



**HAL**  
open science

# Le vélo comme mode de transport actif et son impact sur la mortalité et la morbi-mortalité des pratiquants de dix-huit ans et plus : une revue de la littérature systématique

Antoine Martin

## ► To cite this version:

Antoine Martin. Le vélo comme mode de transport actif et son impact sur la mortalité et la morbi-mortalité des pratiquants de dix-huit ans et plus : une revue de la littérature systématique. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03332052

**HAL Id: dumas-03332052**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03332052>**

Submitted on 3 Dec 2021

**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 Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THÈSE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**Antoine MARTIN**

le 1er décembre 2020

TITRE :

Le vélo comme mode de transport actif et son impact sur la mortalité  
et la morbi-mortalité des pratiquants de dix-huit ans et plus :  
une revue de la littérature systématique

Directeur de thèse : Dr Jean-Pierre BÉNÉZECH

JURY

Président : Pr Philippe LAMBERT Professeur des Universités première classe - Médecine Générale

Assesseurs : Dr Pascale FABBRO Maître de Conférences des Universités - Praticien  
Hospitalier hors classe - Epidémiologie, économie de la santé et prévention

Dr François-Xavier LESAGE Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
première classe - Médecine et Santé au Travail

Dr Jean-Pierre BÉNÉZECH Praticien Hospitalier - Soins Palliatifs

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THÈSE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

par

**Antoine MARTIN**

le 1er décembre 2020

TITRE :

Le vélo comme mode de transport actif et son impact sur la mortalité  
et la morbi-mortalité des pratiquants de dix-huit ans et plus :  
une revue de la littérature systématique

Directeur de thèse : Dr Jean-Pierre BÉNÉZECH

JURY

Président : Pr Philippe LAMBERT Professeur des Universités première classe - Médecine Générale

Assesseurs : Dr Pascale FABBRO-PERAY Maître de Conférences des Universités - Praticien  
Hospitalier hors classe - Epidémiologie, économie de la santé et prévention

Dr François-Xavier LESAGE Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier  
première classe - Médecine et Santé au Travail

Dr Jean-Pierre BÉNÉZECH Praticien Hospitalier - Soins Palliatifs

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2019 - 2020**

**PERSONNEL ENSEIGNANT**

**Professeurs Honoraires**

ALLIEU Yves	CALLIS Albert	JAFFIOL Claude	NAVRATIL Henri
ALRIC Robert	CANAUD Bernard	JANBON Charles	OTHONIEL Jacques
ARNAUD Bernard	CHAPTAL Paul-André	JANBON François	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	CIURANA Albert-Jean	JARRY Daniel	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	CLOT Jacques	JOURDAN Jacques	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	COSTA Pierre	LAFFARGUE François	POUGET Régis
AYRAL Guy	D'ATHIS Françoise	LALLEMANT Jean Gabriel	PUJOL Henri
BAILLAT Xavier	DEMAILLE Jacques	LAMARQUE Jean-Louis	RABISCHONG Pierre
BALDET Pierre	DESCOMPS Bernard	LAPEYRIE Henri	RAMUZ Michel
BALDY-MOULINIER Michel	DIMEGLIO Alain	LE QUELLEC Alain	RIEU Daniel
BALMES Jean-Louis	DUBOIS Jean Bernard	LESBROS Daniel	ROCHEFORT Henri
BALMES Pierre	DUJOLS Pierre	LOPEZ François Michel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BANSARD Nicole	DUMAS Robert	LORIOT Jean	SAINT AUBERT Bernard
BAYLET René	DUMAZER Romain	LOUBATIERES Marie Madeleine	SANCHO-GARNIER Hélène
BILLIARD Michel	ECHENNE Bernard	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SANY Jacques
BLARD Jean-Marie	FABRE Serge	MARY Henri	SEGNARBIEUX François
BLAYAC Jean Pierre	FREREBEAU Philippe	MATHIEU-DAUDE Pierre	SENAC Jean-Paul
BLOTMAN Francis	GALIFER René Benoît	MEYNADIER Jean	SERRE Arlette
BONNEL François	GODLEWSKI Guilhem	MICHEL François-Bernard	SOLASSOL Claude
BOURGEOIS Jean-Marie	GRASSET Daniel	MION Charles	THEVENET André
BRUEL Jean Michel	GUILHOU Jean- Jacques	MION Henri	VIDAL Jacques
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MIRO Luis	VISIER Jean Pierre
BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	NAVARRO Maurice	

### Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	MARES Pierre
BLANC François	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philippe	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MILLAT Bertrand
BRINGER Jacques	MONNIER Louis
CLAUSTRES Mireille	MOURAD Georges
DAURES Jean-Pierre	PREFAUT Christian
DAUZAT Michel	PUJOL Rémy
DAVY Jean-Marc	RIBSTEIN Jean
DEDET Jean-Pierre	SCHVED Jean-François
ELEDJAM Jean-Jacques	SULTAN Charles
GROLLEAU RAOUX Robert	TOUCHON Jacques
GUERRIER Bernard	UZIEL Alain
GUILLOT Bernard	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel

**Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers**

**PU-PH de classe exceptionnelle**

ALBAT Bernard	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BONAFE Alain	Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

HEDON Bernard

Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

HERISSON Christian

Médecine physique et de réadaptation

JABER Samir

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

JEANDEL Claude

Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement,  
médecine générale, addictologie

JONQUET Olivier

Médecine intensive-réanimation

JORGENSEN Christian

Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie

KOTZKI Pierre Olivier

Biophysique et médecine nucléaire

LABAUGE Pierre

Neurologie

LARREY Dominique

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

LEFRANT Jean-Yves

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

LUMBROSO Serge

Biochimie et Biologie moléculaire

MARTY-ANE Charles

Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

MERCIER Jacques

Physiologie

MESSNER Patrick

Cardiologie

MONDAIN Michel

Oto-rhino-laryngologie

MORIN Denis

Pédiatrie

PAGEAUX Georges-Philippe

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PUJOL Pascal

Biologie cellulaire

QUERE Isabelle

Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine  
vasculaire)

RENARD Eric

Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie  
médicale

REYNES Jacques

Maladies infectieuses, maladies tropicales

RIPART Jacques

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

ROUANET Philippe

Cancérologie ; radiothérapie

SOTTO Albert

Maladies infectieuses ; maladies tropicales

TAOUREL Patrice

Radiologie et imagerie médicale

VANDE PERRE Philippe

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

YCHOU Marc

Cancérologie ; radiothérapie

**PU-PH de 1<sup>re</sup> classe**

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAMU William	Neurologie
CANOVAS François	Anatomie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire



DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
HAYOT Maurice	Physiologie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PETIT Pierre	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie

TOUITOU Isabelle

Génétique

TRAN Tu-Anh

Pédiatrie

VERNHET Hélène

Radiologie et imagerie médicale

**PU-PH de 2ème classe**

BOURDIN Arnaud

Pneumologie ; addictologie

CANAUD Ludovic

Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)

CAPDEVIELLE Delphine

Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

CLARET Pierre-Géraud

Médecine d'urgence

COLOMBO Pierre-Emmanuel

Cancérologie ; radiothérapie

COSTALAT Vincent

Radiologie et imagerie médicale

CUVILLON Philippe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAIEN Vincent

Ophthalmologie

DORANDEU Anne

Médecine légale et droit de la santé

FAILLIE Jean-Luc

Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

FUCHS Florent

Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

GABELLE DELOUSTAL Audrey

Neurologie

GAUJOUX Viala Cécile

Rhumatologie

GODREUIL Sylvain

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

GUILLAUME Sébastien

Psychiatrie d'adultes ; addictologie

GUILPAIN Philippe

Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

GUIU Boris

Radiologie et imagerie médicale

HERLIN Christian

Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie

HOUEDE Nadine

Cancérologie ; radiothérapie

JACOT William

Cancérologie ; Radiothérapie

JUNG Boris

Médecine intensive-réanimation

KALFA Nicolas

Chirurgie infantile

KOUYOUMDJIAN Pascal

Chirurgie orthopédique et traumatologique

LACHAUD Laurence

Parasitologie et mycologie

LALLEMANT Benjamin

Oto-rhino-laryngologie

LE QUINTREC DONNETTE Moglie

Néphrologie

LETOUZEY Vincent

Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

LONJON Nicolas

Neurochirurgie

LOPEZ CASTROMAN Jorge

Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

LUKAS Cédric

Rhumatologie

MAURY Philippe

Chirurgie orthopédique et traumatologique

MILLET Ingrid

Radiologie et imagerie médicale

MORANNE Olivier

Néphrologie

MURA Thibault

Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication

NAGOT Nicolas

Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication

PANARO Fabrizio

Chirurgie viscérale et digestive

PARIS Françoise

Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

PASQUIE Jean-Luc

Cardiologie

PELLESTOR Franck

Histologie, embryologie et cytogénétique

PEREZ MARTIN Antonia

Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)

POUDEROUX Philippe

Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

RIGAU Valérie

Anatomie et cytologie pathologiques

RIVIER François

Pédiatrie

ROGER Pascal

Anatomie et cytologie pathologiques

ROSSI Jean François

Hématologie ; transfusion

ROUBILLE François

Cardiologie

SEBBANE Mustapha

Médecine d'urgence

SIRVENT Nicolas

Pédiatrie

SOLASSOL Jérôme

Biologie cellulaire

STOEBNER Pierre	Dermato-vénérologie
SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne	Endocrinologie-diabétologie-nutrition

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

##### **1<sup>re</sup> classe :**

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

##### **2ème classe :**

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale**

##### **1re classe :**

LAMBERT Philippe

##### **2ème classe :**

AMOUYAL Michel

**PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale**

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

**PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine**

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

**Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers**

**MCU-PH Hors classe**

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion
HILLAIRE-BUYS Dominique	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PUJOL Joseph	Anatomie
RICHARD Bruno	Médecine palliative
RISPAIL Philippe	Parasitologie et mycologie
SEGONDY Michel	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

---

**MCU-PH de 1<sup>re</sup> classe**

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BOURGIER Céline	Cancérologie ; Radiothérapie
BRET Caroline	Hématologie biologique
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

**MCU-PH de 2<sup>ème</sup> classe**

CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénéréologie
GOUZI Farès	Physiologie



HERRERO Astrid

Chirurgie viscérale et digestive

JEZIORSKI Éric

Pédiatrie

KUSTER Nils

Biochimie et biologie moléculaire

MAKINSON Alain

Maladies infectieuses, Maladies tropicales

PANTEL Alix

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

PERS Yves-Marie

Thérapeutique; addictologie

ROUBILLE Camille

Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ;  
addictologie

SZABLEWSKY

Anatomie et cytologie pathologiques

### **Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale**

#### **MCU-MG de 1<sup>re</sup> classe**

COSTA David

#### **MCU-MG de 2<sup>ème</sup> classe**

FOLCO-LOGNOS Béatrice

OUDE ENGBERINK Agnès

### **Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale**

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

**Praticiens Hospitaliers Universitaires**

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
DAIEN Claire	Rhumatologie
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive



# REMERCIEMENTS

## Aux membres du jury :

Au Professeur Philippe LAMBERT pour me faire l'honneur de présider ce jury et pour votre accompagnement efficient dans les démarches finalisant ce travail.

Au Docteur Pascale FABBRO-PERAY pour avoir accepté avec enthousiasme de juger cette revue de la littérature.

Au Docteur François-Xavier LESAGE pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail en acceptant le juger.

Au Docteur Jean-Pierre BÉNÉZECH pour m'avoir fait l'amitié de diriger cette thèse. J'ai eu un grand plaisir à apprendre à tes côtés en profitant de ton approche résolument humaine de la médecine et de la vie en général. Encore merci.

Soyez tous assurés de ma reconnaissance.

## Aux soignants qui ont jalonné mon parcours :

Au Docteur Olivier PHILBOIS pour ton compagnonnage avec humour et éthique qui a marqué mon externat et continue de m'inspirer.

Au Docteur Nassib AZOURY pour votre enseignement bienveillant ainsi que pour votre humanité. Travailler dans votre service et à vos côtés fut une expérience hautement profitable.

Au Docteur Frédéric GEORGER pour votre pédagogie et la confiance que vous m'avez témoignée.

Aux Docteurs Emmanuel COLOMINA et Olivier SCALA pour m'avoir guidé dans mes premiers pas en tant que médecin généraliste, chacun avec vos sensibilités propres.

Au Docteur Éric JEZIORSKI pour votre transmission de savoir, votre implication aux côtés des internes de votre service et votre bienveillance envers les médecins généralistes.

A l'ensemble de l'équipe de l'Unité Mobile de Soins Palliatifs, avec une mention spéciale pour Maryse, Valérie et Jean Luc, pour leur engagement fort envers les patients. Acquérir à vos côtés un nouveau regard sur le soin a été une très belle expérience pour clôturer mon internat.

### A ma famille :

A ma Maman pour ton amour inconditionnel et pour ta patience (bien nécessaire !). De nos écoutes de Play et de Discovery à notre escapade Viennoise à la rencontre de Brueghel et d'Arcimboldo, merci de m'avoir transmis ta curiosité et ton intérêt pour l'art sous toutes ses formes.

A mon Papa pour ton exigence qui m'a permis d'arriver jusqu'ici et pour m'avoir inculqué l'esprit critique et le sens de l'observation (alias l'œil du broc') qui je l'espère contribueront à faire de moi un médecin vigilant.

A mes tantes « siamoises » pour toute votre affection et votre drôlerie. Nadine tendre et acerbe, Agnès douce et rêveuse : un duo idéal pour votre « petit » neveu.

A Emma, je suis admiratif de ton parcours et de ta façon d'aborder la vie, toujours avec le sourire. Je te souhaite le meilleur à venir.

A Olivier pour ta joyeuse irrévérence.

A Franck pour m'avoir enseigné le roller et accessoirement la tolérance (OK tu as sans doute été meilleur prof pour le roller).

A mon grand-père paternel pour s'être toujours intéressé de prêt à mes études et m'avoir enseigné un adage qui m'a été utile en médecine comme en bricolage « si tu as besoin de forcer, c'est que quelque chose ne va pas ». Ta sagacité et tes récits de vie, toujours aussi précis et vifs, sont de grandes sources d'émerveillement.

A mon grand-père maternel pour son immense gentillesse et sa grande générosité qui ont marqué tous ceux qui l'ont côtoyé. Tu m'as appris à observer et à m'enthousiasmer devant la nature et ses manifestations, je t'en serai toujours reconnaissant. Repose en paix.

A mes grand-mères, pour leur amour. Reposez en paix.

A mes amis :

*Aux Stéphanois :*

A Timothée, mon Tim, pour cette longue camaraderie. D'abord autour des toiles du Méliès puis devant les murs d'enceintes. Je suis honoré que tu m'aies choisi comme témoin. A nos retrouvailles !

A Marie, ma Ritou, pour ta précieuse amitié. Compagne de festival comme confidente, tu as toujours été bienveillante, Timothée ne pouvait pas mieux choisir. A votre mariage !

A Yoann pour tous les délires au ter-ter. Nos retrouvailles sont toujours un plaisir. Je te souhaite le meilleur pour ta nouvelle vie sur les collines.

A Théo et Rachel, les chatons psychotiques, pour avoir enrichi mon externat de vos visions décalées mais toujours appropriées. Au Boom ?!

A Fabien, pour avoir été un chouette compagnon de route (et lors des cours en amphitheâtre les plus ennuyeux, de dessin). Tu seras sans aucun doute un excellent papa.

A François pour m'avoir fait écouter Brassens, m'avoir supporté en tant que colocataire et pour toutes ces discussions d'intérêt.

A Antoine pour ta culture partagée en toute modestie. Bienvenue au petit Eloan, profite bien de lui !

A Cyril, mon deuxième parrain, et Elise, ma filleule, pour votre bonne humeur et tous ces moments d'exception (« félicitations à toute l'équipe » comme on dirait au Yacht Club).

*Aux « Montpelliérains » :*

Aux Coistancic : Fabien, merci pour tout (sinon ça serait vraiment trop long), et Sélène, merci pour ta drôlerie et ton *cat-sitting*. A nos prochaines raclettes et couscous !

A Yann « Tata », pour ta tolérance, la Cup et nos riches discussions entre deux pintes.

A Flo, mon Mamène, pour nos aventures de Béziers à Prague, de l'Antirouille à Bulles Plongée.

A Line, pour ton sens de l'amitié et pour m'avoir permis avec Ziyad de découvrir le Bénin. Je vous souhaite le meilleur pour vous et le petit à venir.

A Caroline, pour cet excellent semestre d'internat cardiologique et ta fantaisie.

Aux ex-Biterrois, pour ces « Vingt c'est le Vin » partagés, et en particulier Carole, Carine, Marie et Bastien.

A Mathias, parce que... pourquoi pas.

Également à :

Claude et Olivier pour votre gentillesse et m'avoir accueilli parmi les Ambrosino.

Miro pour avoir été le meilleur des chats. J'espère que tu as retrouvé un beau coin de terrasse d'où nous regarder.

Toutes celles et tous ceux que j'ai pu oublier ou que je n'ai pas osé mentionner.

A Marion :

Pour ton sourire, ta bonne humeur et ton grand humour. Pour ton énergie, ton dynamisme et ton optimisme. Pour me soutenir, me pondérer et m'aider à m'améliorer chaque jour. A tes côtés, quelques soient mes grognements, je suis heureux au quotidien et impatient des lendemains. Je t'aime.

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	15
SOMMAIRE .....	19
LISTE DES ABREVIATIONS EMPLOYEES .....	22
AVANT PROPOS .....	23
INTRODUCTION.....	25
I.    Activité physique et sédentarité .....	25
A.    Activité physique .....	25
B.    Sédentarité.....	30
II.   Mobilité locale et modes de transport actifs.....	31
A.    Définitions.....	31
B.    Statistiques de la mobilité locale en France .....	32
C.    Le vélo : un mode de transport accessible et fiable mais sous-utilisé en France.....	32
III.  Estimation de la balance bénéfice-risque en termes de santé individuelle et publique du développement du vélo en tant que transport actif.....	34
A.    Bénéfices sur la santé attendus du développement du vélo en tant que mode de transport actif.....	34
B.    Effets adverses sur la santé potentiellement induits par le développement du vélo en tant que mode de transport actif .....	35
IV.   Morbi-mortalité et notion d'Années de Vie Ajustées sur la Qualité.....	36
A.    Mortalité et morbidité : deux indicateurs de santé complémentaires.....	36
B.    Années de Vie Ajustées sur la Qualité .....	37
V.    Problématique en médecine générale .....	39
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	41
I.    Critères d'éligibilité des travaux scientifiques .....	41
A.    Critères d'inclusion .....	41
B.    Critères d'exclusion .....	43
II.   Sources d'informations et leur exploitation .....	44

III.	Sélection des études.....	45
IV.	Extraction des données et gestion des données manquantes .....	46
V.	Évaluation du risque de biais de chaque étude.....	47
VI.	Synthèse des données .....	47
RÉSULTATS .....		48
I.	Sélection des études .....	48
A.	Références provenant de l'interrogation des bases de données .....	48
B.	Références provenant de recherches supplémentaires .....	50
C.	Total des références traitées et des études sélectionnées .....	51
II.	Caractéristiques des études incluses.....	54
A.	Types d'études.....	54
B.	Expositions étudiées.....	54
C.	Comparaisons.....	55
D.	Critères de jugement .....	55
E.	Pays d'origine .....	56
F.	Cohortes .....	56
G.	Qualité méthodologique.....	58
III.	Synthèse des résultats des études incluses.....	62
A.	Mortalité.....	62
B.	Morbi-mortalité.....	67
DISCUSSION .....		68
I.	Intérêts et forces de ce travail.....	68
II.	Limites de cette étude.....	69
A.	Critères d'éligibilité utilisés .....	69
B.	Faiblesses méthodologiques.....	71
III.	A propos des résultats obtenus.....	72
A.	Principaux biais des études incluses .....	72
B.	Quantifications de l'exposition .....	75

C. Résultats discordants sur la mortalité toutes causes.....	76
IV. Validité externe :.....	77
V. Perspectives :.....	78
CONCLUSION.....	81
BIBLIOGRAPHIE.....	83
ANNEXES.....	91
I. Stratégie de recherche employée pour MedLine pour l’objectif principal (mortalité toutes causes).....	91
II. Grille d’analyse conçue pour analyse des études de cohorte et pour les études interventionnelles comparatives.....	92
III. Liste des références bibliographiques incluses en seconde phase de lecture (analyse des résumés).....	93
IV. Grille PRISMA complétée pour cette revue.....	97
SERMENT D’HIPPOCRATE.....	98
RÉSUMÉ.....	99

# LISTE DES ABREVIATIONS EMPLOYEES

- ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
- AP : activité physique
- AVAQ : années de vie ajustées sur la qualité
- EPIC : *European Prospective Investigation into Cancer*
- HR : rapport des risques (*Hazard Ratio*)
- IC 95% : intervalle de confiance à 95%
- IMC : indice de masse corporelle
- INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
- MeSH : *Medical Subject Headings*
- MET : équivalent métabolique d'une tâche (*Metabolic Equivalent of Task*)
- NOS : *Newcastle-Ottawa Scale*
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- PM<sub>2.5</sub> : particules de diamètre inférieur à 2.5 µm
- PRISMA : *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*
- RR : risque relatif
- SF-36 : *Medical Outcome Study Short Form 36*
- VLS : vélo en libre service
- WONCA : Organisation mondiale des médecins de famille (*World Organization of National Colleges, academies and academic Associations of general practitioners/family physicians*)



# AVANT PROPOS

« Et si vous alliez travailler à vélo ? »

C'est cette proposition, pouvant pourtant sembler anecdotique, qui a sans doute le plus marqué mon internat de Médecine Générale. Une question aux allures de réponse lancée par le Docteur Manuel COLOMINA à différents patients atteints d'une maladie chronique débutante.

Suggestion qui se fait prescription, sans posologie ni durée précise. Et cette prescription m'a semblé intéressante à plus d'un titre. Fantaisiste, elle capte l'attention. Informelle, elle invite sans contraindre. Volontairement floue, elle permet à son destinataire de s'y projeter.

Mais avant tout, cette suggestion m'est apparue comme pertinente.

Tout d'abord car l'annonce d'une pathologie chronique est un choc pour le patient. Celui-ci peut se sentir dépossédé d'une partie de lui-même par la maladie et les contraintes qu'elle implique, avec le risque d'une certaine fatalité et passivité en réponse. Aller travailler à vélo constitue alors une perspective salvatrice dans laquelle le malade reste avant tout un individu actif : celui qui va tenter de rétablir au mieux sa balance physiologique en trouvant un nouvel équilibre de vie.

