA008 QAMA013 QAMA015 QCJA001 QEHA002 QZEA008 QZEA009 QZEA028 QZEA034 QZFA009 QZFA020 QZFA023 QZFA027 QZFA029 QZFA032 QZFA038 QZFA039 QZGA003 QZGA006 QZGA007 QZJA001 QZJA002 QZJA009 QZJA011 QZJA012 QZJA013 QZJA015 QZJA016 QZJA017 QZJA021 QZJA022 QZJA023 QZJB001 QZJB002 QZMA001 QZMA002 QZMA003 QZMA004 QZMA005 QZMA007 QZMA009 QZMA010 QZMP001 QZPA008

CCAM : French common classification of medical procedures

SUPPLEMENTARY TABLE 6. INCIDENCE OF FRACTURES BY SITE FOR MEN (INCIDENCE RATE PER 10000 PATIENTS YEARS WITH 95 % CONFIDENT INTERVAL)

Age	All Fractures	Skull	Face	Spine	Pelvis	Ribs	Clavicula
20-24	125 (123-126)	1.76 (1.57-1.95)	15.80 (15.23-16.37)	3.59 (3.32-3.86)	0.78 (0.66-0.91)	1.80 (1.61-1.99)	6.15 (5.80-6.50)
25-29	109 (107-110)	1.70 (1.52-1.88)	11.97 (11.48-12.45)	3.79 (3.52-4.06)	0.73 (0.61-0.85)	2.02 (1.82-2.22)	5.10 (4.78-5.42)
30-34	91 (90-92)	1.34 (1.18-1.50)	8.77 (8.36-9.18)	3.14 (2.89-3.38)	0.57 (0.47-0.67)	2.53 (2.32-2.75)	4.29 (4.01-4.58)
35-39	82 (80-83)	1.17 (1.02-1.32)	6.46 (6.11-6.81)	3.40 (3.14-3.65)	0.59 (0.48-0.70)	2.89 (2.66-3.12)	3.94 (3.66-4.21)
40-44	78 (77-79)	1.06 (0.93-1.20)	5.62 (5.31-5.93)	3.51 (3.27-3.76)	0.58 (0.48-0.68)	3.87 (3.61-4.12)	4.04 (3.78-4.31)
45-49	78 (76-79)	1.41 (1.26-1.57)	4.88 (4.59-5.17)	4.42 (4.14-4.69)	0.68 (0.57-0.78)	4.66 (4.37-4.94)	3.84 (3.59-4.10)
50-54	79 (78-80)	1.64 (1.47-1.81)	4.35 (4.07-4.62)	5.53 (5.22-5.84)	0.89 (0.76-1.01)	6.16 (5.83-6.48)	3.66 (3.41-3.91)
55-59	78 (77-79)	1.72 (1.54-1.90)	3.98 (3.70-4.25)	6.20 (5.86-6.54)	1.08 (0.94-1.23)	7.25 (6.88-7.62)	3.07 (2.83-3.31)
60-64	79 (78-81)	1.77 (1.58-1.96)	3.21 (2.96-3.47)	7.85 (7.46-8.25)	1.40 (1.23-1.56)	7.74 (7.35-8.14)	2.72 (2.49-2.96)
65-69	82 (81-83)	1.84 (1.64-2.03)	3.27 (3.01-3.53)	9.92 (9.47-10.38)	1.59 (1.41-1.77)	8.25 (7.83-8.66)	2.09 (1.88-2.30)
70-74	101 (100-103)	2.18 (1.91-2.45)	4.29 (3.91-4.67)	14.21 (13.52-14.90)	2.55 (2.25-2.84)	10.74 (10.14-11.34)	2.40 (2.11-2.68)
75-79	129 (126-131)	2.74 (2.40-3.08)	5.43 (4.95-5.91)	21.43 (20.48-22.37)	3.63 (3.24-4.02)	13.27 (12.52-14.01)	2.53 (2.20-2.85)
80-84	214 (211-218)	3.57 (3.13-4.02)	9.75 (9.02-10.49)	38.07 (36.62-39.53)	7.72 (7.07-8.38)	21.49 (20.40-22.58)	3.59 (3.14-4.03)
85-89	385 (379-392)	4.62 (3.94-5.30)	17.42 (16.10-18.74)	66.13 (63.56-68.71)	15.02 (13.79-16.25)	36.04 (34.14-37.94)	6.42 (5.61-7.22)
90+	716 (703-729)	6.89 (5.59-8.19)	27.63 (25.03-30.23)	106.30 (101.20-111.41)	29.99 (27.28-32.70)	59.92 (56.08-63.75)	10.34 (8.75-11.93)

SUPPLEMENTARY TABLE 7. INCIDENCE OF FRACTURES BY SITE FOR MEN. (INCIDENCE RATE PER 10000 PATIENTS YEARS WITH 95 % CONFIDENT INTERVAL) (CONTINUED)

Age	Proximal upper limb	Distal upper limb	Femoral Neck	Proximal lower limb	Distal lower limb	Multiple fractures
20-24	2.60 (2.38-2.83)	61.87 (60.75-62.99)	0.33 (0.25-0.42)	1.44 (1.27-1.61)	21.67 (21.01-22.33)	7.06 (6.69-7.44)
25-29	2.69 (2.46-2.92)	51.58 (50.57-52.59)	0.44 (0.35-0.53)	1.06 (0.92-1.21)	20.92 (20.28-21.56)	6.67 (6.31-7.03)
30-34	2.68 (2.45-2.90)	41.96 (41.06-42.85)	0.60 (0.50-0.71)	0.68 (0.57-0.80)	18.80 (18.20-19.40)	5.53 (5.21-5.86)
35-39	2.54 (2.33-2.76)	35.63 (34.81-36.45)	0.72 (0.60-0.84)	0.69 (0.58-0.81)	18.35 (17.76-18.93)	5.18 (4.87-5.50)
40-44	3.21 (2.98-3.45)	31.11 (30.37-31.84)	1.24 (1.09-1.39)	0.62 (0.52-0.72)	17.25 (16.71-17.80)	5.57 (5.26-5.89)
45-49	3.62 (3.37-3.87)	28.71 (28.01-29.42)	1.83 (1.65-2.01)	0.82 (0.70-0.94)	16.50 (15.97-17.03)	6.19 (5.86-6.51)
50-54	4.39 (4.11-4.67)	26.10 (25.42-26.77)	2.76 (2.54-2.98)	1.04 (0.91-1.18)	16.13 (15.60-16.66)	6.64 (6.30-6.98)
55-59	4.62 (4.33-4.91)	23.42 (22.76-24.09)	4.00 (3.73-4.28)	1.32 (1.16-1.47)	15.08 (14.55-15.61)	6.44 (6.09-6.79)
60-64	5.45 (5.12-5.78)	20.92 (20.27-21.57)	5.92 (5.58-6.27)	1.72 (1.53-1.90)	13.77 (13.24-14.29)	7.00 (6.63-7.38)
65-69	5.56 (5.22-5.90)	19.35 (18.71-19.98)	8.25 (7.83-8.66)	1.86 (1.66-2.06)	13.03 (12.51-13.55)	6.81 (6.44-7.19)
70-74	6.66 (6.19-7.13)	20.06 (19.24-20.89)	13.48 (12.81-14.16)	2.45 (2.16-2.74)	13.76 (13.08-14.44)	8.67 (8.13-9.21)
75-79	8.80 (8.20-9.41)	19.33 (18.43-20.22)	24.23 (23.22-25.23)	4.91 (4.46-5.36)	12.03 (11.32-12.74)	10.41 (9.75-11.06)
80-84	12.26 (11.44-13.08)	24.39 (23.23-25.55)	53.49 (51.77-55.21)	9.05 (8.34-9.75)	14.81 (13.90-15.71)	16.28 (15.33-17.23)
85-89	19.69 (18.28-21.09)	34.84 (32.97-36.71)	120.19 (116.72-123.66)	19.58 (18.18-20.99)	17.68 (16.35-19.01)	27.83 (26.16-29.49)
90+	37.07 (34.06-40.09)	52.00 (48.43-55.57)	270.10 (261.96-278.24)	37.39 (34.36-40.42)	26.67 (24.11-29.23)	51.62 (48.06-55.18)

