Évolution des impacts maxillo-faciaux dans les accidents de voiture en Europe, des années 1970 à nos jours

Bastien Peron

▶ **To cite this version:**

Bastien Peron. Évolution des impacts maxillo-faciaux dans les accidents de voiture en Europe, des années 1970 à nos jours. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. ⟨dumas-03793669⟩

HAL Id: dumas-03793669

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03793669v1

Submitted on 1 Oct 2022

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

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

Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Université de Bretagne Occidentale

THÈSE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Année : 2022

Thèse N°: 29025

Évolution des impacts maxillo-faciaux dans les accidents de voiture en Europe, des années 1970 à nos jours.

Présentée par

BASTIEN PERON

Né le 17 / 03 / 1997 à Morlaix

Thèse soutenue le 22/09/2022

Devant le jury composé de :

Pr BOISRAMÉ Sylvie,
Présidente de jury
Directrice de thèse
PU-PH

Dr CHEVALIER-HERISSET Valérie
Assesseur
MCU-PH

Dr VALLAEYS Karen
Assesseur
MCU-PH

Dr GENEST-BEUCHER Sébastien
Assesseur
AHU

Pr MARIANOWSKI Rémi
Invité
PU-PH

Dr LETOUX Guy
Invité
MCU-PH

Mr ARENES Christopher
Invité

FACULTÉ D'ODONTOLOGIE

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

-=-=-=-=-=-=-=-=-

PRÉSIDENT	**Monsieur Matthieu GALLOU**
DIRECTEUR GÉNÉRAL DES SERVICES	**Madame Brigitte BONIN**

CORPS PROFESSORAL DE L'U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE BREST

Année Universitaire 2022-2023

-=-=-=-=-=-=-=-=-=-

DOYEN Monsieur Reza ARBAB-CHIRANI

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

S57 Parodontologie	Monsieur Hervé BOUTIGNY-VELLA
S57 Chirurgie Orale	Madame Sylvie BOISRAME
S57 Biologie Orale	Monsieur Jacques-Olivier PERS
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Monsieur Reza ARBAB-CHIRANI

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

S56 Odontologie Pédiatrique	Monsieur Hervé FORAY
S56 Odontologie Pédiatrique	Madame Frédérique d'ARBONNEAU
S56 Prévention, Epidémiologie, Economie Santé, Odonto légale	Monsieur Bertrand PIVER
S57 Biologie Orale	Monsieur Jean-Éric ALARD
S57 Biologie Orale	Madame Laëtitia LE POTTIER
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Valérie CHEVALIER-HERISSET
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Karen VALLAEYS
S58 Prothèses	Monsieur Vincent JARDEL
S58 Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux	Madame Céline BODERE
S58 Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux	Madame Anaïs BONNABESSE

MAITRE DE CONFÉRENCES ASSOCIÉ

S56 Odontologie Pédiatrique	Madame Charlotte GOUEDARD

CHEF DE CLINIQUE DES UNIVERSITÉS

S56 Prévention, Epidémiologie, Economie Santé, Odonto légale	Monsieur Kevin-John FOUILLEN
S57 Chirurgie Orale	Monsieur Sébastien GENEST-BEUCHER
S57 Parodontologie	Madame Camille FRAMERY
S58 Dentisterie Restauratrice, Endodontie	Madame Fanny BERBEL
S58 Prothèses	Madame Coralie BURLE
S58 Prothèses	Madame Camille BOSSARD
S58 Prothèses	Madame Lorraine CLAPPE

ASSISTANTS ASSOCIES

S56 Odontologie pédiatrique	Madame Caroline DARBIN-LUXCEY
S57 Parodontologie	Madame Gwenola FERREC
S58 Prothèses	Monsieur Damien ROUSSEL

Remerciements

À notre directrice de thèse

Madame le Professeur Sylvie BOISRAMÉ

Docteur en Chirurgie Dentaire

Professeur des universités

UFR d'odontologie, Université de Bretagne Occidentale, Brest

Merci de m'avoir permis de réaliser ce travail, merci pour votre temps, votre patience et vos conseils durant la préparation de celui-ci et tout au long de mes études. Je tiens à vous remercier également de m'avoir transmis votre intérêt pour la chirurgie orale. J'admire vos connaissances et compétences dans cette profession ainsi que vos qualités d'enseignante. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de la grande estime que j'ai pour vous.

À notre jury de thèse

Madame le Docteur Karen VALLAEYS

Docteur en Chirurgie Dentaire

Université de Bretagne Occidentale, Brest

Merci pour vos enseignements et votre gentillesse pendant toutes ces années universitaires. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

A notre jury de thèse

Madame le Docteur Valérie CHEVALIER-HERISSET

Docteur en Chirurgie Dentaire

Université de Bretagne Occidentale, Brest

Merci pour votre écoute, vos conseils et votre temps durant nos études. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

À notre jury de thèse

Monsieur le Docteur Sébastien GENEST-BEUCHER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Université de Bretagne Occidentale, Brest

Merci pour vos conseils en chirurgie orale et en traumatologie faciale ainsi que pour la qualité de vos enseignements. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

À notre jury de thèse

Monsieur le Professeur Rémi MARIANOWSKI

Docteur en oto-rhino-laryngologie

Professeur des universités

Université de Bretagne Occidentale, Brest

Merci pour votre rigueur et votre disponibilité. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

À notre jury de thèse

Monsieur le Docteur Guy LETOUX

Docteur en Chirurgie Dentaire

Merci pour votre temps et vos conseils en chirurgie orale et en traumatologie. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

À notre jury de thèse

Monsieur Christopher ARENES

Responsable de la mission sécurité routière

Coordinateur sécurité routière

Cabinet du préfet / Direction des sécurités

Merci pour votre temps et disponibilité. C'est un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de toute notre reconnaissance.

Évolution des impacts maxillo-faciaux dans les accidents de voiture en Europe, des années 1970 à nos jours.

PLAN

Page

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX **14**

INTRODUCTION **16**

1. MATERIEL ET METHODES **20**

1.1 Stratégie de recherche **20**

1.2 Sélection des études **20**

1.3 Extraction des informations **20**

1.4 Résultats de la recherche **20**

1.5 Caractéristiques des études **21**

2. RÉSULTATS **23**

2.1 Épidémiologie des accidents dans le monde, en Europe et en France **23**

2.2 Mortalité des traumatismes **23**

2.3 Facteurs de risque des lésions maxillofaciales **24**

2.3.1 Sexe 24
2.3.2 Variabilité au sein des pays d'Europe 24
2.3.3 Statut socio-économique 25
2.3.4 Âge 25
2.3.5 Alcool et Stupéfiants 26
2.3.6 Types de route 27

2.4 Type de lésions **27**

2.4.1 Lésions dentoalvéolaires 27
2.4.2 Fractures alvéolaires 29

2.4.3 Fractures maxillaires et autres de la face 29
2.4.4 Fractures mandibulaires 33

2.5 Dispositifs de sécurité 37

2.5.1 Système de points sur les permis 37
2.5.2 Ceinture de sécurité 38
2.5.3 Airbags 41

3. DISCUSSION 43

CONCLUSION ET PERSPECTIVES 48

BIBLIOGRAPHIE 50

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Les poutres et les piliers de la face

Figure 2 : Les différentes fractures de Lefort

Figure 3 : Lacérations causés par la traversée de la tête d'une victime à travers le pare-brise

Figure 4 : Organigramme de la méthodologie appliquée lors de la sélection des études et articles scientifiques, incluant les mots clefs en lien avec les accidents de voiture et les traumatismes maxillo-faciaux.

Figure 5 : Causes d'accidents mortels en France selon l'âge des auteurs présumés responsables de ces accidents sur les années 2018, 2019 et 2020 sur les routes hors agglomération

Figure 6 : Proportion de la population, des décès dus aux accidents de la route, et des véhicules à moteur immatriculés par catégorie de revenu, chiffres de 2018.

Figure 7 : Crochet de Ginestet (à gauche), et Crochet levier de Kilner (à droite).

Figure 8 : 3D CT scan et photographies de la patiente de l'étude de Barca *et al*, 2021.

Figure 9 : Plaques d'ostéosynthèse et vis (à gauche), Arc de Dautrey (à droite).

Figure 10 : Taux d'utilisation de la ceinture de sécurité de l'étude de Youkhana *et al,* 2019, par tranche d'âge.

Figure 11 : Comparaison entre le taux d'utilisation de la ceinture de sécurité, et le pourcentage de fractures sévères.

Figure 12 : Relation entre accidents de la route, et agressions, comme cause de fractures faciales en Suède.

Figure 13 : Mécanismes des blessures provoquées par le déploiement d'airbags.

Figure 14 : Mesures de sécurité routière mises en place en France depuis les années 1970 et leurs répercussions sur le nombre de tués sur les routes françaises par année.

Tableau 1 : Classement des articles retenus selon le/les pays d'origines des auteurs

Tableau 2 : Part des différents moyens de transport présents sur le réseau routier français, et leurs parts de mortalité respectifs, en 2020.

Tableau 3 : Répartition des différents types de route en France, en 2004 et la part du traffic associé à celles-ci, ainsi que la part d'accidents et des tués sur chacune d'entre elles.

Tableau 4 : Répartition des sites de fractures de l'étude de Peltola *et al,* 2018.

Tableau 5 : Description et présentation des principaux résultats des études retenues analysant les fractures mandibulaires chez l'adulte.

Tableau 6 : Répartition des blessures maxillofaciales avant et après la loi irlandaise de 2002 réprimandant les excès de vitesse dans l'étude de Hussain *et al*, 2006.

INTRODUCTION

Comme la plupart des grandes avancées de l'humanité, l'invention de l'automobile en 1769 par Joseph Cugnot, ingénieur militaire français, a fait apparaitre un grand nombre de nouveaux traumatismes, ce qui a pu contribuer au progrès de la science et de la médecine.

Depuis le Fardier à vapeur de Monsieur Cugnot, les ingénieurs du monde entier n'ont cessé de vouloir améliorer cette machine jusqu'à la produire à grande échelle, avec la Ford T d'Henry Ford, au début des années 1900. La voiture s'est ensuite démocratisée pour devenir de nos jours, l'un des moyens de transport les plus utilisés en Europe.

Les premiers accidents ne sont pas comparables à ceux d'aujourd'hui. En effet, les voitures actuelles, pouvant dépasser les 200 km/h, sont désormais parmi les étiologies principalement responsables de traumatismes dans le monde, notamment des traumatismes maxillofaciaux.

Après un accident de voiture, il faut tout d'abord éliminer les urgences absolues à l'instar de l'arrêt cardio-respiratoire, l'obstruction des voies aériennes, l'urgence hémorragique et la perte de connaissance. Un traumatisme maxillaire peut être associé à un traumatisme crânien beaucoup plus grave, sa recherche doit ainsi faire partie de l'examen du patient (Fricain *et al.*, 2019).

L'interrogatoire renseigne sur l'état civil, les antécédents, les circonstances et la date du traumatisme. L'examen clinique (inspection, palpation, examen moteur et sensitif) va rechercher tout œdème, plaie, hématome, déformation ou écoulement, et doit orienter l'exploration par imagerie médicale (2D ou 3D). Cette imagerie permettra de déterminer si le traitement sera fonctionnel, orthopédique ou chirurgical. La palpation (bilatérale, symétrique, exo et endo buccale) a pour but de rechercher des points douloureux correspondants aux fractures. L'ouverture buccale des patients traumatisés des maxillaires est souvent limitée et plus ou moins déviée, résultat de l'œdème et des douleurs post-traumatiques (Fricain *et al.*, 2019).

Une fracture se caractérise par : son caractère uni, bi, ou plurifocale, sa localisation, son orientation, son caractère déplacé (instable) ou non déplacé (stable), comminutive ou non, à foyer ouvert ou fermé, avec ou sans trouble de l'articulé et de sensibilité. Les fractures peuvent se diviser également en : fractures à basse énergie, qui équivalent à une énergie libérée inférieure ou égale à celle d'une chute de la hauteur du patient à l'arrêt ou à la marche. Lorsque l'énergie délivrée par l'impact est supérieure, il s'agit de fracture à haute énergie (Afssaps, 2006).

La région faciale est une structure pneumatisée avec des cavités pleines (les orbites et la cavité buccale) et des cavités vides (les sinus frontaux et maxillaires, ainsi que les cellules ethmoïdales). Cette région est divisée en trois étages : l'étage supérieur (front et rebords orbitaires supérieurs), l'étage moyen (maxillaire, zygomatique, nez…) et l'étage inférieur correspondant à la mandibule (Hervé, 2011).

La face osseuse comprend le massif facial, appendu à la base du crâne qui comprend : l'os frontal, les maxillaires, les os nasaux, zygomatiques, lacrymaux, palatins, le sphénoïde et l'ethmoïde. La mandibule constitue la deuxième partie de cette face osseuse et est en relation avec le massif facial par l'articulation temporo-mandibulaire et l'occlusion (Hervé, 2011).

La biomécanique faciale est complexe. En effet, la face contient des zones de forces verticales décrites par Sicher, qui sont les piliers verticaux, destinés à encaisser les chocs masticateurs. Ils sont au nombre de trois : les piliers canins, les piliers maxillo–zygomatiques (malaires), et les piliers ptérygoïdiens. Les poutres d'Ombrédanne constituent des zones de forces horizontales, il y en a trois et elles sont représentées par le plateau palatin, le corps du malaire et le bord antérieur du maxillaire (Figure 1) (Delmar, 2009).

Les parties saillantes de la face comme le menton, la pyramide nasale et la glabelle sont très vulnérables aux chocs antéropostérieurs. Ces structures sont nommées « pare-chocs » de la face, et servent d'amortisseurs, en protégeant ainsi les structures nobles sous-jacentes et les cavités sinusiennes. Ils sont au nombre de six : quatre médians, et deux latéraux. Un pare-choc supérieur frontal représenté par le cadre orbitaire et la glabelle, un nasal, un pare-choc médian au niveau de la suture intermaxillaire, un pare-choc inférieur symphysaire, et enfin les deux pare-chocs latéraux zygomatiques (Sweringen, 1965 ; Couly, 1975).