Ensuite car « Et si vous alliez travailler à vélo ? » délivre implicitement au moins deux messages. Le premier c'est une marque de confiance du médecin dans le potentiel de son patient à réagir face à la maladie. Le second c'est celui de la continuité dans le changement : la vie ne s'interrompt pas avec la maladie, elle se poursuit autrement.

Cette prescription m'a fait apparaître de façon plus tangible l'existence de prescriptions non médicamenteuses, et l'importance qu'elles pouvaient revêtir en consultation de Médecine Générale où la pharmacopée ne peut constituer un moyen de soigner suffisant dans de nombreuses situations : prévention, accompagnement dans la maladie, prise en charge de la souffrance qu'elle soit physique ou psychique, *etc.*

Il m'est paru que ce type de prescription était également un moyen de restaurer l'alliance thérapeutique avec des patients exprimant leur défiance envers une médecine parfois trop dépendante de l'industrie pharmaceutique, ce qu'avait pu laisser entrevoir le très médiatisé procès Mediator<sup>o</sup>. (1)

Ces réflexions ont pu connaître un nouveau développement lors de mon apprentissage en Soins Palliatifs au côté du Docteur Jean Pierre BÉNÉZECH. Il m'a permis de m'approprier ce concept dont je n'avais qu'une vague intuition, celui de la prescription d'une modification du mode de

vie. Cette prescription a jalonné l'histoire de la médecine et reste toujours aussi nécessaire dans notre pratique médicale actuelle malgré les progrès scientifiques établis au cours des siècles. Cette nécessité appelle en conséquence la réalisation d'études afin de valider les prescriptions de modification du mode de vie. (2)

C'est à cette démarche de validation que j'ai souhaité souscrire au travers de cette thèse, en m'attachant à la prescription d'une modification du mode de vie particulière qui m'était devenue chère : utiliser le vélo dans les déplacements du quotidien.

# INTRODUCTION

## I. Activité physique et sédentarité

### A. Activité physique

#### 1. Définition de l'activité physique et notion d'équivalent métabolique

L'activité physique (AP) est définie comme « tout mouvement corporel produit par contraction des muscles squelettiques entraînant une augmentation de la dépense énergétique par rapport à la dépense énergétique de repos ». (3)

Afin d'estimer la dépense d'énergie lors d'une activité physique donnée, on peut employer l'unité d'équivalent métabolique d'une tâche, abrégée MET (*Metabolic Equivalent of Task*). La valeur exprimée en MET d'une activité physique correspond au ratio du métabolisme durant cette activité sur le métabolisme de repos. Le métabolisme de repos est par convention défini comme la dépense énergétique d'un adulte au repos assis sur une chaise et équivaut à 1,0 kcal/kg/h ou à une consommation de 3,5 mL d'oxygène/kg/min, soit 1 MET. (4)

Ainsi, à titre d'exemples : jouer de la guitare assis est estimé à 2.0 METs, porter un sac de courses dans une montée d'escaliers à 7,5 METs, courir lors d'un marathon à 13,3 METs. (5)

Il est donc possible de différencier les activités physiques en fonction de leur intensité en utilisant les METs (6) :

<b>Intensité</b>	<b>METs</b>	<b>Évaluation subjective par essoufflement</b>
Sédentaire	≤ 1,5 MET	Pas d'essoufflement
Faible	1,6 à 3 METs	
Modérée	3 à 5,9 METs	Essoufflement modéré, conversation possible
Élevée	6 à 8,9 METs	Essoufflement important, conversation difficile
Très élevée	≥ 9 METs	Essoufflement très important, conversation impossible

Tableau 1 : Classification des activités physiques en fonction de leur intensité objectivée en METs et de leur évaluation subjective par l'essoufflement

## 2. Principaux bénéfices de l'activité physique sur l'état de santé des individus

### a. En prévention primaire des maladies chroniques

Une littérature abondante démontre que la pratique régulière d'AP contribue à prévenir la survenue de nombreuses pathologies chroniques (3) :

- L'AP constitue un moyen majeur, dans le cadre d'une modification du mode de vie, de prévention de survenue d'un diabète de type 2 chez les sujets à risque ; diminuant l'incidence jusqu'à 58 % avec une persistance de l'effet protecteur jusqu'à 3 ans après l'arrêt de la pratique. L'effet de l'AP est indépendant de l'indice de masse corporelle (IMC) et semble indépendant de l'alimentation ou de la perte de poids obtenue.

- La pratique régulière d'AP permet la diminution de l'incidence des coronaropathies, la réduction du risque variant de 20 à 50 % selon la quantité rapportée et les études. Il existe de plus une relation inverse entre le niveau d'AP d'intensité modérée à élevée et le risque d'accident vasculaire.

- L'AP est associée à une diminution du risque de certains cancers dont deux fréquents que sont le cancer du sein (de l'ordre de 10 à 27 % en fonction des populations et du type d'activité) et le cancer du côlon (de l'ordre de 25 % chez les sujets les plus actifs par rapport aux moins actifs).

- La pratique régulière d'AP est associée à une diminution de l'incidence de la maladie d'Alzheimer jusqu'à 45 %, avec une relation dose-effet.

### b. En prévention secondaire et tertiaire de certaines maladies cardio-vasculaires, respiratoires ou néoplasiques

Chez les patients ayant présenté un syndrome coronarien aigu, l'AP adaptée permet une diminution de la mortalité, toutes causes et cardio-vasculaire, avec une relation dose-réponse. Elle est également associée à une baisse des ré-hospitalisations ainsi qu'à une amélioration de la qualité de vie des malades. D'une façon similaire, chez les patients présentant une artériopathie oblitérante des membres inférieurs, l'AP induit une diminution de la mortalité, toutes causes et cardio-vasculaire, ainsi qu'une augmentation de la qualité de vie. (7)

Dans les suites d'un accident vasculaire cérébral, les programmes d'AP sous forme d'exercices tels que la marche sur tapis ou la bicyclette ergométrique ont un effet bénéfique démontré sur les capacités cognitives et sur l'équilibre. (8)

Chez les personnes atteintes de bronchopneumopathie chronique obstructive, l'AP diminue de façon consistante la survenue d'exacerbations ainsi que la mortalité. Elle semble également améliorer la qualité de vie des patients, sous réserve d'une évaluation méthodologique de plus faible qualité. (9)

La pratique d'AP à la suite du diagnostic d'un cancer est corrélée à une diminution de la mortalité toutes causes pour les cancers suivants : colo-rectaux, gastriques, gynécologiques, hématologiques, mammaires, prostatiques, pulmonaires, rénaux, ainsi que pour les gliomes. (10)

### c. Sur le sommeil et la santé mentale

La pratique régulière d'AP est positivement et fortement associée à la qualité globale du sommeil et est également associée de façon positive, bien que plus faible, au temps total de sommeil, à son efficacité ainsi qu'à une diminution du temps d'endormissement, et ce d'après une méta-analyses portant sur 25 études contrôlées rassemblant un total de 2193 individus. (11)

La pratique régulière d'AP d'intensité modérée à élevée est un facteur protecteur vis à vis de la survenue de stress psychologique, d'anxiété et de dépression. Chez les personnes présentant un emploi sédentaire, elle permet de diminuer le stress perçu, le risque de *burn-out* et de dépression ; sa promotion en milieu professionnel semble plus efficace dans l'amélioration du bien-être mental que les mesures organisationnelles. (3)

Chez des individus présentant une dépression d'intensité légère à modérée, l'AP présente une efficacité du même ordre de grandeur que celle des psychothérapies et des antidépresseurs dans la réduction des symptômes dépressifs. Au vu du peu d'effets indésirables qui lui sont associés, elle constitue donc une des options de premier choix thérapeutique pour les dépressions d'intensité légère à modérée. (12)

D'une manière générale l'AP est corrélée à une meilleure santé mentale, sous réserve d'une hétérogénéité selon la catégorie d'AP considérée : celles de loisir semble le plus bénéfique mais des résultats significatifs existent également pour l'activité physique liée au travail ou au transport. (13)

### 3. Recommandations de pratique d'activité physique

Ainsi, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande pour les adultes de 18 à 64 ans de pratiquer au cours de la semaine au moins 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue. (14) *L'American College of Sports Medicine* estime que cette « combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue » devrait cibler un volume de 500 à 1000 MET.min/semaine. (15)

Or, en France, d'après l'étude Esteban, en 2015 seulement 61% des adultes de 18 à 74 ans ont un niveau d'AP leur permettant d'atteindre les recommandations de l'OMS, cette proportion variant fortement en fonction du sexe : 70% des hommes étant physiquement actifs contre 53% des femmes, cette différence étant retrouvée dans toutes les classes d'âge. (16)

Une étude californienne de 2006 constate que non seulement la prise en compte de l'AP liée aux transports actifs réalisés à pied ou à vélo occasionne une majoration de la prévalence d'adhésion aux recommandations (52,9% contre 41,9% lorsque l'on considère seulement l'AP de loisir) mais qu'elle permet également une réduction des disparités d'adhésion aux recommandations liées aux niveaux d'éducation et de revenus. Ainsi, les recommandations d'AP ne doivent pas se focaliser sur la promotion des activités de loisir, au risque d'accroître les inégalités entre les populations les plus aisées et les moins aisées. (17)

### 4. Intégration de l'activité physique dans le mode de vie

L'AP est susceptible d'entrer en concurrence avec d'autres activités et rôles que les patients ont à assumer, entre autres leurs responsabilités familiales et professionnelles. Un des moyens de contourner ce frein à la pratique est la création de routines, afin que l'AP devienne un comportement adopté de façon habituelle. (7)

En effet, l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) note que, dans son acception la plus courante, l'AP est considérée à tort comme recouvrant uniquement la pratique sportive. Du fait qu'elle implique, par définition, tout mouvement du corps, cette pratique doit s'entendre comme étant intégrée à toutes les activités sociales et individuelles, par exemple se déplacer. (3)

Le travail de thèse « Les facteurs favorisant la transition vers un mode de vie physiquement actif en population générale : étude qualitative thématique par entretiens semi-dirigés » met en évidence

que « le moyen de transport peut être une occasion de pratiquer une AP, s'il est réalisé en vélo ou à pied, pour se rendre au travail ou bien dans la vie quotidienne. ». De plus, il apparaît que « le faible coût [financier d'une activité physique] facilite [sa] pratique », constat renvoyant également vers la pratique du vélo à la fois comme moyen de transport actif et permettant de pratiquer une activité physique. (18)

**ACTIVITÉS PHYSIQUES**  
**Nos recommandations pour les adultes**

ANSES  
 agence nationale de sécurité sanitaire  
 alimentation, environnement, travail  
 Connaître, évaluer, protéger

**ACTIVITÉ PHYSIQUE CARDIO-RESPIROATOIRE**

30 minutes par jour d'activité physique d'intensité modérée à élevée (essoufflement faible à élevé) au moins 5 jours par semaine, en évitant 2 jours consécutifs sans activité.  
 Marche, marche nordique, natation, vélo, rameur, ski nordique, montée d'escaliers, travaux ménagers (passer l'aspirateur, etc.), jardinage...

**RENFORCEMENT MUSCULAIRE**

Séances de renforcement musculaire des bras et des jambes, 1 à 2 fois par semaine.  
 Vélo, gymnastique, rameur, montée d'escaliers, port de charges lourdes, haltères, élastiques...

**ASSOULISSEMENT ET MOBILITÉ ARTICULAIRE**

Ce type d'exercices d'assouplissement et de mobilité articulaire est recommandé 2 à 3 fois par semaine, précédés d'un échauffement musculaire. Arrêtez en cas de sensation d'inconfort ou de raideur.  
 Tai chi, golf, yoga, étirements...

**L'échauffement musculaire est important dans toutes les activités. Si vous reprenez l'exercice physique après un long arrêt, faites-le progressivement. Réduire sa sédentarité, c'est diminuer son temps passé en position assise ou allongée. Pensez à interrompre ces périodes toutes les 90 à 120 minutes par une activité de 5 minutes.**

www.anses.fr  
 Cette infographie est en licence Creative Commons : attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification. ©

Figure 1 : Communication visuelle de l'ANSES dispensant des recommandations sur la pratique d'AP par les adultes.

Le vélo est mentionné à la fois comme AP cardio-respiratoire et comme AP de renforcement musculaire.

Il est mis en exergue que « toutes les occasions sont bonnes pour bouger ».

## B. Sédentarité

### 1. Définition et prévalence de la sédentarité en France

La sédentarité est définie comme une situation d'éveil caractérisée par une dépense énergétique inférieure ou égale à la dépense de repos en position assise ou allongée. Ainsi elle inclut entre autres les temps passés en transports automobiles. La sédentarité est à distinguer de l'inactivité physique qui désigne un niveau insuffisant d'activité physique d'intensité modérée à élevée. En 2015 en France, on estime la proportion d'adultes ayant un niveau de sédentarité modéré (c'est-à-dire de 3 à 7 heures par jour) ou élevé (c'est-à-dire plus de 7 heures par jour) à 84%. (16)

### 2. Impact de la sédentarité sur la santé humaine

La sédentarité est considérée comme le quatrième facteur de risque de décès dans le monde, avec 6 % des décès imputables selon l'OMS. (19)

En effet, un mode de vie sédentaire semble associé à un surrisque de développer un diabète de type 2, une maladie cardio-vasculaire, une pathologie néoplasique mammaire, colique et endométriale, et ce après ajustement sur la pratique d'activité physique. (20)

### 3. Modulation de l'impact de la sédentarité sur la mortalité par l'activité physique

Une méta-analyse regroupant plus d'un million d'individus, et prenant en compte un éventuel biais de causalité inversée, met en évidence une augmentation graduelle de la mortalité toute causes au-delà de 4 heures de station assise quotidienne sauf pour les individus les plus actifs, c'est-à-dire totalisant strictement plus de 35,5 MET.h par semaine (soit 60 à 75 minutes d'AP d'intensité modérée journalière). Parmi ceux totalisant moins de 35,5 MET.h par semaine, l'activité physique semble diminuer mais pas annuler cette surmortalité en lien avec la station assise au-delà de 4 heures par jour. Ainsi, par rapport au groupe de référence assis moins de 4 heures par jour et appartenant au quartile le plus actif, ceux assis plus de 8 heures par jour présentent une surmortalité de l'ordre de 27% si ils appartiennent au quartile le moins actif (moins de 2,5 MET.h par semaine soit moins de 5 minutes d'AP modérée par jour) contre 10% si ils appartiennent au second quartile



le moins actif (moins de 16 MET.h par semaine soit moins de 25 à 35 minutes d'AP modérée par jour), alors même qu'il n'est pas retrouvé d'augmentation significative de la mortalité pour ceux assis plus de 8 heures par jour mais appartenant au quartile le plus actif. (21)

## II. Mobilité locale et modes de transport actifs

### A. Définitions

#### 1. Déplacement

Un déplacement est le mouvement d'une personne d'un lieu de départ vers un lieu d'arrivée. Il se caractérise par un motif et un seul. Un déplacement peut recouvrir l'usage d'un ou plusieurs modes de transport. (22)

#### 2. Mobilité locale et population mobile

On parle de mobilité locale à propos des déplacements des personnes de 6 ans ou plus, faits à l'occasion d'activités situées dans un rayon de 80 km à vol d'oiseau autour du domicile et sur le territoire national. Elle s'oppose à la mobilité longue distance. La population mobile est l'ensemble des personnes s'étant déplacées pendant la période de référence définie pour l'observation d'un type de mobilité (locale ou longue distance). (22)

#### 3. Mode de transport actif, vélo en libre service et vélo à assistance électrique

On définit un mode de transport comme mode de transport actif si la personne effectuant le déplacement utilise sa propre énergie pour se rendre d'un endroit à un autre. (23)

Un dispositif de vélo en libre service (VLS) consiste à mettre à disposition dans l'espace public des vélos que l'on peut emprunter librement pour se déplacer, gratuitement ou moyennant un coût variable en fonction de la durée d'utilisation. (24)

Un vélo à assistance électrique est un vélo complété d'au moins un moteur alimenté par une batterie rechargeable. En France et dans l'Union Européenne il doit satisfaire à deux exigences supplémentaires. La première est que le déclenchement de l'assistance électrique est

nécessairement lié au pédalage ; la seconde est que la puissance de l'assistance doit permettre d'atteindre une vitesse qui n'excède pas 25 km/h. (25)

## B. Statistiques de la mobilité locale en France

La mobilité locale représente 98 % des déplacements des personnes résidant habituellement en France. En 2008, on recense 3,7 déplacements locaux par jour et par personne dans la population mobile. La durée moyenne d'un déplacement local s'élevant à 17,9 minutes on peut extrapoler une moyenne d'environ 66 minutes consacrées quotidiennement aux déplacements locaux dans la population mobile. Cependant cette durée quotidienne occupée par les déplacements locaux varie fortement selon la zone de résidence : on constate en effet en population générale des extrêmes à 47 minutes en zones rurales et à 75 minutes dans Paris intramuros. (22)

La distance quotidienne parcourue par personne est en moyenne de 25,2 kilomètres dans le cadre de la mobilité locale. En moyenne, seulement 1500 mètres (soit 3 %) sont parcourus via un mode de transport actif (900 mètres par la marche, 600 mètres par vélo). (22)

Plus de la moitié (55%) des déplacements locaux se font pour se rendre sur son lieu d'étude ou de travail et pour effectuer des achats. On estime que parmi les 14,6 millions d'actifs ayant un lieu fixe et régulier de travail et utilisant leur voiture, 6,3 millions d'entre eux, résidant essentiellement en zones urbanisées, pourraient ne pas l'utiliser. (22) Ainsi, d'après l'Enquête annuelle de recensement menée par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) en 2015, 58 % des actifs qui habitaient à moins d'un kilomètre de leur lieu de travail s'y rendaient en automobile. (26)

## C. Le vélo : un mode de transport accessible et fiable mais sous-utilisé en France

### 1. Accessibilité du vélo

Le parc de vélos détenus par les ménages est estimé à 27 millions d'unités en France en 2008. (22) De plus, de nombreuses communes françaises accueillent désormais des systèmes de VLS : début 2020 on dénombre 56 systèmes de VLS implantés sur le territoire. (27)

Le vélo, du fait de la position assise du cycliste sur une selle, ne met que peu en charge les articulations des membres inférieurs lors de son utilisation. Par conséquent il peut être utilisé par les personnes en surpoids ou présentant des atteintes de ces articulations en cours de réhabilitation. (28)

## 2. Fiabilité des modes de transports actifs par rapport aux modes de transports passifs

Les modes de déplacement actifs sont les plus fiables, et ceux pour lesquels les prévisions de temps de parcours sont les plus sûres. A titre d'exemple, 6 % des piétons ou des cyclistes sont retardés contre 10 % pour les autres usagers. De même, parmi l'ensemble de la population mobile, les cyclistes sont ceux le plus fréquemment agréablement surpris par la brièveté de leur temps de parcours. (22)

## 3. Utilisation du vélo comme mode de transport actif en France

En 2008, seulement 2,7% des déplacements quotidiens en France étaient effectués à vélo. On notait une progression de son utilisation dans les grandes villes mais un recul en milieu rural. Paradoxalement, le parc de vélos détenus par les ménages augmentait de façon continue : 27 millions de vélos adultes en 2008 contre 21 millions en 1994. Ce parc est sous-utilisé, avec un quart des ménages possédant un ou des vélos non utilisés. (22)

Le 14 septembre 2018, le Plan vélo et mobilités actives fixe un objectif d'une part modale de 9 % pour le vélo d'ici à 2024, soit une augmentation de plus de 230% par rapport à 2008. (29)

### III. Estimation de la balance bénéfice-risque en termes de santé individuelle et publique du développement du vélo en tant que transport actif

#### A. Bénéfices sur la santé attendus du développement du vélo en tant que mode de transport actif

##### 1. Liés à une modification des niveaux d'activité physique et de sédentarité

D'après l'étude des statistiques de la mobilité en France, on peut entrevoir à l'échelle individuelle un double bénéfice potentiel au développement du vélo dans la part modale des transports : une diminution du temps de sédentarité quotidien accumulé dans les transports passifs (automobiles, deux roues motorisés et transports en commun) et une augmentation du temps quotidien d'AP par le biais des déplacements en transports actifs.

En effet, il a été observé que le transport actif à vélo semble se surajouter à l'AP habituelle et non s'y substituer, avec la description d'une relation type dose-effet entre le temps de trajet hebdomadaire à vélo et la durée d'AP modérée à intense hebdomadaire. (30) Chez des patients britanniques présentant un diabète de type 2, un transport actif exclusif pour les trajets domicile – lieu de travail (à pied ou à vélo) est associé à une majoration significative de la durée hebdomadaire d'AP d'intensité modérée à intense : de 73 minutes environ pour les hommes à 105 minutes environ pour les femmes par rapport aux patients utilisant un moyen de transport motorisé. De plus, le transport actif est associé à une réduction de la durée quotidienne de sédentarité : de 0,8 heure chez les femmes utilisant un transport actif seul à 2,2 heures pour les hommes combinant transport actif et transport passif motorisé (transport mixte). (31)

Selon la version 2011 du Compendium des activités physiques, le cyclisme pour aller ou revenir du travail à son rythme (code 01011) équivaut à une dépense énergétique de 6,8 METs. (5) Une AP est considérée comme d'intensité élevée dès lors que la dépense énergétique qu'elle entraîne se situe entre 6 et 9 METs. (6) Ainsi, le vélo en tant que transport actif, du moins lors du trajet entre le domicile et le travail, permettrait à son utilisateur de pratiquer une AP d'intensité élevée.

## 2. Liés à une diminution de la pollution atmosphérique par réduction des émissions de polluants par le trafic routier

La pollution atmosphérique englobe plusieurs entités différentes. Les particules de diamètre inférieur à  $2.5\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2.5}$ ) communément désignées par le terme « particules fines » sont souvent étudiées comme marqueur de cette pollution. L'exposition au long cours aux  $\text{PM}_{2.5}$  serait responsable de 4.2 millions de décès, soit 7,6 % des décès mondiaux, et de la perte de 103,1 millions d'années de vie ajustées sur la qualité (AVAQ) en 2015. (32)

En 2017, le transport routier émettait 11 % des  $\text{PM}_{2.5}$  dans les 28 pays de l'Union Européenne. (33) Le report d'une partie des trajets actuellement effectués par des moyens de transport passifs motorisés tels que l'automobile vers des moyens de transport actifs tels que le vélo pourrait donc contribuer à une réduction des émissions polluantes, avec une modification de l'exposition de la population générale à la pollution de l'air, d'autant plus probante en milieu urbain. (34)

## B. Effets adverses sur la santé potentiellement induits par le développement du vélo en tant que mode de transport actif

Le transport actif à vélo expose à deux principaux facteurs de risque de morbi-mortalité liés au trafic : les accidents de la voie publique et la pollution atmosphérique, plus particulièrement en milieu urbain.