SUPPLEMENTARY TABLE 8. INCIDENCE OF FRACTURES BY SITE FOR WOMEN. (INCIDENCE RATE PER 10000 PATIENTS YEARS WITH 95 % CONFIDENT INTERVAL)

Age	All fractures	Skull	Face	Spine	Pelvis	Ribs	Clavicula
20-24	39 (39-40)	0.36 (0.28-0.45)	3.46 (3.19-3.72)	2.11 (1.90-2.32)	0.41 (0.32-0.50)	0.68 (0.56-0.80)	1.66 (1.47-1.84)
25-29	33 (32-33)	0.25 (0.18-0.32)	2.65 (2.42-2.87)	1.65 (1.47-1.82)	0.37 (0.28-0.45)	0.67 (0.56-0.79)	1.13 (0.99-1.28)
30-34	29 (28-30)	0.22 (0.15-0.28)	2.04 (1.84-2.23)	1.34 (1.18-1.49)	0.32 (0.24-0.39)	0.45 (0.36-0.54)	0.79 (0.67-0.91)
35-39	32 (31-33)	0.28 (0.21-0.35)	2.07 (1.88-2.27)	1.28 (1.13-1.44)	0.26 (0.19-0.33)	0.73 (0.62-0.85)	0.89 (0.76-1.01)
40-44	35 (35-36)	0.29 (0.22-0.36)	2.01 (1.83-2.20)	1.66 (1.49-1.83)	0.26 (0.19-0.32)	0.94 (0.82-1.07)	1.04 (0.90-1.17)
45-49	43 (42-43)	0.36 (0.28-0.43)	1.94 (1.76-2.12)	2.29 (2.10-2.49)	0.42 (0.34-0.51)	1.54 (1.38-1.70)	1.22 (1.07-1.36)
50-54	60 (59-61)	0.43 (0.34-0.51)	1.76 (1.59-1.93)	3.44 (3.20-3.68)	0.59 (0.49-0.69)	1.85 (1.68-2.03)	1.37 (1.22-1.52)
55-59	85 (84-86)	0.48 (0.39-0.58)	1.60 (1.43-1.77)	5.27 (4.96-5.57)	0.83 (0.71-0.95)	2.23 (2.03-2.42)	1.61 (1.44-1.77)
60-64	105 (103-106)	0.63 (0.52-0.73)	1.66 (1.49-1.84)	6.90 (6.55-7.26)	1.14 (0.99-1.28)	2.41 (2.20-2.62)	1.65 (1.47-1.82)
65-69	129 (127-130)	0.65 (0.54-0.76)	1.87 (1.68-2.05)	9.87 (9.44-10.30)	1.81 (1.63-2.00)	2.84 (2.61-3.07)	1.71 (1.53-1.89)
70-74	175 (173-177)	1.05 (0.88-1.23)	3.01 (2.72-3.31)	16.83 (16.14-17.53)	3.78 (3.45-4.11)	4.97 (4.59-5.35)	1.91 (1.68-2.15)
75-79	238 (235-241)	1.45 (1.24-1.67)	4.75 (4.36-5.13)	27.63 (26.69-28.56)	7.88 (7.38-8.38)	7.96 (7.46-8.46)	2.73 (2.43-3.02)
80-84	396 (392-400)	2.36 (2.07-2.65)	9.24 (8.67-9.81)	49.13 (47.81-50.44)	16.54 (15.78-17.31)	15.26 (14.53-15.99)	4.48 (4.09-4.88)
85-89	667 (662-673)	3.33 (2.92-3.74)	17.30 (16.37-18.23)	77.70 (75.73-79.67)	34.14 (32.84-35.45)	27.90 (26.72-29.08)	7.04 (6.44-7.63)
90+	1037 (1028-1046)	3.68 (3.12-4.23)	28.30 (26.76-29.84)	97.67 (94.81-100.53)	53.05 (50.94-55.15)	43.67 (41.76-45.58)	11.58 (10.60-12.56)

SUPPLEMENTARY TABLE 9. INCIDENCE OF FRACTURES BY SITE FOR WOMEN. (INCIDENCE RATE PER 10000 PATIENTS YEARS WITH 95 % CONFIDENT INTERVAL) (CONTINUED)

Age	Proximal upper limb	Distal upper limb	Femoral Neck	Proximal lower limb	Distal lower limb	Multiple fractures
20-24	1.06 (0.91-1.21)	17.67 (17.07-18.27)	0.11 (0.06-0.16)	0.36 (0.28-0.45)	9.12 (8.69-9.55)	2.40 (2.17-2.62)
25-29	0.95 (0.82-1.09)	14.69 (14.16-15.21)	0.13 (0.08-0.18)	0.16 (0.11-0.22)	8.20 (7.81-8.60)	1.67 (1.49-1.85)
30-34	0.86 (0.73-0.98)	13.22 (12.73-13.71)	0.13 (0.08-0.18)	0.17 (0.12-0.23)	8.12 (7.73-8.50)	1.28 (1.12-1.43)
35-39	0.94 (0.81-1.07)	13.92 (13.42-14.43)	0.19 (0.13-0.25)	0.18 (0.12-0.23)	9.74 (9.32-10.17)	1.41 (1.25-1.57)
40-44	1.44 (1.29-1.60)	15.15 (14.64-15.66)	0.46 (0.37-0.55)	0.26 (0.20-0.33)	10.41 (9.99-10.83)	1.46 (1.30-1.62)
45-49	2.15 (1.96-2.34)	17.21 (16.67-17.75)	0.91 (0.79-1.04)	0.41 (0.33-0.49)	12.31 (11.85-12.76)	1.86 (1.68-2.03)
50-54	3.59 (3.34-3.84)	26.19 (25.52-26.85)	2.31 (2.11-2.51)	0.77 (0.66-0.89)	15.53 (15.02-16.04)	2.56 (2.36-2.77)
55-59	5.91 (5.59-6.24)	38.70 (37.88-39.53)	4.45 (4.17-4.73)	1.14 (1.00-1.28)	19.60 (19.02-20.19)	3.45 (3.21-3.70)
60-64	7.96 (7.58-8.34)	46.84 (45.92-47.77)	7.52 (7.15-7.89)	1.81 (1.63-1.99)	21.80 (21.17-22.43)	4.32 (4.04-4.60)
65-69	11.23 (10.77-11.68)	53.08 (52.08-54.07)	12.37 (11.89-12.85)	3.01 (2.77-3.24)	23.97 (23.30-24.63)	6.45 (6.11-6.80)
70-74	16.21 (15.53-16.89)	61.65 (60.32-62.98)	22.76 (21.95-23.57)	5.27 (4.88-5.66)	27.14 (26.26-28.02)	10.21 (9.67-10.75)
75-79	21.28 (20.46-22.10)	67.47 (66.00-68.93)	44.72 (43.53-45.92)	8.84 (8.31-9.37)	25.69 (24.78-26.59)	17.73 (16.98-18.48)
80-84	31.75 (30.69-32.81)	89.67 (87.89-91.44)	93.60 (91.79-95.42)	18.85 (18.03-19.66)	29.70 (28.68-30.72)	35.45 (34.33-36.56)
85-89	46.24 (44.72-47.76)	114.83 (112.44-117.23)	197.88 (194.73-201.02)	38.43 (37.05-39.82)	38.64 (37.25-40.03)	64.06 (62.27-65.84)
90+	63.30 (61.00-65.60)	135.83 (132.46-139.20)	376.62 (371.01-382.24)	74.79 (72.29-77.29)	51.35 (49.28-53.42)	97.28 (94.43-100.13)