Cependant, il existe également des zones de faiblesse, ou de « moindre résistance », décrites par Lefort, comme les structures papyracées constituant les parois de l'orbite et des sinus, qui sont bien souvent le siège de fractures en mosaïque, dites comminutives (Hervé, 2011). Des lignes de renforcement existent aussi au niveau mandibulaire : ce sont des zones de contraintes plus importantes, où les forces vont se condenser, elles sont représentées par une poutre basilaire, une poutre temporale, une poutre goniaque, une poutre sigmoïdienne et la travée alvéolaire (Hervé, 2011).

Néanmoins, l'antéro-position et la mobilité de la mandibule la rendent très vulnérable aux traumatismes. De plus, la mandibule comporte également des zones de fragilité correspondant aux traits de fractures : dans la région du col du condyle, de l'angle goniaque (présence des troisièmes molaires mandibulaires), du foramen mentonnier, de la zone alvéolaire et de la région symphysaire (Hervé, 2011).

Il existe une distinction entre les fractures du maxillaire et de la mandibule. Cependant, dans un traumatisme de haute énergie, on peut retrouver de nombreuses fractures associées, et ce, en fonction de la force et de la vélocité de l'impact, qu'il soit direct ou indirect sur les maxillaires.

Au maxillaire, on retient la classification de Lefort, distinguant trois niveaux de fracture : la fracture de Lefort 1, la plus fréquente de l'étage moyen de la face, séparant l'arcade maxillaire du reste du massif facial. La fracture de Lefort 2, qui détache le plateau palatin et la pyramide nasale du reste du massif facial. Enfin, la fracture de Lefort 3 qui est une disjonction crânio-faciale (Figure 2) (Fricain *et al.*, 2019).

À la mandibule, il est admis de classer les fractures du segment denté (symphysaire, parasymphysaire, branche mandibulaire) et du segment non denté (ramus, condyle, processus coronoïde) (Fricain *et al.*, 2019).

Le rétablissement de l'occlusion dentaire est la clé de voûte de tout traitement des fractures des maxillaires. Le but du traitement de ces fractures est de redonner une fonction masticatoire, une cinématique mandibulaire et un aspect esthétique. Trois méthodes de traitement sont alors envisageables : le traitement fonctionnel qui concerne les fractures unifocales non déplacées, consiste à instaurer une alimentation liquide les quinze premiers jours, puis molle les 15 jours suivants *(*Fricain *et al.*, 2019).

Le traitement orthopédique est indiqué dans les fractures peu déplacées ou dans les fractures condyliennes. Il consiste à réduire la fracture et assurer une contention grâce à deux arcs : maxillaire et mandibulaire à l'aide de fils d'acier ou d'élastiques maintenus sur les arcades dentaires pendant 5 semaines. Enfin, le traitement chirurgical s'adresse aux fractures déplacées uniques ou multiples, la réduction et la contention du foyer de fracture se faisant par abord direct, au moyen de mini-plaques d'ostéosynthèse fixées par des vis monocorticales (Fricain *et al.*, 2019).

Des conseils hygiéno-diététiques sont donnés au patient pour préserver l'hygiène buccale et limiter la perte pondérale après ces traitements. Une ordonnance est également remise au patient, contenant des antalgiques, un bain de bouche antiseptique, des antibiotiques en cas de fracture ouverte ou si un abord chirurgical a été réalisé, et des corticoïdes en courte durée en fonction de l'œdème postopératoire (Fricain *et al.*, 2019).

Parmi les complications courantes des fractures maxillaires ou mandibulaires à moyen ou long terme sont retrouvés les malocclusions dentaires, les dysfonctions temporo-mandibulaires, les pseudarthroses, les infections des tissus mous et les foyers d'ostéite (Fricain *et al.*, 2019).

Les étiologies principalement responsables de traumatismes faciaux sont : les agressions, les accidents de circulation, les chutes et le sport. Ce travail portera l'attention sur les traumatismes maxillofaciaux causés par les accidents de circulation, spécifiquement ceux causés par les accidents de voiture, cette dernière représentant une part conséquente du trafic routier en Europe.

En France, en 2020, la voiture représentait 77 % du trafic des véhicules motorisés selon le bilan d'accidentalité (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020).

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a estimé que plus de 3000 personnes meurent sur la route chaque jour, et au moins 30 000 blessés quotidiens dans le monde (Hussain *et al.*, 2006 ; Roccia *et al.*, 2019).

Ce constat ne datant pas d'hier, les autorités publiques ont vite compris l'intérêt de mettre en place des systèmes de sécurité sur les véhicules à moteur, ainsi que sur les routes empruntées par ceux-ci, afin de réduire davantage la part de décès et de blessures causées par ces accidents. En France, la sécurité routière a été « crée » en 1972, cela fait donc 50 ans.

Une des améliorations faites par les constructeurs fut d'augmenter l'épaisseur de la couche de plastique stratifié entre les verres du pare-brise, afin d'éviter d'importantes lacérations faciales jusqu'alors causées par la traversée de la tête des victimes, à travers le pare-brise des voitures d'avant 1966 (Figure 3) (Huelke et Sherman, 1973). Ce travail a porté l'attention sur l'évolution des impacts maxillo-faciaux en Europe causés par les accidents de voiture, et plus précisément les lésions faciales subies par les occupants de ces véhicules (conducteurs et passagers).

Les lésions suite à un tel accident vont de la simple luxation d'une dent, jusqu'aux patients polytraumatisés avec des lésions vitales engageant leurs pronostics vitaux, en passant par les fractures mandibulaires et maxillaires.

Ainsi, le but de ce travail a été d'analyser les connaissances scientifiques actuelles, sur l'évolution des impacts maxillofaciaux, résultant d'un accident de voiture, en Europe, depuis les années 1970.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1 Stratégie de recherche

Pour la réalisation de cette revue de littérature, une recherche exhaustive a été effectuée dans la base de données des moteurs de recherche PubMed, Web of science et Cochrane. Au sein de chaque moteur de recherche, les mots-clés Mesh utilisés ont été « *Maxillofacial injuries and Europe and Traffic accident* », « *Teeth and Europe and Traffic accident* », « *Car and Europe and Teeth* », « *Car and Europe and Maxillofacial* » et « *Maxillofacial injuries and France and traffic accident* ».

1.2 Sélection des études

Les articles en doublons et hors sujet ont été éliminés.

Les études ont été sélectionnées selon les critères d'inclusion suivants : études analysant les impacts maxillofaciaux causés par des accidents de la route. La sélection a été affinée selon les critères d'exclusion suivants : études concernant d'autres étiologies de traumatismes maxillofaciaux, études hors Europe, études datant d'avant les années 1970 et études sur les autres moyens de transport tels que les vélos et les motos.

Suite à la lecture des titres et des résumés, les articles ont été marqués dans un tableau avec les indications « inclus » ou « exclus ». Certaines études (n=5) n'ont pas pu être incluses dans la sélection, pour cause de non-accessibilité à la totalité des articles (non retrouvés dans les bases de données, contact de l'auteur introuvable, articles anciens, etc.).

1.3 Extraction des informations

Pour chaque étude incluse, les textes complets ont été examinés afin d'en extraire toutes les informations (type de traumatisme étudié, fréquence due aux accidents de la route, âge, sexe, type de traitement, suivi, résultats, complications). Une attention particulière a été portée sur les fractures mandibulaires qui sont très bien documentées.

Mots-clés : *Maxillofacial injuries, Europe, Traffic accident, Teeth.*

1.4 Résultats de la recherche

Les recherches sur Cochrane aboutissent à cinq résultats. Après lecture des titres et des résultats, aucun n'a été intégré à l'analyse.

Sur PubMed, 253 résultats ont été obtenus, tandis que sur Web of science, neuf articles ont été trouvés. Après lecture des titres et des résultats, élimination des doublons, des articles hors sujet, un total de quarante-cinq articles a été retenu.

Quarante-cinq publications datant de 1973 à 2021 ont été incluses pour l'analyse (Figure 4).

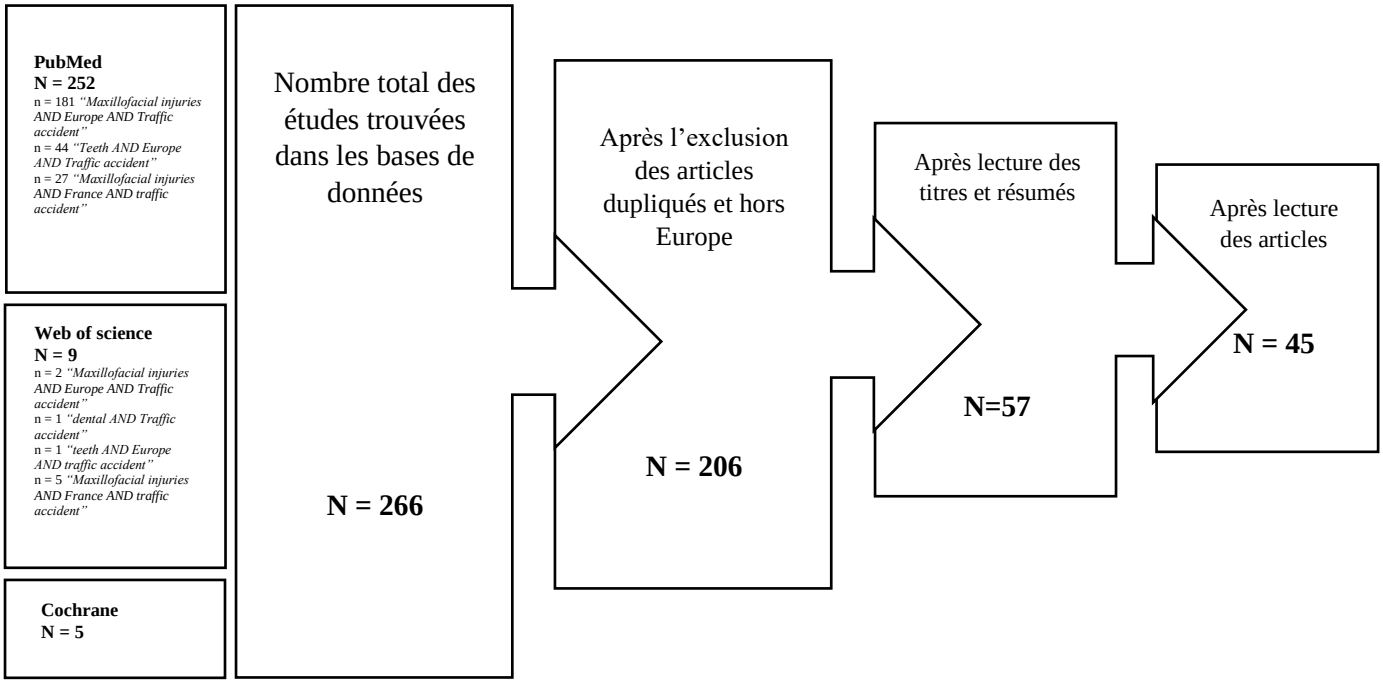

Figure 4 : Organigramme de la méthodologie appliquée lors de la sélection des études et articles scientifiques, incluant les mots-clés en lien avec les accidents de voiture et les traumatismes maxillo-faciaux.

1.5 Caractéristiques des études

Parmi les articles sélectionnés, un article a été publié dans les années 1970, quatre dans les années 1980, dix dans les années 1990, dix autres dans les années 2000, dix-sept dans la dernière décennie et trois depuis 2020.

Sur les 45 articles retenus, le tableau suivant présente le pays d'origine des auteurs ayant participé à la rédaction des articles retenus (Tableau 1).

Tableau 1 : Classement des articles retenus selon le/les pays d'origine des auteurs

Monde	2	Suisse	2
Europe	2	Roumanie	1
Royaume-Uni	7	Suède	1
France	5	Grèce	1
Finlande	5	Portugal	1
Italie	5	Pologne	1
Allemagne	4	Irlande	1
Pays-Bas	3	Danemark	1
Autriche	2	Hors UE (Canada)	1

Plusieurs articles étaient complémentaires en analysant les mêmes types de blessures :

- Vingt-trois articles s'intéressaient aux lésions maxillofaciales, dont onze spécifiquement sur les fractures maxillofaciales.
- Six articles traitaient spécifiquement des fractures mandibulaires, dont une seulement chez les enfants de moins de 18 ans.
- Six articles portaient leur attention sur les lésions dentoalvéolaires, dont deux chez les enfants spécifiquement.
- Quatre articles étaient des méta-analyses européennes ou mondiales sur l'épidémiologie des lésions maxillofaciales.

Sur les 6 articles restants :

- Un article portait sur les fractures des procès alvéolaires,
- Un article portait sur la prévention des traumatismes maxillofaciaux,
- Un article s'intéressait aux blessures faciales causées par le contact de la tête du conducteur contre le volant,
- Un article analysait les facteurs de risque et les éléments de protection lors d'un accident de voiture,
- Un article s'intéressait aux cas de fractures comminutives de l'os frontal après un accident de voiture,
- Un dernier article canadien analysait l'effet de la Covid-19 sur la sécurité routière ; le choix de garder cet article vient du fait qu'il s'agissait d'un pays francophone et que l'impact de la pandémie pouvait être intéressant à explorer.

2. RÉSULTATS

2.1 Épidémiologie des accidents dans le monde, en Europe et en France

En 1969, plus de 100 000 personnes en Europe étaient mortes suite à un accident de circulation (Van Hoof *et al.*, 1977).

En 2018, le rapport de situation sur la sécurité routière de l'OMS déclarait plus de 1,3 million de décès en 2016 dans le monde dus aux accidents de la route, et les traumatismes dus à ces accidents étaient à présent la principale cause de décès chez les enfants et les adultes âgés de 5 à 29 ans (Organisation mondiale de la santé, 2018)

Selon le rapport du Conseil de Sécurité Routière Européen de 2016, parmi les 28 États membres actuels de l'Union européenne, le nombre de décès des suites d'accidents de la route avait diminué de 26 190 en 2015 à 25 720 en 2016 (Roccia *et al.*, 2019).

Entre 2010 et 2016, la mortalité liée aux accidents de la route avait diminué de 18,6 % en Europe et de 20,2 % en Italie (Roccia *et al.*, 2019).