### 1. Accidentologie liée à la pratique du vélo

Le risque principal à vélo est constitué par la traumatologie, avec des traumatismes faisant suite à des chutes ou à des collisions lors des trajets effectués. L'Enquête Permanente sur les Accidents de la Vie Courante établit que le membre supérieur est la partie du corps la plus souvent lésée (34 % des blessures), suivie de la tête (31 %) et des membres inférieurs (26 %). (35) Or 77 % des Français qui se déplacent à vélo ne portent jamais de casque, et seulement 14 % le portent systématiquement. (22)

Une étude de cohorte prospective incluant 230 390 usagers de la route britanniques, comparant la survenue de blessure chez ceux utilisant (totalement ou partiellement) le vélo par rapport à ceux utilisant exclusivement des modes de transports passifs, objective un risque majoré d'environ 45% d'admission hospitalière à la suite d'une blessure parmi les utilisateurs de vélo. Plus

spécifiquement, le risque de survenue de blessure liée à la locomotion est plus de 3 fois supérieur parmi les utilisateurs de vélo. (36)

Enfin, en 2016, 162 cyclistes sont décédés sur les routes françaises et dix fois plus ont été blessés. La catégorie d'âge des 45-64 ans s'avère particulièrement vulnérable et est la plus fréquemment victime d'accidents mortels. Les bénéfices attendus d'une pratique régulière du vélo sont donc contrebalancés par le risque non négligeable de survenue d'un accident aux conséquences potentiellement graves. (37)

## 2. Exposition des cyclistes urbains à la pollution atmosphérique

L'exposition à la pollution des cyclistes en milieu urbain et ses effets sur leur santé a fait l'objet de peu d'études, dont la majorité sont basées sur des analyses prédictives. La plupart de ces études utilisent des variables communes telles que le temps de trajet, la fréquence respiratoire et la concentration en particules polluantes en fonction du mode de transport pour estimer l'exposition aux polluants atmosphériques des « voyageurs actifs ». Cependant, on note des différences importantes d'une étude à l'autre quant aux valeurs attribuées à ces variables. A titre d'exemple, la fréquence respiratoire des cyclistes par rapport aux automobilistes est évaluée de 2 à 8 fois plus élevée selon l'étude considérée. Cette hétérogénéité rend les résultats de ces travaux sujets à caution. De plus, ces études ne prennent pas en compte l'ensemble des composants de la pollution atmosphérique engendrée par les véhicules motorisés et tendraient donc à sous-estimer l'impact de cette pollution sur la santé des voyageurs actifs exposés. (38)

# IV. Morbi-mortalité et notion d'Années de Vie Ajustées sur la Qualité

## A. Mortalité et morbidité : deux indicateurs de santé complémentaires

### 1. Mortalité

La mortalité est un indicateur particulièrement utilisé pour objectiver l'état de santé d'une population, cela étant lié à la facilité de sa mesure mais également à son caractère absolu. (39) La mort est en effet un événement incontestable, irrévocable et revêtant une grande importance symbolique dans les représentations liées à la santé. La mortalité est également de fait un critère

de jugement utilisé dans de nombreuses études visant à explorer l'effet d'une exposition ou d'une intervention de santé sur un ensemble d'individus donné.

## 2. Morbidité

Cependant la santé n'est pas une variable binaire, on ne peut la résumer à être en vie ou être mort. C'est ce que souligne la définition de l'OMS datant de 1946 : « la santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité ». (40) L'incapacité, le handicap et d'autres conditions non létales entraînées par une pathologie aiguë ou chronique viennent altérer le bien-être dans une ou plusieurs de ses dimensions et par conséquent modifier l'état de santé d'un individu y étant soumis. Le terme de morbidité englobe ces effets de la maladie sur l'individu. (39)

Quantifier le fardeau imposé par la maladie, la morbidité, apparaît toutefois difficile car ceci découle d'une comparaison. Cette comparaison a pour référentiel un état de santé « idéal », voire idéalisé. Celui-ci est modulé par des valeurs sociétales mais également, et en premier lieu, par des valeurs individuelles. (41,42)

## B. Années de Vie Ajustées sur la Qualité

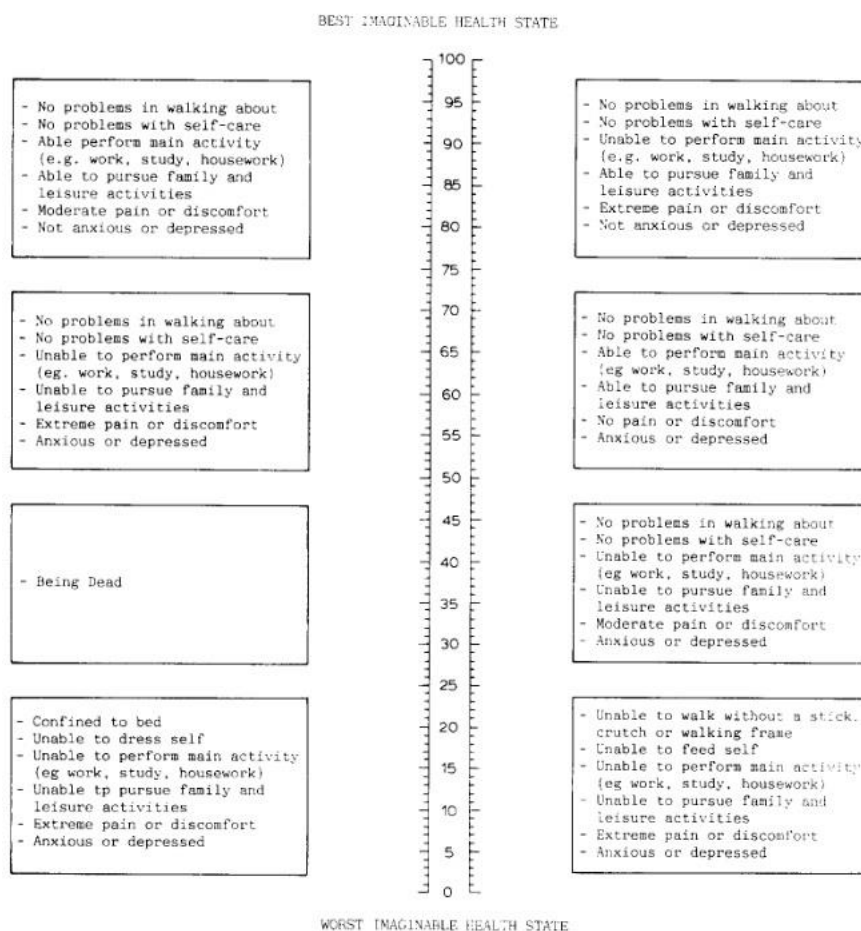
### 1. Définition et intérêt

La prise en compte de la morbidité apparaît nécessaire chez les individus porteurs d'une maladie chronique dont la vie n'est pas menacée à court terme. En effet, la survie brute qui reflète la mortalité seule est insuffisante pour quantifier l'altération de leur état de santé.

C'est le but du modèle des AVAQ qui combine mortalité et morbidité en reliant chaque état de santé traversé par un individu à un facteur de pondération compris entre 1 (équivalent à une parfaite santé) et 0 (par convention le décès). Ces facteurs peuvent être déterminés par différentes méthodes visant toutes à faire indexer un état de santé donné par interrogation d'un échantillon de personnes.

La méthode la plus simple utilise une Échelle Visuelle Analogique ; la méthode la plus utilisée, dite de « l'échange temporel », consiste à faire proposer une équivalence entre une durée de vie affectée par une pathologie (durée « quantitative ») et une durée de vie exempte de maladie (durée « qualitative »). (43)

Ainsi, les AVAQ apparaissent comme un moyen de quantifier la valeur composite qu'est la morbi-mortalité. Leur utilisation permet alors théoriquement de comparer deux interventions en santé en prenant en compte une notion fondamentale, celle de la qualité de vie.



**Fig. 1 Please indicate how good or bad these health states are, by drawing a line from each box to a point on the scale.**

Figure 2 : Echelle Visuelle Analogique extraite d'un questionnaire sur la qualité de vie en lien avec l'état de santé développé par le groupe EuroQol (44)

Le répondant doit relier chacun des huit états de santé décrits à un point de l'échelle proposée afin d'indiquer dans quelle mesure cet état de santé lui paraît enviable ou non.

## 2. Limites et critiques

Si la morbidité peut partiellement être objectivée par le clinicien et mesurée, par exemple au moyen de test fonctionnels, elle reste essentiellement une expérience subjective. A titre d'exemple, un handicap se définit en premier lieu comme une perte de fonction perçue par une personne affectée dans un contexte donné. C'est la signification que revêt une incapacité fonctionnelle pour un individu évoluant dans un contexte social particulier. (39) Plus largement, on peut penser que la



valeur d'une vie est avant tout définie par la personne qui la vit. (42) D'où une première limite : les AVAQ s'inscrivent dans une démarche de normalisation de la morbidité qui s'avère incompatible avec sa part subjective.

D'autres critiques découlent principalement de l'utilisation faite des AVAQ, devenues avant tout un critère de jugement dans les études d'économie de la santé, visant à déterminer un rapport « coût/efficacité » pour chaque intervention de santé afin de guider l'allocation de ressources publiques à l'intervention la plus efficace. Cette utilisation peut être vue comme menant à favoriser, de façon opposée au postulat initial des AVAQ, la quantité de vie des personnes peu comorbides au détriment de la qualité de vie des personnes les plus comorbides. Il en découle une accusation d'âgisme, et plus largement de discrimination : l'utilisation des AVAQ favoriserait les interventions en faveur de personnes jeunes et en relative bonne santé pour lesquelles on peut espérer obtenir un important allongement de la survie avec peu de comorbidités. (42)

## V. Problématique en médecine générale

Selon la définition de l'Organisation mondiale des médecins de famille (WONCA), la médecine générale a pour mission de « favorise[r] la promotion et l'éducation pour la santé par une intervention appropriée et efficace » et endosse une « responsabilité spécifique de santé publique dans la communauté ». (45)

D'après les éléments que nous avons précédemment exposés, le vélo comme mode de transport actif pourrait être un moyen intéressant de promotion de la santé en médecine de première ligne via la promotion de l'activité physique et la lutte contre la sédentarité.

Cependant les éventuelles conséquences négatives sur la santé de l'individu le pratiquant pourraient faire pencher la balance bénéfice-risque en sa défaveur. Un manque de recul sur une éventuelle surexposition à la pollution atmosphérique des cyclistes et ses effets délétères à long terme participe à cette incertitude.

Dans ce contexte de promotion par les pouvoirs publics du vélo comme mode de transport actif, quelles peuvent alors être les informations et les éventuelles recommandations modulant la balance bénéfice-risque délivrées par le médecin généraliste à un patient qui souhaiterait se tourner vers ce mode de transport ?

Nous nous proposons donc dans ce travail de recueillir et d'analyser les études de type interventionnelle comparative, observationnelle longitudinale analytique (de cohorte) et revue de

la littérature systématique ayant trait à l'étude du vélo en tant que de transport actif et à son impact sur la mortalité et/ou sur la morbi-mortalité, à l'échelle individuelle et/ou collective.

Notre recherche est donc sous-tendue par la question suivante : « Quel impact a la pratique du vélo comme mode de transport actif sur la mortalité et la morbi-mortalité des pratiquants de plus de dix-huit ans, comparativement aux personnes utilisant d'autres modes de transport ? ».

Notre objectif principal est d'identifier et d'analyser les travaux étudiant l'association entre la pratique du vélo en tant que transport actif et la mortalité toutes causes. L'objectif secondaire est d'identifier et d'analyser les travaux étudiant l'association entre la pratique du vélo en tant que transport actif et la morbi-mortalité, en utilisant le critère des AVAQ.

Nous faisons ici l'hypothèse que la pratique du vélo en tant que mode de transport actif est associée à une diminution de la mortalité et de la morbi-mortalité chez l'adulte, cette diminution pouvant être modulée par des facteurs de protection individuels et environnementaux.

# MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour répondre aux questions précédemment exposées nous avons réalisé une revue de la littérature systématique dont nous détaillons ci-après les caractéristiques.

Au préalable, un protocole de recherche a été soumis pour inscription sur le registre PROSPERO le 1<sup>er</sup> avril 2020. Il a été enregistré le 05 juillet 2020 sous l'identifiant CRD42020177666 et est accessible en utilisant le lien hypertexte suivant : [https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display\\_record.php?RecordID=177666](https://www.crd.york.ac.uk/prospero/display_record.php?RecordID=177666).

## I. Critères d'éligibilité des travaux scientifiques

### A. Critères d'inclusion

#### 1. Types d'études incluses

Étaient éligibles à l'inclusion les trois types d'études suivants :

- étude interventionnelle comparative (randomisée ou non, quelle que soit la durée de suivi),
- étude observationnelle longitudinale analytique type étude de cohorte (prospective ou rétrospective, quelle que soit la durée de suivi),
- revue de la littérature systématique (avec ou sans méta-analyse).

Nous le justifions ainsi :

L'inclusion de revues de la littérature systématiques permet de justifier ou non la pertinence de ce travail (a-t-il déjà été mené par d'autres chercheurs, récemment ou non ?), et d'identifier éventuellement un ensemble de travaux déjà recensés en rapport avec notre problématique, constituant ainsi un point de comparaison pour notre travail.

Les études interventionnelles constituent selon leur méthodologie un niveau de preuve 1 ou 2 correspondants respectivement à une preuve scientifique établie (pouvant donner lieu à une recommandation de grade A) ou à une présomption scientifique (pouvant donner lieu à une recommandation de grade B); les études de cohorte constituent un niveau de preuve 2 (présomption scientifique, recommandation de grade B). (46)

## 2. Interventions et comparaisons étudiées

Étaient éligibles à l'inclusion les travaux étudiant :

- l'effet de la pratique du vélo en tant que mode de transport actif sur une population exposée (le pratiquant) par rapport à une population non exposée (ne le pratiquant pas c'est à dire utilisant un ou plusieurs autres modes de transport, passifs ou actifs) sur la mortalité toutes causes et/ou la morbi-mortalité.
- ou l'effet d'un paramètre (ajouté, retiré ou modifié par rapport à un bras témoin) lors de la pratique du vélo en tant que mode de transport actif sur la mortalité toutes causes et/ou la morbi-mortalité associée à cette pratique.

## 3. Population étudiée

Les études éligibles à l'inclusion portaient sur une population d'hommes et/ou de femmes âgés de 18 ans et plus.

En effet, les enfants présentent une exposition particulière au risque d'accident du fait d'une pratique du vélo différente de celle des adultes, de comportements et de conception du risque propres à cette tranche d'âge. (37) Nous avons donc fixé un âge minimal de 18 ans. A noter que ce seuil est inférieur d'un an à celui que l'OMS utilise pour délimiter la fin de l'adolescence, 19 ans. (47) Cependant il nous a semblé plus pragmatique de retenir comme limite 18 ans, âge correspondant à la majorité civile dans une majorité de pays, en particulier pays européens et Chine. (48)

## 4. Critères de jugement

Les études éligibles à l'inclusion avaient comme critère de jugement principal soit la mortalité (toutes causes) soit la morbi-mortalité, exprimée en AVAQ. Ceci conformément à nos objectifs.

## 5. Période de recherche

Nous n'avons fixé aucune limite quant à l'année de publication de l'article ou de réalisation du travail de recherche (si non publié).

## 6. Langue de rédaction et pays d'origine

Une étude était éligible à l'inclusion si le texte intégral était rédigé en anglais ou en français, indépendamment du pays d'origine.

## B. Critères d'exclusion

Les travaux étudiant l'effet du cyclisme de loisir, du cyclisme sportif ou du vélo d'intérieur (ou bicyclette ergométrique) ont été exclus. En effet, nous considérons que la pratique du vélo en tant que transport actif se déroule dans un environnement particulier, *a priori* plutôt urbain ou péri-urbain, avec une exposition au trafic automobile plus ou moins accentuée. Par conséquent, l'inclusion de travaux étudiant des populations de pratiquants de vélo d'intérieur non exposés au trafic automobile ou des populations de cyclistes de loisir ou sportifs ayant tendance à éviter l'exposition au trafic routier pourrait conduire à sous-estimer les impacts négatifs sur la santé liés aux accidents de la circulation ou à la pollution atmosphérique. Nous supposons également que les cyclistes sportifs sont des athlètes présentant un état de santé, en particulier cardio-vasculaire, *a priori* supérieur à la population générale. Leur inclusion pourrait donc conduire à surestimer l'impact positif de la pratique du vélo par la population générale (biais de sélection). Cette hypothèse s'applique dans une moindre mesure aux cyclistes de loisir et d'intérieur.

Ont également été exclus les travaux étudiant l'effet d'un programme de réhabilitation ou ciblant une population définie par une condition de santé ou une pathologie ou un type de pathologie (par exemple programme de rééducation intégrant la pratique du vélo chez des patients insuffisants cardiaques). Effectivement, nous pratiquons cette revue de la littérature avec un but d'utilisation des résultats en médecine de première ligne. Nous souhaitons donc analyser des études portant sur des populations issues de la population dite « générale ».

## II. Sources d'informations et leur exploitation

Nous avons interrogé six bases de données :

- Sudoc (catalogue du système universitaire de documentation) : catalogue collectif français réalisé par les bibliothèques et centres de documentation de l'enseignement supérieur et de la recherche qui a pour mission le recensement de l'ensemble des thèses produites en France et comprend plus de 13 millions de notices bibliographiques ;
- OpenGrey (via le moteur de recherche Exalead) : base de données fournissant un accès libre à 700 000 références bibliographiques de littérature grise produites en Europe (1980-2020) ;
- MedLine (via le moteur de recherche Pubmed) : base de données produite par la *National Library of Medicine* référençant plus de 23 millions d'articles (1946-2020) ;
- Cochrane Database of Systematic Reviews : base de données de référence pour les revues de la littérature dans le domaine de la santé (1995 -2020) ;
- Web of Science : base de données multidisciplinaire, comprenant un accès au *Science Citation Index Expanded* (SCIE) indexant plus de 9200 revues scientifiques (1900-2020) ;
- SPORTDiscus : base de données bibliographiques consacrée aux domaines du sport et de la médecine sportive, indexant plus de 670 revues en texte intégral et des dizaines de milliers de thèses et dissertations (1930-2020).

Une stratégie de recherche spécifique a été élaborée pour chacune de ces bases de données, en utilisant cependant les mêmes termes de recherche. Nous avons essayé d'utiliser dès que possible des termes du *Medical Subject Headings* (MeSH) et d'intégrer les synonymes les plus courants. A titre d'exemple, la stratégie de recherche employée pour MedLine pour notre objectif principal est détaillée en Annexe I.

Nos recherches ont débuté le 1<sup>er</sup> avril 2020, la première phase d'interrogation de l'ensemble des six bases de données sus-citées s'est achevée le 14 avril 2020. Une veille documentaire sur chacune de ces six bases de données a été mise en place. La veille documentaire a été arrêtée le 15 septembre 2020. Le courriel automatique présentant la dernière référence prise en compte a été réceptionné le 10 du même mois.

Nous avons également recherché des références bibliographiques non référencées dans ces bases de données ou non retrouvées avec nos équations de recherche mais citées dans les articles sélectionnés pour lecture intégrale à la suite de notre interrogation des bases de recherche.

Nous avons enfin cherché des références pertinentes supplémentaires :

- par la lecture de textes autres que ceux retrouvés par l'interrogation des bases de données ;
- et en contactant des auteurs ayant publié des travaux de référence étudiant les transports actifs appliqués au domaine de la santé.

### III. Sélection des études

La sélection en vue de l'inclusion a été menée par l'auteur du travail seul.

Pour chaque base de données, l'ensemble des titres des références retrouvées par l'application de notre équation de recherche a été lu (première phase de lecture). Les titres indiquant une étude hors-sujet ou une étude ne satisfaisant pas à un ou à plusieurs critères d'éligibilité ont conduit à l'exclusion des références associées. Dans le cas contraire, les références ont été enregistrées en utilisant le logiciel Zotero, en vue de la deuxième phase de lecture. Les doublons détectés par le logiciel ont été supprimés.

Une seconde phase de lecture des résumés des références enregistrées à l'issue de la première phase a évalué l'adéquation de chacune de ces références avec les critères d'éligibilité. Les résumés d'étude en adéquation avec les critères d'éligibilité ou ne permettant pas de statuer ont donné lieu à la recherche et à l'enregistrement des textes intégraux des études associées au format PDF.

Une troisième et dernière phase de lecture a visé l'ensemble des textes intégraux enregistrés à l'issue de la seconde phase. Les textes intégraux mentionnant tous les critères d'inclusion et aucun des critères d'exclusion ont conduit à l'inclusion des études associées dans la revue et à leur analyse.

## IV. Extraction des données et gestion des données manquantes

L'extraction des données a été réalisée par l'auteur du travail seul.

Cette extraction a concerné systématiquement :

- quel que soit le travail : le titre, le nom des auteurs, la revue de publication (si publié), le type d'étude, la méthodologie de l'étude, le critère de jugement principal, l'unité de sa mesure et le résultat associé et le cas échéant le(s) critère(s) de jugement secondaire(s), l'unité de sa (leur) mesure et le(s) résultat(s) associé(s), les ajustements effectués, les biais potentiels ;
- si le travail était une étude interventionnelle comparative : l'intervention et la comparaison étudiées, les caractéristiques de la population ainsi que la durée de suivi ;
- si le travail était une étude de cohorte : l'exposition et la comparaison étudiées, les caractéristiques de la population ainsi que la durée de suivi ;
- si le travail était une revue de la littérature : les sources interrogées, le(s) type(s) d'études incluse(s), la période d'inclusion, les interventions et comparaison étudiées par les études incluses le cas échéant, le nombre d'études incluses, les méthodes d'évaluation du risques de biais pour les études incluses.

Les données extraites pour chaque étude ont été consignées systématiquement dans une grille d'analyse type. Deux types de grille d'analyse ont été conçues : l'une pour l'extraction des données en provenance d'études observationnelles longitudinales analytiques ou d'études interventionnelles comparatives ; l'autre pour l'analyse des revues systématiques de la littérature. La première grille est présentée en Annexe II.

