UNIVERSITÉ PARIS XIII – SORBONNE PARIS NORD

École doctorale Sciences, Technologies, Santé Galilée

Surveillance des inégalités sociales de santé dans le domaine du diabète de type 2 : Identifier les leviers d'actions pour la prévention

Monitoring social inequalities in health in the field of type 2 diabetes: Identifying levers for preventive action

---

THÈSE DE DOCTORAT
présentée par

Marie GUION

Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle,

Santé publique France

pour l'obtention du grade de
DOCTEUR en Santé Publique - Epidémiologie

soutenue le 31 mars 2025 à Saint Maurice, devant le jury d'examen constitué de :

BIHAN Hélène *Université Sorbonne Paris Nord*	Présidente du jury
BONNET Fabrice *Université Rennes1*	Rapporteur
VANDENTORREN Stéphanie *Santé publique France*	Rapportrice
FAGHERAZZI Guy *Luxembourg Institute of Health*	Examinateur
SULTAN Ariane *Université de Montpellier*	Examinatrice
COSSON Emmanuel *Université Sorbonne Paris Nord*	Directeur de thèse
FOSSE-EDORH Sandrine *Santé publique France*	Co-encadrante de thèse

RESUME

Contexte : Le diabète de type 2 est une maladie chronique emblématique d'un double défi. D'une part, un défi épidémiologique avec son fardeau croissant dans la population mondiale : 537 millions de personnes vivent avec un diabète. D'autre part, un défi sociétal avec des inégalités sociales de santé profondément ancrées : les personnes les plus défavorisées ont plus de risque de développer un diabète de type 2 et des complications liées au diabète que les plus favorisées. En France alors que de nombreux efforts ont été déployés en matière d'accès aux soins et de prévention, les inégalités sociales dans le diabète de type 2 restent majeures.

Objectif : L'objectif de cette thèse est d'étudier l'évolution de l'association entre les inégalités socio-économiques et les indicateurs de la surveillance du diabète (prévalence, incidence, complications, mortalité), afin d'identifier des leviers d'actions pour renforcer la prévention et réduire le fardeau du diabète en France.

Méthodes : Pour ce faire, l'utilisation des bases de données du Système National de Données de Santé (SNDS) apporte une réelle opportunité pour assurer une surveillance quasi-exhaustive, dans le temps et l'espace, de ces différents indicateurs dans la population. Les personnes avec un diabète ont été identifiées à partir d'un algorithme validé, basé sur les remboursements de traitements antidiabétiques à au moins trois dates différentes. Le statut socio-économique a été mesuré via un indice de désavantage social de la commune de résidence, le FDep. Parmi les personnes de 45 ans et plus traitées pharmacologiquement pour un diabète et résidant en France hexagonale, les taux annuels standardisés sur l'âge (population standard européenne 2013) ont été estimés pour chaque indicateur du diabète et par quintile de FDep. Des modèles de régression de Poisson ont permis d'estimer l'association entre les indicateurs du diabète et le FDep au cours du temps.

Résultats : Nos résultats montrent que l'incidence du diabète et des complications cardiovasculaires, et la mortalité des personnes avec un diabète ont diminué au cours de la dernière décennie dans la majorité des groupes de désavantage social. Cependant, les inégalités sociales de santé dans le diabète ont persisté, avec un gradient de désavantage social présent dans la plupart des indicateurs du diabète, voire se sont exacerbées pour la prévalence (hommes et femmes) et l'incidence (hommes) du diabète. En 2020, les femmes résidant dans les communes les plus défavorisées vs. les moins défavorisées, avaient un sur-risque de 95 % de développer un diabète. Pour les hommes ce sur-risque était de 67 %. En 2022, les femmes et les hommes résidant dans les communes les plus défavorisées avaient un sur-risque d'être hospitalisés pour une insuffisance cardiaque de 31 % et 27 % respectivement, et un sur-risque d'être hospitalisés pour une amputation des membres inférieurs de 22 % et 28 % respectivement, comparés à leurs homologues résidant dans les communes les plus favorisées. Enfin, le sur-risque de décéder par maladies cardiovasculaires était respectivement 15 % et 18 % plus élevé en 2019.

En outre, l'association entre inégalités socio-économiques et mortalité par COVID-19 différait durant les deux vagues épidémiques de 2020 : le gradient de désavantage social était présent durant la seconde vague épidémique, alors qu'il était peu présent durant la première.

Conclusion : Cette thèse met en évidence que les efforts déployés jusqu'à présent ont participé à réduire une partie du fardeau du diabète, mais pas celui des inégalités sociales de santé. Or, des politiques publiques adaptées au gradient de désavantage social, prenant davantage en compte les plus vulnérables (principe d'universalisme proportionné), permettrait de répondre à ce double défi. Au-delà de l'enjeu d'équité en santé, la réduction des inégalités sociales de santé constitue une réponse aux enjeux sociétaux et économiques, en réduisant le fardeau du diabète.

Mots clés : diabète ; inégalité socio-économique ; prévalence ; incidence ; complications ; mortalité ; base de données médico-administratives ; surveillance épidémiologique ; tendances temporelles ; France.

ABSTRACT

Background: Type 2 diabetes is a chronic disease emblematic of a dual challenge in many countries. On the one hand, it presents an epidemiological challenge, with a growing burden worldwide: 537 million people live with diabetes. On the other, it presents a societal challenge with profoundly entrenched social inequalities in health: the most deprived people are more likely to develop type 2 diabetes and diabetes-related complications than the less deprived. In France, despite significant efforts to improve access to care and prevention, social inequalities in the health of type 2 diabetics are major.

Objective: The aim of this thesis is to examine the evolution of the association between socioeconomic inequalities and diabetes surveillance indicators (prevalence, incidence, complications, mortality), in order to identify levers for action to improve prevention and reduce the burden of diabetes in France.

Methods: The French National Health Data System (*Système National de Données de Santé*; SNDS) offers virtually exhaustive surveillance, in time and space, of these different indicators in the population with diabetes. People with diabetes were identified using a validated algorithm, based on reimbursements for antidiabetic treatments on at least three different dates. Socioeconomic status was measured using a social disadvantage index in the municipality of residence, the FDep. Among people aged 45 years and over, treated pharmacologically for diabetes and living in European France, age-standardized annual rates (European standard population 2013) were estimated for each diabetes indicator and by FDep quintile. Poisson regression models were used to estimate the association between diabetes indicators and FDep over time.

Results: Our results show that the burden of diabetes has partly decreased, but not that of social inequalities in health. Indeed, the incidence of diabetes and cardiovascular complications, and the mortality of people with diabetes have decreased over the last decade in the majority of social disadvantage groups. However, social health inequalities in diabetes have persisted, with a gradient of social disadvantage present in most diabetes indicators, and even exacerbated for both the prevalence (men and women) and incidence (men) of diabetes. In 2020, women living in the most deprived vs. less deprived municipalities had a 95 % excess risk of developing diabetes. For men, the excess risk was 67 %. In 2022, women and men residing in the most deprived municipalities had an excess risk of being hospitalized for heart failure of 31 % and 27 % respectively, and an excess risk of being hospitalized for lower-limb amputation of 22 % and 28 % respectively, compared to their equivalents residing in the less deprived municipalities. Finally, the excess risk of dying from cardiovascular disease was 15 % and 18 % higher respectively in 2019, respectively.

In addition, the association between socio-economic inequalities and COVID-19 mortality differed during the two epidemic waves of 2020: the gradient of social disadvantage was present during the second epidemic wave, whereas it was barely present during the first.

Conclusion: This thesis highlights that the efforts made so far have contributed to reducing part of the burden of diabetes, but not that of social inequalities in health. Public policies adapted to the gradient of social disadvantage, taking more into account the most vulnerable (the principle of proportionate universalism), could address this dual challenge. Beyond the issue of health equity, reducing social inequalities in health provides a response to societal and economic challenges by reducing the burden of diabetes.

Keywords: diabetes; socioeconomic inequality; prevalence; incidence; complications; mortality; medico-administrative database; epidemiological surveillance; temporal trends ; France.

REMERCIEMENTS

« Une thèse, ce n'est pas un sprint, mais un marathon ! ». C'est une phrase que j'ai si souvent entendue pendant mes quatre années de thèse. Pourtant cette phrase me parait bien loin de l'expérience que j'ai vécue. Le fait de l'associer à un marathon voudrait dire que, les efforts déployés, l'énergie mise, le rythme de travail fourni pendant des années doivent être constants ? Une thèse c'est tout sauf être constant pour moi. C'est justement vivre des moments de sprint, mais aussi des moments d'attente, des moments de réussite, et des moments de doute. L'expérience d'une thèse n'est pas un marathon car elle demande un travail tellement long, parfois même abstrait et plein d'incertitude, qu'il me semble impossible de l'associer à une telle constance. Et c'est justement ça qui en fait toute sa richesse. Je pense que dire d'un travail de thèse qu'il doit être constant, c'est nier toutes les expériences de vie professionnelles et personnelles qu'il apporte et qui le rendent si puissante et impactante. La constance est quelque chose de rassurant, de paisible, alors que le travail de thèse demande de la rigueur, de la force et de l'exigence ; je pense que ces notions ne doivent pas être confondues. En revanche, ce qui est certain, c'est que chaque thèse est unique, et c'est en cela qu'elle prend toute sa valeur, tant au travers de l'apport scientifique qui y est retranscrit, qu'à l'enrichissement personnel développé pendant ces longues (et à la fois très courtes) années. Et cette expérience unique n'aurait pas eu la même valeur, la même signification, le même déroulement, si je n'avais pas eu la chance d'avoir autour de moi beaucoup de personnes qui m'ont guidée, épaulée et soutenue pendant ces années.

Tout d'abord, puisque l'absurde ne saurait être accepté ailleurs qu'à ce moment précis de cette thèse, j'aimerais en profiter pour remercier la Marie du passé. Celle qui a su se lancer dans cette aventure, celle qui a su surmonter tous les obstacles, qui a su prendre soin d'elle (de moi) et faire en sorte d'arriver là où je suis aujourd'hui. Donc merci à toi Marie du passé. Tu as été d'une vaillance et d'une fiabilité sans égal.

J'aimerais ensuite remercier sincèrement les deux personnes sans qui tout ce travail n'aurait pas été possible : Emmanuel Cosson et Sandrine Fosse-Edorh. Je vous remercie tout d'abord de m'avoir fait confiance pendant toutes ces années. Je ne pense pas qu'il soit évident de confier à une seule personne, qui plus est, que l'on ne connaît pas, un projet aussi grand et ambitieux. Donc merci pour votre confiance dès les premiers instants. Je vous remercie et suis très reconnaissante de tout ce que vous m'avez apporté et appris autant sur le plan technique qu'humain. J'ai tellement grandi pendant ces quatre années grâce à vous ! J'ai appris tellement sur le diabète et les enjeux sociétaux de santé publique. C'était un réel plaisir de pouvoir discuter tous les mois avec vous deux, et de pouvoir m'inspirer de vos échanges si enrichissants et si pertinents pour œuvrer pour une meilleure santé pour tous. Vos ambitions de rendre le monde meilleur m'ont beaucoup inspirée et je pense m'inspireront beaucoup pour la suite de mes aventures. Merci pour votre passion, votre bienveillance et votre temps.

Je voudrais aussi remercier Benjamin Allès. En me donnant la possibilité de faire mon stage de M2 avec toi en épidémiologie à l'EREN, alors même que je n'y connaissais rien (et que je ne savais même

pas coder sur SAS), tu m'as donné goût à l'épidémiologie et à la santé publique. Moi qui avais une formation de base en science fondamentale en Biologie-Chimie puis en Nutrition et Sciences des Aliments, tu as su me donner ma chance et me faire confiance. Merci aussi de m'avoir encouragée à continuer dans cette voie, c'est en partie grâce à toi (et Emmanuelle Kesse-Guyot) que j'ai pu poursuivre dans la santé publique et faire cette thèse (thèse durant laquelle tu as continué à être présent dans mon comité de suivi). Alors merci beaucoup !

Je tiens aussi à remercier mon jury de thèse. Tout d'abord merci à Madame la Pr Hélène Bihan d'avoir accepté de présider ce jury de thèse. Je suis très reconnaissante à Madame Stéphanie Vandentorren et à Monsieur le Pr Fabrice Bonnet d'avoir accepté d'être rapporteurs de mon jury de thèse. Merci également à Madame le Pr Ariane Sultan et à Monsieur Guy Fagherrazi d'avoir accepté d'être examinateurs de mon jury de thèse.

Je voulais aussi remercier la Fondation de France pour le financement de cette thèse. J'ai pu aussi grâce à ce financement faire beaucoup de déplacements nationaux et internationaux, qui ont été pour moi d'une vraie richesse. Tous les financements ne permettent pas d'avoir un budget pour vivre ces expériences, et c'était une vraie chance d'avoir eu ces opportunités. Un grand merci aussi à Santé publique France, qui m'a accueilli sur toutes ces années et a financé ma dernière année de thèse. Merci tout d'abord à Anne Galay et Emmanuelle Bauchet, anciennement à la tête de la direction où j'ai été accueillie, puis à Michel Vernay et Anne Moulin de m'avoir écoutée et relue plusieurs fois. Merci également à Mounia El Yamani de m'avoir accueillie dans son unité et à Mathilde Touvier d'avoir accepté de faire partie de ce projet en me permettant d'être rattaché à l'EREN.

J'aimerais maintenant adresser mes sincères remerciements aux personnes qui ont travaillé de près ou de loin sur mon projet de thèse. Tout d'abord merci à mes co-autrices. Merci à Laurence Mandereau-Bruno qui a toujours été là pour moi, qui s'est toujours rendue disponible quand j'avais des questions sur les bases de données (et qu'est-ce que j'en avais des questions !), mais aussi pour nos échanges amicaux et sa bonne humeur. Tu as été aussi très inspirante pour moi durant ces années. Merci également à Sarah Goria, qui a passé de longs moments à m'expliquer des modèles statistiques, merci pour ta gentillesse, ta patience et ton écoute. Merci à toutes les autres personnes avec qui j'ai pu travailler et mûrir mon projet pendant ces dernières années. Merci aux personnes de l'équipe diabète : à Clara Piffaretti pour tous nos échanges sur mon travail et ses conseils, à Pascal Bessonneau (même si tu es parti pour de nouvelles aventures) qui m'a sauvé plus d'une fois des insectes ! Et enfin à Céline Lavalette pour nos moments partagés pendant les congrès et nos fous rires. Et merci vraiment pour ta relecture attentive de ce mémoire, tu es vraiment géniale et ça m'a beaucoup aidée ! Je tiens particulièrement à remercier Roxane Agius, ma collègue, mon amie, ma podo attitrée, avec qui j'ai débuté cette aventure de thèse et qui a toujours été présente pour moi, dans mes joies et mes moments de doute. Ça a été une vraie chance de t'avoir dans cette aventure, et je suis heureuse que tu continues à faire partie de l'aventure de ma vie. Merci également à tous mes autres collègues, de ma direction (les jeunes comme les moins jeunes ;)),

mais plus largement toutes les personnes que j'ai pu rencontrer à Santé publique France. Merci pour nos échanges riches et formateurs, et pour nos moments conviviaux (et oui, on aime beaucoup jouer à des jeux de société à Santé publique France !). Merci à Nicolas Naïditch pour son aide précieuse avec son œil d'expert en épidémiologie sociale. Et merci aux personnes qui œuvrent dans « l'ombre ». Celles qui ont géré mes inscriptions administratives à l'université ou aux congrès. Ces moments administratifs ont toujours été de grandes batailles, jusqu'à s'en faire des cheveux blancs… heureusement qu'il y avait certaines personnes pour me guider et m'aider dans ces moments !

Et enfin, j'aimerais remercier infiniment mes amis et ma famille. Sans vous, cette expérience de thèse aurait eu une toute autre saveur. Merci à mes amis de m'avoir soutenue, de m'avoir fait rire et de m'avoir écoutée. Merci à toi Alexia, Vanille, Anaëlle, Delphine, Hugo, Ninon, Paul, Pierre-Eric, Loïc, Pierre, Natasha, Robbie, Théo, Manon, Fanny, Mary, et encore beaucoup d'autres ... Merci pour votre loyauté, votre sensibilité, votre présence, votre générosité, votre sincérité, votre humour. Merci aussi à ma famille. A mon père et ma mère pour votre amour inconditionnel et pour m'avoir accompagnée et guidée sans jugement dans tous les choix de ma vie. A mon grand frère pour tes conseils si précieux et toujours pertinents, pour ta présence même si une mer nous sépare, ainsi qu'à Claudia et mes nièces Lydia et Anaïs que j'aime tant. Merci à ma sœur, ma jumelle, la personne avec qui je peux être entièrement moi, qui m'aimera quoi qu'il arrive, dans mes lumières comme dans mes ombres, et avec qui, malgré nos différences, je resterai toujours complice, et sur qui je pourrai toujours compter. Merci pour nos soirées dessins animés, nos fous rires sans modération et nos soirées jeux devant la cheminée ! Merci aussi à toi Solange, de m'avoir donné autant d'amour, et de m'avoir épaulé et écouté sur toutes ces années, même si nous ne nous voyons pas souvent. Mille mercis à ma grande et belle famille dont j'ai la chance de faire partie. Et merci à toi Antoine. Merci pour ton amour sans faille. Merci d'être si fiable et constant (contrairement à une thèse ;)). Merci pour tout le temps et la patience que tu m'as donnés dans mes moments difficiles. Merci de m'avoir supportée quand tout s'effondrait. Merci d'être resté stable quand moi je tombais. Même si la plupart du temps tu ne comprenais rien à ce que je faisais, j'ai toujours pu partager avec toi tous les moments de cette aventure. Et merci de m'avoir fait découvrir toute ta famille, qui m'a toujours accueillie et chérie tendrement. Merci à vous tous de me donner autant d'amour. Grâce à vous je deviens meilleure chaque jour.

Ce travail de thèse, dont je suis si fière, provient de moi mais aussi de toutes ces personnes. Alors merci à elles d'avoir cru en moi plus que moi-même par moment.

Et je voudrais finir ces remerciements avec une citation de Paulo Coelho qui a beaucoup raisonné en moi durant toutes ces années : « Nous sommes notre plus grande surprise ».

FINANCEMENTS

Ce projet a été financé par la Fondation de France sur trois années, dans le cadre d'un appel à projet « Recherche clinique et fondamentale sur les maladies cardiovasculaires » de 2020 (N° engagement : 00107045), dont une enveloppe spécifique pour les déplacements professionnels (congrès).

Ce financeur n'a joué aucun rôle dans la conception des études, la collecte et l'analyse des données, la décision de publier, la préparation des articles scientifiques ou le contenu de ce mémoire de thèse de sciences.

Un prolongement de thèse d'une année a été financé par Santé Publique France, sous la convention de collaboration n°23DMNA038-0.

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

Article publié

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Eleven-year trends in socioeconomic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically treated type 2 diabetes in France, 2010-2020*. Diabetes Metab. 2024 Jan 10:101509. doi: 10.1016/j.diabet.2024.101509. Epub ahead of print. PMID: 38216030

Article soumis

Guion M., Goria S., Fosse-Edorh S., Cosson E. *Contextual impact of socioeconomic inequalities on health: A case study of COVID-19 mortality among populations with and without Diabetes in France.* BMC Public Health. In review

Article prêt pour soumission

Guion M., Goria S., Fosse-Edorh S., Cosson E. *Trends in socioeconomic inequalities in overall mortality and excess mortality among pharmacologically-treated diabetes in European France, 2013-2019*. [En cours de soumission]

Communications orales

Guion M., Mandereau-Bruno L., Cosson E. (présentateur), Fosse-Edorh S. *Socio-economic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically-treated diabetes in France in 2020.* Europeean Association for the Study of Diabetes (Stockholm, Suède, 2022).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Inégalités socio-économiques dans la prévalence et l'incidence du diabète traité pharmacologiquement en France en 2020.* Société Française d'Endocrinologie (Nantes, France, 2022).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *10-year trend in socio-economic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically-treated type 2 diabetes in France - 2010-2020.* International Diabetes Epidemiology Group (Porto, Portugal, 2022).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Evolution de l'impact des inégalités socio-économiques sur la dynamique du diabète de type 2 : France métropolitaine, 2010-2020.* Société Francophone du Diabète (Montpellier, France, 2023).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Impact des inégalités socio-économiques sur la mortalité COVID-19 des personnes vivant avec un diabète pendant les vagues épidémiques de 2020.* Société Francophone du Diabète (Toulouse, France, 2024).

Guion M., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Adaptation de l'algorithme diabète suite à l'extension d'autorisation de mise sur le marché de certaines classes thérapeutiques d'antidiabétiques*. Séminaire anuelle du Réseau pour mieux utiliser les Données du Système national des données de santé (Paris, France, 2024)

Guion M., Mandereau-Bruno L., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Evolution des hospitalisations pour complications podologiques chez les personnes traitées pharmacologiquement pour diabète selon les inégalités sociales en France, 2012-2022*. EMOIS (Nancy, France, 2025).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Fosse-Edorh S., Cosson E. *Evolution des hospitalisations pour complications cardiologiques chez les personnes traitées pharmacologiquement pour diabète selon les inégalités sociales en France, 2012-2022*. Société Francophone du Diabète (Paris, France, 2025).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Cosson E., Fosse-Edorh S. (présentatrice). *Evolution des hospitalisations pour complications podologiques chez les personnes traitées pharmacologiquement pour diabète selon les inégalités sociales en France, 2012-2022*. Société Francophone du Diabète (Paris, France, 2025).

Communications affichées

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E. (présentateur), Fosse-Edorh S. *Ten-Year Trend in Socio-Economic Inequalities in the Prevalence and Incidence of Pharmacologically-Treated Type 2 Diabetes in France – 2010-2020.* American Diabetes Association (San Diego, Californie, États-Unis, 2023).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Impact of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality of people living with diabetes during the 2020 epidemic waves in France*. European Diabetes Epidemiology Group (Pesaro, Italie, 2024).

Guion M., Mandereau-Bruno L., Goria S., Cosson E. (présentateur), Fosse-Edorh S. *Impact of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality of people living with diabetes during the 2020 epidemic waves in France*. American Diabetes Association (Orlando, Floride, États-Unis, 2024).

Guion M., Goria S., Cosson E. (présentateur), Fosse-Edorh S. *Impact des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 des personnes vivant avec un diabète pendant les vagues épidémiques de 2020.* Société Française d'Endocrinologie (Clermont-Ferrand, France, 2024)

Guion M., Goria S., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Évolution des inégalités socio-économiques dans la mortalité globale et la surmortalité des personnes traitées pharmacologiquement pour diabète en France, 2013-2019*. Société Francophone du Diabète (Paris, France, 2025).

Autres travaux en collaboration

Article accepté

Lailler G., Fuentes S., Kab S., Piffaretti C., Guion M., Cosson E., Fosse-Edorh S. *Risk factors associated with prediabetes and undiagnosed diabetes in France: the national Constances cohort.* Diabetes Epidemiology and Management. 2023, vol. 10, p. 100121 https://doi.org/10.1016/j.deman.2022.100121

Articles soumis

Fosse-Edorh S., Guion M., Goria S., Mandereau-Bruno L., Cosson E. *Dynamics of diabetes prevalence, incidence and mortality before and during the COVID-19 pandemic: A nationwide study, France*, 2013-2021. Diabetes & Metabolism. [En cours de revision]

Gong J.Y., Morton J.I., Chen L., Sacre J.W., CarstensenB., Gregg E.W., Pavkov M.E., Arffman M., BraakeJ.G., Manh Chu L., Eeg-Olofsson K., Fleetwood K., Fosse-Edorh S., Garbuviene M., Guion M., Hwa Ha K., Kaul P., Keskimäki I., Jung Kim D., Laurberg T., Støvring H., Vos R.C., Wild S.H., Booth G.L., Ke C., Fourlanos S., Shaw J.E., Magliano D.J. *Time trends in mortality from heart failure and atherosclerotic cardiovascular disease in people with and without diabetes: a multi-national population-based study.* Lancet Diabetes and Endocrinology. In review

PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES

Comunications orales et affichées:

Fosse-Edorh S., Guion M., Goria S., Madereau-Bruno L., Cosson E. *Evolution de la prévalence et de l'incidence du diabète de type 2 en France de 2010 à 2020.* Société Francophone du Diabète (Montpellier, France, 2023).

Fosse-Edorh S., Guion M., Goria S., Cosson E. *Impact de la crise sanitaire liée à la Covid-19 sur la dynamique du diabète de type 2 en France.* Société Francophone du Diabète (Toulouse, France, 2024).

Fosse-Edorh S., Guion M., Goria S., Cosson E. *Evolution temporelle de la mortalité des personnes présentant un diabète de type 2 en France de 2013 à 2019.* Société Francophone du Diabète (Toulouse, France, 2024).

Cosson E. (présentateur), Guion M., Goria S.,.Fosse-Edorh S. *Time trends in mortality in people treated for diabetes in the entire France before and during the COVID-19 pandemic: a nationwide study from 2013-2021.* Europeean Association for the Study of Diabetes (Madrid, Espagne, 2024).

Fosse-Edorh S., Guion M., Goria S., Cosson E. (présentateur). *Evolution de la mortalité des personnes présentant un diabète en France en période pré-COVID-19 et COVID-19 – 2013-2021.* Société Française d'Endocrinologie (Clermont-Ferrand, France, 2024)

Gong J.Y., Morton J.I., Chen L., Sacre J.W., Carstensen B., Gregg E.W., Pavkov M.E., Arffman M., Braake J.G., Manh Chu L., Eeg-Olofsson K., Fleetwood K., Fosse-Edorh S., Garbuviene M., Guion M., Hwa Ha K., Kaul P., Keskimäki I., Jung Kim D., Laurberg T., Støvring H., Vos R.C., Wild S.H., Fourlanos S., Magliano D.J., Shaw J.E. *Decrease in heart failure mortality lags behind atherosclerotic cardiovascular disease in people with diabetes*. Australasian Diabetes Congress, 2024

Magliano D.J., Morton J.I., Chen L., Sacre J.W., Carstensen B., Gregg E.W., Pavkov M.E., Arffman M., Manh Chu L., Eeg-Olofsson K., Eliasson B., Fleetwood K, Fosse-Edorh S., Guion M., Gurevicius R., Hwa Ha K., Kaul P., Jung Kim D., Laurberg T., Støvring H., Wild S.H., Winell K., Shaw J.E.. *Cause-specific mortality is diversifying in those with diabetes: a multi-country analysis*. American Diabetes Association, 2024

Sacre J.W., Morton J.I., Chen L., Pavkov M.E., Gregg E.W., Baviera M., Chu, K. Fleetwood L.M., Fosse-Edorh S., Guion M., Gurevicius R.,. Ha K.H, Jermendy G., Kaul P., Kim D.J., Kiss Z., Nishioka Y., Roncaglioni M.C., Sugiyama T., Wild S.H., Shaw J.E., Magliano D.J. *A multi-country study of trends in the incidence of end-stage kidney disease among people with diabetes.* European Association for the Study of Diabetes, 2024

Gong J.Y., Morton J.I., Chen L., Sacre J.W., Carstensen B., Gregg E.W., Pavkov M.E., Arffman M., Braake J.G., Manh Chu L., Eeg-Olofsson K., Fleetwood K., Fosse-Edorh S., Garbuviene M., Guion M., Hwa Ha K., Kaul P., Keskimäki I., Jung Kim D., Laurberg T., Støvring H., Vos R.C., Wild S.H., Fourlanos S., Magliano D.J., Shaw J.E. *Decrease in heart failure mortality lags behind atherosclerotic cardiovascular disease mortality in people with diabetes*. International Diabetes Epidemiology Group, 2025.

Gong J.Y., Morton J.I., Chen L., Sacre J.W., Carstensen B., Gregg E.W., Pavkov M.E., Arffman M., Braake J.G., Manh Chu L., Eeg-Olofsson K., Fleetwood K., Fosse-Edorh S., Garbuviene M., Guion M., Hwa Ha K., Kaul P., Keskimäki I., Jung Kim D., Laurberg T., Støvring H., Vos R.C., Wild S.H., Fourlanos S., Magliano D.J., Shaw J.E. *Decrease in heart failure mortality lags behind atherosclerotic cardiovascular disease mortality in people with diabetes*. International Diabetes Federation, 2025.

Autres

Participation au concours « Ma thèse en 180s » à l'université Paris Cité : https://youtu.be/fbZbxBBbyPM

SOMMAIRE

RESUME i
ABSTRACT ii
REMERCIEMENTS iii
FINANCEMENTS vi
PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES vii
SOMMAIRE DES TABLEAUX xvi
SOMMAIRE DES FIGURES xvii
SOMMAIRE DES ANNEXES xxi
ABBREVIATIONS xxiv
CONTEXTE 1
1. Le diabète de type 2 1
1.1. Définition du diabète 1
1.2. Les différents types de diabète : la place du diabète de type 2 2
1.3. La survenue du diabète de type 2 5
1.3.1. Les principaux facteurs de risque du diabète de type 2 5
1.3.2. Incidence du diabète de type 2 : dans le monde et en France 7
1.4. Dépister et diagnostiquer le diabète 8
1.4.1. Prévention primaire du diabète de type 2 8
1.4.2. Prévention secondaire du diabète de type 2 8
1.4.3. La part du diabète non diagnostiqué 10
1.5. Complications diabète de type 2 10
1.5.1. Les complications aigües 11
1.5.2. Les complications chroniques 11
1.6. Les traitements et suivis clinique du diabète de type 2 15
1.6.1. La prévention tertiaire du diabète de type 2 15
1.6.2. Les traitements du diabète de type 2 17
1.7. Mortalité toutes causes et par causes spécifiques 19
1.8. Coût économique du diabète 23
Epilogue 24
2. Les inégalités sociales de santé 25
2.1. Historique 25
2.2. Qu'est-ce que les inégalités sociales de santé ? 26
2.2.1. Quelques concepts clés 26
2.2.2. Définition des inégalités sociales de santé 27
2.2.3. Les déterminants sociaux de la santé 28
2.2.4. Les causes à l'origine des inégalités sociales de santé 30

2.3. Mesurer les inégalités sociales de santé ... 31
2.3.1. Approche individuelle ... 31
2.3.2. Approche contextuelle ou écologique ... 34
2.3.3. Littératie en santé : une autre façon d'étudier les inégalités sociales de santé ... 36
Epilogue ... 37
3. Les inégalités sociales dans le diabète ... 38
3.1. Les inégalités sociales et le diabète : état des lieux ... 38
3.1.1. Dans la prévalence ... 38
3.1.2. Dans l'incidence ... 39
3.1.3. Dans les complications ... 40
3.1.4. Dans la mortalité ... 43
3.2. Expliquer les inégalités sociales et de sexe dans le diabète ... 46
Epilogue ... 48
OBJECTIFS ... 49
MATERIELS ET METHODES ... 50
1. Le SNDS ... 50
1.1. Présentation générale du SNDS ... 50
1.2. Les informations contenues dans les bases de données du SNDS ... 52
1.2.1. Le DCIR ... 52
1.2.2. Le PMSI ... 53
1.2.3. Les causes médicales de décès ... 54
1.2.4. Les identifiants ... 55
2. L'utilisation des bases de données du SDNS ... 56
2.1. DCIR ... 56
2.1.1. Tables utilisées ... 56
2.1.2. Gestion des identifiants ... 56
2.1.3. Sélection des régimes ... 57
2.1.4. Choix du dénominateur ... 58
2.1.5. Gestion des dates de décès ... 60
2.2. Le PMSI-MCO ... 61
2.3. Causes médicales de décès ... 61
2.3.1. Appariements des données ... 61
2.3.2. Sélection des régimes ... 62
2.3.3. Spécificités et limites générales de la mesure de la mortalité dans le SNDS ... 63
3. Les indicateurs utilisés à partir des bases de données du SNDS ... 66
3.1. Indicateurs diabète ... 66
3.1.1. Identifications des personnes avec un diabète ... 66
3.1.2. Mesure de l'incidence et de la prévalence ... 68

3.1.3. Mesure de la mortalité 68
3.1.4. Mesure des complications 70
3.2. Indicateurs socio-économiques 71
3.3. Indicateurs socio-démographiques 74
4. Analyses statistiques générales 75
4.1. Méthodes descriptives 75
4.2. Méthodes analytiques 75
RESULTATS 76
1. Prévalence, incidence et inégalités socio-économiques 76
1.1. Préambule 76
1.2. Introduction 77
1.3. Objectif 77
1.4. Matériels et méthodes 77
1.5. Résultats 78
1.5.1. Population d'étude 78
1.5.2. Caractéristiques de la population d'étude selon le FDep 79
1.5.3. Prévalence et incidence brute selon le FDep 80
1.5.4. Prévalence et incidence standardisées sur l'âge selon le FDep 81
1.5.5. Etude de l'association entre la prévalence et l'incidence du DT2 et le FDep 81
1.5.6. Tendances temporelles de la prévalence et de l'incidence du DT2 par quintile de désavantage 82
1.6. Discussion 83
1.6.1. Principaux résultats 83
1.6.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques dans la prévalence et l'incidence du DT2 83
1.6.3. Conclusion 84
Récapitulatif des résultats de l'objectif 1 85
Article 86
2. Mortalité et inégalités socio-économiques 87
2.1. Préambule 87
2.2. Mortalité toutes causes et inégalités socio-économiques 88
2.2.1. Introduction 88
2.2.2. Objectif 88
2.2.3. Matériels et méthode 88
2.2.4. Résultats 90
2.2.4.1. Population d'étude 90
2.2.4.2. Tendances des taux de mortalité toutes causes et de la surmortalité selon le statut socio-économique 91

2.2.4.3. Évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes 92

2.2.5. Discussion 93

2.2.5.1. Principaux résultats 93

2.2.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes des personnes avec un diabète 93

2.2.5.3. Comprendre l'évolution des inégalités socio-économiques dans la surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète vs. sans diabète 94

2.2.5.4. Conclusion 95

Article 97

2.3. Mortalité par COVID-19 et inégalités socio-économiques 98

2.3.1. Introduction 98

2.3.2. Objectif 98

2.3.3. Matériels et méthodes 98

2.3.4. Résultats 99

2.3.4.1. Population d'étude 99

2.3.4.2. Mortalité par COVID-19 100

2.3.4.3. Mortalité par COVID-19 et surmortalité selon le statut socio-économiques 101

2.3.4.4. Influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 selon le statut diabétique pendant les deux vagues épidémiques 102

2.3.5. Discussion 103

2.3.5.1. Principaux résultats 103

2.3.5.2. Comprendre la différence d'association entre les deux vagues épidémiques 104

2.3.5.3. Conclusion 106

Article 107

2.4. Mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs et inégalités socio-économiques .. 109

2.4.1. Introduction 109

2.4.2. Objectif 109

2.4.3. Matériels et méthode 109

2.4.4. Résultats 110

2.4.4.1. Population d'étude 110

2.4.4.2. Tendances des taux de mortalité par causes spécifiques et la surmortalité selon le statut socio-économique 111

2.4.4.3. Evolution de l'influence des inégalités socio-éocnomiques sur la mortalité par causes spécifiques 113

2.4.5. Discussion 114

2.4.5.1. Principaux résultats 114

2.4.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité et la surmortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète 115

2.4.5.3. Conclusion 117
Récapitulatif des résultats de l'objectif 2 118
2.5. Collaboration internationale 119
3. Incidence des complications et inégalités socio-économiques 121
3.1. Préambule 121
3.2. Complications cardiovasculaires et inégalités socio-économiques 121
3.2.1. Introduction 121
3.2.2. Objectif 121
3.2.3. Matériels et Méthodes 121
3.2.4. Résultats 122
3.2.4.1. Population d'étude 122
3.2.4.2. Tendances de l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaire selon le statut socio-économique 124
3.2.4.3. Evolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des complications cardiovasculaires 126
3.2.5. Discussion 127
3.2.5.1. Principaux résultats 127
3.2.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires 127
3.2.5.3. Conclusion 129
3.3. Complications podologiques et inégalités socio-économiques 130
3.3.1. Introduction 130
3.3.2. Objectif 130
3.3.3. Matériels et Méthodes 130
3.3.4. Résultats 131
3.3.4.1. Population d'étude 131
3.3.4.2. Tendances de l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques selon le statut socio-économique 132
3.3.4.3. Evolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des complications podologiques 132
3.3.5. Discussion 134
3.3.5.1. Principaux résultats 134
3.3.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques 134
3.3.5.3. Conclusion 136
Récapitulatif des résultats de l'objectif 3 137
4. Travaux complémentaires 138
4.1. Collaboration internationale – Evolution de l'incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale 138
4.2. Evolution de la mortalité des personnes de moins de 30 ans avec un DT1 de 2013 à 2021 .. 139

DISCUSSION **140**
1. Principaux résultats **140**
1.1. Tendances temporelles 140
1.2. Comparaison des résultats 141
1.3. Réfléxion méthodologique 142
2. Perspectives **146**
2.1. Pistes de réflexion pour réduire les inégalités sociales de santé dans le diabète 146
2.2. Perspectives de recherche 155
3. Le mot de la fin **156**
REFERENCES 157
ANNEXES 176

SOMMAIRE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Examens et consultations recommandés par la HAS pour le suivi clinique des personnes avec un DT2 16
Tableau 2 : Disponibilités des régimes d'Assurance Maladie dans les tables CONSOPAT et leur proportion dans la population française 57
Tableau 3 : Proportion de consommants dans les tables du DCIR par rapport à la population française issue du recensement de l'INSEE pour les années 2010, 2015 et 2020, selon le sexe et la tranche d'âge[1] 59
Tableau 4 : Taux d'appariements entre les tables des causes médicales de décès et les autres bases de données du SNDS par années..... 62
Tableau 5 : Nombre de consommants et nombre de cas prévalents et incidents de diabète de type 2, entre 2010 et 2020 en France hexagonale chez les plus de 45 ans. Résultats Article 1 79
Tableau 6 : Répartition du nombre de consommants, cas à risque et cas prévalents et incidents de diabète de type 2 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep), chez les hommes et les femmes résidant en France hexagonale de 45 ans et plus en 2020. Résultats Article 1 79
Tableau 7 : Estimation de la tendance temporelle de la prévalence et de l'incidence du diabète de type 2 : risques relatifs ajustés associés à une augmentation d'un an pour chaque quintile de l'indice de désavantage social français (FDep) (modèle de Poisson log-linéaire) en France hexagonale. Résultats Article 1..... 83
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats de l'objectif 1 concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la prévalence et l'incidence du diabète de type 2 85
Tableau 9 : Nombre de personnes vivantes et décédées avec et sans diabète de 45 ans et plus de 2013 à 2019, France hexagonale. Résultats Article 2..... 90
Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats sur l'évolution des inégalités socio-économiques dans la mortalité toutes causes des personnes avec un diabète de l'objectif 2 93
Tableau 11 : Nombre de personnes vivantes et décédées avec et sans diabète de 45 ans et plus de 2013 à 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques 110
Tableau 12 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la mortalité par maladies cardiovasculaires et tumeurs des personnes avec un diabète, objectif 2 114
Tableau 13 : Récapitulatif des résultats de l'objectif 2 concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes et par maladies cardiovasculaires et tumeurs, et la surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète 118
Tableau 14 : Nombre et âge moyen des hommes et des femmes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) en 2012 et 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires 124
Tableau 15 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires des personnes avec un diabète, objectif 3 127
Tableau 16 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des hommes et des femmes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) en 2012 et 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques 131
Tableau 17 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques des personnes avec un diabète, objectif 3 134
Tableau 18 : Récapitulatif des résultats de l'objectif 3 sur l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitaliations pour complications podologiques et cardiovasculaires 137
Tableau 19 : Récapitulatif des résultats de cette thèse concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur les differents indicateurs du diabète 141

SOMMAIRE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma simplifié de la régulation du glucose par l'insuline chez les personnes avec ou sans diabète....2
Figure 2 : Prévalence standardisée selon l'âge du diabète de type 2 chez les hommes (a) et les femmes (b) âgés de 45 ans et plus selon les régions françaises en 2017 4
Figure 3 : Répartition par classe d'âge et sexe de la prévalence du diabète traité pharmacologiquement en France en 2015 6
Figure 4 : Tendances de l'incidence du diabète diagnostiqué standardisé sur le sexe et l'âge dans 21 pays ou juridictions entre 1995 et 2018 7
Figure 5 : Critères de diagnostics du diabète selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé ..9
Figure 6 : Schéma de l'hémoglobine glyquée....9
Figure 7 : Tendances des amputation des membres inférieurs chez les personnes atteintes de diabète, par pays, entre 1988 et 2011 13
Figure 8 : Evolution de l'incidence des hospitalisation pour les principales complications liées au diabète en France entre 2010 et 2016 14
Figure 9 : Evolution de proportion de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement ayant bénéficié des examens recommandés en France, en 2001, 2007, 2013 et 2016 17
Figure 10 : Recommandation HAS 2024 concernant la prise en charge médicamenteuse en monothérapie (A), bithérapie et trithérapie (C) du DT2 18
Figure 11 : Taux de mortalité par causes chez les personnes avec un diabète et sans diabète en 2001 et 2018 en Angleterre 20
Figure 12 : Nombre hebdomadaire de nouvelles hospitalisations, d'entrées en soins critiques et de décès à l'hôpital liés à la COVID-19 en France de 2020 à 2021 22
Figure 13 : Différence entre l'égalité et l'équité 27
Figure 14 : Modèle théorique de Dahlgren et Whitehead des déterminants sociaux avec (A) le modèle original et (B) repris et traduit et (C) modèle théorique des déterminants sociaux proposé par l'OMS.. 29
Figure 15 : Taux d'incidence des hospitalisations pour complications liées au diabète selon le niveau de désavantage de la commune de résidence en France hexagonale en 2016 41
Figure 16 : Evolution du recours annuel aux examens (A) cliniques et (B) biologiques recommandés en France en fonction du niveau de désavantage social. Entred 2001 et 2007 42
Figure 17 : Risque relatif de mortalité chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète de type 2 par rapport aux personnes sans diabète entre 2004 et 2013, par niveau de désavantage en Ecosse 44
Figure 18 : Schéma des bases de données contenues dans le SNDS 51
Figure 19 : Synthèse des données disponibles dans le DCIR 52
Figure 20 : Synthèse des données disponibles dans le PMSI-MCO 53
Figure 21 : Schéma présentant les différentes variables identifiants bénéficiaires dans le SNDS.... 55
Figure 22 : Répartition des classes d'âge dans les régimes RG, RATP, SNCF, ENIM et mines en 2020 58
Figure 23 : Nombre d'individus décédés de 2005 à 2022 pour les principaux régimes d'Assurance Maladie : RG, SLM, MSA et RSI 60
Figure 24 : Schéma expliquant les différentes limites de l'appariement entre les bases de données du DCIR et des causes médicales de décès 65
Figure 25 : Schéma expliquant la répartition des quintiles de population du FDep 73
Figure 26 : Taux de prévalence (A) et d'incidence (B) standardisés selon l'âge (population européenne standard 2013) chez les personnes avec un diabète âgées de 45 ans et plus, par sexe et par année, en France, 2013-2021 77
Figure 27 : Diagramme de flux de la population d'étude de 2020. Résultats Article 1 79
Figure 28 : Prévalence brute du diabète de type 2 selon l'âge et les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Hommes en 2010 (A) et 2020 (B) ; femmes en 2010 (C) et 2020 (D). Résultats Article 1 80
Figure 29 : Incidence brute (moyenne mobile d'ordre 3) du diabète de type 2 selon l'âge et les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Hommes en 2012 (A) et 2020 (B) ; femmes en 2012 (C) et 2020 (D). Résultats Article 1 80
Figure 30 : Évolution de la prévalence du diabète de type 2 standardisée selon l'âge chez les hommes (A)

et les femmes (B) de 2010 à 2020 et de l'incidence standardisée selon l'âge chez les hommes (C) et les femmes (D) de 2012 à 2020 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Résultats Article 1 81
Figure 31 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de la prévalence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les adultes âgés de 45 ans et plus en France hexagonale pour les hommes (A) et les femmes (B) de 2010 à 2020 et de l'incidence du diabète de type 2 pour les hommes (C) et les femmes (D) de 2012 à 2020 (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Article 1 82
Figure 32 : Schéma décrivant le lien entre la dynamique de la prévalence, de l'incidence et de la mortalité dans le diabète 84
Figure 33 : Taux de mortalité standardisés selon l'âge (population européenne standard 2013) chez les personnes avec un diabète (A) et sans diabète (B) âgées de 45 ans et plus, par sexe et par année, en France, 2013-2021 88
Figure 34 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2019. Résultats Article 2 90
Figure 35 : Taux de mortalité toutes causes standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Article 2 91
Figure 36 : Risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (A) et les femmes (C) avec un diabète vs. sans diabète associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Article 2 92
Figure 37 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité toutes causes associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 2 92
Figure 38 : Schéma résumant les résultats de l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques (Q5 vs. Q1) sur la dynamique du diabète chez les hommes et les femmes : prévalence, incidence et mortalité 95
Figure 39 : Schéma reprenant la chronologie des grands événements qui ont eu lieu pour la gestion de la pandémie de la COVID-19 en 2020 en France 98
Figure 40 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2020. Résultats Article 3 100
Figure 41 : Taux de mortalité par COVID-19 par classe d'âge, selon le statut diabétique (avec ou sans diabète) et ratios de mortalité (diabète vs. sans diabète) chez les hommes pour l'ensemble de l'année 2020 (A), de mars à mai 2020 (B) et de septembre à décembre 2020 (C), et chez les femmes pour l'ensemble de l'année 2020 (D), de mars à mai 2020 (E) et de septembre à décembre 2020 (F), chez les personnes résidant en France hexagonale âgées de 45 ans et plus. Résultats Article 3 101
Figure 42 : Taux de mortalité par COVID-19 standardisés selon l'âge chez les hommes avec un diabète (A) et sans diabète (B) et chez les femmes avec un diabète (C) et sans diabète (D) âgés de 45 ans et plus pour chaque mois de 2020 dans chaque quintile du FDep en France hexagonale. Résultats Article 3 102
Figure 43 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 % (ICr)) de la mortalité par COVID-19 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 comme référence) selon le statut diabétique (avec ou sans diabète) chez les hommes lors de la vague 1 (mars à mai 2020) (A) et de la vague 2 (septembre à décembre 2020) (B) et chez les femmes lors de la vague 1 (C) et de la vague 2 (D) âgées de 45 ans et plus en France hexagonale en 2020 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 3 103
Figure 44 : Schéma récapitulatif des résultats concernant l'association entre la mortaité par COVID-19 et les inégalités socio-économiques pendant les deux vagues épidémiques chez les personnes avec et sans un diabète en 2020, objectif 2 104
Figure 45 : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle

(intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques 112
Figure 46 : Taux de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques 113
Figure 47 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques 113
Figure 48 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques 114
Figure 49 : Taux de mortalité standardisés selon l'âge et le sexe chez les personnes avec un diabète âgées de 40 à 89 ans, dû à (A) une maladie coronarienne, (B) une maladie cérébrovasculaire et (C) une insuffisance cardiaque, de 2000 à 2021. Résultats issus du Consortium international sur le diabète et présentés au congrès Australasian Diabetes Congress 2024 120
Figure 50 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2022 pour l'étude des complications liées au diabète. Résultats Complications 123
Figure 51 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour insuffisance cardiaque chez les hommes (A) et les femmes (B), pour accident vasculaire cérébral chez les hommes (C) et les femmes (D) et pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST chez les hommes (E) et les femmes (F) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications cardiovasculaires 125
Figure 52 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour insuffisance cardiaque chez les hommes (A) et les femmes (B), pour accident vasculaire cérébral chez les hommes (C) et les femmes (D) et pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST chez les hommes (E) et les femmes (F) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications cardiovasculaires 126
Figure 53 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour plaies du pied chez les hommes (A) et les femmes et (B) et pour amputation des membres inférieurs chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications podologiques 133
Figure 54 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour plaies du pied chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres inférieurs chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications podologiques 133
Figure 55 : Taux d'incidence standardisés selon l'âge de l'insuffisance rénale terminale chez les personnes avec un diabète (A) et variations annuelles moyennes en pourcentage des taux standardisés selon l'âge (B) de 2000 à 2020. Résultats issus du Consortium international sur le diabète et présentés au congrès European Association for the Study of Diabetes 2024 138
Figure 56 : Schématisation de l'apport des programmes de prévention universels et de prévention ciblés

dans les différents groupes socio-économiques 149
Figure 57 : Schématisation de l'apport des programmes de prévention utilisant le principe d'universalisme proportionné dans les différents groupes socio-économiques 149

SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : L'histoire du SNDS 176
Annexe 2 : Accès au SDNS 177
Annexe 3 : Les tables de données contenues dans le DCIR 179
Annexe 4 : Les tables de données contenues dans le PMSI-MCO..... 180
Annexe 5 : Processus de production des certificats de décès..... 182
Annexe 6 : Les tables de données des causes médicales de décès..... 184
Annexe 7 : Origine des identifiants bénéficiaires dans les bases de données du SNDS 185
Annexe 8 : Les variables d'identification des bénéficiaires dans les bases de données du SNDS 186
Annexe 9 : Impact de l'utilisation de l'algorithme diabète et l'algorithme diabète modifié sur les hospitalisations des complications liées au diabète 189
Annexe 10 : Spécificités et limites des codes communes dans le SNDS 191
Annexe 11 : Caractéristiques des personnes dont l'information sur le FDep est manquant. Exemple en 2020..... 192
Annexe 12 : Risque relatif ajusté (RRa) (intervalles de crédibilité à 95 %) de diabète de type 2 prévalent entre 2010 et 2020 et incident entre 2012 et 2020 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 comme référence) en France hexagonale (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 1..... 193
Annexe 13 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de la prévalence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les hommes âgés de 45 à 59 ans (A), de 60 à 74 ans (B) et de 75 ans et plus (C) et pour les femmes âgées de 45 à 59 ans (D), de 60 à 75 ans (E) et de 75 ans et plus (F) de 2010 à 2020 dans la France hexagonale. Résultats Article 1..... 194
Annexe 14 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'incidence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les hommes âgés de 45 à 59 ans (A), de 60 à 74 ans (B) et de 75 ans et plus (C) et pour les femmes âgées de 45 à 59 ans (D), de 60 à 75 ans (E) et de 75 ans et plus (F) de 2012 à 2020 dans la France hexagonale. Résultats Article 1..... 195
Annexe 15 : Article 1, objectif 1 196
Annexe 16 : Nombre de décès et âge moyen au décès par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Article 2 202
Annexe 17 : Nombre de décès et âge moyen au décès par année et quintiles de FDep et taux de mortalité globale bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et femmes âgés de 45 ans ou plus sans diabète, entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Article 2..... 203
Annexe 18 : Taux de mortalité toutes causes standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Article 2204
Annexe 19 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité toutes causes associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 2..... 204
Annexe 20 : Taux brut de mortalité COVID-19 et nombre de décès par sexe, statut diabétique et groupe d'âge, France hexagonale. Résultats Article 3..... 205
Annexe 21 : Taux de mortalité toutes causes hors COVID-19 standardisés selon l'âge chez les hommes avec un diabète (A) et sans diabète (B) et chez les femmes avec un diabète (C) et sans diabète (D) âgés de 45 ans et plus pour chaque mois de 2020 dans chaque quintile du FDep en France hexagonale. Résultats Article 3..... 206
Annexe 22 : Article 2, objectif 2 207
Annexe 23 : Nombre d'hommes et de femmes avec ou sans diabète décédés par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) ou tumeurs

(Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) et pourcentage asssocié entre 2013 et 2019, en France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques 214
Annexe 24 : Nombre de décès et âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques..... 215
Annexe 25 : Nombre de décès et âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes sans diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques..... 216
Annexe 26 : Nombre de décès et âge moyen au décès par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques217
Annexe 27 : Nombre de décès et âge moyen au décès par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes sans diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques.... 218
Annexe 28 : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques 218
Annexe 29 : Taux de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 9**5** %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques..... 219
Annexe 30 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques 219
Annexe 31 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques..... 219
Annexe 32 : Nombre et âge moyen des hommes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires..... 220
Annexe 33 : Nombre et âge moyen des femmes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires..... 222
Annexe 34 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des hommes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques 224
Annexe 35 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des femmes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques 226
Annexe 36 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour amputation des membres inférieurs majeure chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres

inférieurs mineure chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications podologiques 228
Annexe 37 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour amputation des membres inférieurs majeure chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres inférieurs mineure chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications podologiques 228
Annexe 38 : Estimation de la prevalence du diabète de type 1 et du diabète de type 2 en France chez les personnes âgées de 18 à 70 ans, par âge et sexe 229
Annexe 39 : Taux de fécondité selon l'âge de la femmes en France de 2013 à 2019..... 229
Annexe 40 : Pourcentage de personnes avec un diabète en EHPAD ou USLD et pourcentage de personnes en EHPAD ou USLD traitées pour un diabète 230
Annexe 41 : Association entre le FDep et la tranche d'unité urbaine, la region et l'âge 230

ABBREVIATIONS

AAH Allocation Adulte Handicapé

aGLP1 analogue du glucagon-like peptide

ACS Acquisition d'une Complémentaire Santé

ALD Affections de longue durée

AME Aide Médicale d'Etat

AMM Autorisation de Mise sur le Marché

AmpMI Amputation des membres inférieurs

ANAES Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de la Santé

APA Allocation Personnalisée d'Autonomie

APL Accessibilité Potentielle Localisée

ASPA Allocation de Solidarité aux Personnes Agées

ATC Anatomique, Thérapeutique et Chimique

ATIH Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation

AVC Accident vasculaire cérébral

C2S Complémentaire Santé Solidaire

CAF Caisses d'allocation familiales

CANSSM Caisse autonome nationale de sécurité sociales dans les mines

CAVIMAC Caisse d'assurance vieillesse, invalidité et maladie des cultes

CCAM Classification Commune des Actes Médicaux

CCIP Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris

CépiDC Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès

CIM-10 Classification Internationale des Maladies de la 10e révision

CMU Couverture Maladie Universelle

CMU-C Couverture Maladie Universelle Complémentaire

CNAM Caisse Nationale d'Assurance Maladie

CNIL Commission Nationale Informatique et Libertés

CNMSS Caisse nationale militaire de sécurité sociale

COVID-19 *Coronavirus Disease 2019 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 : SARS-CoV-19)*

CPPAB Caisse de prévoyance du port autonome de bordeaux

CPTS Communautés Professionnelles Territoriales de Santé

CRPCEN Caisse de retraite et prévoyance des clercs et employés de notaires

DCIR Données de Consommation Inter-Régimes

DREES Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques

DROM Départements et Régions d'Outre-Mer

DT1 Diabète de type 1

DT2 Diabète de type 2

ABBREVIATIONS

ECG Electrocardiogramme

EDI European Deprivation Index

EGB Echantillon Général des Bénéficiaires

EHPAD Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes

ENIM Etablissement national des invalides de la marine

Entred Echantillon National Témoin Représentatif des personnes Diabétiques

EPICES Évaluation de la Précarité et des Inégalités de Santé pour les Centres d'Examens de Santé

EU-SILC *European Union – Statistics on Income and Living Conditions*

FDep *French Deprivation index* (indice de désavantage social français)

IDF *International Diabetes Federation* (Fédération internationale du Diabète)

iSGLT2 inhibiteurs du cotransporteur 2 sodium/glucose

FINESS Fichier national des établissements sanitaires et sociaux

FPG *Fasting Plasma Glucose (*Glucose plasmatique à jeun)

GHM Groupements Homogènes de Maladie

HAD Hospitalisations à domicile

HAS Haute Autorité en Santé

HbA1c Hémoglobine glyquée A1c

HDH *Health Data Hub*

HDL *High Density Lipoprotein* (Lipoprotéine de haute densité)

HGPO Hyperglycémie provoquée par voie orale (*Oral Glucose Tolerance Test)*

HLQ *Health Literacy Questionnaire*

HLS *Health Literacy Survey*

HCSP Haut Conseil de la Santé Publique

IC Intervalle de confiance

ICr Intervalles de crédibilité

IGAS Inspection générale des affaires sociales

IMC Indice de Masse Corporelle

INLA *Integrated nested Laplace approximations* (approximation de Laplace intégrée et imbriquée)

INSEE Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

Inserm Institut national de santé et de la recherche médicale

IRIS Ilots Regroupés pour des Indicateurs Statistiques

IRT Insuffisance rénale chronique

IRCT Insuffisance rénale chronique terminale

ISE Inégalités socio-économiques

iSGLT2 inhibiteurs du SGLT2 (sodium/glucose cotransporteur 2)

JACARDI *Joint Action on Cardiovascular Disease and Diabetes* (Action conjointe sur les maladies cardiovasculaires et le diabète)

MCO Médecine, Chirurgie et Obstétrique

ABBREVIATIONS

MODY Maturity Onset Diabetes of the Youth

MSA Mutualité sociale agricole

NIR Numéro d'Inscription au Répertoire

OCDE Organisation de coopération et de développement économique

OMS Organisation Mondiale de la Santé

pa Personnes-années

paD Personnes avec un diabète

paS Personnes sans diabète

PASS Permanences d'Accès aux soins de Santé

PCS Profession et catégorie socioprofessionnelle

PMI Protection Maternelle et Infantile

PMSI Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information

PNNS Programme National Nutrition Santé

PUI Pharmacies à usage intérieur

PUMa Protection Universelle Maladie

RATP Régime autonome des transports parisiens

ReDSiam Réseau pour mieux utiliser les Données du Système national des données de santé

RG Régime général

RIMP-P Recueil d'information médicalisé pour la psychiatrie

RNIPP Répertoire national d'identification des personnes physiques

RR Risques relatifs

RSA Revenu de solidarité active

RSI Régime sociale des indépendants

SCA Syndrome coronarien aigu

SCA-ST+ Syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST

SHH Syndrome hyperosmolaire hyperglycémique

SI-DEP Système d'information et de dépistage

SLM Sections locales mutualistes

SMR *Standardized Mortality Ratio* (ratio standardisé de mortalité)

SNCF Société nationale des chemins de fer français

SNDS Système National des Données de Santé

SNIIRAM Système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie

SSR Soins de suite et réadaptation

T2A Tarification à l'activité

USLD Unité de soins de longue durée

CONTEXTE

Le diabète est une maladie chronique qui a de lourdes conséquences sur la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes, ainsi que sur celle de leur entourage, et qui touche de plus en plus de personnes dans le monde. Au-délà de son fardeau humain et économique, le diabète figure parmi les maladies chroniques les plus impactées par les inégalités socio-économiques. En France, malgré un système de santé réputé pour son universalisme, il a été constaté depuis de nombreuses années que les populations les plus défavorisées sont les plus durement touchées, tant dans l'apparition du diabète (incidence) que dans les complications ou la mortalité de ces populations.

Par ailleurs, la France dispose d'un système de surveillance de la santé de sa population particulièrement avancé, reposant sur l'exploitation de bases de données médico-administratives. Cependant, la surveillance en continue des inégalités socio-économiques dans la population avec un diabète reste insuffisamment développée. Pourtant, ces informations sont essentielles pour orienter efficacement les politiques publiques dans leurs actions de prévention.

En ce sens, cette thèse de doctorat ambitionne d'apporter des éléments de compréhension sur la dynamique des inégalités socio-économiques dans le diabète en France, tout en proposant des leviers d'action pour les réduire.

Cette première section présente un panorama des connaissances actuelles sur le diabète, les inégalités socio-économiques de santé et les inégalités socio-économiques dans le diabète, afin de mieux contextualiser les objectifs de cette thèse et les résultats qui en découlent.

1. Le diabète de type 2

« Tous les phénomènes d'un corps vivant sont dans une harmonie réciproque telle qu'il parait impossible de séparer une partie de l'organisme sans amener immédiatement un trouble dans tout l'ensemble »

Claude Bernard

1.1. Définition du diabète

Le **diabète sucré**, aussi appelé diabète, est une **maladie chronique non transmissible** caractérisée par une **hyperglycémie chronique**, c'est-à-dire un excès de sucre (glucose) dans le sang [1], et qui est dû à une multitude de facteurs génétiques et environnementaux (voir partie 1.3.1).

Pour réguler le taux de glucose dans notre sang, notre organisme produit une hormone appelée **insuline**, produite par les cellules β des îlots de Langerhans dans le pancréas. Son rôle est de diminuer le taux de glucose dans le sang, **rôle hypoglycémiant**, en favorisant l'absorption du glucose par les cellules adipeuses, du foie et des muscles squelettiques, via des récepteurs spécifiques.

L'hyperglycémie chronique, qui caractérise le diabète, est due à une **absence** ou une **déficience** de la **production ou de la sécrétion de l'insuline** par le pancréas, ou une **déficience de l'action de l'insuline** dans l'organisme, **ou les deux** (Figure 1) [1].

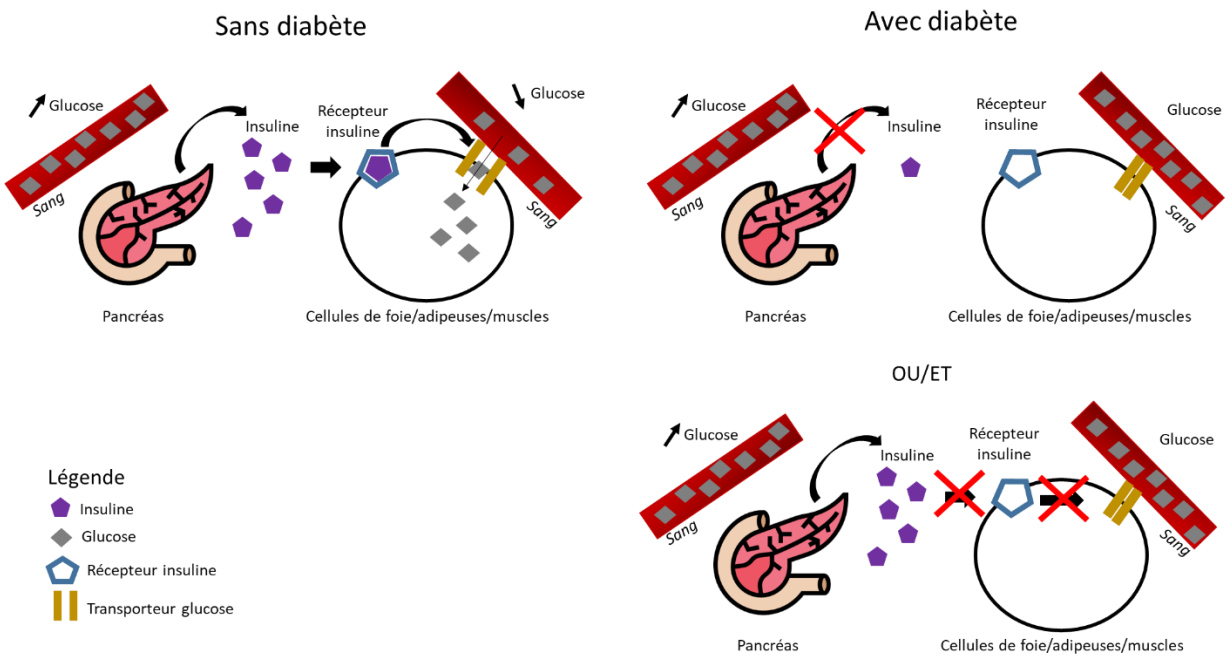


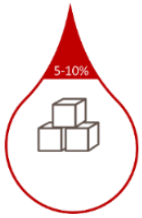
Figure 1 : Schéma simplifié de la régulation du glucose par l'insuline chez les personnes avec ou sans diabète

Schéma inspiré d'un schéma de la Fédération Française en cardiologie : https://www.fedecardio.org/je-m-informe/le-diabete/ et de https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2499922-diabete-type-1-2-definition-insipide-causes-symptomes-traitement-taux-normal-journee-mondiale/.

1.2. Les différents types de diabète : la place du diabète de type 2

Selon les anomalies impactant le dysfonctionnement de l'insuline, le diabète est principalement classé en quatre grandes catégories : le diabète de type 1 (DT1), le diabète de type 2 (DT2), le diabète gestationnel et les diabètes dits rares.

Le diabète de type 1



Le **DT1** représente **5 à 10 %** de tous les cas de diabète [2]. Il est provoqué par une **réaction auto-immune**, où le système immunitaire s'attaque aux cellules β des îlots de Langerhans pancréatiques [3]. Cela a pour conséquence une **absence de sécrétion d'insuline** et donc une **absence de contrôle du taux de glucose** dans le sang (voir Figure 1). Les personnes avec un DT1 ont donc un besoin immédiat **d'insuline exogène**, traitement qu'elles poursuivront à vie, sans quoi la carence en insuline provoquera une acidocétose diabétique (élévation de l'acidité dans le sang liée à l'accumulation de corps cétoniques[1]) qui peut conduire au coma (coma acidocétosique) voire au décès.

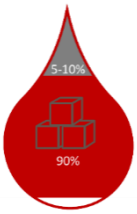
Les causes du DT1 ne sont pas encore totalement connues, mais des facteurs génétiques et environnementaux pourraient expliquer en partie le déclenchement de cette réaction auto-immune. Le DT1 survient le plus souvent à un **jeune âge**, mais peut également survenir à l'âge adulte [4, 5].

[1] Comme les cellules ne peuvent pas utiliser le glucose en raison d'un déficit en insuline (le glucose « reste » dans le sang), l'organisme utilise les graisses qui sont décomposées en corps cétoniques et qui servent de substrats énergétiques alternatifs au glucose pour le cerveau, le système nerveux et les muscles.

Les signes cliniques classiques pour repérer le DT1 sont la **polydipsie** (besoin excessif de boire), la **polyphagie** (besoin excessif de manger), la **polyurie** (sécrétion excessive d'urine) et la perte de poids [6].

Selon le rapport de 2021 de la Fédération Internationale du Diabète (IDF ; *International Diabetes Federation*), dans le monde, **le nombre de cas prévalents** du DT1 chez les enfants et les adolescents (0-19 ans) était de **1 211 900** et **le nombre de nouveau cas de DT1 (cas incidents) de 149 500**. Cependant, il existe des variations de la prévalence et de l'incidence du DT1 considérables selon les pays [2, 7, 8]. De plus, l'incidence du DT1 semble avoir augmenté dans la majorité des pays du monde au cours des 20 dernières années [7, 9, 10], avec une augmentation estimée à 4 % en France chez l'enfant de moins de 15 ans [11, 12].

Le diabète de type 2



Le DT2, qui est la forme la plus courante de diabète (soit plus de **90 %** des cas de diabète) [13], est le résultat d'une combinaison entre une **résistance à l'action de l'insuline** des cellules cibles (insulinorésistance) et d'une **sécrétion insuffisante** de l'insuline pour compenser cette insulinorésistance (voir Figure 1). La cause du DT2 n'est pas encore totalement comprise, mais des facteurs génétiques et des facteurs liés au mode de vie, tels qu'une alimentation trop riche en glucides et lipides, une activité physique insuffisante et des comportements sédentaires, contribuent à l'apparition du DT2 (voir partie 1.3.1).

La **pathogénèse** du DT2 est variable selon les individus et dure **plusieurs années**. Elle est décrite conventionnellement en plusieurs étapes dans l'évolution de la maladie. On observe initialement une phase d'**insulinorésistance** (baisse de sensibilité des cellules cibles), souvent liée à une obésité abdominale qui entraine une perturbation métabolique. Le pancréas va augmenter sa production d'insuline (**hyperinsulinémie)** pour contrer cette insulinorésistance et conserver une glycémie normale (environ 1,0 g/L à jeun). Au bout d'un certain temps, il va y avoir un épuisement des cellules du pancréas à répondre à cette insulinorésistance (insulinopénie relative), notamment dans la phase post-prandial. La glycémie va progressivement s'élever en phase post-pradial, puis entre les repas (état de **prédiabète, puis de DT2**). Enfin, après plusieurs années de DT2 (phase asymptomatique), le pancréas va perdre progressivement sa capacité à produire de l'insuline, c'est le stade **d'insulinorequérance** (la personne a besoin d'une supplémentation exogène en insuline) [14].

Si la glycémie reste longtemps élevée, cela peut entraîner des **complications chroniques** (voir partie 1.5). Cependant, durant toutes ces phases de développement, le prédiabète et le DT2 peuvent être **dépistés** (souvent de manière fortuite), et une **prise en charge** appropriée peut ralentir son développement et les complications liées au diabète (voir partie 1.6).

La **prévalence mondiale** du diabète, tout diabète confondu (même s'il concerne majoritairement le DT2) chez les adultes de 20 à 79 ans, a été estimée par l'IDF **en 2021** à **10,5 %,** avec une

projection **en 2045** à **12,2 %** [15]. La prévalence du diabète diffère fortement selon les régions du monde, avec des taux les plus élevés retrouvés au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (16,2 % en 2021) et les moins élevés en Afrique (4,5 % en 2021) [15]. Même si globalement la prévalence du diabète **continue de croître** dans la plupart des pays du monde [16], certains pays observent un ralentissement de la croissance de la prévalence du diabète. Cela a par exemple été observé aux Etats-Unis, où la prévalence standardisée selon l'âge du diabète diagnostiqué a atteint un plateau à 8,2 % (Intervalle de Confiance à 95 % (IC95 %) : 7,8 % ;8,6 %) entre 2009 et 2017 [17].

En **France**, la **prévalence** du DT2 **continue de croître**, bien que cette augmentation ralentisse depuis la dernière décennie [18]. La prévalence standardisée selon l'âge en 2017 chez les personnes âgées de 45 ans et plus a été estimée à **12,1 % chez les hommes**, avec une augmentation annuelle depuis 2010 de 0,9 % (IC95 % : 0,7 % ;1,0 %), et à **8,1 % chez les femmes** avec une augmentation annuelle depuis 2010 de 0,4 % (IC95 % : 0,2 % ;0,6 %) [19]. De plus, de **fortes disparités régionales** sont retrouvées en France, avec un gradient Nord-Est/Ouest, et où les prévalences du DT2 les plus élevées sont retrouvées dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) et dans les Hauts-de-France (Figure 2). La plateforme de surveillance GEODES (en open data) https://geodes.santepubliquefrance.fr/ de Santé publique France permet de connaître les taux de prévalence du DT2 dans les différentes régions en France sur différentes années.

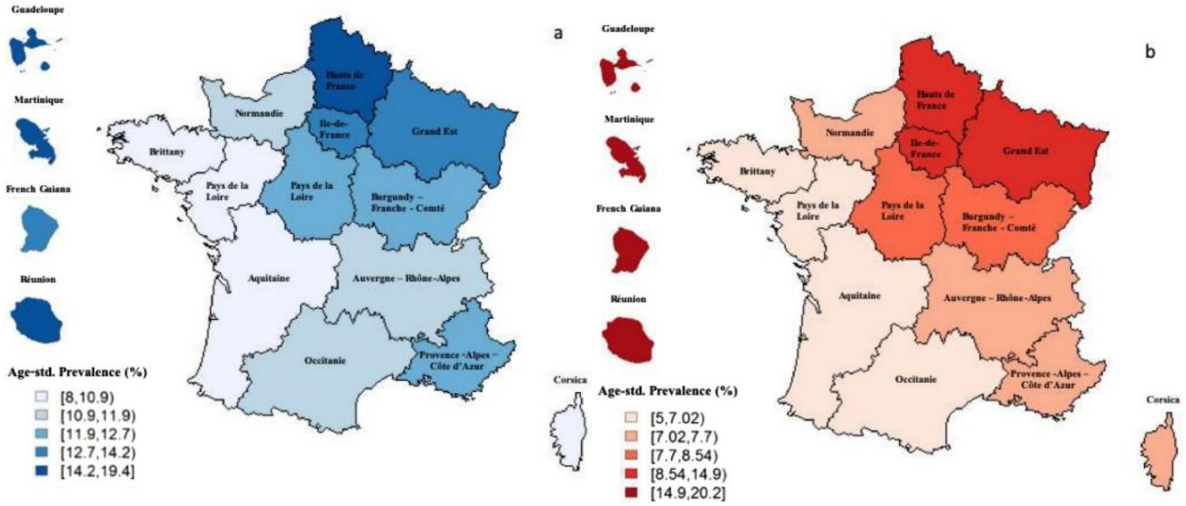


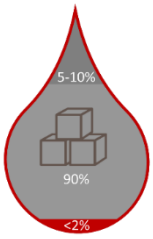
Figure 2 : Prévalence standardisée selon l'âge du diabète de type 2 chez les hommes (a) et les femmes (b) âgés de 45 ans et plus selon les régions françaises en 2017

Champs : France entière hors Mayotte ; Source : SNDS ; Figure tirée de l'article de Fuentes S. et al., 2020 [19].

Les autres diabètes

Comme dans le DT2**, l'hyperglycémie pendant la grossesse** (dont la forme la plus fréquente est le **diabète gestationnel** [20]) survient chez les femmes dont la capacité de **sécrétion d'insuline est insuffisante** pour surmonter l'action réduite de l'insuline durant la grossesse [21]. S'il n'est pas traité, il peut engendrer de nombreuses **complications pour la mère et l'enfant**. Les facteurs de risque sont globalement les mêmes que ceux du DT2 (partie 1.3.1) comme **l'âge avancé**, le **surpoids** ou

l'**obésité** [13, 22]. **La prévalence** du diabète gestationnel a été estimée à **une naissance** sur six dans le monde en 2019 [23]. La France rejoint ces chiffres, avec une prévalence estimée à 16,4 % en 2021 [24]. Le diabète gestationnel disparait classiquement après la grossesse, mais augmente le **risque de développer un DT2** pour la mère et l'enfant [13, 22, 25].



Enfin, d'autres types de diabète beaucoup plus **rares** existent, comme les **diabètes MODY** (Maturity Onset Diabetes of the Youth) dont font partie les diabètes dits monogéniques, qui sont dus à la mutation d'un gène impliqué dans la sécrétion d'insuline et/ou du développement pancréatique, et qui représentent entre **1,5 % à 2 % des cas de diabète** [12, 26].

Pour la suite de cette thèse, nous nous **intéresserons spécifiquement au DT2**, qui représente la majorité des cas de diabète **(90 % des cas), et qui est marqué par de fortes inégalités sociales** (voir la partie 3).

1.3. La survenue du diabète de type 2

1.3.1. Les principaux facteurs de risque du diabète de type 2

Un certain nombre de facteurs de risque[2] du DT2 sont décrits par la Haute Autorité en Santé (HAS) [14].

Certains de ces **facteurs de risque** sont **non modifiables**, dans le sens où on ne peut pas les contrôler, comme les **antécédents familiaux de diabète** au premier degré (père, mère, frère, sœur), les **antécédents de diabète gestationnel** (voir partie 1.2) ou **antécédents d'enfant macrosome[3] à la naissance** (qui pourrait signer un diabète gestationnel ignoré), **l'origine ethnique** (personne non caucasienne ayant adopté un mode de vie occidental, ou composante génétique). Par exemple, les femmes d'origine maghrébine résidant en France ont un risque de développer un DT2 deux fois plus élevé que les femmes d'origine française [27]. **Le vieillissement** augmente également le risque de développer un DT2. Au-delà de 40 ans, la prévalence du DT2 augmente fortement pour les deux sexes (Figure 3). Ceci est notamment dû au vieillissement du pancréas, dont sa capacité de sécrétion d'insuline, pour compenser l'insulinorésistance liée à l'augmentation de l'adiposité abdominale et au déséquilibre du mode de vie alimentaire et physique, va diminuer. Dans les recommandations françaises, **l'âge supérieur à 45 ans** a été retenu comme facteur de risque du DT2 [14]. Une différence entre les deux **sexes** est également retrouvée dans de nombreux pays, où les hommes sont plus susceptibles de développer un DT2 que les femmes [28], comme en France hexagonale (Figure 3) (rediscuté en partie 3.2).

[2] Un facteur de risque doit répondre à quatre critères : l'association entre une caractéristique ou exposition de l'individu et l'incidence d'une pathologie doit être fortement, universellement et indépendamment (des autres facteurs déjà connus) associée et un lien de causalité doit être prouvé. Les facteurs de risque peuvent être modifiables (comme le mode de vie) ou non (comme l'âge ou le sexe). Il doit être partiellement responsable de la cause de la maladie.
[3] Poids de naissance supérieur 4kg.

Concernant les facteurs de **risque modifiables**[4], **l'excès pondéral** et **l'obésité** ont été identifiés comme les principaux facteurs de risque du DT2 . Dans l'étude Entred 3 (Echantillon National Témoin Représentatif des personnes Diabétiques), 39 % des personnes vivant avec un DT2 étaient en surpoids (25 ≥ indice de masse corporelle (IMC) < 30 kg/m²) et 39 % souffraient d'obésité (IMC ≥ 30 kg/m²) [29]. Ces facteurs de risques sont directement liés à **l'alimentation malsaine** (riche en graisse et sucre) et à la **sédentarité,** décrites comme les principaux facteurs de risque modifiable du DT2. Par exemple, de nombreuses études ont montré une réduction significative de l'incidence du diabète chez les personnes pratiquant une activité physique régulière (2h30/semaine) [30, 31].

Aussi des marqueurs de risque[5] comme **l'hypertension artérielle** (pression artérielle systolique ≥ 140 mmHg ou pression artérielle diastolique ≥ 90 mmHg), **la dyslipidémie** (HDL (High Density Lipoprotein : *Lipoprotéine de haute densité*)-cholestérolémie < 0,35 g/l [0,9 mmol/l] ou triglycéridémie > 2 g/l [2,3 mmol/l]) ou le **tabagisme chronique**, ont été associés à un risque accru de DT2 [14, 32].

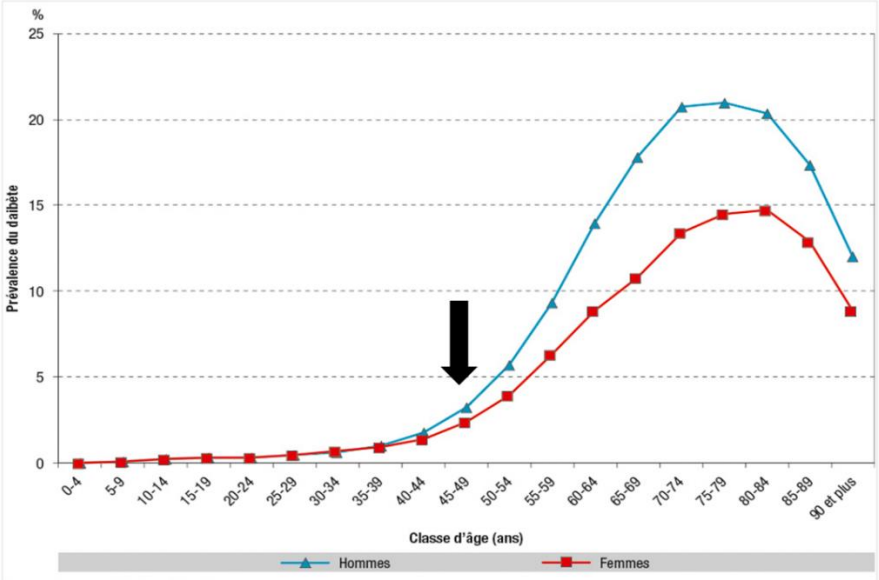


Figure 3 : Répartition par classe d'âge et sexe de la prévalence du diabète traité pharmacologiquement en France en 2015

Champs : France entière hors Mayotte ; Source : SNDS ; Figure tirée de l'article de Mandereau-Bruno L et al., 2017 [33]. La flèche indique l'âge pour lequel la prévalence du diabète commence à augmenter dans la population.

Enfin, les facteurs **psychosociaux** (dépression, stress accru, faible soutien social) [34] et **la pollution** (atmosphérique et lumineuse) [35, 36] ont également été associés à une augmentation de risque de développer un DT2. De plus, le rapport de la HAS de 2014 indiquait également **la précarité** comme un facteur de risque de développer un DT2. Nous verrons plus en détail ce lien dans la partie 3.

[4] Modifiable dans le sens où on peut agir sur ces facteurs, mais cela ne veut pas dire qu'il soit simple de les modifier car ils dépendent souvent de causes multiples.

[5] Un marqueur de risque correspond seulement aux trois premiers critères du facteur de risque (association forte, universelle et indépendante). Il est seulement témoin/marqueur d'une maladie, mais n'est pas impliquée de manière causale dans celle-ci.

1.3.2. Incidence du diabète de type 2 : dans le monde et en France

Le **nombre de nouveaux cas de DT2** diagnostiqués, soit **l'incidence du DT2**, n'a cessé de croître dans le monde depuis les années 1980 [28, 37]. Cependant, des **nouvelles tendances encourageantes** ont été observées dans de nombreux pays ces dix dernières années. En effet de nombreux pays ont observé une **stabilisation, voire une diminution** de l'incidence du DT2 (Figure 4) sur ces dernières années, notamment dans les pays à revenu élevé, malgré parfois une hausse de la prévalence du DT2 [38, 39].

Par exemple, aux Etats-Unis, une diminution de 3,1 % de l'incidence du DT2 a été observée chez les adultes de 18 à 79 ans entre 2008 et 2017 [17], en Norvège de 10,1 % chez les adultes de 30 à 89 ans entre 2009 et 2014 [40] et en Australie de 5,2 % chez les hommes et 6,5 % chez les femmes de plus de 20 ans entre 2010 à 2019 [41].

Plusieurs hypothèses ont été avancées pour comprendre la diminution de l'incidence du DT2 observée dans les pays. L'une d'elles, la plus optimiste, serait que les messages de prévention du DT2 mis en place depuis plusieurs années ont entraîné des **changements comportementaux** et **environnementaux** permettant la diminution du nombre de personnes à risque de développer un DT2.

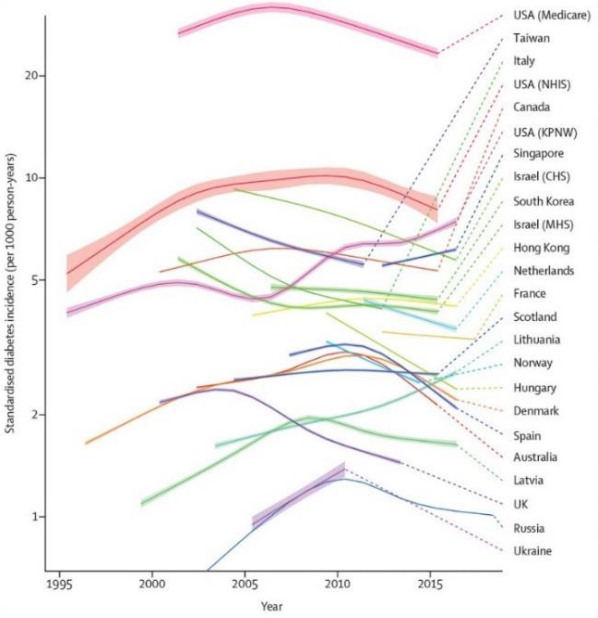


Figure 4 : Tendances de l'incidence du diabète diagnostiqué standardisé sur le sexe et l'âge dans 21 pays ou juridictions entre 1995 et 2018

Champs : Données agrégées multipays ; Sources : 24 sources de données (registres, données administratives, donnée d'assurance maladie et enquêtes de santé) ; Tirée de l'article de Magliano DJ et al., 2021 [38].

En France, une **diminution** de **2,6 % chez les hommes** et **3,9 % chez les femmes** de **l'incidence du DT2** a également été observée entre 2012 et 2017 [19]. Malgré l'existence de **fortes disparités régionales** du DT2 en France, l'incidence du DT2 a globalement diminué dans toutes les régions, y compris dans les DROM qui affichaient les plus fortes baisses entre 2012 et 2017, avec par exemple une diminution de l'incidence du DT2 de 7,5 % chez les femmes et 4,4 % chez les hommes à la Réunion [19].

Cependant, certains pays, comme le Danemark, ont observé une réaugmentation de l'incidence du DT2 à partir de 2016-2017 [42].

Notamment durant et après la **période COVID-19** (SARS-CoV-19 : Coronavirus Disease 2019), des études ont montré une **réaugmentation de l'incidence du DT2**, comme c'est le cas dans une étude en Allemagne, où l'incidence du DT2, qui avait diminué entre 2015 et 2019, a réaugmenté en 2021 [43]. La **baisse du recours aux soins** pendant la pandémie [44] pourrait avoir créé un effet de rattrapage des dépistages sur l'année 2021. De plus, il a été suggéré que l'infection du SARS-COV-2 pourrait **augmenter le risque de développer du DT2** [45].

1.4. Dépister et diagnostiquer le diabète

1.4.1. Prévention primaire du diabète de type 2

Connaître les facteurs et marqueurs de risque, notamment modifiables, est essentiel. Cela permet de les contrôler et les limiter avant qu'ils entrainent la pathogénèse du DT2 : c'est le rôle de la **prévention primaire**. Ainsi de nombreuses **campagnes de prévention** sont déployées en France et reposent sur **l'éducation nutritionnelle** et **l'amélioration de l'hygiène de vie** (activité physique, alimentation réduite en graisse, réduction pondérale) qui ont été associées à une réduction de risque de développer un DT2 [31, 46, 47].

Ainsi, la **promotion d'une activité physique régulière** et d'intensité modérée et d'une **alimentation plus saine** fait partie des axes du **Programme National Nutrition Santé** (PNNS) mis en place par le ministère de la Santé en 2001 (https://www.mangerbouger.fr/), soutenu par Santé publique France, et repris dans la **loi relative à la politique de santé publique de 2004** [48].

D'autres types d'interventions existent comme le **Nutri-Score** lancé en 2017 permettant de renseigner plus facilement le consommateur sur la composition d'un produit alimentaire.

Enfin, des **interventions cliniques** peuvent également prévenir le DT2, comme la **chirurgie bariatrique**, qui a déjà montré son efficacité chez les personnes avec une obésité morbide (IMC ≥40 kg/m²) [49] et qui peut être recommandée pour les personnes en situation d'obésité élevé (IMC ≥30 kg/m²) [50]. Les traitements du diabète (voir partie 1.6.2) sont également efficaces pour retarder la conversion d'un prédiabète vers un diabète [47]. A noter que ces traitements ne sont pas utilisés dans ce cadre en France.

1.4.2. Prévention secondaire du diabète de type 2

Comme vu précédemment, le DT2 est une maladie qui, dans sa phase de développement, est asymptomatique. Le but va donc être de **dépister**, de manière **opportuniste**, les individus qui ont le plus de risque d'avoir développé un DT2, et cela à **son stade le plus précoce** : c'est le rôle de **la prévention secondaire**.

En cas de découverte d'un prédiabète, des mesures de prévention peuvent être mises en place (voir le

paragraphe précédent sur la prévention primaire). Si un diabète est diagnostiqué, le but est de le prendre en charge via un **traitement** (pharmacologique ou non (partie 1.6.2)) **rapide et efficace** afin d'**éviter** les **complications** aiguës ou chroniques liées au DT2 (partie 1.5).

Le dépistage doit être **réalisé annuellement ou tous les trois ans**, selon les résultats biologiques et les facteurs/marqueurs de risque de la personne.

L'examen biologique recommandé pour dépister le DT2 en France est la mesure de **la glycémie veineuse à jeun** (au moins huit heures) (FPG : *Fasting Plasma Glucose*). Les critères proposés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2006 [51] pour le dépistage du diabète sont donnés en Figure 5.

<110mg/dL (6,1 mmol/L)	110mg/dL et 125mg/dL (6 et 6,8 mmol/L)	Si 2 tests : ≥ 126mg/dL (≥7mmol/L) ou Si 1 test : >200mg/dL (11,1mmol/L) à n'importe quel moment et signes cliniques
Normale	Prédiabète	Diabète

Figure 5 : Critères de diagnostics du diabète selon la définition de l'Organisation Mondiale de la Santé

Critère issu des définitions de l'OMS [51].

Il existe d'autres examens biologiques pour dépister le diabète comme le test de **tolérance au glucose par voie orale** (HGPO : hyperglycémie provoquée par voie orale ; Oral Glucose Tolerance Test) qui mesure en plus de la FPG la glycémie deux heures après avoir bu 75g de glucose[6]. L'IDF a récemment publié une prise de position proposant de doser la glycémie une heure après la charge de glucose, présentant cette méthode de détection comme étant plus sensible et plus pratique pour dépister le prédiabète et le DT2 [52].

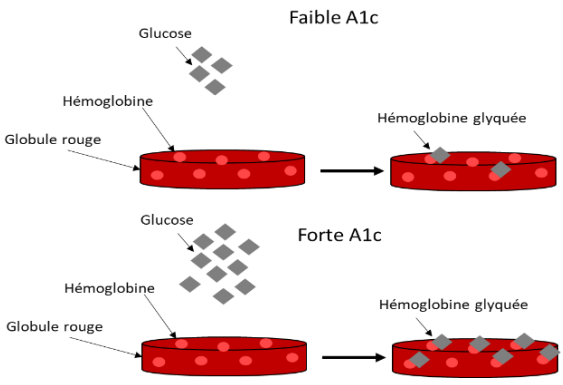


Figure 6 : Schéma de l'hémoglobine glyquée

Enfin, le dosage de **l'hémoglobine glyquée A1c** (HbA1c) peut être également effectué (Figure 6), mais au contraire de la majorité des pays, il n'est pas recommandé pour dépister le diabète en France, notamment du fait de son coût trop élevé pour en faire un indicateur de dépistage. Il est par contre utilisé comme indicateur de la surveillance du DT2 (partie 1.6.1).

L'hémoglobine est une protéine présente dans les globules rouges du sang. Son pourcentage de glycation reflète l'équilibre glycémique au cours des trois derniers mois précédant le dosage, sans nécessité d'être à jeun et sans dépendre de l'apport nutritionnel ou de l'activité physique de la veille.

[6] Ce test permet de vérifier avant et après deux heures la glycémie après avoir bu une boisson sucrée de 75g de glucose (appelé charge de glucose). Pour ce test, les seuils pour diagnostiquer le prédiabète se situe entre 140 et 199 mg/dL (7,8 à 11mmol/L) et pour le DT2 il doit être supérieur à 200mg/dL (11,1mmol/L).

1.4.3. La part du diabète non diagnostiqué

En 2021, l'IDF estimait que près **d'un adulte sur deux atteints de DT2 ignorait son statut diabétique dans le monde** [53]. Le plus grand nombre de cas de diabète non diagnostiqué se trouve dans les pays à revenu faible et intermédiaire (87,5 %) notamment en raison d'un manque de moyens financiers et matériels pour les dépistages des populations. Cependant, les pays à revenu élevé présentent également de fortes proportions de diabète non diagnostiqué (28,8 %). En France hexagonale, environ 20 % des cas de diabète ne sont pas diagnostiqués [54, 55], mais ce chiffre sélève jusqu'à 40 % pour Mayotte [56]. Ainsi la prévalence du diabète non diagnostiqué aux Etats-Unis, était autour de 3 % [57] et en Europe autour de 2 % [58-60], avec en **France hexagonale une estimation à 1,7** % [54, 55].

Le **diabète** peut également être **connu, mais non traité pharmacologiquement** (régime alimentaire, activité physique, auto-surveillance, utilisation de plantes etc.), ce qui représente **environ 20 % des cas de diabète en France hexagonale** [54] (7 % et 10 % en Guyane et aux Antilles et 18 % à la Réunion [61]).

Aussi, une nouvelle nuance a récemment été évoquée dans le Baromètre DROM 2021 [61] qui est la notion de « **petit diabète** ». Cette notion définit les personnes ayant un **diabète diagnostiqué** mais **méconnu de la personne**. Dans les **DROM**, environ **3 %** des personnes ont déclaré qu'elles n'étaient pas atteintes de diabète, mais que leur médecin leur avait déjà signalé « un petit diabète » ou « un début de diabète mais pas trop grave ».

Toutes ces données montrent qu'il existe une **sous-estimation** de la **prévalence** et de **l'incidence** du diabète dans le monde. Les **efforts de prévention**, **dépistage** et **d'éducation** doivent se poursuivre afin de **diminuer la méconnaissance du diabète**, et ainsi réduire le fardeau des complications liées au diabète via la prise en charge précoce.

1.5. Complications diabète de type 2

La **gravité du DT2** est notamment liée à la **comorbidité** (coexistence de deux ou plusieurs maladies chroniques) que le DT2 peut en partie engendrer (il peut exister d'autres facteurs entraînant la comorbidité comme l'obésité ou l'hypertension artérielle) sur les personnes qui en sont atteintes. En effet, le DT2 peut générer, s'il n'est pas pris en charge, des **complications aiguës** et **chroniques**, car l'**hyperglycémie** chronique va **altérer** de nombreux **organes** en favorisant l'inflammation et le stress oxydatif locaux[7]. Ainsi, le **développement des complications** liées au diabète dépend du **degré d'hyperglycémie** et de la **durée d'exposition** à cette hyperglycémie.

[7] L'hyperglycémie pourrait également être impliquée dans la modification épigénétique (modifications transmissibles de l'expression des gènes qui ne s'accompagnent pas de changements des séquences du gène) des gènes impliqués dans les complications.

Ces complications ont de graves conséquences sur la qualité de vie des personnes qui en sont atteintes [62-64].

1.5.1. Les complications aigües

Les **complications aigües** hyperglycémiques dans le DT2 sont très **rares**, et la forme la plus connue est le syndrome hyperosmolaire hyperglycémique (SHH), dû à une déshydratation sévère qui peut engendrer une confusion extrême jusqu'au coma.

Les personnes avec un DT2 peuvent également avoir des **hypoglycémies**, qui sont dues à certains traitements du diabète (sulfamides hypoglycémiants, insuline) dont la posologie serait trop importante par rapport aux besoins.

1.5.2. Les complications chroniques

Les **complications chroniques** du DT2 sont très répandues et peuvent être **microvasculaires** (microangiopathiques, qui touchent les petits vaisseaux sanguins) ou **macrovasculaires** (macroangiopathiques, qui touchent les gros vaisseaux sanguins).

Complications microangiopathiques

Les complications microangiopathiques associées au DT2 sont :

- La **rétinopathie diabétique**

L'**hyperglycémie** prolongée endommage les **vaisseaux rétiniens** provoquant une rétinopathie qui peut évoluer en 15 à 20 ans vers une diminution de l'acuité visuelle jusqu'à la **cécité** [1]. Il existe également d'autres atteintes oculaires comme le glaucome (lésion du nerf optique) ou la cataracte (opacification du cristallin). Le diabète est, dans beaucoup de pays, **la première cause de cécité évitable par la prévention**.

Selon l'IDF, en 2019, la **prévalence mondiale** de la rétinopathie diabétique était estimée à **22,3 %,** avec des variations selon les régions du monde [65]. Il existe cependant peu de données populationnelles sur les tendances de l'incidence de la rétinopathie diabétique. Une revue systématique a montré que **l'incidence annuelle** de la rétinopathie diabétique variait de **2,2 % à 12,7 %** selon les pays [66]. Les données récentes suggèrent que la **rétinopathie diabétique a diminué** au cours des dernières années, grâce à un meilleur contrôle des facteurs de risque (amélioration de l'équilibre glycémique, diminution du tabagisme, diminution de la pression artérielle).

En France, l'étude Entred 3 a permis d'estimer la **prévalence de la rétinopathie** diabétique auto-déclarée en 2019 à **6,8 % en Hexagone**, à 9,4 % en Guadeloupe et **15,9 % à la Réunion** [29]. Comme dans le monde, la prévalence de la rétinopathie diabétique a également eu tendance à diminuer en France depuis ces dernières décennies [67]. Les disparités territoriales des hospitalisations pour les complications liées au diabète peuvent être retrouvées sur la plateforme GEODES.

- **Néphropathie diabétique**

Le glomérule, responsable du bon fonctionnement rénal (filtration du sang), est **endommagé par l'hyperglycémie chronique**, entrainant tout d'abord une **néphropathie diabétique débutante** (stade 1 et 2 de la maladie), qui se traduit par la présence d'albumine dans les urines, et est **asymptomatique**. La maladie va ensuite évoluer vers **l'insuffisance rénale chronique** (IRC) (stade 3A et 3B) jusqu'à **l'insuffisance rénale chronique terminale** (IRCT) (stade 5) qui nécessite un **traitement de suppléance** (greffe rénale, dialyse). Le **DT2** et **l'hypertension** sont les **principales causes d'IRC et d'IRCT**.

Dans le monde, l'incidence de l'I**RC** liée au diabète a diminué de 31,9 pour 100 000 personnes en 1990 à **29,2 pour 100 000** personnes **en 2017** [68]. Cependant, **le nombre de personnes atteintes d'IRC a augmenté de 74 %** dans le monde au cours de ces dernières années, et cela est dû principalement à l'augmentation de la prévalence du diabète [68]. Concernant l'IRCT, les taux d'incidence ont eu tendance à diminuer comme aux Etats-Unis, avec une diminution de 28 % entre 1990 et 2010 [69].

En **France**, en 2016, l'incidence standardisé sur l'âge pour les personnes avec un diabète, traitées pour IRCT (mise sous dialyse ou greffe rénale) était de **133 pour 100 000** personnes avec un diabète (paD) **en 2016** (en 2019, il était de 124 pour 100 000 paD[8]), avec de fortes disparités régionales (78 pour 100 000 paD en Bretagne et 218 pour 100 000 paD à la Réunion) (voir plateforme GEODES) [70].