Selon l'ONISR (Observatoire national interministériel de la sécurité routière), en 2019, en France métropolitaine, 3 244 personnes auraient perdu la vie sur les routes françaises sur les 56 016 accidents corporels recensés, responsables de 70 490 blessés.

En France, selon le bilan d'accidentalité de 2020, les causes d'accidents mortels sur les routes entre 2018 et 2020 sont représentées dans la figure (Figure 5).

2.2 Mortalité des traumatismes

Il y avait eu 52,8 millions de morts dans le monde en 2010 contre 46,5 millions en 1990, soit 13 % d'augmentation (Lozano *et al.*, 2012). Les maladies non transmissibles (comme le cancer, les maladies cardiaques et pulmonaires, le diabète…) représentaient 65,5 % des causes de mortalité en 2010, suivies des maladies nutritionnelles, néonatales et transmissibles, qui représentaient quant à elles 24,9 %.

Les traumatismes étaient donc la 3ème cause de décès dans le monde avec 9,6 % en 2010 contre 8,8 % en 1990 soit 9 % d'augmentation. Cela pouvait en partie s'expliquer par l'augmentation de 46 % des décès dus aux accidents de la route durant ces deux décennies (Lozano *et al.*, 2012). Selon la même étude, pour les femmes âgées de 15 à 49 ans, les décès suite aux accidents de la route avaient représenté 0,5 % des causes de leur mortalité contre 10,7 % pour les hommes du même âge en 2010.

2.3 Facteurs de risque des lésions maxillofaciales

2.3.1 Sexe

Dans une revue mondiale analysant les fractures maxillofaciales de 1980 à 2013, grâce à 69 publications issues de différents pays du monde, les auteurs avaient mis en évidence que les hommes étaient plus atteints que les femmes, le rapport étant généralement supérieur à 2 pour 1 (Boffano *et al.*, 2014).

En Europe, les ratios hommes/femmes variaient entre 1,8/1 et 6,6/1. La part des fractures maxillofaciales liées aux accidents de la route en Europe variait de 4 % à 68,8 % (Boffano *et al.*, 2014).

En France, dans les années 1985-1986, le ratio hommes/femmes était de 3/1 et la part des fractures maxillofaciales liée aux accidents de circulation était de 48 % (Boffano *et al*., 2014).

Les autres auteurs des publications retenues retrouvaient des résultats similaires avec un ratio hommes/femmes (H/F) généralement compris entre 1,5/1 et 3/1 (Dimitroulis et Eyre, 1991; Gassner *et al.*, 1999, 2003).

Selon le bilan d'accidentalité français de 2020, fourni par l'ONISR ; sur les 2541 personnes tuées sur les routes, en 2020 en France métropolitaine, 1991 étaient des hommes représentant donc 78,4 % (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020).

2.3.2 Variabilité au sein des pays d'Europe

Selon Boffano *et al.*, dans les études américaines, africaines et asiatiques, les accidents de la circulation étaient la cause prédominante de fractures maxillofaciales alors que dans les études européennes, l'étiologie principale variait entre agressions et accidents de la route (Boffano *et al*., 2014).

Les accidents sportifs restaient relativement rares dans le monde, à l'exception de l'Europe, où ils causaient plus de 10 % des traumatismes faciaux. Les chutes étaient également une des étiologies principales responsables de fractures maxillofaciales dans tous les pays du monde, représentant de 4,3 % à 38 % en Europe (Boffano *et al.*, 2014).

Dans une étude européenne prospective multicentrique (Ruslin *et al.*, 2019) sur l'année 2013, 3 396 patients atteints de fractures maxillo-faciales avaient été admis au cours de l'étude dans divers centres européens. Sur ces 3 260 patients, 326 étaient impliqués dans des accidents de la route (10 %), avec un ratio H/F de 2,2 pour 1 (225 patients hommes et 101 patientes). La part des fractures

maxillofaciales dues aux accidents de la route avait été maximale à Zagreb en Croatie soit 18 % et minimale à Bergen en Norvège soit 0 %.

L'étude avait mis en exergue que les mécanismes les plus fréquents parmi les accidents de la route étaient les accidents de voiture avec 177 cas (54 %), suivi des accidents de motos avec 91 cas, des piétons heurtés (33 cas) et 25 patients dont le mécanisme responsable de la fracture était inconnu, ou il s'agissait d'autres causes (Ruslin *et al.*, 2019).

Dans une étude réalisée à Amsterdam entre 2000 et 2010, les auteurs analysaient les fractures maxillofaciales, sur les 579 patients retenus, les accidents de la circulation étaient la première cause de ces fractures pour les deux sexes. En deuxième position, il y avait les agressions pour les hommes et les chutes pour les femmes. Les accidents de voiture spécifiquement avaient représenté 5,6 % des causes de fractures chez les hommes et 11,1 % chez les femmes (Van den Bergh *et al.*, 2012).

En France, selon le bilan d'accidentalité de 2020 de l'ONISR, les voitures représentaient 77 % du trafic et 49 % de la mortalité sur les routes en 2020. Le tableau suivant présente la répartition du trafic et de la mortalité en France en 2020 selon l'ONISR (Tableau 2) (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020).

2.3.3 Statut socio-économique

Le niveau d'éducation et le statut économique des patients sont aussi des facteurs à prendre en compte dans la répartition des patients présentant un traumatisme au visage après un accident de circulation. En effet, le rapport de l'OMS sur la sécurité routière de 2018 confirmait ceci avec le diagramme de la figure (Figure 6).

Les catégories de revenus étaient fondées sur la classification de 2017 de la Banque mondiale (Organisation mondiale de la santé, 2018).

Dans un article roumain de 2021 traitant des fractures maxillofaciales, sur une période d'étude de 10 ans avec 1007 patients inclus, 46,6 % d'entre eux avaient un faible niveau d'instruction. Les personnes vivant en milieu urbain (53,5 %) semblaient aussi plus affectées que celles vivant en milieu rural (46,5 %) selon cette même étude (Juncar *et al.*, 2021).

2.3.4 Âge

La tranche d'âge la plus impliquée dans les accidents de la route, retrouvée dans la littérature, est celle des 20-29 ans (Phamdang *et al.*, 2014). Dans la majorité de nos articles retenus, la tranche d'âge 20-

29 ans était également la plus exposée aux traumatismes maxillofaciaux (Arangio *et al.*, 2014; Perkins et Layton, 1988; Van den Bergh *et al.*, 2012).

Dans les années 70, cette tranche d'âge était déjà la plus exposée, une étude sur les fractures mandibulaires en France confirmait ces résultats : la tranche d'âge des 20-29 ans était la plus à risque d'avoir un accident. La deuxième tranche d'âge venant ensuite dans leur étude était celle des 10-19 ans (Penneau *et al.*, 1980).

Enfin, en analysant de plus près leurs résultats, Penneau *et al* s'étaient aperçus que sur les 241 dossiers de patients, atteints de fractures mandibulaires, 118 patients, soit 49 % avaient entre 15 et 25 ans (Penneau *et al.*, 1980).

Dans une autre étude réalisée à la clinique régionale de traumatologie de Copenhague de 1965 à 1997, où les auteurs analysaient rétrospectivement les dossiers de 299 patients avec des fractures des procès alvéolaires, près de la moitié des patients (43 %) avaient entre 15 et 25 ans au moment du traumatisme (Andreasen et Lauridsen, 2015).

2.3.5 Alcool et Stupéfiants

En Grèce, entre 1960 et 1984, l'usage d'alcool ou de stupéfiants aux volants était responsable de 2,4 % des accidents de la circulation (Zachariades *et al.*, 1990).

Une étude anglaise de 1991 signalait que plus de 16 % des conducteurs avaient consommé de l'alcool avant leur accident (Worrall, 1991).

Une étude polonaise de 2006 reflétait également que plus de la moitié des patients ayant eu des traumatismes faciaux à la suite d'accidents de la route avaient consommé de l'alcool et/ou des stupéfiants avant de prendre la route (Malara *et al.*, 2006).

En 2020, en France selon les fichiers nationaux des accidents corporels enregistrés par les forces de l'ordre, l'ONISR dans son bilan d'accidentalité de 2020 (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020) indiquait que 25,3 % des accidents mortels avaient impliqué un conducteur enregistré avec un taux d'alcool de plus 0,5 g/l de sang, et 15,4 % de ces accidents mortels avaient impliqué un conducteur ayant un test positif aux stupéfiants. La part des accidents mortels mettant en cause l'alcool ou les stupéfiants en France, en 2020, représentait donc de plus de 40 % (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020).

2.3.6 Types de route

Le bilan de sécurité routière de 2004 de l'ONISR, exposait le fait que les autoroutes représentent une part importante du trafic routier français, et pourtant constituaient une part minime des accidents et des tués sur la route (Observatoire national interministériel de sécurité routière, 2004).

Les routes départementales semblaient être les plus dangereuses en France, avec une part des tués de plus de 50 %. Le milieu urbain semblait être l'endroit le plus propice aux accidents. Cependant, avec la vitesse moyenne de 50 km/h en France en agglomération, il ne représentait que 18,5 % des tués (Tableau 3).

2.4 Type de lésions

2.4.1 Lésions dentoalvéolaires

Les lésions dentaires (fractures coronaires, fractures radiculaires, fractures corono-radiculaires) et les lésions des tissus mous (luxation, expulsion, intrusion, extrusion, lacérations, contusions…) sont les types de traumatismes les plus courants dans la région faciale (Iso-Kungas *et al.*, 2012).

Dans une étude suisse (Schatz et Joho, 1994) qui étudiait les lésions dentoalvéolaires chez les mineurs entre 1987 et 1990 à Genève, les auteurs rapportaient que les types de blessures différaient entre la denture primaire et la denture permanente : les luxations étaient le plus souvent enregistrées en denture primaire, jusqu'à 81 % des blessures enregistrées. Tandis qu'un pourcentage bien plus élevé de fractures de la couronne et de la racine (38 %) avait été enregistré en denture permanente, contre 19 % en denture primaire, montrant ainsi l'élasticité des tissus de soutien et la résilience de l'os alvéolaire aux bas âges (Schatz et Joho, 1994).

Cette même étude démontrait également que les traumatismes dentoalvéolaires survenaient régulièrement de façon multiple : il y avait 38 % des patients avec des blessures à une seule dent, 53 % avec deux dents blessées et 9 % avec trois dents ou plus atteintes (Schatz et Joho, 1994).

Dans une autre étude, sur les 9 543 patients avec des lésions faciales enregistrées à Innsbruck, en Autriche entre 1991 et 2000, la prévalence des lésions dentaires était de 49,9 %, représentant 4763 patients avec 6237 lésions dentoalvéolaires. Les accidents de la circulation étaient la troisième cause, derrière les accidents domestiques (dont les chutes), puis les accidents sportifs, représentant respectivement 9 %, 44 % et 32 % (Tuli *et al.*, 2005).

La luxation (47,9 %) était le type de lésions dentoalvéolaires le plus fréquent, devant les fractures de la couronne (37,8 %) et l'expulsion de dents (7,1 %). Venaient ensuite les fractures radiculaires (2,8 %),

les intrusions (2,5 %) et enfin les concussions (1,9 %) (Tuli *et al.*, 2005). Ces lésions dentoalvéolaires survenaient principalement chez les enfants et les adolescents puisque pour l'étude de Tuli, l'âge moyen des patients était de 17 ans et 11 mois (Tuli *et al.*, 2005).

La répartition par âge de ce type de blessure avait montré que les moins de 35 ans avaient 5,8 fois plus risque de subir un traumatisme dentaire que la population âgée de plus de 35 ans (Tuli *et al.*, 2005). L'étude affirmait aussi que 50 % des jeunes de 14 ans avaient déjà subi un traumatisme dentaire au cours de leur vie, dont 60 % sur des dents de lait et 40 % sur des dents définitives (Tuli *et al.*, 2005).

Une étude allemande réalisée entre 2001 et 2007 analysant les lésions dentaires chez les patients avec des fractures faciales révélait que les agressions avaient causé 1,29 fracture dentaire par patient en moyenne, tandis que les accidents de la circulation étaient responsables de trois à quatre fois plus de fractures dentaires associées (Rahimi-Nedjat *et al.*, 2014).

De 2004 à 2014, 7 233 personnes impliquées dans des accidents de la route dans la province de Messine (Sicile orientale, Italie) avaient été examinées par des médecins d'assurance pour évaluer leurs dommages corporels. L'incidence des lésions dentaires traumatiques représentait 3 % (195 patients, dont 127 hommes et 68 femmes) (Gualniera *et al.*, 2016).

Dans une étude prospective suisse de 273 patients avec des fractures faciales, examinés dans un centre de traumatologie de septembre 2005 à aout 2006, l'objectif était d'étudier l'association entre les lésions dentaires et les fractures faciales. Parmi ces 273 patients, 130 (47,5 %) avaient subi une fracture dans la région non porteuse de dents (parmi ceux-ci 10 % avaient un traumatisme dentaire), 44 (16 %) avaient eu une fracture du maxillaire (14,5 % de ceux-ci avaient un traumatisme dentaire) et 65 (24 %) avaient une mandibule fracturée (39 % de ceux-ci avaient un traumatisme dentaire). Les fractures de la couronne étaient les traumatismes dentaires les plus recensés dans les deux mâchoires (Lieger *et al.*, 2009).

Dans une étude finlandaise de 2012, la localisation la plus fréquente des fractures coronaires chez les enfants de moins de 16 ans, avec une fracture faciale, était les prémolaires : à la fois au niveau maxillaire (17,6 % de toutes les fractures coronaires enregistrés), ainsi qu'au niveau mandibulaire (19,8 % de toutes les fractures coronaires de l'étude). Donc, 37,4 % de toutes les fractures coronaires étaient situées au niveau des prémolaires contre 20,9 % seulement pour les incisives. À la différence des études qui analysent les traumatismes dentaires sans association avec des fractures faciales, où ce sont les incisives maxillaires qui sont les plus touchées (Iso-Kungas *et al.*, 2012).

2.4.2 Fractures alvéolaires

Dans une étude réalisée à la clinique régionale de traumatologie de Copenhague, les auteurs avaient analysé rétrospectivement les dossiers de 299 patients avec des fractures des procès alvéolaires de 1965 à 1997.