En cas de donnée d'intérêt non présentée dans une étude, l'auteur principal ou l'auteur désigné comme correspondant a été contacté par courriel, en anglais, afin d'obtenir les données manquantes. En cas d'impossibilité de contacter l'auteur, d'absence de réponse à plus de deux sollicitations ou d'impossibilité pour l'auteur contacté de fournir l'information demandée, la donnée a été considérée comme manquante et la mention « - » a été renseignée à la place où elle était attendue dans les tableaux de résultats.



## V. Évaluation du risque de biais de chaque étude

Chaque étude sélectionnée a été évaluée au moyen d'une grille d'évaluation standardisée appropriée.

Il avait été prévu d'utiliser pour les revues de la littérature l'outil d'évaluation AMSTAR 2 et pour les études interventionnelles l'outil d'évaluation de JADAD. (49,50)

Pour les études de cohorte, nous avons utilisé l'échelle *Newcastle-Ottawa Scale* (NOS) pour les études non randomisées. Cette échelle attribue un score entre 0 et 9 points sur la base de 8 items : 1) représentativité de la cohorte exposée 2) sélection de la cohorte non exposée 3) recueil de l'exposition 4) preuve que le critère de jugement d'intérêt n'est pas présent au début de l'étude (dans le cas des études de mortalité une absence initiale de comorbidités chez les personnes incluses doit être notifiée) 5) comparabilité entre exposés et non exposés (contrôle via la conception de l'étude ou via l'analyse de deux facteurs de confusion d'intérêt, un point par facteur contrôlé) 6) recueil du critère de jugement principal 7) durée du suivi 8) perdus de vue. (51)

Nous avons préalablement défini que la cohorte exposée devait être représentative d'une population générale quant aux personnes pouvant potentiellement utiliser un vélo comme mode de transport actif, qu'un contrôle sur l'âge et sur l'IMC était nécessaire pour obtenir 2 points sur la comparabilité, que la période de suivi adéquate était de 10 années ou plus, et enfin que le suivi devait être complété pour au moins 90 % de la cohorte initiale (< 10% de perdus de vue).

Nous avons de plus recueilli systématiquement les ajustements réalisés pour chaque résultat analysé et listé les biais propres à chaque étude.

## VI. Synthèse des données

Nous avons procédé à une catégorisation des études incluses dans cette revue de la littérature en fonction du type d'étude et/ou de l'objectif principal de l'étude. Les caractéristiques des études appartenant à une même catégorie ont été résumées par groupe sous forme de textes et de tableaux.

Les résultats sur les critères de jugement d'intérêt ont été résumés sous forme de textes, de tableaux et de graphiques en rapportant selon l'étude le risque relatif (RR) ou le rapport des risques (HR).

# RÉSULTATS

## I. Sélection des études

### A. Références provenant de l'interrogation des bases de données

#### 1. Interrogation initiale des bases de données

L'interrogation initiale des six bases de données sus-citées a permis d'identifier 829 références. Parmi celles-ci, 625 ont été identifiées avec les termes correspondant à « mortalité » et 204 avec les termes correspondant à « morbi-mortalité ».

La première phase de lecture a conduit à identifier 119 références dont les titres étaient pertinents.

Après suppression des doublons (soit 34 références, dont 22 du fait de la recherche parallèle « mortalité » d'une part et « morbi-mortalité » d'autre part), les résumés de 85 études ont été lus en seconde phase (références bibliographiques listées en Annexe III). Parmi ces études, 69 ont été exclues à la suite de la lecture de leur résumé.

Les exclusions en seconde phase de lecture ont découlé des motifs répertoriés dans le tableau ci-après :

<b>Motif d'exclusion principal retenu à la lecture du résumé</b>	<b>Références exclues sur ce motif</b> (cf. Annexe III)
Type d'étude non éligible	2, 15, 17, 19, 21, 22*, 25, 26, 32, 34, 35, 36, 37, 43, 46*, 47, 50, 51*, 53*, 54*, 55*, 57*, 59*, 61*, 63, 64*, 67, 69, 70, 72, 77*, 78*, 79, 80, 82, 85
Population non éligible	13†, 14, 18, 31†, 38†, 81
Exposition ou intervention non éligible	1, 7, 11, 24, 45, 83
Comparaison non éligible	8, 33, 44, 73
Critère de jugement principal non éligible	3, 4‡, 5‡, 6‡, 9, 16, 20, 40, 41, 56, 65, 66, 68, 71, 75‡
Résultats non publiés	58
Texte intégral non accessible	84

\* Étude de modélisation (12 références) ; † Population « pédiatrique » de moins de 18 ans (3 références) ;

‡ Critère de jugement principal : survenue de blessure(s) sans prise en compte de la mortalité ni de la morbi-mortalité (4 références)

Tableau 2 : motifs d'exclusion principaux sur lecture du résumé (seconde phase de lecture)

Le premier motif d'exclusion à la lecture du résumé était un type d'étude non éligible, concernant 36 références. Ensuite venaient par ordre de fréquence décroissant : un critère de jugement principal non éligible (15 références), une population non éligible ou une intervention /exposition non éligible (6 références chacun), une comparaison non éligible (4 références), et enfin des résultats non publiés ou un article intégral non accessible (une référence chacun).

Ainsi 16 études ont fait l'objet d'une lecture de leur texte intégral (troisième phase de lecture). A l'issue de cette lecture, 11 études ont été exclues. Les motifs d'exclusion principaux à ce stade étaient : un type d'étude non éligible (5 références (52–56)), une exposition non éligible (4 références (57–60)) et un critère de jugement non éligible (2 références (61,62)).

Ce sont donc 5 études provenant de l'interrogation initiale des bases de données qui ont été incluses en vue de l'analyse finale.

## 2. Veille documentaire automatique sur les bases de données

Nous avons mis en place une veille documentaire sur les bases de données interrogées initialement qui a permis d'identifier 20 articles différents via les termes correspondant à « mortalité ». 15 ont été exclus à l'analyse de leur titre, 3 ont été exclus à celle de leur résumé. 2 articles ont fait l'objet d'une lecture intégrale : un a été exclu du fait d'un type d'étude non éligible (63) et un a été inclus.

## B. Références provenant de recherches supplémentaires

### 1. Recherche parmi les références bibliographiques

Parmi les références bibliographiques des études analysées lors de la troisième phase de lecture, nous avons identifié 14 références potentiellement éligibles dans notre revue de la littérature mais non retrouvées par nos précédentes équations de recherche. La lecture des résumés a conduit à exclure 5 de ces références (2 populations non éligibles, 2 expositions non éligibles, 1 type d'étude non éligible). Enfin, à l'issue de la lecture des textes intégraux des 9 références restantes, 7 études ont été exclues du fait d'expositions non éligibles : 3 étant le cyclisme au sens large (64–66) et 4 un transport actif confondant marche et vélo (67–70). Deux études supplémentaires ont donc été incluses en vue de l'analyse finale.

### 2. Recherche parmi d'autres sources

La lecture de textes non issus des recherches sur les bases de données ou parmi les références bibliographiques nous a permis d'identifier 2 références potentiellement éligibles. À la suite de la lecture des textes intégraux, l'une a été exclue du fait d'une exposition non éligible (71), l'autre du fait d'un critère de jugement non éligible (72).

### 3. Contact de chercheurs

Nous avons contacté par courriel 3 chercheurs, auteurs de travaux de référence dans le domaine des transports actifs et de la santé : Audrey DE NAZELLE, David ROJAS-RUEDA et Lars Bo ANDERSEN. Nous leur avons demandé s'ils avaient connaissance de travaux supplémentaires, autres que ceux que nous avons pu identifier.

Nous avons reçu une réponse de Lars Bo ANDERSEN qui ne contenait pas de référence supplémentaire.

### C. Total des références traitées et des études sélectionnées

Nous avons donc analysé 865 références au total. 725 ont été exclues à la suite de l'analyse de leur titre, 77 à la suite de l'analyse de leur résumé et 21 à la suite de l'analyse de leur texte intégral. 34 doublons ont été écartés.

L'analyse finale porte donc sur 8 articles inclus. Ces articles sont référencés dans le tableau ci-dessous :

<b>Titre de l'article</b>	<b>Auteurs</b>	<b>Année de publication</b>	<b>Référence dans la bibliographie</b>
All-Cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work.	Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, <i>et al.</i>	2000	(73)
Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women.	Matthews CE, Jurj AL, Shu X, <i>et al.</i>	2007	(74)
Relationship between subdomains of total physical activity and mortality.	Besson H, Ekelund U, Brage S, <i>et al.</i>	2008	(75)
Commuter cycling and health.	Andersen LB, Cooper AR.	2011	(76)
The association of cycling with all-cause, cardiovascular and cancer mortality : findings from the population-based EPIC-Norfolk cohort.	Sahlqvist S, Goodman A, Simmons RK, <i>et al.</i>	2013	(77)
Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality : prospective cohort study.	Celis-Morales CA, Lyall DM, Welsh P, <i>et al.</i>	2017	(78)
Associations between changes in cycling and all-cause mortality risk.	Østergaard L, Jensen MK, Overvard K, <i>et al.</i>	2018	(79)
Is mode of transport to work associated with mortality in the working-age population ? Repeated census-cohort studies in New Zealand, 1996, 2001 and 2006.	Shaw C, Blakely T, Atkinson J <i>et al.</i>	2020	(80)

Tableau 3 : Ensemble des articles inclus en vue de l'analyse finale descriptive

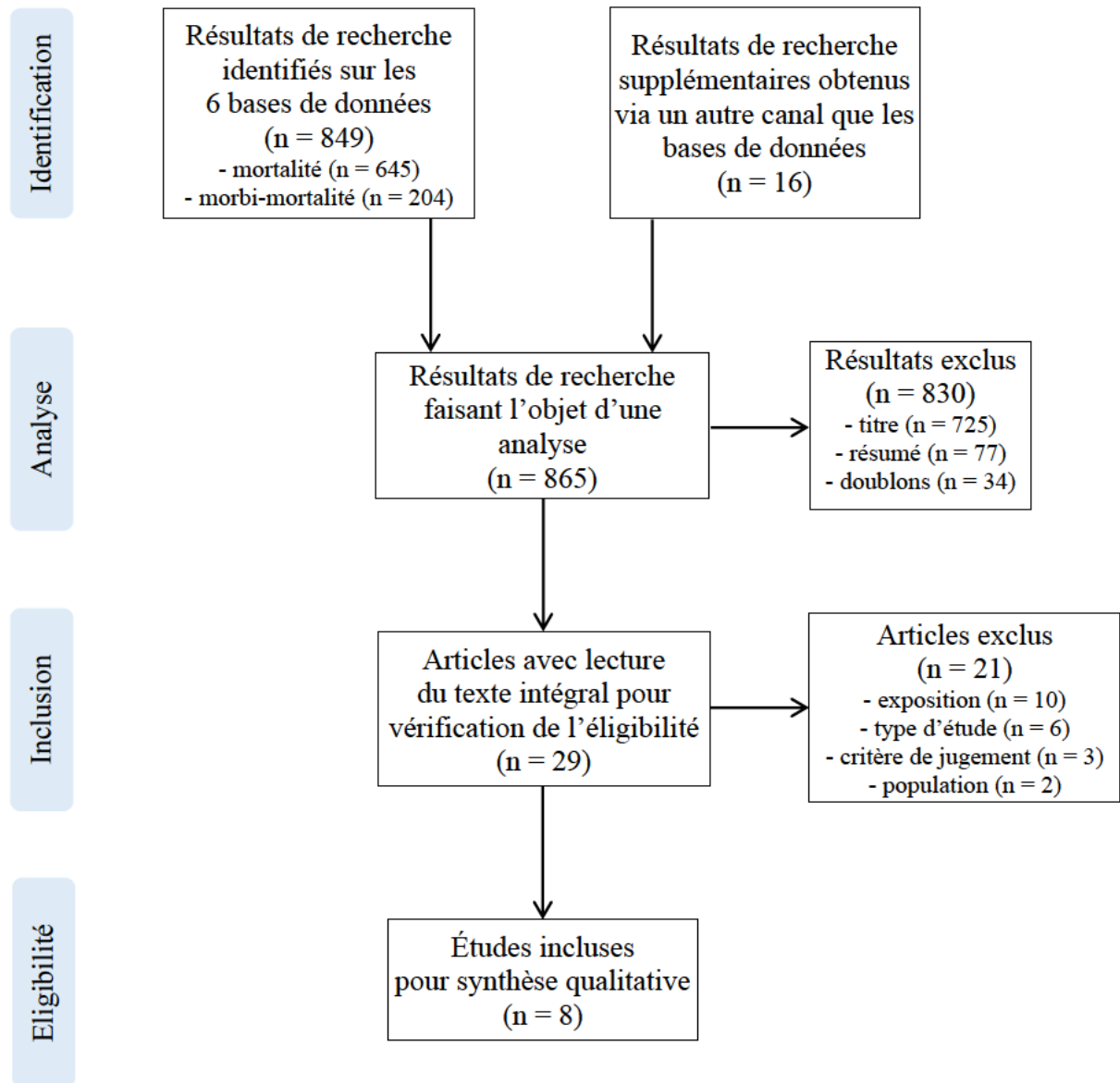


Figure 3 : Diagramme de flux

## II. Caractéristiques des études incluses

### A. Types d'études

Toutes les études incluses sont des études de cohorte. Une large majorité (87,5%) sont prospectives (73–79) ; une seule est rétrospective puisque réalisée à partir des données d'enquêtes de recensement. (80)

Nous n'avons pas identifié d'étude interventionnelle ni de revue de la littérature systématique satisfaisant à nos critères d'éligibilité.

### B. Expositions étudiées

Quatre (50%) des études incluses étudient le vélo comme mode de transport actif, sans restriction sur le type de trajet effectué (74–77), tandis que quatre restreignent l'exposition à l'utilisation du vélo pour les trajets entre le lieu de résidence et le lieu de travail (73,78–80).

De façon notable, une étude, celle de Celis Morales *et al.*, distingue deux sous-groupes d'exposition au vélo comme mode de transport actif pour les trajets entre le lieu de résidence et le lieu de travail. Un sous-groupe « vélo » inclut les personnes effectuant ce trajet à vélo uniquement ou à vélo et en marchant ; un sous-groupe « vélo mixte » englobe quant à lui les personnes effectuant ce trajet en combinant le vélo avec un mode de transport passif ou le vélo et la marche avec un mode de transport passif. (78)

La proportion de la cohorte exposée est disponible pour cinq études (73,74,77,78,80) :



Étude	Exposition étudiée	Exposés (%)
Andersen <i>et al.</i> (2000)	Vélo du domicile au lieu de travail	24
Matthews <i>et al.</i> (2007)	Vélo comme mode de transport actif	24,6
Besson <i>et al.</i> (2008)	Vélo comme mode de transport actif	-
Andersen, Cooper (2011)	Vélo comme mode de transport actif	-
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	Vélo comme mode de transport actif	24,7
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	Vélo du domicile au lieu de travail : - soit vélo ± marche - soit vélo ± marche ± transport passif	7,29
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	Vélo du domicile au lieu de travail	-
Shaw <i>et al.</i> (2020)	Vélo du domicile au lieu de travail	2,95

Tableau 4 : Exposition étudiée et pourcentage d'exposés des cohortes incluses

## C. Comparaisons

Six des études incluses comparent le sous-groupe exposé à l'ensemble des personnes non exposées c'est-à-dire ne rapportant pas l'utilisation du vélo comme moyen de transport. (73–77,79) Par conséquent, dans ces études, le groupe utilisé pour comparaison inclut des utilisateurs de transports passifs mais également des utilisateurs de transport actifs tels que les piétons.

Deux des études incluses comparent le sous-groupe exposé à un sous-groupe d'utilisateurs de transports passifs. (78,80) Ce sous-groupe est composé soit d'utilisateurs exclusifs des transports passifs (78), soit d'utilisateurs d'un transport motorisé individuel (voiture en tant que conducteur ou passager et moto) (80).

## D. Critères de jugement

Toutes les études incluses utilisent la mortalité toutes causes comme critère de jugement principal. Nous n'avons pas identifié d'étude utilisant la morbi-mortalité exprimée en AVAQ comme critère de jugement principal ni secondaire.

## E. Pays d'origine

La majorité des études incluses proviennent de deux pays européens : le Danemark (73,76,79) et le Royaume-Uni (75,77,78), associés à 37,5 % des études chacun.

Seules deux études ont été conduites hors continent européen : une prend place en Chine (74), l'autre se déroule en Nouvelle-Zélande (80).

## F. Cohortes

### 1. Effectifs, âge et sexe

L'ensemble des études incluses totalise 3 438 242 individus. Cependant, la cohorte finale de l'étude de Shaw *et al.* comporte à elle seule plus de 3 millions d'individus (80), soit quasiment 8 fois plus que l'ensemble des sept autres études incluses.

Nous individualisons donc ci-après une moyenne pondérée pour l'ensemble des études X et une moyenne pondérée pour l'ensemble des études à l'exclusion de celle de Shaw *et al.* Y que nous présentons ainsi : X (Y).

Il est à noter que 2 études s'appuient sur une même cohorte : la cohorte *European Prospective Investigation into Cancer* de Norfolk (EPIC-Norfolk). L'étude de Sahlqvist *et al.* exclut cependant les individus porteurs de maladies chroniques, on observe donc une différence d'effectif de l'ordre de 10,5% entre ces deux études. (75,77)

L'âge moyen de la cohorte analysée est donné ou estimable pour six études. La moyenne d'âge moyen pour ces cohortes est 41,66 (55,95) ans. (73–75,77,78,80)

Le sexe-ratio de la cohorte analysée est donné ou estimable pour sept études. Le sexe-ratio moyen pour ces cohortes est 1,19 (0,84). (73–78,80)

L'ensemble des données relatives aux effectifs, âge moyen et sexe-ratio pour chacune des études est résumé dans le tableau ci-dessous :

Étude	Effectif	Age moyen (ans)	Sexe-ratio
Andersen <i>et al.</i> (2000)	6 954	50	7,88
Matthews <i>et al.</i> (2007)	67 143	51,7	0
Besson <i>et al.</i> (2008)	14 903	63	0,78
Andersen, Cooper (2011)	14 976	-	1,3
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	13 346	62	0,77
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	263 450	56,49	0,88
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	15 272	-	-
Shaw <i>et al.</i> (2020)	3 042 198	39,94	1,23

Tableau 5 : Effectifs, âges moyens et sexe-ratios des cohortes analysées

L'âge moyen n'est pas connu pour l'étude d'Andersen et Cooper mais les âges extrêmes sont donnés : de 20 à 93 ans. (76) Les données disponibles pour Østergaard *et al.* sont celles de la cohorte globale présentée dans l'étude, qui contrairement à la cohorte utilisée pour analyser l'exposition au vélo qui en est issue, inclut des individus inactifs professionnellement ; à titre indicatif l'âge moyen de cette cohorte globale est 60,5 ans (on peut raisonnablement supposer que l'âge moyen de la cohorte d'intérêt est inférieur) et le sexe ratio est égal à 0,49. (79)

## 2. Caractéristiques démographiques

Cinq études incluses (62,5%) portent sur une population exclusivement urbaine ou péri-urbaine, dont une à Shanghai (74), trois dans et aux alentours d'agglomérations danoises (Copenhague (73,76,79), Glostrup (73) et Aarhus (79)). Enfin la cohorte de Shaw *et al.* est à plus de 88 % urbaine. (80)

La cohorte EPIC-Norfolk utilisée dans deux études est recrutée au sein d'un canton rural. (75,77)

L'information n'est pas donnée pour l'étude de Celis-Morales *et al.* (78)

## 3. Caractéristiques socio-économiques

Trois études ciblent une population composée uniquement d'individus actifs professionnellement pour leur analyse du vélo comme mode de transport. (78–80) Une étude inclut au moins 75% d'actifs. (73) Enfin, pour trois études, la proportion de personnes actives professionnellement est proche de 50 %. (74,75,77)

Deux études font état de taux remarquablement élevés de diplômés de l'enseignement supérieur : de 47,2 % (80) à 88,2 % (79). Inversement deux études relatent une large proportion d'individus n'ayant pas reçu une éducation au-delà du collège : de 47,02 % (77) à 58,53 % (74).