SUPPLEMENTARY TABLE 10. CLINICAL SEVERITY OF FRACTURE IN FRANCE IN 2016 BY SITE OF FRACTURES AND GENDER

	Severity	Men		Women	
		N (%)	Mean age (SD)	N (%)	Mean age (SD)
All patients	1	48998 (20.23)	43.16 (17.7)	56167 (17.56)	59.16 (19.9)
	2	70309 (29.03)	60.72 (21.5)	93417 (29.21)	77.33 (16.6)
	3	116797 (48.22)	51.70 (21.4)	164493 (51.43)	71.89 (17.8)
	4	6132 (2.53)	75.62 (17.4)	5781 (1.81)	83.70 (12.8)
Skull	1	NA	NA	NA	NA
	2	2671 (64.42)	54.03 (19.8)	1294 (70.33)	67.34 (20)
	3	942 (22.72)	47.30 (18.9)	307 (16.68)	61.50 (19.8)
	4	532 (12.83)	66.01 (19.1)	237 (12.88)	75.99 (16.9)
Face	1	245 (1.49)	36.24 (15.9)	172 (1.90)	46.95 (20)
	2	10259 (62.21)	46. (21.8)	6462 (71.45)	65.91 (24.2)
	3	5745 (34.84)	41.75 (19.3)	2268 (25.08)	59.06 (24)
	4	241 (1.46)	69.37 (20.6)	142 (1.57)	81.66 (14.4)
Spine	1	NA	NA	NA	NA
	2	14548 (70.07)	68.11 (19.7)	22515 (77.58)	77.86 (15.2)
	3	5187 (24.98)	58.37 (18.8)	5712 (19.68)	67.97 (16.5)
	4	1027 (4.95)	76.30 (15.3)	794 (2.74)	82.51 (12)
Pelvis	1	NA	NA	NA	NA
	2	3142 (78.75)	70.20 (19.4)	8922 (92.12)	81.80 (12.9)
	3	609 (15.26)	53.12 (21.3)	520 (5.37)	68.77 (20.9)
	4	238 (5.96)	77.42 (16.9)	243 (2.51)	84.00 (12.2)
Ribs	1	NA	NA	NA	NA
	2	13001 (82.14)	63.44 (18.2)	9231 (87.71)	75.90 (17)
	3	1967 (12.43)	57.59 (18.4)	868 (8.25)	67.57 (19.1)
	4	860 (5.43)	74.39 (16.3)	426 (4.05)	80.17 (14.7)
Clavicula	1	4154 (45.77)	42.94 (17)	2367 (48.18)	57.77 (20.9)
	2	1973 (21.74)	57.70 (20.6)	1612 (32.81)	75.96 (17.8)
	3	2827 (31.15)	41.19 (15.4)	866 (17.63)	52.60 (21.3)
	4	121 (1.33)	72.21 (20)	68 (1.38)	77.38 (18.3)
Proximal upper limb	1	1394 (12.30)	46.34 (18.6)	1608 (7.19)	61.27 (20.5)
	2	4121 (36.38)	64.88 (19.1)	8299 (37.11)	79.11 (13.5)
	3	5502 (48.57)	57.75 (18.4)	12079 (54.02)	71.82 (14.3)
	4	312 (2.75)	75.14 (16.7)	375 (1.68)	82.56 (13.3)
Distal upper limb	1	31060 (40.47)	42.93 (17.9)	38645 (40.32)	60.70 (20)
	2	4290 (5.59)	55.52 (23.2)	8519 (8.89)	78.18 (16.1)
	3	41246 (53.74)	42.67 (17.2)	48431 (50.54)	65.19 (17.1)
	4	160 (0.21)	74.88 (19.2)	240 (0.25)	82.90 (13.1)
Femoral neck	1	NA	NA	NA	NA
	2	2058 (9.57)	76.97 (15)	4269 (7.46)	83.64 (11)
	3	17991 (83.64)	77.60 (14.3)	51039 (89.14)	83.41 (10.2)
	4	1461 (6.79)	84.24 (10.3)	1948 (3.40)	87.09 (8.9)
Proximal lower limb	1	161 (3.26)	78.17 (14.4)	418 (3.49)	83.22 (10.6)
	2	706 (14.28)	71.04 (18.3)	1715 (14.32)	82.31 (12.8)
	3	3785 (76.54)	65.30 (22.4)	9428 (78.72)	81.57 (12.9)
	4	293 (5.93)	76.36 (17.3)	416 (3.47)	85.50 (11.7)
Distal lower limb	1	11982 (30.21)	43.14 (16.6)	12955 (28.83)	53.93 (18.2)
	2	4902 (12.36)	56.67 (20.8)	7937 (17.66)	74.60 (17)
	3	22597 (56.98)	46.39 (17)	23818 (53.00)	59.69 (17.5)
	4	178 (0.45)	70.12 (21.5)	233 (0.52)	81.78 (13.8)
Multiples fractures	1	NA	NA	NA	NA
	2	8638 (48.68)	59.07 (20.8)	12642 (56.29)	78.46 (16.2)
	3	8399 (47.33)	50.04 (19.8)	9157 (40.77)	73.32 (18.6)
	4	709 (4.00)	69.18 (20.7)	659 (2.93)	81.60 (16.3)

NA: Not appropriate

Article publié sur l'évaluation du risque thrombo-embolique après chirurgie du rachis lombaire : étude de cohorte de 325 000 patients français.

Journal of Thrombosis and Haemostasis, **16**: 1537–1545 DOI: 10.1111/jth.14205

ORIGINAL ARTICLE

Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study on 325 000 French patients

B. BOUYER,*†‡ A. RUDNICHI,* R. DRAY-SPIRA,* M. ZUREIK*§ and J. COSTE†
*French National Agency for Medicines and Health Products Safety, Saint Denis; †AP-HP and Paris-Descartes University; ‡Paris-Sud University, Paris; and §Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines University, Versailles, France

To cite this article: Bouyer B, Rudnichi A, Dray-Spira R, Zureik M, Coste J. Thromboembolic risk after lumbar spine surgery: a cohort study on 325 000 French patients. *J Thromb Haemost* 2018; **16**: 1537–45.

Essentials

- The risk of venous thromboembolism (VTE) after lumbar spine surgery (LBS) is not precisely known.
- More than 320 000 patients who underwent LBS in France between 2009 and 2014 were followed-up.
- The overall risk of VTE after LBS is less than 1% but modulated by patient and procedural factors.
- Surgical device implantation, anterior approach and complex surgery increase the risk of VTE.

Summary. *Background:* Postoperative venous thromboembolism (VTE) is a severe complication, the risk of which after lumbar spine surgery (LBS) is not precisely known. *Objective:* To estimate the incidence of VTE after LBS, and to identify individual and surgical risk factors. *Methods:* All patients aged >18 years who underwent LBS in France between 2009 and 2014 were identified. Among 477 024 patients screened, exclusions concerned recent VTE or surgery, and multiple surgeries during the same hospital stay. *Results:* In 323 737 patients (mean age 52.9 years, 51.4% male), we observed 2911 events (0.91%) after a median time of 12 days (Q1–Q3: 5–72 days). The multivariate adjusted Cox model showed increased risks associated with age (4% per year of age; 95% confidence interval [CI] 3.8–4.3), obesity (hazard ratio [HR] 1.32, 95% CI 1.18–1.46), active cancer (HR 1.65, 95% CI 1.5–1.82), previous thromboembolism (HR 5.41, 95% CI 4.74–6.17), severe paralysis (HR 1.47, 95% CI 1.17–1.84), renal disease (HR 1.28, 95% CI 1.04–1.6), psychiatric disease (HR 1.21, 95% CI 1.1–1.32), use of antidepressants (HR 1.13, 95% CI 1.03–1.24), use of contraceptives (HR 1.56, 95% CI 1.19–2.03), extended surgery for scoliosis (HR 3.61, 95% CI 2.96–4.4), implantation of pedicular screws with a 'dose–effect' association, and an anterior approach (HR 1.97, 95% CI 1.6–2.43) or a combined approach (HR 2.03, 95% CI 1.44–2.84). *Conclusions:* The overall VTE risk after LBS is moderate (< 1%) but is widely modulated by several easily identifiable risk factors. The surgical community should be aware of this heterogeneity, adapt prevention according to patients and to the procedure, and use drug prophylaxis in the event of a high risk being present.

Keywords: incidence; risk factors; spine; surgery; thromboembolism.