Les résultats avaient montré que les dents maxillaires étaient touchées environ trois fois plus que les dents mandibulaires (74 % maxillaire et 26 % mandibule), mais il n'y avait pas de différence significative entre le côté droit et gauche (Andreasen et Lauridsen, 2015). La part liée aux accidents de la circulation diminuait avec l'âge des patients pour les deux sexes. Il n'existait pas de différence significative sur la localisation des fractures entre femmes et hommes (Andreasen et Lauridsen, 2015). Des lésions concomitantes des tissus mous étaient présentes dans 73 % des cas : l'expulsion concomitante s'était produite régulièrement, chez 11 % des patients. Des fractures radiculaires et des fractures coronaires ont également été enregistrées sur certaines des dents concernées (Andreasen et Lauridsen, 2015).

La localisation la plus fréquente du trait de fracture mandibulaire était le long du ligament alvéolo-dentaire de la canine, tandis qu'au maxillaire, le trait de fracture récurrent était dans la suture sagittale entre les deux incisives maxillaires centrales. Cela correspond aux zones de faiblesse des mâchoires (Andreasen et Lauridsen, 2015). Ce type de blessure résulterait le plus souvent d'un choc frontal transmis à travers une enveloppe de tissus mous que sont les lèvres, où la zone de moindre résistance cède, à savoir le ligament parodontal et les zones où l'os est le plus fragile (Andreasen et Lauridsen, 2015).

2.4.3 Fractures maxillaires et autres de la face

Dans une étude approfondie sur les décès provoqués par les accidents de la route en Finlande, les chercheurs ont trouvé que 2,4 % des patients décédés présentaient des lésions maxillo-faciales suffisamment graves pour être classées parmi les causes probables du décès (Arajärvi *et al.*, 1986).

Pendant leur période d'étude de 1972 à 1983, seulement 24 % des automobilistes portaient leur ceinture de sécurité. De ce fait, dans la majorité des cas, le visage et la tête des victimes avaient violemment heurté le volant, les autres passagers, le tableau de bord, le siège avant ou une autre partie de la voiture (Arajärvi *et al.*, 1986).

La majorité des victimes avait aussi d'autres blessures à la tête, 24 % des victimes avaient des lésions cérébrales et plus de 50 % présentaient une blessure à la poitrine (Arajärvi *et al.*, 1986).

Une étude anglaise réalisée entre 1977 et 1987 rapportait une augmentation globale de 20 % du nombre de patients atteints de fractures maxillo-faciales en 10 ans, cependant les auteurs rapportaient également une tendance vers moins de blessures graves au cours de la période d'étude. Le nombre de patients victimes d'un accident de la route présentant une fracture faciale avait diminué de 34 % entre 1977 et 1987 (Telfer *et al.*, 1991).

Dans une étude portugaise réalisée à Porto, entre janvier 1998 et décembre 2002, sur 4 ans, parmi 693 rapports de victimes d'accidents de la route, le traumatisme bucco-facial a été mentionné dans 108 cas (15,6 %), la plupart des victimes était des hommes (69,4 %) ratio de 2,2/1. La plus large proportion d'accidents de la route impliquait des quatre-roues (55,2 %), suivis des motos (28,6 %) et des piétons (16,2 %). La région des membres était la zone où les lésions les plus graves étaient présentes avec 35,2 % de ces lésions suivis de la face avec 33,3 % des lésions, puis le crâne ou le cou avec 18,5 %, 12 % pour le thorax et l'abdomen, et 1 cas sur les 108 où la moelle épinière avait été la zone la plus gravement touchée (Caldas *et al.*, 2008).

Les 207 blessures maxillofaciales des 108 patients avec un traumatisme maxillofacial étaient réparties de la manière suivante : 37,7 % pour les tissus mous, 22,7 % pour les dents, 17,9 % pour la mandibule et les maxillaires, 15,9 % pour les lèvres, 3,4 % pour la langue et 2,4 % pour les gencives et la muqueuse orale (Caldas *et al.*, 2008). Il y avait eu 62 séquelles fonctionnelles maxillofaciales, dont 45,3 % pour la mastication, 30,6 % de douleurs, 20,9 % pour la parole et 3,2 % pour l'ingestion (Caldas *et al.*, 2008).

D'autres auteurs avaient réalisé une étude permettant d'évaluer l'incidence et la localisation des fractures faciales chez les patients impliqués dans un accident de véhicule à moteur en Finlande, entre aout 2000 et septembre 2005 (Peltola *et al.*, 2014).

Dans cette étude, 374 patients remplissaient les critères d'inclusion : 262 (70 %) avaient au moins une fracture de la face ou de la base du crâne (représentant au total 634 fractures, soit 2.4 fractures par patient) et 112 (30 %) patients n'avaient pas de fractures. La répartition des sites de fractures est présentée dans le tableau (Tableau 4) (Peltola *et al.*, 2014).

Les fractures nasales étaient majoritaires, suivies des fractures orbitaires. Les fractures de l'os frontal, les fractures de Le Fort et de l'arcade zygomatique étaient toujours accompagnées d'autres fractures. Les fractures surviennent souvent en multitude puisque 39 % de tous les patients présentaient des fractures multiples (Peltola *et al.*, 2014).

Sur les 262 patients avec au moins une fracture, seulement 61 (23 %) avaient un signe sinusal net, avec une absence d'épanchement sinusal paranasal, alors que sur les 112 patients sans fracture, 82 (73 %) avaient un sinus clair (Peltola *et al.*, 2014).

La fracture de l'arcade zygomatique semblait avoir emprisonné le muscle masséter dans 11 cas (24 %) des 44 fractures du complexe zygomatique, dans 1 cas (11 %) des 9 fractures de l'arcade zygomatique isolées, et dans 7 cas (13 %) des 54 cas de fractures de Le Fort III (Peltola *et al.*, 2014).

Les fractures nasales et orbitaires sont fréquemment détectées ensemble dans les accidents de circulation. Cinquante-deux pour cent (52 %) des fractures orbitaires étaient accompagnées d'une fracture nasale simultanée et 28 % des fractures nasales étaient accompagnées d'une fracture orbitaire (Peltola *et al.*, 2014).

En France, en 2014, les fractures médio faciales étaient traitées par réduction : soit seule, pour 80 % d'entre elles, soit associée à une ostéosynthèse par plaque pour les 20 % restants (Phamdang *et al.*, 2014).

Le traitement des fractures médio faciales latérales avait été réalisé après un délai de plusieurs jours, afin de permettre une évaluation clinique après réduction de l'œdème. Les fractures médio-faciales latérales avaient été réduites à l'aide d'un crochet de Ginestet ou d'un crochet levier de Kilner (Figure 7).
Si nécessaire, cette réduction était stabilisée par ostéosynthèse à l'aide de plaques d'ostéosynthèse fixées par des vis de 5 mm de long (Phamdang *et al*., 2014). Cette dernière technique produit une réduction anatomique stable des fragments, diminuant ainsi le risque de déplacement postopératoire des fragments fracturés.

Cette technique par ostéosynthèse permet une récupération fonctionnelle immédiate, raccourcit également la période de remodelage osseux et de consolidation du site de fracture, et diminue la période de récupération (Phamdang *et al.*, 2014).

Dans le cadre des fractures médio faciales, le blocage intermaxillaire n'est d'aucun intérêt. Les patients présentant une fracture médio faciale latérale avaient reçu en peropératoire para-entérale 2g d'amoxicilline + acide clavulanique, ou 600mg de clindamycine chez les patients allergiques à la pénicilline, et un antibiotique oral pendant 5 jours après la chirurgie (amoxicilline + acide clavulanique 3×1 g/ jour ou clindamycine 3x600 mg/jour chez les patients allergiques à pénicilline) (Phamdang *et al.*, 2014).

En post-opératoire, les patients recevaient soit du paracétamol 1000 mg, seul ou avec 60 mg de codéine, 3 fois par jour pendant 5 jours. Les dents avaient été brossées deux fois par jour et les patients avaient également reçu un bain de bouche à la chlorhexidine, à faire trois fois par jour (Phamdang *et al.*, 2014).

Dans un article italien de 2021, les auteurs analysaient des cas de fractures comminutives de l'os frontal suite à des accidents de voiture, les patients étaient soumis à une reconstruction chirurgicale de leurs fractures par ostéosynthèse (plaques et vis), combinée à l'application d'une résine acrylique pour combler les dépressions générées sur leurs visages. Cela permettait d'obtenir une meilleure reconstruction des structures anatomiques, conduisant ainsi à un bon résultat esthétique (Barca *et al.*, 2021).

Les fractures comminutives de l'os frontal nécessitent une haute énergie et sont souvent associées à des polytraumatismes. Les fractures du sinus frontal représenteraient 37 % de toutes les fractures cranio-maxillo-faciales selon ces auteurs (Barca *et al.*, 2021).

De plus, le traitement des fractures comminutives de l'os frontal doit aussi prendre en compte la protection du contenu intracrânien et l'arrêt de l'écoulement de liquide céphalo-rachidien émanant régulièrement de ce type de fracture (Barca *et al.*, 2021).

Les avantages de cette technique combinée conduisaient à des temps chirurgicaux, des séjours et des coûts d'hospitalisation qui étaient réduits (Barca *et al.*, 2021).

Dans leur premier cas, une femme victime d'un accident de la route, réveillée après une semaine passée dans le coma, présentait des plaies lacérées contuses qui avaient été suturées dans la région frontale, une dépression de l'os frontal, et des fuites de liquide céphalo-rachidien. La patiente se plaignait de douleurs faciales et de diplopie en regard vers le haut en raison de l'incarcération du muscle droit inférieur dans la fracture du plancher de l'orbite gauche. La fracture verticale comminutive multiple de l'os frontal représentait une surface d'environ 18 cm2 et les parois inférieure, médiale et supérieure de l'orbite gauche étaient également fracturées (Figure 8) (Barca *et al.*, 2021).

Pour améliorer le résultat esthétique, ils avaient appliqué de la résine acrylique en la fixant à travers les mini-plaques et les vis, afin de combler la légère dépression de l'os frontal, et de masquer les irrégularités de surface de l'os fracturé.

Ceci avait été réalisé via un abord mini-invasif en utilisant l'extension de la plaie lacérée du front pour obtenir un large accès à la fracture comminutive, en évitant ainsi une incision coronale (Barca *et al.*, 2021).

2.4.4 Fractures mandibulaires

Les fractures mandibulaires constituent un des impacts maxillofaciaux courants lors d'accidents de voiture. En effet, le tableau suivant présente certains résultats, des cinq études retenues se concentrant uniquement sur les cas de fractures mandibulaires chez l'adulte (Tableau 5).

Tableau 5 : Description et présentation des principaux résultats des études retenues analysant les fractures mandibulaires chez l'adulte.

Nom de l'article/ Référence	*Pays*	*Année de l'étude*	*Part liée aux accidents de circulation*	*Part liée aux accidents de voiture*	*Nombre patient/ Traits de fractures*	*Angle*	*Corps*	*Symphyse/ Parasymphyse*	*Condyle*	*Ramus*	*Processus Coronoïde*	*Branche montante*
Mandibular fractures epidemiology, therapeutic management. (Rocton *et al.*, 2007)	*France*	1998-2000	12%	6%	563 patients 910 traits de fractures	25 %	18 %	26 %	28 %	3 %	/	/
Fracture de la Mandibule, à propos de 241 cas. (Penneau *et al.*, 1980)	*France*	1972-1978	67 %	22 %	241 patients 353 traits de fractures	17 %	41 %	/	34 %	/	2 %	6 %
Incidence and patterns of mandibular fractures during a 5-year period London teaching. (Rashid *et al.*, 2013)	*Royaume-uni*	2005-2010	4%	/	53 patients avec 96 traits de fractures causés par des accidents de la circulation	24 %	10 %	5 % Symphyse et 26 % Parasymphyse	28 %	5 %	1 %	/
Five-Year Retrospective Study of mandibular fractures in Freiburg. (Bormann *et al.*, 2009)	*Allemagne*	2000-2005	32%	7%	444 patients 696 traits de fractures	20 %	15 %	21 %	42 %	2 %	0,3 %	
Mandibular fractures in Northern Finland in the 1980s - A lo-year study. (Oikarinen *et al.*, 1993)	*Finlande*	1981-1990	31.2%	/	317 patients	/	/	/	/	/	/	

Les fractures de la mandibule apparaissent très régulièrement de façon plurifocale, surtout lors d'accident de la circulation, du fait de la forte quantité d'énergie mise en jeu, jusqu'à 52 % pour ces deux études (Rocton *et al.*, 2007; Rashid *et al.*, 2013).

La part des fractures mandibulaires attribuables aux accidents de voiture allait de moins de 4 % à 22 % parmi les articles présentés dans le tableau 5.

Pour l'étude de Penneau *et al*, en 1980, sur les 67 % de fractures mandibulaires attribuables aux accidents de circulation, un tiers incriminaient les voitures (Penneau *et al.*, 1980).

Au Royaume-Uni dans les années 2005-2010, les accidents de circulation représentaient la quatrième cause de fractures mandibulaires, précédés de la violence interpersonnelle (72 %), des chutes (18 %) et du sport (5 %) (Rashid *et al.*, 2013).

Alors que dans les années 1970 en France, plus de 30 ans auparavant, les accidents de circulation étaient la première cause de fractures mandibulaires (67 %) (Penneau *et al.*, 1980). Pour les fractures mandibulaires pédiatriques chez les enfants de moins de 10 ans, dans les années 2000, les accidents de circulation étaient également la cause principale de ces fractures (Rashid *et al.*, 2013).

Une autre étude française réalisée à Brest entre 1994 et 2001 évaluant les fractures mandibulaires chez des personnes mineures uniquement rapportait aussi le fait que les accidents de circulation étaient la première cause de ces fractures chez les enfants (au même niveau que les chutes pour cette étude) (Marianowski *et al.*, 2003). Deux autres études confirmaient également ce constat : (Zachariades *et al.*, 1990) et (Kotilainen *et al.*, 1990).

D'après le tableau 5, la région du condyle et de l'angle mandibulaire semblaient être les plus à risque de fracture, suivies de la région symphysaire puis du corps de la mandibule. Les régions du Ramus et du processus coronoïde étaient rarement atteintes.