#### 4. Comorbidités et antécédents à l'inclusion

La moitié des études excluent de leur analyse les personnes présentant à l'inclusion des comorbidités ou des antécédents de type cardio-vasculaire ou de type néoplasiques. (74,77-79) Parmi celles-ci, une étude exclut également de son analyse les personnes diabétiques à l'inclusion. (79)

Les quatre études restantes ne désignent pas comme critère d'exclusion l'existence d'une comorbidité ni d'aucun antécédent particulier. (73,75,76,80)

## G. Qualité méthodologique

### 1. Ajustements et exclusions réalisés par chacune des études

Nous résumons dans le tableau ci-dessous l'ensemble des ajustements « maximaux », c'est-à-dire comportant le plus de variables d'ajustement, faits lors des analyses statistiques pour chaque étude ainsi que les exclusions, réalisées au moment de la phase d'inclusion ou uniquement lors de l'analyse statistique (exclusion de l'analyse) :

Étude	Ajustement « maximal » en analyse multivariée	Exclusion
Andersen <i>et al.</i> (2000)	âge, sexe, niveau d'éducation, AP de loisir, IMC, lipidémie, tabagisme, PA	-
Matthews <i>et al.</i> (2007)	âge, statut marital, niveau d'éducation, revenu du foyer, tabagisme, consommation d'alcool, gestité, utilisation d'une contraception orale, ménopause, AP autres, diabète, HTA, asthme, BPCO, tuberculose pulmonaire, hépatite chronique	cardiopathie, AVC ou néoplasie rapportés à l'inclusion*
Besson <i>et al.</i> (2008)	âge, sexe, niveau social, tabagisme, consommation d'alcool, diabète, antécédents néoplasiques ou cardio-vasculaires (dont AVC), AP autres, marche	-
Andersen, Cooper (2011)	âge, sexe, IMC, tabagisme, niveau d'éducation, PAS, cholestérolémie, AP autres	-
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	âge, sexe, niveau d'éducation, classe sociale, tabagisme, antécédents familiaux de cancer ou de maladie cardiovasculaire, AP autre	maladie cardio-vasculaire ou néoplasique rapportée lors du recueil de l'exposition d'intérêt (2 <sup>ème</sup> examen)†
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	âge, sexe, ethnie, index de Townsend, comorbidités (HTA, diabète, cancer, dépression, maladies chroniques autres), IMC, tabagisme, consommation d'alcool, alimentation, marche de loisir, sport intense, activités de « bricolage », activité professionnelle, comportement sédentaire	antécédent cardio-vasculaire ou néoplasique rapporté à l'inclusion†
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	âge, sexe, années de scolarisation (primaire et secondaire), éducation supérieure, AP de loisir, AP professionnelle, tabagisme, consommations quotidiennes : d'alcool, d'acides gras (mono et poly-insaturés, saturés), de café	diabète, cancer, infarctus du myocarde ou AVC rapportés à l'inclusion ou lors du recueil de l'exposition d'intérêt (2 <sup>ème</sup> examen)†
Shaw <i>et al.</i> (2020)	âge, sexe, ethnie, cohorte, handicap socio-économique de la région de résidence, niveau d'éducation, revenus du foyer, accès à une voiture, ruralité	-

AP : activité physique ; IMC : indice de masse corporelle ; PA : pression artérielle ; HTA : hypertension artérielle ; BPCO : bronchopathie chronique obstructive ; AVC : accident vasculaire cérébral ; PAS : pression artérielle systolique || \* exclusion faite dès la phase d'inclusion ; † exclusion de l'analyse statistique

Tableau 6 : Ajustements « maximaux » et exclusions des études incluses

Cinq études incluses (62,5%) ne réalisent donc aucun ajustement sur l'IMC. (74,75,77,79,80)

La moitié des études incluses ne fait pas d'ajustement sur la consommation d'alcool. (73,76,77,80) Andersen *et al.*, Andersen et Cooper ainsi que Sahlqvist *et al.* mettent en avant un impact limité voire inexistant de ce facteur d'après leurs analyses de sensibilité (résultats non présentés). (73,76,77)

Trois études incluses (37,5%) n'effectuent pas d'ajustement sur l'existence de pathologies chroniques. (73,76,80) Deux études font valoir l'absence de modification de leurs résultats à la suite de la prise en compte de ce facteur lors d'analyses de sensibilité (résultats non présentés). (73,76)

Trois études présentent un défaut d'ajustement sur l'AP, défaut complet (80) ou bien partiel (73,78) par non prise en compte de l'AP professionnelle par Andersen *et al.* et par prise en compte de l'AP de loisir seulement si elle est « intense » dans l'étude de Celis-Morales *et al.*

Une seule étude, celle de Shaw *et al.* n'est pas en mesure de fournir un ajustement sur le tabac pour l'ensemble de la population analysée mais l'effectue sur un sous-groupe pour lequel le tabagisme a pu être recueilli. (80)

## 2. Scores selon l'échelle Newcastle-Ottawa Scale

Un quart des études incluses est considéré de bonne qualité selon l'échelle NOS avec un score de 7 points pour chacune des études. (73,76)

Un autre quart des études incluses obtiennent un score de 6 points. (74,79) Les quatre études restantes sont évaluées à 5 points chacune. (75,77,78,80) Ainsi, ce sont 6 études (75%) qui présentent un score compris entre 5 et 6 points.

Le score NOS moyen pour l'ensemble des études incluses est par conséquent de 5,75 points.

## 3. Risques de biais pour chaque étude

Nous listons dans le tableau suivant les risques de biais identifiés pour chacune des études incluses. Nous avons accompagné chaque risque d'une évaluation de la probabilité de sa répercussion sur les résultats de l'étude : peu probable (+), modérément probable (++), hautement probable (+++) et extrêmement probable (++++). Nous apportons une justification pour chaque risque, c'est-à-

dire les éléments de l'étude qui nous portent à considérer que le biais rapporté est plus ou moins probable.

Étude	Biais	P.	Justification
Andersen <i>et al.</i> (2000)	- biais de volontariat - biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	+ ++ +++ +++	- participation ≥ 86% - ≥ 75% d'actifs à l'inclusion - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur : alcool*, comorbidités*, AP professionnelle
Matthews <i>et al.</i> (2007)	- biais de volontariat - biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	+ + ++ +++	- participation 93% - 55% d'actifs à l'inclusion - interview, recueil unique - pas d'ajustement sur l'IMC
Besson <i>et al.</i> (2008)	- biais de volontariat - biais classification - biais de confusion	+++ +++ +++	- participation initiale NC, 58 % 2 <sup>ème</sup> examen† - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur l'IMC
Andersen, Cooper (2011)	- biais de volontariat - biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	++ NC +++ ++	- participation 79% - % actifs NC - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur : alcool*, comorbidités*
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	- biais de volontariat - biais de classement - biais de confusion	+++ +++ +++	- participation initiale NC, 61% 2 <sup>ème</sup> examen† - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur : alcool*, IMC
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	- biais de volontariat - biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	++++ ++++ +++ ++	- participation 5,5% - 100% d'actifs - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur l'AP sportive non intense
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	- biais de volontariat - biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	++++ ++++ +++ +++	- participation 35% - 100% d'actifs - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur l'IMC
Shaw <i>et al.</i> (2020)	- biais du travailleur sain - biais de classement - biais de confusion	++++ +++ ++++	- 100% d'actifs - auto-questionnaire, recueil unique - pas d'ajustement sur : IMC, alcool, tabac‡, AP autre, comorbidités

P. : probabilité ; AP : activité physique ; IMC : indice de masse corporelle ; NC : non connue || \* sous couvert d'une analyse de sensibilité peu ou pas modifiée ; † examen au cours duquel l'exposition au vélo comme mode de transport actif est recueillie ; ‡ ajustement fait sur un sous-groupe uniquement

Tableau 7 : Risques de biais des études incluses

### III. Synthèse des résultats des études incluses

#### A. Mortalité

##### 1. Suivis obtenus

Cinq études cumulent 16 148 298 personnes.années de suivi, résultat à nuancer car si l'on exclut celle de Shaw *et al.*, les quatre études restantes comptabilisent 804 744 personnes.années. (74,75,77,79,80)

Par l'exploitation d'un registre national fiable, les trois études danoises ne présentent aucun perdu de vue. (73,76,79) Il n'y a pas non plus de perdu de vue rapporté par l'étude néo-zélandaise du fait de sa conception. (80)

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus concernant le suivi, quand disponibles. La durée de suivi est une durée moyenne, sauf mention contraire :

Étude / Suivi	Durée (années)	Personnes.années	Perdus de vue (%)
Andersen <i>et al.</i> (2000)	-	-	0
Matthews <i>et al.</i> (2007)	5,7	383 036	< 1
Besson <i>et al.</i> (2008)	6,9	102 964	< 0,01
Andersen, Cooper (2011)	-	-	0
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	11,5	149 072	-
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	5,0 (médiane)	-	-
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	-	169 672	0
Shaw <i>et al.</i> (2020)	-	15 343 554	0

Tableau 8 : Caractéristiques du suivi obtenu dans les des études analysées

##### 2. Impact du vélo comme mode de transport actif sur la mortalité toutes causes

Les résultats en termes de mortalité toutes causes de l'exposition au vélo comme mode de transport actif, exprimés en fonction des études en rapport des risques (HR) ou en risque relatif (RR), sont rapportés dans le tableau ci-dessous accompagnés de leur intervalle de confiance à 95% (IC 95%). Nous avons mis en évidence les résultats d'analyses en sous-groupes discriminant un ou plusieurs niveaux d'exposition quand cela était rapporté. Les sous-groupes « courte » et « longue » distance rapportés par Celis-Morales *et al.* sont définis comme étant respectivement au-dessous et au-dessus de la valeur médiane de l'ensemble des trajets du sous-groupe « vélo », sans valeur métrique associée. (78) Enfin, le résultat principal de l'étude de Shaw *et al.* est doublé d'un résultat d'un sous-groupe, retranscrit ici entre parenthèses, pour lequel le facteur tabagisme actif était recueilli et bénéficiant ainsi d'un ajustement sur ce biais de confusion. (80) Signalons enfin que



lorsque différents résultats correspondant à différents ajustements faits en analyse multivariée étaient présentés dans une étude, nous avons choisi de ne rapporter que celui résultant d'un ajustement « maximal » c'est-à-dire comportant le plus de variables d'ajustement (*cf.* Tableau 6).

Étude	Niveau d'exposition	HR	RR	IC 95%
Andersen <i>et al.</i> (2000)	-	-	0,72	0,57-0,91
Matthews <i>et al.</i> (2007)	0,1-3,4 MET.heure/jour	0,79	-	0,61-1,01
	≥ 3,5 MET.heure/jour	0,66	-	0,40-1,07
Besson <i>et al.</i> (2008)	≤ 30 minutes/semaine	1,02	-	0,77-1,35
	> 30 minutes/semaine	1,01	-	0,76-1,01
Andersen, Cooper (2011)	< 3 heures/semaine	-	0,70	0,62-0,78
	3-7 heures/semaine	-	0,76	0,68-0,85
	≥ 7 heures/semaine	-	0,78	0,69-0,88
Sahlqvist <i>et al.</i> (2013)	< 60 minutes /semaine	0,95	-	0,83-1,09
	≥ 60 minutes /semaine	1,10	-	0,83-1,44
Celis-Morales <i>et al.</i> (2017)	« courte » distance	0,68	-	0,47-0,98
	« longue » distance	0,60	-	0,41-0,88
	ensemble « vélo »	0,59	-	0,42-0,83
Østergaard <i>et al.</i> (2018)	1-60 minutes/semaine	0,78	-	0,63-0,96
	61-150 minutes/semaine	0,80	-	0,64-1,00
	> 150 minutes/semaine	0,83	-	0,67-1,04
Shaw <i>et al.</i> (2020)	- (sous-groupe ajusté <sup>s/</sup> tabagisme)	-	0,87 (0,88)	0,77-0,98 (0,77-1,01)

**Tableau 9 : Impact sur la mortalité toutes causes de l'exposition au vélo comme mode de transport actif dans les études analysées**

Nous retenons donc cinq études (62,5%) mettant en évidence une diminution significative de la mortalité toutes causes parmi les individus exposés au vélo comme mode de transport actif, avec une réduction du risque comprise entre 13% (minimum, RR selon Shaw *et al.*) et 41% (maximum, HR pour l'ensemble « vélo » de Celis-Morales *et al.*). (73,76,78–80)

Toutefois parmi ces études, deux présentent des résultats nuancés. Østergaard *et al.* identifient un seul niveau d'exposition comme significativement bénéfique sur la mortalité toutes causes, celui correspondant à une exposition hebdomadaire comprise entre une et soixante minutes, au-delà les

résultats n'apparaissent plus significatifs. (79) Shaw *et al.* présentent un résultat global en faveur d'une diminution significative de la mortalité parmi ceux utilisant le vélo pour leurs trajets domicile – lieu de travail, mais l'analyse sur un sous-groupe pour lequel un ajustement sur le tabagisme actif était possible révèle un résultat non significatif. (80)

Enfin, parmi ces cinq études, seule celle de Celis-Morales *et al.* met en évidence une relation dose-effet concordante avec une réduction de la mortalité significativement plus importante pour le groupe le plus exposé (78) tandis qu'il semble y avoir une relation dose-effet plutôt adverse dans les études d'Andersen et Cooper (76) et d'Østergaard *et al.* (79).

Trois études (37,5%) ne mettent pas en évidence de diminution significative de la mortalité toutes causes pour les utilisateurs du vélo comme mode de transport actif. (74,75,77) Nous observons que Matthews *et al.* présentent leurs résultats concernant le vélo comme significatifs du fait d'un test de tendance (« p-trend ») inférieur à 0,05 (valeur exacte à 0,018). (74) Nous avons cependant considéré que malgré ce test de tendance en faveur d'une relation dose-effet, l'absence d'association statistiquement significative entre exposition et mortalité pour chacun des deux niveaux d'exposition (avec un IC 95 % incluant la valeur 1) ne permettait pas de conclure.

Enfin, aucune étude ne révèle une augmentation significative de la mortalité toutes causes chez les individus exposés au vélo comme mode de transport actif.

Ci-dessous nous présentons les diagrammes en forêt permettant de visualiser les résultats exprimés en RR d'une part et ceux exprimés en HR d'autre part, nous y faisons apparaître deux expositions supplémentaires correspondant aux sous-groupes « vélo » et « vélo mixte » de l'étude de Celis-Morales *et al.* (*cf.* Résultats II. B.) :

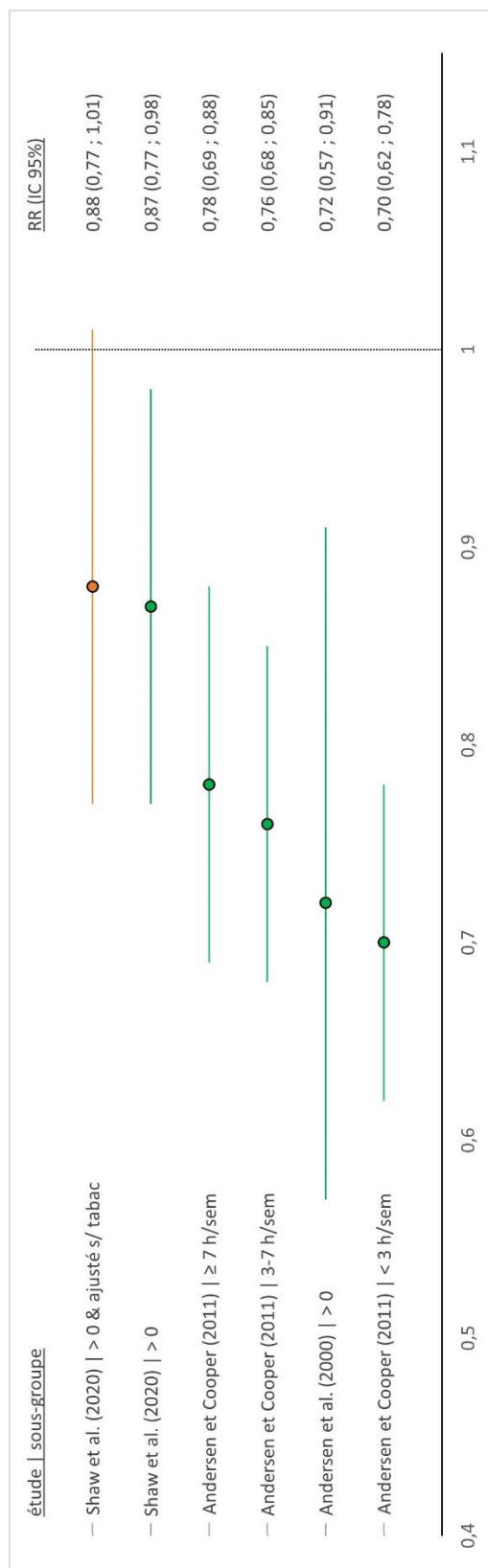


Figure 4 : Diagramme en forêt des RR des différentes études et sous-groupes

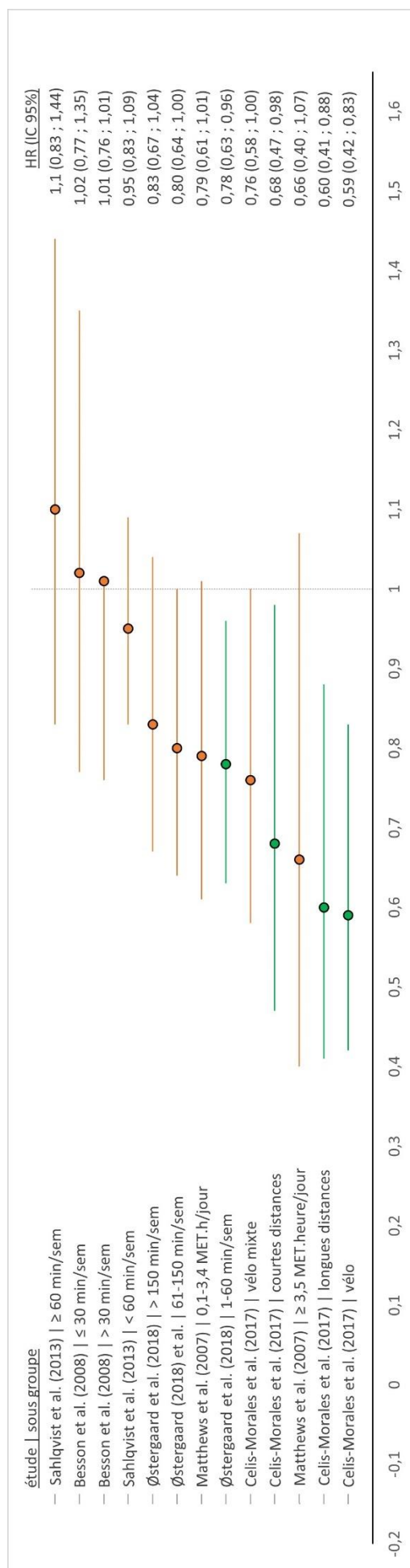


Figure 5 : Diagramme en forêt des HR des différentes études et sous-groupes

## B. Morbi-mortalité

Nous n'avons identifié aucune étude s'intéressant à la morbi-mortalité liée à la pratique du vélo comme mode de transport actif en utilisant le critère des AVAQ.

# DISCUSSION

## I. Intérêts et forces de ce travail

A notre connaissance ce travail constitue la première revue de la littérature systématique centrée sur le vélo comme mode de transport actif, sans limitation sur le type de trajet, et son association à la mortalité toutes causes. Il existe une revue de la littérature systématique publiée en 2019 et étudiant le lien entre les transports actifs et divers critères de jugement dont la mortalité toutes causes mais celle-ci se focalise sur les trajets entre domicile et lieu de travail et aborde ensemble vélo et marche. (60)

Afin d'optimiser la qualité de cette revue nous avons enregistré notre protocole de recherche sur PROSPERO préalablement au début de notre travail puis nous l'avons rédigé en nous conformant au maximum au guide *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). (81) Nous présentons en Annexe IV. la grille PRISMA complétée pour notre travail.

Nous avons effectué ce travail de façon indépendante, sans aucun financement. Nous n'avons aucun conflit d'intérêt potentiel à rapporter.

Après analyses de 865 références, nous avons inclus huit études de cohorte rassemblant plus de 3 millions d'individus et analysant la relation entre l'exposition au vélo comme mode de transport actif et la mortalité toutes causes. Cinq de ces études présentent des résultats en faveur d'une diminution de la mortalité toutes causes

Notre revue de la littérature systématique permet donc d'apporter un éclairage objectif sur l'état actuel des connaissances scientifiques concernant l'impact sur la mortalité toutes causes de la pratique du vélo comme mode de transport actif.

Ainsi, elle constitue une aide pour les médecins généralistes, et plus largement pour tout médecin ou personnel paramédical, souhaitant évaluer la pertinence de la pratique de cette AP particulière par un patient donné.

## II. Limites de cette étude

### A. Critères d'éligibilité utilisés

#### 1. Limitation sur l'âge et risque de perte d'information

Cette revue n'a inclus que les études portant sur des individus de plus de 18 ans, se basant sur l'existence chez les enfants de particularités neuro-comportementales potentiellement accidentogènes. Cependant cet âge de 18 ans a été fixé de façon arbitraire, ne correspondant pas à une définition consensuelle permettant la distinction entre enfant et adulte.

Au cours de cette revue, seules 5 références ont été écartées du fait d'une population de moins de 18 ans, 3 à la seconde phase d'analyse des références issues de l'interrogation initiale des bases de données (*cf.* Tableau 2), une à la troisième phase de cette analyse et enfin une à la seconde phase d'analyse des références provenant de la veille documentaire.

Une seule de ces 5 références aurait pu être incluse si on avait supprimé ce critère d'âge. Cette étude de cohorte prospective sur 25 ans incluant des individus économiquement actifs, avec un âge minimum de 16 ans, conclut à une baisse de 20 % du risque de mortalité toute cause (HR à 0,80 avec un IC 95% de 0,73-0,89) chez les utilisateurs de vélo comme mode de transport habituel sur le trajet domicile – lieu de travail. Cette conclusion est à pondérer par une absence d'analyse multivariée sur des facteurs de confusion majeurs tels que le tabagisme ou l'existence de comorbidités à l'inclusion, cette étude se basant en effet sur des données socio-démographiques fournies par les recensements en Angleterre et Pays de Galles. (82)

#### 2. Types d'études éligibles et absence de résultats sur les éventuels facteurs influençant la mortalité ou la morbi-mortalité lors de la pratique du vélo

Afin de limiter cette revue à des études avec un haut niveau de preuve scientifique, seules les études interventionnelles comparatives, les études observationnelles longitudinales analytiques et les revues de la littérature systématiques ont été considérées éligibles.

Cependant concernant l'étude d'éventuels facteurs influençant la mortalité ou la morbi-mortalité lors de la pratique du vélo, l'inclusion d'études observationnelles transversales ou d'études cas-témoins aurait pu s'avérer pertinente.

A titre d'exemple, l'étude du facteur accidentogène qu'est l'alcoolisation aiguë ne peut pas faire l'objet d'une étude de cohorte ni d'une étude interventionnelle, ne serait-ce que pour des raisons éthiques. Toutefois une alcoolisation aiguë est rapportée par 14,5 % de cyclistes canadiens et 15,1 % de cyclistes new-yorkais admis dans un service d'urgence à moins de 24 heures d'un accident à vélo. (83,84) Cette alcoolisation aiguë au moment de l'accident semble associée à des blessures plus sévères, et ce après ajustement sur l'âge, le mécanisme de la blessure et le port du casque. (83) D'une façon similaire, l'intoxication aiguë au cannabis chez les cyclistes accidentés ne peut pas être étudiée dans des études de cohorte ou interventionnelles mais elle paraît aussi fréquente que l'intoxication alcoolique et serait associée à un doublement du risque de collisions. (84)

Un autre facteur potentiellement protecteur par réduction du risque de traumatisme crânien (85) aurait été intéressant à étudier : le port d'un casque par les cyclistes, dans le contexte particulier du vélo comme transport actif. Cependant l'impact du port du casque, par exemple sur la survenue de traumatisme crânien, est difficilement évaluable par le biais de d'études interventionnelles comparatives ou d'études de cohorte, le type d'étude de prédilection pour son évaluation est l'étude cas-témoins. (86)

### 3. Revue de la morbi-mortalité en utilisant le critère de jugement des AVAQ et absence de résultats

Il nous a semblé intéressant de ne pas nous limiter au critère de la mortalité toutes causes pour étudier l'impact du vélo comme mode de transport actif sur la santé de ses pratiquants. En effet, comme nous l'avons souligné précédemment, la santé est un concept dépassant le simple fait d'être vivant. De plus, comme nous l'avons exposé, l'activité physique prévient ou retarde de la survenue de maladies chroniques invalidantes, majore la qualité de vie chez des patients atteints par une maladie chronique et enfin améliore le sommeil et la santé mentale en prévenant la survenue de stress et de pathologies anxio-dépressives.