Correspondence: Joel Coste, Paris-Descartes University, Department of Biostatistics and Epidemiology, Hôtel Dieu, Place du Parvis Notre Dame, 75004 Paris, France
Tel: + 33 14 234 7931
E-mail: joel.coste@parisdescartes.fr

Received: 6 December 2017
Manuscript handled by: F. R. Rosendaal
Final decision: F. R. Rosendaal, 5 June 2018

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Introduction

Postoperative venous thromboembolism (VTE) is not rare. Its incidence was evaluated at 1% in 2000 [1]. The consequences can be severe, with an estimated rate of mortality for pulmonary embolism of 5–25% [2,3]. It also results in extended length of stay, induced morbidity (i.e. anticoagulant drug iatrogeny), and increased costs [1].

Many factors have been found to be associated with VTE risk: the existence of a prior event, cancer, prolonged immobility, or surgical intervention [4]. Among the surgical interventions, lower limb arthroplasty and major general surgery are associated with a sufficient risk to justify drug prophylaxis [5].

The risk associated with spinal surgery is not precisely known. Glotzbecker estimated it to be between 1% and 31% in a recent review [6]. Only two population-based studies estimating the incidence of VTE after spinal surgery have been published, in 2010 and 2014, which reported event rates of 1.00% and 1.37%, respectively [7,8]. Similarly, there are only a few studies on the role of thromboprophylaxis, and these have shown minimal benefit of pharmacological prophylaxis [6,9]. Thus, guidelines

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

regarding prophylaxis for the prevention of thromboembolism after spinal surgery are poor and not sufficiently substantiated. The American College of Chest Physicians and the European Society of Anaesthesiology suggest pharmacological prophylaxis in cases in which there is a high VTE risk and a decreased bleeding risk (grade 2C) [10,11].

The recent development of surgical techniques, approaches and devices has led to a continuous increase in the number of spine surgeries in developed countries [12]. This is particularly true for lumbar arthrodesis, with a 2.4-fold increase in the USA between 2000 and 2009 [13]. To our knowledge, no study has yet explored the role of devices and surgical approach in thromboembolism risk in patients undergoing lumbar spine surgery (LBS).

The aims of this study were to estimate the incidence of thromboembolism in France after LBS, and to identify risk factors among the surgical characteristics.

Materials and methods

We conducted a cohort study of adult patients undergoing LBS in France between 2009 and 2014.

Source

Patients were identified in the French national health insurance scheme database (SNIIRAM) linked to the French hospital discharge database (Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information [PMSI]) by their unique anonymous number. This study is based on the general national health insurance scheme for employees, representing 77% of the population (other schemes showed missing data). The SNIIRAM contains data concerning reimbursed medical care or products, including outpatient drugs, medical devices, and medical procedures. It also contains the type and the start date of the long-term disease, when it results in 100% reimbursement of care, according to the International Statistical Classification of Diseases, 10th Revision (ICD-10). The PMSI provides detailed information on medical diagnoses and surgical procedures during the hospital stay. These databases have been widely used in various pharmacoepidemiological studies [14], including the assessment of several surgical procedures [15–18] and VTE risk [19].

Patients

Patients aged ≥18 years who underwent spine surgery between 1 January 2009 and 31 December 2014 were selected by use of the procedure codes from the French common classification of medical procedures (Table S1). In the event of repeated spinal procedures for the same patient during the study period, only the first surgery was included.

The exclusion criteria were as follows:

- Recent VTE (hospital admission for VTE in the year before inclusion), to avoid non-incident events
- Surgical intervention of any kind in the previous 6 months
- Multiple surgeries during the same hospital stay, to avoid confusion between various surgical risks

A second step combining the procedure's codes and ICD-10 codes made it possible to select patients who underwent LBS. Patients were included if they had: (i) a code for a lumbar spine procedure; or (ii) a code for spinal surgery and a diagnostic ICD-10 code for a lumbar spine disease.

Data collected

Outcome The primary outcome was the occurrence of VTE during the year following surgery. This was assessed by the use of hospital discharge records citing either pulmonary embolism or lower-limb venous thrombosis (ICD-10 codes I26 or I800-803; distal and proximal thrombosis were considered together, owing to the lack of precise information in the database; moreover, incidental VTE could not be distinguished from clinical VTE).

The date of the event was defined either as the date of the related diagnostic examination, or as the date of the new hospital admission in question. Where an event occurred during initial hospitalization and the date of diagnosis was missing, a date was attributed to four-fifths of the length of stay, which was the median time to occurrence of VTE in similar patients.

Risk factors

Patients' known risk factors for VTE were assessed by the use of hospital discharge records and long-term disease records since 2006 (Table S2): age, gender, obesity, cancer, including active cancer (defined by ICD-10 codes, combined with active treatment), renal disease, chronic pulmonary disease, high blood pressure (HBP), cardiovascular disease, psychiatric disease, severe paralysis, and other severe neurological disorders. The use of painkillers, antidepressants and oral contraceptives during the 3 months prior to surgery was also assessed.

Surgical factors were accurately evaluated: type of surgical approach (either posterior, anterior, or combined: defined from procedure codes), the presence of at least one implanted surgical device, and the type and quantity of surgical devices implanted (pedicular screws, other osteosynthesis devices, intersomatic cage, and disc prosthesis); and indication for surgery, i.e. spinal deformity involving more than five vertebrae, and spinal fracture.

Finally, the role of prophylaxis was evaluated. It was defined as administration of standard or low molecular weight heparin in the 2 days or 5 days following discharge from hospital.

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Statistical analysis

A survival analysis with the Cox proportional hazard model with a 5% threshold for statistical significance was performed. Patients were followed up from the date of surgery to 1 year after surgery. Censoring was performed in the event of death or admission for surgery (for any reason), to prevent any confusion with the thromboembolic risk associated with the new surgery. Multivariate analysis was performed by chronological-logical stepwise backward selection of variables in two steps. First, we included all patient-related variables, selecting the significant variables, and second, we included the surgical variables to be tested. Variables were retained if statistical significance was found ($P < 0.05$).

Drug delivery is only measurable for outpatients in the SNIIRAM. Thus, the impact of thromboembolic prophylaxis was evaluated in a homogeneous subgroup of low-risk patients with measurable postoperative drug consumption and with no preoperative anticoagulant treatment, or any early thromboembolic event during initial hospitalization. In the same way, patients discharged from hospital > 7 days later or admitted for rehabilitation after discharge were excluded. Patients with a high risk of an event (active cancer, spinal fracture, previous history of VTE, surgery for spinal deformity, severe paralysis, and age > 75 years) were also excluded from this analysis, in order to build a homogeneous subgroup with a low VTE risk, for whom there is significant doubt concerning the need for preventive treatment.

A Fine–Gray model was used to evaluate the potential misestimation attributable to competing risk. A sensitivity analysis was performed with pulmonary embolism as outcome. Analyses were performed with STATA 14.

Results

Patients

Of 477 024 patients screened, 323 737 (166 260 men, 51%) were included (Table 1). The study selection process is shown in Fig. 1. The mean age was 52.9 years. A majority of patients were operated on with a posterior approach (312 950, 97%) and surgical devices were implanted in 76 911 patients (24%). The mean length of stay was 5.8 days (standard deviation: 4.1 days).

Table 1 Characteristics of the cohort patients (N = 323 737)

	No. (%)
Female gender	157 477 (48.6)
Age*	52.9 (15.5)
Preoperative drug use†	
Oral contraception	10 241 (3.3)
Antidepressants	50 391 (15.6)
Painkillers	349 849 (84.4)
Opioids	210 440 (65.0)
Comorbidities	
Previous VTE	3135 (1.0)
Cardiovascular disease	23 243 (10.3)
High blood pressure	53 162 (16.4)
Diabetes mellitus	18 341 (5.7)
Obesity	24 810 (7.7)
Chronic respiratory disease	16 538 (5.1)
Renal disease	2854 (0.9)
Cancer	30 887 (9.5)
Active cancer	21 980 (6.8)
Severe paralysis	3994 (1.2)
Other severe neurological disorder	4196 (1.3)
Psychiatric disease	47 752 (14.8)
Surgical devices	76 911 (23.8)
Osteosynthesis devices	71 700 (22.2)
Pedicular screws	62 056 (19.2)
Other osteosynthesis devices	62 978 (19.5)
Interbody fusion cage	36 392 (11.2)
Total disk prosthesis	1835 (0.6)
Quantity of pedicular screws	
1–3	4285 (1.3)
4–5	31 832 (9.8)
6–9	19 991 (6.2)
≥ 10	5948 (1.8)
Surgical approach	
Posterior	312 950 (96.7)
Anterior	9461 (2.92)
Combined	1326 (0.4)
Vertebral fracture	7620 (2.4)
Spinal deformity longer than five vertebrae	3454 (1.1)

VTE, venous thromboembolism. *Mean (standard deviation 95%). †At least one reimbursement during the 3 months before the intervention.