- **Neuropathie périphérique et autonome, et complications podologiques**

La **neuropathie périphérique** est due à l'hyperglycémie qui altère les artères qui vascularisent les nerfs périphériques. Les nerfs les plus longs (ceux des **membres inférieurs**) sont atteints en premier, à l'extrémité. La neuropathie peut se manifester par des **fourmillements** (les paresthésies), des **douleurs** ou des **troubles de la sensibilité**. **Plus de la moitié des personnes avec un diabète** développent une atteinte de ces nerfs périphériques. En outre, la **neuropathie autonome** est due à une atteinte des nerfs autonomes qui régulent **automatiquement les processus physiologiques** comme les systèmes cardiaques, digestifs ou urogénitaux pouvant entraîner des œdèmes des membres inférieurs, des problèmes digestifs, des dysfonctions érectiles etc.

Les informations sur les **tendances** de la prévalence ou de l'incidence de la **neuropathie** sont **pratiquement inexistantes dans le monde et en France** en raison du manque de données issues d'enquêtes répétées sur la population, et de la diversité des signes cliniques (pas de marqueur de dépistage spécifique), ce qui fait qu'elle peut mettre **longtemps à être diagnostiquée** [71].

Cependant, la perte de sensibilité au niveau des pieds peut avoir de **graves conséquences** : les **amputations des membres inférieurs** (AmpMI), qui sont **10 à 20 fois plus fréquentes** chez les **personnes avec un diabète** que sans diabète [72, 73], et sont souvent la conséquence **de plaies du pied** ou de **mal perforant plantaire** qui n'ont pas été traités et soignés en raison de la perte de sensibilité du patient (qui ne s'est donc pas alerté). Cette complication a de graves conséquences sur

[8] Information retrouvée sur la plateforme GEODES : https://geodes.santepubliquefrance.fr.

la santé physique et psychologique, et sur la qualité de vie des personnes avec un diabète [74, 75] et augmente le risque de décès précoces [76-81].

Plusieurs études internationales ont mis en évidence une **diminution de l'incidence des AmpMI** chez les personnes vivant avec un diabète, que ce soit aux Pays-Bas, en Finlande, aux États-Unis, en Écosse ou au Danemark sur les dix premières années du 21e siècle (Figure 7) [71, 82, 83].

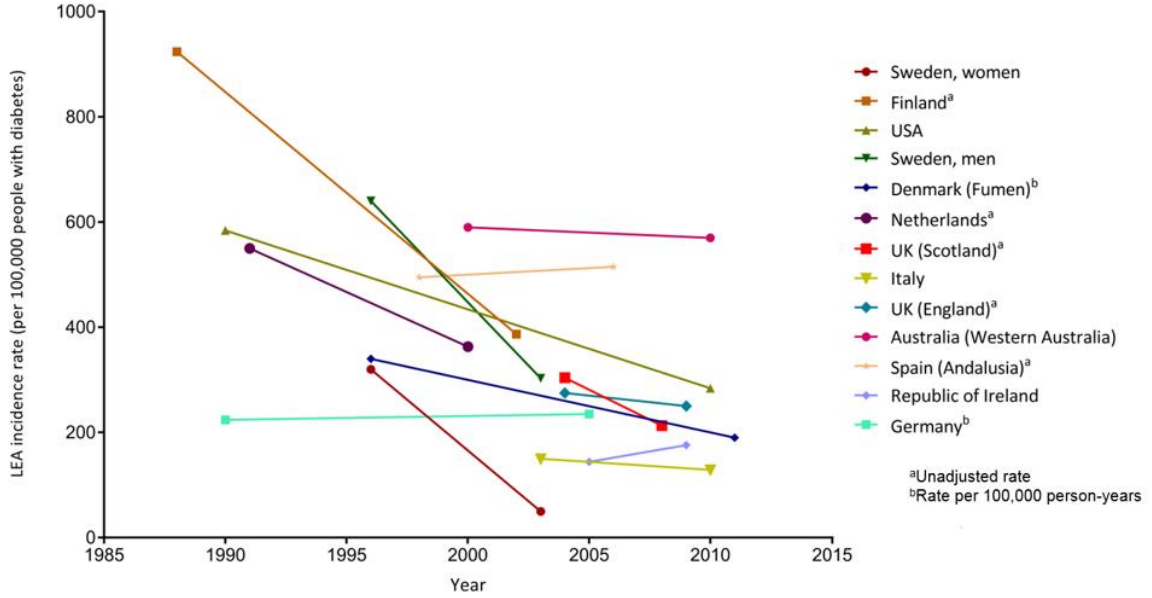


Figure 7 : Tendances des amputation des membres inférieurs chez les personnes atteintes de diabète, par pays, entre 1988 et 2011

Champs : Multipays; Source : études basées sur la population de pays ou de grandes régions de pays. Les références de chaque source sont données dans l'article de Harding JL, et al., 2019; Figure tirée de l'article de Harding JL, et al., 2019 [71] ; [a] Taux non ajusté ; [b] taux pour 100 000 personnes années.

Mais les **résultats** restent encore **mitigés**, notamment pour les années plus **récentes** du fait de différences entre les pays de la définition de l'AmpMI et de la population étudiée [69, 84].

En **France,** les taux **d'incidence des AmpMI** chez les personnes avec un diabète sont **restés stables** entre 2010 et 2016 (255 pour 100 000 en 2016) mais les complications pour plaies du pied nt augmenté sur ces dernières années (voir Figure 8) [70, 85, 86]. De plus, de **fortes inégalités territoriales** existent avec des taux d'AmpMI supérieur dans les DROM (1,5 fois pour la Martinique et 1,2 en Guyane en 2016) et en Hauts-de-France (1,3 fois en 2016) par rapport au taux national [70].

Complications macroangiopathiques

Les **complications macroangiopathiques** incluent les maladies **cardiovasculaires** : infarctus du myocarde (appelé aussi syndrome coronarien aigu (SCA)), coronaropathie, accident vasculaire cérébral (AVC).

Les maladies cardiovasculaires sont **deux à trois fois plus fréquentes** chez les **personnes avec un diabète** que sans diabète, en particulier chez les femmes [87], et font partie des **premières causes d'hospitalisation et de mortalité** (voir partie 1.7) chez les personnes avec un

diabète [88, 89]. En effet l'**hyperglycémie** favorise la formation des plaques d'athérome[9] au niveau des artères, et peut en outre entraîner une activité excessive du système de coagulation sanguine, augmentant ainsi le **risque de formation de caillot sanguin**. Les **comorbidités liées au diabète** (atteinte rénale, hypertension artérielle, dyslipidémie) **augmentent** également le **risque cardiovasculaire**.

Depuis plusieurs années, le **risque de maladies cardiovasculaires** a eu tendance à **diminuer** chez les **personnes avec un diabète**, même si ce risque reste **toujours plus élevé** que chez les **personnes sans diabète** [69, 71, 90]. En **France**, en **2016**, **244 pour 100 000 paD** traité pharmacologiquement ont été hospitalisées pour **infarctus du myocarde transmural**[10] (stable depuis 2010) et **596 pour 100 0000 paD** pour **AVC** (semble augmenter depuis 2010) (Figure 8) [70]. De fortes **disparités régionales** ont été observées pour ces complications cardiovacsulaires, avec une incidence de l'hospitalisation pour AVC qui était 1,3 fois plus élevé en Guyane que le taux national en 2016, alors que pour infarctus du myocarde transmural, il était 0,3 fois plus faible en Guyane (voir plateforme GEODES).

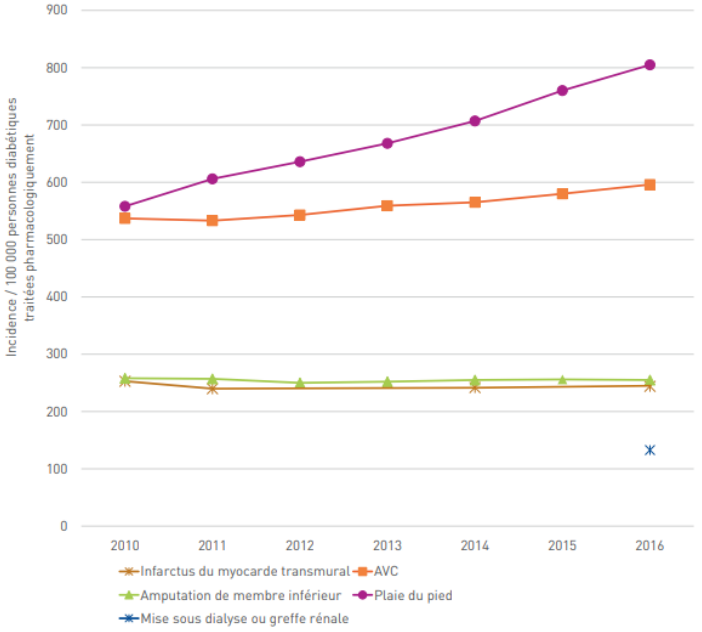


Figure 8 : Evolution de l'incidence des hospitalisation pour les principales complications liées au diabète en France entre 2010 et 2016

Champs : France entière ; Source : SNDS ; Figure tirée de la synthèse épidémiologique de Fosse-Edorh S. et al., 2018 [70]; AVC : accident vasculaire cérébral.

Autres complications

Il existe d'autres complications liés au diabète, comme les **complications bucco-dentaires** (parodontite[11], carie) [88], car l'hyperglycémie va favoriser la croissance des bactéries de la plaque dentaire et induire une réponse inflammatoire détruisant le tissu conjonctif. Concernant **la grossesse**, il existe un risque augmenté de malformations d'autant plus important que le diabète est mal équilibré au moment de la conception,

[9] Dépôts formant des traînées lipidiques surélevées sur la paroi interne de l'artère.
[10] Aussi appelé syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST.
[11] Inflammation des gencives et de l'os pouvant entrainer un déchaussement dentaire.

avec des risques importants d'enfants de poids élevé (risque obstétrical) et de pré-éclampsie[12] par exemple [91]. Le **risque de cancer** (pancréas, sein, colon) [92] est en partie expliqué par l'inflammation, la résistance à l'insuline et l'hyperinsulinémie du DT2, bien que certaines études suggèrent également qu'il pourrait exister un effet protecteur du DT2 pour certaines localisations [93, 94]. Aussi, de « **nouvelles » complications** liées au diabète ont été décrites sur les 15 dernières années dans la littérature, comme le risque **ostéo-articulaire et musculo-squelettique** [95, 96], de **trouble dépressif** [97], d'**anxiété** [98], des **infections** [71, 99], ou encore de **démence** [71, 100]. De nouveaux travaux commencent à émerger sur la surveillance de ces « nouvelles » complications [101-103], mais elles ne sont pas encore systématiquement intégrées dans les systèmes de surveillance des complications du diabète.

1.6. Les traitements et suivis clinique du diabète de type 2

1.6.1. La prévention tertiaire du diabète de type 2

Afin de **limiter l'apparition de ces complications**, le DT2 doit être **surveillé et contrôlé régulièrement**. Cela passe par le **contrôle de l'équilibre glycémique, via des traitements hygiéno-diététiques ou médicamentaux**, la **surveillance des complications** et la **recherche de comorbidités** pouvant aggraver le pronostic évolutif de la maladie : c'est le rôle de la **prévention tertiaire du diabète**.

Les objectifs des consultations de suivi sont de **vérifier l'équilibre glycémique par la mesure du niveau d'HbA1c[13].** Pour atteindre cet équilibre glycémique, des **traitements** peuvent être **adaptés** selon leurs tolérances et efficacités. En outre, **les complications** ou les facteurs de risque sont dépistés régulièrement par des **examens cliniques**, l'explorations biologiques et les examens complémentaires spécifiques.

Les **objectifs thérapeutiques glycémiques** des personnes avec un diabète dépendent fortement de la personne (âge, sexe, comorbidités, ancienneté du diabète, grossesse etc.), mais pour la plupart des personnes, **la cible d'HbA1c est fixée à 7 % ou moins[14]** [50].

La fréquence et le type d'examen (clinique et biologique) recommandés par la HAS [14] sont indiqués dans le Tableau 1.

[12] Maladie de la grossesse qui associe une hypertension artérielle et la présence de protéines dans les urines. Elle résulte d'un dysfonctionnement du placenta.

[13] Il existe d'autres moyens pour mesurer la glycémie comme la glycémie capillaire ou les taux de glucose interstitiel (liquide qui remplit les espaces entre les cellules) via des capteurs de glucose, mais ces mesures ne sont pas systématiquement recommandées pour tous les patients, et dépendent de situations spécifiques.

[14] Les objectifs glycémiques selon les profils sont donnés en Annexe 3 p 41 des nouvelles recommandations de la HAS sur la « Stratégie thérapeutique du patient vivant avec un diabète de type 2 ».

Tableau 1 : Examens et consultations recommandés par la HAS pour le suivi clinique des personnes avec un DT2

Type d'examen	Fréquence
Dosage de l'HbA1C	3 fois /an (minimum)
Dosage lipidique	1 fois /an (minimum)
Dosage de la créatinémie	1 fois /an (minimum)
Dosage de la microalbuminurie	1 fois /an (minimum)
Consultation d'ophtalmologie	1 fois /2 ans (minimum)
Consultation dentaire	1 fois /an (minimum)
Consultation cardiologique ou électrocardiogramme (ECG)	1 fois /an (minimum)
Consultation podologique	Pas de fréquence recommandée

Recommandations données par la HAS [14].

En France, la **loi d'orientation** relative à la **politique de santé publique de 2004**[15] avait fixé comme objectif que **80 % des personnes avec un diabète** aient bénéficié **des recommandations** de bonnes pratiques cliniques émises par l'agence nationale d'accréditation et d'évaluation de la santé (ANAES) (Tableau 1, sauf le suivi podologique).

La proportion de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement ayant bénéficiée des examens de **suivi recommandés a eu tendance à augmenter** depuis les premières données d'Entred 1 (Figure 9), bien que la plupart des **examens recommandés ne remplissent pas les objectifs fixés de 80 %** [70]. Récemment, les résultats d'Entred 3 montrent en 2019 que 46 % des personnes avec un diabète traité pharmacologiquement en Hexagone avaient eu au moins une consultation chez un cardiologue, 55 % chez un ophtalmologue, 40 % chez un dentiste (stomatologue ou chirurgien-dentiste), 58 % avaient eu au moins trois dosages d'HbA1c, 43 % de la microalbuminurie et 79 % un dosage lipidique [29]. Dans les **DROM**, il peut exister des différences dans la **fréquence de suivi de ces examens** par rapport à l'Hexagone [29] (voir plateforme GEODES). Par exemple, une fréquence similaire à l'Hexagone a été retrouvée dans la consultation d'un ophtalmologue en Guadeloupe et en Martinique, mais une fréquence moindre a été retrouvée en Guyane (37 %) et à la Réunion (46 %). Au contraire, le dosage de la microalbuminurie était plus fréquent à la Réunion (58 %) et en Guadeloupe (55 %) qu'en Hexagone.

Bien que la fréquence des différents examens recommandés tende à augmenter avec le temps, **la majorité des examens cliniques reste encore insuffisamment réalisée**. La plateforme GEODES met à disposition la fréquence de ces examens recommandés pour toutes les régions françaises, couvrant la période de 2010 à 2023 à ce jour.

[15] Loi n° 2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique. Journal Officiel 2004;11 août https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000787078/.

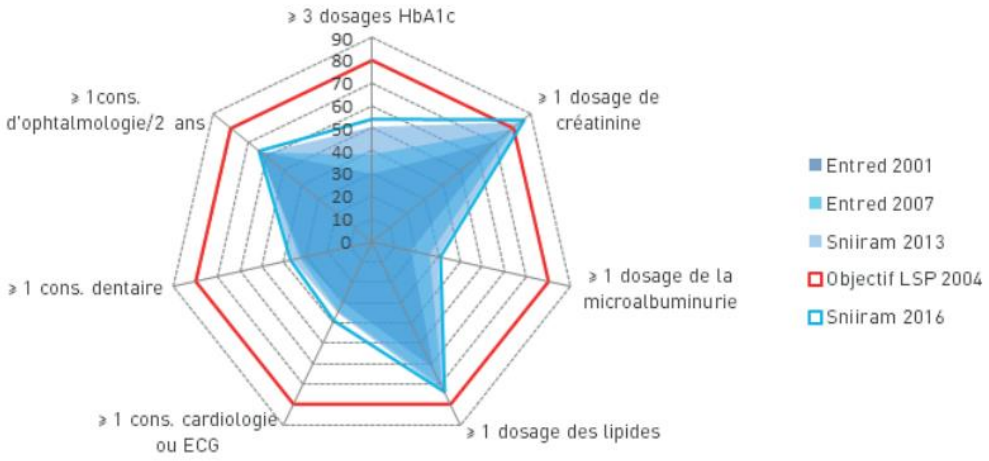


Figure 9 : Evolution de proportion de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement ayant bénéficié des examens recommandés en France, en 2001, 2007, 2013 et 2016

Champ : France entière hors Mayotte ; Sources : SNDS ; Figure tirée de la synthèse épidémiologique de Fosse-Edorh S., et al., 2018 [70] ; LSP : loi de Santé publique ; Entred : échantillon national représentatif des personnes diabétiques ; Sniiram : système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie.

1.6.2. Les traitements du diabète de type 2

Le traitement du DT2 repose sur plusieurs stratégies thérapeutiques.

La **première stratégie thérapeutique** repose sur la mise en place de **mesures hygiéno-diététiques** efficaces (équilibre alimentaire, activité physique régulière, sevrage tabagique) avant tout traitement médicamenteux, et adaptées au profil du patient (environnement socio-culturel, habitudes de vie et alimentaire etc.). Pour la **première fois** en 2024**, la HAS positionne en première intention** les **thérapeutiques non médicamenteuses**, dont l'activité physique adaptée et des programmes nutritionnels, dans la prise en charge initiale du patient avec un DT2 [50].

La **deuxième stratégie thérapeutique** via un **traitement médicamenteux** va être mise en place si la prise en charge non médicamenteuse n'a pas permis d'atteindre les objectifs fixés avec le patient ou s'il y a des complications liées au diabète qui justifient l'introduction de certaines classes thérapeutiques (voir Figure 10). Les traitements médicamenteux du diabète sont administrés par **voie orale ou voie injectable**, et sont choisis en **fonction du profil du patient** (besoin, préférence, acceptabilité) et des **caractéristiques** des traitements**.**

La **metformine**, médicament oral hypoglycémiant de la classe des biguanides, est le traitement médicamenteux **recommandé en première intention** en cas de DT2, en raison de son ancienneté, de son faible coût, de ses effets sur l'HbA1c et de sa tolérance. La metformine aide l'insuline à agir au niveau des cellules et donc à diminuer la glycémie. En France, en 2019, environ 80 % des personnes avec un diabète étaient traitées par metformine (seule ou associée) [29].

De nouvelles classes thérapeutiques ont émergé depuis ces dernières années, comme les **inhibiteurs du du cotransporteur 2 sodium/glucose** (iSGLT2) et les **agonistes du récepteur au GLP1** (aGLP1 : analogue du glucagon-like peptide 1). Elles sont particulièrement importantes pour la prévention des **complications cardiovasculaires et rénales** des personnes DT2 (voir Figure 10).

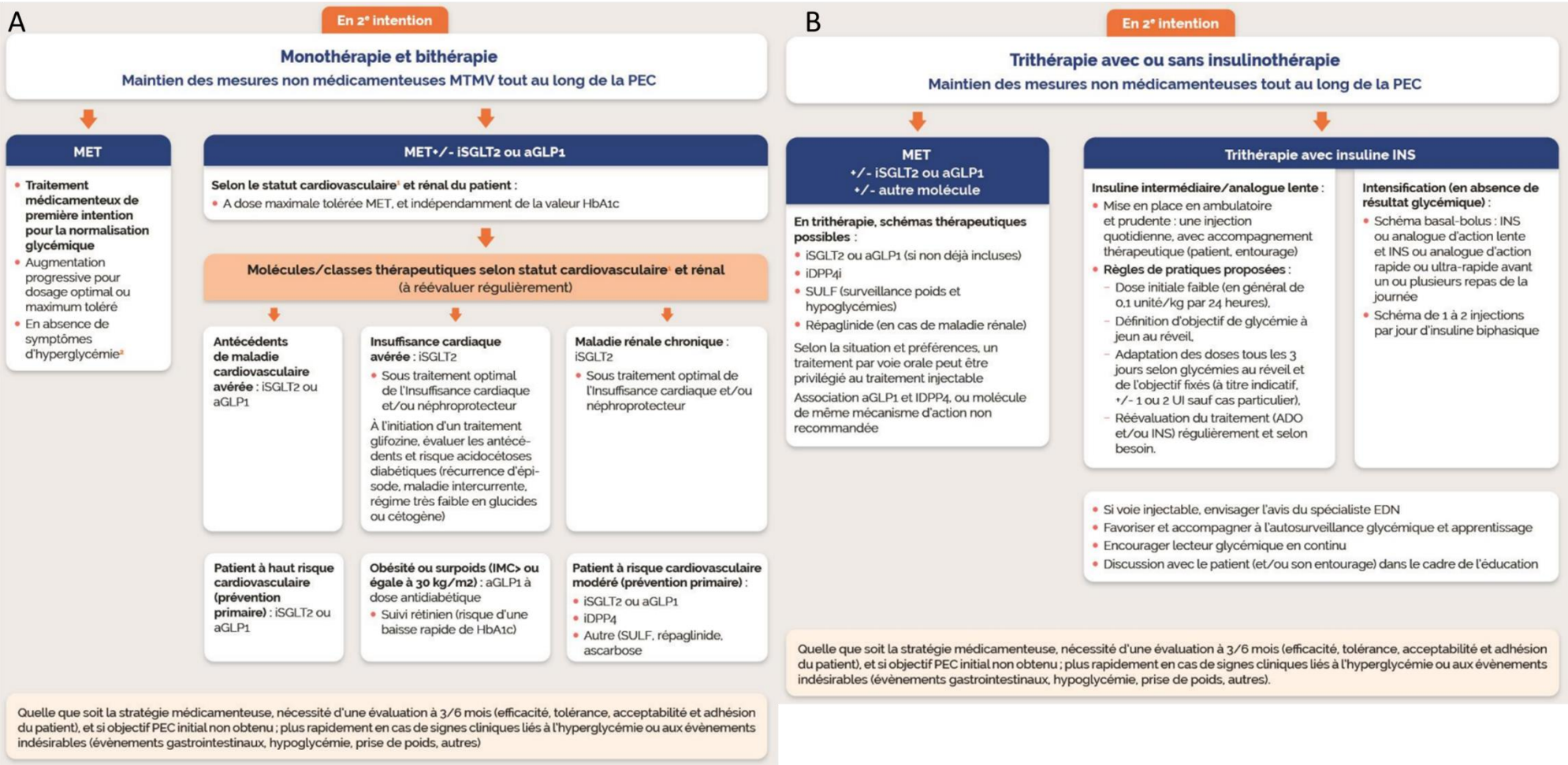


Figure 10 : Recommandation HAS 2024 concernant la prise en charge médicamenteuse en monothérapie (A), bithérapie et trithérapie (C) du DT2

Recommandation de la HAS dans la prise en charge du diabète de type 2 [50] ; MTMV : modifications thérapeutiques du mode de vie ; PEC : prise en charge ; MET : metformine ; HbA1c : hémoglobine glyquée A1c; iSGLT2 : inhibiteurs du SGLT2 (sodium/glucose cotransporteur 2); aGLP1 : analogue du glucagon-like peptide; IMC : indice de masse corporelle ; iDDP4: inhibiteurs de dipeptidylpeptidase-4; SULF : sulfamide ; ADO : Antidiabétique oral; INS : insuline ; EDN : endocrinologues diabétologues nutritionnistes.

A noter que les insulines (humaines ou analogues) peuvent être également utilisées en cas de DT2, mais leur utilisation n'est pas recommandée en première intention car elle est plus délicate et nécessite une haute surveillance notamment pour éviter des hypoglycémies sévères.

L'évolution constante des traitements médicamenteux, de leur administration (récemment système de boucle fermée pour les traitements par insuline chez les personnes DT1) et les preuves scientifiques associées nécessitent une mise à jour constante des recommandations. Par exemple, le Benfluorex, appelé aussi Mediator, commercialisé en 1976, a été interdit en France en 2009 du fait de sa toxicité.

1.7. Mortalité toutes causes et par causes spécifiques

Selon l'IDF en 2021, **12,2 % des décès mondiaux** toutes causes confondues étaient dus **au diabète et à ses complications** chez les personnes de 20-79 ans (hors mortalité par COVID-19), avec un tiers de ces décès survenus avant 60 ans [13]. La proportion des décès liés au diabète avant 60 ans varie fortement selon les régions du monde, avec 24,5 % dans la région du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord contre 7,7 % en Europe.

Le DT2 est en effet responsable d'une **mortalité prématurée** par rapport aux personnes sans diabète. Une étude a montré dans 23 pays à revenu élevé que les années de vie perdues à l'âge de 20 ans à cause du DT2 variaient entre **2,5 ans à 12,9 ans** selon le pays [104]. Cependant, du fait de l'amélioration de la prévention, de la gestion et des traitements du DT2, cette étude montrait que **l'espérance de vie** des personnes avec un DT2 avait **augmenté entre 2005 et 2019** dans la majorité des pays étudiés. Etant donné que l'âge au diagnostic détermine en partie la mortalité des personnes avec un DT2 [105], retarder son apparition via des interventions précoces permet également d'augmenter l'espérance de vie des personnes avec un DT2. Ainsi, globalement, la **mortalité toutes causes confondues** chez les personnes avec un DT2 a **diminué** dans la plupart des pays à revenu élevé ces dernières années [71, 106-114]. A noter que cette diminution explique en partie l'augmentation de la prévalence du diabète, alors que l'incidence semble se stabiliser dans la plupart des pays.

La surmortalité toutes causes confondues des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète demeure cependant **très important**, avec un sur-risque de près **de 1,3 à 2 fois plus élevé** dans la plupart des pays, car la mortalité des personnes sans diabète a également diminué au cours du temps [106, 108-111]. Cependant, dans certains pays [111], une réduction plus importante de la mortalité des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète a été observée, comme aux Etats-Unis, où une diminution presque de moitié de la surmortalité des personnes avec un diabète a été constatée au cours des deux dernières décennies [107].

A noter que selon les pays, la mortalité peut être plus élevée chez les femmes que chez les hommes avec un diabète [87], tandis que dans d'autres pays, c'est l'inverse qui est observé [87, 115]. En France, ce sont les hommes avec un diabète qui ont des taux de mortalité plus élevés que les femmes [116].

La diminution de la mortalité toutes causes confondues chez les personnes avec un diabète (et sans diabète) est en partie expliquée par la **diminution de la principale cause de mortalité** dans ces populations : la mortalité **par maladies cardiovasculaires** [107, 109, 110, 112, 117]. Cette diminution a conduit à des changements importants dans la proportion des causes de décès des personnes avec (et sans) un diabète (Figure 11).

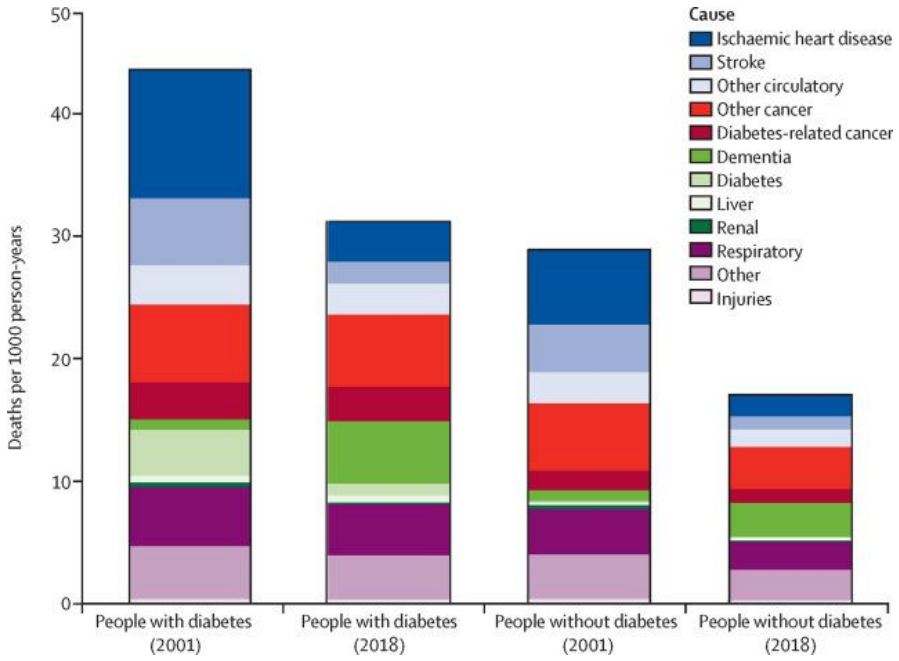


Figure 11 : Taux de mortalité par causes chez les personnes avec un diabète et sans diabète en 2001 et 2018 en Angleterre

Champs : Angleterre ; Source : Base de données de soins primaire (Clinical Practice Research Datalink); Figure tirée de l'artcile de Pearson-Stuttard J., et al., 2021 [109] ; Ischaemic heart disease : Cardiopathie ischémique ; stoke : accident vasculaire cérébral; other circulatory : autre appareil circulatoire; other cancer : autre cancer; diabetes-related cancer : cancer lié au diabète; dementia : démence; diabetes : diabète; liver : foie; renal : rénal; respiratory : respiratoire; other : autres; injuries : blessures ; peolple with diabetes : personnes avec un diabète ; people without diabetes ; personnes sans diabète.

Aux Etats-Unis, la proportion de la mortalité par maladies cardiovasculaires a diminué, passant de 48 % en 1988-1994 à 34 % en 2010-2015 [107] et en Angleterre de 44 % en 2001 à 24 % en 2018 [109] (avec en Angleterre des taux de mortalité par maladies cardiovasculaires qui sont passés de 18,5 en 2001 à 7,5 pour 1 000 personnes-années en 2018; Figure 11). La diminution de la mortalité par maladies cardiovasculaires a généralement été attribuée à l'amélioration des parcours de traitements, de la gestion des facteurs de risque [118] et des comportements liés au mode de vie [119].

Cela a eu comme conséquence la **diversification des causes de décès** dans la population avec un diabète (et sans diabète) sur les dernières années [99, 109, 117].

Ainsi, la proportion de la mortalité **par tumeurs** est passée en Angleterre de 22 % en 2001 à 28 % en 2018, faisant de cette cause de décès **la plus grande part des causes de décès chez les personnes avec un diabète en 2018** [109] (Figure 11). Aux Etats-Unis, la proportion de décès par cancer est restée stable au fil du temps allant de 16 % à 20 % (1998 à 2015) [107]. Cependant, les taux de mortalité liés au cancer chez les personnes avec un diabète ont diminué en Angleterre (10,5 en 2001 à 9,3 pour 1 000 personnes-années en 2018; Figure 11) comme aux Etats-Unis [107, 109]. Une

autre étude aux Etats-Unis a montré une diminution de la mortalité par cancer seulement chez les hommes mais pas chez les femmes [120]. Des études ont également montré une augmentation de la mortalité pour **démence** des personnes avec un diabète [117]. Par exemple en Angleterre, la démence représentait 3 % des décès en 2001 en Angleterre, est passée à 16 % en 2018 [109] (Figure 11). Globalement, et pour la majorité des causes de décès, l**es personnes avec un diabète** présentaient un **risque plus élevé de décès** que les **personnes sans diabète** [107, 109].

Cependant, les données sur les tendances des causes de décès dans la population avec un diabète sont rares, et les données existantes proviennent principalement des pays à revenus élevés. Or, les pays à revenus faibles et intermédiaires ont la majorité du poids du diabète. Ainsi, une étude récente a montré qu'au niveau mondial, la mortalité liée aux complications cardiovasculaires du diabète aurait au contraire augmenté entre 2000 et 2016 [121].

En France les études Entred 1 et Entred 2 ont permis de montrer que la **mortalité toutes causes** confondues des personnes avec un diabète avait également **diminué entre 2001 et 2007** [116]. Cette étude montre également que la **surmortalité** toutes causes confondues reste **1,3 fois plus élevée chez les hommes** (diminution par rapport à 2001 où elle était de 1,5) et **1,5 fois plus élevée chez les femmes** par rapport à leurs homologues sans diabète.

Aussi cette étude a montré que les décès par **maladies cardiovasculaires** et cancers **semblaient avoir diminué entre 2001 et 2007** (diminution significative de la moralité par maladies cardiovasculaires chez les hommes), même si la surmortalité des personnes avec un diabète restait très élevée par rapport aux personnes sans diabète [116].

La nouvelle édition d'Entred 3 permettra bientôt de connaître les tendances de mortalité toutes causes et par causes spécifiques pour les périodes plus récentes.

Jusqu'à présent, les enquêtes Entred, représentatives de la population diabétique, ont permis d'étudier la mortalité en évitant de la sous-estimer, contrairement aux études qui utilisaient des seules données de mortalité issues des certificats de décès (voir la section METHODES partie 2.3.3). Nous verrons que les travaux menés dans le cadre de cette thèse, ont permis pour la première fois d'étudier la mortalité des personnes avec un diabète à partir des différentes bases de données du Système National des Données de Santé (SNDS).

Focus sur la COVID-19

La **pandémie de la COVID-19** est apparue en décembre 2019, avec des premiers groupes de cas repérés dans la ville de Wuhan, en Chine, et où les infections par la COVID-19 se sont rapidement propagées partout dans le monde, ce qui a incité **l'OMS à déclarer en mars 2020**, **l'état d'urgence de pandémie mondiale** [122]. Dès les premières études sur la COVID-19, les personnes avec **un diabète** ont rapidement été décrites comme présentant **un risque particulièrement élevé** de développer des **complications graves** [123-125]. Ainsi, l'**âge**, le **sexe masculin**, le **désavantage socio-économique** et les **comorbidités** (obésité, diabète, cardiopathie, maladie rénale chronique) ont été

associés à un **risque accru de complications** et de **mortalité par COVID-19** dans la population avec et sans diabète [126-129].

L'IDF a estimé en 2021, que les **personnes avec un diabète** avaient une probabilité **3,4 fois plus élevée d'être hospitalisées en raison de la COVID-19** par rapport aux personnes sans diabète (1,7 fois après ajustement sur l'âge, le sexe et les comorbidités), et les personnes avec un diabète hospitalisées pour COVID-19 avaient **2,3 fois plus de risque de décéder** que les personnes sans diabète (1,6 après ajustement sur l'âge, le sexe et les comorbidités) [13, 130]. Ainsi de nombreux pays ont montré une surmortalité liée à la COVID-19 des personnes avec un diabète en 2020 et 2021, stoppant les tendances favorables de l'évolution de la mortalité des dernières décennies [126, 131].

En France, **quatre vagues épidémiques** à fort **taux d'hospitalisations, de soins critiques, de décès** liés à la COVID-19 ont eu lieu de **2020 jusqu'à fin 2021** (Figure 12).

Les régions les plus touchées par la COVID-19 ont d'abord été les régions de l'Est de la France et la région d'Ile-de-France lors de la première vague épidémique. Les DROM ont été touchés par « retardement » en quatrième vague épidémique [132, 133]. Chez les personnes avec un diabète, le sur-risque d'hospitalisation [134] et de décès hospitalier a suivi les tendances mondiales (sur-risque de 1,7 ajusté sur les caractéristiques sociodémographiques et autres facteurs de risque) [135].

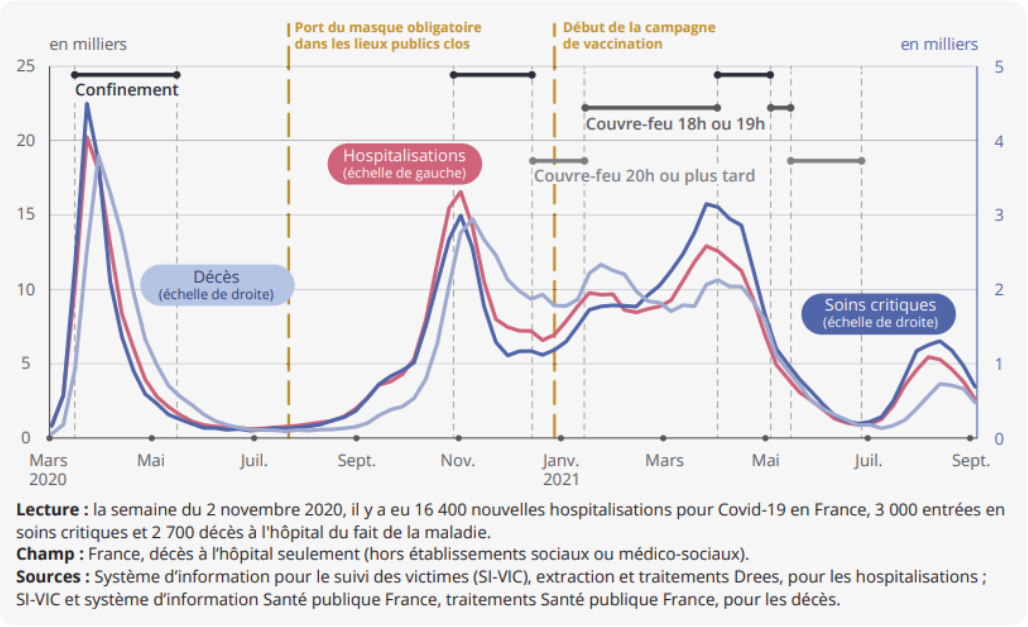


Figure 12 : Nombre hebdomadaire de nouvelles hospitalisations, d'entrées en soins critiques et de décès à l'hôpital liés à la COVID-19 en France de 2020 à 2021

Le champ et sources de données sont directement indiqués dans la figure ; Figure tirée d'une étude INSEE Références 2021 [132].

Dans de nombreux pays, **la vaccination** contre la COVID-19 a été déployée massivement, réduisant le nombre de décès par COVID-19 (en France **début 2021 ;** Figure 12). Cependant, alors que la France a eu une assez bonne adhésion à la vaccination[16], les personnes avec un

[16] https://datavaccin-covid.ameli.fr/pages/synthese/.

diabète restaient particulièrement vulnérables à la COVID-19, même après la vaccination [135].

Bien que la **fin d'état d'urgence de la COVID-19** ait été déclarée par l'OMS **début 2023** [136], la pandémie de la COVID-19 continuera d'avoir des **effets à long terme sur la santé** des personnes avec (et sans) diabète. De nouvelles études ont notamment suggéré un effet direct de la COVID-19 sur **le développement de nouveaux cas de DT2** [43, 137, 138]. De plus, les systèmes de soin ayant été ralentis durant les deux premières années de la pandémie [139], un effet de « **rattrapage » des complications et des soins** pourraient s'observer sur les prochaines années, ainsi que **d'autres effets indirects** de la crise sanitaire. Par exemple en France, le taux de suicide a augmenté sur ces deux dernières années [140].

1.8. Coût économique du diabète

Le **diabète** représente un **coût humain** et **économique considérable** pour les pays et leurs systèmes de santé.

En 2021, l'IDF estimait que le **coût direct lié au diabète**, c'est-à-dire les dépenses de santé liées au diabète[17] (traitement, médicaments, séjours hospitaliers, traitement des complications), **s'élevait à près de 966 milliards de dollars** [13]. Les pays où les dépenses liées au diabète sont les plus élevées sont les Etats-Unis (379,5 milliards de dollars), la Chine (165,3 milliards de dollars) et le Brésil (42,9 milliards de dollars) [13]. Les **dépenses annuelles** liées au diabète par personne sont variables selon les pays, avec des **dépenses les plus élevées** dans **les pays européens**, où la Suisse qui se situe en première position avec 12 828 dollars dépensés par personne avec un diabète (en Norvège 11 166 dollars, en Islande 8 401 dollars), suivie des Etats-Unis avec 11 779 dollars dépensés par personne [13].

En France, en 2020, l'Assurance Maladie a estimé à **9 milliards d'euros** (5 % des dépenses totales) la prise en charge spécifique du diabète [141]. Les **dépenses annuelles moyennes** liées à la prise en charge du diabète étaient de **2 200 euros par personne en 2020**, mais ce chiffre ne prend pas en compte les dépenses non spécifiques liées au diabète (6 930 euros par an par patient en 2018 pour l'ensemble des dépenses de santé) et varie fortement selon le **niveau de sévérité de la maladie** [141]. Les personnes atteintes d'une maladie chronique qui nécessite un traitement prolongé et une thérapeutique particulièrement coûteuse peuvent **bénéficier,** en France, **du dispositif des affections de longue durée** (**ALD**) visant à réduire le reste à charge (après prise en charge par l'Assurance Maladie obligatoire). Ce dispositif **représente environ 66 % de la dépense totale** (toutes maladies confondues) remboursée par l'Assurance Maladie [141]. En 2022, **84 % des personnes avec un diabète** (de type 1 ou de type 2) ont été prises en charge par une **ALD spécifique au diabète**, et environ **10 % par une ALD non spécifique au diabète[18]** (autres maladies chroniques) [141].

[17] Les coûts indirects sont définis comme les pertes de productivité ou de production associé à la morbidité et à la mortalité prématurée.

[18] En effet, une personne peut avoir plusieurs ALD (en moyenne deux), mais elle peut aussi ne pas faire de nouvelle demande si l'ALD qu'elle a déjà rembourse également les soins et traitements d'une autre pathologie.

Epilogue

Le diabète, et plus spécifiquement **le DT2**, représente un **fardeau mondial** qui tend à s'alourdir dans les prochaines décennies. Les **progrès** en matière de traitement et de prévention réalisés ces dernières années ont permis de **prolonger considérablement l'espérance de vie des personnes vivant avec un diabète**. De ce fait, les **profils des personnes avec un diabète** ou à risque de développer un diabète (âge plus jeune) et les **complications** liées au diabète se **diversifient.**

Pour le futur, le diabète (sa pathogénèse, sa prévention, ses traitements) nécessite donc d'être approché de manière plus **holistique**, en prenant davantage en compte la **diversité biologique, culturelle, comportementale et environnementale de la population**. Les futures innovations médicales et technologiques du diabète ne devront plus considérer le diabète comme une seule maladie unique, mais comme **une maladie singulière à chaque personne et** qui engendre des **multimorbidités variées**.

Comme nous le verrons dans les prochaines sections de cette thèse, l'une des premières étapes pour réduire le fardeau du diabète consiste à accorder une attention particulière aux **inégalités sociales de santé**.

2. Les inégalités sociales de santé

« Je conçois dans l'espèce humaine deux sortes d'inégalités. L'une que j'appelle naturelle ou physique parce qu'elle est établie par la nature, et qui consiste dans la différence des âges, de la santé, des forces du corps et des qualités de l'esprit ou de l'âme ; l'autre qu'on peut appeler inégalité morale ou politique parce qu'elle dépend d'une sorte de convention, et qu'elle est établie ou du moins autorisée par le consentement des hommes »

Jean-Jacques Rousseau

2.1. Historique

Historiquement les premiers penseurs modernes s'intéressant aux inégalités entre les humains datent du 18e siècle, avec les écrits de **Jean-Jacques Rousseau** (1712-1778) qui propose une distinction entre les inégalités dites « naturelles » ou « physiques », et les inégalités dites « morales » [142] (voir citation du chapitre). Par la suite d'autres théories en économie, sociologie ou en philosophie ont tenté d'expliquer les inégalités sociales, que nous verrons en partie 2.2.4, guidant ainsi la recherche en épidémiologie sociale moderne. Les premiers travaux précurseurs de **l'épidémiologie sociale** telle qu'on la connaît aujourd'hui – discipline visant à **comprendre et identifier** le rôle de différents **déterminants sociaux** (voir partie 2.2.3) dans les **problématiques de santé** et de comportements de santé **au sein d'une population**, dans **un espace** et une **période donnée** [143] – sont ceux de Villermé et de Durkheim[19].

Les travaux de **Louis-René Villermé** (1782-1863), médecin français du 19e siècle, ont montré que les niveaux de mortalité étaient très différents selon le niveau socio-économique des quartiers de Paris du 19e siècle [144]. Plus tard, ceux **d'Emile Durkheim** (1858-1917), sociologue français du 19e/20e siècle, montraient le lien entre isolement relationnel et taux de suicide [145].

Mais ce n'est que récemment que l'épidémiologiste britannique **Geoffrey Rose** (1926-1993) a apporté au raisonnement de l'épidémiologie sociale moderne **l'approche populationnelle** [146], impliquant ainsi une compréhension importante en termes de facteurs de risque des maladies et problèmes de santé et de prévention de ces maladies. Cette approche populationnelle implique que **le risque d'avoir une maladie concerne toute la population** avec des personnes à faible risque et d'autres à haut risque, en fonction de facteurs biologiques, d'exposition et de protection durant leur vie. Il introduit ainsi l'idée du « **gradient social** » d'une maladie, qui a été développée par la suite par Michael Marmot, montrant que les inégalités sociales de santé traversent l'ensemble de la société, avec des niveaux de maladies plus élevés chez les personnes avec une situation

[19] L'ensemble de ce bilan historique s'inspire largement du livre de Cécile Vuillermoz, Séverine Deguen, Stéphanie Vandentorren, Maria Melchior. L'épidémiologie sociale : Concepts, méthodes et exemples d'application. Rennes : Presses de l'EHESP, 2024, 233 p. ISSN : 2275-1874. ISBN : 978-2-8109-1159-2.

sociale défavorisée par rapport à celles qui ont une situation sociale intermédiaire, qui eux-mêmes ont des niveaux de maladies plus élevés que celles qui ont une situation sociale favorisée. Geoffrey Rose développe également l'idée du « **paradoxe de la prévention** » qui provient du fait qu'« un grand nombre de personnes à faible risque peuvent donner lieu à davantage de cas de maladies qu'un petit nombre de personnes à haut risque »[20] [146]. Ces idées ont eu une grande importance en termes de stratégie d'intervention et de prévention des maladies, indiquant que les actions permettant de faire baisser les facteurs de risque d'une maladie sont généralement plus efficaces quand elles ciblent toute la population, plutôt que les personnes à haut risque de la maladie. C'est sous cette influence que Michael Marmot a

introduit la notion de « **l'universalisme proportionné** » comme stratégie de diminution des inégalités sociales de santé, stratégie visant à mener des actions de prévention sur l'ensemble de la population, mais avec des intensités différentes [147].

Ces premiers travaux ont eu une grande importance dans le développement de l'épidémiologie sociale que l'on connaît aujourd'hui. Ils ont permis d'initier de **nombreux travaux sur le lien entre inégalités sociales et l'état de santé** de la population depuis le début du 21e siècle, dont les travaux de Leclerc A. et al., qui ont documenté l'espérance de vie à 35 ans des hommes et des femmes résidant en France selon les catégories socio-professionnelles en 2008 [148]. Ces données ont régulièrement été mises à jour par l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE). Ainsi, entre 2020-2022 en France, les hommes cadres et professions intellectuelles supérieures de 35 ans vivent en moyenne 5,3 ans de plus que les ouvriers (contre 7,0 ans entre 1991-1999) et 3,4 ans de plus pour les femmes (contre 2,6 ans entre 1991-1999) [149].

La **réduction des inégalités sociales de santé** fait partie des **enjeux majeurs des stratégies de politique publique** dans de nombreux pays du monde, dont la France. En 2012, le Conseil régional Europe de l'OMS a inscrit la réduction des inégalités de santé comme premier objectif stratégique [150]. En France, elle a été l'un des axes fort de la loi de modernisation du système de santé de 2016[21].

2.2. Qu'est-ce que les inégalités sociales de santé ?

2.2.1. Quelques concepts clés

Il existe plusieurs concepts pour parler des personnes qui se trouvent dans des situations sociales et économiques difficiles. Avant toute chose, il est important de définir ces différents concepts. Alors que

la **pauvreté** fait référence aux personnes qui manquent de moyens matériels, d'argent, la **précarité** renvoie à ce qui est instable, incertain. La **vulnérabilité** renvoie au concept de la « potentialité à être blessé » [143]. Elle est universelle (nous sommes tous vulnérables), potentielle (peut-

[20] de la traduction *: « a large number of people at a small risk may give rise to more cases of disease than the small number who are at high risk ».*

[21] Loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031912641/.

être possible), relationnelle et contextuelle (nous sommes vulnérables dans un contexte donné et en fonction des protections dont nous disposons), individuelle (nous ne sommes pas tous frappés de la même manière) et réversible (possibilité d'agir sur les facteurs) [143]. Enfin **l'exclusion sociale** fait référence à un processus de mise à l'écart de la société d'un individu ou d'un groupe d'individus.