Ainsi, si le vélo comme mode de transport actif a le potentiel avant tout d'une intervention de santé à visée préventive, il ne constitue pas une intervention ciblée sur une pathologie ou un groupe de pathologie défini et ne s'adresse pas à un groupe d'individus précis. C'est une intervention, ou plutôt une exposition, qui implique des effets multiples, hétérogènes, et non définissables *a priori* sur la santé.



Quel critère d'évaluation utiliser alors pour prendre en compte cette hétérogénéité ? Si on s'accorde à considérer comme Socrate confronté à l'imminence de sa mort que « l'essentiel n'est pas de vivre, mais de bien vivre » (87), la notion de qualité de vie apparaît comme une réponse pertinente. D'autant plus que nous avons considéré la possibilité d'une altération durable de la santé d'un individu pratiquant le vélo comme mode de transport actif, par exemple du fait d'une séquelle d'un accident de la voie publique.

Bien qu'il soit ardu d'objectiver la qualité de vie et encore plus de la quantifier, il nous est apparu nécessaire d'utiliser une unité de mesure reproductible afin de comparer et de synthétiser d'éventuels résultats. Nous avons alors choisi les AVAQ comme critère de jugement secondaire de cette revue de la littérature.

Toutefois, ce critère des AVAQ présente des limites et s'avère être surtout utilisé dans des études de santé s'articulant autour de considérations économiques. Il ne constituait donc pas un critère très adapté à ce travail, ce qui a été confirmé par l'absence de résultats obtenus sur l'objectif secondaire.

## B. Faiblesses méthodologiques

### 1. Chercheur unique

La sélection et l'analyse des différents travaux a été réalisée par un seul chercheur. Toutefois, nous avons limité d'éventuelles omissions dans la sélection des articles aux première et seconde phases de lecture par l'analyse des références bibliographiques des articles inclus en troisième phase de lecture, comprenant des revues de la littérature récentes.

### 2. Equations de recherches

Nos équations de recherche étaient potentiellement trop restrictives, en particulier pour la base de données Web Of Science pour laquelle l'équation de recherche rendait obligatoire la présence d'un terme relatif au transport actif dans le titre ou dans le résumé. Cependant, nous avons limité le nombre d'éventuels travaux d'intérêt non identifiés lors de l'interrogation initiale des bases de données par l'analyse des références bibliographiques des revues de la littérature incluses en troisième phase de lecture.

### 3. Absence d'évaluation du biais de publication et d'estimation de l'hétérogénéité des résultats

Nous n'avons pas réalisé d'évaluation du biais de publication.

Une revue de la littérature systématique avec méta-analyse publiée en 2014 et étudiant, en plus de la marche, les liens entre vélo et mortalité toutes causes analyse cinq des huit études que nous avons incluses ainsi que deux autres études ne concernant pas le vélo comme mode de transport actif. Cette revue ne met pas en évidence de biais de publication mais ses auteurs affirment ne pas être en mesure d'écarter cette hypothèse, soulignant que la plupart des études incluses s'appuient sur des cohortes qui n'ont pas été spécifiquement conçues pour l'étude de l'exposition au vélo.

Par conséquent, on peut supposer que d'autres cohortes recueillant de multiples expositions dont le vélo existent mais que seules les expositions ayant abouti à des résultats significatifs ont fait l'objet de publications. (58)

Cette revue ne comportait pas non plus de méta-analyse, nous n'avons donc pas estimé d'hétérogénéité pour les résultats.

La revue de la littérature publiée en 2019 précédemment citée inclut onze études utilisant la mortalité toutes causes comme critère de jugement principal, dont cinq références sont communes avec notre revue. Elle rapporte une hétérogénéité importante affectant les résultats sur la mortalité toutes causes avec un  $I^2$  calculé à 67%. (60)

## III. A propos des résultats obtenus

### A. Principaux biais des études incluses

#### 1. Biais de volontariat et biais du « travailleur sain »

A l'exception de la publication de Shaw *et al.* qui s'est basée sur des données de recensement obligatoire, toutes les études incluses étaient du fait de leur conception soumises à un biais de volontariat, la population volontaire pour participer à l'étude pouvant différer de la population générale à laquelle on souhaite appliquer les résultats.

Ce biais s'est répercuté visiblement dans deux des études : sous-représentation des individus obèses et des individus comorbides dans l'étude de Celis-Morales *et al.* (78) et sur-représentation des classes socio-culturelles supérieures dans celle d'Østergaard *et al.* (79) ; deux études qui ont

constaté une diminution de la mortalité chez les pratiquants du vélo comme mode de transport actif.

Ce biais semblait toutefois moindre dans l'étude de Matthews *et al.* qui a enregistré un taux de participation de plus de 90% mais n'a pas mis en évidence de diminution significative de la mortalité chez les exposés. (74)

Dans quatre des études incluses nous relevons également un biais du « travailleur sain » prégnant. En effet trois études ont exploité une population composée uniquement d'individus actifs professionnellement (78–80) et une, celle de Andersen *et al.*, s'est appuyé très largement sur une cohorte d'hommes âgés de 40 à 59 ans et actifs professionnellement (76) : toutes ces études ont observé une diminution significative de la mortalité pour les pratiquants du vélo comme mode de transport actif.

## 2. Biais de classement

Une large majorité des études incluses s'est basé sur des auto-questionnaires pour le recueil de l'exposition au vélo comme mode de transport actif. (73,75–80) Une seule étude a recueilli cette exposition par entretien. (74) Les auto-questionnaires, et dans une moindre mesure les questionnaires administrés lors d'un entretien peuvent mener à des réponses erronées sur le niveau d'exposition d'un individu, par défaut de compréhension mais également du fait d'oublis (biais de mémorisation).

S'il semble peu probable qu'un individu oublie qu'il se déplace à vélo, il semble en revanche plus vraisemblable qu'un individu utilisant alternativement le vélo et un autre mode de transport ne mentionne pas son exposition au vélo si celle-ci est quantitativement inférieure par rapport à son exposition à l'autre mode de transport, la tenant pour négligeable. Selon l'analyse de sensibilité effectuée par Shaw *et al.* ceci pourrait conduire à sous-estimer l'effet protecteur du vélo comme mode de transport actif. (80)

De plus, pour l'ensemble des études incluses, le recueil de l'exposition au vélo comme mode de transport actif s'est effectué d'une façon ponctuelle et unique. Cela n'a pas permis pas de prendre en compte les variations pourtant plausibles de cette exposition dans le temps. En effet, des individus ne pratiquant initialement pas le vélo comme mode de transport actif peuvent se mettre à l'utiliser en cours de suivi, et inversement. Cette exposition est également susceptible d'être discontinuée dans le temps (rythmée par les saisons, les événements de vie, *etc.*).

Enfin, aucun des différents questionnaires n'a pas pris en compte l'exposition au vélo comme mode de transport actif antérieure à l'inclusion, ignorant ainsi un possible effet cumulatif de la pratique du vélo comme mode de transport actif.

### 3. Biais de causalité inversée

Seule une étude incluse, celle de Matthews *et al.*, a exclu dès le début de l'étude les personnes présentant une comorbidité cardio-vasculaire ou néoplasique. (74)

Or il apparaît hautement probable que ce soient avant tout des personnes indemnes de pathologies invalidantes qui utilisent le vélo comme mode de transport actif à l'inclusion. Ce mode de transport semble inadapté pour des individus présentant une insuffisance cardiaque ou une insuffisance respiratoires évoluée par exemple, alors que ces personnes ont *a priori* une espérance de vie plus faible.

Nous considérons donc la forte probabilité de l'existence d'un biais dit de causalité affectant toutes les études incluses et ayant retenu une diminution significative de la mortalité parmi les exposés : les exposés ne meurent pas moins du fait de leur pratique du vélo comme mode de transport actif mais parce que leur état de santé basal est en moyenne meilleur que celui des non-exposés.

Toutefois, trois études ont exclu de leurs analyses les personnes présentant une comorbidité cardio-vasculaire ou néoplasique à l'inclusion. (77-79) Parmi elles, deux ont mis en évidence une diminution significative de la mortalité toutes causes pour les exposés. (78,79) Notons également qu'une étude de sensibilité conduite par Shaw *et al.* et excluant de l'analyse toutes les personnes décédées au cours de la première année de suivi a permis d'obtenir un HR à 0,83 avec un IC 95% de 0,73-0,95. (80) Cela indique une tendance persistante à la diminution de la mortalité chez les pratiquants du vélo comme mode de transport actif même lorsqu'on tend à prendre en compte ce biais de causalité inversée.

D'une façon similaire, nous ne pouvons écarter l'hypothèse que les personnes utilisant le vélo comme mode de transport actif sont en moyenne plus soucieuses de leur santé que celles utilisant des modes de transport passifs. (56) Ceci pourrait également alimenter un biais de causalité inversée car si l'on considère que les pratiquants du vélo comme mode de transport actif sont plus attentifs à leur état de santé, cela implique une tendance globale à des comportements favorables à la santé en moyenne supérieure par rapport aux usagers des transports passifs.

#### 4. Biais de confusion lié à l'IMC

Nous rappelons que cinq études (74,75,77,79,80) n'ont pas réalisé d'ajustement sur un facteur de confusion qui nous semble pourtant majeur : l'IMC.

En effet, il est vraisemblable que l'IMC soit discriminant pour la pratique de vélo comme mode de transport actif, et ce dans deux cas. Le premier cas est celui d'un IMC anormalement bas ( $< 18 \text{ kg/m}^2$ ) pouvant refléter un état de dénutrition et de sarcopénie paraissant peu compatible avec la pratique d'une activité physique d'intensité modérée à intense telle que le vélo comme mode de transport actif. Le deuxième cas est celui des personnes en surpoids et obèses (IMC  $> 25$  et  $30 \text{ kg/m}^2$  respectivement) pour lesquelles nous supposons que la proportion d'exposés au vélo comme mode de transport actif est inférieure à celle des personnes avec un IMC normal car l'excès de poids ainsi que la perception subjective de cet excès constituent un frein à la pratique d'activité physique. (88,89)

L'IMC est d'autre part lié à la mortalité toutes causes avec un surrisque avéré chez les personnes en surpoids et surtout obèses mais également un surrisque probable chez les personnes dont l'IMC est inférieur à 18,5 : il semble exister une relation en forme de « J » entre IMC et mortalité. (90)

Par conséquent, cela peut fragiliser les résultats de deux études qui observent une diminution de la mortalité parmi les exposés. (79,80) Nous relevons d'ailleurs que Østergaard *et al.* ont rapporté une augmentation moyenne de 0,2 du HR pour l'ensemble des sous-groupes après un ajustement additionnel sur le tour de taille (résultats détaillés non présentés). (79)

## B. Quantifications de l'exposition

Le recueil de l'exposition au vélo comme mode de transport actif s'est avéré hétérogène avec des questionnaires différents pour chaque étude sauf pour les deux études se basant sur la cohorte EPIC-Norfolk où le même questionnaire sur l'activité physique a été employé. (75,77) Il en découle des différences dans la constitution des sous-groupes par niveau d'exposition rapportés dans les analyses des différentes études.

Quatre études ont établi des sous-groupes en fonction de la durée hebdomadaire d'exposition (75–77,79) pour lesquelles nous observons une forte variabilité des bornes utilisées. Cela peut être illustré par les extrêmes de la borne au-delà de laquelle est défini le plus haut niveau d'exposition : 30 minutes par semaine pour Besson *et al.* contre 420 minutes par semaine pour Andersen et Cooper.

Deux études ont décrit l'exposition comme binaire : présente ou absent, avec une différence notable dans le recueil : l'utilisation du vélo comme mode de transport actif pour les trajets domicile – lieu de travail dans l'étude d'Andersen *et al.* a des limites plus floues que l'utilisation du vélo comme mode de transport principal (en terme de distance hebdomadaire parcourue) pour les trajets domicile – lieu de travail dans l'étude de Shaw *et al.*, plus restreinte dans sa définition. (73,80)

Une étude a établi des sous-groupes en fonction du volume d'AP quotidien apporté par le vélo comme mode de transport actif, avec une borne supérieure fixée à 3,5 MET.h/j (74) soit environ 30 minutes par jour si nous considérons une dépense énergétique induite de 6,8 METs. (5)

Enfin, une étude a distingué deux sous-groupes d'exposition en utilisant la médiane de la distance du trajet domicile – lieu de travail mais sans donner de valeur numérique associée. (78)

Cette hétérogénéité entre les études à propos de la quantification de l'exposition rend difficile la comparaison de leurs résultats.

## C. Résultats discordants sur la mortalité toutes causes

### 1. Etudes mettant en évidence une réduction significative de la mortalité toutes causes

Cinq études ont fait état d'une diminution significative de la mortalité toutes causes chez les individus exposés au vélo comme mode de transport actif, avec des estimations variant de 13 à 41%. (73,76,78–80)

Cependant, une seule de ces études a mis en évidence une relation de type dose effet concordante avec un HR de 0,68 pour les trajets « courts » contre 0,60 pour les trajets « longs ». (78) Deux études ont laissé apparaître une relation dose effet discordante. Celle d'Andersen et Cooper a présenté un HR augmentant de 0,70 (exposition moins de 3 heures par semaine) à 0,78 (exposition plus de 7 heures par semaine) ; celle d'Østergaard *et al.* un HR se majorant, en parallèle d'une perte de significativité des résultats, pour les deux sous-groupes de l'étude pratiquant plus de une heure par semaine de vélo comme mode de transport actif. (76,79)

Parmi ces études deux étaient de bonne qualité selon l'échelle NOS mais n'ont pas réalisé d'ajustement sur les comorbidités ni sur la consommation d'alcool, s'exposant à un risque de biais de confusion non négligeable. (73,76) Deux autres de ces études étaient de qualité moyenne avec

un score NOS compris entre 5 et 6, elles étaient exposées toutes deux à un biais de sélection non négligeable du fait d'un biais de volontariat conjugué à un biais du travailleur sain. (78,79)

Enfin, la dernière étude objectivant un bénéfice significatif sur la mortalité toutes causes apparaissait très sujette à des biais de confusion multiples avec absence d'ajustement multivarié sur des facteurs tels que le tabagisme, l'IMC, les comorbidités à l'inclusion, *etc.* L'analyse en sous-groupe avec ajustement sur le tabagisme pour deux des trois cohortes de cette étude a confirmé cette fragilité, avec une réduction de la mortalité apparaissant alors non significative. (80)

## 2. Etudes ne mettant pas en évidence de réduction significative de la mortalité toutes causes

Trois études n'ont observé aucune réduction significative de la mortalité parmi les pratiquants de vélo comme mode de transport actif. (74,75,77)

L'étude menée par Matthew *et al.* a cependant mis en évidence une tendance significative dans la diminution du HR avec l'augmentation de l'exposition : de 0,79 (IC 95% 0,61-1,01) entre 0,1 et 3,4 METs.h/jour à 0,66 (IC 95% 0,40-1,07) ce qui suggère une relation dose-effet en faveur du vélo comme mode de transport actif. (74)

Notons également que l'étude conduite par Besson *et al.* a employé une durée hebdomadaire d'exposition très faible comme borne, moins de 30 minutes, ce qui pourrait expliquer la non significativité des résultats présentés pour le vélo comme mode de transport actif.

Cependant, nous ne pouvons pas exclure une éventuelle surmortalité parmi les pratiquants dépassant les 60 minutes hebdomadaires chez Sahlqvist *et al.* suggérée par un HR de 1,10 (IC 95% à 83-1,44). Ce résultat est cependant non significatif. (77)

## IV. Validité externe :

Deux revues de la littérature systématiques antérieures décrivent une relation inverse entre pratique du vélo (sans restriction sur le type de pratique) et mortalité toutes causes. Cette relation est décrite sur la base d'études de cohorte et pour une population adulte, avec une moyenne d'âge supérieure à 50 ans. Une méta-analyse estime qu'un volume hebdomadaire de 11,25 METs.h de vélo, soit une durée d'environ 100 minutes par semaine, correspond à un RR global à 0,90 (IC 95% 0,87-0,94).

L'effet protecteur du vélo semble maximal pour les faibles niveaux d'exposition et diminuer ensuite avec l'augmentation de l'exposition. (58,59)

Une revue de la littérature systématique récente conforte l'hypothèse d'un effet bénéfique des transports actifs sur la mortalité toutes causes. La méta-analyse associée conclut à un RR de 0,92 (IC 95% 0,85-0,98) pour l'exposition marche et/ou vélo pour les trajets domicile – lieu de travail. Une analyse en sous-groupe pour le vélo estime la diminution de la mortalité au triple, de l'ordre de 24%. Toutefois cette revue de la littérature souligne une forte hétérogénéité, l'exclusion de trois études parmi onze suffisant à altérer significativement les résultats de sa méta-analyse. (60)

Ces résultats semblent corroborer ceux de notre travail constatant une tendance à une diminution de la mortalité toutes causes chez les individus exposés au vélo comme mode de transport actif, sous réserve de probables biais de différentes natures.

De façon notable, nous relevons que sept des huit études incluses dans notre travail proviennent de trois pays parmi les quinze premiers mondiaux en termes de développement sur la base de leur Indice de Développement Humain en 2018. (91) Il paraît dès lors difficile de généraliser ces résultats à des pays moins développés dans lesquelles les infrastructures routières ainsi que les niveaux de pollutions atmosphériques tendraient à être moins favorables à la pratique du vélo comme mode de transport actif.

## V. Perspectives :

Nous n'avons pas retrouvé d'essai contrôlé comparant un groupe « vélo comme mode de transport actif » à un groupe contrôle pour la survenue de la mortalité toutes causes. Des essais randomisés contrôlés dont l'intervention était l'usage du vélo comme mode de transport actif ont déjà été conduits. Certains ont retenu comme critères de jugement des mesures liées au risque cardio-vasculaire, telles que les taux de lipides plasmatiques. (92,93) D'autres ont utilisé divers indicateurs de l'état de performance cardio-vasculaire tels que la consommation maximale d'oxygène. (92,94,95) Cette capacité maximale aérobie est inversement associée au risque de mortalité toutes causes et de mortalité cardio-vasculaire. (96) De tels essais cliniques pourraient donc permettre d'estimer indirectement et partiellement la répercussion du vélo comme mode de transport actif sur la mortalité.

Ces essais contrôlés se heurtent à des difficultés de recrutement, d'adhésion et de maintien parmi le groupe intervention, d'autant plus que la durée de suivi augmente. (97) Il semble par conséquent



difficile de mettre en place des essais cliniques randomisés étudiant l'impact sur la mortalité toutes causes ou sur la morbi-mortalité du vélo comme mode de transport actif, car les effectifs et la durée de suivi devraient être très supérieurs à ceux des précédentes études analysant des critères de jugement intermédiaires.

Ainsi, les études de cohorte semblent demeurer les plus indiquées pour étudier directement la relation entre vélo comme mode de transport actif et mortalité toutes causes ou morbi-mortalité.

Toutefois, afin de faciliter la comparaison des résultats entre les différentes études, nous suggérons un recueil de l'exposition plus uniformisé et plus détaillé dans les études à venir. La durée moyenne d'exposition hebdomadaire au vélo comme mode de transport actif pourrait être systématiquement recueillie afin de pouvoir rechercher et quantifier une éventuelle relation dose-effet.

De plus, d'autres paramètres devraient être évalués plus méthodiquement, en premier lieu l'intensité du pédalage. En effet l'association inverse entre pratique du vélo (sans restriction d'usage) et mortalité toutes causes dépend plus de l'intensité du pédalage évaluée subjectivement que la durée de pratique rapportée. (57) Le recueil systématique du port du casque nous semblerait également pertinent dans le but de confirmer son effet protecteur, déjà étayé par de multiples études cas-témoins sur la sévérité des traumatismes crâniens. (98–100) D'une façon similaire, le recueil d'éventuelles consommations de substances psychoactives parmi les plus courantes (alcool et cannabis) serait justifié afin de rechercher leur implication en tant que facteurs de risque de morbidité et de mortalité lors de la pratique du vélo comme mode de transport actif.

Un contrôle plus optimal des biais affectant fréquemment ces études de cohorte serait également souhaitable. D'une part, une ré-administration périodique d'auto-questionnaires à la recherche de modification de la pratique du vélo comme mode de transport actif tant en durée qu'en intensité permettrait de limiter les biais de classement. D'autre part, un ajustement systématique sur des facteurs de confusion majeurs tels que le tabagisme, l'IMC et les comorbidités invalidantes (accidents cardio-vasculaire incapacitants, insuffisances d'organes, néoplasies, *etc.*) minimiserait les biais de confusion et de causalité inversée.

L'évaluation de l'impact du vélo comme mode de transport actif sur la morbidité, voire plus largement sur la qualité de vie, pourrait être réalisée par administration répétée au cours des études de cohorte d'un questionnaire généraliste tel le questionnaire *Medical Outcome Study Short Form 36* (SF-36) avec cependant un risque de manque de sensibilité pour traduire les variations de faibles amplitudes. (101) Le recueil des arrêts de travail et accidents du travail, ainsi que de leurs durées,

apporterait également un éclairage intéressant sur l'impact en termes de morbidité mais également de coût sociétal de cette pratique.

Enfin, la pandémie de coronavirus du syndrome respiratoire aigu sévère de 2019 a démultiplié le nombre d'entreprises souhaitant proposer à leurs employés un système de vélo de fonction. Cet engouement récent tend à se pérenniser, et aboutit à la mise en place de plusieurs flottes de vélos dans diverses grandes entreprises. (102,103) Ce phénomène représente une grande opportunité pour la constitution de futures études de cohorte, nécessaires à une meilleure analyse de l'apport du vélo comme mode de transport actif sur l'état de santé des populations le pratiquant.

# CONCLUSION

Cette revue de la littérature corrobore, sur la base d'effectifs conséquents, l'hypothèse d'une association entre pratique du vélo comme mode de transport actif et réduction de la mortalité toutes causes. Les niveaux d'exposition les plus bénéfiques n'apparaissent en revanche pas clairement.

D'autres études de cohorte avec un recueil plus exhaustif, uniformisé et répété de l'exposition au vélo comme mode de transport actif et ses variables sont nécessaires afin de confirmer et de préciser l'impact bénéfique sur la mortalité toutes causes du vélo comme mode de transport actif. L'utilisation de dispositifs médicaux connectés pourrait augmenter la fiabilité du recueil de certaines données d'intérêt telles que les volumes d'activité physique fournis par les participants.