Events

We observed 2942 events (0.91%): 1911 cases of deep vein thrombosis (DVT) of the lower limb, 816 cases of pulmonary embolism, and 215 combined events.

Censored patients included 49 184 with new surgical interventions and 2400 who died without VTE being mentioned. Among the 2608 deceased patients, 208 died following VTE, representing 7.1% of patients having experienced an event (versus 0.8% of patients not having experienced an event, $P < 0.001$).

Most (1913, 65%) of the events occurred within the first month (median, 12 days; Q1–Q3, 5–72), and more than half (1574, 54%) occurred during the initial stay. A survival curve is shown in Fig. 2.

Risk factors for postoperative VTE

Patient-related factors associated with an increased risk were age, previous history of VTE, cancer, cardiovascular or respiratory disease, HBP, diabetes, obesity, renal disease, paralysis, and psychiatric disease. All surgical factors studied were also associated with VTE risk (Table 2).

The multivariate analysis (Table 3; Table S3) showed associations with nine patient-related variables: age

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

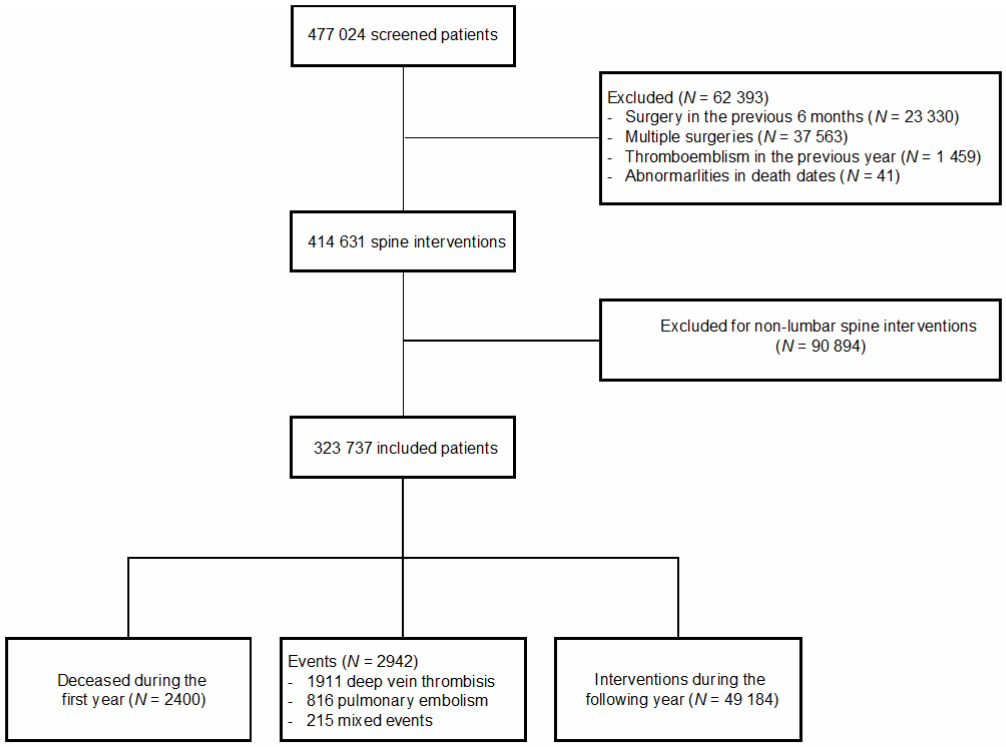


Fig. 1. Flowchart of the study.

(increased risk of 4% per year, 95% confidence interval [CI] 3.8–4.3), obesity (hazard ratio [HR] 1.32, 95% CI 1.18–1.46), active cancer (HR 1.65, 95% CI 1.5–1.82), previous thromboembolism (HR 5.41, 95% CI 4.74–6.17), severe paralysis (HR 1.47, 95% CI 1.17–1.84), renal disease (HR 1.28, 95% CI 1.04–1.6), psychiatric disease (HR 1.21, 95% CI 1.1–1.32), and the use of oral antidepressants or contraceptives. Regarding surgical procedure, the risk was increased in the event of surgery for scoliosis (HR 3.61, 95% CI 2.96–4.4), the implantation of pedicular screws with a 'dose-effect' association (40% increased risk for 1–5 screws, 69% increased risk for 6–9 screws, and 117% increased risk for > 10 screws), and in the event of an anterior approach (HR 1.97, 95% CI 1.6–2.43) or a combined approach (HR 2.03, 95% CI 1.44–2.84).

Stratified analysis by instrumentation status (instrumented versus non-instrumented surgery) revealed no major effect modification or confounding (Tables S4 and S5). There were no significant changes in association estimates when a Fine–Gray model was used (not shown). The sensitivity analysis with pulmonary embolism produced similar results (Table S6).

Role of VTE prophylaxis

The role of VTE prophylaxis was analysed in a subgroup of 188 713 patients, in which 356 events occurred (the flowchart of this study is shown in Fig. S1). Totals of 35 391 (19%) and 2881 (1.5%) patients were found to have received heparin within 5 days and 2 days of discharge from hospital, respectively. Adjusted HRs associated with heparin prophylaxis ranged from 0.20 (all events, delivery within 2 days) to 0.89 (all events, delivery within 5 days), but the reduction in risk was not statistically significant, owing to a lack of power (Table S7). A stratified analysis by instrumentation status was uninformative, owing to a lack of power.

Discussion

In this real-life national cohort study, the incidence of thromboembolic events after LBS was found to be 0.91% at 1 year, with an increased risk in the event of implanted surgical devices, and complex surgery or an anterior approach. These findings were stable across the

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

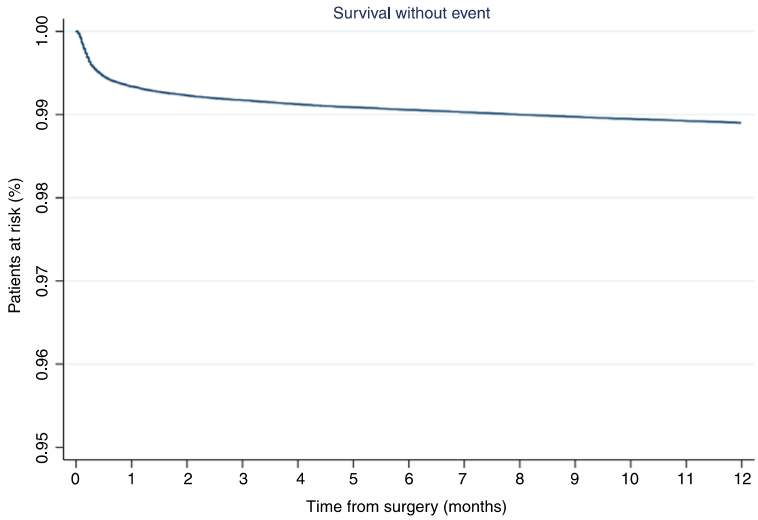


Fig. 2. Kaplan–Meier curve of event-free survival.

assessments of VTE, and were strengthened by multiple adjustments.