Il existe donc principalement deux manières d'appréhender la relation entre une situation sociale et la santé. Une première approche est d'étudier le lien entre « **santé-précarité** », en prenant en compte les « phénomènes les plus visibles, à savoir la pauvreté ou […] l'exclusion » [151, 152]. La deuxième approche est d'étudier le lien en termes « **d'inégalités sociales de santé** » qui fait référence à l'ensemble du corps social et « à la façon dont s'y inscrit un gradient sanitaire entre les différentes catégories sociales » [151, 152]. Ainsi, l'approche par la précarité sociale se focalise sur une partie de la population, alors que l'approche des inégalités sociales s'intéresse à **l'ensemble de la population**. C'est cette dernière approche que nous avons utilisée dans le cadre des travaux de cette thèse.

Il faut aussi différencier les notions d'équité et d'inégalité. La notion **d'équité** fait référence à la similitude entre les personnes, au fait que les personnes qui ont le plus de besoins reçoivent plus que celles qui ont le moins de besoins. Alors que la notion d'**égalité** renvoie au fait que chacun reçoive la même chose, quels que soient ses besoins d'origine (voir Figure 13).

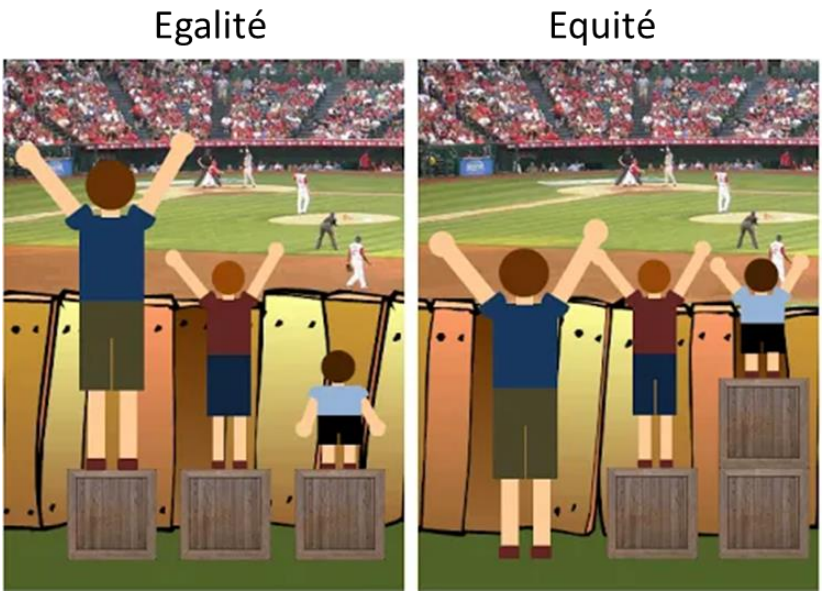


Figure 13 : Différence entre l'égalité et l'équité

Illustration créée par Craig Froehle, University of Cincinnati. https://plus.google.com/+CraigFroehle/posts/AdKcNKesXwa.

2.2.2. Définition des inégalités sociales de santé

La définition donnée par l'OMS en 2013 pour définir les inégalités en matière de santé est : « Les inégalités en matière de santé sont des inégalités évitables entre des groupes de personnes au sein d'un même pays et entre des pays différents. Elles résultent d'inégalités au sein des sociétés et entre elles. Les conditions sociales et économiques et leurs effets sur la vie des gens déterminent leur risque de maladie et les mesures prises pour éviter qu'ils ne tombent malades ou pour

traiter la maladie lorsqu'elle survient »[22] [153]. Les inégalités sociales de santé s'inscrivent donc dans **l'ensemble de la population**, quelle que soit la position sociale au sein de la société, et sont observées dans **tous les pays du monde**, bien qu'à des ampleurs différentes selon les pays et les problèmes de santé étudiés. Les inégalités sociales de santé suivent, pour la majorité des problèmes de santé, une **distribution socialement stratifiée** au sein de la population, appelée **gradient social** de santé. Ainsi, l'état de santé des personnes se trouvant dans les catégories sociales les plus favorisées sera meilleure que celui des catégories sociales se trouvant juste en dessous, et ainsi de suite, jusqu'aux catégories sociales les plus défavorisées [154]. Enfin, les inégalités sociales de santé sont considérées comme **injustes**[23], car elles résultent de circonstances **indépendantes de la responsabilité des personnes** : « les différences systématiques d'état de santé qui pourraient être évitées par des mesures judicieuses sont tout bonnement injustes » [155].

2.2.3. Les déterminants sociaux de la santé

L'état de santé d'une personne est influencé par plusieurs facteurs appelés **déterminants sociaux.** Les déterminants sociaux sont définis par l'OMS comme « les circonstances dans lesquelles les individus naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent, ainsi que les systèmes mis en place pour faire face à la maladie. Ces circonstances sont à leur tour influencées par un ensemble plus large de forces : l'économie, les politiques sociales et la politique[24] » [153, 156]. Il existe deux principaux modèles théoriques permettant de mettre en lien tous ces déterminants. Le modèle de Dahlgren et Witehead [157] propose de représenter ces différents déterminants sociaux de santé en quatre niveaux qui s'emboîtent et **interagissent** entre eux (Figure 14.A et Figure 14.B). Le contexte politique et économique du pays sont des déterminants dits « structurels » et ils interagissent avec des déterminants dits « intermédiaires ». Ces déterminants intermédiaires sont liés aux caractéristiques de l'individu (facteurs biologiques et génétiques), aux comportements individuels (activité physique, alimentation, consommation de tabac ou d'alcool), aux facteurs psychologiques (stress, soutien social, relation) et aux conditions matérielles (logement, quartier, moyens financiers) et sociales (niveau d'étude, profession). Ces déterminants sociaux vont **s'accumuler tout au long d'une vie** et s'auto-renforcer, conduisant ainsi aux inégalités sociales de santé. Ces inégalités sociales de santé sont souvent accentuées par le système de soin et de prévention. Le modèle issu du rapport de la Commission des déterminants sociaux de la santé de l'OMS [158] (Figure 14.C) reprend de manière plus complète tous ces éléments. Ainsi, selon ces modèles, les **déterminants intermédiaires n'expliquent pas**

[22] De la traduction: "*Health inequities are* avoidable *inequalities in health between groups of people within countries and between countries. These inequities arise from inequalities within and between societies. Social and economic conditions and their effects on people's lives determine their risk of illness and the actions taken to prevent them becoming ill or treat illness when it occurs*".

[23] La notion de justice est un principe abstrait complexe qui fait référence à des idéaux liés au bien-être, à la liberté et à la vertu très dépendant de l'époque et de la société dans lequel on se trouve. Voir le livre Sandel Michael J. Justice. *Flammarion*. Collection Champs essais. 2017. p 414. ISBN : 978-2-0813-9939-6.

[24] De la traduction: "*the circumstances in which people are born, grow up, live, work and age, and the systems put in place to deal with illness. These circumstances are in turn shaped by a wider set of forces: economics, social policies, and politics*."

à eux seuls l'état de santé, ils sont également la conséquence des déterminants structurels. Ces déterminants structurels n'influencent pas forcément directement l'état de santé mais ont une influence sur d'autres caractéristiques qui affectent l'état de santé.

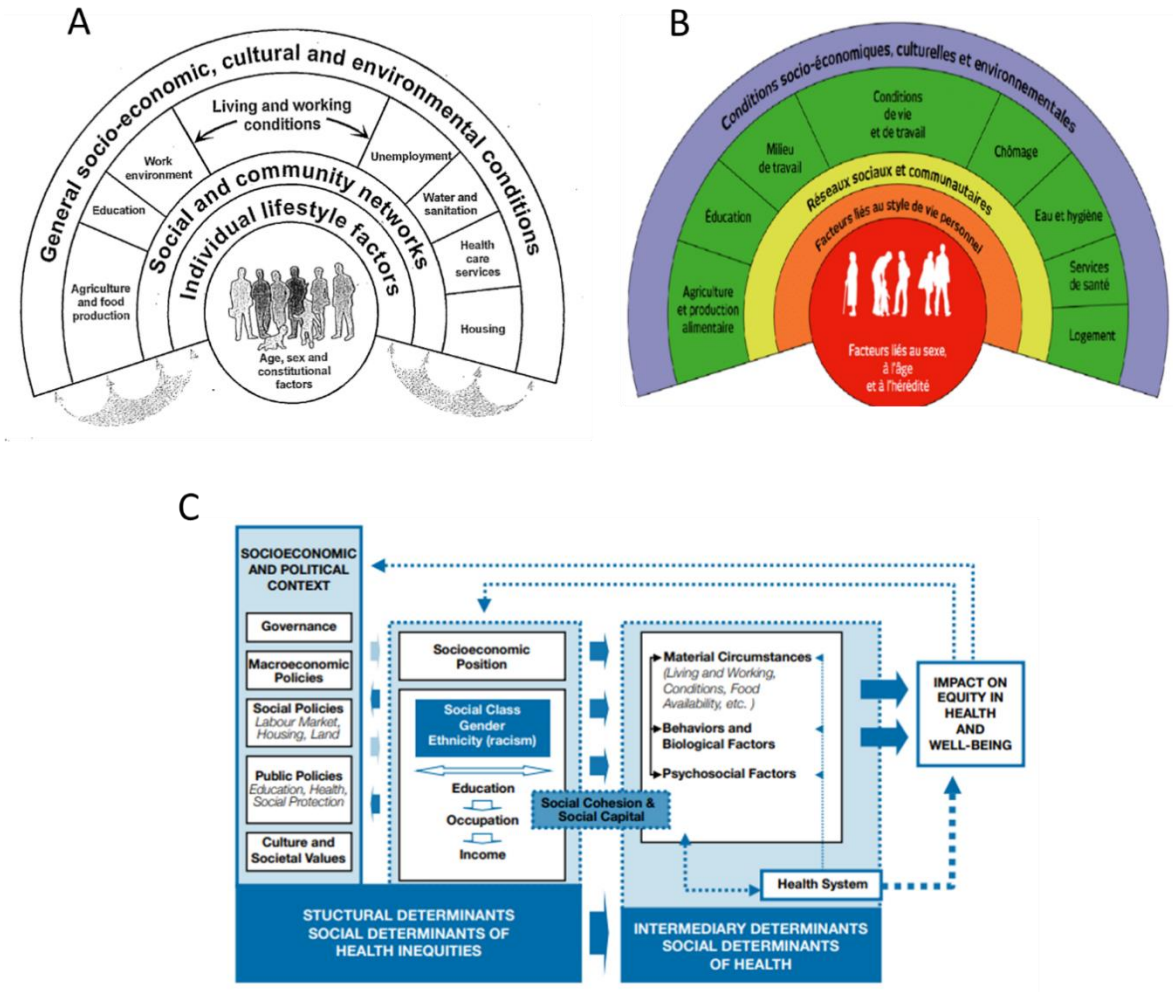


Figure 14 : Modèle théorique de Dahlgren et Whitehead des déterminants sociaux avec (A) le modèle original et (B) repris et traduit et (C) modèle théorique des déterminants sociaux proposé par l'OMS

Figure B reproduite et traduite depuis l'article de Dahlgren G, Whitehead M. , 1991 [157] ; Figure C est issue du rapport de l'OMS, 2010 [158].

En effet certains déterminants intermédiaires comme le **niveau d'éducation** ou encore le **revenu,** ont déjà été liés à la santé [159]. Cependant, il a déjà été montré **qu'ils n'expliquent pas entièrement l'état de santé** de la population [160]. Le **contexte socio-économique, culturel et politique** d'une société joue également un rôle complexe sur l'état de santé de la population, comme sur la répartition des services de soins sur le territoire, l'accès à des infrastructures sportives ou des espaces verts etc., qui dépendent des décisions politiques du pays. Ces différents choix politiques peuvent moduler les comportements individuels (sédentarité, alimentation etc.) et risques psychosociaux (violence, criminalité) qui sont socialement distribués dans la population. Le rapport du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) consacré aux inégalités sociales de santé de 2009 indiquait que pour réduire les inégalités dans l'obésité : « La disponibilité et le prix des différents

aliments, l'accès à une restauration de type fast-food, la restauration collective, l'industrie agro-alimentaire, les lobbys agro-alimentaires, la possibilité d'exercer un minimum d'activité physique dans différentes zones sont à cet égard aussi importants à creuser que l'éducation nutritionnelle individuelle » [161].

2.2.4. Les causes à l'origine des inégalités sociales de santé

Plusieurs hypothèses et théories en sociologie, économie et philosophie ont tenté d'expliquer le lien entre l'état de santé et les déterminants sociaux de santé pour comprendre l'origine des inégalités sociales de santé. Ces différentes théories ne sont pas exclusives, mais complémentaires. Deux théories ont notamment largement influencé la recherche sur les inégalités sociales de santé ces dernières années : la **théorie des causes fondamentales** (ou « cause des causes ») [162] et la **théorie éco-sociale** [163].

Selon la première théorie, les **causes fondamentales** des inégalités sociales de santé sont dues à des inégalités dans l'accès à diverses ressources, comme la connaissance, l'argent, le pouvoir ou encore le prestige, les réseaux sociaux et la liberté [164, 165]. De ce fait, un certain nombre de ressources peuvent être utilisées pour éviter les risques de maladie ou minimiser les conséquences de la maladie une fois qu'elle survient, mais elles sont différemment accessibles selon le statut socio-économique. Ainsi, plus les possibilités d'éviter une maladie augmentent (accès à des nouveaux traitements, messages de prévention impliquant des changements de comportement individuel), plus les inégalités de santé continuent d'exister [162, 166].

La **théorie éco-sociale** aborde les inégalités sociales de santé d'une manière multidimensionnelle, avec le concept d'« incorporation » (*embodiment*). Ainsi, les déterminants matériels et biologiques auxquels est exposé un individu au cours d'une vie sont incorporés biologiquement et vont donc influencer son état de santé. Cette théorie met donc en relation les facteurs sociaux, économiques et écologiques dans la détermination de l'état de santé d'une population. Cette théorie fait également écho à une théorie appelée **parcours de vie** (*Life Course*) [167] qui permet d'expliquer l'état de santé d'une personne par son exposition physique et sociale depuis la vie utérine jusqu'à la mort de l'individu. Tout au long de la vie, les individus vont accumuler des avantages et des désavantages qui vont participer à la production d'inégalités entre les personnes. Ces avantages et désavantages sont attribués à trois effets du statut socio-économique sur l'état de santé [168]. Les effets « latents » surviennent quand les conditions socio-économiques ont des effets sur les processus biologiques durant les périodes « critiques » du développement humain (vie utérine, enfance), et qui persistent une fois à l'âge adulte. Les effets « cumulatifs » sont dus à une accumulation tout au long du parcours de vie des expositions physiques et sociales dépendant du statut socio-économique qui vont avoir un impact sur la santé. Enfin, les effets de « trajectoires » indiquent que les conditions sociales à un temps *t-1* auront des conséquences sur les conditions sociales à un temps *t* ce qui augmente les probabilités de trajectoire favorable ou non à l'état de santé (mobilité sociale inter et intra-

générationnelle).

Deux autres théories, qui s'opposent mais sont complémentaires, proposent d'expliquer le lien causal entre le statut socio-économique et les inégalités sociales. **L'hypothèse de la sélection sociale** considère que c'est l'état de santé qui va déterminer la situation sociale de la personne (par exemple une personne qui a un état de santé dégradé peut ne pas pouvoir effectuer totalement son travail et donc voir son salaire diminuer). A l'inverse, **l'hypothèse de la causalité sociale** considère que c'est la situation sociale de l'individu qui va déterminer son état de santé (par des conditions financières et matérielles insuffisantes, le recours aux soins etc.)

Les différentes théories présentées dans cette partie ne couvrent pas l'ensemble des théories existantes, mais permettent de montrer comment certaines disciplines tentent de comprendre les causes des inégalités sociales de santé.

2.3. Mesurer les inégalités sociales de santé

Afin de pouvoir comparer l'état de santé de différents groupes de la population, il faut pouvoir caractériser ces différents groupes selon leur niveau de vie, travail ou encore lieu de résidence, au sein de la société. De nombreuses mesures ou approches sont utilisées pour caractériser la situation sociale d'un individu dans la société. La position sociale d'une personne est définie comme la position, le rang et l'importance qu'occupe une personne dans la société par rapport aux autres membres de la société. La position sociale d'une personne peut être attribuée (âge, genre, ethnie), acquise (héritage, reconnaissance, travail), déterminée (par les autres et la société par exemple) ou subjective (reflétant la perception que la personne a d'elle-même ou que l'autre peut avoir d'elle) [143]. Elle peut varier dans le temps et en fonction du contexte culturel et géographique dans lequel se trouve une personne. Pour beaucoup d'approches et d'indicateurs, cette position sociale est souvent désignée sous le terme de **statut socio-économique**, qui recouvre de nombreuses dimensions de la place de l'individu dans la société. Ces dimensions sont **souvent corrélées** entre elles, mais **non interchangeables**. Il est de ce fait nécessaire d'en utiliser plusieurs pour mesurer de manière plus précise le statut socio-économique des individus. Dans cette section, nous verrons les principales approches pour mesurer le statut socio-économique d'un individu, sans viser à l'exhaustivité.

2.3.1. Approche individuelle

L'approche individuelle consiste à utiliser des indicateurs définissant les principales caractéristiques socio-économiques des individus vivant dans la société. Il existe classiquement trois indicateurs, appelés « triade essentielle », utilisés pour définir le statut socio-économique d'un individu : niveau d'étude, niveau de revenu et catégorie socio-professionnelle [159].

Le **niveau d'étude** est utilisé comme un bon indicateur de la position sociale de l'individu dans la société, dans le sens où il reflète notamment ses **ressources cognitives et intellectuelles** [159, 169]. En effet, l'ensemble des ressources intellectuelles et culturelles acquises pendant les années

d'études permettent aux individus d'être « plus réceptif aux messages de prévention, d'intégrer plus facilement les normes médicales et d'avoir accès aux services de santé plus facilement » [159] (littératie en santé). Le niveau d'étude détermine aussi largement l'accès à certaines professions et donc à un niveau de revenu plus élevé. Le niveau d'étude peut être soit interrogé de manière qualitative en indiquant le plus haut niveau de diplôme obtenu (pour les analyses, il sera classiquement classé en trois catégories : primaire, secondaire, supérieur), soit de manière quantitative en utilisant le nombre d'années d'études (très peu utilisé dans les enquêtes en France). L'avantage réside dans le fait que l'information est facile à obtenir et est stable tout au long de la vie une fois les études terminées (au contraire du revenu ou de la situation socio-professionnelle). Il est donc facilement comparable dans les études internationales [170]. Cependant, le niveau d'étude, qui est en partie conditionné par la situation sociale des parents et de leur origine ethnique, est très dépendant de l'effet générationnel (le niveau d'étude n'ayant par la même signification selon l'âge et le sexe de la personne) [159].

Le **niveau de revenu** mesure le niveau de vie et les **conditions matérielles** d'un individu. Le niveau de revenu a des implications sur la santé d'un individu comme l'accès au logement, aux loisirs, à l'alimentation, aux vacances, au bien-être etc. [159]. A noter que le niveau de revenu peut aussi refléter les conséquences d'une maladie (après paiement du reste à charge des soins par exemple) ce qui peut entraîner une causalité inverse dans les interprétations de l'état de santé [159, 169].

Le niveau de revenu peut être mesuré de plusieurs façons (revenus individuels, revenus du foyer). Par exemple, l'échelle d'équivalence de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE)-modifiée [171], qui est aujourd'hui la plus utilisée par les pays européens, permet de prendre en compte à la fois les charges des personnes sans revenu et à charge (les enfants), et à la fois les économies réalisées au sein d'un même ménage : c'est ce qui est appelé les unités de consommation (le premier adulte compte pour 1 ; les autres personnes de 14 ans et plus pour 0,5 chacune ; et les enfants de moins de 14 ans pour 0,3 chacun). L'interrogation du niveau de revenu est délicat car c'est un sujet sensible (tabou) dans la culture française et il varie beaucoup au cours de la vie d'un individu (changement d'emploi, divorce, reprise d'étude, retraite etc.). L'interrogation sur le niveau de revenu se fait souvent sous forme catégorielle par tranches de revenu. Le revenu peut également être approché, par les minima sociaux, qui permettent de limiter le biais de déclaration en fournissant des estimations du revenu (revenu de solidarité active (RSA), les complémentaires santé solidaire (C2S) etc.), mais peut sous-estimer le nombre de personnes qui en bénéficient réellement (méconnaissance des droits à ces minima sociaux). Il peut-être aussi approché en questionnant le sentiment de sécurité financière ou la situation financière perçue [159]. A noter que le niveau de revenu ne reflète pas les ressources financières ni la propriété (niveau de richesse, patrimoine de la personne) qui sont également intéréssant d'interroger, même où il n'existe pas encore de questionnaire standardisé [169]. Enfin, le niveau de revenu est très dépendant du sexe et de l'âge de l'individu (les femmes peuvent avoir des congés maternité, les étudiants ne sont pas rémunérés etc.).

La **profession** d'un individu reflète la **position sociale** qu'il occupe dans la société à un moment donné. La profession peut avoir plusieurs conséquences sur la santé directement liées à l'exposition professionnelle (physique, chimique, psychosociale) et indirectement par les ressources qu'elle procure (financière, matérielle, identitaire, réseau social) [159, 169, 172].

En France, la classification de référence est celle de l'INSEE : les professions et catégories socioprofessionnelles (PCS). Cette nomenclature permet de regrouper très largement des groupes socioprofessionnels (six ou huit catégories[25]), et est la plus utilisée. A noter qu'il existe également des regoupements plus fins, avec une classification par catégories socioprofessionnelles (30 catégories pour la version de 2020) et par professions (316 catégories pour la version de 2020). Bien que la PCS soit un indicateur mesuré en routine (dans les données de recensement par exemple), il ne permet pas d'être très précis sur la situation professionnelle des individus, avec des groupes très hétérogènes, notamment pour la catégorie « Artisans, commerçants et chefs d'entreprise » ou « Professsions intermédiaires », dont les activités sont très variées. De plus les étudiants et les personnes au chômage ne sont pas pris en compte dans cette classification. Tout comme le niveau d'étude, cet indicateur dépend du contexte géographique et de l'époque (évolution des métiers au cours du temps). Il est très difficile de pouvoir comparer cet indicateur au niveau international, car même s'il existe une classification internationale type des professions, elle reste très peu utilisée [159]. Il est également relativement complexe de receuillir cette information dans les questionnaires, notamment en raison de la classification de la PCS, qui est à la fois vaste et souvent difficile à appréhender. Par ailleurs, lorsque la profession est interrogée, les réponses peuvent être influencées par des biais de déclaration liées aux jugements sociaux et aux stéréotypes associés à certaines professions.

La position sociale d'un individu dans la société ne se résume pas seulement à ces trois indicateurs, ce sont simplement les plus utilisés et les plus disponibles. D'autres déterminants existent et peuvent être utilisés pour étudier le lien entre la situation sociale d'un individu et son état de santé comme : la situation maritale, le soutien social, les conditions de logement, les conditions de travail etc. [143, 159]. Il existe également des indicateurs composites permettant de prendre en compte plusieurs dimensions de la position social de l'individu. Par exemple, l'indicateur Évaluation de la Précarité et des Inégalités de Santé pour les Centres d'Examens de Santé (EPICES) est un outil basé sur 11 questions portant sur divers aspects de la vie quotidienne (difficultés financières, soutien social, loisirs, accès au soins), permettant de mesurer la précarité individuelles [173].

[25] Agriculteurs exploitants; Artisans, commerçants et chefs d'entreprise ; Cadres et professions intellectuelles supérieures ; Professions intermédiaires ; Employés ; Ouvriers. https://www.insee.fr/fr/statistiques/4506075?sommaire=4504425#titre-bloc-9. Souvent les catégories « N'a jamais travaillé » et « Retraités » sont ajoutées dans les études.

De plus, les **caractéristiques démographiques** de l'individu comme **l'âge, le genre (sexe) et l'ethnie**[26] sont également des éléments essentiels à recueillir. L'âge et le sexe sont des caractéristiques qui sont recueillies en routine (recensement par exemple). Les mécanismes de production des inégalités sociales de santé s'inscrivent tout au long de la vie de la personne et donc la mesure de l'âge est essentielle (sous forme continue, catégorielle etc.) [159]. Concernant le genre, la place de la femme dans la société n'a pas toujours été la même (en 1983, la loi Roudy a posé le principe d'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes). Le genre, les déterminants biologiques et sociaux interagissent et influent sur l'état de santé. Par exemple, les personnes qui sont défavorisées augmentent le risque de maladie et de diminution de l'espérance de vie, avec un effet plus marqué chez les hommes que chez les femmes [159]. L'origine raciale ou ethnique est également une dimension importante à prendre en compte. Elle est très peu étudiée en France, car c'est une donnée considérée comme « sensible », dont le receuil est interdit dans les recensements des statistiques publiques [159]. Elle peut cependant être interrogée dans d'autres recueils de données, en respect de la loi et les strictes conditions qu'elle prévoit pour ce type de données[27]. La façon d'interroger d'ethnicité dans ces recueils ne fait pas encore tout à fait consensus dans les enquêtes en population en France (pays de naissance, nationalité, lieu géographique d'origine etc.).

2.3.2. Approche contextuelle ou écologique

Afin de comprendre et prendre en compte tous les risques d'exposition d'un individu, il est important d'analyser, en plus de déterminants sociaux, **l'environnement physique** dans lequel l'individu vit, afin d'intégrer les **contextes de vie** des individus dans leur dimension socio-économique et culturelle.

L'approche contextuelle (ou écologique), permet de **caractériser le milieu socio-économique** dans lequel vivent les individus d'une **aire géographique donnée**, à un **moment donné**, et que l'on **attribue à l'ensemble des individus** de cette aire géographique [174]. Ces indicateurs sont obtenus par l'agrégation de différentes variables (revenus, emploi etc.) mesurées à une échelle géographique donnée à un moment donné. Ils permettent de synthétiser au sein d'un même indice les informations socio-économiques. Ils peuvent être utilisés de deux façons : soit pour **caractériser un territoire**, soit comme **proxy du statut socio-économique individuel** lorsque les données au niveau individuel ne sont pas disponibles. Peter Townsend est le premier a avoir développé ce type d'indicateur en 1987, l'indice de Townsend [175], et avoir intégré le terme de **désavantage social** (*deprivation*) qui est défini comme « état observable et démontrable de

[26] Ethnicité comme défini par P. Simon : « combinant une multiplicité de caractéristiques telles que le lieu de naissance, la langue, les « traits culturels », la religion, la « race », la nationalité, la couleur, l'ascendance et, recouvrant tous ces attributs, le sens d'une appartenance commune » de Simon, P. (1997). La statistique des origines: L'ethnicité et la « race » dans les recensements aux États-Unis, Canada et Grande-Bretagne. *Sociétés contemporaines*, *26*(1), 11-44.

[27] Article 8 de la loi 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés.

désavantage relatif face à la communauté locale ou à l'ensemble de la société à laquelle appartient l'individu, la famille ou le groupe »[28]. Il existe plusieurs indices de désavantage social qui ont été développés dans différents pays, avec des méthodes et des variables composites différentes : en Ecosse avec historiquement l'indice de Carstairs [176], puis le *Scottish Index of Multiple Deprivation* [177] ; au Québec, l'indice de Pampalon [178] ; au Royaume-Uni, l'*Index of Multiple Deprivation* [179] etc. En France, il existe deux indicateurs qui sont principalement utilisés au niveau national : l'**indice de désavantage social français (FDep** : *French Deprivation index*) développé dans le contexte français [180], et l'*European Deprivation Index* (EDI) construit avec une méthodologie commune à différents pays européens [181]. La méthodologie associée au FDep sera plus largement décrite dans la section METHODES, car il a été utilisé dans le cadre de cette thèse. L'EDI a quant à lui été construit à partir de l'enquête *European Union – Statistics on Income and Living Conditions* (EU-SILC) qui vise à collecter des données sur le revenu, la pauvreté, l'exclusion sociale et les conditions de vie incluant ainsi 26 pays depuis 2005. L'indicateur de l'EDI comprend une combinaison de variables disponibles à la fois au niveau individuel et au niveau géographique. L'utilisation du FDep plutôt que l'EDI dans le cadre de cette thèse sera également discutée en section METHODES.

Les différentes limites des indicateurs écologiques seront plus largement décrites dans la section DISCUSSION de cette thèse, mais leur principale limite vient du **biais écologique**, présent même à une échelle fine (plus la zone géographique choisie est petite et homogène, moins le biais est important). L'utilisation de ce type d'indicateur peut introduire une confusion entre la situation socio-économique de la personne (approximer la position socio-économique des individus en se basant sur la caractérisation socio-économique de leur zone géographique de résidence), et celle du quartier (caractériser un territoire afin d'en distinguer ses disparités) [159]. Dans la cadre **d'analyses multiniveaux**, l'indicateur permet de distinguer dans les disparités des états de santé, les éléments qui reviennent à l'individu d'une part et à son environnement collectif d'autre part [159, 182]. Toutefois, cela nécessite de disposer d'informations à l'échelle individuelle pour pouvoir caractériser le statut socio-économique individuel, ce qui est rarement le cas dans les bases de données médico-administratives (que nous avos utilisé dans le cadre de cette thèse). Toutefois, l'utilisation l'approche contextuelle est tout de même un bon outil pour approcher les inégalités sociales de santé dans la population. Il a déjà été montré que le faible niveau socio-économique d'une région était associé à une mortalité plus élevée [183] ou encore à une prévalence du DT2 plus élevée [184] indépendamment de la position socio-économique individuelle dans de nombreux pays.

Enfin, il existe également des indicateurs qui permettent de prendre en compte les **caractéristiques d'un territoire**, comme la quantité de pollution existante (sonore,

[28] de la traduction "a state of observable and demonstrable disadvantage relative to the local community or the wider society or nation to which an individual, family or group belongs".

lumineuse, toxique), le paysage (montagne, mer, désert) ou encore la répartition des infrastructures (parc, structure de santé, complexe sportif) ou encore l'environnement social (niveau d'insécurité, violence), qui vont avoir une influence sur la santé des personnes qui y vivent [185, 186]. Par exemple, l'accessibilité spatiale aux offres de soins est de plus en plus étudiée en tant que déterminant des inégalités sociales de santé. Il existe notamment en France un indicateur permettant de prendre en compte à la fois la proximité et la disponibilité de l'offre de soin, nommé **Accessibilité potentielle localisée** (APL) [187].

Quelle que soit l'approche contextuelle utilisée, il est nécessaire de choisir **une unité géographique** de référence, choix qui dépend des objectifs visés, de la nature du problème de santé, et souvent de manière contraignante, de la disponibilité des données. L'unité spatiale choisie pour décrire au mieux les disparités territoriales doit se faire dans une petite zone pour que **les caractéristiques du territoire y soient homogènes**. En effet, selon la loi du géographe Waldo Tobler « Tout est lié à tout, mais les choses proches sont plus liées que les choses éloignées» [29] [188]. Mais il doit aussi être assez large pour limiter l'instabilité des estimations. En France, une zone administrative de 1 800 à 5 000 habitants, appelée Ilots regroupés pour l'information statistiques (IRIS), est utilisée pour le recensement de la population, et peut être utilisée pour étudier les disparités territoriales.

2.3.3. Littératie en santé : une autre façon d'étudier les inégalités sociales de santé

La **littératie en santé**[30] (*health literacy*) est un concept né aux Etats-Unis dans les années 1970 et se réfère, selon la définition de l'OCDE, à « **la connaissance, la motivation et les compétences d'un individu pour accéder, comprendre, évaluer et appliquer l'information sur la santé** »[31] [189]. Il existe deux approches pour étudier la littératie en santé : **l'approche clinique** (« la capacité des patients à comprendre, suivre un traitement médical et communiquer avec les professionnels de santé », compétences de base nécessaires, par exemple, à la bonne observance du traitement [143]) et **l'approche santé publique** (« la connaissance, les compétences, la motivation et la capacité à repérer, à comprendre, à évaluer et à utiliser l'information sur la santé lors de la prise de décision dans des contextes de soins, de prévention des maladies et de la promotion de la santé pour maintenir ou améliorer la qualité de vie »[32] [190]). Pour la dernière approche, ces compétences sont souvent hiérarchisées dans trois dimensions de la littératie [143, 191] : **fonctionnelle** (compétence indispensable permettant de comprendre et communiquer de l'information relativement simple),

[29] de la traduction "*Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*".
[30] Ce paragraphe sur la littératie en santé s'inspire largement du livre de Cécile Vuillermoz, Séverine Deguen, Stéphanie Vandentorren, Maria Melchior. L'épidémiologie sociale : Concepts, méthodes et exemples d'application. Rennes : Presses de l'EHESP, 2024, 233 p. ISSN : 2275-1874. ISBN : 978-2-8109-1159-2.
[31] de la traduction "individual's knowledge, motivation and skills to access, understand, evaluate and apply health information".
[32] de la traduction "*knowledge, motivation and competences to access, understand, appraise, and apply health information in order to make judgments and take decisions in everyday life concerning healthcare, disease prevention and health promotion to maintain or improve quality of life during the life course".*

interactive (compétence d'interaction avec le système et les acteurs de la santé permettant par exemple de comparer différentes sources d'informations) et **critique** (compétence permettant de juger l'information et d'adapter la prise de décision pour un plus grand contrôle des déterminants de santé).

Les **niveaux de littératie en santé** sont **fortement corrélés** à **différents indicateurs en santé** : un niveau de **littératie en santé faible** est associé à un **mode de vie moins favorable** à la santé (sédentarité, mauvaise santé perçue) alors qu'un **haut niveau de littératie en santé** est associé à des **comportements en santé plus favorables** (meilleure compréhension des messages de prévention, meilleure santé etc.) [143]. Il existe également un lien entre le statut socio-économique de l'individu et son niveau de littératie en santé : les personnes plus défavorisées socio-économiquement ont généralement un niveau de littératie en santé plus faible [143].

Il existe différents questionnaires standardisés d'évaluation de la littératie en santé [192], comme les questionnaires *Health Literacy Questionnaire* (HLQ) [193, 194] et *Health Literacy Survey* (HLS) [195, 196], qui permettent de questionner sur plusieurs dimensions de la littératie en santé (comme « l'accès d'informations pertinentes pour la santé » ou encore « comprendre les informations »).

Epilogue

Les **inégalités sociales de santé** touchent **l'ensemble de la société** et apparaissent selon **un continuum** en fonction du statut socio-économique (revenu, niveau d'étude, lieu de vie etc.). Les inégalités sociales de santé proviennent d'une **accumulation de multiple déterminants** jouant un rôle plus ou moins direct sur la santé des personnes, dont les origines ne proviennent **pas seulement des choix et comportements** individuels, mais également du **contexte socio-économique, culturelle et politique** dans lequel les individus vivent. Ainsi, les inégalités sociales de santé sont évitables car ils sont liés à des déterminants qui peuvent être **modifiables**.

Les **données** permettant de mesurer les inégalités sociales de santé sont encore trop peu disponibles dans les enquêtes et bases de données de surveillance de la santé des populations. Il existe néanmoins certains indicateurs socioéconomiques (notamment contextuels) qui devraient être **systématiquement inclus** dans les analyses épidémiologiques afin de mieux **guider les politiques publiques** dans les choix et décisions à prendre concernant la santé des populations. Dans le cadre de cette thèse, nous avons utilisé l'indicateur du FDep afin d'étudier **l'évolution de l'association entre les inégalités sociales de santé et diabète**, qui comme nous le verrons dans la section suivante, sont des informations qui étaient jusqu'alors **manquantes en France**.

3. Les inégalités sociales dans le diabète

« L'injustice ne se trouve jamais dans les droits inégaux, elle se trouve dans la prétention à des droits égaux »

Friedrich Nietzsche

3.1. Les inégalités sociales et le diabète : état des lieux

3.1.1. Dans la prévalence

Depuis plusieurs années, de nombreuses études provenant de pays à haut revenu ont montré que **le DT2 était plus répandu** chez les personnes les **plus défavorisées** que chez les personnes les plus favorisées, et cela, quel que soit le type d'indicateurs utilisés (individuels ou contextuels) [184, 197-203]. Notamment une étude entre 2004 et 2006 basée sur plusieurs pays européens montrait que, comparativement aux personnes ayant un niveau d'études supérieur, les hommes avec un niveau d'études inférieur avaient une prévalence de DT2 1,3 fois plus élevée, et pour les femmes 1,6 fois plus élevée [200].

Ces chiffres rejoignent les résultats **en France hexagonale,** où en 2015, il a été montré que la prévalence du diabète traité pharmacologiquement était **1,3 fois plus élevée chez les hommes**, et **1,7 fois plus élevée chez les femmes**, chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées (statut socio-économique mesuré par le FDep) que ceux résidant dans les communes les plus favorisées [33].

Ainsi, certains auteurs ont cherché à savoir si les **tendances** de la prévalence du diabète retrouvées de manière globale (voir partie 1.2) étaient également observées pour tous **les groupes socio-économiques**. Plusieurs études ont été menées dans de nombreux pays, comme en Angleterre (tendance de 1994 à 2008 [204] et tendances de 1994 à 2006 [205]), en Espagne (tendances de 1987 à 2006 [206]), aux Etats-Unis (tendances de 1971-1974 à 1999-2002 [207]), au Canada (tendances de 2004 à 2012 [208]), en Suisse (tendances de 2005 à 2017 [209]), ou encore en Ecosse (tendances de 2007 à 2021 [210]). Bien que l'ampleur des inégalités soit très dépendante de l'indicateur utilisé pour mesurer le statut socio-économique, et du pays dans lequel les études ont été menées, ces études sont concordantes. Elles montrent que la prévalence du diabète augmentait globalement dans tous les groupes socio-économiques, mais que cette augmentation était plus forte chez les personnes les plus défavorisées, entraînant ainsi une **augmentation des inégalités socio-économiques** [204, 206, 210], et souvent **plus forte chez les femmes que chez les hommes** [204, 206, 210]. Par exemple, l'étude écossaise montrait qu'entre 2007 et 2021, le risque d'avoir un diabète dans les groupes les plus défavorisés par rapport aux plus favorisés était passé de 2,00 (IC95 % : 1,52 à 2,62) en 2007 à 2,48 (IC95 % : 2,43 à 2,53) en 2021 pour les femmes et de 1,58 (IC95 % : 1,20 à 2,07) en 2007 à 1,89 (IC95 % :1,86 à 1,92) en 2021 pour les hommes [210]. Des études ont également montré une augmentation de la prévalence du diabète dans tous les groupes socio-économiques, mais similaire dans tous les groupes socio-économiques,

entraînant donc une stabilisation des inégalités socio-économiques, comme en Allemagne (tendances de 1997 à 2005 [211]) ou aux Etats-Unis (tendances de 1998 à 2012 [212], tendances de 2001 à 2020 [213], tendances de 2008 à 2021 [214]).

En **France,** il **n'existait pas d'étude** qui mesurait les tendances des inégalités socio-économiques dans la prévalence du diabète au cours du temps, ce qui a en partie motivé la réalisation de cette thèse (voir la section RESULTATS partie 1).

Dans certains pays à revenu intermédiaire, une association inverse entre statut socio-économique et diabète est observée : ce sont les plus favorisés qui ont le plus grand risque d'avoir un diabète [215]. Cette association est en partie expliquée par le fait que les comportements néfastes (tabac, alcool, *fast-food*) pour la santé se manifestent d'abord dans les populations favorisées pour ensuite se transmettre aux populations les plus défavorisée. Cela pourrait être lié à un accès plus précoce à ces comportements, qu'il soit économique ou physique, et à une perception de réussite sociale [216, 217]. Les personnes les plus favorisées vont modifier leur comportement à risque plus tôt au cours du développement économique et des mœurs du pays, contrairement aux plus défavorisées qui les maintiennent [216]. Par exemple pour le tabagisme, certains pays d'Europe du sud présentent des taux plus élevés chez les personnes avec un niveau d'éducation plus élevé que chez les personnes avec un niveau d'éducation plus faible, ces différences sont probablement liées au stade de l'épidémie de tabagisme dans les différents pays [218].

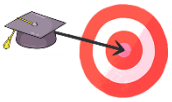
3.1.2. Dans l'incidence

Il existe également de nombreuses études explorant l'association entre l'incidence du diabète et le statut socio-économique [41, 200, 219-222]. Par exemple, en 2010, une revue systématique et méta-analyse montrait que dans la plupart des études existantes jusqu'alors, les personnes avec un **faible statut socio-économique** (mesuré par le niveau d'éducation, la profession et le revenu) avaient un **risque environ 1,4 fois plus élevé de développer un diabète** [223].

En France, il existe **peu d'études sur le sujet**, mais une récente étude de 2017 montrait également que les hommes et les femmes les plus défavorisés (statut socio-économique mesuré par le revenu et les groupes socio-professionnels) avaient un risque plus élevé de développer un diabète que leurs homologues les plus favorisés, et que ce sur-risque était plus important pour les femmes que pour les hommes [224].

Cependant, l'**évolution** de cette association a très **peu été étudiée** durant ces dernières années. Or, il est important de savoir si les tendances favorables de ces dix dernières années de l'incidence du DT2 observées dans beaucoup de pays [38], y compris la France [19] (voir partie 1.3.2), sont également retrouvées quel que soit le statut socio-économique des personnes. Mais le peu d'études examinant cette association au cours du temps semblent avoir des **résultats très mitigés**. Une étude finlandaise a montré qu'entre 1997 et 2007, l'incidence du DT2 avait augmenté chez les hommes ayant un niveau d'éducation faible ou moyen, mais était restée stable chez les hommes ayant un niveau

d'éducation élevé, et que chez les femmes l'incidence du DT2 était restée stable quel que soit le niveau d'éducation [219]. Au contraire, une étude écossaise a montré qu'entre 2004 et 2013 l'incidence du DT2 avait diminué dans tous les groupes socio-économiques chez les hommes et les femmes, mais avec une baisse plus faible dans les groupes les plus défavorisés (cette étude montre qu'à partir de 2010, l'incidence du diabète semble réaugmenter dans les groupes les plus défavorisés pour les deux sexes) [220]. Plus récemment des études en Espagne (tendances de 2009 à 2018) [221] et en Australie (tendances de 2005 à 2019) [41] ont également montré une diminution similaire de l'incidence du DT2 dans tous les groupes socio-économiques. Enfin, une étude récente aux Etats-Unis a également montré que l'incidence du diabète avait diminué dans tous les groupes socio-économiques (niveau d'étude et ratio pauvreté/revenu familial), sans changement au cours du temps dans les inégalités liées au revenu, mais avec une diminution des inégalités liées au niveau d'études [214].



En **France**, jusqu'à cette présente thèse (voir la section RESULTATS partie 1), il **n'existait pas d'étude** sur l'évolution de l'association entre l'incidence du DT2 et le statut socio-économique.

3.1.3. Dans les complications

Les principales complications liées au diabète sont socialement réparties [225]. Une revue récente de la littérature a notamment montré que les niveaux de preuve les plus élevés concernaient les complications de la **rétinopathie** et des **maladies cardiovasculaires** [225-228]. Pour les autres complications associées au diabète, comme la **néphropathie** et les **complications podologiques** (lésions, neuropathie, AmpMI), il existe également des preuves montrant que les personnes les plus défavorisées ont plus de risque d'être atteintes de ces complications [74, 81, 83, 225, 227-235], avec cependant plus de divergence dans les résultats du fait de l'utilisation d'indicateurs différents pour mesurer le statut socio-économique et de populations différentes [81, 225, 230, 236].

En France, l'étude Entred a permis de montrer en 2007 que les personnes avec un statut socio-économique le plus faible, étaient plus susceptibles de souffrir de complications coronariennes et podologiques [237]. Une autre étude a également été montré en 2016 que **l'incidence des hospitalisations pour plaies du pied** était **1,4 fois** plus élevée, de l'**AVC 1,1 fois** plus élevée, des **AmpMI 1,4** fois plus élevée et de l'**IRCT** (mise sous dialyse ou greffe rénale) **1,3 fois** plus élevée chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées par rapport à celles résidant dans les communes les plus favorisées [70] (voir Figure 15). Seule l'incidence de l'IDM transmural (appelé aussi SCA transmural) était similaire quel que soit le niveau de désavantage social dans cette étude. Enfin, dans une autre étude, menée dans une unité d'hospitalisation d'un service d'endocrinologie français, il a également été montré que les personnes les plus défavorisées étaient plus susceptibles d'avoir une neuropathie et une rétinopathie [173].

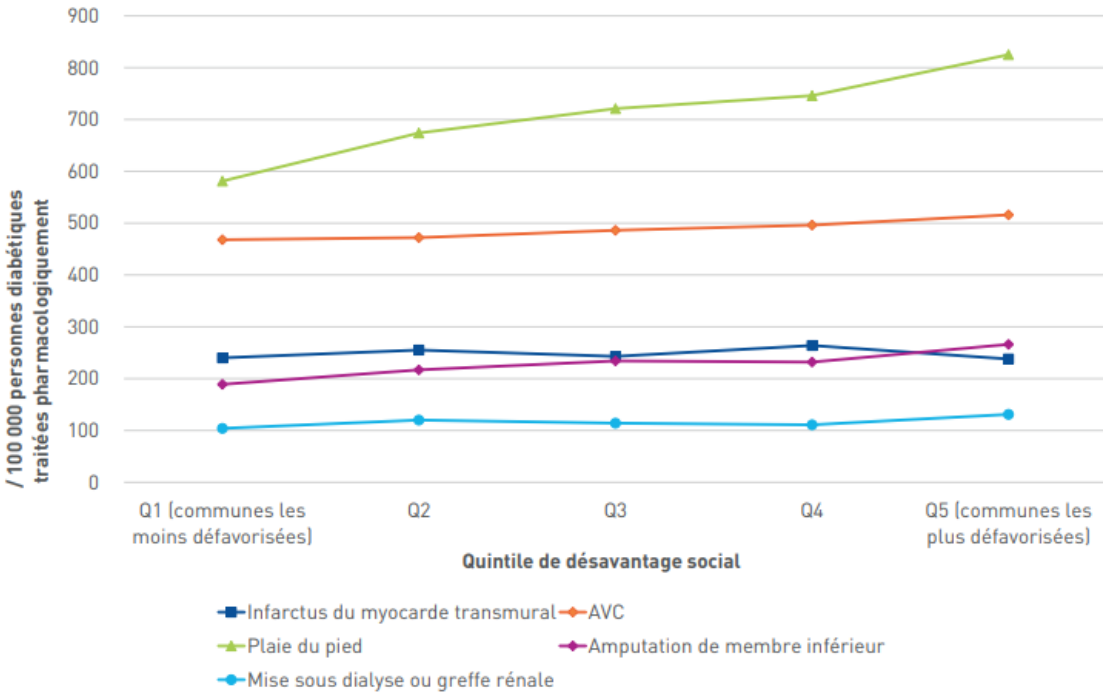


Figure 15 : Taux d'incidence des hospitalisations pour complications liées au diabète selon le niveau de désavantage de la commune de résidence en France hexagonale en 2016

Champ : France hexagonale, hors sections locales mutualistes ; Source : SNDS-DCIR ; exploitation Santé publique France. Figure tirée de la synthèse épidémiologique de Fosse-Edorh S., et al., 2018 [70] ; Le niveau de désavantage a été mesuré à partir du French Deprivation index (FDep) réparti en quintiles de population; La Standardisation a été fait sur la structure d'âge de la population européenne 2010 : Eurostat, population EU-27.

Bien qu'il ait été montré que certaines complications majeures du diabète, comme les maladies cardiovasculaires, ont eu tendance à se stabiliser, voire à diminuer dans certains pays (voir partie 1.5), les comorbidités des personnes avec un diabète restent tout de même très importantes. Par ailleurs, les inégalités socio-économiques y sont très présentes, comme nous venons de le voir. Seulement le **peu d'études** qui ont mesuré l'évolution des complications liées au diabète selon le statut socio-économique n'ont **pas forcément mesuré l'évolution de l'association entre statut socio-économique et complications**, et la force des associations reste très variable. Par exemple, en Finlande, une étude a montré qu'entre 1993 et 2007 l'incidence pour AmpMI avait diminué quel que soit le statut socio-économique, mais cette étude n'a pas mesuré si les inégalités socio-économiques sont restées similaires ou ont changé au cours du temps [82]. Une autre étude aux Etats-Unis entre 1997 et 2005 a montré que les inégalités en matière d'éducation pour les maladies cardiovasculaires étaient restées stables au cours du temps [238] et une autre plus récente réalisée dans une région d'Allemagne du Nord entre 2005 et 2017 n'a trouvé ni association entre le statut socio-économique (mesuré par le revenu, l'éducation et la profession), ni une différence de cette association au cours du temps [239].

En France, il n'existe **pas d'étude longitudinale sur les inégalités socio-économiques dans les comorbidités du diabète.** Cette thèse a permis de combler ce manque en étudiant spécifiquement l'évolution des complications cardiovasculaires et podologiques des personnes avec un diabète selon leur statut socio-économique (voir la section RESULTATS partie 3).