Il nous apparaît essentiel de prendre davantage en compte la qualité de vie dans l'évaluation des interventions en santé. C'est en effet une dimension indispensable à la réflexion que le médecin se doit de mener lors de l'évaluation de la balance bénéfices-risques. Dans le cas des cohortes étudiant le vélo comme mode de transport actif, l'administration périodique de questionnaires de qualité de vie aux participants permettrait d'explorer l'éventuel impact qualitatif sur la santé de cette exposition.

En cette époque où l'urgence climatique est décrétée, des mobilités moins polluantes sont appelées à se développer. Le vélo, avec ou sans assistance électrique, en fait partie et paraît en tous points pertinent : il est en effet largement accessible, peu onéreux et faiblement encombrant. Il semble posséder un grand potentiel de diffusion dans la population générale qui pourra de moins en moins ignorer la problématique environnementale envahissant toutes les sphères de sa vie dont celle de la santé.

Et c'est également sur des problématiques actuelles en santé que le vélo comme mode de transport pourrait avoir un rôle à jouer. Tout d'abord en contribuant à juguler l'« épidémie » de sédentarité qui ne cesse de croître avec le début de ce siècle. D'autre part en constituant un outil de prévention large intéressant de nombreuses pathologies, à divers stades de leur évolution ; et ce au sein de populations dont l'espérance de vie est historiquement élevée. Enfin en participant à la diminution des taux de polluants atmosphériques en zones urbaines et à leurs conséquences sanitaires à court et à long termes.

Afin de maximiser les bénéfices sanitaires attendus de l'essor du vélo en tant que transport actif, les pouvoirs publics doivent poursuivre le développement d'infrastructures cyclables adaptées avec un double objectif : diminuer autant que possible la survenue d'accidents de la voie publique

parmi les cyclistes d'une part et inciter les utilisateurs de mobilités passives qui le souhaitent à adopter ce mode de transport actif d'autre part.

Le personnel médical et paramédical doit également accompagner ce développement en veillant à véhiculer des messages de prévention adaptés aux patients cyclistes ou à ceux s'orientant vers le vélo comme mode de transport actif. Port du casque et abstention de consommation de psychotropes, les plus étayés scientifiquement, pourront être complétés de conseils de bon sens tels que l'utilisation d'un vélo en bon état de fonctionnement et de moyens de signalisation appropriés.

Nous pensons que le médecin généraliste est intimement lié à ses patients mais aussi *de facto* à leur époque. Il est spectateur et souvent acteur dans les changements affectant les personnes qu'il suit, personnes qui évoluent au fil du temps mais aussi avec lui. Le médecin généraliste a donc un rôle à tenir en les accompagnant dans les modifications de leur mode de vie, qu'il en soit l'instigateur ou non.

Nous espérons dès lors que de futures études l'aideront à mieux conseiller celles et ceux qui souhaitent et souhaiteront adopter le vélo comme mode de transport au quotidien.

# BIBLIOGRAPHIE

1. Prescrire Rédaction. Désastre du Mediator<sup>o</sup> : beaucoup de temps perdu et de vies gâchées. *La Revue Prescrire*. oct 2019;39(432):782-4.
2. Bénézech J-P. *Prescrire une modification du mode de vie*. Montpellier: Sauramps médical; 2012.
3. Actualisation des repères du PNNS - Révisions des repères relatifs à l'activité physique et à la sédentarité. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail; 2016 févr p. 584.
4. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. août 2011;43(8):1575-81.
5. Compendium of Physical Activities [Internet]. [cité 12 juill 2020]. Disponible sur: <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/>
6. Guide de promotion, consultation et prescription médicale d'activité physique et sportive pour la santé chez les adultes. Actualisation Juillet 2019. Haute Autorité de Santé; 2019.
7. *Activité physique – Prévention et traitement des maladies chroniques*. INSERM; 2019 p. 149.
8. Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical Activity and Exercise After Stroke: Review of Multiple Meaningful Benefits. *Stroke*. déc 2014;45(12):3742-7.
9. Gimeno-Santos E, Frei A, Steurer-Stey C, de Batlle J, Rabinovich RA, Raste Y, et al. Determinants and outcomes of physical activity in patients with COPD: a systematic review. *Thorax*. août 2014;69(8):731-9.
10. Friedenreich CM, Stone CR, Cheung WY, Hayes SC. Physical Activity and Mortality in Cancer Survivors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JNCI Cancer Spectrum*. 1 févr 2020;4(1):pkz080.
11. Kredlow MA, Capozzoli MC, Hearon BA, Calkins AW, Otto MW. The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *J Behav Med*. juin 2015;38(3):427-49.
12. Prescrire Rédaction. *Activité physique et dépression. Une aide utile dans les formes légères à modérées*. *La Revue Prescrire*. juin 2020;40(440):449-51.
13. White RL, Babic MJ, Parker PD, Lubans DR, Astell-Burt T, Lonsdale C. Domain-Specific Physical Activity and Mental Health: A Meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*. mai 2017;52(5):653-66.
14. OMS | *Activité physique pour les adultes* [Internet]. WHO. [cité 8 déc 2019]. Disponible sur: [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_adults/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/fr/)
15. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. juill 2011;43(7):1334-59.

16. Larras B, Praznoczy C. État des lieux de l'activité physique et de la sédentarité en France – Mise à jour de l'édition 2017. Observatoire national de l'activité physique et de la sédentarité; 2018 mai p. 32.
17. Berrigan D, Troiano RP, McNeel T, DiSogra C, Ballard-Barbash R. Active Transportation Increases Adherence to Activity Recommendations. *American Journal of Preventive Medicine*. 1 sept 2006;31(3):210-6.
18. Bouvet J. Les facteurs favorisant la transition vers un mode de vie physiquement actif en médecine générale : Etude qualitative thématique par entretiens semi-dirigés. Montpellier; 2018.
19. OMS | Activité physique [Internet]. WHO. [cité 8 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/fr/>
20. Biswas A, Oh PI, Faulkner GE, Bajaj RR, Silver MA, Mitchell MS, et al. Sedentary Time and Its Association With Risk for Disease Incidence, Mortality, and Hospitalization in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ann Intern Med*. 20 janv 2015;162(2):123.
21. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet*. 24 sept 2016;388(10051):1302-10.
22. Le Jeannic T. La mobilité des Français, panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008. Commissariat Général au Développement Durable; 2010 déc p. 228.
23. Agence de la santé publique du Canada. Le transport actif [Internet]. 2012 [cité 8 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/etre-actif/transport-actif.html>
24. Vélo en libre service : le guide sur les VLS en France [Internet]. Citycycle. 2019 [cité 8 déc 2019]. Disponible sur: <https://www.citycycle.com/15416-comment-utiliser-les-velos-en-libre-service/>
25. Bicyclette et vélo à assistance électrique (VAE) : conseils pour un achat en toute sécurité. DGCCRF; 2019.
26. Tallet F. Partir de bon matin, à bicyclette... Insee Première. 17 janv 2017;(1629).
27. Liste des systèmes de vélos en libre-service en France. In: Wikipédia [Internet]. 2020 [cité 5 août 2020]. Disponible sur: [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Liste\\_des\\_syst%C3%A8mes\\_de\\_v%C3%A9los\\_en\\_libre-service\\_en\\_France&oldid=173442103](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Liste_des_syst%C3%A8mes_de_v%C3%A9los_en_libre-service_en_France&oldid=173442103)
28. Fonda B, Sarabon N. Biomechanics of Cycling. *Sport Science Review*. 1 janv 2010;19(1-2).
29. Le plan vélo et mobilités actives [Internet]. Ministère de la Transition écologique et solidaire. [cité 8 déc 2019]. Disponible sur: <http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/plan-velo-et-mobilites-actives>

30. Donaire-Gonzalez D, de Nazelle A, Cole-Hunter T, Curto A, Rodriguez DA, Mendez MA, et al. The Added Benefit of Bicycle Commuting on the Regular Amount of Physical Activity Performed. *American Journal of Preventive Medicine*. déc 2015;49(6):842-9.
31. Falconer CL, Cooper AR, Flint E. Patterns and correlates of active commuting in adults with type 2 diabetes: cross-sectional evidence from UK Biobank. *BMJ Open*. oct 2017;7(10):e017132.
32. Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*. mai 2017;389(10082):1907-18.
33. European Environment Agency. Air quality in Europe: 2019 report. [Internet]. 2019 [cité 21 janv 2020]. Disponible sur: [https://op.europa.eu/publication/manifestation\\_identifieur/PUB\\_THAL19012ENN](https://op.europa.eu/publication/manifestation_identifieur/PUB_THAL19012ENN)
34. Physical activity : walking and cycling. National Institute for Health and Care Excellence; 2012 nov p. 119.
35. Pédrono G, Bouilly M, Thélot B. Enquête permanente sur les accidents de la vie courante (EPAC), résultats 2010 en France métropolitaine. Institut de veille sanitaire; 2016 p. 100.
36. Welsh C, Celis-Morales CA, Ho F, Lyall DM, Mackay D, Ferguson L, et al. Association of injury related hospital admissions with commuting by bicycle in the UK: prospective population based study. *BMJ-British Medical Journal*. 11 mars 2020;368:m336.
37. Épidémiologie des accidents de vélo et stratégies de prévention pour les éviter. Synthèse bibliographique en France et dans les pays de développement comparable, 1990-2016. *Santé Publique France*; 2019 p. 50.
38. Raza W, Forsberg B, Johansson C, Sommar JN. Air pollution as a risk factor in health impact assessments of a travel mode shift towards cycling. *Global Health Action*. janv 2018;11(1):1429081.
39. Murray CJL, Chen LC. Understanding Morbidity Change. *Population and Development Review*. sept 1992;18(3):481.
40. OMS. Constitution de l'Organisation Mondiale de Santé. 2006.
41. Murray CJL, éditeur. The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020 ; summary. Cambridge: Harvard School of Public Health [u.a.]; 1996. 43 p. (Global burden of disease and injury series).
42. Harris J. QALYfying the value of life. *Journal of Medical Ethics*. 1 sept 1987;13(3):117-23.
43. Robberstad B. QALYs vs DALYs vs LYs gained: What are the differences, and what difference do they make for health care priority setting? *Norsk Epidemiologi*. 2005;15(2):183-91.
44. The EuroQol Group. EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*. 1990;16(3):199-208.

45. Allen DJ, Heyrman PJ. La définition Européenne de la médecine générale - médecine de famille. WONCA; 2002 p. 52.
46. France, Haute autorité de santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique: état des lieux. Saint Denis La Plaine: Haute Autorité de Santé; 2016.
47. OMS | Développement des adolescents [Internet]. WHO. World Health Organization; [cité 29 mars 2020]. Disponible sur:  
[https://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/](https://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/fr/)
48. Majorité civile. In: Wikipédia [Internet]. 2020 [cité 29 mars 2020]. Disponible sur:  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Majorit%C3%A9\\_civile&oldid=167755381](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Majorit%C3%A9_civile&oldid=167755381)
49. Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 21 sept 2017;j4008.
50. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJM, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: Is blinding necessary? *Controlled Clinical Trials*. févr 1996;17(1):1-12.
51. Wells G, Shea B, O'Connell D. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses [Internet]. The Ottawa Hospital Research Institute. [cité 23 mars 2020]. Disponible sur:  
[http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp)
52. Wood T, Milne P. Head injuries to pedal cyclists and the promotion of helmet use in Victoria, Australia. *Accid Anal Prev*. juin 1988;20(3):177-85.
53. Spoerri A, Egger M, von Elm E, Swiss National Cohort Study. Mortality from road traffic accidents in Switzerland: longitudinal and spatial analyses. *Accid Anal Prev*. janv 2011;43(1):40-8.
54. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, Nieuwenhuijsen MJ. The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *BMJ*. 4 août 2011;343:d4521.
55. Chen H, Scarborough J, Zens T, Brummeyer B, Agarwal S, Haines KL. Race and Insurance Status as Predictors of Bicycle Trauma Outcome in Adults. *J Surg Res*. janv 2020;245:198-204.
56. Lamb MJE, Halbesma N, Wild SH. Cycling as a mode of transport: a possible solution for the increasing burden of type 2 diabetes? *Pract Diabetes*. sept 2013;30(7):286-9.
57. Schnohr P, Marott JL, Jensen JS, Jensen GB. Intensity versus duration of cycling, impact on all-cause and coronary heart disease mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Eur J Prev Cardiol*. févr 2012;19(1):73-80.
58. Kelly P, Kahlmeier S, Goetschi T, Orsini N, Richards J, Roberts N, et al. Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 24 oct 2014;11:132.
59. Oja P, Titze S, Bauman A, de Geus B, Krenn P, Reger-Nash B, et al. Health benefits of cycling: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. août 2011;21(4):496-509.



60. Dinu M, Pagliai G, Macchi C, Sofi F. Active Commuting and Multiple Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. mars 2019;49(3):437-52.
61. Bourne JE, Sauchelli S, Perry R, Page A, Leary S, England C, et al. Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 21 nov 2018;15:116.
62. Nordengen S, Andersen LB, Solbraa AK, Riiser A. Cycling is associated with a lower incidence of cardiovascular diseases and death: Part 1 - systematic review of cohort studies with meta-analysis. *Br J Sports Med*. juill 2019;53(14):870-8.
63. Peruzzi M, Sanasi E, Pingitore A, Marullo AG, Carnevale R, Sciarretta S, et al. An overview of cycling as active transportation and as benefit for health. *Minerva Cardioangiol*. mai 2020;68(2).
64. Andersen ZJ, de Nazelle A, Mendez MA, Garcia-Aymerich J, Hertel O, Tjønneland A, et al. A Study of the Combined Effects of Physical Activity and Air Pollution on Mortality in Elderly Urban Residents: The Danish Diet, Cancer, and Health Cohort. *Environmental Health Perspectives*. juin 2015;123(6):557-63.
65. Bijnen FCH, Feskens EJM, Caspersen CJ, Nagelkerke N, Mosterd WL, Kromhout D. Baseline and Previous Physical Activity in Relation to Mortality in Elderly Men The Zutphen Elderly Study. *Am J Epidemiol*. 15 déc 1999;150(12):1289-96.
66. Khaw K-T, Jakes R, Bingham S, Welch A, Luben R, Day N, et al. Work and leisure time physical activity assessed using a simple, pragmatic, validated questionnaire and incident cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women: The European Prospective Investigation into Cancer in Norfolk prospective population study. *International Journal of Epidemiology*. 1 août 2006;35(4):1034-43.
67. Batty GD, Shipley MJ, Marmot M, Smith GD. Physical activity and cause-specific mortality in men: Further evidence from the Whitehall study. *European Journal of Epidemiology*. 2001;17(9):863-9.
68. Barengo NC, Hu G, Lakka TA, Pekkarinen H, Nissinen A, Tuomilehto J. Low physical activity as a predictor for total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men and women in Finland. *Eur Heart J*. 1 déc 2004;25(24):2204-11.
69. Autenrieth CS, Baumert J, Baumeister SE, Fischer B, Peters A, Döring A, et al. Association between domains of physical activity and all-cause, cardiovascular and cancer mortality. *Eur J Epidemiol*. févr 2011;26(2):91-9.
70. Bauman AE, Grunseit AC, Rangul V, Heitmann BL. Physical activity, obesity and mortality: does pattern of physical activity have stronger epidemiological associations? *BMC Public Health*. 5 oct 2017;17(1):788.
71. Mueller N, Rojas-Rueda D, Cole-Hunter T, de Nazelle A, Dons E, Gerike R, et al. Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Preventive Medicine*. juill 2015;76:103-14.
72. Schäfer C, Mayr B, Fernandez La Puente de Battre MD, Reich B, Schmied C, Loidl M, et al. Health effects of active commuting to work: The available evidence before GISMO. *Scand J Med Sci Sports*. août 2020;30(S1):8-14.

73. Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med.* 12 juin 2000;160(11):1621-8.
74. Matthews CE, Jurj AL, Shu X, Li H-L, Yang G, Li Q, et al. Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women. *Am J Epidemiol.* 15 juin 2007;165(12):1343-50.
75. Besson H, Ekelund U, Brage S, Luben R, Bingham S, Khaw K-T, et al. Relationship between Subdomains of Total Physical Activity and Mortality. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* nov 2008;40(11):1909–1915.
76. Andersen LB, Cooper AR. Commuter cycling and health. In: *Transport and Health Issues.* Mannheim; 2011. p. 9-20. (Studies on mobility and transport research; vol. 3).
77. Sahlqvist S, Goodman A, Simmons RK, Khaw K-T, Cavill N, Foster C, et al. The association of cycling with all-cause, cardiovascular and cancer mortality: findings from the population-based EPIC-Norfolk cohort. *BMJ Open.* 2013;3(11):e003797.
78. Celis-Morales CA, Lyall DM, Welsh P, Anderson J, Steell L, Guo Y, et al. Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *BMJ-British Medical Journal.* 19 avr 2017;357:j1456.
79. Østergaard L, Jensen MK, Overvad K, Tjønneland A, Grøntved A. Associations Between Changes in Cycling and All-Cause Mortality Risk. *American Journal of Preventive Medicine.* nov 2018;55(5):615-23.
80. Shaw C, Blakely T, Atkinson J, Woodward A. Is mode of transport to work associated with mortality in the working-age population? Repeated census-cohort studies in New Zealand, 1996, 2001 and 2006. *Int J Epidemiol.* 1 avr 2020;49(2):477-85.
81. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group TP. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine.* 21 juill 2009;6(7):e1000097.
82. Patterson R, Panter J, Vamos EP, Cummins S, Millett C, Lavery AA. Associations between commute mode and cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality, and cancer incidence, using linked Census data over 25 years in England and Wales: a cohort study. *Lancet Planet Health.* mai 2020;4(5):E186-94.
83. Sethi M, Heyer JH, Wall S, DiMaggio C, Shinseki M, Slaughter D, et al. Alcohol use by urban bicyclists is associated with more severe injury, greater hospital resource use, and higher mortality. *Alcohol.* juin 2016;53:1-7.
84. Asbridge M, Mann R, Cusimano MD, Tallon JM, Pauley C, Rehm J. Cycling-related crash risk and the role of cannabis and alcohol: a case-crossover study. *Preventive Medicine.* sept 2014;66:80-6.
85. Thompson DC, Rivara F, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. *Cochrane Injuries Group, éditeur. Cochrane Database of Systematic Reviews.* 25 oct 1999;

86. Cummings P, Rivara FP, Thompson DC, Thompson RS. Misconceptions regarding case-control studies of bicycle helmets and head injury. *Accident Analysis & Prevention*. juill 2006;38(4):636-43.
87. Platon, Brisson L. *Apologie de Socrate ; Criton*. 2017.
88. Ball K, Crawford D, Owen N. Obesity as a barrier to physical activity. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. juin 2000;24(3):331-3.
89. McIntosh T, Hunter DJ, Royce S. Barriers to physical activity in obese adults: A rapid evidence assessment. *Journal of Research in Nursing*. juin 2016;21(4):271-87.
90. Berrington de Gonzalez A, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-Mass Index and Mortality among 1.46 Million White Adults. *N Engl J Med*. 2 déc 2010;363(23):2211-9.
91. Conceição P. Rapport sur le développement humain 2019. Au-delà des revenus, des moyennes et du temps présent : les inégalités de développement humain au XXIe siècle. Programme des Nations Unies pour le Développement; 2019 p. 45.
92. Oja P, Mänttari A, Heinonen A, Kukkonen-Harjula K, Laukkanen R, Pasanen M, et al. Physiological effects of walking and cycling to work. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 1991;1(3):151-7.
93. De Geus B, Van Hoof E, Aerts I, Meeusen R. Cycling to work: influence on indexes of health in untrained men and women in Flanders. *Coronary heart disease and quality of life: Cycling to work. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 7 déc 2007;18(4):498-510.
94. Hendriksen I, Zuiderveld B, Kemper H, Bezemer P. Effect of commuter cycling on physical performance of male and female employees. *Medicine And Science In Sports And Exercise*. févr 2000;32(2):504-10.
95. De Geus B, Joncheere J, Meeusen R. Commuter cycling: effect on physical performance in untrained men and women in Flanders: minimum dose to improve indexes of fitness: Commuter cycling. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2009;19(2):179-87.
96. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M. Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women: A Meta-analysis. *JAMA*. 20 mai 2009;301(19):2024.
97. Fernandez La Puente de Battre MD, Neumeier LM, Ensslin C, Loidl M, Gräni C, Schmied C, et al. What it takes to recruit 77 subjects for a one-year study on active commuting. *Scand J Med Sci Sports*. juin 2020;30(6):1090-5.
98. Sethi M, Heidenberg J, Wall SP, Ayoung-Chee P, Slaughter D, Levine DA, et al. Bicycle helmets are highly protective against traumatic brain injury within a dense urban setting. *Injury*. déc 2015;46(12):2483-90.
99. Bambach MR, Mitchell RJ, Grzebieta RH, Olivier J. The effectiveness of helmets in bicycle collisions with motor vehicles: A case-control study. *Accident Analysis & Prevention*. avr 2013;53:78-88.