Previous studies have only incompletely evaluated thromboembolic risk after spinal surgery. Most of them were case series with various types of surgical procedures, prophylactic measures, and methods for event diagnosis. This has resulted in a wide range of observed incidence rates. In the absence of pharmaceutical prophylaxis, Yoshioka *et al.* showed an incidence of 8.3% in a cohort of patients undergoing surgery with systematic DVT screening, whereas Nicol *et al.* showed a 0.29% incidence of symptomatic events in a Scottish register after elective lumbar surgery [20,21]. The results of population-based studies are more relevant for comparison with the present study. In two surgical declarative national registers, dedicated to postoperative follow-up and assessment of complications (American College of Surgeon and Scoliosis Research Society), the authors observed a similar incidence of 1% VTE after spinal surgery [7,22]. Finally, in the most similar study in terms of methods, Schairer *et al.* found a VTE incidence of 1.37% after spinal surgery in a bi-regional study in the USA [8]. The findings of these three studies are close to those of the present study, and classify spinal surgery as having a medium risk, in contrast to the high risk associated with lower-limb arthroplasty and some neurosurgical procedures [23].

This study found early occurrence of VTE, with a median time to onset of 12 days. Bohl *et al.* and De la Garza Ramos *et al.* obtained similar results, with medians of 5 days and 4 days for pulmonary embolism, and 10.5 days and 12 days for DVT, respectively [24,25]. This is also close to other observations made for orthopedic surgery: a median of 3 days for pulmonary embolism after lower-limb arthroplasty, and 50% of thromboembolic events in the first 7 days after total shoulder arthroplasty [26,27].

Two categories of independent risk factors for VTE were specified in this study.

First, several patient-related risk factors that have been widely studied and published were confirmed. Age, gender, immobility and palsy have been identified as major risk factors in both non-operated and operated patients [4,28,29]. The presence of cancer is known to increase VTE risk by up to 12-fold [30,31]. A previous history of VTE was an independent risk factor after elective lower-limb surgery in a study by Fuji *et al.*, or after elective cranial surgery in a study by Smith *et al.* [32,33]. Cardiac failure, respiratory disorders and renal diseases have been associated with an increased VTE risk after hip or knee arthroplasty [5,28]. Renal diseases (mostly with impaired renal function) may also have prevented the use of low molecular weight heparins which are contraindicated in this context. Diabetes mellitus has less impact. Zhang *et al.* observed no association after lower-limb arthroplasty, whereas Dattani *et al.* found an increase in VTE in diabetic patients after shoulder surgery [28,34]. Obesity is a limited risk factor, with a weight–size effect [4,35]. Finally, psychiatric illness and, particularly, bipolar disorders or schizophrenia are known risk factors for VTE, with an increased risk in the event of antipsychotic treatment [36,37]. The authors explain this association by a

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

Table 2 Univariate analysis with the Cox proportional hazard model

	HR (95% CI)	*P*
Female gender	1.44 (1.33–1.55)	< 0.0001
Age	1.05 (1.04–1.05)	< 0.0001
Preoperative drug use*		
Oral contraception	0.62 (0.49–0.80)	< 0.0001
Antidepressants	1.56 (1.43–1.70)	< 0.0001
Painkillers	1.09 (0.97–1.21)	0.15
Opioids	0.92 (0.86–0.99)	0.04
Comorbidities		
Previous VTE	10.74 (9.47–12.2)	< 0.0001
Cardiovascular disease	2.31 (1.86–2.25)	< 0.0001
High blood pressure	2.66 (2.47–2.88)	< 0.0001
Diabetes mellitus	2.03 (1.81–2.28)	< 0.0001
Obesity	2.13 (1.93–2.36)	< 0.0001
Chronic respiratory disease	2.10 (1.86–2.37)	< 0.0001
Renal disease	3.70 (3.00–4.57)	< 0.0001
Cancer	2.64 (2.42–2.88)	< 0.0001
Active cancer	2.96 (2.69–3.26)	< 0.0001
Severe paralysis	2.30 (1.84–2.88)	< 0.0001
Other severe neurological disorder	2.08 (1.67–2.62)	< 0.0001
Psychiatric disease	1.69 (1.55–1.84)	< 0.0001
Vertebral fracture	2.73 (2.35–3.18)	< 0.0001
Spinal deformity longer than five vertebrae	3.61 (2.96–4.4)	< 0.0001
Surgical devices	2.02 (1.88–2.17)	< 0.0001
Osteosynthesis devices	2.09 (1.94–2.25)	< 0.0001
Pedicular screws	2.00 (1.85–2.17)	< 0.0001
Other osteosynthesis devices	2.14 (1.97–2.31)	< 0.0001
Interbody fusion cage	1.27 (1.14–1.41)	< 0.0001
Total disk prosthesis	0.90 (0.54–1.49)	0.67
Quantity of pedicular screws		
0	1	< 0.001
1–3	1.61 (1.22–2.12)	< 0.0001
4–5	1.59 (1.42–1.77)	
6–9	2.22 (1.97–2.49)	
≥ 10	3.92 (3.34–4.59)	
Surgical approach		
Posterior	1	< 0.0001
Anterior	1.21 (0.99–1.48)	
Combined	3.00 (2.15–4.20)	

CI, confidence interval; HR, hazard ratio; VTE, venous thromboembolism. *At least one reimbursement during the 3 months before the intervention.

Table 3 Multivariate analysis with the Cox proportional hazard model: final model

	HR (95% CI)	*P*
Age	1.04 (1.04–1.04)	< 0.001
Obesity	1.32 (1.18–1.46)	< 0.001
Active cancer	1.65 (1.50–1.82)	< 0.001
Severe paralysis	1.47 (1.17–1.84)	0.001
Psychiatric disease	1.21 (1.10–1.32)	< 0.001
Renal disease	1.28 (1.04–1.60)	0.02
Past thromboembolism	5.41 (4.74–6.17)	< 0.001
Oral antidepressant use*	1.13 (1.03–1.24)	0.007
Oral contraceptive use*	1.56 (1.19–2.03)	0.001
Vertebral fracture	2.20 (1.88–2.58)	< 0.001
Spinal deformity longer than five vertebrae	1.48 (1.15–1.89)	0.002
Quantity of pedicular screws		
0	1	< 0.001
1–3	1.42 (1.07–1.89)	
4–5	1.38 (1.23–1.56)	
6–9	1.69 (1.49–1.90)	
≥ 10	2.17 (1.77–2.64)	
Surgical approach		
Posterior	1	< 0.001
Anterior	1.97 (1.60–2.43)	
Combined	2.03 (1.44–2.84)	

CI, confidence interval; HR, hazard ratio. *At least one reimbursement during the 3 months before the intervention.

combination of biological effects (hyperprolactinemia and antiphospholipid syndrome) and behavioral modifications, with reduced locomotion and dynamism [38]. There is no evidence in the literature on the association between VTE and antidepressant drugs. In the context of this study, it is highly likely that those treatments were given partly to treat pain in disabled patients, inducing confusion and restricted mobility. Our study showed that all of these risk factors are independently associated with a higher risk of postoperative VTE, with strong associations in the event of previous VTE, in relation to age, and in the presence of cancer.

Second, this study shows evidence of a clear and 'dose–response' association between VTE risk and the level of invasiveness of the surgery, reflected by the number of surgical devices. Implantation of any surgical devices carries a VTE risk of 67%, and a strong 'dose–effect' relationship was found for implanted pedicular screws. Pedicular screws are the most commonly used implants for osteosynthesis of the spine, and one or two are implanted per vertebra. Their number accurately represents the number of vertebrae operated on, as well as the surgical complexity. Similarly, patients operated on for long spinal deformities were found to have an independent, more than three-fold increased VTE risk. Such relationships with VTE had already observed by Schairer *et al.* in 2014 [8]. These authors showed an increase in VTE risk in cases with an increased number of vertebrae involved in spinal fusion, and a higher VTE risk in the event of implant-related complications. Finally, a two-fold increased VTE risk was found in the event of an anterior approach in LBS. The risk of blood vessel injury during such procedures has been described; however, only a few studies have shown an increased VTE risk [39,40]. Villavicencio *et al.* observed a higher risk of pulmonary embolism after anterior lumbar fusion (versus posterior), whereas Qureshi *et al.* found an increased DVT risk with an anterior versus a posterior approach [41,42].

Finally, we observed that 7% of patients died after the occurrence of an event. No information was available on the causes of death, but the incidence of fatal VTE has already been evaluated as being similar to or higher than this [2,3] (this rate is probably substantially underestimated, as indicated by a recent autopsy study [43]).