Le recours aux soins et le suivi des recommandations :

La prévention des complications liées au diabète passe notamment par le **recours aux soins** et le **suivi des recommandations** (voir partie 1.6.1). Cependant ces derniers sont **socialement répartis** dans la population avec un diabète. En effet, dans les pays à haut revenu, même si les systèmes de soins de santé peuvent être universels, notamment dans les pays européens, les services de soins bénéficient souvent davantage aux personnes les plus favorisées qu'aux plus défavorisées. Par exemple une étude au Danemark a montré que les personnes les plus favorisées bénéficient davantage des offres de services ambulatoires, de réadaptation et de spécialistes en soins primaires que les personnes les plus défavorisées [240].

En **France**, les résultats ne sont pas si clairs. Les différentes éditions de l'étude d'Entred ont permis d'étudier les inégalités dans le suivi des examens recommandés et le recours aux soins dans la population avec un diabète et d'en suivre les évolutions. Depuis la première édition, en 2001, de **fortes disparités** étaient retrouvées dans la fréquence de suivi des **examens cliniques** (Figure 16.A), **mais pas** dans le suivi des **examens biologiques** (Figure 16.B).

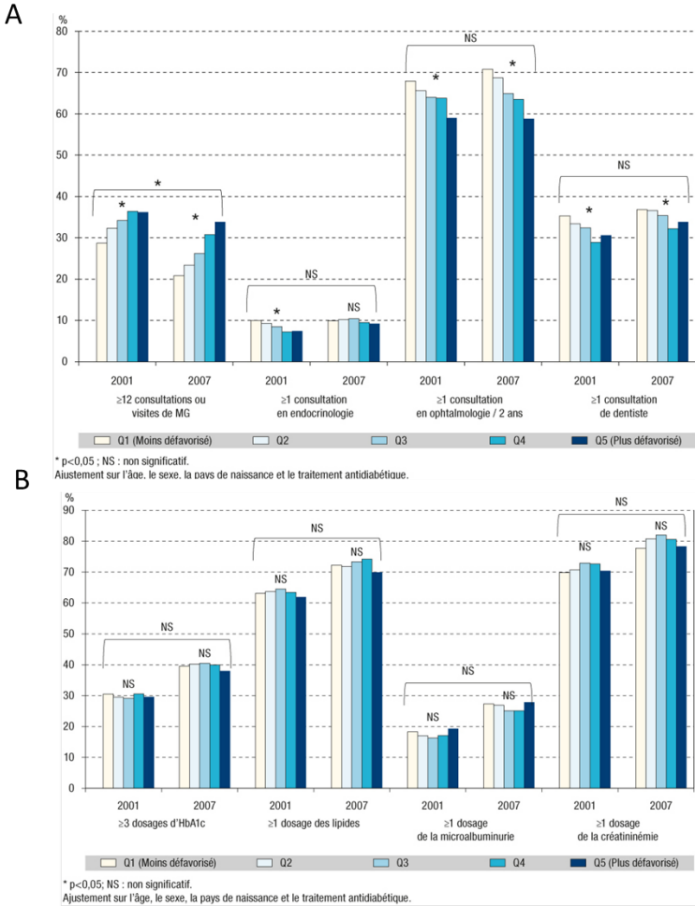


Figure 16 : Evolution du recours annuel aux examens (A) cliniques et (B) biologiques recommandés en France en fonction du niveau de désavantage social. Entred 2001 et 2007

Champ : France hexagonale; Sources : Entred 1 (2001) et Entred 2 (2007); Figure tirée de l'article de Fosse-Edorh et al., 2014 [241] ; Le statut socio-économique a été mesuré à partir de l'indice écologique de désavantage social EDI ; MG : médecin généralise ; HbA1c : hémoglobine glyquée A1c.

En effet, le suivi des **examens cliniques**, c'est-à-dire le recours aux médecins généralistes ou aux spécialistes, **était associé au statut socio-économique** de la commune où vivent les personnes avec un diabète (Figure 16.A). Le recours aux spécialistes, notamment **dentaires et ophtalmologistes**, était **plus fréquent chez les personnes résidant dans les communes les plus favorisées** que chez les plus défavorisées. Au contraire, le **recours au médecin généraliste était plus fréquent chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées** que chez les personnes résidant dans les communes les plus favorisées. A noter qu'aucune association avec le statut socio-économique n'avait été retrouvée pour le suivi cardiologique, c'est-à-dire la consultation en cardiologie ou la réalisation d'un ECG, dans ces deux éditions d'Entred.

La fréquence des **examens biologiques**, c'est-à-dire le dosage biologique effectué en laboratoire, n'était cependant **pas associée au statut socio-économique** (Figure 16.B). Les **personnes résidant dans les communes les plus défavorisées et les plus favorisées avaient la même fréquence** de dosage d'Hb1Ac, lipidique, de la créatininémie et de la microalbuminurie.

De plus, entre les deux éditions d'Entred 1 et 2, il a été montré que **l'association entre le recours aux spécialistes** (dentaires et ophtalmologistes) et le **statut socio-économique s'est maintenue**. Quant à **l'association inverse entre le recours au médecin généraliste et le statut socio-économique** (Figure 16.A), elle s'est intensifiée de façon significative. A noter que la fréquence de recours aux spécialistes (dentaires et ophtalmologistes) est restée inchangée entre les deux périodes, mais le recours aux médecins généraliste a diminué quel que soit le statut socio-économique. Pour **les examens biologiques aucune association avec le statut socio-économique n'a été retrouvée dans les deux éditions d'Entred**, sans évolution significative entre les deux éditions.

A noter que ces différentes associations ont également été **retrouvées dans le SNDS sur l'année 2013** [242].

3.1.4. Dans la mortalité

Les inégalités socio-économiques dans la mortalité toutes causes et par causes spécifiques sont étudiées dans de nombreux pays en population générale [180, 243-245]. Dans la population avec un diabète, **les inégalités socio-économiques de mortalité** y sont également très présentes [115, 198, 226, 246, 247]. Une étude de 2008, basée sur différentes régions européennes, a notamment montré que les femmes avec un faible niveau d'étude avaient 3,4 fois plus de risque de décéder du diabète, et les hommes 2 fois fois plus, que leurs homologues avec un niveau d'étude plus élevé [198]. Les études les plus récentes dans les pays à haut revenu (Etats-Unis, Canada) indiquent un risque plus élevé de mortalité variant entre 1,2 à 1,6 chez les plus défavorisés par rapport aux plus favorisés [248, 249].

En France, il a également été montré un risque de mortalité plus important chez les personnes avec un diabète ayant un statut socio-économique plus faible : 1,4 fois plus élevé pour les ouvriers et 1,3 fois plus élevé pour les artisans, commerçants et chefs d'entreprise, par rapport aux cadres (statut socio-économique plus élevé) [250].

De nombreuses études ont montré que le taux de **mortalité des personnes avec un diabète a diminué** au cours du temps **quel que soit le statut socio-économique** [109, 220, 251]. Cependant, selon les études, les inégalités dans la mortalité des personnes avec un diabète sont restées stables [220, 251] ou semblent avoir diminué au cours du temps [109]. Ces études ont également montré que la surmortalité des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète est restée très élevée quel que soit le statut socio-économique [109, 220, 251]. Une étude en Ecosse (tendances de 2004 à 2013) a également montré que la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète est restée importante quel que soit le niveau de désavantage (Figure 17.A et Figure 17.B), mais que cette surmortalité était plus élevée chez les plus favorisées que chez les plus défavorisées (résultats retrouvés dans d'autres études [252-254]), et plus élevée chez les femmes (Figure 17.B) que chez les hommes (Figure 17.A). Ces études restent tout de même rares et les populations et périodes d'études sont très différentes.

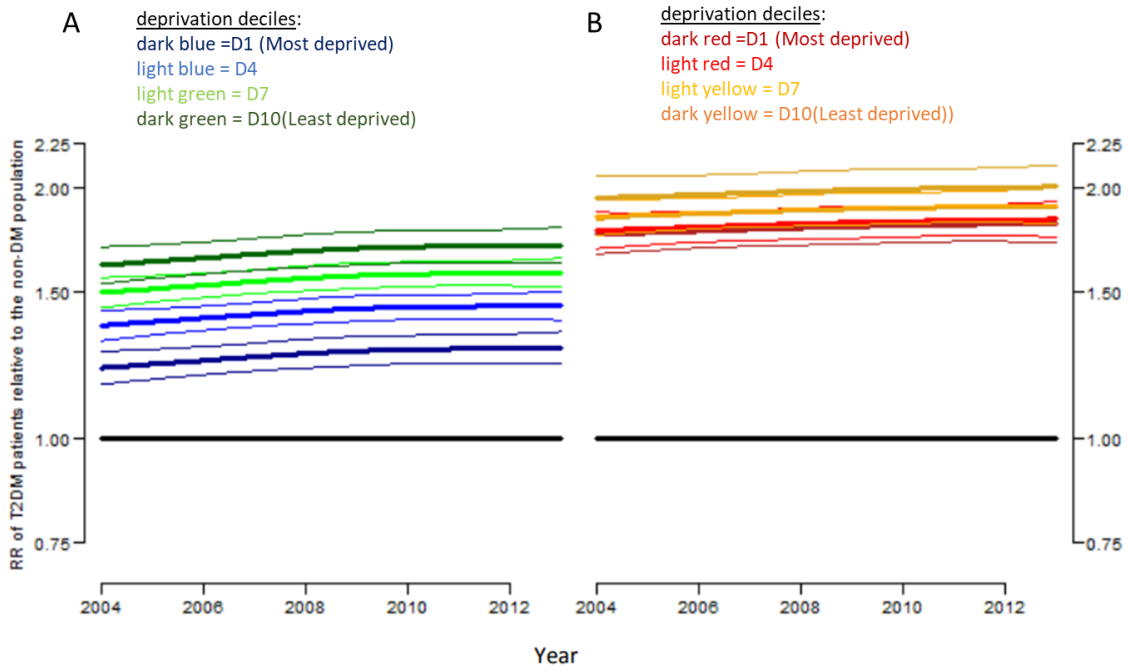


Figure 17 : Risque relatif de mortalité chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète de type 2 par rapport aux personnes sans diabète entre 2004 et 2013, par niveau de désavantage en Ecosse

Champs : Ecosse ; Source : base de donnée nationale Scottish Care Information-Diabetes; Figure tirée de l'article de Read et al., 2016 [220] ; Le niveau de désavanatage a été mesuré avec un l'indice écologique écossais (SIMD).

Les études sur les inégalités socio-économiques dans la **mortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète sont également rares**. Une étude en Ecosse a montré que la mortalité par cardiopathie ischémique était plus élevée chez les plus défavorisés (indice écologique) que chez les plus favorisés [255]. Une étude en Suède a également montré que la mortalité par **maladies cardiovasculaires** était près de deux fois plus élevée chez les personnes avec un diabète les plus défavorisées (revenu faible) que chez les plus favorisées (revenu élevé), et 30 % plus élevée pour la mortalité par **cancer** [256]. Deux autres études ont aussi montré des inégalités dans la mortalité par cancer, mais dans une étude l'écart entre les plus défavorisés et les plus favorisés restait

stable au cours du temps (tendances de 1988 à 2015 [120]), alors que dans une autre un rétrécissement puis un élargissement de l'écart étaient observés (tendances de 1998 à 2018 [257]).

Il est aussi important de noter que l'association entre inégalités socio-économiques et mortalité par tumeurs est moins présente que dans d'autres causes de mortalité (comme celle par des maladies cardiovasculaires par exemple) [256]. En effet, certaines localisations de tumeur sont soumises à un **dépistage organisé**, ce qui peut entraîner une absence de gradient de désavantage social, voire une inversion de ce gradient [224, 257]. Il existe notamment des inégalités dans le dépistage des tumeurs de la prostate, de la peau et du sein, qui sont plus fréquents chez les personnes avec un statut socio-économique élevé [224]. Si le dépistage chez les personnes les plus défavorisées est moins fréquent, la survie dans ces populations est donc plus faible. Mais les personnes les plus défavorisées ont également d'autres risques compétitifs de maladie, ce qui fait qu'elles peuvent décéder d'autres causes (comme les maladies cardiovasculaires par exemple) avant que leur tumeur soit diagnostiqué. Ces deux mécanismes peuvent donc augmenter « artificiellement » les taux de mortalité par tumeur des personnes les plus favorisées (car mieux dépistées) et diminuer ceux des personnes les plus défavorisées (car elles décèdent d'une autre cause).

En France, les études évaluant l'évolution de l'association entre la **mortalité et la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète toutes causes et par causes spécifiques, selon le statut socio-économique** étaient jusqu'alors **manquantes**, et ont été complétées par **cette thèse** (voir la section RESULTATS partie 2).

Focus sur la mortalité par COVID-19

Il existe encore **peu d'études** explorant l'association entre **mortalité par COVID-19 et statut socio-économique chez les personnes avec un diabète** [125]. Une étude en Angleterre a montré que la mortalité due au COVID-19 était significativement plus élevée chez les personnes avec un diabète appartenant aux quintiles les plus défavorisés que chez ceux appartenant aux quintiles les plus favorisés durant la première vague de la pandémie (jusqu'au 11 mai 2020). Les études sont **plus nombreuses en population générale** [129, 258, 259]. La plupart des études ont investigué l'association entre la mortalité par COVID-19 et les inégalités socio-économiques uniquement pendant la première vague de COVID-19 (jusqu'en mai 2020). Certaines études ont montré une mortalité plus élevée dans les populations les plus favorisées [260], d'autres n'ont pas montré de différence en fonction du statut socio-économique [261], et la grande majorité d'entre elles ont montré une mortalité plus élevée dans les populations les plus défavorisées [129, 262].

Les études qui se sont intéressées à cette association sur une plus longue période d'étude sont moins nombreuses et réalisées en population générale. Une étude de la population générale aux États-Unis a montré que les taux de mortalité dus à COVID-19 variaient dans le temps, les taux plus élevés initialement observés dans les zones les plus favorisées se déplaçant vers les zones les plus défavorisées [263]. Une autre étude américaine basée sur la population générale [264] a montré que l'incidence et la mortalité

de COVID-19 étaient plus élevées chez les personnes les plus favorisées au début de l'épidémie (de janvier à mai 2020), mais que cette association s'inversait au fil du temps, au détriment des personnes les plus défavorisées.

La comparaison avec ces différentes études reste difficile car la connaissance de cette maladie et les mesures mises en place par les gouvernements se sont développées progressivement et de manière différente selon les pays, à l'exemple des Etats-Unis, du Brésil et du Sénégal dont les gouvernements n'ont pas adopté de mesures de distanciation sociale [265-267], ce qui rend plus difficile la comparaison des études réalisées dans les différents pays.

En France, il **n'existait pas d'étude** ayant étudié le lien entre **mortalité par COVID-19 et statut socio-économique** (voir la section RESULTATS partie 2).

Cependant, des études en France ont montré que l'association entre l'incidence de COVID-19 et le statut socio-économique variait selon la période de l'épidémie [268, 269], ce qui pourrait expliquer indirectement des résultats sur la mortalité par COVID-19 en France. En effet, les auteurs ont cherché à comparer le risque d'infection par COVID-19 avant et pendant le confinement en fonction du statut socio-économique, et ont montré un risque d'infection avant le confinement plus élevé chez les plus favorisées que chez les plus défavorisées ; mais que ce risque diminuait plus fortement pendant le confinement chez les plus favorisées [269].

3.2. Expliquer les inégalités sociales et de sexe dans le diabète

Plusieurs éléments de réponse permettent d'expliquer pourquoi les personnes les plus défavorisées ou résidant dans les zones les plus défavorisées ont un risque plus élevé quel que soit le type d'indicateur du diabète : incidence, prévalence, complications, mortalité.

Tout d'abord, il a été montré qu'il existait un **gradient social dans les principaux facteurs de risque du diabète.** En effet, la prévalence de l'obésité est plus élevée chez les personnes les plus défavorisées [184, 270-272]. De plus, il a été largement montré que les personnes ayant un statut socio-économique plus faible pratiquent **moins d'activité physique liée aux loisirs** que celles ayant un statut socio-économique plus élevé [273, 274].

Une des hypothèses pour expliquer cette répartition sociale des facteurs de risque du diabète serait que les **comportements à risque pour la santé sont également socialement répartis**. En effet, les personnes les plus défavorisées ont des **comportements moins sains** en ce qui concerne les **habitudes alimentaires** [275]. Un **faible niveau d'éducation** et des ressources économiques limitées peuvent amener les personnes à choisir des **aliments peu coûteux** et à **haute valeur énergétique** [276]. Au contraire, les personnes avec un **statut socio-économique plus élevé** ont un **niveau de littératie en santé plus élevé**, ce qui leur permet d'être **plus réceptives aux recommandations en santé,** notamment au niveau de leurs choix alimentaires [277]. Aussi, la pratique d'activité physique liée aux loisirs des

personnes ayant un statut socio-économique plus faible pourrait être due à **un moindre accès aux infrastructures ou un manque de temps** [273, 274]. A noter que si l'activité physique liée au travail, au logement et aux transports est également prise en compte, cette relation entre statut socio-économique et activité physique semble moins claire [274], même si l'activité physique liée aux loisirs a aussi pour vertu la diminution du stress [278].

Mais **les facteurs de risque établis et les comportements en santé ne peuvent pas expliquer à eux seuls l'association entre statut socio-économique et état de santé de la population** [197, 279, 280]. Par exemple, une étude aux Pays-Bas a montré que même si une personne ayant un faible niveau d'éducation adhère à un régime alimentaire de haute qualité, elle aura tout de même un risque deux fois plus élevé de diabète qu'un participant très instruit adhérant à un régime alimentaire tout aussi sain [279].

En effet, plusieurs études ont déjà montré que certaines **caractéristiques de l'environnement** dans lequel les individus vivent ont un impact sur leur santé. Or les zones les plus défavorisées, sont souvent des zones où se **cumulent de nombreux facteurs environnementaux néfastes pour la santé**. Par exemple, un faible potentiel piétonnier a été associé à une incidence du diabète plus élevée [281]. Aussi, une étude a montré que le bruit, la pollution de l'air, et un taux de criminalité élevés étaient associés à un risque d'obésité abdominale et de développement d'une résistance à l'insuline [184, 282, 283], ce qui pourrait être expliqué par des niveaux plus élevés de stress chronique [184, 284-286]. Certains autres facteurs psychosociaux, comme une faible latitude décisionnelle au travail, peuvent également augmenter le risque de diabète [197]. De plus, certains territoires peuvent être dépourvus de services de santé, d'accès à une alimentation saine et à des installations pour l'activité physique [184, 280]. En effet, **les structures de soins** ne sont pas réparties équitablement sur les territoires [244, 287, 288]. Or les inégalités d'accès aux soins jouent également un rôle dans la génération des inégalités de santé [289]. Plus largement, l'accès aux soins fait référence à la fois à la disponibilité des services de soins de santé (accès potentiel), dont la répartition est inégale sur les territoires, mais englobe également l'utilisation de ces services par les patients (accès réalisé) [151, 290, 291]. Or il a déjà été montré que les personnes avec un faible statut socio-économique étaient plus susceptibles de signaler des obstacles aux soins (coût, accessibilité etc.) [292] tandis que les personnes les plus favorisées sont plus susceptibles d'intégrer facilement les normes médicales et d'avoir un accès plus facile aux services de santé [159, 240].

Il existe aussi des **différences entre les sexes** dans l'association entre statut socio-économique et diabète, même si les raisons de ces différences ne sont pas encore tout à fait claires [198].

Dans la plupart des pays à hauts revenus, les **hommes ont des taux de prévalence, d'incidence, de complications liées au diabète et de mortalité plus élevés que les femmes**. En effet, les hommes ont

plus de facteurs de risque de diabète et cardiovasculaires que les femmes, dus à des facteurs génétiques complexes (hormones et stockage des graisses différents de ceux des femmes) et des comportements de santé moins sains (tabac, alcool, mauvaise alimentation) [293, 294]. Les femmes sont quant à elles plus sensibles aux informations concernant la santé [295], elles sont donc plus attentives à leur alimentation [296], et plus susceptibles d'être conscientes de leur diabète, de recevoir un traitement et d'obtenir un meilleur contrôle glycémique que les hommes [297, 298], même si elles font globalement moins d'activité physique que les hommes [293]. Mais au contraire dans d'autres pays, comme en **Afrique du Nord et au Moyen Orient, ce sont les femmes qui ont les taux de prévalence et d'incidence du diabète les plus élevés** [13]. En France, dans les DROM, ce fardeau est également porté davantage par les femmes [19]. En effet, les femmes dans les DROM sont plus souvent en surpoids et en situation d'obésité et font moins souvent d'activité physique [299], cela peut être dû notamment à une prédisposition génétique différente de la population en Hexagone.

Cependant, les **inégalités dans le diabète sont plus élevées chez les femmes** que chez les hommes. Les facteurs de risque tels que l'obésité ou encore l'inactivité physique, l'accès inégal aux soins de santé (norme culturelle, enjeux sociaux et économiques), la disposition biologique et épigéniques (notamment liée aux variations d'hormones au cours du temps lors des règles ou de la grossesse) ou encore le stress psychologique (soutien, responsabilité) ont notamment été proposés comme mécanismes possibles pour expliquer ces différences d'inégalités entre les hommes et les femmes [197, 200, 295, 297, 300-303]. Ces facteurs combinés peuvent contribuer à l'aggravation des inégalités chez les femmes avec un diabète.

Les différents mécanismes et hypothèses décrits ne permettent pas d'expliquer à eux seuls la totalité des inégalités existantes. Les inégalités dans le diabète sont le résultat de la combinaison de multiples déterminants sociaux, que nous avons décrits en partie 2.2.3.

Epilogue

Le **diabète** est l'une des maladies pour lesquelles il existe **les plus fortes inégalités sociales**, que ce soit dans la prévalence, l'incidence, les complications ou dans la mortalité de cette population.

En France, **la surveillance de l'évolution des inégalités sociales dans le diabète n'est pas systématique**. Cette thèse s'inscrit dans ce cadre, en permettant d'améliorer les connaissances sur le lien entre inégalités sociales et diabète en France, afin de mettre en lumière des pistes d'action pour les réduire.

OBJECTIFS

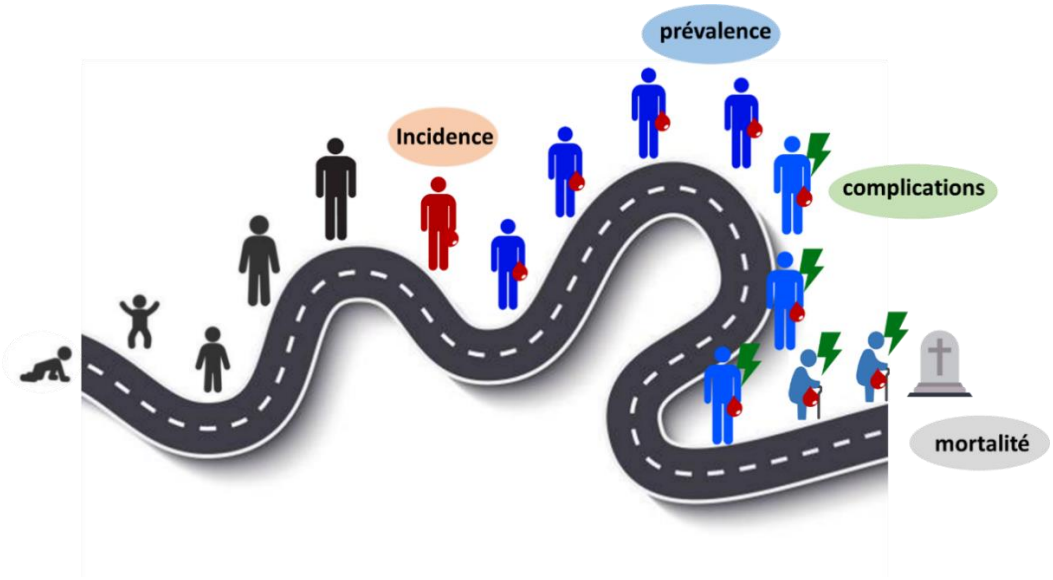
Comme nous l'avons vu, la **prévalence du DT2** ne cesse de croître dans le monde, impliquant ainsi une **charge de plus en plus lourde** sur la **prévention, la prise en charge des complications** et de la **mortalité** liées au DT2. Le DT2 est en outre une des maladies chroniques où il existe les plus **fortes inégalités socio-économiques**.

Bien que des **dynamiques encourageantes** concernant l'incidence du DT2, de certaines complications et la mortalité des personnes avec un DT2 aient été montrées ces dernières années en France, ces améliorations suscitent des interrogations : ont-elles **bénéficié à l'entièreté de la population, quel que soit son statut socio-économique ?** Intégrer une déclinaison de ces dynamiques selon les inégalités socio-économiques permettrait de répondre à cette question, et de **guider** au mieux l'élaboration des **politiques de prévention** visant à réduire le fardeau du DT2.

Ainsi, **l'objectif principal** de cette thèse est d'étudier **l'évolution de l'association** entre le **DT2** et les **inégalités socio-économiques**, à partir des **données de surveillance** du diabète en France.

Pour ce faire, cette thèse comporte plusieurs **objectifs spécifiques** :

1) Etudier l'association entre les inégalités socio-économiques et la **prévalence** et **l'incidence** du DT2 entre 2010 et 2020 ;
2) Etudier l'association entre les inégalités socio-économiques (a) et la **mortalité et la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète, toutes causes** et par **causes spécifiques** entre 2013 et 2019, et (b) **la mortalité par COVID-19** des personnes avec un diabète en 2020 ;
3) Etudier l'association entre les inégalités socio-économiques et l'**incidence** des principales **complications** du DT2 entre 2012 et 2022.



MATERIELS ET METHODES

Cette section permet de donner les principaux éléments méthodologiques qui ont permis de répondre aux objectifs de cette thèse. Ainsi, les bases de données utilisées, les choix méthodologiques et les principales analyses effectuées vont être décrits en détail dans cette section. Les spécificités méthodologiques propres à chaque objectif seront abordées dans la section RESULTATS. Certaines informations plus générales sur les bases de données utilisées seront données en ANNEXES de cette thèse, afin de fluidifier la lecture de cette section. Nous donnerons également les limites issues des indicateurs développés dans le cadre de cette thèse. Les limites plus générales liées à l'utilisation des bases de données du SNDS et des indicateurs utilisés dans le cadre de cette thèse seront données dans la section DISCUSSION de cette thèse.

A noter que les différentes informations contenues dans ce chapitre sont en partie issues de la documentation collaborative du Health Data Hub[33] (HDH) et de la documentation de Santé publique France mise régulièrement à jour [304].

1. Le SNDS

1.1. Présentation générale du SNDS

En France, la **sécurité sociale** permet la prise en charge des dépenses de santé et l'accès aux soins des personnes résidant sur le territoire. Les informations sur les remboursements sont contenues dans **le SNDS**, une des plus grandes **bases de données médico-administratives** de santé du monde [305], couvrant la **quasi-totalité de la population française** (partie 2.1.4). Cet entrepôt numérique de données est géré et hébergé par la Caisse Nationale d'Assurance Maladie (CNAM). L'origine et l'historique du SNDS sont données en Annexe 1.

A ce jour, le SNDS est composé de trois principales bases de données [305] (Figure 18) :

- Les données de remboursements des régimes d'Assurance Maladie obligatoire, base de données du Système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM, crée en 1998, voir Annexe 1). Elle contient notamment la base de **Données de Consommation Inter-Régimes (DCIR)** qui est gérée par l'Assurance Maladie ;
- Les données des hospitalisations, base de données du **Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI)** (créée en 1983), gérée par l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH) ;
- Les bases de données des **causes médicales de décès** (créée en 1968), base de données gérée par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès (CépiDc) de l'Institut national de santé et de la recherche médicale (Inserm).

[33] https://documentation-snds.health-data-hub.fr

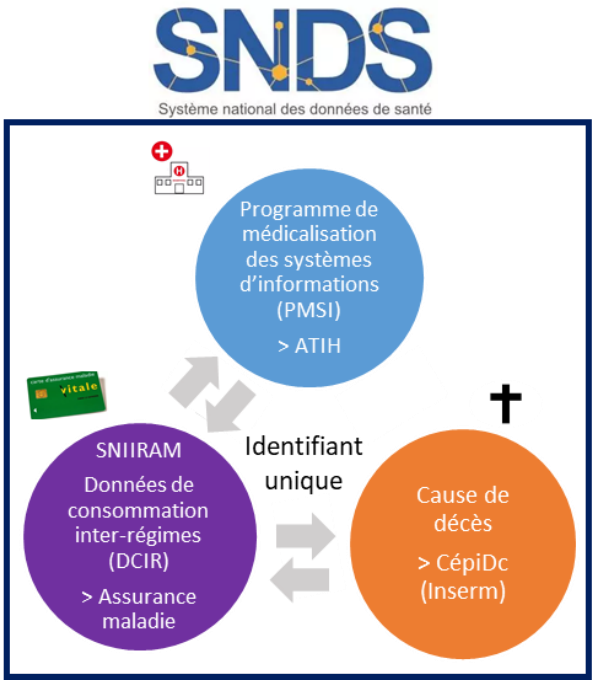


Figure 18 : Schéma des bases de données contenues dans le SNDS

Les informations contenues dans ces bases de données seront plus largement décrites en partie 1.2

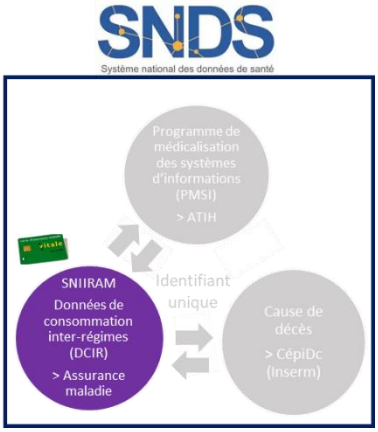
Le SNIIRAM comporte également d'autres bases de données, avec 15 bases thématiques agrégées appelées « datamart » qui sont orientées vers une finalité particulière (suivi des dépenses, biologie, pharmacie, établissements privés) et un échantillon généraliste des bénéficiaires (EGB) qui comporte 1/97e de la population bénéficiant de la sécurité sociale.

S'ajoutent à cela, **d'autres types de bases de données**, comme les données relatives au handicap, des échantillons de données en provenance des organismes complémentaires ou les données relatives à la COVID-19 (Système d'information et de dépistage (SI-DEP) depuis mai 2020, bases de Vaccin COVID-19 depuis 2021).

Les **différentes bases de données** du SNDS sont **liées (appariées) entre elles** via un **identifiant unique** que nous verrons plus en détail en partie 1.2.4.

L'accès à ces bases de données dépend d'autorisations qui sont détaillées en Annexe 2. Pour ce projet de thèse, nous avons pu avoir **accès aux données individuelles** des bénéficiaires et de manière **exhaustive,** avec une **autorisation de croisement des identifiants potentiels** entre les différentes bases de données du SNDS (voir partie 1.2.4), ainsi qu'un **historique de 19 ans + l'année en cours** sur la **France entière** et sur **tous les régimes** présents dans le SNDS (voir Annexe 2).

1.2. Les informations contenues dans les bases de données du SNDS



1.2.1. Le DCIR

Le **DCIR** contient des données **individuelles anonymisées** de l'ensemble des **remboursements des soins** pris en charge par la **quasi-totalité des régimes d'Assurance Maladie** en France. Les remboursements se font via la carte vitale, ou les feuilles de soin papier pour les soins de ville, par des bordereaux de facturation pour les cliniques privées ou les actes et consultations externes pour les hôpitaux publics. **Le but principal** de cette base est de **suivre les prestations**, dites de ville, **remboursées par l'Assurance Maladie**.

Ainsi les **informations** contenues dans cette base de données sont de types médico-administratives. Les informations sont données en Figure 19 et comportent globalement :

- les **soins dispensés en ville** (actes médicaux, nature des examens biologiques, dispositifs médicaux, médicaments, transports sanitaires, ALD) ;
- les **données socio-démographiques** (sexe, âge, complémentaire santé, commune et département de résidence, date de décès).

Cette base de données ne comporte aucune donnée clinique (poids, taille etc.), d'examen ou actes (résultats de biologie médicale, imagerie, compte rendu opératoire), ni de données socio-économiques détaillées (niveau de revenus, profession et catégorie socio-professionnelle etc.).

L'Annexe 3 donne les tables de données où sont compilées ces informations.

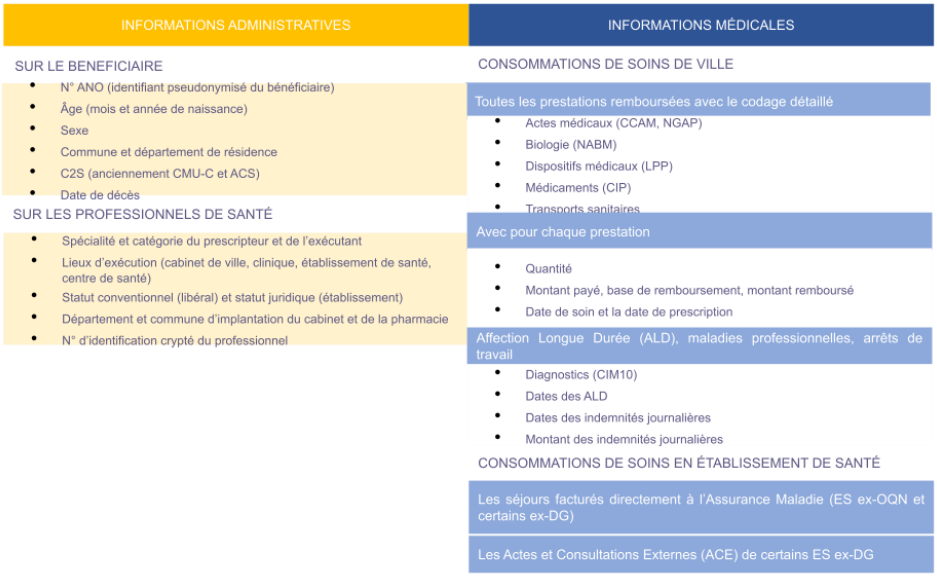
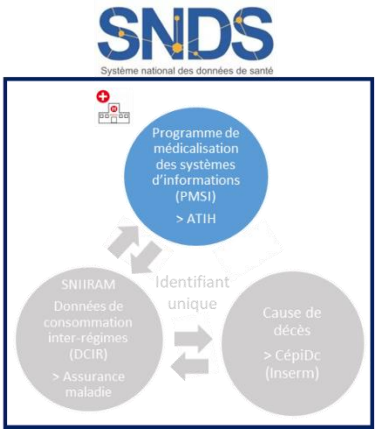


Figure 19 : Synthèse des données disponibles dans le DCIR

Figure issue de la documentaion du Health Data Hub [306]. ES : Etablissement de Santé ; C2S : complémentaire santé solidaire ; CMU-C : couverture maladie universelle complémentaire ; ACS : aide au paiement d'une complémentaire santé ; CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux ; NGAP : nomenclature générale des actes professionnels ; NABM : Nomenclature des Actes de biologie Médicale ; LPP : Liste des produits et prestations ; CIP : Code identifiant de présentation : CIM-10 :

Classification internationale des maladies de la 10e révision ; ALD : Affection Longue Durée ; Ex-OQN : ex objectif quantifié national ; Ex-DG : Ex dotation globale.



1.2.2. Le PMSI

Le **PMSI** contient les informations médico-administratives sur **l'activité hospitalière publique ou privée** en **médecine, chirurgie et obstétrique (MCO)**, en **soins de suite et réadaptation (SSR),** en **psychiatrie** (recueil d'information médicalisée pour la psychiatrie : RIMP-P) et les **hospitalisations à domicile (HAD).** Le **but principal** de cette base est d'avoir des **informations administratives et médicales** utilisées pour le **financement des établissements de santé** (tarification à l'activité (T2A)) et pour **l'organisation de l'offre de soin.**

De plus, depuis 2004, le PMSI est devenu un instrument de gestion financière, avec l'attribution de tarifs sur la base d'un système de T2A. Depuis 2008, le budget des établissements dépend entièrement de l'activité médicale décrite dans le PMSI [307]. Les informations sont de type :

- **médical** (diagnostics, actes médicaux réalisés (codés en Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM)), médicaments délivrés etc.) ;
- **administratif** (identification de l'établissement, durée de séjour, mode d'entrée et de sortie etc.) ;
- **socio-démographique** sur le patient hospitalisé (sexe, âge, code postal de résidence etc.).

Tout comme le DCIR, le PMSI ne contient pas d'informations cliniques qui ont été posées en dehors de l'hôpital, ni les résultats de tests biologiques, ou les données anthropométriques.

Nous avons principalement utilisé les informations contenues dans le PMSI-MCO, qui sont données en Figure 20. L'Annexe 4 donne les tables de données où sont compilées ces informations.

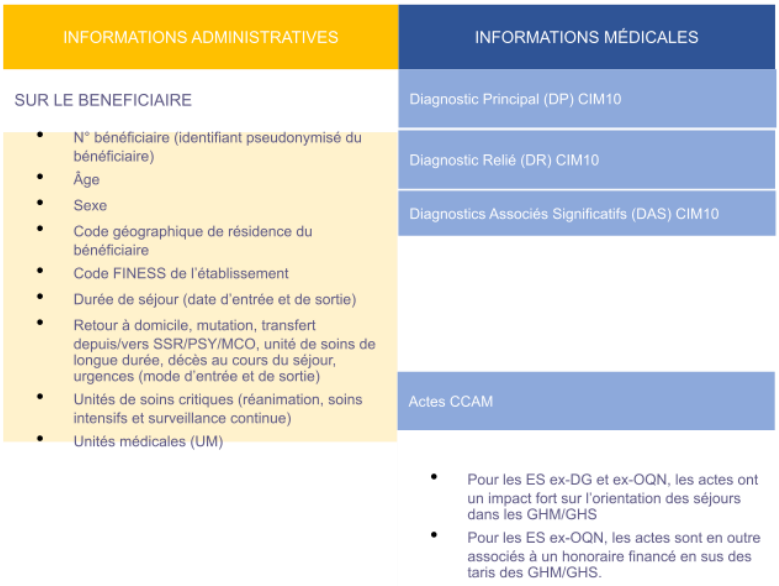
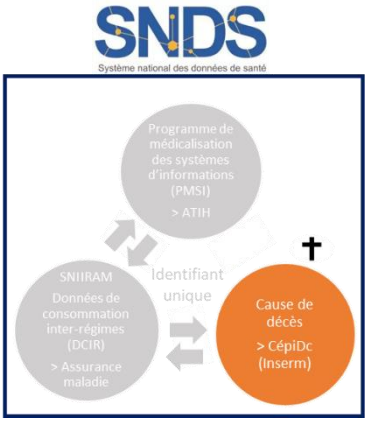


Figure 20 : Synthèse des données disponibles dans le PMSI-MCO

Figure issue de la documentaion du Health Data Hub [306] ; CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux ; FINESS : Fichier national des établissements sanitaires et sociaux ; SSR : soins de suite et réadaptation ; PSY : psychiatrie ; MCO : médecine,

chirurgie et obstétrique ; CIM-10 : Classification internationale des maladies de la 10e révision ; Ex-OQN : ex objectif quantifié national ; Ex-DG : Ex dotation globale ; ES : Etablissements de santé ; GHM : Groupe homogène de Maladies ; GHS : Groupe homogène de séjours.



1.2.3. Les causes médicales de décès

La base de données de **causes médicales de décès** contient les **informations des certificats de décès**. Ces données sont issues des certificats de décès établis par les médecins dans les 24h suivant la survenue d'un décès en France. L'Annexe 5 donne en détail les règles de remplissage des certificats de décès et le circuit de ces données avant l'intégration dans le SNDS.

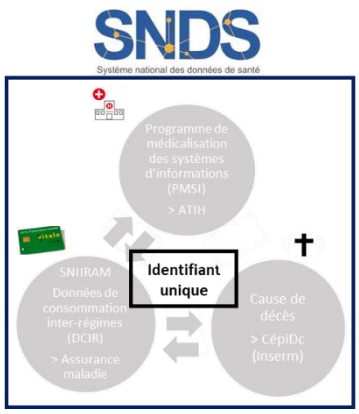
Le **but principal** de cette base est **d'étudier la mortalité par causes médicales en France** afin **d'identifier les priorités de santé publique** et de faire des comparaisons internationales.

Les **informations** disponibles dans cette base de données sont :

- les **causes médicales à l'origine du décès** par ordre d'importance, ainsi que les états morbides qui ont contribué au décès (voir Annexe 5). Les causes de décès répondent aux recommandations de codage de l'OMS (codage avec la Classification internationale des maladies de la 10e révision (CIM-10)), permettant des comparaisons dans le temps et l'espace au niveau international. Ainsi les **causes initiales** de décès sont définies par l'OMS comme « la maladie ou la blessure qui a déclenché le train d'événements morbides conduisant directement au décès, ou les circonstances de l'accident ou de la violence qui a produit la blessure mortelle » [308]. Les autres causes mentionnées sur le certificat sont les **causes associées** ;
- les informations **socio-démographiques** (sexe, âge, date du décès, lieu du décès etc.).

Le CépiDC va procéder au codage des causes médicales de décès (procédure manuelle ou semi automatisées (logociel IRIS/muse) en utilisant la CIM-10) et va **déterminer la cause initiale de décès**. Pour les années 2018 et 2019, et à partir de 2021, le codage automatique des causes de décès est réalisé en partie à l'aide d'algorithmes de deep learning développé par le CépiDC [309, 310].

La base de données des causes médicales de décès est la dernière base de données incluse dans le SNDS, en **2018.** L'Annexe 6 donne les tables de données où sont compilées ces informations. Ces tables sont **appariées** aux autres bases de données du SNDS, permettant des recherches approfondies sur les causes de décès en France (voir partie 2.3.1).



1.2.4. Les identifiants

L'un des principaux avantages du SNDS est que les bases de données qui le composent sont appariées (chaînées) entre elles via un **identifiant unique**. Cet identifiant unique provient du **Numéro d'Inscription au Répertoire (NIR) national d'identification des personnes physiques (RNIPP)** ou numéro de sécurité sociale. Dans le SNDS, les personnes bénéficiant de remboursements de soin de santé, appelés **bénéficiaires,** ont un identifiant, appelé le **pseudo-NIR.** La construction de ce pseudo-NIR est donnée en Annexe 7.

En effet, comme les données du SNDS sont **confidentielles**, l'anonymat des bénéficiaires est garanti via une **procédure de pseudonymisation** cryptographique irréversible (les pseudonymes sont régulièrement changés) du NIR de la personne.

Cet identifiant pseudonymisé va être **disponible sous une ou plusieurs variables** selon les bases de données du SNDS (Figure 21) et permet de **distinguer les consommants**[34] dans le SNDS**.** Ces différentes variables d'identification des bénéficiaires sont décrites de manière détaillée en Annexe 8. Il existe au moins une variable dont l'information est commune à deux bases de données du SNDS, ce qui permet **l'appariement de toutes les bases de données du SNDS entre elles**. La variable (ou les variables) identifiante à considérer dépend des bases de données utilisées et des objectifs visés (partie 2).

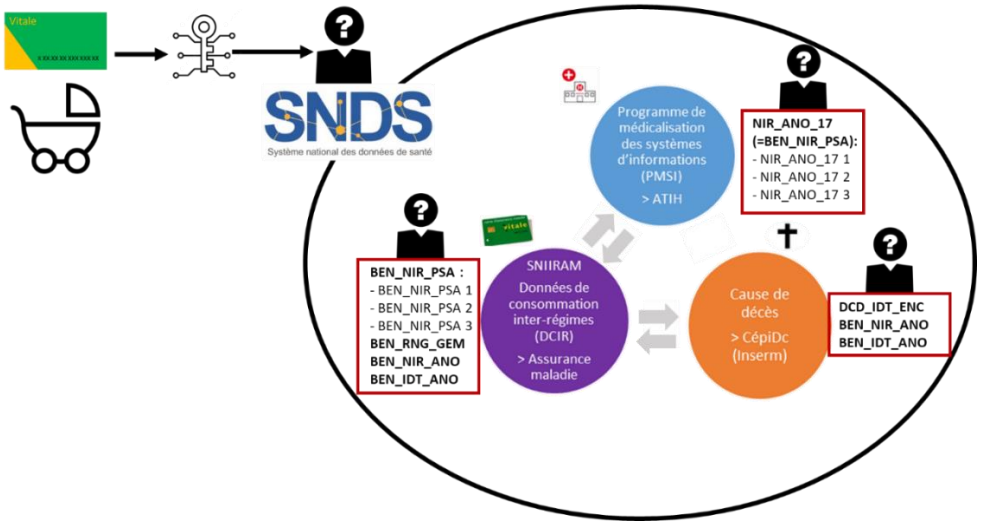


Figure 21 : Schéma présentant les différentes variables identifiants bénéficiaires dans le SNDS

En plus des identifiants bénéficiaires, certaines informations dans le SNDS sont considérées comme « **identifiants potentiels** » dans le sens où elles pourraient **permettre la ré-identification** des personnes. Les variables du SNDS considérées comme « identifiants potentiels » sont : l'année et le mois de naissance, la commune de résidence, les dates exactes des soins et la date de décès (jour + mois + année), la commune de décès. Ces variables ne sont accessibles qu'à certains utilisateurs du SNDS (Annexe 2) : le **profil 108** permet le **croisement de ces 5 identifiants potentiels.**

[34] Les consommants sont des bénéficiaires de remboursement de soins qui ont consommé un soin.

2. L'utilisation des bases de données du SDNS

L'utilisation des bases de données du SNDS nécessite un **certain nombre de précautions**. En effet, les bases de données du SNDS n'ont pas été conçues à l'origine à des fins de recherches ou de surveillance, mais à **des fins médico-administratives**. L'exploitation des données du SNDS demande donc une **bonne connaissance** du **système de santé français** et un **temps de gestion des données** (*data management*) **non négligeable**.

2.1. DCIR

Les tables des référentiels bénéficiaires (IR_BEN_R et IR_BEN_R_ARC) du DCIR (voir Annexe 3) permettent de recenser toutes les personnes ayant au **moins consommé un soin de ville dans l'année** (ces personnes seront appelées **« consommants** » par la suite). Ces tables du DCIR sont notre « point de départ » de toutes nos analyses. Nous verrons donc dans cette partie les principales tables de données utilisées, la gestion des données et les choix méthodologiques effectués.

2.1.1. Tables utilisées

La CNAM a mis à disposition des tables permettant d'avoir tous les consommants et leurs caractéristiques socio-démographiques pour chaque année, à partir des tables référentiels bénéficiaires IR_BEN_R (et IR_BEN_R_ARC). Ces tables, nommées **EXTRACTION_PATIENTSaaaaTR** (« aaaa » : pour l'année), sont disponibles depuis 2006 jusqu'à 2022 (lors de l'écriture de cette thèse) dans la **bibliothèque CONSOPAT**, et contiennent l'ensemble des bénéficiaires des régimes d'Assurance Maladie ainsi que tous les identifiants bénéficiaires. Lors de l'utilisation de ces tables, il est conseillé de recroiser les informations avec le référentiel bénéficiaire (IR_BEN_R et IR_BEN_R_ARC) afin d'avoir la dernière mise à jour des informations.

2.1.2. Gestion des identifiants

Comme nous l'avons vu, les **identifiants bénéficiaires** permettent de **distinguer les différents consommants** dans le SNDS et de **chaîner les données** entre les différentes bases de données du SDNS. Il est donc primordial qu'ils soient correctement **attribués à un consommant unique**.

Il est préconisé d'utiliser **le BEN_NIR_ANO**, qui est un i**dentifiant unique** à chaque consommant**.** Cependant, **la variable BEN_NIR_ANO** n'est **pas systématiquement renseignée** par tous les régimes d'Assurance Maladie, bien que **cette information soit de plus en plus exhaustive** (Annexe 8).

Etant donné que nos analyses portent sur des périodes débutant en 2010 et allant jusqu'en 2022 et que **certains régimes** d'Assurance Maladie **n'ont pas de bonne complétude du BEN_NIR_ANO** (par exemple en 2011 le régime Caisse nationale militaire de sécurité sociale (CNMSS) avait 17,2 % de renseignement sur le BEN_NIR_ANO et les SLM 18,8 % ; Annexe 8), nous avons utilisé dans nos études **l'identifiant BEN_IDT_ANO**.

Le **BEN_IDT_ANO** prend la valeur du BEN_NIR_ANO si elle est présente, et le cas échant, la valeur de la

concaténation du couple BEN_NIR_PSA||BEN_RNG_GEM (Annexe 8). Or, l'utilisation du couple **BEN_NIR_PSA/BEN_RNG_GEM** peut engendrer **des doublons,** et notamment **chez les personnes jeunes** (Annexe 8).