Rocton, *et al.* déclaraient que les sites anatomiques de fracture mandibulaire étaient le reflet de leurs causes, les accidents de la voie publique entrainant des chocs à haute cinétique, étaient plus volontiers pourvoyeurs de fractures multifocales (aux environs de 59 % selon les auteurs de la littérature) et notamment de fractures trifocales (34 % des fractures trifocales de leur étude étaient dues aux accidents de la circulation) (Rocton *et al.*, 2007).

De plus, ces chocs, le plus souvent antéro-postérieurs, engendraient préférentiellement des fractures condyliennes et symphysaires. Les différences de répartition topographique des traits de fractures

mandibulaires dans les rixes (angle 36 %), et dans les accidents de la voie publique (symphyse et condyle) étaient statistiquement significatives ($p < 0,0001$). Ces tendances reflètent la direction de la force appliquée à la mandibule lors des différents chocs (Rocton *et al.*, 2007).

Dans l'étude de Penneau *et al.* (Penneau *et al.*, 1980), 7 % des patients présentaient un foyer de fracture ouvert sur la peau, l'ouverture sur les muqueuses était quant à elle très courante.

Dans l'étude de Rashid *et al.* (Rashid *et al.*, 2013), au total, 66 patients (5 %) avaient subi un autre type de fractures maxillo-faciales, et 37 patients (3 %) présentaient des fractures dans d'autres régions du corps. Les combinaisons les plus courantes des fractures maxillofaciales associées étaient : fractures mandibulaires et zygomatiques (n = 23, 35 %), suivies par l'association fractures mandibulaires et nasales (n = 7, 11 %), et enfin les fractures mandibulaires avec des fractures maxillaires (n = 6, 9 %). Les accidents de la route avaient causé plus de fractures maxillo-faciales et de fractures dans les autres régions du corps que la violence interpersonnelle et les chutes (Rashid *et al.*, 2013).

Dans l'étude de Marianowski *et al.*, chez les enfants, les blessures associées survenaient chez 69 % des patients. Généralement il s'agissait de fractures des extrémités et de traumatismes dentaires (Marianowski *et al.*, 2003). La mandibule est un os membraneux dont la croissance est réalisée par deux mécanismes conjoints : celui du tissu cartilagineux qui subit une calcification secondaire (centre de croissance condylienne par exemple), et grâce aux forces développé par les muscles faciaux, comme les muscles masticateurs. Progressivement la croissance de la mandibule dépend de l'occlusion dentaire obtenue par la traction réalisée par les muscles masticateurs (Marianowski *et al.*, 2003).

Un mauvais articulé dentaire pourrait engendrer un mauvais verrouillage dentaire, et donc une moindre résistance des maxillaires aux traumatismes (Rocton *et al.*, 2007).

Le fort potentiel ostéogénique de la mandibule pédiatrique est responsable d'un faible taux de complications chez l'enfant (Marianowski *et al.*, 2003).

Dans les années 1970, le délai moyen entre l'accident et le traitement était de 5,4 jours en France. Dans 50 % des cas, les patients étaient traités par des moyens orthopédiques, 28 % par une association orthopédique et chirurgicale, 11 % par des moyens seulement chirurgicaux et pour 11 % d'entre eux par une abstention (Penneau *et al.*, 1980).

Le traitement de référence des fractures condyliennes avait évolué au cours de leur étude : avant 1975 les chirurgiens réalisaient soit un blocage intermaxillaire de longue durée (43 jours en moyenne) en cas d'association avec une fracture du corps de la mandibule, ou de courte durée (19 jours) en cas de fracture

isolée. Après 1975 : ces fractures étaient traitées selon le principe de DELAIRE. Il s'agissait de réaliser une traction élastique oblique antéro-postérieure, selon un axe le plus proche possible du plan d'occlusion, par le biais d'arcs vestibulaires maintenus pendant deux mois (Penneau *et al.*, 1980).

La plupart des complications pour les fractures condyliennes étaient dues à un blocage intermaxillaire trop long, qui entrainait une limitation de l'ouverture buccale invalidante, ou une dysfonction articulaire (Penneau *et al.*, 1980).

Il est nécessaire de profiter du traitement chirurgical pour dépister et éradiquer les foyers infectieux dentaires, et il faut aussi sensibiliser les patients à l'importance de l'hygiène bucco-dentaire. Rocton *et al*, avaient démontré à l'aide d'un test de Fischer exact, et par régression logistique, de façon statistiquement significative, que le mauvais état buccodentaire était un facteur de risque multipliant par 11 la survenue d'un sepsis ($p < 0,05$) (Rocton *et al.*, 2007).

Depuis les années 2000, les traitements des fractures mandibulaires comprennent (Phamdang *et al.*, 2014):

1) La fixation intermaxillaire, en utilisant l'arc de Dautrey et du fil d'acier inoxydable 0,4 mm (Figure 9), en réduisant étroitement les fractures, le patient étant laissé en occlusion centrée pendant 45 jours.

2) L'ostéosynthèse par voie intra-orale, à l'aide de vis et de plaques monocorticales (Figure 9).

3) Ou l'association d'ostéosynthèse et d'une fixation intermaxillaire, la période de l'occlusion centrée étant alors réduite à 30 jours.

Dans leur étude, les fractures du corps mandibulaire parasymphysaire étaient toujours stabilisées à l'aide de deux plaques par voie intra-orale. Les fractures de l'angle mandibulaire, quant à elles, étaient traitées avec une plaque d'ostéosynthèse fixée sur la ligne oblique externe, par voie intra-orale ou, si cela n'était pas possible, par un abord trans-oral. Les plaques étaient faites de titane pur de 1,0 mm d'épaisseur (système Modus®) et étaient stabilisées avec des vis de 7,0 mm de long et 2,0 mm de diamètre (Phamdang *et al.*, 2014). Les patients avec fractures mandibulaires recevaient une antibiothérapie orale [amoxicilline + acide clavulanique 3×1 g/jour ou clindamycine 3x600 mg/jour chez les patients allergiques à la pénicilline] jusqu'au jour de la chirurgie, et pendant 5 jours après la chirurgie. En outre, une sonde nasogastrique était systématiquement mise en place, pour une alimentation par voie entérale afin de faciliter la nutrition et protéger la guérison de ces fractures pendant 5 jours (Phamdang *et al.*, 2014).

2.5 Dispositifs de sécurité

2.5.1 Système de points sur les permis

Un des dispositifs de sécurité mis en place par les pouvoirs publics en Europe a été l'introduction d'un système de permis de conduire à points. En France, la mise en application de ce type de permis date du 1er juillet 1992, avec un capital maximal de 12 points. D'autres pays comme l'Italie ou la Croatie fonctionnent avec un système similaire, mais avec des nombres de points différents : 20 et 7 respectivement.

D'autres pays européens ont un permis avec 0 point, et ont un nombre de points à ne pas atteindre pour garder leurs permis de conduire valides. C'est le cas de l'Allemagne depuis 1974 pour un total de 18 points maximum. Il existe encore quelques pays européens sans permis à points, comme la Belgique ou l'Estonie.

Un des articles retenus évaluait l'effet d'une loi, datant du 31 octobre 2002, visant à pénaliser les excès de vitesse, sur le système de permis à points des Irlandais, fonctionnant sur le même principe qu'en Allemagne (Hussain *et al.,* 2006).

Il s'agissait d'une étude de cohorte rétrospective des patients qui avaient subi une opération maxillo-faciale à la suite d'accidents de la route, à l'hôpital St. James et à l'Hôpital Beaumont à Dublin en Irlande. Les patients avaient été divisés en deux groupes, l'un sur une période d'un an avant cette loi et l'autre sur l'année suivant cette loi. Soixante-dix-neuf patients répondaient aux critères d'inclusion *(*Hussain *et al.,* 2006).

Il n'y avait pas de différence significative dans la composition (âge et sexe) des groupes entre les deux périodes d'études. Il y avait eu 57 opérations pour des blessures maxillofaciales l'année précédant cette loi et 22 l'année suivante (soit 61 % de réduction). Les fractures mandibulaires étaient les blessures les plus fréquentes au cours des deux périodes (29 patients soit 51 % pour la première période, et 14 patients soit 64 % pour la seconde), et il n'y avait aucune différence significative dans le type de blessures recensées entre les deux groupes (Tableau 6) (Hussain *et al.,* 2006).

Les auteurs rappelaient toutefois qu'il s'agissait seulement des opérations subies et non des blessures recensées donc il y avait une sous-estimation non négligeable (Hussain *et al.,* 2006).

Selon Finch *et al,* une augmentation moyenne de la vitesse de 1 km/h est associée à une augmentation de 3 % du risque d'accident avec blessure et de 4 à 5 % plus élevé de risque de décès (Finch *et al.,* 1994).

Bien que de nombreux facteurs contribuent aux accidents de la circulation, une vitesse inappropriée est la cause d'un tiers des accidents mortels et des accidents graves selon Zaal, (Zaal, 1994).

Entre 1960 et 1984, en Grèce, la violation de la vitesse limite autorisée représentait 50 % des causes d'accidents de la circulation (Zachariades et Papavassiliou, 1990).

2.5.2 Ceinture de sécurité

La ceinture de sécurité réduit le nombre de décès associés à un traumatisme maxillo-facial dans les accidents de la route (Arajärvi *et al.*, 1986).

Après l'introduction des ceintures de sécurité, l'impact thoracique contre le volant est devenu une cause moins fréquente de décès, et la face est ainsi devenue la région la plus susceptible d'entrer en contact avec le volant (Shepherd, 1992).

L'introduction d'une législation obligatoire sur les ceintures de sécurité pour les occupants des sièges avant avait réduit à la fois le nombre et la gravité des blessures subies à la suite des accidents de la route (Rutherford, 1985).

Une étude italienne analysant les fractures maxillofaciales à Turin entre 2001 et 2017 confirmait ce résultat. Les auteurs rapportaient que le score moyen de FISS (Facial Injury Severity Scale) variait de 2,7 pour les patients portant leur ceinture de sécurité, contre 6,7 pour ceux qui ne la portaient pas. Ce score de FISS était le plus haut parmi les étiologies recensées pour les fractures attribuables aux accidents de véhicules motorisés avec 2,8 de moyenne, contre 1,9 et 2 pour les agressions et les chutes respectivement (Roccia *et al.*, 2019).

Au Royaume-Uni, les lois sur les ceintures de sécurité obligatoires à la fois pour les occupants des sièges avant et arrière avaient conduit à une baisse globale de 15 % de la fréquentation hospitalière et une diminution de 25 % des hospitalisations de passagers et/ou de conducteurs blessés dans des accidents de la route (Rutherford, 1985 ; Shepherd, 1992).

La législation sur la ceinture de sécurité pour les passagers avant et le conducteur au Royaume-Uni avait été introduite le 1er février 1983. Avant l'introduction de cette loi, les accidents de la route étaient la cause la plus fréquente (33,1 %) de lésions maxillo-faciales dans l'étude de Perkins *et al*, suivie par les agressions (28 %), alors qu'après la législation, cela s'était inversé : 44 % pour les agressions et 22,2 % pour les accidents de la route (Perkins et Layton, 1988).

Dans une étude analysant les facteurs étiologiques des blessures maxillofaciales à Southampton au Royaume-Uni, avant et après cette loi, les auteurs rapportaient que l'incidence des cas de traumatismes

maxillo-faciaux survenant dans le groupe des patients assis à l'avant des voitures était passée de 20,9 % dans les 2 ans avant la législation, à 5,9 % dans les 2 ans après la législation. Cependant, aucune différence significative n'avait été trouvée concernant la répartition par âge et par sexe des patients avant et après cette loi, ni concernant la répartition des différentes blessures recensées (Perkins et Layton, 1988).

Dans l'étude de Youkhana *et al*., en Allemagne, 90 % de l'ensemble des victimes d'un accident portait une ceinture de sécurité, contre 82,8 % pour ceux ayant eu un accident et au moins une blessure faciale. Pour ceux ayant eu un accident, mais pas de blessure faciale, ils étaient attachés à hauteur de 92,1 %. Il y avait une importante corrélation entre le port de la ceinture de sécurité et la survenue de blessures au visage : le port de la ceinture de sécurité avait une influence hautement protectrice contre ces dernières (Odd ratio=0,284) (Youkhana *et al.*, 2019).

Leur étude était composée de 1291 patients, dont 291 (soit 22,5 %) avaient subi des blessures au visage (Youkhana *et al.*, 2019). L'utilisation de la ceinture de sécurité était corrélée au sexe : les femmes étaient plus susceptibles d'utiliser la ceinture de sécurité que les hommes (93,7 % contre 86,2 %), ce qui a également été rapporté dans d'autres études (Youkhana *et al.*, 2019). L'utilisation de la ceinture de sécurité était également corrélée à l'âge (Figure 10) (Youkhana *et al.*, 2019).

Les blessures au visage étaient principalement causées par un impact contre le volant, le pare-brise, le tableau de bord, les montants centraux, le toit… (ou l'arrière des sièges avant pour les occupants des sièges arrière spécifiquement), une telle multitude de possibilités expliquait le fait qu'il n'y avait pas de différence significative entre les blessures subies et la direction de l'impact de l'accident, sauf pour les impacts par l'arrière qui « protégeaient » les patients, car les occupants étaient alors poussés dans leurs sièges au lieu de se déplacer vers l'avant ou les côtés, comme c'était le cas dans une collision frontale ou latérale (Youkhana *et al.*, 2019).

Il y avait donc une association statistiquement significative entre l'impact de derrière et la fréquence des blessures au visage, avec une influence protectrice observée en cas d'impact dans cette direction (Youkhana *et al.*, 2019). La position dans la voiture semblait ne pas avoir d'influence significative sur l'incidence des blessures au visage dans leur étude (Youkhana *et al.*, 2019). Il y avait une relation significative entre la vitesse différentielle de l'accident et la survenue de blessures au visage, avec un nombre de blessures plus élevé en moyenne à des vitesses plus élevées *(*Youkhana *et al.*, 2019).