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

The main strength of this study is the comprehensiveness and representativeness of the database, recording the real-life treatment of almost 80% of the patients undergoing spinal surgery in France. A further strength concerns the discharge diagnoses and procedure codes that are used to calculate payments for inpatient care, which are subject to both internal and external quality control procedures. The number of patients enabled us to apply rigorous rules for inclusion, in order to avoid confounding bias resulting from other medical events. Detailed data were used to specifically explore the impact of surgical procedures and implants adjusted on patient-related variables. Finally, the nature of the database containing systematic local recordings allowed us to conduct a 'real-life study' with independent assessment of the data.

However, this study had several limitations. First, the SNIIRAM is a medical and administrative database, in which the information recorded is used to pay care providers. Thus, there is a potential for misclassification of exposures and outcomes. In particular, it is possible that both coding procedures and medical events during hospitalizations had been affected by economic constraints (that is, there is a incentive to use the codes generating the most income). Thus, we chose to group patients in broad surgical categories (which prevented us from making an accurate analysis of the various posterior procedures). Second, we had no information on mechanical prophylaxis and drug consumption during the hospital stays. This prevented accurate analysis of the impact of drug prophylaxis for all patients. Our subgroup analysis had too little power to show a preventive effect.

In conclusion, this real-life national study showed a VTE risk of 1% after LBS. This risk is medium and is widely modulated by several easily identifiable risk factors (age, obesity, previous VTE, active cancer, paralysis, renal or psychiatric disease, use of antidepressant or contraceptive drugs, vertebral fracture, implantation of surgical devices, and surgery for spine deformity with the anterior approach). The surgical community should be aware of this heterogeneity, and adapt prevention according to patients and to the procedure, reducing avoidable risk factors (obesity, and use of antidepressants and contraceptive drugs) and using drug prophylaxis in the event of a high risk being present. A 3% cut-off is frequently used in orthopedics, and could be adopted to decide on whether or not prophylaxis should be given. However, randomized controlled trials are necessary to further document its efficiency, especially in low-risk cases.

Addendum

J. Coste and M. Zureik planned the study and supervised the analyses. B. Bouyer planned the study, performed the analyses, and drafted the manuscript. A. Rudnichi extracted data from the SNIIRAM databases. All authors contributed to the interpretation of results and revision of the paper, and approved the final manuscript.

Acknowledgements

This study was funded by the French National Agency for Medicines and Health Products Safety (ANSM). The funding institutions played no role in the analysis and provided no editorial input to the paper. The present paper represents the opinions of the authors and does not necessarily reflect the position of their employers.

Disclosure of Conflict of Interests

The authors state that they have no conflict of interest.

Supporting Information

Additional supporting information may be found online in the Supporting Information section at the end of the article.

Fig. S1. Flowchart of the study of the tole of VTE prophylaxis.
Table S1. Codes for patient screening and inclusion.
Table S2. ICD-10 codes for comorbidities.
Table S3. Full multivariate model including all factors listed in Table 2.
Table S4. Univariate analysis using the Cox proportional hazard model in patients without implants.
Table S5. Univariate analysis using the Cox proportional hazard model in patients with implants.
Table S6. Sensitivity analysis with pulmonary embolism as event. Multivariate analysis using the Cox proportional hazard model. Final model.
Table S7. Analysis of the role of chemical prophylaxis: hazard ratios with 95% confidence intervals.

References

1 Zhan C, Miller MR. Excess length of stay, charges, and mortality attributable to medical injuries during hospitalization. *JAMA* 2003; **290**: 1868–74.
2 Meyer G, Roy P-M, Gilberg S, Perrier A. Pulmonary embolism. *BMJ* 2010; **340**: c1421.
3 Anderson FA, Wheeler HB, Goldberg RJ, Hosmer DW, Patwardhan NA, Jovanovic B, Forcier A, Dalen JE. A population-based perspective of the hospital incidence and case-fatality rates of deep vein thrombosis and pulmonary embolism. The Worcester DVT Study. *Arch Intern Med* 1991; **151**: 933–8.
4 Anderson FA, Spencer FA. Risk factors for venous thromboembolism. *Circulation* 2003; **107**: I-9–I-16.
5 Samama C-M, Gafsou B, Jeandel T, Laporte S, Steib A, Marret E, Albaladejo P, Mismetti P, Rosencher N; French Society of Anaesthesia and Intensive Care. French Society of Anaesthesia and Intensive Care. Guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis. Update 2011. Short text. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011; **30**: 947–51.