100. Amoros E, Chiron M, Martin J-L, Thélot B, Laumon B. Bicycle helmet wearing and the risk of head, face, and neck injury: a French case-control study based on a road trauma registry. *Inj Prev.* févr 2012;18(1):27-32.
101. Mercier M, Schraub S. Qualité de vie : quels outils de mesure ? [Internet]. 2005. Disponible sur: <http://hdl.handle.net/2042/9760>
102. Coutelle A. Le vélo de fonction se démocratise dans les entreprises [Internet]. *Les Echos Executives*. 2020 [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://business.lesechos.fr/entrepreneurs/ressources-humaines/0603407850352-le-velo-de-fonction-se-democratise-dans-les-entreprises-338467.php#Xtor=AD-6000>
103. Midena M. Le Vélo De Fonction : Avenir De La Mobilité En Entreprise [Internet]. *Forbes France*. 2020 [cité 26 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.forbes.fr/business/le-velo-de-fonction-avenir-de-la-mobilite-en-entreprise/>

# ANNEXES

## I. Stratégie de recherche employée pour MedLine pour l'objectif principal (mortalité toutes causes)

1. bicycle\*[Title/Abstract] OR bicycling[Title/Abstract] OR bicyclist\*[Title/Abstract]
2. cycling[Title/Abstract] OR cyclis\* [Title/Abstract]
3. bik\*[Title/Abstract]
4. active commut\*[Title/Abstract] OR active travel\*[Title/Abstract] OR active transportation[Title/Abstract]
5. 1 OR 2 OR 3 OR 4
6. mortality[Title/Abstract] OR all-cause mortality[Title/Abstract] OR death\*[Title/Abstract]
7. 5 AND 6
8. Clinical Study[ptyp] OR Comparative Study[ptyp] OR Evaluation Study[ptyp] OR Observational Study[ptyp] OR systematic[sb]
9. 7 AND 8
10. Humans[Mesh]
11. 9 AND 10
12. english[Language] OR french[Language]
13. 11 AND 12

## II. Grille d'analyse conçue pour analyse des études de cohorte et pour les études interventionnelles comparatives

Titre			
Auteurs		Revue	Année de publication
Type d'étude			
Exposition ou Intervention	Comparaison	Méthode	Durée de suivi
Population (cohorte, le cas échéant)			
Effectif total, pourcentage exposé	Pays	Âge	Spécificités, le cas échéant
		Sexe ratio	
Résultats (avec ajustements appliqués)			
Principal		Secondaire(s)	
Risque(s) de biais			
Évaluation de la qualité méthodologique			
Score Newcastle-Ottawa Scale ou Jadad			

### III. Liste des références bibliographiques incluses en seconde phase de lecture (analyse des résumés)

<p>1. Emorine M. Exercise testing in asymptomatic men over 40 years old undertaking or pursuing a physical activity. Université Joseph Fourier, Grenoble; 2012.</p> <p>2. Jeffrey SKE. Epidemiology, cost and prevention of road traffic crash injuries in Strathclyde, Scotland. 2010</p> <p>3. Spielmann G. The impact of exercise, adiposity and persistent viral infection on blood T-Cell phenotype and function. 2012.</p> <p>4. Mulvaney CA, Smith S, Watson MC, Parkin J, Coupland C, Miller P, et al. Cycling infrastructure for reducing cycling injuries in cyclists. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i>. 2015.</p> <p>5. Thompson DC, Rivara F, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i>. 1999 ;(4).</p> <p>6. Kwan I, Mapstone J. Interventions for increasing pedestrian and cyclist visibility for the prevention of death and injuries. <i>Cochrane Database Syst Rev</i>. 2006 Oct 18;(4):CD003438.</p> <p>7. Hosking J, Macmillan A, Connor J, Bullen C, Ameratunga S. Organisational travel plans for improving health. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i> [Internet]. 2010 [cited 2020 Mar 30];(3). Available from: <a href="https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005575.pub3/full">https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005575.pub3/full</a></p> <p>8. Bunn F, Collier T, Frost C, Ker K, Steinbach R, Roberts I, et al. Area-wide traffic calming for preventing traffic related injuries. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i> [Internet]. 2003 [cited 2020 Mar 30];(1). Available from: <a href="https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003110/full">https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003110/full</a></p> <p>9. Grande AJ, Keogh J, Hoffmann TC, Beller EM, Mar CBD. Exercise versus no exercise for the occurrence, severity and duration of acute respiratory infections. <i>Cochrane Database of Systematic Reviews</i> [Internet]. 2015 [cited 2020 Mar 30];(6). Available from: <a href="https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010596.pub2/full">https://www-cochranelibrary-com.ezpum.biu-montpellier.fr/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD010596.pub2/full</a></p> <p>10. Nordengen S, Andersen LB, Solbraa AK, Riiser A. Cycling is associated with a lower incidence of cardiovascular diseases and death: Part 1 - systematic review of cohort studies with meta-analysis. <i>Br J Sports Med</i>. 2019 Jul;53(14):870–8.</p> <p>11. Kraus WE, Powell KE, Haskell WL, Janz KF, Campbell WW, Jakicic JM, et al. Physical Activity, All-Cause and Cardiovascular Mortality, and Cardiovascular</p>	<p>42. Chen H, Scarborough J, Zens T, Brummeyer B, Agarwal S, Haines KL. Race and Insurance Status as Predictors of Bicycle Trauma Outcome in Adults. <i>J Surg Res</i>. 2020 Jan;245:198–204.</p> <p>43. Nordengen S, Ruther DC, Riiser A, Andersen LB, Solbraa A. Correlates of Commuter Cycling in Three Norwegian Counties. <i>Int J Environ Res Public Health</i>. 2019 Nov;16(22):4372.</p> <p>44. Engstrom E, Forsberg B. Health impacts of active commuters' exposure to traffic-related air pollution in Stockholm, Sweden. <i>J Transp Health</i>. 2019 Sep;14:100601.</p> <p>45. Patterson R, Webb E, Millett C, Lavery AA. Physical activity accrued as part of public transport use in England. <i>J Public Health</i>. 2019 Jun;41(2):222–30.</p> <p>46. Babagoli MA, Kaufman TK, Noyes P, Sheffield PE. Exploring the health and spatial equity implications of the New York City Bike share system. <i>J Transp Health</i>. 2019 Jun;13:200–9.</p> <p>47. Buehler R, Kuhnimhof T, Bauman A, Eisenmann C. Active travel as stable source of physical activity for one third of German adults: Evidence from longitudinal data. <i>Transp Res Pt A-Policy Pract</i>. 2019 May;123:105–18.</p> <p>48. Bourne JE, Sauchelli S, Perry R, Page A, Leary S, England C, et al. Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review. <i>Int J Behav Nutr Phys Act</i>. 2018 Nov 21;15:116.</p> <p>49. Østergaard L, Jensen MK, Overvad K, Tjønneland A, Grøntved A. Associations Between Changes in Cycling and All-Cause Mortality Risk. <i>American Journal of Preventive Medicine</i>. 2018 Nov;55(5):615–23.</p> <p>50. Feleke R, Scholes S, Wardlaw M, Mindell JS. Comparative fatality risk for different travel modes by age, sex, and deprivation. <i>J Transp Health</i>. 2018 Mar;8:307–20.</p> <p>51. Guariso G, Malvestiti G. Assessing the Value of Systematic Cycling in a Polluted Urban Environment. <i>Climate</i>. 2017 Sep;5(3):65.</p> <p>52. Celis-Morales CA, Lyall DM, Welsh P, Anderson J, Steell L, Guo Y, et al. Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. <i>BMJ-British Medical Journal</i>. 2017 Apr 19;357:j1456.</p> <p>53. Perez K, Olabarria M, Rojas-Rueda D, Santamarina-Rubio E, Borrell C, Nieuwenhuijsen M. The health and economic benefits of active transport policies in Barcelona. <i>J Transp Health</i>. 2017 Mar;4:316–24.</p> <p>54. Nilsson P, Stigson H, Ohlin M, Strandroth J. Modelling the effect on injuries and fatalities when changing mode of transport from car to bicycle. <i>Accid Anal Prev</i>. 2017 Mar;100:30–6.</p>
--	--

- Disease. *Med Sci Sports Exerc.* 2019 Jun;51(6):1270–81.
12. Dinu M, Pagliai G, Macchi C, Sofi F. Active Commuting and Multiple Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2019 Mar;49(3):437–52.
13. Carone L, Ardley R, Davies P. Cycling related traumatic brain injury requiring intensive care: association with non-helmet wearing in young people. *Injury.* 2019 Jan;50(1):61–4.
14. Brockamp T, Schmucker U, Lefering R, Mutschler M, Driessen A, Probst C, et al. Comparison of transportation related injury mechanisms and outcome of young road users and adult road users, a retrospective analysis on 24,373 patients derived from the TraumaRegister DGU®. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2017 Jun 14;25(1):57.
15. Sethi M, Heyer JH, Wall S, DiMaggio C, Shinseki M, Slaughter D, et al. Alcohol use by urban bicyclists is associated with more severe injury, greater hospital resource use, and higher mortality. *Alcohol.* 2016 Jun;53:1–7.
16. Flint E, Cummins S. Active commuting and obesity in mid-life: cross-sectional, observational evidence from UK Biobank. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2016 May;4(5):420–35.
17. Stewart BT, Lafta R, Cherewick M, Esa Al Shatari SA, Flaxman AD, Hagopian A, et al. Road traffic injuries in Baghdad from 2003 to 2014: results of a randomised household cluster survey. *Inj Prev.* 2016 Oct;22(5):321–7.
18. Hitosugi M, Koseki T, Miyama G, Furukawa S, Morita S. Comparison of the injury severity and medical history of disease-related versus trauma-related bicyclist fatalities. *Leg Med (Tokyo).* 2016 Jan;18:58–61.
19. Dagher JH, Costa C, Lamoureux J, de Guise E, Feyz M. Comparative Outcomes of Traumatic Brain Injury from Biking Accidents With or Without Helmet Use. *Can J Neurol Sci.* 2016 Jan;43(1):56–64.
20. Good N, Mölter A, Ackerson C, Bachand A, Carpenter T, Clark ML, et al. The Fort Collins Commuter Study: Impact of route type and transport mode on personal exposure to multiple air pollutants. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2016 Jun;26(4):397–404.
21. Sethi M, Heidenberg J, Wall SP, Ayoung-Chee P, Slaughter D, Levine DA, et al. Bicycle helmets are highly protective against traumatic brain injury within a dense urban setting. *Injury.* 2015 Dec;46(12):2483–90.
22. Bouaoun L, Haddak MM, Amoros E. Road crash fatality rates in France: a comparison of road user types, taking account of travel practices. *Accid Anal Prev.* 2015 Feb;75:217–25.
23. Kelly P, Kahlmeier S, Götschi T, Orsini N, Richards J, Roberts N, et al. Systematic review and meta-analysis of reduction in all-cause mortality from walking and cycling and shape of dose response relationship. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014 Oct 24;11:132.
24. Norwood P, Eberth B, Farrar S, Anable J, Ludbrook A. Active travel intervention and physical activity behaviour: an evaluation. *Soc Sci Med.* 2014 Jul;113:50–8.
25. Tainio M, de Nazelle AJ, Goetschi T, Kahlmeier S, Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen MJ, et al. Can air pollution negate the health benefits of cycling and walking? *Prev Med.* 2016 Jun;87:233–6.
26. Larouche R, Faulkner G, Tremblay MS. Active travel and adults' health: The 2007-to-2011 Canadian Health Measures Surveys. *Health Rep.* 2016 Apr;27(4):10–8.
27. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Andersen ZJ, Braun-Fahrlaender C, Bruha J, Bruhova-Foltynova H, et al. Health Impacts of Active Transportation in Europe. *PLoS One.* 2016 Mar 1;11(3):e0149990.
28. Gerike R, de Nazelle A, Nieuwenhuijsen M, Panis LI, Anaya E, Avila-Palencia I, et al. Physical Activity through Sustainable Transport Approaches (PASTA): a study protocol for a multicentre project. *BMJ Open.* 2016;6(1):e009924.
29. Beavis MJ, Moodie M. Incidental physical activity in Melbourne, Australia: health and economic impacts of mode of transport and suburban location. *Health Promot J Aust.* 2014 Dec;25(3):174–81.
30. Lamb MJE, Halbesma N, Wild SH. Cycling as a mode of transport: a possible solution for the increasing burden of type 2 diabetes? *Pract Diabetes.* 2013 Sep;30(7):286–9.
31. Teschke K, Harris MA, Reynolds CCO, Shen H, Cripton PA, Winters M. Exposure-based Traffic Crash Injury Rates by Mode of Travel in British Columbia. *Can J Public Health-Rev Can Sante Publ.* 2013 Feb;104(1):E75–9.
32. Sahlqvist S, Goodman A, Simmons RK, Khaw K-T, Cavill N, Foster C, et al. The association of cycling with all-cause, cardiovascular and cancer mortality: findings from the population-based EPIC-Norfolk cohort. *BMJ Open.* 2013;3(11):e003797.
33. Furie GL, Desai MM. Active Transportation and Cardiovascular Disease Risk Factors in U.S. Adults. *Am J Prev Med.* 2012 Dec;43(6):621–8.
34. Rabl A, de Nazelle A. Benefits of shift from car to active transport. *Transp Policy.* 2012 Jan;19(1):121–31.
35. Gojanovic B, Welker J, Iglesias K, Daucourt C, Gremion G. Electric Bicycles as a New Active Transportation Modality to Promote Health. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Nov;43(11):2204–10.
36. Moller NC, Ostergaard L, Gade JR, Nielsen JL, Andersen LB. The effect on cardiorespiratory fitness after an 8-week period of commuter cycling - A randomized controlled study in adults. *Prev Med.* 2011 Sep 1;53(3):172–7.
37. Pucher J, Buehler R, Merom D, Bauman A. Walking and Cycling in the United States, 2001–2009: Evidence From the National Household Travel Surveys. *Am J Public Health.* 2011;101:S310–7.
38. Aertsens J, de Geus B, Vandenbulcke G, Degraeuwe B, Broekx S, De Nocker L, et al. Commuting by bike in Belgium, the costs of minor accidents. *Accid Anal Prev.* 2010 Nov;42(6):2149–57.
39. Pucher J, Buehler R, Bassett DR, Dannenberg AL. Walking and Cycling to Health: A Comparative Analysis of City, State, and International Data. *Am J Public Health.* 2010 Oct;100(10):1986–92.



25. Porchia BR, Baldasseroni A, Dellisanti C, Lorini C, Bonaccorsi G. Effectiveness of two interventions in preventing traffic accidents: a systematic review. *Ann Ig.* 2014 Feb;26(1):63–75.
26. Hamann C, Peek-Asa C. On-road bicycle facilities and bicycle crashes in Iowa, 2007-2010. *Accid Anal Prev.* 2013 Jul;56:103–9.
27. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, Nieuwenhuijsen MJ. The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *BMJ.* 2011 Aug 4;343:d4521.
28. Oja P, Titze S, Bauman A, de Geus B, Krenn P, Reger-Nash B, et al. Health benefits of cycling: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports.* 2011 Aug;21(4):496–509.
29. Schnohr P, Marott JL, Jensen JS, Jensen GB. Intensity versus duration of cycling, impact on all-cause and coronary heart disease mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Eur J Prev Cardiol.* 2012 Feb;19(1):73–80.
30. Spoerri A, Egger M, von Elm E, Swiss National Cohort Study. Mortality from road traffic accidents in Switzerland: longitudinal and spatial analyses. *Accid Anal Prev.* 2011 Jan;43(1):40–8.
31. Lustenberger T, Inaba K, Talving P, Barmparas G, Schnüriger B, Green D, et al. Bicyclists injured by automobiles: relationship of age to injury type and severity--a national trauma databank analysis. *J Trauma.* 2010 Nov;69(5):1120–5.
32. Chong S, Poulos R, Olivier J, Watson WL, Grzebieta R. Relative injury severity among vulnerable non-motorised road users: comparative analysis of injury arising from bicycle-motor vehicle and bicycle-pedestrian collisions. *Accid Anal Prev.* 2010 Jan;42(1):290–6.
33. Naci H, Chisholm D, Baker TD. Distribution of road traffic deaths by road user group: a global comparison. *Inj Prev.* 2009 Feb;15(1):55–9.
34. Konkin DE, Garraway N, Hameed SM, Brown DR, Granger R, Wheeler S, et al. Population-based analysis of severe injuries from nonmotorized wheeled vehicles. *Am J Surg.* 2006 May;191(5):615–8.
35. Ekman R, Welander G, Svanström L, Schelp L, Santesson P. Bicycle-related injuries among the elderly--a new epidemic? *Public Health.* 2001 Jan;115(1):38–43.
36. Osberg JS, Stiles SC, Asare OK. Bicycle safety behavior in Paris and Boston. *Accid Anal Prev.* 1998 Sep;30(5):679–87.
37. Li G, Baker SP, Sterling S, Smialek JE, Dischinger PC, Soderstrom CA. A comparative analysis of alcohol in fatal and nonfatal bicycling injuries. *Alcohol Clin Exp Res.* 1996 Dec;20(9):1553–9.
38. Cushman R, Down J, MacMillan N, Waclawik H. Helmet promotion in the emergency room following a bicycle injury: a randomized trial. *Pediatrics.* 1991 Jul;88(1):43–7.
39. Wood T, Milne P. Head injuries to pedal cyclists and the promotion of helmet use in Victoria, Australia. *Accid Anal Prev.* 1988 Jun;20(3):177–85.
40. Weichenthal S, Hatzopoulou M, Goldberg MS. Exposure to traffic-related air pollution during physical
70. Panis LI, de Geus B, Vandenbulcke G, Willems H, Degraeuwe B, Bleux N, et al. Exposure to particulate matter in traffic: A comparison of cyclists and car passengers. *Atmos Environ.* 2010 Jun;44(19):2263–70.
71. Hamer M, Chida Y. Active commuting and cardiovascular risk: A meta-analytic review. *Prev Med.* 2008 Jan;46(1):9–13.
72. Shephard RJ. Is active commuting the answer to population health? *Sports Med.* 2008;38(9):751–8.
73. Hu G, Jousilahti P, Borodulin K, Barengo NC, Lakka TA, Nissinen A, et al. Occupational, commuting and leisure-time physical activity in relation to coronary heart disease among middle-aged Finnish men and women. *Atherosclerosis.* 2007 Oct;194(2):490–7.
74. Matthews CE, Jurj AL, Shu X, Li H-L, Yang G, Li Q, et al. Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women. *Am J Epidemiol.* 2007 Jun 15;165(12):1343–50.
75. Parkkari J, Kannus P, Natri A, Lapinleimu I, Palvanen M, Heiskanen M, et al. Active living and injury risk. *Int J Sports Med.* 2004 Apr;25(3):209–16.
76. Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med.* 2000 Jun 12;160(11):1621–8.
77. Taddei C, Gnesotto R, Forni S, Bonaccorsi G, Vannucci A, Garofalo G. Cycling Promotion and Non-Communicable Disease Prevention: Health Impact Assessment and Economic Evaluation of Cycling to Work or School in Florence. *PLoS One.* 2015 Apr 30;10(4):e0125491.
78. Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixido O, Nieuwenhuijsen MJ. Health impact assessment of increasing public transport and cycling use in Barcelona: A morbidity and burden of disease approach. *Prev Med.* 2013 Nov;57(5):573–9.
79. Osterberg EC, Awad MA, Gaither TW, Sanford T, Alwaal A, Hampson LA, et al. Major genitourinary-related bicycle trauma: Results from 20 years at a level-1 trauma center. *Injury.* 2017 Jan;48(1):153–7.
80. Letovsky E, Rowe BH, Marc Friedman S, Snider C, Sullivan E. Improving bicycle safety in Canada. *CJEM: Canadian Journal of Emergency Medicine.* 2015 May;17(3):323–7.
81. Holtermann A, Mortensen OS, Burr H, Søgaard K, Gyntelberg F, Suadicani P. Physical demands at work, physical fitness, and 30-year ischaemic heart disease and all-cause mortality in the Copenhagen Male Study. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health.* 2010 Sep;36(5):357–65.
82. Cummings P, Rivara FP, Olson CM, Smith KM. Changes in traffic crash mortality rates attributed to use of alcohol, or lack of a seat belt, air bag, motorcycle helmet, or bicycle helmet, United States, 1982-2001. *Injury Prevention (1353-8047).* 2006 Jun;12(3):148–54.
83. Abstract Session 25: Epidemiology I: Clinical Trials and Epidemiology Findings. *Pacing & Clinical Electrophysiology.* 1996 Apr 15;19(4):602–3.
84. Noakes T d. Fatal cycling injuries. *Sports Medicine.* 1995 Nov;20(5):348–62.

<p>activity and acute changes in blood pressure, autonomic and micro-vascular function in women: a cross-over study. <i>Part Fibre Toxicol.</i> 2014 Dec 9;11:70.</p> <p>41. Welsh C, Celis-Morales CA, Ho F, Lyall DM, Mackay D, Ferguson L, et al. Association of injury related hospital admissions with commuting by bicycle in the UK: prospective population based study. <i>BMJ-British Medical Journal.</i> 2020 Mar 11;368:m336.</p>	<p>85. Ubeda C, Espitia V, Peltzer R, Perinetti A. Road traffic-related deaths among vulnerable road users. Argentina, 1980 – 2007. <i>Injury Prevention</i> (1353-8047). 2010 Sep 2;16:A132–3.</p>
---	---

## IV. Grille PRISMA complétée pour cette revue



### PRISMA 2009 Checklist

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	1
<b>ABSTRACT</b>			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	100
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	34-36
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	39,40
<b>METHODS</b>			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	41
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	41-43
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	44-45
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	91
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	45
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	46
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	46
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	47
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	47
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., $I^2$ ) for each meta-analysis.	-

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	-
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	-
<b>RESULTS</b>			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	48-53
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	54-58
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	60,61
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	63,65,66
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	-
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	-
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	-
<b>DISCUSSION</b>			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	76,77
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	69-76
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	77-80
<b>FUNDING</b>			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	68

Grille tirée de l'article de Moher *et al.* (81)

# SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

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

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

# RÉSUMÉ

**Problématique :** Le vélo comme mode de transport actif connaît actuellement un regain d'intérêt. Il pourrait contribuer à augmenter les niveaux d'activité physique tout en diminuant ceux de sédentarité chez les personnes l'adoptant, avec un bénéfice sur leur santé. Cependant il expose aux accidents de la voie publique et à une inhalation probablement majorée de polluants atmosphériques. Quel impact a-t-il donc sur la mortalité et la morbi-mortalité des adultes le pratiquant ?

**Matériel et méthodes :** Réalisation d'une revue de la littérature systématique (identifiant PROSPERO : CRD42020177666) sur six bases de données incluant MedLine, Cochrane et Web of Science. Etaient éligibles les études interventionnelles comparatives ou observationnelles longitudinales et les revues de la littérature systématiques analysant l'effet de la pratique du vélo en tant que mode de transport actif, ou d'un paramètre de cette pratique, sur une population exposée âgée de plus de 18 ans ; et ce en termes de mortalité toutes causes ou de morbi-mortalité exprimée en AVAQ.

**Résultats :** Huit études de cohorte ayant pour critère de jugement la mortalité toutes causes ont été incluses, comptabilisant plus de trois millions d'individus. Cinq de ces études rapportaient une réduction significative de la mortalité toutes causes parmi les exposés, variant de 13 à 41% ; une seule faisait état d'une relation dose-effet bénéfique. Toutes les études incluses étaient sujettes à de multiples biais méthodologiques.

**Conclusion :** Le vélo comme mode de transport actif est susceptible de réduire la mortalité toutes causes chez les adultes le pratiquant. De nouvelles études de cohorte avec un recueil plus uniformisé et détaillé de l'exposition et un suivi plus rapproché sont nécessaires afin de confirmer cette hypothèse. De façon concomitante, l'évaluation de l'impact sur la qualité de vie pourrait être réalisée par administration répétée d'un questionnaire tel que le SF-36.

**Mots clefs :** vélo ; activité physique ; sédentarité ; mode de transport actif ; mortalité toutes causes