Dans une étude analysant les impacts maxillofaciaux à la suite d'un choc contre le volant, les auteurs déclaraient que pour les 135 conducteurs de l'étude, l'impact contre le volant était la cause la plus fréquente de blessures. Les contusions superficielles, les lacérations et les fractures nasales prédominaient dans cette étude (Rogers *et al.*, 1992).

Il y avait eu 192 lésions des tissus mous et 48 lésions osseuses. Les plus courantes blessures des tissus mous étaient localisées au front (51 blessés), au nez (37 blessés) et aux sourcils (36 blessures). Sur les 48 fractures recensées, plus de la moitié s'étaient produites au nez (Rogers *et al.*, 1992). Treize blessures faciales ont été recensées pour certains conducteurs via un impact sur d'autres parties de la voiture, hors volant, telles que la vitre ou le montant du toit avant (Rogers *et al.*, 1992).

Il y avait eu 504 blessures sur d'autres régions du corps sur les 135 conducteurs retenus par leurs ceintures de sécurité, et ces blessures associées étaient souvent causées par d'autres composants du véhicule (tableau de bord, pédale, etc.). Parmi ces conducteurs, 75 d'entre eux (soit 55 %) étaient blessés au torse en raison des forces exercées par la ceinture de sécurité. Pour 57 % des conducteurs, les blessures associées aux autres régions du corps étaient moins graves que celles au visage et causées par le contact avec le volant (Rogers *et al.*, 1992).

Le matériau du volant, sa dureté ou son design ne semblaient pas avoir d'incidence statistiquement significative sur les différents types d'impacts maxillofaciaux subis par les conducteurs (Rogers *et al.*, 1992).

Pour les accidents à haute vélocité, le volant se déplaçait régulièrement vers les conducteurs, ce qui entrainait plus régulièrement des lésions osseuses et des lésions des tissus mous (Rogers *et al.*, 1992). Le mouvement de la tête vers l'avant provient des caractéristiques de la ceinture de sécurité : retenir la poitrine tandis que la tête, elle, s'arque vers l'avant et le bas pour aller heurter le volant (Rogers *et al.*, 1992).

En 1988, McCoy *et al.* avaient suggéré que le côté gauche du visage était plus sujet aux blessures lors d'accidents de voiture au Royaume-Uni, car le torse du conducteur pouvait légèrement tourner vers la droite du fait de la contention plus forte de l'épaule droite par la ceinture de sécurité, exposant ainsi davantage le côté gauche de la face (Mccoy *et al.*, 1988).

Cependant, dans l'étude de Rogers *et al.*, ils n'avaient pas retrouvé de différence entre le côté droit et gauche dans la survenue de lésions faciales (Rogers *et al.*, 1992).

Un conducteur correctement retenu de nos jours par sa ceinture de sécurité aura sa tête propulsée d'environ 60 cm vers l'avant lors d'une collision avec un changement de vitesse de 48 km/h alors que le volant est normalement positionné à environ 33 à 40 cm de la tête des conducteurs (Mackav, 1987).

En Suède, le 1er janvier 1975, une loi sur les ceintures de sécurité avait été mise en place. L'efficacité de cette mesure contre les fractures sévères est observable sur la figure 11 (Afzelius et Rosén, 1980). L'étude suédoise rapportait également comme pour le Royaume-Uni qu'après cette loi, les agressions devenaient la principale cause de fractures maxillofaciales (Figure 12) (Afzelius et Rosén, 1980).

2.5.3 Airbags

Un airbag est un sac d'air ou de gaz destiné à se gonfler en cas de collision. Il fonctionne grâce à des capteurs et un calculateur dont l'algorithme de collision permet de le déclencher en cas de besoin. Le déploiement d'un airbag se fait en 30 à 150 millisecondes, plus vite qu'un clignement d'œil. Il existe différents types d'airbags dans un véhicule : l'airbag frontal qu'on trouve dans le volant et au-dessus de la boite à gants, l'airbag latéral qui se déploie sur les côtés, l'airbag genoux, l'airbag rideau, etc. Une décélération soudaine à partir d'une vitesse d'environ 32 km/h est détectable par ces capteurs de collisions (Roccia *et al.*, 1999).

Les airbags sont apparus dans les années 70 et se sont installés progressivement entre les années 1980 et 1990 dans la plupart des véhicules. Selon le journal officiel de l'Union Européenne, le règlement numéro 21 de l'ONU sur l'aménagement intérieur des voitures concernant les prescriptions relatives à l'absorption d'énergie stipule qu'un véhicule est conforme s'il est équipé d'au moins deux airbags frontaux. L'un inséré dans le volant et l'autre dans le tableau de bord. Si le véhicule n'est équipé que d'un airbag frontal inséré dans le volant, le tableau de bord doit être constitué de matériaux susceptibles de dissiper l'énergie (Journal officiel de l'Union européenne, 2018).

Les résultats d'une étude Norvégienne confirmaient l'hypothèse selon laquelle les airbags réduisaient le nombre de décès par accident chez les conducteurs portant la ceinture, de 22 % lors d'une collision frontale dans leur étude (Høye, 2010). Les blessures graves étaient également réduites dans les voitures équipées d'airbags, à la fois dans les collisions frontales pour les conducteurs ceinturés (18 %) et dans tous les autres types d'accidents avec ou sans ceinture de sécurité (22 %). De plus les auteurs rapportaient que l'efficacité des airbags grandissait à mesure que la direction de l'impact de l'accident se rapprochait d'un face à face (Høye, 2010).

Dans l'étude de Youkhana *et al.*, en Allemagne, le déploiement des airbags avait été enregistré dans 23,7 % des 1193 accidents étudiés. En 2000, seulement 34,4 % des conducteurs et des passagers avant avaient été protégés par le déploiement de l'airbag frontal ; cette proportion était passée à 75 % en 2016 (Youkhana *et al.*, 2019).

En considérant l'influence globale du déploiement des airbags sur la survenue de blessures faciales dans l'ensemble de leurs données, ils avaient enregistré une association significative avec un risque plus élevé de blessures faciales parmi les accidents avec airbags déployés (OR=1.799). Cependant ce résultat est surement biaisé, car leurs analyses ne contenaient aucune information sur la gravité des blessures (Youkhana *et al.*, 2019).

Dans une étude prospective similaire, Loo *et al.*, ne trouvaient pas de différence dans le nombre de lacérations subies par les patients ceinturés avec ou sans déploiement de l'airbag ; mais, ils notaient que

les patients du groupe avec airbags déployés avaient souffert principalement de coupures superficielles et de commotions cérébrales dues à l'airbag lui-même. Ces blessures superficielles causées par le déploiement des airbags pourraient être une explication concevable aux résultats de Youkhana *et al.* (Youkhana *et al.*, 2019).

Youkhana *et al.* ont alors examiné les différentes combinaisons d'utilisation de la ceinture de sécurité et du déploiement de l'airbag frontal, pour les conducteurs et les passagers avant à différentes vitesses (3 groupes de vitesse avaient été formés). Ils n'avaient trouvé des associations significatives (p=0,05) que dans la survenue de lésions faciales à des vitesses comprises entre 0 et 20 km/h et 21 et 40 km/h. Aucune association significative n'avait été trouvée lors d'accident avec une vélocité supérieure à 40 km/h (Youkhana *et al.*, 2019).

Dans les accidents survenus à des vitesses comprises entre 0 et 20 km/h, l'utilisation de la ceinture de sécurité sans déploiement de l'airbag avait une influence protectrice significative contre la survenue de blessures au visage (OR=0,130 ; IC= 0,038-0,451). Ceci laissait suggérer que les airbags n'exerçaient aucune influence protectrice supplémentaire contre les blessures au visage dans les accidents à basse vitesse (Youkhana *et al.*, 2019).

À des vitesses comprises entre 21 et 40 km/h, ils constataient que le port de la ceinture avec (OR=0,245) ou sans (OR=0,216) le déploiement des airbags avait entrainé une diminution significative du risque de blessures au visage. Cependant, dans les mêmes conditions, pour une vitesse comprise entre 21 et 40 km/h, l'utilisation de la ceinture de sécurité seule constituait une protection très légèrement supérieure à la combinaison de l'utilisation de la ceinture de sécurité et du déploiement de l'airbag (Youkhana *et al.*, 2019).

À Turin en Italie, de 1997 à 1998, 565 patients avaient été hospitalisés pour des lésions maxillofaciales dont 228 avaient été victimes d'accident de véhicules motorisés (soit 40,4 %). Le seul critère d'inclusion dans cette étude était la présence de fractures maxillo-faciales consécutives au déploiement d'airbags. Six patients avaient alors été retenus, tous conducteurs, quatre hommes et deux femmes. Seules les 2 femmes portaient leur ceinture de sécurité, pourtant obligatoire depuis 1993 en Italie (Roccia *et al.*, 1999).

Une d'entre elles (patiente 2) avait eu une fracture orbito-zygomatique engendrant une diplopie, l'autre (patiente 6) présentait seulement une fracture nasale (Roccia *et al.*, 1999).

Un des hommes (patient 1) avait subi un choc fronto-angulaire contre la paroi d'un tunnel à une vitesse de 110 km/h. À la suite de l'impact de sa poitrine et de sa tête contre l'airbag, le patient présentait : une lacération du diaphragme, une fracture orbito-zygomatique droite, avec hémorragie sous-conjonctivale de l'œil droit, mais sans diplopie, une lacération supra-orbitaire et une ecchymose péri palpébrale (Roccia *et al.*, 1999).

Parmi les trois derniers patients, les patients 4 et 5 présentaient des fractures orbito-zygomatiques droites. Le patient 3 avait une fracture orbito-zygomatique gauche associée à un déplacement du plancher orbitaire et une fracture nasale associée (Roccia *et al.*, 1999).

Tous les patients présentaient des lacérations faciales et des abrasions, tandis que les patients 1, 2, 3 et 5 avaient également des hémorragies sous-conjonctivales. La durée moyenne d'hospitalisation était de 4 jours (Roccia *et al.*, 1999).

Les résultats de cette étude limitée à six patients suggèrent que les blessures causées par les airbags peuvent être aggravées si les ceintures de sécurité ne sont pas portées simultanément, et si le torse du conducteur se situe trop proche du volant, comme cela peut facilement arriver chez les personnes de petite taille (Figure 13) (Roccia *et al.*, 1999).

3. DISCUSSION

Sur les 45 articles retenus, lorsque les études recensaient les causes des lésions qu'elles analysaient, certains auteurs ne faisaient pas de sous-catégories dans les accidents de circulation, ne distinguant donc pas les accidents de voitures, de motos, de poids lourds ou de vélos, compliquant l'interprétation des résultats (Dimitroulis et Eyre, 1991; Gassner *et al.*, 2003; Lebeau *et al.*, 2006; Arangio *et al.*, 2014).

Depuis les années 1970, il y a une augmentation de la violence comme cause de lésions maxillofaciales et une diminution de la part de ces blessures attribuable aux accidents de la circulation. Dans l'étude réalisée entre 1960 et 1974, les accidents de circulation représentaient encore 68 % des causes de fractures faciales, contre 50 % entre 1975 et 1987, et la violence était passée de 7 % à 13 % entre les deux périodes de l'étude (Van Beek et Merkx, 1999).

Les étiologies des traumatismes faciaux et des fractures maxillofaciales varient donc selon le contexte géographique, démographique et socioéconomique. Les biais peuvent aussi être touristiques, sportifs, politiques, culturels et sociaux, ce qui explique qu'à certains endroits les accidents surviennent plus le jour ou la nuit, l'été ou l'hiver. Par exemple, à Grenoble, ville proche des massifs montagneux, entre juin 2002 et mai 2003, les accidents sportifs constituaient la première cause de traumatismes faciaux avec 25,8 % des cas, il y avait eu cent accidents de montagne sur les 248 accidents sportifs. Les accidents de montagne représentaient donc 10,5 % de l'ensemble des causes de traumatismes faciaux durant cette étude (Lebeau *et al.*, 2006).

Selon une étude Européenne récente (Ruslin *et al.*, 2019), les lésions maxillofaciales liées aux accidents de véhicules à moteur survenaient plus pendant les mois d'hiver et d'été. En 1997, en Finlande, 45 %

des fractures maxillofaciales de l'étude de Kontio *et al.*, étaient survenues entre mai et aout (Kontio *et al.*, 2005).

Les hommes sont plus exposés au risque de subir un accident de voiture que les femmes avec un rapport généralement supérieur à 2 pour 1, les jeunes patients de sexe masculin (20-29 ans) ont une interaction sociale intense et un taux de mobilité élevé, participant plus probablement à des activités dangereuses (Sbordone *et al.*, 2018).

Il convient également de noter que le ratio H/F semble plus élevé en Europe de l'Est qu'en Europe de l'Ouest selon une autre publication, ce qui pourrait s'expliquer par une participation moins active à la conduite de voitures des femmes dans la société ou à moins de prudence de la part des hommes dans ces pays par rapport aux femmes (Boffano *et al.*, 2015).

Le statut socio-économique est également un facteur qui joue un rôle dans la survenue de lésions maxillofaciales et dans leurs traitements, en effet, un niveau d'instruction inférieur prédispose au chômage, à un statut social plus bas, des voitures moins bien équipées donc moins sures, et implicitement un moins bon accès aux soins.

La construction de routes plus sures et le développement des systèmes de métro dans les grandes villes ont également contribué à la diminution de la part des traumatismes maxillofaciaux attribuable aux accidents de la circulation dans les pays développés.

Les blessures dentaires peuvent compliquer le traitement des fractures maxillaires et mandibulaires, et nécessitent généralement des soins dentaires postopératoires ajoutant des coûts et des inconvénients pour le patient (Lieger *et al.*, 2009).

Les intrusions de dents temporaires, en particulier, peuvent entrainer des troubles post-traumatiques du développement des dents définitives (Tuli *et al.*, 2005).

Les fractures mandibulaires semblaient être les plus fréquentes lésions osseuses associées aux lésions dentaires, la troisième molaire, étant généralement impliquée car elle est généralement située dans la ligne de fracture de l'angle mandibulaire (Rahimi-Nedjat *et al.*, 2014).

L'élasticité des jeunes os chez les enfants est un facteur de protection des fractures maxillofaciales, grâce au manque de pneumatisation des sinus, d'une haute composition spongieuse par rapport à l'os corticale, et à la dentition mixte qui contribuent également à l'élasticité et la stabilité des maxillaires et de la mandibule chez l'enfant (Marianowski *et al.*, 2003).