Nos analyses ont été effectuées **chez les personnes de 45 ans et plus**, ce qui **limite fortement ce biais de doublon** (Annexe 8), et nous avons également veillé à minimiser le nombre de doublons en utilisant les dernières mises à jour des référentiels bénéficiaires (IR_BEN_R et IR_BEN_R_ARC). Nous avons également exclu les NIR provisoires ou fictifs pour limiter ces doublons (ils sont repérables via un code spécifique) (Annexe 8).

2.1.3. Sélection des régimes

Le SNDS a beaucoup évolué ces dernières années. **L'intégration des différents régimes** d'Assurance Maladie dans le SNDS s'est faite **au cours du temps**. Le Tableau 2 donne la disponibilité des régimes d'Assurance Maladie dans CONSOPAT ainsi que la proportion de la population française bénéficiaire de ces régimes. La documentation de Santé publique France et du HDH permettent de connaître en détail tous les changements concernant la disponibilité de ces régimes dans le SNDS [304].

Il est important de noter que depuis 2019, le Régime social des indépendants (RSI)[35], ainsi que certaines Sections locales mutualistes (SLM)[36], ont progressivement été intégrées au Régime général (RG).

Tableau 2 : Disponibilités des régimes d'Assurance Maladie dans les tables CONSOPAT et leur proportion dans la population française

Régime	Proportion en 2016[1] (%)	Date entrée dans CONSOPAT
Principaux régimes d'Assurance Maladie		
Régime général (RG)	76	2006
Sections locales mutualistes (SLM)	11	2006
Mutualité sociale agricole (MSA)	6	2009
Régime sociale des indépendants (RSI)	5	2009
Régimes spéciaux d'Assurance Maladie		
Société nationale des chemins de fer français (SNCF)	<1	2015
Régime autonome des transports parisiens (RATP)	<1	2015
Etablissement national des invalides de la marine (ENIM)	<1	2015
Caisse autonome nationale de sécurité sociales dans les mines (CANSSM)	<1	2015
Caisse nationale militaire de sécurité sociale (CNMSS)	<1	2009
Caisse de retraite et prévoyance des clercs et employés de notaires (CRPCEN)	<1	2010
Chambre de commerce et d'industrie de paris (CCIP)	<1	2012-2013
Caisse de prévoyance du port autonome de bordeaux (CPPAB)	<1	2012-2018
Caisse d'assurance vieillesse, invalidité et maladie des cultes (CAVIMAC)	<1	2010 (dispo à partir d'aout 2009)

Tableau adapté des informations contenues dans le guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304] ; [1] Proportion de la population française en 2016 dans les différents régimes d'Assurance Maladie [305].

Etant donné que la majorité des objectifs de cette thèse sont basés sur un suivi des évolutions temporelles, il est important de prendre en compte la date de disponibilité des régimes présents dans les

[35] Il est possible d'identifier les bénéficiaires du RSI avec la variable REF_TIN_TOP.

[36] L'évolution des régimes SLM est disponible dans la documentation de la CNAM sur le portail du SNDS et sur le HDH https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/.

tables de données de CONSOPAT.

Comme toutes nos analyses d'évolution temporelle débutaient avant 2015, nous avons **systématiquement exclus les petits régimes spéciaux suivants : SNCF, RATP, ENIM et CANSSM** (appelé « mines » par la suite) qui ont été intégrés dans les tables de CONSOPAT uniquement à partir de 2015. Ces régimes représentent environ **1,2 % des consommants** pour chaque année. Afin d'observer l'impact de cette exclusion sur nos données, la répartition par classe d'âge des populations de ces quatre régimes et du RG (pour comparaison) est présentée en Figure 22.

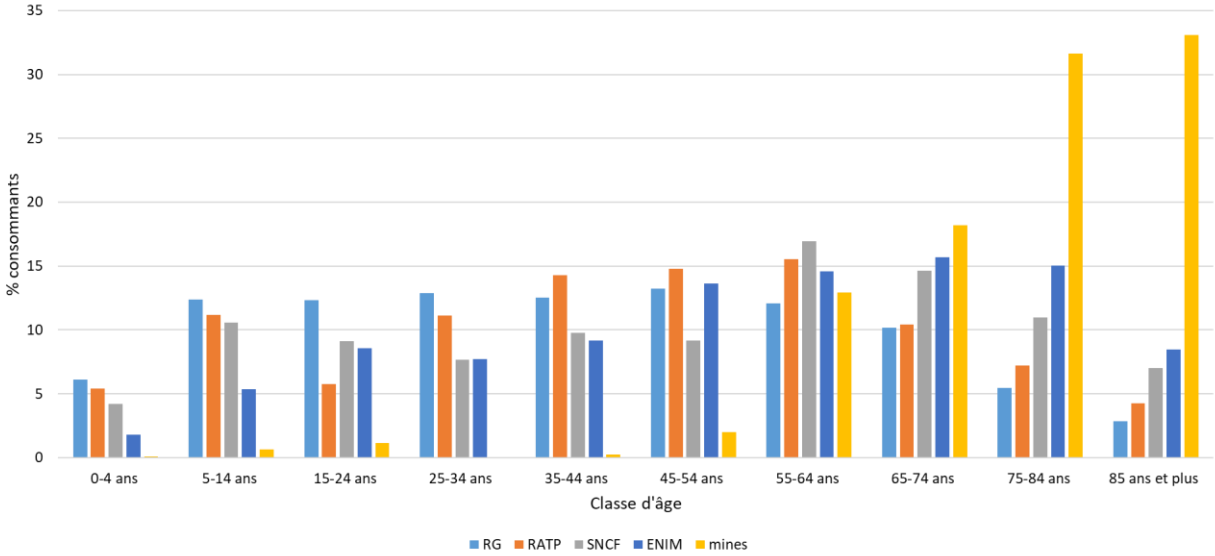


Figure 22 : Répartition des classes d'âge dans les régimes RG, RATP, SNCF, ENIM et mines en 2020

Cette répartition est similaire à celle des bénéficiaires du RG (représentant la majorité des consommants) sauf pour le régime des mines pour lequel les bénéficiaires sont beaucoup plus âgés (ce régime concernant essentiellement les anciens travailleurs des entreprises minières) (Figure 22). Par contre, les bénéficiaires des régimes SNCF, RATP et ENIM sont majoritairement des hommes (deux fois plus que les femmes), alors que ceux du RG (et des mines) concernent un peu plus de femme (10 % de plus que les hommes) rejoignant les proportions de la population française.

2.1.4. Choix du dénominateur

La sécurité sociale est accessible à l'entièreté de la population résidant en France. Cependant les bases de données du DCIR nous permettent de connaître seulement **les consommants de soins**. En comparant les effectifs par tranche d'âge et sexe des consommants et de la population française issue du recensement de l'INSEE, nous montrons que les informations contenues dans le DCIR concernent **la quasi-totalité de la population française** (Tableau 3).

Tableau 3 : Proportion de consommants dans les tables du DCIR par rapport à la population française issue du recensement de l'INSEE pour les années 2010, 2015 et 2020, selon le sexe et la tranche d'âge[1]

	2010			2015			2020		
Age (ans)	**Hommes**	**Femmes**	**Total**	**Hommes**	**Femmes**	**Total**	**Hommes**	**Femmes**	**Total**
0-4	1,01	1,00	1,00	1,03	1,03	1,04	1,03	1,02	1,02
5-14	0,95	0,95	0,95	0,97	0,97	0,98	0,98	0,97	0,97
15-24	0,88	0,99	0,93	0,92	1,01	0,97	0,95	1,04	0,99
25-34	0,94	1,02	0,98	0,98	1,05	1,03	1,03	1,08	1,06
35-44	0,93	0,99	0,96	0,98	1,01	0,99	0,99	1,02	1,01
45-54	0,93	0,97	0,95	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
55-64	0,94	0,96	0,95	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99
65-74	0,96	0,95	0,95	1,00	0,98	0,98	1,00	0,98	0,99
75-84	0,93	0,93	0,93	1,00	0,98	0,98	1,00	0,97	0,98
85 et plus	0,91	0,93	0,93	1,00	0,99	0,97	1,00	0,96	0,97
Total	0,94	0,97	0,96	0,98	1,00	0,99	0,99	1,01	1,00

[1] Population française hors Mayotte et communes d'Outre-Mer.

La comparaison entre les années 2010, 2015 et 2020 nous montre également qu'il y a une amélioration de l'adéquation entre le nombre de consommants dans le DCIR et les personnes recensées par l'INSEE. Cela est notamment dû à l'intégration de l'ensemble des régimes d'Assurance Maladie à partir de 2015 (voir partie 2.1.3). En particulier, la concordance la plus faible concerne les hommes de 15 à 24 ans en 2010 (88 % de la population française). Cela peut être lié en partie aux régimes d'Assurance Maladie qui n'ont pas été intégrés à cette période, ce qui concernent majoritairement des hommes (voir partie 2.1.3). Mais pour les années 2015 et 2020, cette concordance reste également la plus faible (92 % et 95% respectivement). Une partie de cette inadéquation peut donc être liée à un comportement individuel de « non consommation de soin ». Les concordances supérieures à 100 % concernent majoritairement les personnes jeunes, et les femmes de 15 à 44 ans. Cela peut en partie s'expliquer par la présence de doublons plus fréquents sur les identifiants BEN_NIR_PSA, BEN_RNG_GEM aux jeunes âges, ainsi que par des potentiels doublons liés au NIR fictifs chez les femmes (Annexe 8). Enfin ces concordances peuvent également varier selon les territoires, notamment dans les régions qui comportent beaucoup d'étudiants qui peuvent être affiliés aux régimes de leurs parents (voir documentation Santé publique France sur les SLM [304]).

Nous avons considéré pour nos analyses que le nombre de **consommants était très proche de celui de la population française** (recensement INSEE) et nous les avons donc utilisés comme **dénominateur**. En utilisant les **mêmes données issues du SNDS** pour le **numérateur** (indicateurs de santé (voir partie 3)) et notre **dénominateur** (population de consommant), **nous limitons l'impact de biais** lié à une sous-estimation. En effet, en prenant la population INSEE comme dénominateur, nous n'aurions pas eu la même population d'étude qu'au numérateur (exclusion de certains régimes). Ainsi, en utilisant les consommants, les numérateurs et dénominateurs ont **les mêmes caractéristiques** (âge, sexe, régime, lieu de résidence, etc.) et les **mêmes erreurs potentielles**. Enfin, nos analyses concerneront majoritairement les **personnes de plus de 45 ans** ce qui limite en grande partie le biais de doublon (voir Annexe 8).

Pour information, une fiche thématique sur le choix du dénominateur dans le SNDS a été rédigée par le groupe de travail ReDSiam (Réseau pour mieux utiliser les Données du Système national des données de santé) et peut être retrouvée sur le HDH[37].

2.1.5. Gestion des dates de décès

Dans le DCIR, la **date de décès** est repérée par la variable **BEN_DCD_DTE**, qui est sous un format *datetime* jour/mois/année/heure/minute/seconde. La variable BEN_DCD_DTE est présente dans les tables de CONSOPAT, mais il est conseillé d'aller chercher l'information dans les **tables des référentiels bénéficiaires**, qui contiennent la dernière **mise à jour** de l'information. Cette date est mise par défaut au 1er janvier 1600. La date de décès est alimentée par chaque régime d'Assurance Maladie selon un processus qui leur est propre. Ainsi, **certains régimes d'Assurance Maladie** ne contiennent **pas (ou peu) d'information sur la date de décès**. La Figure 23 montre que pour le **RSI, la date de décès est très mal** renseignée depuis 2005 jusqu'à aujourd'hui. Cependant, comme le RSI a été intégré au RG à partir de fin 2019, l'information sur la date de décès n'est donc exhaustive qu'à partir de 2020. Pour les SLM, la date de décès est assez mal renseignée avant 2013. A partir de 2018/2019, une grande partie des SLM a été intégrée au RG, ce qui rend l'information sur les dates de décès plus exhaustive également. La documentation de Santé publique France permet également de connaître ces évolutions pour les régimes spéciaux [304]. L'exhaustivité de l'information de la date de décès est importante pour le calcul de certains des indicateurs mesurés lors de cette thèse. Ces informations seront rediscutées en partie 2.3.2 et partie 2.3.3 suivantes.

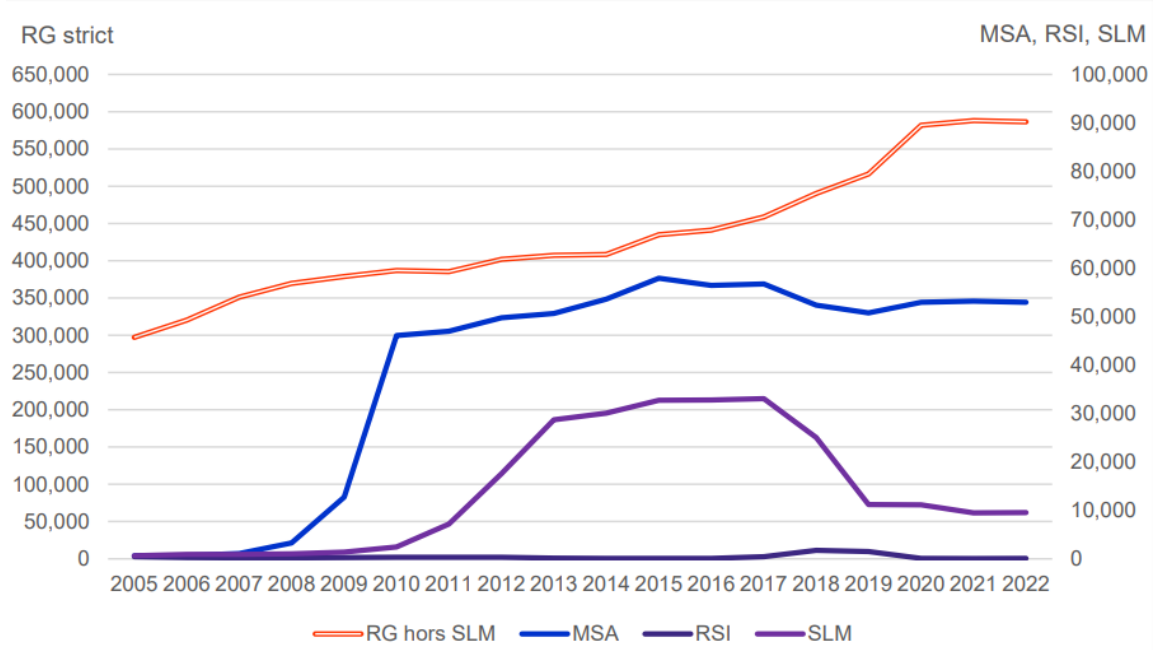


Figure 23 : Nombre d'individus décédés de 2005 à 2022 pour les principaux régimes d'Assurance Maladie : RG, SLM, MSA et RSI

Figure issue du guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304] ; RG : régime général ; SLM : sections locales mutualises ; MSA : mutualité sociale agricole ; RSI : Régime sociale des indépendants.

[37] https://documentation-snds.health-data-hub.fr/files/redsiam/202103_Redsiam_GTDenominateurs-ChoixDenominateurs_MLP-2.0.pdf.

2.2. Le PMSI-MCO

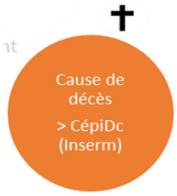
L'utilisation des bases de données du PMSI-MCO (les différentes tables sont données en Annexe 4) est plus simple que celle du DCIR, bien que deux points doivent tout de même être traités avec vigilance :

- **Gestion des identifiants :**

La seule variable **d'identifiant bénéficiaire fiable** dans le PMSI-MCO est **le NIR_ANO_17** (correspond au BEN_NIR_PSA des bases de données du DCIR) (Annexe 8). Ainsi, comme nous l'avons vu, le chaînage entre le PMSI avec les autres bases de données du SNDS peut **générer des doublons** en raison de l'utilisation du BEN_NIR_PSA. De plus, l'information sur les **naissances gémellaires de même sexe ne pourra pas être récupérée** (la variable RNG_NAI n'étant pas de qualité suffisante ; Annexe 8), mais cela représente **moins de 2 % des accouchements** dans la population française[38].

- **Filtres pour s'assurer de la qualité des données** : il existe 9 variables appelées « **codes retour** » qui permettent de connaître la qualité du chaînage des informations du PMSI (Annexe 4).

2.3. Causes médicales de décès



Les tables des causes médicales de décès gérées par le CépiDC (tables données en Annexe 6) ont récemment été intégrées et appariées au SDNS. Leurs **utilisations nécessitent une bonne connaissance de leur construction et de leur intégration** dans le SNDS.

2.3.1. Appariements des données

L'appariement entre les données du SNDS et les données du CépiDC est fait par un **appariement indirect**. Cet appariement indirect a été fait de manière différente sur les années 2013 à 2015 et sur les années 2006 à 2012, puis à partir de 2016[39] qui, pour ces dernières, sont effectuées sur les tables des référentiels bénéficiaires IR_BEN_R et IR_BEN_R_ARC. L'appariement indirect est effectué de manière **probabiliste** sur **plusieurs variables** (année/mois/jour de décès, sexe, année/mois de naissance, département et commune de résidence, département de l'établissement hospitalier). Ainsi, toutes les personnes ayant un certificat de décès dans les tables des causes médicales de décès ne sont pas appariées aux informations contenues dans les autres bases de données du SNDS. Ce **taux d'appariement varie en fonction des années**, avec une amélioration au cours du temps (Tableau 4).

[38] en 2020, 1,6 % des accouchements étaient des naissances multiples selon l'Insee : https://www.insee.fr/fr/statistiques/5414759?sommaire=5414771#titre-bloc-6.
[39] https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/formation_snds/documents_cnam/guide_cepidc/avant_propos.html.

Tableau 4 : Taux d'appariements entre les tables des causes médicales de décès et les autres bases de données du SNDS par années

Années	Taux d'appariement (%)
2006	34,3
2007	39,6
2008	48,8
2009	58,0
2010	62,7
2011	68,3
2012	76,8
2013	88,7
2014	90,1
2015	90,1
2016	83,3
2017	84,1
2018	87,3
2019	87,2
2020	87,2
2021	87,8

Tableau issu du guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304].

Les personnes qui ont pu être appariées au SNDS sont celles ayant un identifiant BEN_IDT_ANO et BEN_NIR_ANO dans les tables des causes médicales de décès.

Nos analyses menées avec les tables des causes médicales de décès ont donc débuté **à partir de 2013**, afin que le taux d'appariement soit **au-dessus du seuil de 80 %,** limitant ainsi le nombre de personnes pour lesquelles nous n'avions pas d'information liée aux causes médicales de décès (cela nous permet aussi d'avoir des informations plutôt complètes concernant les dates de décès provenant des SLM ; voir partie 2.1.5).

A noter que la pandémie de la COVID-19 a nécessité une repriorisation de la génération des tables des causes médicales de décès. Ainsi les tables de 2020 ont été générées en priorité, retardant la disponibilité des tables des causes médicales de décès des années 2018 et 2019, ce qui a eu un impact sur l'organisation des travaux de cette thèse. Enfin, étant donné que les tables des causes médicales de décès de 2022 (taux d'appariement 87,6 %) ont été mises à disposition en novembre 2024, nous n'avons pas pu prendre en compte ces nouvelles données dans nos analyses.

2.3.2. Sélection des régimes

Comme nous le verrons dans la partie 3.1.3, les causes médicales de décès ont été recherchées parmi les personnes qui étaient identifiées comme décédées dans le DCIR. Or, l'information sur la **date de décès** n'est **pas systématiquement remontée** par tous les régimes d'Assurance Maladie (voir partie 2.1.5). Ainsi, pour que notre suivi temporel soit cohérent, nous avons **exclu** de nos analyses de mortalité toutes causes et par causes de décès, les bénéficiaires du **RSI**.

Par contre, comme le RSI a été intégré au RG à partir fin 2019, tous les régimes d'Assurance Maladie ont pu être intégrés dans les analyses de mortalité par COVID-19 en 2020 (voir la section RESULTATS).

2.3.3. Spécificités et limites générales de la mesure de la mortalité dans le SNDS

Cette partie permet de décrire les principales limites des indicateurs de mortalité, qui ont été développés dans le cadre de cette thèse. Les limites générales liées à l'utilisation des bases de données du SNDS, et des autres indicateurs utilisés (mais non développés) dans le cadre de cette thèse, seront abordées dans la section DISCUSSION. Les limites plus spécifiques à ces résultats seront décrites le cas échéant dans la partie discussion de la section RESULTATS.

Rappel sur la difficulté de l'étude de la mortalité des personnes avec un diabète dans le SNDS

La **mortalité liée au diabète** est particulièrement **difficile à estimer**, du fait que la contribution du diabète au processus morbide est largement **sous-déclarée dans les certificats de décès**. En effet, il a déjà été montré que seulement **35 % des personnes décédées** avec un diabète avaient **une mention de diabète (en cause initiale ou associée) sur leur certificat de décès** [311]. Ainsi, l'étude de la mortalité des personnes avec un diabète en utilisant **uniquement les tables des causes médicales de décès sous-estimait fortement** la mortalité des personnes avec un diabète.

L'appariement récent des données des causes médicales de décès aux autres bases de données du SNDS, ont permis **pour la première fois** d'estimer et de suivre dans le temps **la mortalité toutes causes et par causes spécifiques des personnes avec un diabète**. Ainsi, dans la partie suivante, nous tâcherons de donner **les éléments et conclusions de nos réflexions méthodologiques** sur les développements de ces indicateurs dans le SNDS.

Eléments de réflexion méthodologique pour l'utilisation des indicateurs de mortalité dans la population avec un diabète

La mortalité toutes causes :

La mortalité toutes causes des personnes avec un diabète a été définie à partir des informations sur la date de décès BEN_DCD_DTE contenues dans le DCIR, c'est-à-dire transmise par les régimes d'Assurance Maladie. Comme nous l'avons vu, la **qualité de l'information** de la **date de décès dépend fortement du régime** pour lequel le bénéficiaire est assuré (voir partie 2.1.5). Exclure le **RSI de nos analyses**, nous a permis de nous assurer que la qualité des informations sur le décès est **constante au cours du temps**, permettant ainsi d'étudier les évolutions temporelles. En comparant, entre 2013 et 2019, le nombre de personnes décédées par année issues des informations du CépiDC (informations exhaustives) à celles issues du DCIR (en excluant le RSI et les petits régimes non présents sur toute la période ; voir partie 2.1.3), nous montrons une **différence constante** du nombre de décès manquants autour des 17 % (18,7 % pour 2013).

La mortalité par causes spécifiques :

De manière générale, les bases de données des causes médicales de décès ont des données déclaratives remplies par les médecins certificateurs. Il peut donc y avoir un **biais de déclaration, lié à l'identification de la cause de décès** [312]. Cependant, le **traitement de ces bases de données par le CépiDc**, via des

procédures automatisées ou semi-automatisées (voir la partie 1.2.3)**,** permet de **limiter ce biais** via le **recodage** des causes médicales de décès. Pour les années **2018 et 2019, le codage automatique** des causes de décès est réalisé en partie à l'aide d'algorithme de deep learning développé par le CépiDC, **méthodologie différente des autres années**, ce qui pourrait **engendrer une rupture temporelle.**

De manière plus spécifique à notre étude sur la mortalité par causes spécifiques, afin de garder la même définition et cohérence que pour le calcul de la mortalité toutes causes, nous avons regardé parmi les personnes ayant une date de décès BEN_DCD_DTE renseignée dans le DCIR, les causes médicales de décès appariées. A noter qu'il existe dans les tables des causes médicales une variable de date de décès qui est cohérente avec l'information de la date de décès issue de l'Assurance Maladie (DCIR). Nous avons donc choisi de ne garder que la date de décès provenant des informations des bases de données du DCIR pour garder la même méthodologie que pour notre étude de la mortalité toutes causes.

Cependant, en utilisant cette méthodologie, nous **sous-estimons** la mortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète. En effet, les bases de données des causes médicales de décès sont **appariées de manière probabiliste.**

Une **partie des personnes décédées ne sont pas prises en compte dans nos analyses de mortalité par causes spécifiques** du fait (Figure 24):

- Problématique 1 : **L'appariement entre les données du CépiDc et du DCIR n'est pas de 100 %** (taux d'appariements donnés en partie 2.3.1). Ainsi :

Conséquence a) : une partie des décès repérés avec l'information sur la date de décès BEN_DCD_DTE du DCIR n'a pas d'information sur les causes spécifiques de décès (informations pour effectuer l'appariement insuffisantes)

Impact sur les estimations : Cela représente environ 7 % des décès sur les années de 2013 à 2019, donc ce biais est constant au cours du temps.

Conséquence b) : une autre partie des décès (le reste du pourcentage d'appariement manquant) n'a soit pas d'informations pour effectuer l'appariement (mais est présent dans le DCIR, potentiellement des personnes que nous avons décrites en conséquence a)), soit n'est pas présent dans le DCIR, comme c'est le cas pour certaines personnes dans des institutions de santé (type Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD)) dont l'information ne remonte pas dans les bases de données du SNDS.

Impact sur les estimations : Un rapport récent montrait qu'environ 550 000 personnes résidaient chaque mois en EHPAD en France entre 2018 et 2019 et qu'entre 11 000 (2 %) et 16 000 (2,8 %) décédaient [313]. Certains de ces décès pourraient donc ne pas apparaître dans les données du SNDS, mais il n'y a pas de raison apparente pour que ce biais ne soit pas constant au cours du temps.

- Problématique 2 : Certaines personnes n'ont **pas été repérées comme décédées dans les bases de données du DCIR**, mais elles ont des causes médicales de décès (données appariées au DCIR). Cela est dû à :

Cause a) : la date de décès BEN_DCD_DTE n'est pas bien remontée dans le DCIR.

En effet, comme nous l'avons déjà vu, certains régimes n'ont pas une remontée d'information des dates de décès de bonne qualité, notamment le RSI (voir partie 2.3.2). Nous avons donc exclu les bénéficiaires du RSI afin de ne pas entraîner un biais dans nos résultats, tout comme pour l'étude de la mortalité toutes causes.

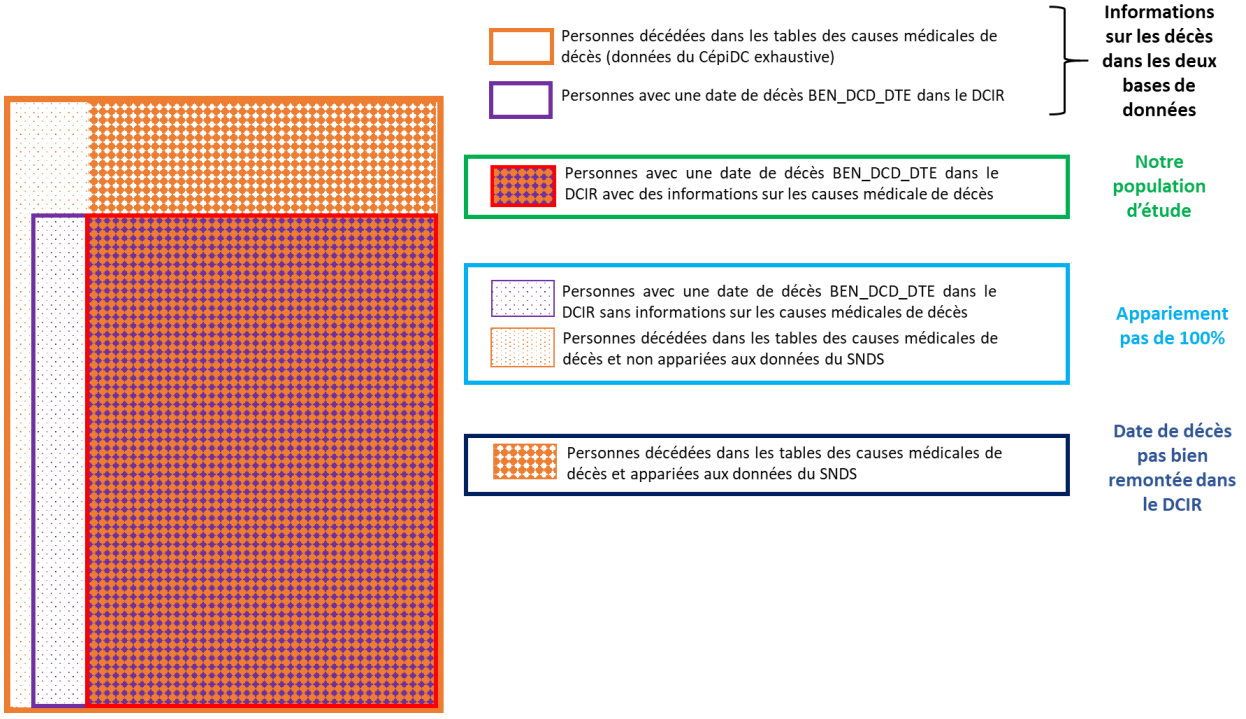


Figure 24 : Schéma expliquant les différentes limites de l'appariement entre les bases de données du DCIR et des causes médicales de décès

Amélioration possible : Récupérer les informations manquantes sur la date du décès du DCIR grâce aux données du PMSI. En effet, nous avons estimé que 50 % des décès se produisaient à l'hôpital privé ou public (information de la variable DCD_LIE_COD de la table des causes initiales de décès). Cependant, pour les années 2014, 2017 et 2020, nous n'avons pu récupérer que 3 % de dates de décès en plus. Etant donné que nous ne récupérions que peu d'informations sur les dates de décès, nous avons choisi de ne pas prendre en compte cette correction dans nos analyses afin de limiter l'intégration d'un potentiel biais via une autre source de données.

Cause b) : l'appariement des bases de données des causes médicales de décès aux bases de données du DCIR se fait en considérant toutes les informations contenues dans le DCIR, quelle que soit l'année.

Amélioration possible : Pour notre étude, nous avons mesuré la mortalité parmi les personnes vivantes au 1er janvier de l'année *n* et qui avaient eu au moins un remboursement de soins sur l'année *n-1*. Il se peut qu'en prenant une définition plus large (les personnes vivantes sur les deux années *n-1* et *n-2* par exemple), nous puissions récupérer quelques personnes qui n'auraient pas eu de remboursement de soins sur l'année *n*.

Ainsi, la différence entre le nombre de décès issu des données du CépiDC et notre étude entre 2013 et 2019 variait de 26 % et 21 % pour les décès par tumeurs et de 30 % et 25 % pour les décès par maladies cardiovasculaires, sachant que pour notre étude, nous avons exclus des régimes (exclusion RSI et petits régimes). Nous montrons ainsi que nous sous-estimons globalement de la même manière les causes spécifiques étudiées, pour toutes les années étudiées, avec une légère amélioration au cours du temps. A noter que pour notre étude sur la mortalité par COVID-19, nous avons une différence de 18 % (principalement due aux taux d'appariement, car pas d'exclusion de régime pour cette étude).

3. Les indicateurs utilisés à partir des bases de données du SNDS

Les données du SNDS nous permettent d'estimer un certain nombre d'indicateurs de santé de la population française. Cependant, les informations socio-économiques sont très peu présentes dans ces bases de données. Dans ce chapitre, nous verrons donc la méthodologie que nous avons utilisée pour construire ces indicateurs, utilisés dans nos différentes analyses.

3.1. Indicateurs diabète

3.1.1. Identifications des personnes avec un diabète

Un algorithme **d'identification des personnes traitées pharmacologiquement** dans le SNDS, développé depuis un certain nombre et récemment validé [314], a été utilisé. Cet algorithme se base sur le **remboursement des médicaments antidiabétiques** de la classe A10 de la classification des traitements anatomiques, thérapeutiques et chimiques (ATC), sauf le Benfluorex[40], remboursement repérable dans les bases de données du DCIR. Les médicaments utilisés dans le cadre du traitement du diabète sont des **médicaments dits « traceurs »** car ils sont spécifiques à cette maladie. L'algorithme identifie les personnes traitées pour un diabète sur la base **d'au moins 3 remboursements à des dates différentes** de médicaments antidiabétiques sur une année, ou à **2 dates différentes s'il y avait au moins un grand conditionnement[41]**. Cet algorithme a montré des performances d'identification des cas de diabète traité[42] très élevées (spécificité à 99 %, sensibilité à 97 %, coefficient kappa à 0,9) [314]. Les limites générales de l'utilisation de cet algorithme seront abordées en section DISCUSSION de cette thèse.

A noter que la CNAM propose également un algorithme d'identification des personnes avec un diabète, qui se base, en plus des remboursements de médicaments antidiabétiques, sur certains diagnostics spécifiques de diabète dans le PMSI et sur les identifications des ALD[43]. Cet algorithme n'a pas été choisi

[40] Pour rappel, ce médicament a été interdit en France en 2009 du fait de sa toxicité et de son utilisation excessive pour la gestion de perte de poids.
[41] Plus grande quantité de médicament dans l'emballage.
[42] Pour le cas de diabète total ; spécificité à 99 %, sensibilité à 86 %, coefficient kappa à 0,9.
[43] algorithme disponible sur : https://www.health-data-hub.fr/bibliotheque-ouverte-algorithmes-sante/algorithme-pour-construire-le-top-diabete-de-la-cartographie.

pour nos analyses, car l'utilisation des ALD peut créer des ruptures temporelles, car le recours aux ALD est un recours administratif qui fluctue selon les territoires et au cours du temps [315].

Focus sur la mise à jour de l'algorithme d'identification des personnes avec un diabète

Nous avons réalisé un travail spécifique **de mise à jour de cet algorithme pour les analyses incluant la période de 2021.**

En effet, en avril 2020, les **iSGLT2** ont reçu l'autorisation de mise sur le marché (AMM) en France pour le traitement des personnes avec un diabète et spécifiquement chez les personnes avec un diabète atteintes de pathologie cardiovasculaire et/ou rénale[44]. Cependant dès novembre 2020, il y a eu une **extension d'AMM** de l'utilisation des iSGLT2 dans le cadre du **traitement de l'insuffisance cardiaque chez les personnes sans diabète**[45], et en août 2021 dans le cadre du **traitement de la maladie rénale chronique chez les personnes sans diabète**[46].

De plus, il a été signalé **un mésusage** des **agonistes des récepteurs du glucagon-like peptide 1 (GLP-1)** (notamment l'*Ozempic*), avec une utilisation excessive pour le traitement de l'obésité ou la perte de poids sans lien à des problèmes de santé[47]. A noter aussi que les analogues du GLP1 ont reçu une AMM dans l'indication des personnes en situation d'obésité sans diabète en mars 2021 (médicament *Saxenda*) et en octobre 2024 (médicament *Wegovy*), mais ces médicaments ne seront pas remboursés par l'Assurance Maladie[48].

Dans le cadre de cette thèse, seule l'étude sur l'incidence des complications chez les personnes avec un diabète (voir RESULTATS) porte sur des **années postérieures à 2021**.

Nous avons donc **modifié cet algorithme afin d'exclure toutes les personnes ayant eu des délivrances de médicaments iSGLT2 en monothérapie,** ciblant ainsi les personnes sans diabète mais traitées dans le cadre d'une insuffisance cardiaque ou une insuffisance rénale chronique.

L'Annexe 9 permet d'illustrer l'impact de l'utilisation de l'algorithme diabète de base et celui que nous avons adapté pour exclure les personnes sous monothérapie d'iSGLT2, dans la surveillance de l'hospitalisation pour les complications liées au diabète. Elle donne également les mêmes informations selon l'exclusion ou non des analogues du GLP1 en monothérapie. Au contraire des iSGLT2, les monothérapies des analogues du GLP1 avait peu d'impact sur les données d'hospitalisation pour complications liées au diabète, donc nous ne les avons pas exclus de nos analyses.

[44] https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041774023.
[45] https://www.apmnews.com/nostory.php?uid=10&objet=358676.
[46] https://www.apmnews.com/freestory/10/371203/extension-d-amm-europeenne-pour-forxiga-dans-l-insuffisance-renale-chronique.
[47] https://ansm.sante.fr/actualites/analogues-du-glp-1-point-sur-la-surveillance-des-effets-indesirables-graves-et-mesusages.
[48] https://ansm.sante.fr/actualites/analogues-du-glp-1-et-obesite-nous-prenons-des-mesures-pour-securiser-leur-utilisation-en-France.

3.1.2. Mesure de l'incidence et de la prévalence

Pour rappel, la prévalence du diabète permet de connaître le nombre total de personnes avec un diabète, et l'incidence du diabète, le nombre de nouveaux cas de personnes avec un diabète.

Un **cas incident** de diabète d'une année donnée *n* a été défini comme une personne vivante au 1er janvier de l'année *n*, et ayant été identifiée comme traité pharmacologiquement pour diabète par l'algorithme, décrit précédemment, au cours de cette année *n*, mais qui n'était pas identifié comme traité pharmacologiquement pour diabète au cours des deux années précédentes *n-1* et *n-2*.

Il s'agit de l'incidence du traitement pharmacologique du diabète et non de l'incidence au moment du diagnostic du diabète (qui peut se produire bien avant le traitement).

Le taux d'incidence d'une année *n* donnée a été calculé comme le rapport entre le nombre de cas incident d'une année *n*, divisé par la population à risque vivante au 1er janvier de la même année *n*.

La population à risque a été défini comme le nombre de consommants vivants au 1er janvier de l'année *n* non traités pour un diabète par l'algorithme. L'utilisation des consommants comme dénominateur a été justifiée en partie 2.1.4.

Un **cas prévalent** de diabète d'une année donnée *n* a été défini comme une personne vivante au 1er janvier de l'année *n*, et ayant été identifiée comme traitée pharmacologiquement pour un diabète au cours de cette année *n* par l'algorithme. A noter qu'il s'agit bien de la prévalence du diabète traité pharmacologiquement et pas de la prévalence du diabète totale.

Le **taux de prévalence** d'une année *n* a été calculé comme le rapport entre le nombre total de cas prévalents de diabète au cours de l'année *n*, divisé par le nombre total de consommants vivants au 1er janvier de l'année *n*.

Afin d'être plus spécifique au DT2, nous avons limité **nos analyses aux personnes de 45 ans et plus** (voir CONTEXTE).

3.1.3. Mesure de la mortalité

Les informations concernant la mortalité des personnes avec un diabète ont été obtenues à l'aide des bases de données du DCIR et des causes médicales de décès.

La **mortalité toutes causes** a été obtenue via la base de données du DCIR en utilisant la date de décès BEN_DCD_DTE (voir partie 2.1.5). Nous avons défini la mortalité des personnes avec un diabète comme suit : les personnes vivantes au 1er janvier d'une année *n*, avec un diabète identifié sur l'année *n-1* et ayant une date de décès sur cette année *n*. Nous avons utilisé l'année *n-1*, car notre algorithme d'identification des cas de diabète traité pharmacologiquement porte sur une année complète. En utilisant l'année *n-1,* nous évitons donc de sous-estimer la mortalité des personnes avec un diabète n'ayant pas eu assez de consommation de soins avant leur décés pour être identifiées

comme traitées pour un diabète (notamment en début d'année *n*).

Le taux de mortalité d'une année donnée *n* a été calculé comme le rapport entre le nombre de personnes avec un diabète décédées au cours de l'année *n*, divisé par le nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année *n.*

Dans nos résultats, nous avons également étudié la **mortalité des personnes sans diabète**, et la même méthodologie a été étudiée pour calculer leur mortalité.

Cette thèse a permis pour la **première fois** d'étudier la **mortalité par causes spécifiques** des personnes traitées avec un diabète à partir des **données des causes médicales de décès** de façon exhaustive, et pas uniquement à partir d'un échantillon comme cela a été fait dans Entred.

Ainsi, parmi toutes les personnes repérées comme décédées dans le DCIR, nous avons regardé leurs causes initiales de décès (pour les données appariées : voir partie 2.3.1).

Les causes initiales de décès ont été classées dans les 22 chapitres pathologies de la CIM-10. Nous avons spécifiquement étudié les causes de décès liées aux tumeurs (CIM-10 : C00 à D48), aux maladies cardiovasculaires (I00-I45 et I47-I99)[49] et à la COVID-19 (CIM-10 : U07.2 et U07.1).

Les taux de mortalité par causes spécifiques ont été définis avec la même méthodologie que pour la mortalité toutes causes chez les personnes avec ou sans diabète.

ⓘ A noter que pour la mortalité par COVID-19, les taux de mortalité ont été calculés à la fois annuellement et par vague. Ainsi, le taux de mortalité par COVID-19 était calculé comme le rapport entre le nombre de personnes avec un diabète décédées de COVID-19 au cours de l'année 2020 ou au cours des deux vagues épidémiques et le nombre de personnes-années avec un diabète vivantes au 1er janvier 2020.

Les taux de mortalité mensuels de COVID-19 ont également été calculés par rapport aux personnes avec un diabète qui étaient vivantes le premier jour de chaque mois afin de tenir compte de la mortalité au fil du temps pendant cette période.

La même méthodologie a été utilisée pour calculer la mortalité par COVID-19 des personnes sans diabète.

La surmortalité par COVID-19 des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète a été calculée à l'aide du ratio standardisé de mortalité (SMR) et des intervalles de confiance à 95 % ont été calculés. Le SMR a été défini comme le rapport entre le nombre observé de décès des personnes avec un diabète et le nombre attendu de décès des personnes avec un diabète obtenu en utilisant le taux de mortalité de la population sans diabète.

[49] Depuis 2016, l'OMS recommande de ne pas retenir les codes peu informatifs I46.0 (arrêt cardiaque réanimé) et I46.9 (arrêt cardiaque sans précision) en causes initiales. https://www.cepidc.inserm.fr/sites/default/files/2023-10/DT_CEPIDC_N3_Rapport%20de%20production%202018-2019_0.pdf.

3.1.4. Mesure des complications

Nous avons étudié **l'incidence de certaines complications** spécifiques de la population avec un diabète via les données d'hospitalisation du PMSI :

Les hospitalisations pour **AmpMI** ont été identifiées à partir des séjours hospitaliers mentionnant un acte codé selon la CCAM : NZFA001, NZFA002, NZFA003, NZFA004, NZFA005, NZFA006, NZFA007, NZFA008, NZFA009, NZFA010, NZFA013. De plus, les AmpMI ont été classées en deux catégories : les AmpMI au-dessus de la cheville (AmpMI majeure) et celles en dessous de la cheville (AmpMI mineure). A noter qu'une même personne peut avoir eu une AmpMI majeure (comptée une fois) et une AmpMI mineure (comptée également une fois) au cours de l'année[50].

Les hospitalisations pour **plaies du pied** ont été identifiées à partir des diagnostics principaux, reliés ou associés codés en CIM-10 : L97, M8607, M8617, M8627, M8637, M8647, M8657, M8667, M8687, M8697, S90 et S91.

Les hospitalisations pour **syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST (SCA-ST+)** ont été identifiées à partir des codes de diagnostics principaux de la CIM-10 : I210 à I213 [316]. A noter que nous avons décidé d'étudier spécifiquement le SCA-ST+ parce qu'en 2016, il y a eu un changement dans le codage de l'angor instable avec élévation des troponines qui avait pour code CIM-10 avant 2016 I20.0 et est passé en I21.4 à partir de 2016. Etant donné qu'il y a eu une rupture temporelle dans le codage, nous avons préféré étudier spécifiquement les SCA-ST+.

Les hospitalisations pour **AVC** ont été identifiées à partir des séjours mentionnant un diagnostic principal codé en CIM-10 en I60 à I64 ou un diagnostic principal codé G46 avec un diagnostic associé (ou relié) en I60 à I64.

Les hospitalisations pour **insuffisance cardiaque** ont été identifiées à partir des séjours mentionnant un diagnostic principal ou un diagnostic relié ou d'une unité médicale codé en CIM-10 en I50, I110, I130, I132, ou I139, J81, K761 en diagnostic principal ou diagnostic relié ou d'une unité médicale avec un code I50, I110, I130, I132 en diagnostic associé.

Les personnes ayant eu plusieurs événements d'une même complication au cours d'une année, n'ont été comptabilisées qu'une seule fois. Ces définitions sont celles utilisées pour mesurer les indicateurs de complications du diabète, disponibles sur la plateforme GEODES de Santé publique France[51].

L'incidence des hospitalisations pour ces complications a été estimée parmi les personnes avec un diabète traité pharmacologiquement. Le taux d'incidence était donc défini comme le rapport entre le nombre de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement ayant eu au moins un cas incident d'une complication dans l'année *n* et le nombre de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement vivantes au 1er janvier de l'année *n*.

---

[50] Ainsi, le totale des AmpMI ne correspond pas à la somme des AmpMI majeures et mineures.
[51] https://geodes.santepubliquefrance.fr/.

En plus d'une vigilance sur l'utilisation des identifiants bénéficiaires et le codage des établissements de santé (que nous avons décrite en partie 2.2), il est également important de noter que l'incidence des hospitalisations pour certaines complications liées au diabète doit être intéprétée avec prudence. En effet, il a déjà été montré que les diagnostics et codages peuvent être soumis à des erreurs, notamment de codage [307, 317, 318]. De plus, les hospitalisations pour insuffisance cardiaque peuvent refléter des cas de décompensation dus à un non diagnostic ou un mauvais traitement, et ne représentent pas l'incidence globale de l'insuffisance cardiaque, mais les cas d'insuffisance cardiaque les plus sévères. Ainsi, les modifications de prise en charge et de recours à l'hospitalisation peuvent influer les évolutions temporelles.

3.2. Indicateurs socio-économiques

Les bases de données du SNDS contiennent **peu d'informations socio-économiques individuelles** (pas d'information sur le revenu, le niveau d'étude etc.). Il existe toutefois des **indicateurs de recours d'aide complémentaire santé** dont peuvent bénéficier certaines personnes : l'aide médicale d'Etat (AME) (variable BEN_AME_TOP dans CONSOPAT) permet l'accès aux soins des personnes en situation irrégulière[52] , tandis que l'acquisition d'une complémentaire santé (ACS) et la couverture maladie universelle complémentaire (CMU-C) (variable BEN_ACS_TOP et BEN_CMU_TOP dans CONSOPAT) sont des dispositifs destinés aux personnes à faibles revenus. L'attribution de l'ACS ou de la CMU-C est conditionnée par le revenu du foyer, avec un plafond qui varie en fonction des années[53]. **La CMU-C est souvent utilisée comme indicateur de précarité individuelle** dans le SNDS, car le plafond de revenu pour en bénéficier est très bas. Bien que l'information soit bien renseignée par tous les régimes d'Assurance Maladie dans le DCIR [304], cet **indicateur est un proxy d'un indicateur de précarité**, qui **ne permet pas d'apprécier le gradient de désavantage social des personnes résidant** en France. De plus, l'étude de la CMU-C nécessite **d'exclure les personnes** pouvant bénéficier de l'Allocation de solidarité aux personnes âgées (ASPA) (appelée aussi minimum vieillesse), soit les personnes **âgées de 60 ans et plus** [304], qui concernent une grande partie des personnes avec un diabète. En novembre 2019, la C2S a remplacé la CMU-C et l'ACS, avec une partie sans participation financière (ancienne CMU-C) et une partie avec une participation financière (ancienne ACS). Cependant lors de la création de la C2S, il n'était pas possible de distinguer la part de la CMU-C et de l'ACS jusqu'en 2021 (en effet depuis 2021 la création de la variable BEN_C2S_TYP permet de faire cette distinction).

Ainsi, nous avons choisi d'utiliser un **indicateur écologique** pour mesurer **le statut socio-économique** des personnes dans nos études : l'indice de **FDep** (pour rappel, l'indice de désavantage social français).

[52] https://www.ameli.fr/assure/droits-demarches/situations-particulieres/situation-irreguliere-ame.
[53] https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A17326.

L'**indice du FDep** a été développé en 2009 par Rey et al. [180]. Cet indice permet de connaître **le niveau socio-économique moyen** d'une **zone géographique** de résidence des personnes vivant en **France hexagonale**. Il est calculé à partir des données socio-économiques issues **du recensement de la population** et des **revenus fiscaux des ménages** dans une zone géographique donnée. Le FDep est disponible dans le SNDS dans les tables **DEFA_UUAAAA** (AAAA : année) à l'échelle de la commune de résidence. Il existe plusieurs versions du FDep correspondant aux actualisations avec les données de recensement de la population. Ainsi, les versions 2009, 2013 et 2015 sont disponibles. Pour nos études, nous avons choisi d'utiliser la **version de 2015**, année médiane des périodes d'étude de nos analyses.