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

6 Glotzbecker MP, Bono CM, Wood KB, Harris MB. Thromboembolic disease in spinal surgery: a systematic review. *Spine* 2009; **34**: 291–303.
7 Smith JS, Fu K-MG, Polly DW Jr, Sansur CA, Berven SH, Broadstone PA, Choma TJ, Goytan MJ, Noordeen HH, Knapp DRJr, Hart RA, Donaldson WF 3rd, Perra JH, Boachie-Adjei O, Shaffrey CI. Complication rates of three common spine procedures and rates of thromboembolism following spine surgery based on 108,419 procedures: a report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine* 2010; **35**: 2140–9.
8 Schairer WW, Pedtke AC, Hu SS. Venous thromboembolism after spine surgery. *Spine* 2014; **39**: 911–18.
9 Sansone JM, del Rio AM, Anderson PA. The prevalence of and specific risk factors for venous thromboembolic disease following elective spine surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2010; **92**: 304–13.
10 Gould MK, Garcia DA, Wren SM, Karanicolas PJ, Arcelus JI, Heit JA, Samama CM. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2012; **141**(2 Suppl): e227S–77S.
11 Faraoni D, Comes RF, Geerts W, Wiles MD. ESA VTE Guidelines Task Force. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: neurosurgery. *Eur J Anaesthesiol* 2018; **35**: 90–5.
12 Deyo RA. Fusion surgery for lumbar degenerative disc disease: still more questions than answers. *Spine J* 2015; **15**: 272–4.
13 Yoshihara H, Yoneoka D. National trends in the surgical treatment for lumbar degenerative disc disease: United States, 2000 to 2009. *Spine J* 2015; **15**: 265–71.
14 Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, Maura G, Caillol H, Tajahmady A, Coste J, Gissot C, Weill A, Fagot-Campagna A. Value of a national administrative database to guide public decisions: from the système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the système national des données de santé (SNDS) in France. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2017; **65** (Suppl. 4): S149–67.
15 Beziz D, Colas S, Collin C, Dray-Spira R, Zureik M. Association between exposure to benzodiazepines and related drugs and survivorship of total hip replacement in arthritis: a population-based cohort study of 246,940 patients. *PLoS ONE* 2016; **11**: e0155783.
16 Colas S, Allalou A, Poichotte A, Piriou P, Dray-Spira R, Zureik M. Exchangeable femoral neck (dual-modular) THA prostheses have poorer survivorship than other designs: a nationwide cohort of 324,108 patients. *Clin Orthop* 2017; **475**: 2046–59.
17 Colas S, Collin C, Piriou P, Zureik M. Association between total hip replacement characteristics and 3-year prosthetic survivorship: a population-based study. *JAMA Surg* 2015; **150**: 979–88.
18 Bouillon K, Bertrand M, Bader G, Lucot JP, Dray-Spira R, Zureik M. Association of hysteroscopic vs laparoscopic sterilization with procedural, gynecological, and medical outcomes. *JAMA* 2018; **319**: 375–87.
19 Weill A, Dalichampt M, Raguideau F, Ricordeau P, Blotière PO, Rudant J, Alla F, Zureik M. Low dose oestrogen combined oral contraception and risk of pulmonary embolism, stroke, and myocardial infarction in five million French women: cohort study. *BMJ* 2016; **353**: i2002.
20 Yoshioka K, Murakami H, Demura S, Kato S, Tsuchiya H. Prevalence and risk factors for development of venous thromboembolism after degenerative spinal surgery. *Spine* 2015; **40**: E301–6.
21 Nicol M, Sun Y, Craig N, Wardlaw D. Incidence of thromboembolic complications in lumbar spinal surgery in 1,111 patients. *Eur Spine J* 2009; **18**: 1548–52.
22 Sebastian AS, Currier BL, Kakar S, Nguyen EC, Wagie AE, Habermann ES, Nassr A. Risk factors for venous thromboembolism following thoracolumbar surgery: analysis of 43,777 patients from the American College of Surgeons national surgical quality improvement program 2005 to 2012. *Glob Spine J* 2016; **6**: 738–43.
23 Agnelli G. Prevention of venous thromboembolism in surgical patients. *Circulation* 2004; **110**: IV4–12.
24 Bohl DD, Webb ML, Lukasiewicz AM, Samuel AM, Basques BA, Ahn J, Singh K, Vaccaro AR, Grauer JN. Timing of complications after spinal fusion surgery. *Spine* 2015; **40**: 1527–35.
25 De la Garza Ramos R, Goodwin CR, Passias PG, Neuman BJ, Kebaish KM, Lafage V, Schwab F, Sciubba DM. Timing of complications occurring within 30 days after adult spinal deformity surgery. *Spine Deform* 2017; **5**: 145–50.
26 Bohl DD, Ondeck NT, Basques BA, Levine BR, Grauer JN. What is the timing of general health adverse events that occur after total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res* 2017; **475**: 2952–9.
27 Lovy AJ, Keswani A, Beck C, Dowdell JE, Parsons BO. Risk factors for and timing of adverse events after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2017; **26**: 1003–10.
28 Zhang J, Chen Z, Zheng J, Breusch SJ, Tian J. Risk factors for venous thromboembolism after total hip and total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015; **135**: 759–72.
29 Wang T, Yang SD, Huang WZ, Liu FY, Wang H, Ding WY. Factors predicting venous thromboembolism after spine surgery. *Medicine (Baltimore)* 2016; **95**: e5776.
30 Khorana AA, Dalal M, Lin J, Connolly GC. Incidence and predictors of venous thromboembolism (VTE) among ambulatory high-risk cancer patients undergoing chemotherapy in the United States. *Cancer* 2013; **119**: 648–55.
31 Clagett GP, Reisch JS. Prevention of venous thromboembolism in general surgical patients. Results of meta-analysis. *Ann Surg* 1988; **208**: 227–40.
32 Smith TR, Nanney AD 3rd, Lall RR, Graham RB, McClendon J Jr, Lall RR, Adel JG, Zakarija A, Cote DJ, Chandler JP. Development of venous thromboembolism (VTE) in patients undergoing surgery for brain tumors: results from a single center over a 10 year period. *J Clin Neurosci* 2015; **22**: 519–25.
33 Fuji T, Akagi M, Abe Y, Oda E, Matsubayashi D, Ota K, Kobayashi M, Matsushita Y, Kaburagi J, Ibusuki K, Takita A, Iwashita M, Yamaguchi T. Incidence of venous thromboembolism and bleeding events in patients with lower extremity orthopedic surgery: a retrospective analysis of a Japanese healthcare database. *J Orthop Surg* 2017; **12**: 55.
34 Dattani R, Smith CD, Patel VR. The venous thromboembolic complications of shoulder and elbow surgery: a systematic review. *Bone Jt J* 2013; **95-B**: 70–4.
35 Heit JA, Spencer FA, White RH. The epidemiology of venous thromboembolism. *J Thromb Thrombolysis* 2016; **41**: 3–14.
36 Strudsholm U, Johannessen L, Foldager L, Munk-Jørgensen P. Increased risk for pulmonary embolism in patients with bipolar disorder. *Bipolar Disord* 2005; **7**: 77–81.
37 Zornberg GL, Jick H. Antipsychotic drug use and risk of first-time idiopathic venous thromboembolism: a case-control study. *Lancet* 2000; **356**: 1219–23.
38 Malý R, Masopust J, Hosák L, Konupcíková K. Assessment of risk of venous thromboembolism and its possible prevention in psychiatric patients. *Psychiatry Clin Neurosci* 2008; **62**: 3–8.

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France

39 Wood KB, DeVine J, Fischer D, Dettori JR, Janssen M. Vascular injury in elective anterior lumbosacral surgery. *Spine* 2010; **35**: S66–75.
40 Kulkarni SS, Lowery GL, Ross RE, Ravi Sankar K, Lykomitros V. Arterial complications following anterior lumbar interbody fusion: report of eight cases. *Eur Spine J* 2003; **12**: 48–54.
41 Villavicencio AT, Burneikiene S, Bulsara KR, Thramann JJ. Perioperative complications in transforaminal lumbar interbody fusion versus anterior–posterior reconstruction for lumbar disc degeneration and instability. *J Spinal Disord* 2006; **19**: 92–7.
42 Qureshi R, Puvanesarajah V, Jain A, Shimer AL, Shen FH, Hassanzadeh H. A comparison of anterior and posterior lumbar interbody fusions – complications, readmissions, discharge dispositions and costs. *Spine* 2017; **42**: 1865–70.
43 Saber I, Thames E, Beckman M, Reyes N, Grant A, Ortel TL. Autopsy-proven venous thromboembolism (VTE): incidence and characteristics of patients correlated with clinical management prior to death. *Blood* 2014; **124**: 4257.

© 2018 International Society on Thrombosis and Haemostasis

Résumés

Titre : Utilisation des bases de données médico-administratives pour la recherche clinique et épidémiologique en orthopédie

Mots clés : Orthopédie, santé publique, bases de données médico-administratives

Résumé Le Système National des Données de Santé comprend des données portant sur l'ensemble des activités de soins en France (soins de ville, séjour hospitalier, prestations sociales en lien avec la maladie), auxquelles doivent être notamment associées des données de mortalité (causes de décès, en cours) et sur le handicap (à terme).De multiples travaux ont déjà montré l'intérêt de l'analyse de ces données à des fins de recherche, dans des domaines variés (études épidémiologiques de pathologies ou de groupes de patients, évaluation de produits de santé ou études médico-économiques)
L'application à des fins de recherche en orthopédie est assez récente. Cette discipline chirurgicale présente des spécificités en termes de données que nous avons développées dans la première partie de ce travail, en particulier concernant les dispositifs médicaux utilisés.
L'analyse détaillée a montré des spécificités par site fracturaire et par sexe avec pour tous les groupes une importante augmentation de l'incidence avec l'âge. La troisième partie de cette thèse est consacrée à l'analyse du risque thrombo-embolique après chirurgie rachidienne. L'analyse de données individuelles détaillées a permis de montrer que le risque (de près 1% en population générale) était largement modulé par des facteurs liés aux patients et aux actes réalisés.
Le Système National des Données de Santé offre comme nous le montrons dans cette thèse de vastes opportunités pour la recherche en orthopédie. Des travaux préparatoires, notamment dans le domaine de la fiabilisation des mesures d'efficacité, sont encore nécessaires pour répondre à certaines questions.

Title : Use of medico-administrative databases for clinical and epidemiological research in orthopedics

Keywords : orthopedics, public health, medico-administrative databases

Abstract : The National Health Data System includes data on all health care activities in France (outpatient care, hospital stay and social benefits related to diseases), which should be associated with mortality (causes of deaths, ongoing) and disability data (in the middle term). Many studies have already shown the interest of the analysis of these data for research purposes, in various fields (epidemiological studies of pathologies or groups of patients, evaluation of health products or medico-economic studies)
The application for orthopedic research purposes is fairly recent. This surgical discipline has specificities in terms of data that we have exposed in the first part of this work; especially with regard to medical devices. The knowledge of these data made it possible to carry out an assessment of the national burden caused by fractures in France.
More than 562,000 events were identified in 2016 for 1% of the adult population and nearly 12,000 (2%) were followed by early deaths. The detailed analysis showed specificities by fracture site and by sex with a significant increase of incidence with age for all groups.
The third part of this work is devoted to the analysis of thromboembolic risk after spinal surgery. Analysis of detailed individual data has shown an intermediate risk (close to 1% in the general population) largely modulated by factors related to patients and surgical procedures performed.
The National System of Health Data allows, as we show in this thesis, vast opportunities for research in orthopedics. Preparatory works, particularly in the field of the reliability of measures of efficacity of treatments are still needed to answer certain questions