Chez les jeunes patients, les os du visage sont donc plus flexibles et les sinus paranasaux sont encore en développement, de sorte que les os du visage sont relativement résistants à la rupture. Par rapport aux adultes, plus de forces sont donc nécessaires pour qu'une fracture faciale se produise chez l'enfant. Puisque l'énergie nécessaire est supérieure, on peut supposer que les traumatismes dentoalvéolaires se produisent plus fréquemment et de façon plus sévère chez les enfants avec des fractures faciales par rapport aux adultes avec les mêmes fractures faciales.

Comme la force nécessaire pour produire une fracture chez les enfants est plus grande que chez les adultes, les lésions concomitantes du rachis intracrânien et cervical sont donc plus fréquemment associées à un traumatisme maxillo-facial chez l'enfant (Marianowski *et al.*, 2003). Les os du visage de l'enfant guérissent aussi bien plus rapidement que ceux de l'adulte.

Certaines études n'incluaient pas les fractures nasales dans leurs analyses, pourtant très représentées lors d'un accident de voiture (Perkins et Layton, 1988; Dimitroulis et Eyre, 1991; Van Beek et Merkx, 1999; Van den Bergh *et al.*, 2012).

Même si les fractures à faible énergie telles que les fractures nasales, orbitaires, maxillaires et les fractures mandibulaires peuvent survenir en tant que blessures solitaires dans les accidents de la route, celles-ci peuvent être considérées comme des blessures « sentinelles », car fréquemment accompagnées par des fractures à haute énergie telles que les fractures de Lefort (Peltola *et al.*, 2014).

Par conséquent, les auteurs recommandaient que les patients victimes de fractures à basse énergie lors d'un accident de voiture, devraient être systématiquement examinés par tomographie volumique à faisceau conique (CBCT), pour s'assurer de l'absence ou pour mettre en évidence, des blessures à haute énergie non décelables immédiatement (Peltola *et al.*, 2014).

La baisse de la gravité des accidents de la route en Europe, s'explique principalement par le fort investissement dans les « politiques de sécurité routière », telles que l'obligation de porter les ceintures de sécurité pour les conducteurs et les passagers, des lois plus strictes contre la conduite sous l'influence de l'alcool, l'introduction d'un système de points sur les permis dans certains pays, la restriction de l'utilisation des téléphones portables au volant et l'utilisation accrue de dispositifs de sécurité tels que les airbags et l'antiblocage des roues (ABS).

L'installation d'airbags dans les véhicules à moteur a réduit la morbidité et la mortalité suite aux accidents de véhicules motorisés, mais l'apparition de nouveaux types de traumatismes directement liés

au déploiement des airbags interroge sur leur danger potentiel lorsqu'ils sont utilisés de manière inappropriée (Roccia *et al.*, 1999).

L'influence des airbags sur la fréquence et le type de blessures, y compris celles au visage, reste controversée (Reath *et al.*, 1989; Stacey *et al.*, 2008).

Certaines études ont signalé un risque accru de blessures aux extrémités et au visage ainsi que des dommages auditifs dus au déploiement des airbags (Saunders *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 2008).

Des études ont également enregistré des cas de dommages aux vertèbres cervicales, et même des cas de décès dus au déploiement de l'airbag pendant des collisions, même à faible vitesse (Mohamed et Banerjee, 1998).

De plus, il se peut que les airbags ne se déclenchent pas directement lors d'un impact, mais à retardement, c'est pourquoi les secouristes qui doivent parfois manipuler des conducteurs ou passagers bloqués dans l'habitacle de leurs véhicules, mettent en place une protection sur le volant afin d'éviter des lésions supplémentaires pour les victimes, ou les secouristes en cas de déclenchement retardé de l'airbag situé dans le volant.

Grâce au développement de la sécurité routière, de l'utilisation des ceintures de sécurité et de l'arrivée des airbags dans nos véhicules, les accidents de circulation sont moins graves qu'avant et le risque de mourir lors de ces accidents a fortement diminué.

En mars 2020, l'Organisation mondiale de la santé avait déclaré que la COVID-19 était une pandémie mondiale. Les pays avaient alors introduit des mesures de santé publique pour contenir et réduire la propagation du virus. Des mesures comme la fermeture des établissements scolaires, de certaines entreprises, d'évènements et d'activités non essentiels avaient été mises en place et le travail à domicile avait été recommandé lorsque cela était possible.

En Caroline du Nord, USA, les données sur les collisions totales et sur les victimes pendant l'arrêt du au COVID-19, sur la période du 15 mars 2020 au 16 mai 2020, par rapport au pré-confinement sur la même période, révélaient que le nombre total de collisions avait diminué de 50 % et les collisions mortelles de 10 % (Vingilis *et al.*, 2020).

Comme l'activité économique a diminué, durant cette période COVID-19, les déplacements ont diminué et donc les conducteurs ont été exposés à un moindre risque de collision (Antoniou *et al.*, 2016; Vingilis *et al.*, 2020).

D'autres facteurs tels que l'augmentation du stress ou de l'anxiété provoqués par cette pandémie, une consommation accrue d'alcool et de drogues, et de plus grandes possibilités d'excès de vitesse et de

conduite acrobatique du fait de contrôles moins nombreux, pourraient bien avoir eu l'effet inverse sur la sécurité routière postpandémie (Vingilis *et al.*, 2020).

La figure 14 montre les mesures de sécurité routière mises en place par les pouvoirs publics français depuis les années 1970 afin de réduire la mortalité sur les routes (Figure 14).

Depuis 2004, de nouvelles mesures de sécurité routière ont été mises en place, telles que le permis probatoire, l'apparition de zones 30 km/h en agglomération, les radars aux feux rouges, des mesures contre le téléphone au volant, ou encore en 2018 une nouvelle limite de vitesse sur les routes bidirectionnelles hors agglomération désormais fixée à 80 km/h (Observatoire national interministériel de la sécurité routière, 2020).

De prochaines mesures seront bientôt en vigueur, telles que le contrôle technique des motos bientôt rendu obligatoire, ou encore l'arrivée des boites noires dans les voitures, ce qui pourrait encore renforcer la sécurité routière en France. Une visite médicale rendue obligatoire pour les conducteurs séniors, comme c'est le cas en Espagne, ou aux Pays-Bas, pourrait être aussi une idée intéressante dans la lutte contre la mortalité routière en France.

La collecte continue des données à long terme, sur les fractures maxillo-faciales doit continuer, car elle renseigne sur la dynamique des accidents, et comment le trafic routier et les comportements sociaux influence le type de traumatisme subi. Ce qui permettra le développement et l'évaluation de mesures préventives efficaces.

D'autres études, analysant spécifiquement les impacts maxillofaciaux après un accident de voiture à l'instar de celle de Youkhana *et al.*, auraient été intéressantes à rajouter à notre analyse. En effet, peu de nos articles retenus analysaient spécifiquement les types d'impacts maxillofaciaux recensés et leur gravité en fonction de facteurs tels que la position de la victime dans la voiture, la vitesse de l'accident, la survenue de tonneaux ou non, la direction de l'impact de l'accident…

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les accidents de voiture constituent encore un véritable problème de santé publique en Europe, où la part des lésions et des fractures maxillofaciales attribuable à ces accidents reste encore importante, et ce, malgré les nombreuses mesures de sécurité routière déjà mise en place ces cinquante dernières années. Cependant la mortalité des accidents de voiture a déjà fortement diminué grâce à ces mesures, et aux nouvelles normes de sécurité installées dans les voitures, telle que la ceinture de sécurité. Nous notons également une montée de la fréquence inquiétante des agressions comme cause de ces blessures dans les pays Européens.

Tout au long de cette revue de littérature, nous avons pu mettre en évidence que les patients les plus concernés par les accidents de voiture sont bien souvent des hommes, et le plus souvent jeunes. Les malaises pour les séniors, l'alcool ou encore la prise de stupéfiants restent des causes importantes d'accidents de voiture. Les conditions socio-économiques, les types de routes, les facteurs géographiques, démographiques, sociaux ou culturels sont également des facteurs à prendre en compte dans l'analyse de l'épidémiologie des accidents de voiture.

La vitesse est un facteur déterminant dans la survenue de blessures maxillofaciales après un accident, en effet plus la vitesse augmente, plus le risque de décès augmente, et plus les blessures seront nombreuses et graves. Les lésions les plus courantes après un accident de voiture sont : les lésions dentaires, les lésions des tissus mous, les fractures nasales, mandibulaires, zygomatiques, orbitaires, correspondant aux « pare-chocs faciaux ». Les ceintures de sécurité et les airbags sont deux grandes avancées en matière de sécurité automobile, et ont permis de diminuer fortement la gravité des accidents de voiture.

La complexité de la biomécanique faciale, l'hétérogénéité des structures de la face, ainsi que l'importance que celle-ci revêt pour l'espèce humaine, sur son bien-être physique, mental ou social, justifient la connaissance des blessures dont elle peut faire l'objet, ainsi que la maitrise des moyens diagnostiques (CBCT) et thérapeutiques (Principe de Delaire, Arc de Dautrey, plaques et vis en titane monocorticales) pour traiter ces blessures : à court, moyen et long terme. Ces connaissances et compétences seront mises en jeu afin d'éviter des séquelles ou des complications, qui bien souvent sont source de mal-être important pour les patients traumatisés au visage.

L'avancée de l'imagerie médicale et des moyens thérapeutiques a permis de mieux prendre en charge les patients victimes d'accidents de voiture, et de diminuer leurs répercussions physiques et psychologiques.

Les chirurgiens oraux, maxillo-faciaux, ORL et les chirurgiens-dentistes sont bien souvent amenés à travailler ensemble, dans le cadre d'une réhabilitation orale complète après un grave accident de voiture, où les lésions sont bien souvent multiples et importantes.

Un patient victime d'un accident de voiture, pourra présenter un syndrome post-traumatique, des lésions aux membres, au thorax, à la tête, au rachis et autres, c'est donc l'ensemble des acteurs du monde de la santé qui devront l'accompagner tout au long de sa prise en charge (chirurgiens-dentistes, psychologues, médecins, chirurgiens) afin de lui prodiguer les meilleurs soins.

Depuis les années 1970 en Europe, les impacts maxillofaciaux recensés après un accident de voiture sont donc moins nombreux et moins graves qu'avant, et ce, grâce aux nombreuses mesures de sécurité routière adoptées par les pouvoirs publics européens. Les ceintures de sécurité et les airbags ont fortement contribué à la baisse de fréquence et de gravité des blessures maxillofaciales après un accident de voiture. De plus, les progrès de la médecine depuis les années 1970, notamment en imagerie et en orthopédie, ont permis de mieux prendre en charge les lésions subies par les automobilistes après un accident. Les répercussions maxillofaciales d'un accident de voiture sont donc moins nombreuses et moins graves de nos jours qu'en 1970 ; cependant, la vitesse des accidents reste un élément déterminant quant à leur gravité.

BIBLIOGRAPHIE

Afssaps. (2006). Traitement médicamenteux de l'ostéoporose post-ménopausique. 143/147, bd Anatole France F-93285.www.afssaps.sante.

Afzelius, L.-E. et Rosén, C. (1980). Influence of Seat Belt upon Maxillofacial Fractures. *ORL*, *42*(5), 277-281.

Andreasen, J. O. et Lauridsen, E. (2015). Alveolar process fractures in the permanent dentition. Part 1. Etiology and clinical characteristics. A retrospective analysis of 299 cases involving 815 teeth. *Dental Traumatology*, *31*(6), 442-447.

Antoniou, C., Yannis, G., Papadimitriou, E. et Lassarre, S. (2016). Relating traffic fatalities to GDP in Europe on the long term. *Accident Analysis & Prevention*, *92*, 89-96.

Arajärvi, E., Lindqvist, C., Santavirta, S., Tolonen, J. et Kiviluoto, O. (1986). Maxillofacial trauma in fatally injured victims of motor vehicle accidents. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *24*(4), 251-257.

Arangio, P., Vellone, V., Torre, U., Calafati, V., Capriotti, M. et Cascone, P. (2014). Maxillofacial fractures in the province of Latina, Lazio, Italy: Review of 400 injuries and 83 cases. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *42*(5), 583-587.

Barca, I., Stroscio, C., Cordaro, R., Boschetti, C. E., Della Torre, A. et Cristofaro, M. G. (2021). Reconstruction of comminuted frontal bone fracture with titanium plates and acrylic resin: Report of two cases. *Interdisciplinary Neurosurgery*, *23*, 100988.

Boffano, P., Kommers, S. C., Karagozoglu, K. H. et Forouzanfar, T. (2014). Aetiology of maxillofacial fractures: a review of published studies during the last 30 years. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *52*(10), 901-906.

Boffano, P., Roccia, F., Zavattero, E., Dediol, E., Uglešić, V., Kovačič, Ž., Vesnaver, A., Konstantinović, V. S., Petrović, M., Stephens, J., Kanzaria, A., Bhatti, N., Holmes, S., Pechalova, P. F., Bakardjiev, A. G., Malanchuk, V. A., Kopchak, A. V., Galteland, P., Mjøen, E., … Forouzanfar, T. (2015). European Maxillofacial Trauma (EURMAT) project: A multicentre and prospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *43*(1), 62-70.

Bormann, K.-H., Wild, S., Gellrich, N.-C., Kokemüller, H., Stühmer, C., Schmelzeisen, R. et Schön, R. (2009). Five-Year Retrospective Study of Mandibular Fractures in Freiburg, Germany: Incidence, Etiology, Treatment, and Complications. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *67*(6), 1251-1255.

Caldas, I. M., Magalhes, T., Afonso, A. et Matos, E. (2008). Orofacial damage resulting from road accidents. *Dental Traumatology*, *24*(4), 410-415.

Couly, G. (1975). La statique osseuse de la face : les piliers osseux ptérygo sphénofrontaux équivalents biomécaniques de la mandibule., 76: 607-619.

Delmar, H. (2009). Anatomie descriptive du tiers moyen de la face. *Annales de Chirurgie Plastique Esthétique*, *54*(5), 399-407.