La méthodologie de construction de cet indice est détaillée par ailleurs [180]. Globalement la construction du FDep de la version de 2015 est basée sur les données socio-économiques issues du recensement et des revenus fiscaux de l'INSEE de 2015, et sur le dernier découpage géographique INSEE de 2017. Cette version du FDep a été modifiée par rapport à la version de 2009 : les variables socio-économiques manquantes au niveau de la commune sont remplacées par les données du canton auquel appartient la commune. Cet indicateur est issu de la 1ère composante principale d'une analyse en composante principale pondérée sur la population des quatre variables centrées et réduites suivantes :

- **Taux de chômage** dans la population active de 15 à 64 ans[54] ;
- **Taux d'ouvriers** dans la population active de 15 à 64 ans[55] ;
- **Taux de bacheliers** dans la population non scolarisée de plus de 15 ans[56] ;
- **Revenu fiscal médian** par unité de consommation.

A noter que dans cet indicateur, les deux premières variables correspondent à des dimensions négatives du désavantage et les deux dernières à des dimensions positives.

La table DEFA_UU2015 du DCIR contient quatre variables. Une variable correspondant au code commune selon la géographie commune de 2017 (CODGEO), le score de l'indice de désavantage issu de la 1er composante principale (FDEP15), la population communale de 2015 (P15_POP) et le score du FDep classé en quintile de population (Q5[57]). Le score du FDep peut-être traité de manière continue (interprétation plus difficile), ou peut être traité sous forme catégorielle. Dans notre étude, nous avons classé le score du FDep en cinquième (appelé par la suite **quintile** pour simplification). Deux types de quintiles peuvent être créés à partir du score du FDep : des quintiles de commune (répartition en cinq parts égales des communes) et des quintiles de population (répartition en 5 parts égales de la population résidant dans

[54] Ce taux est calculé en divisant le nombre de chômeurs dans la population des 15-64 ans par le nombre d'actifs dans la population des 15-64 ans.

[55] Ce taux est calculé en divisant le nombre d'ouvriers dans la population des 15-64 ans par le nombre d'actifs dans la population des 15-64 ans.

[56] Ce taux est calculé en additionnant le nombre de bacheliers avec le nombre de personnes en école supérieur, le tout divisé par le nombre de personnes non scolarisée chez les plus de 15 ans.

[57] Nous avons recalculé l'indicateur en pondérant la variable FDEP15 par la variable P15_POP, et en répartissant le résultat en quintile (obtenant le même résultat que la variable Q5 de la table).

les communes). Nous avons choisi d'interpréter nos données selon les **quintiles de population.** Ainsi, le **premier quintile Q1** correspond aux **20 % de personnes résidant dans les communes les plus favorisées**, et le **dernier quintile Q5 aux 20 % de personnes résidant dans les communes les plus défavorisées** (Figure 25).

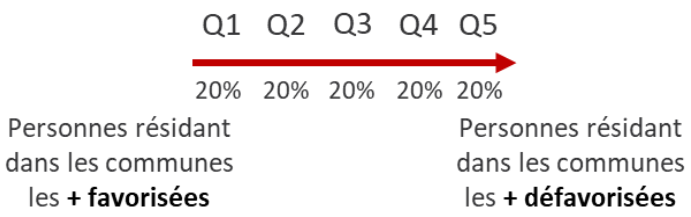


Figure 25 : Schéma expliquant la répartition des quintiles de population du FDep

A savoir que l'indicateur du FDep est également présent pour certaines années dans les tables de CONSOPAT dans le SDNS via la variable **QUINT_DEFA**. Pour les années antérieures à 2013, c'est la version du FDep de 2009 qui est utilisée, et pour les années postérieures à 2013 la version du FDep de 2013. Comme nous voulions une version du FDep médiane à nos périodes d'études, nous n'avons pas utilisé cette variable.

Certaines spécificités et les limites de cet indicateur sont données en section DISCUSSION de cette thèse. De plus, **la qualité des informations concernant le FDep dépend fortement de la qualité des informations concernant le code de la commune** des tables du DCIR (voir Annexe 10). Notamment, les bénéficiaires du régime CNMSS (militaires) n'ont pas d'information sur le code commune, afin de garder leur anonymat, ils seront donc systématiquement exclus de nos analyses (voir Annexe 10). Ainsi, les consommants n'ayant pas d'informations sur le FDep ont été exclus de nos analyses. Les caractéristiques globales des bénéficiaires avec un FDep manquant et donc exclus sont données en Annexe 11.

ⓘ Enfin, le FDep n'est pas le seul indicateur écologique disponible en France. **L'EDI** [181] développé à partir de données européenne (voir la section CONTEXTE), permet également la mesure écologique du statut socio-économique des personnes en France, et est souvent utilisé dans les études de surveillance [181, 241, 319]. Il n'est **pas disponible dans le SNDS** et il n'existe **pas de réel argument scientifique** en faveur de **l'utilisation du FDep ou de l'EDI**, ayant chacun leurs avantages et inconvénients dans leur construction. Nous avons choisi le **FDep pour nos études** car il était déjà **présent dans les bases de données du SNDS**, et qu'il a été développé dans sur des données françaises dans l'optique de mesurer les inégalités dans la mortalité, ce qui est également l'un des objectifs de cette thèse.

3.3. Indicateurs socio-démographiques

Il existe également peu d'indicateurs socio-démographiques dans le SNDS.

Dans le DCIR, la variable **BEN_SEX_COD** nous permet de connaître le **sexe** et la variable **BEN_NAI_ANN l'année de naissance** des consommants (la date de naissance précise n'est pas disponible dans le SNDS). Ces deux variables sont très bien renseignées par tous les régimes d'Assurance Maladie dans le SNDS [304]. **L'âge** peut être calculé en **âge atteint** dans l'année (année étudiée – année de naissance). Nous avons pris un âge maximum de 100 ans[58], afin de supprimer quelques valeurs aberrantes. **La date de décès BEN_DCD_DTE** a déjà été décrite plus haut, avec les spécificités de son utilisation (voir partie 2.1.5).

La localisation du bénéficiaire dans le DCIR peut se faire avec les variables **département BEN_RES_DPT** (101 départements en France) et **commune BEN_RES_COM** (environ 36 500 communes en France) codées en **code INSEE** (voir Annexe 10). Il n'existe **pas de niveau plus fin** de **localisation des bénéficiaires dans le SNDS**. Les variables BEN_RES_DPT (codée sur trois caractères) et BEN_RES_COM (codée sur trois caractères) sont indissociables, dans le sens où si BEN_RES_DPT est inconnu, alors BEN_RES_COM est également inconnu. Pour les DROM et la Corse, un code unique est affecté (097 et 209 respectivement) dans cette variable département. Dans CONSOPAT, la variable **Depcom** (codée sur cinq chiffres) correspond au **code de la commune INSEE** obtenu par la concaténation de BEN_RES_DPT (deux premiers caractères) et BEN_RES_COM (trois caractères). Pour cette variable, **une correction a été apportée par la CNAM** pour certains codes dans les tables CONSOPAT (présence de codes postaux, évolution des codes communes). La variable **Depcom2** est de recodage de Depcom pour connaître la **localisation précise de la Corse et des DROM**. Ainsi, la Corse passe du format 20XXX au format 2AXXX et 2BXXX et les DROM du format 97XXX au format 9AXXX, 9BXXX, 9CXXX et 9DXXX (XXX= trois chiffres de la commune). La qualité de la variable du code commune est importante pour nos études car elle nous permet de mesurer le FDep (voir partie 3.2). Les différents éléments concernant les spécificités et les limites de l'utilisation des codes communes dans le DCIR sont donnés en Annexe 10.

Enfin, dans le cadre de notre étude sur la COVID-19, nous avons calculé la **densité de population** dans les communes en 2020. La densité communale permet de classer les communes en fonction du nombre d'habitants : c'est le rapport entre l'effectif de la population d'une zone géographique, ici la commune, et la superficie de cette zone. Ainsi, plus la population est concentrée et nombreuse, plus la commune est considérée comme dense. La grille communale de densité à sept niveaux de 2020 est disponible sur le site de INSEE[59]. Nous avons reclassé en trois niveaux : **les communes densément peuplées**, les **communes de densité intermédiaire** (qui regroupent « centres urbains intermédiaires », « ceintures urbaines » et « petites villes ») et **les communes rurales** (qui regroupent « bourgs ruraux », « rural à habitat dispersé » et « rural à habitant très dispersé »). Les informations

[58] A noter qu'en 2024 en France, notre doyenne était âgée de 113 ans.
[59] https://www.insee.fr/fr/information/6439600.

concernant la densité des communes dépendent également de la qualité des codes communes (Annexe 10).

4. Analyses statistiques générales

Dans cette partie, nous allons décrire brièvement les analyses communes à tous les axes de cette thèse. Les analyses plus spécifiques aux résultats de certains axes seront détaillées dans la section RESULTATS.

4.1. Méthodes descriptives

La gestion des variables que nous avons utilisées pour nos analyses a été décrite dans les parties précédentes. Les variables ont été gérées de la même manière pour tous les consommants (avec ou sans diabète). Au final, les principales variables que nous avons utilisées pour nos analyses sont : l'année, l'âge, le département de résidence, la région (construite à partir de la variable département, sur le découpage des régions à partir de 2016[60]), le FDep 2015 (associé à la variable commune de résidence), la date de décès et la densité de population (associée à la variable commune de résidence). Ces variables ont systématiquement été mises à jour avec le référentiel bénéficiaire IR_BEN_R et IR_BEN_R_ARC lors de leur utilisation. Nous avons également systématiquement exclu les données manquantes de nos analyses. Les personnes avec un NIR fictif, une date de décès antérieure à la date de notre étude, ayant un département de résidence non français ou résidant à Mayotte[61] ont également été exclues de nos analyses. Les diagrammes de flux seront présentés pour chacune des analyses dans la section RESULTATS.

Toutes les analyses ont été **stratifiées par sexe** et ont été effectuées chez les **personnes de plus de 45 ans**, soit pour être plus spécifiques du DT2 (notamment pour l'incidence, et dans une moindre mesure pour la prévalence), soit pour avoir une puissance statistique suffisante (mortalité, complications).

Les taux bruts des différents indicateurs du diabète ont été calculés, ainsi que les taux standardisés selon l'âge. La standardisation a été faite à partir de la population européenne de référence de 2013 [320].

Les analyses descriptives ont été effectuées à l'aide du SAS Enterprise Guide (version 4-3, SAS, Cary, USA).

4.2. Méthodes analytiques

Pour étudier l'association entre nos indicateurs du diabète (prévalence, incidence, mortalité, complications) et le FDep, nous avons utilisé des modèles log-linéaire de Poisson dans un cadre bayésien hiérarchique. Ils seront décrits plus spécifiquement dans la section RESULTATS.

Les analyses de modélisation ont été effectuées à l'aide de SAS Enterprise Guide (version 4-3, SAS, Cary, USA) pour la construction des tables, et du logiciel R pour la résolution des modèles.

[60] La France passe de 27 régions (22 en Hexagone et 5 en outre-mer) à 18 régions en 2016 (13 en Hexagone et 5 en outre-mer). Loi n° 2015-29 du 16 janvier 2015.

[61] Mayotte a été exclue de nos analyses car les données ne sont pas exhaustives dans le SNDS pour les années étudiées.

RESULTATS

Dans cette section, nous verrons les principaux résultats et conclusions concernant les objectifs de cette thèse. Elle présentera dans un premier temps les résultats des analyses portant sur l'évolution de l'association entre la prévalence et de l'incidence du DT2 et les inégalités socio-économiques (objectif 1), puis les résultats sur l'évolution de l'association entre la mortalité des personnes avec un diabète et les inégalités socio-économiques, pour notamment la mortalité toutes causes, par causes spécifiques et avec un focus sur la mortalité par COVID-19 (objectif 2). Nous présenterons ensuite les résultats sur l'évolution de l'association entre les complications cardiovasculaires et podologiques et les inégalités socio-économiques (objectif 3). Enfin, nous verrons également comment les travaux effectués dans le cadre de cette thèse ont permis de contribuer à des projets secondaires, et ainsi compléter plus largement la connaissance de l'épidémiologie du diabète au niveau national et international.

Afin que la lecture de ces parties reste fluide, certains résultats seront donnés en ANNEXE de cette thèse. Par ailleurs, les limites communes à l'ensemble de ces résultats seront discutées dans la section DISCUSSION de cette thèse.

1. Prévalence, incidence et inégalités socio-économiques

1.1. Préambule

La surveillance de la prévalence du diabète en France est bien développée depuis de nombreuses années (indicateurs sur GEODES et travaux menés par l'Assurance Maladie). Récemment, une thèse de santé publique réalisée par Sonsolès Fuentes a permis de suivre l'incidence du diabète sur une période allant de 2012 à 2017 [19], en France entière et déclinée par région, comme décrit dans la section CONTEXTE partie 1.3.2). Dans le cadre de cette thèse, ces indicateurs ont été mis à jour pour une période allant de 2013 à 2021, permettant ainsi de voir l'impact de la pandémie de la COVID-19 sur ces indicateurs en France entière (Figure 26) et par région [321]. Ces résultats montrent notamment que durant la période pré-COVID-19 (2013-2019), la prévalence du diabète est restée stable chez les hommes et a diminué chez les femmes (Figure 26.A) et que l'incidence du diabète a diminué chez les hommes et les femmes (Figure 26.B), suivant ainsi les tendances qui avaient été observées précédemment en France [19] et au niveau international [38]. Cependant, à partir de 2021, l'incidence du diabète a augmenté chez les hommes et

les femmes (Figure 26.B), questionnant ainsi l'impact potentiel de la COVID-19 sur la dynamique du diabète pour les prochaines années. Ces résultats vont été valorisés par un article scientifique qui sera prochainement publié dans la revue internationale *Diabetes & Metabolism* [321].

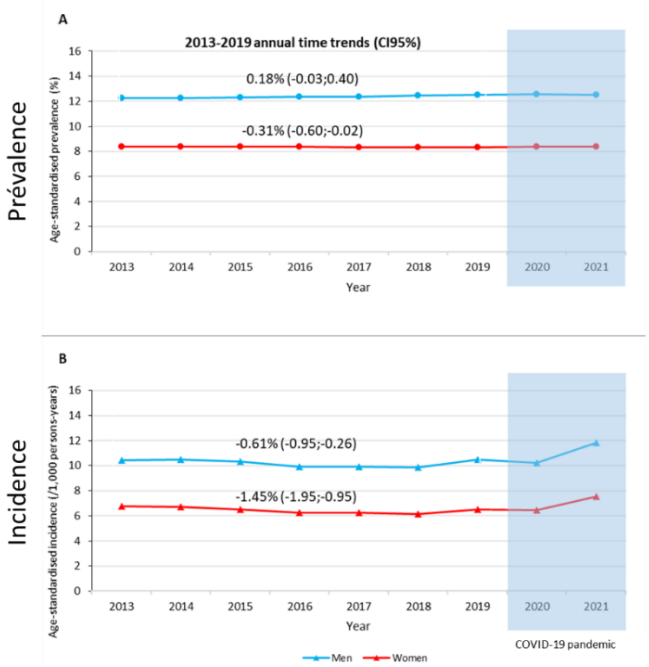


Figure 26 : Taux de prévalence (A) et d'incidence (B) standardisés selon l'âge (population européenne standard 2013) chez les personnes avec un diabète âgées de 45 ans et plus, par sexe et par année, en France, 2013-2021

Champs : France entière ; Source : SNDS ; Figure tirée de l'article de Fosse-Edorh S. et al. In press [321].

1.2. Introduction

Une des hypothèses pour expliquer les tendances récentes de la prévalence et de l'incidence du DT2 est que les mesures de prévention primaire mises en place dans la population générale des pays à haut revenu sont efficaces [19, 38]. Cependant, il a déjà été démontré que les mesures de prévention non ciblées, visant la population générale, ont un impact plus important sur les populations les plus favorisées [277]. Cela signifie que les inégalités sociales au sein de la population pourraient s'accroître si les programmes de prévention n'ont pas le même impact sur les différents groupes socio-économiques. Il était donc important de compléter cette surveillance en fonction du statut socio-économique des personnes avec un DT2.

1.3. Objectif

Ainsi, le premier objectif de cette thèse était d'analyser l'évolution de l'association entre les inégalités socio-économiques et la prévalence et l'incidence du DT2 traité pharmacologiquement en France hexagonale au cours de la dernière décennie (2010 à 2020 et 2012 à 2020 respectivement), à partir des données du SNDS.

1.4. Matériels et méthodes

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la suivante :

- **Base de données** : DCIR
- **Population d'étude** : les personnes ayant eu au moins un remboursement de soins dans

l'année (consommants)

- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : de 2010 (pour la prévalence) ou 2012 (pour l'incidence) à 2020
- **Exclusions :** petits régimes RATP, SNCF, ENIM et mines ; données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** 45 ans et plus (afin d'être plus spécifique au DT2)
- **Indicateurs diabète** : prévalence et incidence
- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux bruts de 45 à 99 ans et standardisés par quintile de FDep
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle: Etudier l'évolution de l'association entre la prévalence ou l'incidence du DT2 et le FDep.

Description du modèle : Le modèle comprenait une tendance linéaire temporelle (année), des quintiles de FDep (Q1 comme référence) et l'interaction entre les deux termes pour mesurer l'évolution de l'association entre le DT2 et le FDep au cours de la période d'étude. Le modèle a été contrôlé sur l'âge avec une marche aléatoire d'ordre 2. L'*offset* (terme de compensation) inclus dans le modèle était la population à risque ou les consommants par âge, année, quintile de FDep et département. Des effets aléatoires spatialement structurés et non structurés au niveau du département ont été inclus pour tenir compte de la surdispersion et ont été modélisés à l'aide du modèle de Besag, York et Mollié [322]. L'adjacence a été utilisée pour définir les voisins : tous les départements partageant une frontière avec le département d'intérêt ont été définis comme des voisins. L'approche de l'approximation de Laplace intégrée et imbriquée (*Integrated nested Laplace approximations* **:** INLA) a été utilisée pour calculer les marginales postérieures de tous les paramètres d'intérêt [323].

Présentation des résultats du modèle: Risques relatifs ajustés (RR) de DT2 associés à une augmentation des quintiles de FDep et de leurs intervalles de crédibilité (ICr) à 95 %, ainsi que le RR de DT2 associé à l'augmentation d'un an dans chaque quintile de FDep et de leur ICr à 95 %.

Pour plus de détails sur les choix méthodologiques généraux, se référer à la section METHODES de cette thèse.

1.5. Résultats

1.5.1. Population d'étude

Notre population d'étude était constituée des personnes de plus de 45 ans résidant en France hexagonale, consommants des soins. L'étude porte sur la période de 2010 à 2020. Le diagramme de flux de l'étude est donné en Figure 27 pour l'année 2020. Les caractéristiques de la population exclue sont décrites en Annexe 11.

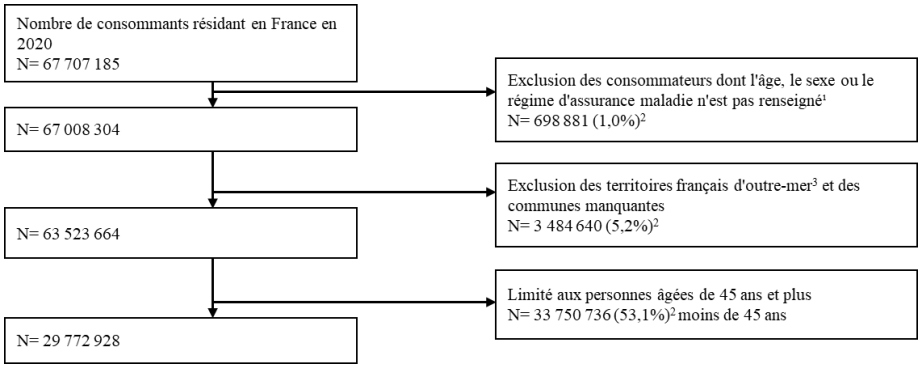


Figure 27 : Diagramme de flux de la population d'étude de 2020. Résultats Article 1

[1]Personnes bénéficiant d'un régime d'Assurance Maladie qui n'est pas inclus dans le système national de données sur la santé ; (SNDS) pour l'ensemble de la période d'étude. ; [2]Pourcentage de l'échantillon total précédent ; [3]FDep n'est pas disponible pour les territoires français d'outre-mer. ; FDep : Indice de désavantage social français.

Au final notre population d'étude était composée en 2010 de 24 228 526 consommants, dont 2 322 869 cas prévalents (Tableau 5). En 2020, nous avions 29 772 928 consommants, dont 3 081 938 cas prévalents. Pour les cas incidents, nous avions 208 560 cas en 2012 et 214 654 cas en 2020 (Tableau 5). L'âge moyen des personnes avec un diabète variait entre 67,9 et 69,4 ans entre 2010 et 2020.

Tableau 5 : Nombre de consommants et nombre de cas prévalents et incidents de diabète de type 2, entre 2010 et 2020 en France hexagonale chez les plus de 45 ans. Résultats Article 1

Année	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Consommants	24 228 526	24 770 236	25 596 839	26 002 920	26 742 206	27 754 111	28 480 027	28 926 519	29 195 268	29 355 105	29 772 928
Nombre de cas prévalents	2 322 869	2 419 990	2 541 676	2 599 401	2 685 115	2 786 912	2 866 298	2 916 099	2 968 033	3 014 152	3 081 938
Nombre de cas incidents	na	na	208 560	194 754	200 803	202 754	199 825	202 757	202 219	216 117	214 654

na : non applicable.

1.5.2. Caractéristiques de la population d'étude selon le FDep

Le Tableau 6 donne la répartition de notre population d'étude dans chaque quintile de FDep en 2020, chez les hommes et les femmes. Pour les deux sexes, la proportion de cas prévalents et de cas incidents de diabète était plus élevée chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées (Q5) que celles résidant dans les communes les plus favorisées (Q1). Par exemple chez les hommes, 16 % des cas prévalents de diabète vivaient dans le Q1 contre 24 % dans le Q5. Ces tendances étaient retrouvées quelle que soit l'année étudiée.

Tableau 6 : Répartition du nombre de consommants, cas à risque et cas prévalents et incidents de diabète de type 2 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep), chez les hommes et les femmes résidant en France hexagonale de 45 ans et plus en 2020. Résultats Article 1

	Hommes					Femmes				
Quintile Fdep	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Consommants , n	2 708 543	2 721 613	2 807 651	2 790 767	2 699 789	3 173 971	3 139 300	3 294 513	3 272 103	3 164 678
(%)	(19,7)	(19,8)	(20,5)	(20,3)	(19,7)	(19,8)	(19,6)	(20,5)	(20,4)	(19,7)
Cas prévalent, n	275 938	314 818	347 514	370 736	412 644	195 998	232 678	271 280	300 290	360 042
(%)	(16,0)	(18,3)	(20,2)	(21,5)	(24,0)	(14,4)	(17,1)	(19,9)	(22,1)	(26,5)
Cas à risque , n	2 453 112	2 429 057	2 484 639	2 445 786	2 316 456	2 992 595	2 922 774	3 041 746	2 991 591	2 827 888
(%)	(20,2)	(20,0)	(20,5)	(20,2)	(19,1)	(20,3)	(19,8)	(20,6)	(20,2)	(19,1)
Cas incident, n	20 507	22 262	24 502	25 755	29 311	14 622	16 152	18 513	19 778	23 252
(%)	(16,8)	(18,2)	(20,0)	(21,1)	(24,0)	(15,8)	(17,5)	(20,1)	(21,4)	(25,2)

1.5.3. Prévalence et incidence brute selon le FDep

Les taux bruts de prévalence et d'incidence du DT2 spécifiques par âge ont augmenté en fonction des quintiles de FDep chez les hommes et les femmes sur notre période d'étude. Les Figure 28 et Figure 29 montrent ces évolutions pour 2010 et 2020. Concernant les taux de prévalence en 2020 (Figure 28), les taux les plus élevés dans le Q5 ont été observés chez les hommes âgés de 76 ans (prévalence de 25,1 %) et chez les femmes âgées de 78 ans (prévalence de 18,1 %). Les taux les plus élevés dans le Q1 ont été observés chez les hommes âgés de 78 ans (prévalence de 19,7 %) et chez les femmes âgées de 84 ans (prévalence de 11,9 %).

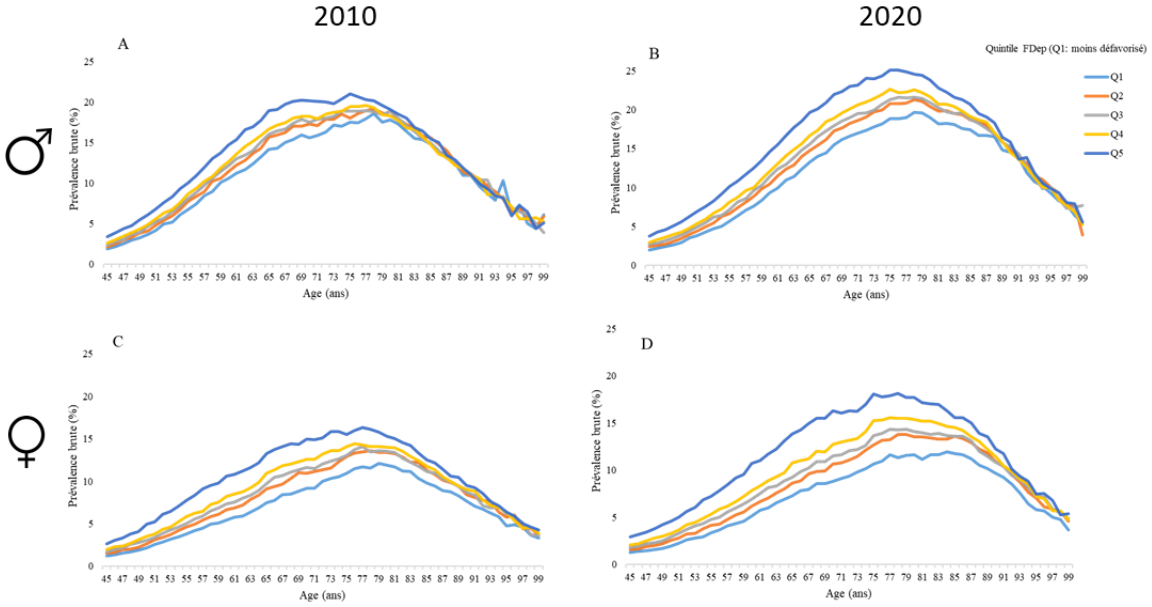


Figure 28 : Prévalence brute du diabète de type 2 selon l'âge et les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Hommes en 2010 (A) et 2020 (B) ; femmes en 2010 (C) et 2020 (D). Résultats Article 1

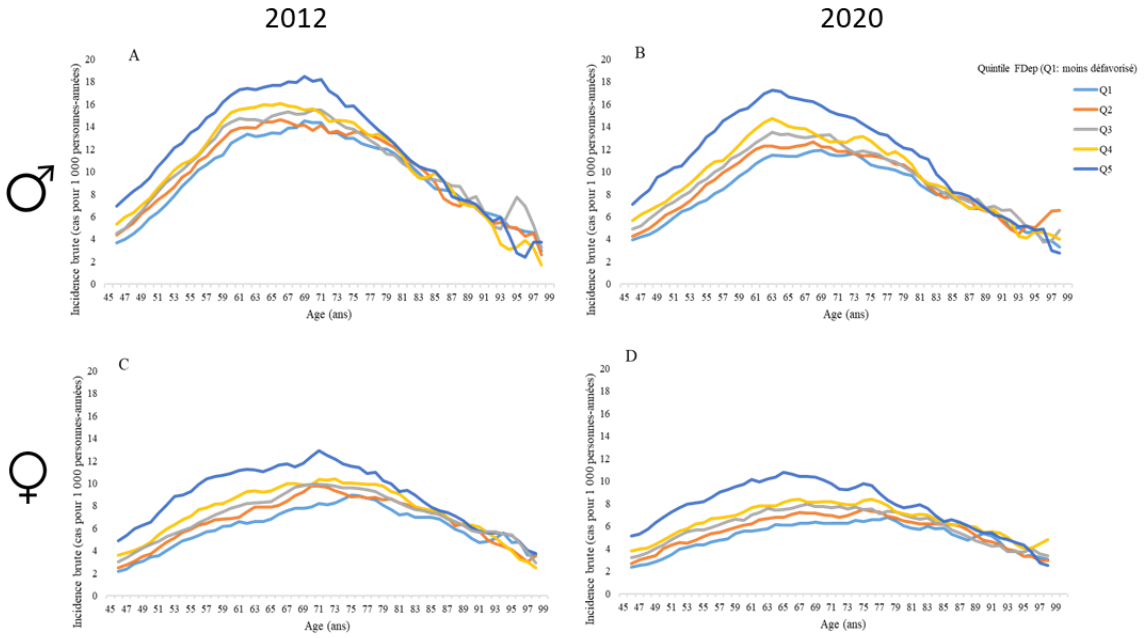


Figure 29 : Incidence brute (moyenne mobile d'ordre 3) du diabète de type 2 selon l'âge et les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Hommes en 2012 (A) et 2020 (B) ; femmes en 2012 (C) et 2020 (D). Résultats Article 1

Concernant les taux d'incidence en 2020 (Figure 29), les taux d'incidence les plus élevés dans le Q5 ont été observés chez les hommes âgés de 63 ans (incidence 17,3 pour 1 000 personnes-années (pa)) et chez les femmes âgées de 65 ans (incidence 10,8 pour 1 000 pa). Les taux les plus élevés dans le Q1 étaient observés chez les hommes âgés de 69 ans (11,9 pour 1 000 pa) et chez les femmes âgées de 78 ans (6,8 pour 1 000 pa).

1.5.4. Prévalence et incidence standardisées sur l'âge selon le FDep

La Figure 30 montre l'évolution des taux de prévalence et d'incidence standardisés selon l'âge en fonction des quintiles de FDep. Un gradient de désavantage social positif a été observé en fonction des quintiles FDep. Les taux les plus élevés ont été observés dans le Q5, et les plus bas dans le Q1, tant chez les hommes que chez les femmes. En effet, les taux de prévalence en 2020 étaient de 15,1 % pour les hommes (Figure 30.A) et de 10,8 % pour les femmes dans le Q5 (Figure 30.B), alors qu'ils étaient respectivement de 10,5 % et de 6,1 % dans le Q1. Les taux d'incidence étaient de 12,7 pour 1 000 pa chez les hommes (Figure 30.C) et de 8,3 pour 1 000 pa chez les femmes résidant dans la Q5 (Figure 30.D) et respectivement de 8,6 et 5,0 pour 1 000 pa dans le Q1.

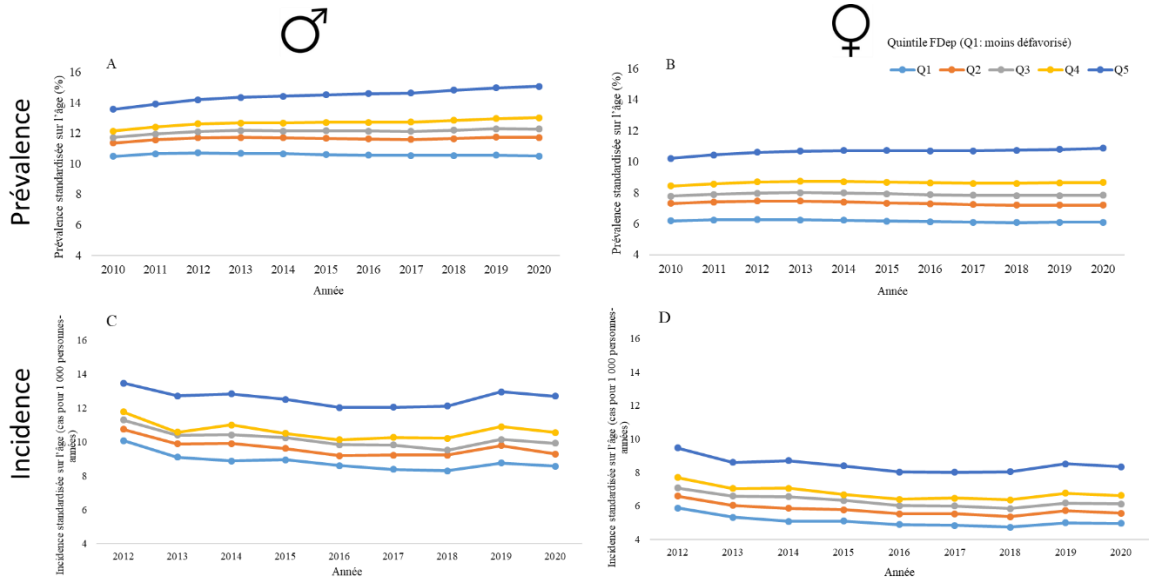


Figure 30 : Évolution de la prévalence du diabète de type 2 standardisée selon l'âge chez les hommes (A) et les femmes (B) de 2010 à 2020 et de l'incidence standardisée selon l'âge chez les hommes (C) et les femmes (D) de 2012 à 2020 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) chez les consommants âgés de 45 ans et plus en France hexagonale. Résultats Article 1

Les ratios des taux de prévalence et d'incidence standardisés de Q5/Q1 étaient plus élevés chez les femmes que chez les hommes et augmentaient avec le temps. Pour la prévalence, ce ratio était de 1,3 chez les hommes et 1,6 chez les femmes en 2010 et sont passés respectivement à 1,4 et 1,8 en 2020. Pour l'incidence il était respectivement pour les hommes et les femmes de 1,3 et 1,6 en 2012, et de 1,5 et 1,7 en 2020.

1.5.5. Etude de l'association entre la prévalence et l'incidence du DT2 et le FDep

La Figure 31 montre le sur-risque d'être DT2 prévalent et incident des personnes résidant dans les communes de désavantage du Q2, Q3, Q4 et Q5 par rapport à celles résidant dans les communes de

désavantage du Q1 de 2010 à 2020. Que ce soit chez les hommes ou chez les femmes, il existe un gradient de désavantage social positif selon les quintiles du FDep. Concernant la prévalence du DT2, le sur-risque a augmenté au cours du temps dans le Q2, Q3, Q4 et Q5 chez les hommes (Figure 31.A) et dans le Q3, Q4 et Q5 chez les femmes (Figure 31.B) par rapport au Q1. Concernant l'incidence du DT2, le sur-risque a augmenté au fil du temps dans le Q4 et Q5 chez les hommes (Figure 31.C), mais n'a pas changé chez les femmes (Figure 31.D). Les RR de DT2 prévalent et incident et leurs ICr à 95 % associés sont donnés pour chaque année et pour chaque quintile en Annexe 12.

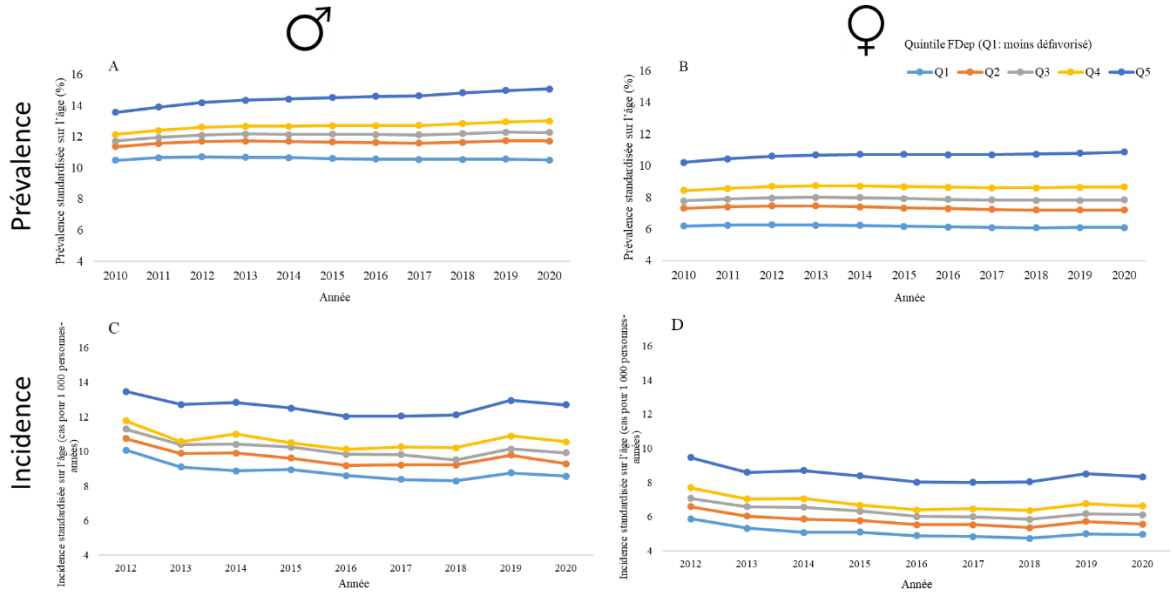


Figure 31 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de la prévalence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les adultes âgés de 45 ans et plus en France hexagonale pour les hommes (A) et les femmes (B) de 2010 à 2020 et de l'incidence du diabète de type 2 pour les hommes (C) et les femmes (D) de 2012 à 2020 (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Article 1

** significativement différents entre les deux années extrêmes ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Nous avons également étudié ces associations en fonction des groupes d'âge (Annexe 13 pour la prévalence et Annexe 14 pour l'incidence). Pour la prévalence (Annexe 13) chez les hommes, les mêmes tendances ont été observées dans tous les groupes d'âge, avec le sur-risque le plus élevé retrouvé dans le groupe des 45-59 ans. Chez les femmes, les mêmes tendances ont été observées, à l'exception du groupe d'âge 60-74 ans : le sur-risque a augmenté avec le temps dans le Q5, et a diminué avec le temps dans le Q2 et Q3. Pour l'incidence (Annexe 14), nous avons observé pour les deux sexes les mêmes tendances, indépendamment des groupes d'âge, avec le sur-risque le plus élevé retrouvé dans le groupe des 45-59 ans.

1.5.6. Tendances temporelles de la prévalence et de l'incidence du DT2 par quintile de désavantage

Enfin, le Tableau 7 montre une diminution significative de la prévalence du DT2 chez les hommes résidant dans le Q1 et chez les femmes résidant dans les Q1 et Q2. En revanche, une augmentation significative de la prévalence a été observée chez les hommes résidant dans tous les autres quintiles du FDep, avec

un gradient de désavantage social positif. Chez les femmes, une augmentation significative a été observée dans les Q4 et Q5. Concernant l'incidence, une diminution significative a été retrouvée dans tous les quintiles du FDep pour les deux sexes.

Tableau 7 : Estimation de la tendance temporelle de la prévalence et de l'incidence du diabète de type 2 : risques relatifs ajustés associés à une augmentation d'un an pour chaque quintile de l'indice de désavantage social français (FDep) (modèle de Poisson log-linéaire) en France hexagonale. Résultats Article 1

	Prévalence		**Incidence**	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Quintile FDep	RRa (95% ICr)	RRa (95% ICr)	RRa (95% ICr)	RRa (95% ICr)
Q1	0,999 (0,998;0,999)	0,999 (0,998;0,999)	0,985 (0,983;0,987)	0,984 (0,982;0,987)
Q2	1,001 (1,001;1,001)	0,998 (0,998;0,998)	0,988 (0,986;0,989)	0,984 (0,982;0,986)
Q3	1,003 (1,002;1,003)	1,000 (0,999;1,001)	0,987 (0,986;0,989)	0,983 (0,981;0,985)
Q4	1,005 (1,005;1,005)	1,002 (1,002;1,002)	0,991 (0,989;0,993)	0,984 (0,982;0,986)
Q5	1,008 (1,008;1,008)	1,005 (1,005;1,005)	0,994 (0,993;0,996)	0,987 (0,985;0,988)

RRa (95% ICr): risque relatif ajusté (intervalle de crédibilité à 95 %).

1.6. Discussion

1.6.1. Principaux résultats

Cette étude est la première en France à avoir évalué, sur une longue période et à l'aide d'une base de données couvrant la quasi-totalité de la population française, l'association entre la prévalence et l'incidence du DT2 et les inégalités socio-économiques. Les résultats de cette étude ont montré que l'ampleur des inégalités est plus marquée chez les femmes que chez les hommes, et que les inégalités sociales ont augmenté pour la prévalence du DT2 pour les deux sexes au cours de la dernière décennie. Ces résultats ont déjà été retrouvés ailleurs en Europe, comme en Espagne [206], en Ecosse [210] ou encore en Suisse [209]. Nos résultats montrent également que l'ampleur des inégalités a augmenté pour l'incidence du DT2 chez les hommes, mais par contre, qu'elle est restée stable chez les femmes. Il existe cependant moins d'études sur le sujet, et les résultats restent mitigés et difficilement comparables aux nôtres [219-221]. Ces résultats sont résumés dans le Tableau 8.

A noter que nos résultats comportent certaines limites, principalement en lien avec l'utilisation de bases de données médico-administratives et d'un indicateur écologique pour mesurer le statut socio-économique. Ces limites seront décrites dans la section DISCUSSION de cette thèse.

1.6.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques dans la prévalence et l'incidence du DT2

- Pourquoi les inégalités socio-économiques ont-elles encore une influence croissante sur l'incidence du DT2 en France ?

Les nombreux programmes de prévention promouvant des comportements sains, qui ont potentiellement contribué à réduire l'incidence du DT2 au cours de la dernière décennie [19], peuvent en fait accroître les inégalités en matière de santé. Les personnes les plus démunies semblent être moins réceptives à ces programmes [277], réduisant donc de manière moins prononcée les facteurs de risque

du DT2 dans ce groupe [204, 221]. En outre, il a été montré que les personnes socio-économiquement les plus défavorisées sont plus vulnérables aux effets des modes de vie malsains que les groupes socio-économiquement plus favorisés [279]. L'influence des inégalités socio-économiques a augmenté chez les hommes, mais pas chez les femmes. Il a déjà été montré qu'il existe des différences de comportements entre les deux sexes (à la faveur des femmes), que ce soit dans les habitudes de vie, la réception des messages de santé publique ou encore dans les facteurs de risque du DT2 [300, 303]. Nous observons cependant un plus grand écart entre les femmes résidant dans les communes les plus défavorisées vs. les plus favorisées que chez les hommes. Il est possible que les femmes les plus défavorisées soient plus susceptibles d'avoir intégré les messages de préventions que leurs homologues masculins (l'incidence du diabète a diminué de manière plus forte chez les femmes que chez les hommes résidant dans les communes les plus défavorisées, mais pas dans les communes les plus favorisées).

- Qu'en est-il de l'influence des inégalités socio-économiques sur la prévalence du DT2 ?

La dynamique de la prévalence du diabète est dépendante des dynamiques combinées de l'incidence et de la mortalité (Figure 32) : la prévalence diminue si l'incidence diminue, mais augmente si la mortalité diminue. Elle est également dépendante du dépistage (que nous discuterons en section DISCUSSION). Ainsi, l'influence des inégalités socio-économiques sur la prévalence du DT2 peut en partie être expliquée par l'influence des inégalités socio-économique sur l'incidence du DT2, que nous avons décrite, mais également par celle de la mortalité.

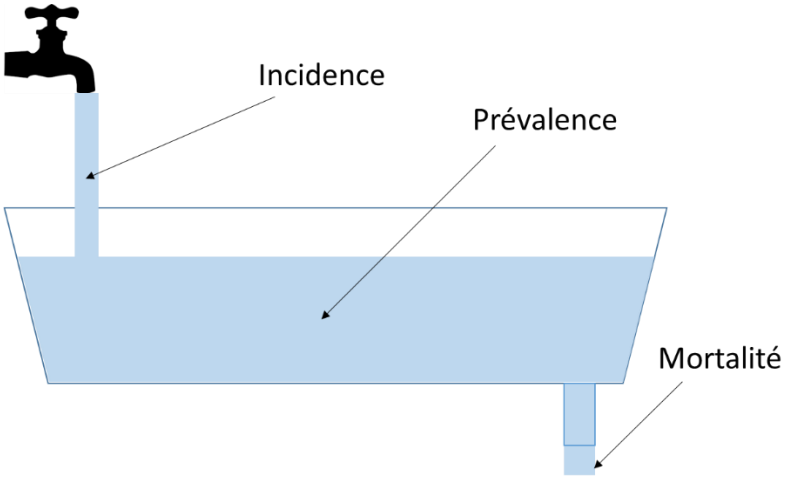


Figure 32 : Schéma décrivant le lien entre la dynamique de la prévalence, de l'incidence et de la mortalité dans le diabète

1.6.3. Conclusion

Les premiers résultats de cette thèse montrent que même si de nombreuses études encourageantes semblent indiquer une stabilisation ou diminution de l'incidence du diabète, il existe et demeure de très fortes inégalités sociales de santé au sein de la population avec un diabète, avec même une aggravation des inégalités dans la prévalence du DT2. Il est donc nécessaire de poursuivre les efforts de prévention, mais en intégrant davantage de stratégies de santé publique basées sur une approche d'universalisme proportionné [147], afin que les actions proposées soient intensifiées parmi les populations les plus vulnérables. Des pistes de réflexion pour réduire les inégalités sociales de santé dans le diabète seront

données dans la section DISCUSSION de cette thèse.

Ainsi, afin de compléter notre compréhension de la dynamique épidémiologique du diabète dans les différents groupes de désavantage social, la partie suivante de cette thèse s'intéressera à l'évolution de l'association entre la mortalité des personnes avec un diabète et les inégalités socio-économiques (objectif 2).

A RETENIR

- Les inégalités socio-économiques dans la prévalence du DT2 ont augmenté au cours du temps chez les hommes et les femmes. Le fardeau du diabète continue de croître et de manière plus prononcée chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisés.
- Les inégalités socio-économiques dans l'incidence du DT2 ont augmenté au cours du temps, mais uniquement chez les hommes. Cette association est restée stable chez les femmes. Ces résultats sont encourageants, même si de fortes inégalités persistent toujours.
- Le poids des inégalités socio-économiques sur la prévalence et l'incidence du DT2 est plus fort chez les femmes que chez les hommes.

Récapitulatif des résultats de l'objectif 1

Les premiers résultats de cette thèse (objectif 1) ont permis de montrer que les inégalités socio-économiques dans l'incidence et la prévalence du DT2 sont restées très marquées et se sont même amplifiées au cours de dernière décennie pour la prévalence du DT2 chez les hommes et les femmes et l'incidence du DT2 chez les hommes (Tableau 8).

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des résultats de l'objectif 1 concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la prévalence et l'incidence du diabète de type 2

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 1	Prévalence	2010-2020	↗	2020 : **+53%**	↗	2020 : **+92%**
	Incidence	2012-2020	↗	2020 : **+67%**	~	2020 : **+95%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1

Article

L'article publié dans la revue Diabetes & Metabolism est disponible en ligne sous le lien suivant : https://doi.org/10.1016/j.diabet.2024.101509 et en Annexe 15.

ELSEVIER

Diabetes & Metabolism
Volume 50, Issue 2, March 2024, 101509

Original article

Eleven-year trends in socioeconomic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically treated type 2 diabetes in France, 2010–2020

Marie Guion [a b], Laurence Mandereau-Bruno [c], Sarah Goria [c], Emmanuel Cosson [1 b d], Sandrine Fosse-Edorh [1 a]

Résumé en français

But

Cette étude visait à décrire l'association entre les inégalités socio-économiques et la prévalence et l'incidence du diabète de type 2 traité pharmacologiquement en France hexagonale sur la période 2010-2020.

Méthodes utilisées

Les cas de diabète ont été identifiés à l'aide d'un algorithme validé à partir du système national de données de santé français. L'analyse a été restreinte aux adultes âgés de 45 ans et plus afin de se concentrer sur le diabète de type 2. Le statut socio-économique a été mesuré pour toutes les années en France hexagonale à l'aide de l'indice de désavantage français (FDep, version 2015), qui est un indicateur de désavantage à la comune utilisant des quintiles de la population (Q1 correspond aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées). Les risques relatifs de prévalence et d'incidence du diabète associés aux quintiles du FDep (Q1 étant la référence) ont été estimés par sexe à l'aide d'un modèle de Poisson log-linéaire ajusté sur l'année, l'âge et le département français. La population étudiée est l'ensemble des consommants de soins français âgés de 45 ans et plus (de 24 228 526 en 2010 à 29 772 928 en 2020).

Résultats

Un gradient de désavantage social positif a été observé dans les risques relatifs de prévalence et d'incidence du diabète de type 2 par quintiles de FDep au cours de la période d'étude. La force des associations a augmenté au cours de la dernière décennie pour la prévalence chez les hommes et les femmes et pour l'incidence chez les hommes dans les deux quintiles les plus défavorisés.

Conclusion

La prévention du diabète de type 2 devrait donc inclure une approche d'universalisme proportionné, proposant des actions plus intenses pour les personnes résidant dans les zones les plus défavorisées.

2. Mortalité et inégalités socio-économiques

2.1. Préambule

Comme indiqué précédemment (sections CONTEXTE et METHODES), le suivi de la mortalité des personnes vivant avec un diabète n'était pas possible avec seulement l'utilisation des bases de données du CépiDC. Ainsi, dans le cadre de cette thèse, le développement d'indicateurs de mortalité a permis d'étudier l'évolution de la mortalité et de la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète, en France entière (Figure 33) et par région, de 2013 à 2021. Cela a également permis d'étudier l'impact de la pandémie de COVID-19 sur la mortalité des personnes avec un diabète.