Dimitroulis, G. et Eyre, J. (1991). A 7-year review of maxillofacial trauma in a central London hospital., 170(8):300-2.

Finch, Kompfner P, Lockwood CR, et Maycock G. (1994). Speed, speed limits and accidents., 24 p.

Fricain, J. C., Philippe Lesclous, Sarah Cousty, Anne-Gaëlle Chaux-Bodard, et Sylvie Boisramé-Gastrin. (2019). *Chirurgie orale : Référentiel internat.* (2ème édition). Press Edition Media. LIV00011282

Gassner, R., Bösch, R., Tuli, T. et Emshoff, R. (1999). Prevalence of dental trauma in 6000 patients with facial injuries. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *87*(1), 27-33.

Gassner, R., Tuli, T., Hächl, O., Rudisch, A. et Ulmer, H. (2003). Cranio-maxillofacial trauma: a 10 year review of 9543 cases with 21067 injuries. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *31*(1), 51-61.

Gualniera, P., Scurria, S., Sapienza, D. et Asmundo, A. (2016). Traumatic dental injury. *Minerva Stomatologica*, *65*(3), 158-163.

Hervé, V. (2011). *Les traumatismes maxillo-faciaux et leurs implications en pratique odontologique : Intérêts d'une approche pluridisciplinaire* [thèse pour diplome d'état en chirurgie dentaire]. Université Nancy Poincare- Nancy 1 Faculté de chirurgie dentaire.

Høye, A. (2010). Are airbags a dangerous safety measure? A meta-analysis of the effects of frontal airbags on driver fatalities. *Accident Analysis & Prevention*, *42*(6), 2030-2040.

Huelke, D. F. et Sherman, H. W. (1973). Automobile injuries: the forgotten area of public health dentistry. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *86*(2), 384-393.

Hussain, O. T., Nayyar, M. S., Brady, F. A., Beirne, J. C. et Stassen, L. F. A. (2006). Speeding and maxillofacial injuries: Impact of the introduction of penalty points for speeding offences. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *44*(1), 15-19.

Iso-Kungas, P., Törnwall, J., Suominen, A. L., Lindqvist, C. et Thorén, H. (2012). Dental Injuries in Pediatric Patients With Facial Fractures Are Frequent and Severe. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *70*(2), 396-400.

Journal officiel de l'Union européenne. Règlement (UE) 2018/858 du parlement européen et du conseil du 30 mai 2018 relatif à la réception et à la surveillance du marché des véhicules à moteur et de leurs remorques, ainsi que des systèmes, composants et entités techniques distinctes destinés à ces véhicules, modifiant les règlements (CE) no 715/2007 et (CE) no 595/2009 et abrogeant la directive 2007/46/CE. , L 151/1 218 (2018).

Juncar, M., Tent, P. A., Juncar, R. I., Harangus, A. et Mircea, R. (2021). An epidemiological analysis of maxillofacial fractures: a 10-year cross-sectional cohort retrospective study of 1007 patients. *BMC Oral Health*, *21*(1), 128.

Kontio, R., Suuronen, R., Ponkkonen, H., Lindqvist, C. et Laine, P. (2005). Have the causes of maxillofacial fractures changed over the last 16 years in Finland? An epidemiological study of 725 fractures. *Dental Traumatology*, *21*(1), 14-19.

Kotilainen, R., Kärjä, J. et Kullaa-Mikkonen, A. (1990). Jaw fractures in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *19*(1), 57-61.

Lebeau, J., Kanku, V., Duroure, F., Morand, B., Sadek, H. et Raphaël, B. (2006). Traumatismes faciaux au CHU de Grenoble. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, *107*(1), 23-29.

Lieger, O., Zix, J., Kruse, A. et Iizuka, T. (2009). Dental Injuries in Association With Facial Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *67*(8), 1680-1684.

Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., Abraham, J., Adair, T., Aggarwal, R., Ahn, S. Y., AlMazroa, M. A., Alvarado, M., Anderson, H. R., Anderson, L. M., Andrews, K. G., Atkinson, C., Baddour, L. M., Barker-Collo, S., Bartels, D. H., … Murray, C. J. (2012). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, *380*(9859), 2095-2128.

Mackav, M. G. (1987). Kinamatics of vehicle crashes. *Advances in Trauma*, 2,2 1.

Malara, P., Malara, B. et Drugacz, J. (2006). Characteristics of maxillofacial injuries resulting from road traffic accidents – a 5 year review of the case records from Department of Maxillofacial Surgery in Katowice, Poland. *Head & Face Medicine*, *2*(1), 27.

Marianowski, R., Christine, M. C., Gael, P., Soizick, P. et Joseph-André, J. (2003). Mandibular fractures in children long term results. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *67*(1), 25-30.

Mccoy, G. F., Johnstone, R., Nelson, I. et Duthie, R. B. (1988). Facial injuries to restrained drivers caused by steering wheels. *The Lancet*, *332*(8608), 456.

Mohamed, A. A. et Banerjee, A. (1998). Patterns of injury associated with automobile airbag use. *Postgraduate Medical Journal*, *74*(874), 455-458.

Observatoire national interministériel de la sécurité routière. (2020). La sécurité routière en France Bilan de l'accidentalité de l'année. https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/

Observatoire national interministériel de sécurité routière. (2004). La sécurité routière en France Bilan de l'accidentalité de l'année.

Oikarinen, K., Ignatius, E., Kauppi, H. et Silvennoinen, U. (1993). Mandibular fractures in Northern Finland in the 1980s — A 10-year study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *31*(1), 23-27.

Organisation mondiale de la santé. (2018). *Rapport de situation sur la sécurité routière dans le monde.*

Peltola, E. M., Koivikko, M. P. et Koskinen, S. K. (2014). The spectrum of facial fractures in motor vehicle accidents: an MDCT study of 374 patients. *Emergency Radiology*, *21*(2), 165-171.

Penneau, X. Bornhauser, , A. Madi, V. Darsonval, et J. Desnos. (1980). Fractures de la mandibule, à propos de 241 cas. (vol. 1-4, vol. 29). v.

Perkins, C. S. et Layton, S. A. (1988). The aetiology of maxillofacial injuries and the seat belt law. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *26*(5), 353-363.

Phamdang, N., Barthelemy, I., Orliaguet, T., Artola, A., Mondie, Jm. et Dallel, R. (2014). Etiology, distribution, treatment modalities and complications of maxillofacial fractures. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugia Bucal*, e261-e269.

Phillips, B. J., Dept of SurgeryKUMC et Turco, L. M. (2017). Le Fort Fractures: A Collective Review. *Bulletin of Emergency and Trauma*, *5*(4), 221-230. https://doi.org/10.18869/acadpub.beat.5.4.499

Rahimi-Nedjat, R. K., Sagheb, K. et Walter, C. (2014). Concomitant dental injuries in maxillofacial fractures - a retrospective analysis of 1219 patients. *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology*, *30*(6), 435-441.

Rashid, A., Eyeson, J., Haider, D., van Gijn, D. et Fan, K. (2013). Incidence and patterns of mandibular fractures during a 5-year period in a London teaching hospital. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *51*(8), 794-798.

Reath, D. B., Kirby, J., Lynch, M. et Maull, K. I. (1989). Patterns of Maxillofacial Injuries in Restrained and Unrestrained Motor Vehicle Crash Victims: *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, *29*(6), 806-810.

Roccia, F., Servadio, F. et Gerbino, G. (1999). Maxillofacial fractures following airbag deployment. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *27*(6), 335-338.

Roccia, F., Sotong, J., Savoini, M., Ramieri, G. et Zavattero, E. (2019). Maxillofacial Injuries Due to Traffic Accidents: *Journal of Craniofacial Surgery*, *30*(4), e288-e293.

Rocton, S., Chaine, A., Ernenwein, D., Bertolus, C., Rigolet, A., Bertrand, J.-C. et Ruhin, B. (2007). Fractures de la mandibule: épidémiologie, prise en charge thérapeutique et complications d'une série de 563 cas. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale*, *108*(1), 3-10.

Rogers, S., Hill, J. R. et Mackay, G. M. (1992). Maxillofacial injuries following steering wheel contact by drivers using seat belts. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *30*(1), 24-30.

Ruslin, M., Brucoli, M., Boffano, P., Holmes, S., Pechalova, P. F., Bakardjiev, A. G., Malanchuk, V. A., Kopchak, A. V., Galteland, P., Mjøen, E., Skjelbred, P., Bertin, H., Corre, P., Løes, S., Lekven, N., Laverick, S., Gordon, P., Tamme, T., Akermann, S., … Forouzanfar, T. (2019). Motor vehicle accidents–related maxillofacial injuries: a multicentre and prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *128*(3), 199-204.

Rutherford, W. H. (1985). The medical effects of seat-belt legislation in the United Kingdom: a critical review of the findings. *Emergency Medicine Journal*, *2*(4), 221-223.

Saunders, J. E., Slattery, W. H. et Luxford, W. M. (1998). Automobile Airbag Impulse Noise: Otologic Symptoms in Six Patients. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, *118*(2), 228-234.

Sbordone, C., Barca, I., Petrocelli, M., Dell'Aversana Orabona, G., Vaira, L. A., Colangeli, W., Cristofaro, M. G., Giudice, M., Giudice, A., Cassandro, F. M., Attanasi, F., Iaconetta, G. et Califano, L. (2018). The Influence of Socioeconomic Factors on the Epidemiology of Maxillofacial Fractures in Southern Italy: *Journal of Craniofacial Surgery*, *29*(8), 2119-2123.

Schatz, J. P. et Joho, J. P. (1994). A retrospective study of dento-alveolar injuries. *Dental Traumatology*, *10*(1), 11-14.

Shepherd, J. P. (1992). Prevention of maxillofacial trauma. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *30*(5), 285-286.

Stacey, D. H., Doyle, J. F. et Gutowski, K. A. (2008). Safety Device Use Affects the Incidence Patterns of Facial Trauma in Motor Vehicle Collisions: An Analysis of the National Trauma Database from 2000 to 2004. *Plastic & Reconstructive Surgery*, *121*(6), 2057-2064.

Sweringen, J. J. (1965). Tolerances of human face to crash impact. *Reprint*.

Telfer, M. R., Jones, G. M. et Shepherd, J. P. (1991). Trends in the aetiology of maxillofacial fractures in the United Kingdom (1977–1987). *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *29*(4), 250-255.

Tuli, T., Hächl, O., Rasse, M., Kloss, F. et Gassner, R. (2005). Dentoalveoläre Traumen: Analyse von 4763 Patienten mit 6237 Verletzungen in 10 Jahren. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie*, *9*(5), 324-329.

Van Beek, G. J. et Merkx, C. A. (1999). Changes in the pattern of fractures of the maxillofacial skeleton. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *28*(6), 424-428.

Van den Bergh, B., Karagozoglu, K. H., Heymans, M. W. et Forouzanfar, T. (2012). Aetiology and incidence of maxillofacial trauma in Amsterdam: A retrospective analysis of 579 patients. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *40*(6), e165-e169.

Van Hoof, R. F., Merkx, C. A. et Stekelenburg, E. C. (1977). The different patterns of fractures of the facial skeleton in four European countries. *International Journal of Oral Surgery*, *6*(1), 3-11.

Vingilis, E., Beirness, D., Boase, P., Byrne, P., Johnson, J., Jonah, B., Mann, R. E., Rapoport, M. J., Seeley, J., Wickens, C. M. et Wiesenthal, D. L. (2020). Coronavirus disease 2019: What could be the effects on Road safety? *Accident Analysis & Prevention*, *144*, 105687.

Williams, R. F., Fabian, T. C., Fischer, P. E., Zarzaur, B. L., Magnotti, L. J. et Croce, M. A. (2008). Impact of Airbags on a Level I Trauma Center: Injury Patterns, Infectious Morbidity, and Hospital Costs. *Journal of the American College of Surgeons*, *206*(5), 962-968.

Worrall, S. F. (1991). Mechanisms, pattern and treatment costs of maxillofacial injuries. *Injury*, *22*(1), 25-28.

Youkhana, B., Tavassol, F., Johannsen, H., Spalthoff, S., Gellrich, N.-C. et Stier, R. (2019). An in-depth technical and medical investigation of facial injuries caused by car accidents. *Injury*, *50*(8), 1433-1439.

Zaal, D. (1994). Traffic Law Enforcement. *Monash University Accident Research Centre*, 212.

Zachariades, N. et Papavassiliou, D. (1990). The pattern and aetiology of maxillofacial injuries in Greece. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *18*(6), 251-254.

Zachariades, N., Papavassiliou, D. et Koumoura, F. (1990). Fractures of the facial skeleton in children. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *18*(4), 151-153.

PERON Bastien

TITRE : Évolution des impacts maxillo-faciaux dans les accidents de voiture en Europe, des années 1970 à nos jours.

RÉSUMÉ : Les accidents de voiture sont de grands pourvoyeurs de lésions maxillo-faciales mais les mesures de sécurité routière prises par les pouvoirs publics européens depuis les années 1970 ont fortement diminué la fréquence de ces lésions ainsi que leur gravité. Les contusions, les lacérations, les traumatismes dentaires, les fractures nasales, orbitaires et mandibulaires représentent les lésions maxillo-faciales les plus fréquemment recensées lors de tels accidents.

L'arrivée des ceintures de sécurité et des airbags dans les automobiles a participé de façon importante à réduire le risque de subir un traumatisme maxillo-facial dans un accident de voiture.

Les progrès médicaux dans les domaines de l'imagerie et de la chirurgie ont, quant à elles, permis de mieux prendre en charge les victimes de ces accidents.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : TRAUMATOLOGIE MAXILLO-FACIALE

MOTS CLEFS : Blessures maxillo-faciales, Europe, accidents de la route, traumatologie dentaire.

JURY :

Président :	Mme. Le Professeur	**BOISRAMÉ Sylvie**
Assesseurs :	Mme. Le Docteur	**CHEVALIER-HERISSET Valérie**
	Mme. Le Docteur	**VALLAEYS Karen**
	M. Le Docteur	**GENEST-BEUCHER Sébastien**
Invités :	M. Le Professeur	**MARIANOWSKI Rémi**
	M. Le Docteur	**LETOUX Guy**
	M.	**ARENES Christopher**