Notre étude montre notamment que la mortalité toutes causes des hommes avec un diabète a diminué sur la période de 2013-2019 (pré-COVID-19), mais est restée stable chez les femmes (Figure 33.A), et qu'elle a diminué pour les hommes et les femmes sans diabète (Figure 33.B). Ainsi, la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète a augmenté significativement chez les hommes sur la période 2013-2019, passant de 1,38 (1,37 ; 1,39) à 1,42 (1,41 ; 1,43), tandis qu'elle est restée stable chez les femmes passant de 1,45 (1,44 ; 1,46) à 1,46 (1,45 ; 1,47). Enfin, cette étude montre qu'à partir de 2020, la mortalité toutes causes des personnes avec un diabète a fortement augmenté pendant la période de la COVID-19 (Figure 33.A), stoppant ainsi les dynamiques positives qui étaient observées. Ces résultats sont issus du même article scientifique [321] décrit en préambule des résultats de l'objectif 1.

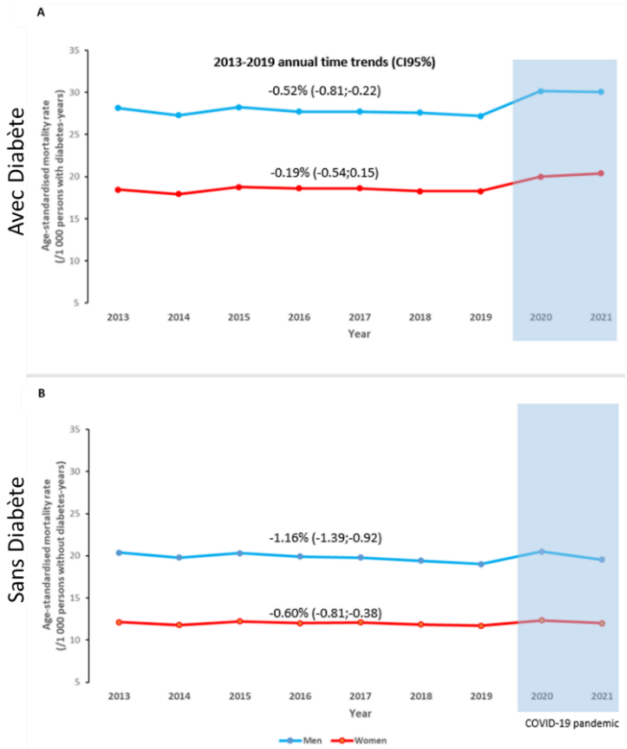


Figure 33 : Taux de mortalité standardisés selon l'âge (population européenne standard 2013) chez les personnes avec un diabète (A) et sans diabète (B) âgées de 45 ans et plus, par sexe et par année, en France, 2013-2021

Champs : France entière ; Source : SNDS ; Figure tirée de l'article de Fosse-Edorh S. et al. In press [321].

2.2. Mortalité toutes causes et inégalités socio-économiques

2.2.1. Introduction

Si les tendances positives (diminution ou stabilisation) concernant la mortalité des personnes avec un diabète sont plutôt encourageantes (en dehors de la COVID-19) [108, 111, 113, 114, 220, 321], nous avons voulu étudier ces tendances en fonction du statut socio-économique avant la période particulière de la pandémie de la COVID-19. En effet, il existe de fortes inégalités socio-économiques dans la mortalité dans le monde, dont en France [289].

2.2.2. Objectif

L'objectif de cette étude était donc de décrire l'évolution de l'association entre les inégalités socio-économiques et la mortalité toutes causes et la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète en France hexagonale, avant la pandémie de COVID-19, de 2013 à 2019.

2.2.3. Matériels et méthode

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la suivante :

- **Base de données** : DCIR (information sur le statut vital)
- **Population d'étude** : les personnes (avec ou sans diabète) ayant eu au moins un remboursement de soins dans l'année (consommants) et vivantes au 1er janvier de l'année
- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : 2013 à 2019

- **Exclusions :** petits régimes RATP, SNCF, ENIM et mines ; régime RSI (pas de remontée de la date du décès sur la période d'étude) ; données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** 45 ans et plus (car l'événement de la mortalité est le plus probable)
- **Indicateurs diabète** : mortalité toutes causes parmi les personnes traitées pharmacologiquement pour un diabète (même indicateur pour les personnes sans diabète)
- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux standardisés par quintile de FDep
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle : (a) Etudier l'évolution de l'association entre la mortalité toutes causes chez les personnes avec (et sans) un diabète et le FDep ; et (b) mesurer la surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète dans chaque quintile de FDep et (c) par rapport au Q1.

Description du modèle : (a) Le modèle comprenait une tendance linéaire temporelle (année), des quintiles de FDep (Q1 comme référence) et l'interaction entre l'année et les quintiles de FDep pour mesurer l'évolution de l'association entre la mortalité et le FDep au cours de la période d'étude pour les personnes avec un diabète. Le modèle a été contrôlé sur l'âge avec une marche aléatoire d'ordre 2. L'*offset* inclus dans le modèle était la population avec un diabète vivante au 1er janvier de chaque année par âge, année, quintiles de FDep et région. Des effets aléatoires spatialement structurés et non structurés au niveau régional ont été inclus pour tenir compte de la surdispersion et ont été modélisés à l'aide de Besag, York et Mollié [322]. L'adjacence a été utilisée pour définir les voisins : toutes les régions partageant une frontière avec la région d'intérêt ont été définies comme voisines. L'approche INLA a été utilisée pour calculer les marges postérieures de tous les paramètres d'intérêt [323]. Le même modèle a été utilisé pour les personnes sans diabète. (b) (c) Une interaction entre les trois termes année, quintiles de FDep et statut diabétique (avec ou sans diabète) a été introduite dans le modèle (personnes sans diabète comme référence).

Présentation des résultats du modèle: (a) Les RR ajustés de mortalité toutes causes et leurs ICr à 95 % des personnes avec (et sans) diabète associés à l'augmentation annuelle des quintiles de FDep et (b) (c) les RR ajustés de surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète vs. sans diabète et leurs ICr à 95 % associés à l'augmentation annuelle des quintiles de FDep. (a) (b) (c) Nous présentons également le pourcentage d'évolution annuelle de la mortalité toutes causes et leurs ICr à 95 %.

Pour plus de détails sur les choix méthodologiques généraux, se référer à la section METHODES de cette thèse.

2.2.4. Résultats

2.2.4.1. Population d'étude

De 2013 à 2019, cette étude a porté sur 23 462 377 à 26 744 741 personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, dont 2 355 605 à 2 746 813 qui étaient respectivement traitées pharmacologiquement pour le diabète (Figure 34 et Tableau 9). Parmi les personnes avec un diabète, 71 825 sont décédées en 2013 et 86 994 en 2019 (Tableau 9).

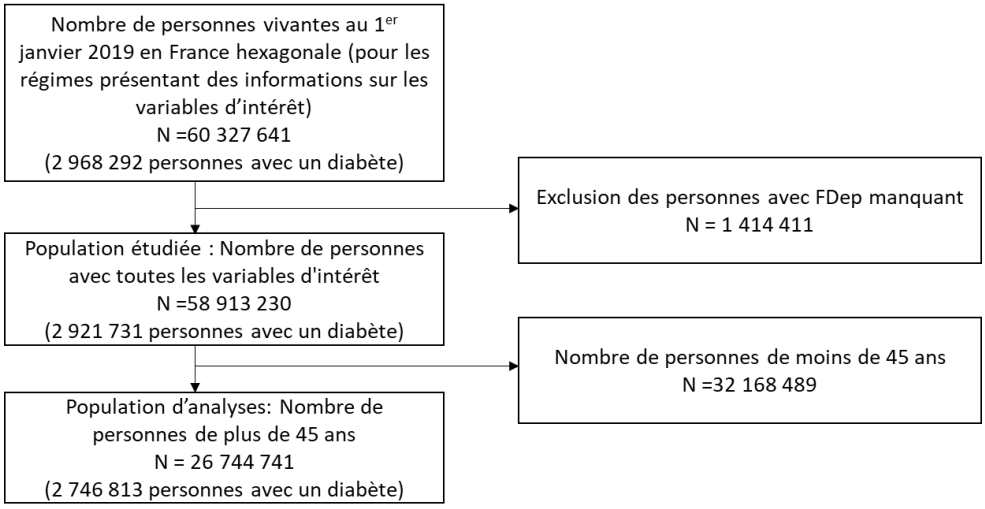


Figure 34 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2019. Résultats Article 2

FDep : indice de désavantage social français.

Tableau 9 : Nombre de personnes vivantes et décédées avec et sans diabète de 45 ans et plus de 2013 à 2019, France hexagonale. Résultats Article 2

Année	Nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année	Nombre de personnes avec un diabète décédées au cours de l'année	Nombre de personnes sans diabète vivantes au 1er janvier de l'année	Nombre de personnes sans diabète décédées au cours de l'année
2013	2 355 605	71 825	21 106 772	336 444
2014	2 407 939	72 257	21 368 550	332 765
2015	2 487 595	78 742	21 947 352	360 431
2016	2 581 359	81 369	22 792 173	369 118
2017	2 654 605	84 202	23 396 951	381 035
2018	2 700 368	85 367	23 731 263	381 458
2019	2 746 813	86 994	23 997 928	381 385

En 2013, 5 937 hommes avec un diabète sont décédés au cours de l'année dans les communes les plus favorisées (Q1) (âge moyen au décès 76,2 ans), contre 10 562 dans les communes les plus défavorisées (Q5) (âge moyen au décès 74,6 ans). En 2019, ils étaient respectivement 7 490 (âge moyen au décès 77,8 ans) et 12 710 (âge moyen au décès 75,8 ans). Parmi les femmes avec un diabète, on comptait 4 193 décès dans le Q1 (âge moyen au décès 81,0) et 8 660 dans le Q5 (âge moyen au décès 79,5) en 2013 ; et respectivement 5 123 (âge moyen au décès 81,9) et 9 816 (âge moyen au décès 80,4) en 2019. Ces informations sont disponibles pour chaque année et quintile de FDep en Annexe 16, de même que pour les personnes sans diabète en Annexe 17.

2.2.4.2. *Tendances des taux de mortalité toutes causes et de la surmortalité selon le statut socio-économique*

Les Figure 35.A et Figure 35.B montrent les taux de mortalité toutes causes standardisés selon l'âge par niveau de FDep entre 2013 et 2019 pour les hommes et les femmes avec un diabète, respectivement. Un gradient positif de désavantage social a été observé chez les hommes et les femmes avec un diabète, avec des taux plus élevés dans le Q5 que dans le Q1, pour toutes les années (Annexe 16). Les hommes par rapport aux femmes avec un diabète avaient des taux de mortalité plus élevés quel que soit le niveau de désavantage du FDep. De plus, une réduction significative de la mortalité toutes causes a été observée chez les hommes résidant dans les Q2 à Q5 et chez les femmes résidant dans les Q4 et Q5.

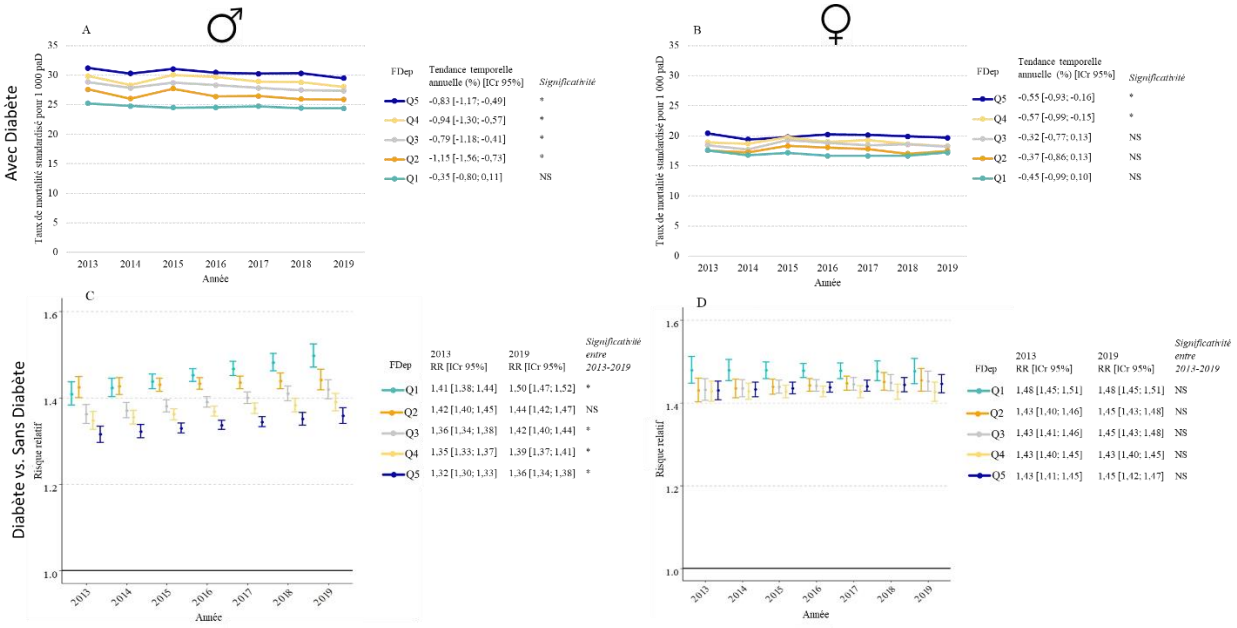


Figure 35 : Taux de mortalité toutes causes standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Article 2

** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Les Figure 35.C (hommes) et Figure 35.D (femmes) montrent le sur-risque de décès pour les personnes avec un diabète vs. sans diabète dans chaque quintile de FDep. Le sur-risque était plus élevé dans les quintiles les plus favorisés chez les hommes et les femmes. Chez les hommes (Figure 35.C), ce sur-risque a augmenté au fil du temps dans tous les quintiles de FDep, sauf dans le Q2 où il est resté stable. Chez les femmes (Figure 35.D), le sur-risque de décès était stable au fil du temps pour tous les quintiles du FDep, avec un gradient de désavantage social peu marqué.

Concernant le sur-risque de décès des femmes avec un diabète vs. sans diabète résidant dans le Q2, Q3, Q4 et Q5 était significativement moindre en 2013 par rapport à celles résidant dans le Q1, mais est devenu similaire en 2019 pour le Q2, Q3 et Q5. Chez les hommes avec un diabète vs. sans diabète, le sur-risque de décès était significativement moindre dans le Q3, Q4 et Q5 en 2013, et dans le Q2, Q3, Q4 et Q5 en 2019 par rapport au Q1. Ces résultats sont donnés en Figure 36.

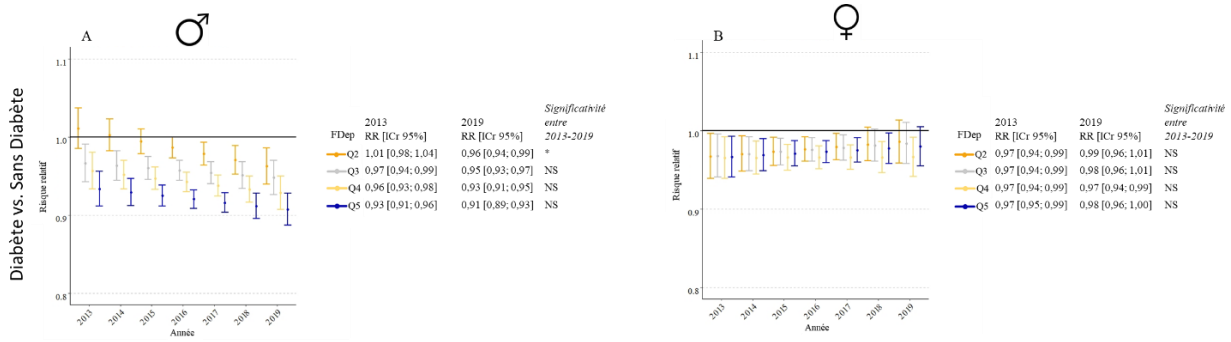


Figure 36 : Risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (A) et les femmes (C) avec un diabète vs. sans diabète associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Article 2

** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

L'évolution de la mortalité toutes causes chez les hommes et les femmes sans diabète par quintile de désavantage est donnée en Annexe 18. Dans cette population, la mortalité était beaucoup moins élevée que dans la population avec un diabète quel que soit l'année et le niveau de désavantage. Au cours du temps la mortalité chez les hommes et les femmes sans diabète a diminué quel que soit le niveau de désavantage.

2.2.4.3. Évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes

Les Figure 37.A et Figure 37.B montrent le sur-risque de mortalité toutes causes pour les quintiles de désavantage du Q2 à Q5 par rapport au Q1 (plus favorisé) de 2013 à 2019 chez les hommes et les femmes avec un diabète respectivement. Ce sur-risque suivait un gradient positif de désavantage social, où le sur-risque de décéder le plus élevé était observé dans le quintile le plus défavorisé du Q5 pour les hommes et les femmes. Les sur-risques de mortalité toutes causes sont restés stables au fil du temps dans tous les quintiles de désavantage, sauf chez les hommes du Q2 où le sur-risque par rapport au Q1 a diminué au cours de la période d'étude (Figure 37.A).

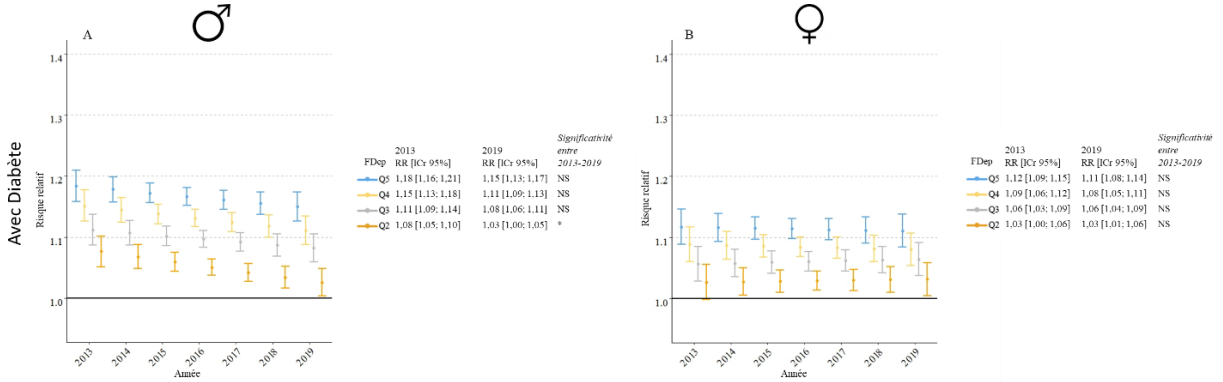


Figure 37 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité toutes causes associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 2

** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Chez les hommes et femmes sans diabète (Annexe 19), l'influence des inégalités socio-économiques était du même type, mais plus marquée que chez les personnes avec un diabète, et le sur-risque de mortalité toutes causes par rapport au Q1 est resté stable au cours du temps dans tous les quintiles de désavantage.

2.2.5. Discussion

2.2.5.1. Principaux résultats

Cette étude est la première en France à avoir évalué l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité des personnes avec un diabète et à avoir étudié l'évolution de la surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète en fonction du statut socio-économique. Elle montre une amélioration de la mortalité entre 2013 et 2019 (période pré-COVID-19), mais des inégalités sociales qui restent stables et marquées. En effet, bien que la mortalité toutes causes ait diminué chez les hommes et se soit stabilisée chez les femmes avec un diabète dans la majorité des groupes socio-économiques (diminution également observée chez les hommes et femmes sans diabète), les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées continuent d'avoir un sur-risque de mortalité par rapport à celles résidant dans les communes les plus favorisées. De plus, la surmortalité des hommes et femmes avec un diabète par rapport à ceux sans diabète est restée très élevée. Chez les femmes avec un diabète, la surmortalité est restée stable dans le temps, et nous n'avons observé aucune différence significative selon le niveau de désavantage social. Chez les hommes, elle a augmenté au cours du temps quel que soit le niveau de désavantage social, avec un gradient plus marqué, mais en défaveur des hommes résidant dans les communes les plus favorisées. Ces résultats sont résumés dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats sur l'évolution des inégalités socio-économiques dans la mortalité toutes causes des personnes avec un diabète de l'objectif 2

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 2	Mortalité toutes causes	2013-2019	~	2019 : **+15%**	~	2019 : **+11%**
	Surmortalité toutes causes paD vs psD	2013-2019	~	2019 : **-9%**	~	2019 : -2%

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; en vert le risque relatif est significativement moins élevé par rapport au Q1.

La comparaison de ces résultats à l'international reste difficile en raison d'un nombre limité d'études, dont les résultats restent mitigés [109, 220], où les populations, périodes d'études et indicateurs de mesure du statut socio-économique, sont différents des nôtres. Notre étude comporte aussi certaines limites méthodologiques, qui seront décrites dans la section DISCUSSION de cette thèse.

2.2.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes des personnes avec un diabète

Dans le monde, la diminution de la mortalité des personnes avec un diabète a été attribuée à une meilleure gestion des facteurs de risque dans ces populations. Il s'agit par exemple de la promotion de la

santé au niveau de la population, comme l'arrêt du tabac et les modifications du mode de vie [324, 325]. De plus, depuis un certain nombre d'années, il y a également eu une amélioration de la prise en charge des complications liées au diabète et la mise sur le marché de nouvelles molécules antidiabétiques.

Dans notre étude, nous avons observé une diminution de la mortalité toutes causes des hommes avec un diabète dans la plupart des niveaux de désavantage social, mais une stabilité des inégalités socio-économique, où seule l'influence des inégalités socio-économiques a diminué dans le Q2. Nous montrons aussi que les inégalités socio-économiques dans la mortalité sont restées stables chez les femmes, mais que les tendances positives observés chez les hommes n'ont pas été retrouvées chez les femmes résidant dans les communes les plus favorisées (Q1 à Q3). Comme la mortalité des personnes avec un diabète était plus forte chez les hommes que chez les femmes avec un diabète, il se peut que les effets positifs soient davantage observés chez les hommes qui cumulaient les plus forts facteurs de risque (tabac, alcool) [293]. De plus, il est possible que les améliorations de la prise en charge aient été davantage en faveur des hommes et des populations les plus défavorisées (qui cumulaient les plus forts facteurs de risque, même si cela n'a pas suffi à réduire les inégalités socio-économiques). Ainsi, les femmes avec un diabète les plus favorisées auraient moins bénéficié des améliorations de la gestion des facteurs de risque.

2.2.5.3. Comprendre l'évolution des inégalités socio-économiques dans la surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète vs. sans diabète

Il est connu que la surmortalité des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète, est plus élevée chez les personnes les plus favorisées car ces dernières sont moins susceptibles d'avoir d'autres pathologies potentiellement mortelles. Cela atténue (« dilue ») le fardeau du diabète chez les personnes les plus défavorisées [115]. Ce sur-risque chez les femmes, bien qu'important et légèrement plus élevé que chez les hommes, est resté stable au cours du temps dans tous les quintiles de désavantage, et sans gradient de désavantage social marqué. Cela peut être dû au fait qu'en dehors du diabète, les femmes ont un meilleur état de santé [295], et sont moins susceptibles d'avoir des comorbidités que les hommes. Au contraire, chez les hommes, nous avons observé une augmentation de la surmortalité liée au diabète dans la plupart des groupes de désavantage social.

Les études internationales (sans distinguer le statut socio-économique) ont montré, au contraire de la nôtre, une diminution de la surmortalité toutes causes liée au diabète au cours de ces dix dernières années : la mortalité des personnes avec un diabète diminuait de manière plus importante que celle des personnes sans diabète [107, 109, 111, 220]. Potentiellement la diminution plus forte de la mortalité des personnes avec un diabète dans le monde provient de l'intensification de traitement antidiabétique, comme avec l'utilisation des iSGLT2 et des analogues du GLP1, qui ont montré des effets cardioprotecteurs [326, 327]. Il se peut que dans les prochaines années, une diminution du fardeau lié à la mortalité des personnes avec un diabète soit observée en France. Mais si c'est le cas, cette amélioration sera-t-elle équitable quel que soit le niveau de désavantage social ?

2.2.5.4. Conclusion

Ces premiers résultats sur la mortalité des personnes avec un diabète, montrent que les inégalités sociales de la mortalité toutes causes se sont maintenues sur notre période d'étude, et que les personnes avec un diabète continuent d'avoir un sur-risque de mortalité très élevé par rapport aux personnes sans diabète.

Ces résultats permettent de compléter les informations sur l'influence des inégalités socio-économiques sur la dynamique du diabète que nous avions observée dans notre première étude (Figure 38), et que nous pouvons expliquer comme suit :

Pour les hommes, l'augmentation des inégalités socio-économiques (Q5 vs. Q1) dans la prévalence du diabète semble provenir de l'augmentation des inégalités dans l'incidence du diabète (puisque pour la mortalité toutes causes l'influence des inégalités socio-économiques est restée stable) (Figure 38).

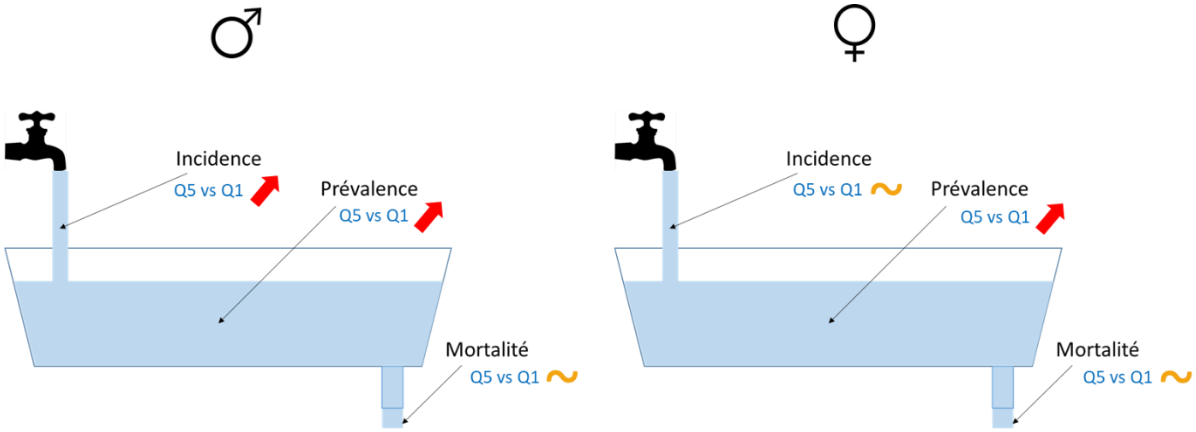


Figure 38 : Schéma résumant les résultats de l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques (Q5 vs. Q1) sur la dynamique du diabète chez les hommes et les femmes : prévalence, incidence et mortalité

Pour les femmes, l'influence des inégalités socio-économiques est restée stable dans l'incidence et la mortalité toutes causes (Figure 38). Ces résultats suggèrent donc qu'il aurait pu y avoir une diminution des inégalités socio-économiques dans la prévalence du diabète chez les femmes au cours des prochaines années (si n'y avait pas eu la pandémie de la COVID-19).

Bien que ces premiers résultats semblent encourageants, notamment pour les femmes, les inégalités socio-économiques dans ces populations restent tout de même très élevées, et particulièrement chez les femmes (pour la prévalence et l'incidence du diabète). Nous avons en outre montré que la pandémie de la COVID-19 a stoppé cette dynamique positive dans l'incidence et la mortalité des personnes avec un diabète (voir préampule en parties 1.1 et 2.1), de même que d'autres études [43, 126, 131, 321]. L'arrivée des nouvelles classes thérapeutiques pourrait également changer les tendances qui ont été jusqu'alors observées. Il est donc nécessaire de continuer à surveiller l'influence des inégalités socio-économiques dans la population avec un diabète, afin d'étudier si les tendances observées pendant la période pré-COVID-19 se reproduisent, voire s'améliorent, après la pandémie.

Des pistes de réflexion pour réduire les inégalités sociales de santé dans le diabète seront données dans

la section DISCUSSION de cette thèse. Aussi, les prochaines parties de cette thèse permettront également de contribuer à ces pistes de réflexion. En effet, afin de mieux comprendre les tendances observées pour la mortalité toutes causes, nous étudierons spécifiquement la mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs. Mais avant cela, nous allons faire un focus sur l'année 2020 concernant l'association entre les inégalités socio-économiques et la mortalité par COVID-19 des personnes avec et sans diabète.

A RETENIR

- Les inégalités socio-économiques dans la mortalité toutes causes des hommes et des femmes avec un diabète sont restées stables dans le temps.
- La surmortalité des personnes vs. sans diabète est restée très élevée, et a même augmenté chez les hommes quel que soit le statut socio-économique.

Article

Article en cours de préparation pour soumission à une revue internationale.

Trends in socioeconomic inequalities in overall mortality and excess mortality among pharmacologically-treated diabetes in European France, 2013-2019

Marie Guion[1,2], Sarah Goria[3], Emmanuel Cosson*[2,4], Sandrine Fosse-Edorh*[1]

Résumé en français

Contexte

La dynamique de la mortalité des personnes avec un diabète semble avoir montré des tendances favorables au cours des dernières décennies, mais qu'en est-il en termes d'inégalités socio-économiques ? L'objectif de cette étude était de décrire l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes et la surmortalité des personnes avec un diabète en France hexagonale entre 2013 et 2019.

Méthodes

Les personnes avec un diabète ont été identifiées à l'aide d'un algorithme validé dans le Système national de données de santé (SNDS). La mortalité globale des personnes âgées de 45 ans et plus a été mesurée via le statut vital. Le statut socio-économique a été mesuré à l'aide de l'indice de désavantage français (FDep ; Q1 : correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées). Les risques relatifs de mortalité des personnes avec un diabète associés aux quintiles FDep (Q1 comme référence) ont été estimés par sexe à l'aide d'un modèle de Poisson, ainsi que la surmortalité des personnes avec un diabète (personnes sans diabète comme référence)

Résultats

Un gradient positif de désavantage social en fonction du niveau de FDep dans la mortalité a été observé chez les personnes avec un diabète, et l'influence des inégalités socio-économiques est restée globalement stable au fil du temps pour les deux sexes. La surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète a suivi un gradient de désavantage social inverse, et a augmenté significativement chez les hommes au cours de cette période, mais est restée stable chez les femmes.

Interprétation

Malheureusement, les inégalités sociales de mortalité sont restées stables entre 2013 et 2019 en France hexagonale. La prévention devrait inclure une approche d'universalisme proportionné, avec une intensité plus forte dans les zones les plus défavorisées.

2.3. Mortalité par COVID-19 et inégalités socio-économiques

2.3.1. Introduction

La pandémie de la COVID-19 a permis, à partir des données récentes, d'étudier les inégalités sociales dans l'émergence d'une nouvelle maladie au sein d'une population vulnérable, à savoir celle avec un diabète. En se basant sur la théorie des causes fondamentales, nous avons fait l'hypothèse que les effets des inégalités socio-économiques dans la mortalité par COVID-19 ont pu évoluer au cours du temps.

La Figure 39 rappelle la chronologie des principaux événements qui ont eu lieu en 2020 pour la gestion de la pandémie de la COVID-19.

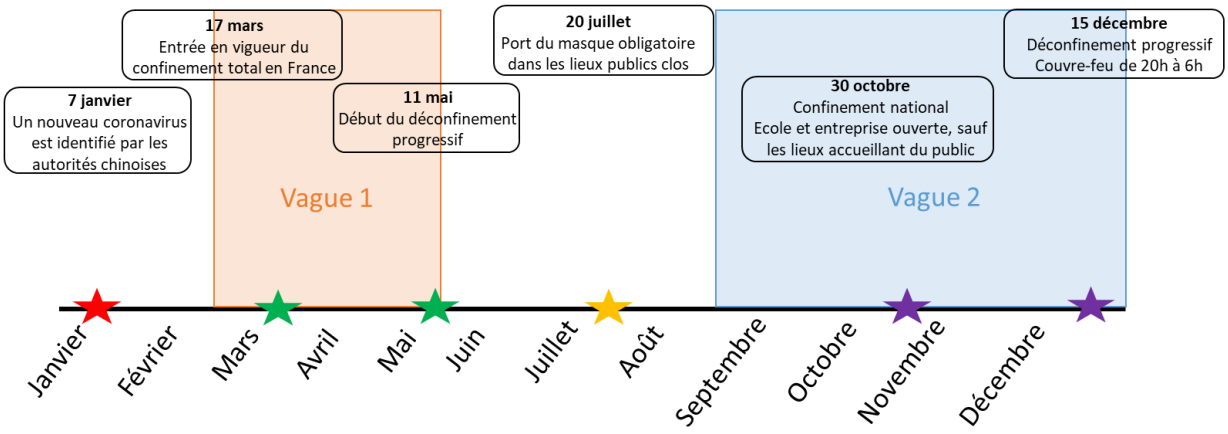


Figure 39 : Schéma reprenant la chronologie des grands événements qui ont eu lieu pour la gestion de la pandémie de la COVID-19 en 2020 en France

2.3.2. Objectif

Ainsi, l'objectif de cette étude était de comparer l'influence des inégalités sociales sur la mortalité par COVID-19 chez les personnes avec et sans diabète lors des deux vagues épidémiques de 2020 (première vague (V1) de mars à mai ; deuxième vague (V2) de septembre à décembre) en France hexagonale.

2.3.3. Matériels et méthodes

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la suivante :

- **Base de données** : DCIR et causes médicales de décès
- **Population d'étude** : les personnes (avec ou sans diabète) ayant eu au moins un remboursement de soins en 2020 et vivantes au 1er janvier 2020 (ou au 1er jour de chaque mois pour tenir compte de la mortalité au cours du temps)
- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : 2020
- **Exclusions :** données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** tout âge et modélisation chez les 45 ans et plus (mortalité par COVID-19 plus probable)
- **Indicateurs diabète** : mortalité par COVID-19 (codes CIM-10 donnés en section

METHODES) parmi les personnes traitées pharmacologiquement pour un diabète (même indicateur pour les personnes sans diabète)

- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux bruts (pour chaque groupe d'âge quinquennal de 45 à 89 ans, puis pour les personnes âgées de 90 ans et plus) par vague et quintiles de FDep et taux standardisés annuels et mensuels par quintile de FDep. Ratio standardisé de mortalité (SMR) avec des intervalles de confiance à 95 %
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle: Etudier l'association entre la mortalité par COVID-19, le statut diabétique (personnes avec ou sans diabète), la période (V1 : mars à mai 2020, V2 : septembre à décembre 2020 et V3 : tous les autres mois de 2020, résultats non montrés car très peu de cas) et le FDep.

Description du modèle : Le modèle prenait en compte l'âge, avec une marche aléatoire d'ordre 2, la densité de population de la commune de résidence (1 : grand centre urbain ; 2 : centre urbain intermédiaire, ceintures urbaines et petites villes, 3 : villes rurales, rurales à habitat dispersé et rurales à habitat très dispersé), la période, le statut diabétique et les quintiles de FDep (avec Q1 comme référence) ainsi que l'interaction entre ces trois derniers termes. L'*offset* inclus dans le modèle était la population vivante au 1er jour de chaque mois par âge, quintiles FDep, région et densité de population. Des effets aléatoires spatialement structurés et non structurés au niveau régional ont été inclus pour tenir compte de la surdispersion et ont été modélisés à l'aide du modèle Besag-York-Mollié [322]. L'adjacence a été utilisée pour définir les voisins : toutes les régions partageant une frontière avec la région d'intérêt ont été définies comme voisines. L'approche INLA a été utilisée pour calculer les marginales postérieures de tous les paramètres d'intérêt [323].

Présentation des résultats du modèle: RR de mortalité COVID-19 associés aux quintiles FDep par statut diabétique et par période, ainsi que leurs ICr à 95 %.

Pour plus de détails sur les choix méthodologiques généraux, se référer à la section METHODES de cette thèse.

2.3.4. Résultats

2.3.4.1. Population d'étude

Au 1er janvier 2020, la France hexagonale comptait 3,275 millions de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement et 62,218 millions de personnes sans diabète. En 2020, 56 190 personnes de notre population d'étude sont décédées de COVID-19 (voir Annexe 20).

Parmi les 29 millions de personnes âgées de 45 ans et plus vivantes au 1er janvier 2020 (3 millions de personnes avec un diabète traité pharmacologiquement), 55 894 sont décédées de COVID-19. Parmi elles, 12 396 étaient traitées pharmacologiquement pour un diabète (60 % d'hommes, âge moyen au

décès de 78,5 ans pour les hommes et 82,4 ans pour les femmes) et 43 498 ne l'étaient pas (49 % d'hommes, âge moyen au décès pour les hommes de 81,5 ans et pour les femmes 86,5 ans). La Figure 40 donne le diagramme de flux de cette étude.

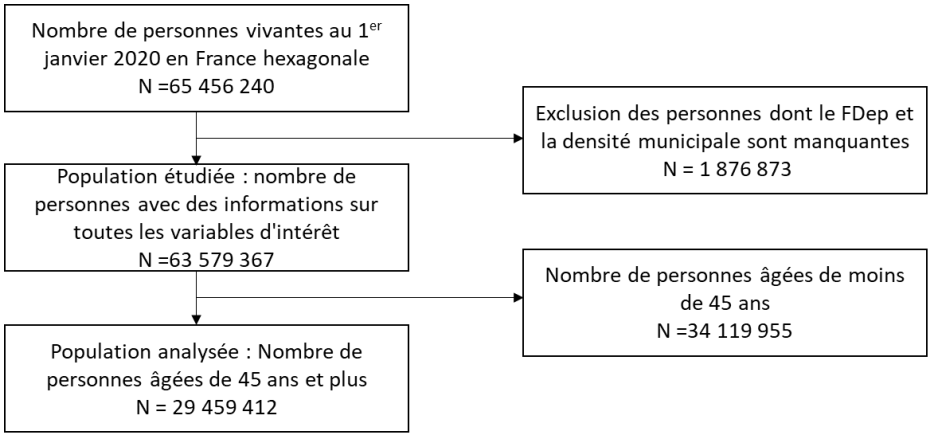


Figure 40 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2020. Résultats Article 3

FDep : Indice de désavantage social français.

Au cours de la V1 (mars à mai 2020), 5 366 personnes avec un diabète (60,5 % d'hommes) et 19 245 personnes sans diabète (49,4 % d'hommes) sont décédées de COVID-19. Au cours de V2 (septembre à décembre 2020), 6 779 personnes avec un diabète (59,9 % d'hommes) et 23 262 personnes sans diabète (48,7 % d'hommes) sont décédées de COVID-19.

2.3.4.2. Mortalité par COVID-19

Sur l'ensemble de l'année 2020, les taux bruts de mortalité par COVID-19 pour les hommes et les femmes âgés de 45 ans et plus avec un diabète étaient respectivement de 441 et 372 pour 100 000 pa. Au cours de la V1, ces taux étaient respectivement de 769 et 637 pour 100 000 pa et au cours de la V2, ils étaient respectivement de 721 et 613.

Pour les hommes et les femmes sans diabète âgés de 45 ans et plus, ces taux étaient respectivement de 178 et 153 pour 100 000 pa sur l'ensemble de l'année 2020, de 319 et 268 pour 100 000 pa au cours de la V1, et de 285 et 247 pour 100 000 pa au cours de la V2.

La Figure 41 montre les taux bruts de mortalité par COVID-19 dans les différents groupes d'âge pour les hommes et les femmes selon leur statut diabétique, pour l'ensemble de la période 2020 (Figure 41.A et Figure 41.D), pour la V1 (Figure 41.B et Figure 41.E) et pour la V2 (Figure 41.C et Figure 41.F). La mortalité par COVID-19 augmentait avec l'âge pour les deux sexes et était plus élevée chez les hommes que chez les femmes. Elle était également plus élevée chez les personnes avec un diabète que celles sans diabète, quel que soit le groupe d'âge, avec un ratio diabète/sans diabète plus élevé dans les groupes d'âge les plus jeunes. Ce ratio était plus élevé pendant la V1 que la V2 chez les femmes (Figure 41.E et Figure 41.F).

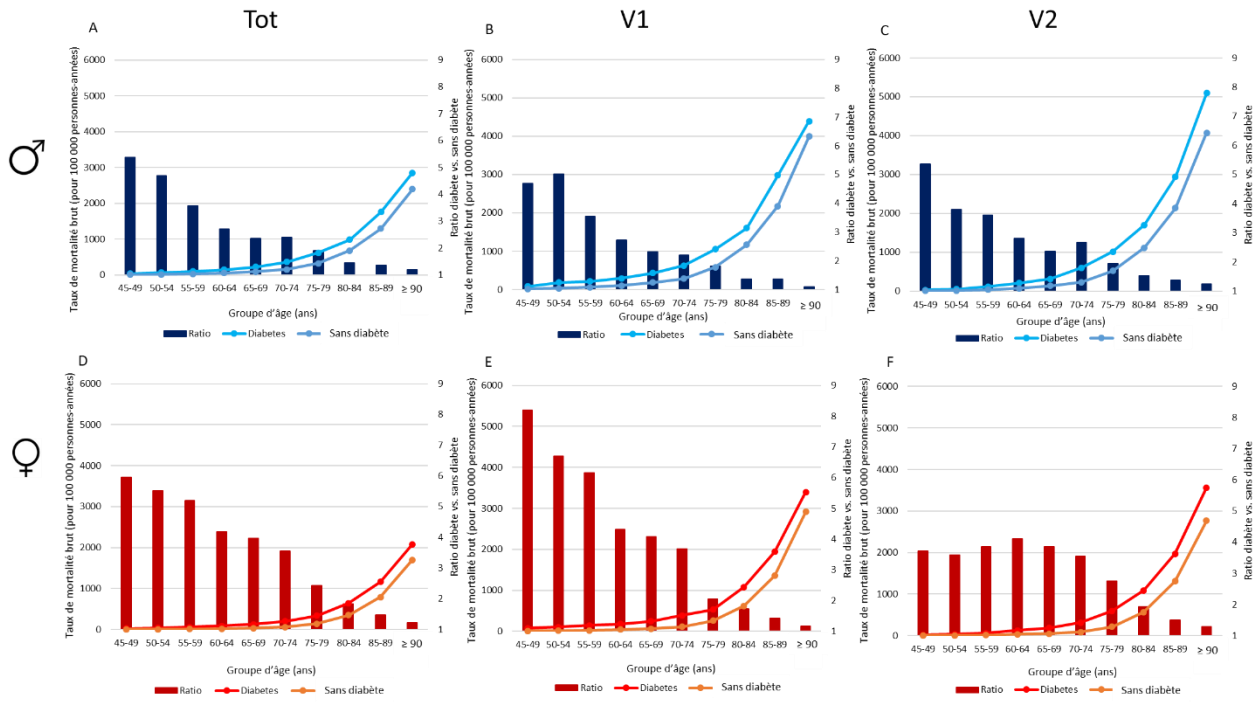


Figure 41 : Taux de mortalité par COVID-19 par classe d'âge, selon le statut diabétique (avec ou sans diabète) et ratios de mortalité (diabète vs. sans diabète) chez les hommes pour l'ensemble de l'année 2020 (A), de mars à mai 2020 (B) et de septembre à décembre 2020 (C), et chez les femmes pour l'ensemble de l'année 2020 (D), de mars à mai 2020 (E) et de septembre à décembre 2020 (F), chez les personnes résidant en France hexagonale âgées de 45 ans et plus. Résultats Article 3

V1 : première vague de mars à mai 2020 ; V2 : deuxième vague de septembre à décembre 2020 ; Tot : année 2020 ; Pour les personnes avec un diabète, les taux de mortalité bruts sont donnés pour 100 000 personnes avec un diabète.

2.3.4.3. Mortalité par COVID-19 et surmortalité selon le statut socio-économiques

Globalement, pour l'ensemble de l'année 2020, les taux de mortalité standardisés par COVID-19 sur l'âge chez les hommes âgés de 45 ans et plus, avec ou sans diabète, étaient respectivement de 339 et 200 pour 100 000 pa. Chez les femmes, ils étaient respectivement de 215 et 110 pour 100 000 pa. Le SMR ajusté sur l'âge et par sexe des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète était d'environ 1,7 chez les hommes (1,69 [IC95 %: 1,66; 1,73]) et chez les femmes (1,75 [IC95 %: 1,70; 1,80]).

La Figure 42 présente les taux de mortalité par COVID-19 standardisés selon l'âge par niveau socio-économique chez les hommes et les femmes en fonction de leur statut diabétique pour chaque mois de l'année 2020. Indépendamment du sexe, les personnes âgées de 45 ans et plus avec un diabète (Figure 42.A et Figure 42.C) présentaient des taux de mortalité par COVID-19 plus élevés dans tous les quintiles du FDep que les personnes sans diabète (Figure 42.B et Figure 42.D), pendant la V1 et la V2. Les hommes avaient des taux de mortalité plus élevés que les femmes, quel que soit le statut diabétique, dans tous les quintiles de FDep.

Pendant la V1, indépendamment du sexe et du statut diabétique, les personnes résidant dans le Q1 (le plus favorisé) avaient des taux de mortalité plus élevés que les personnes résidant dans les autres quintiles de FDep, à l'exception du mois de mai pour les hommes avec un diabète. En revanche, au cours de la période V2, ce sont généralement les personnes résidant dans le Q5 (le plus défavorisé) qui avaient des taux de mortalité plus élevés.

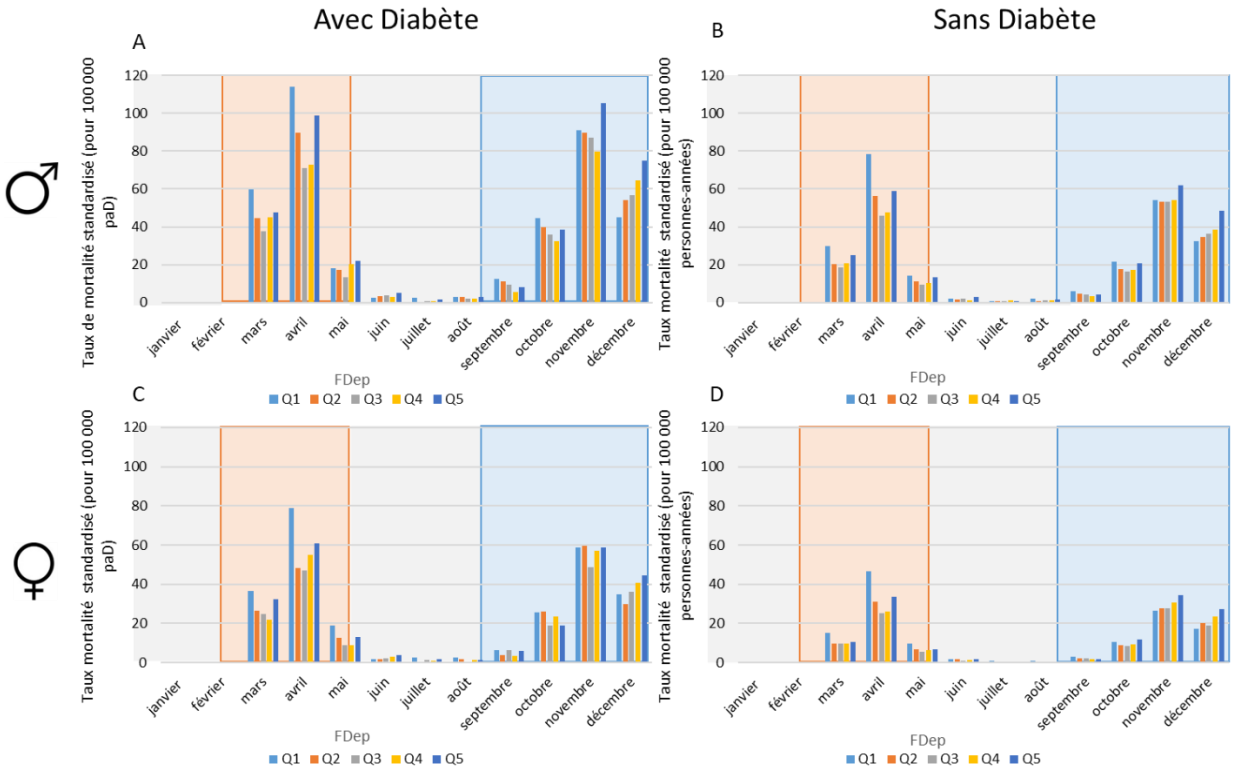


Figure 42 : Taux de mortalité par COVID-19 standardisés selon l'âge chez les hommes avec un diabète (A) et sans diabète (B) et chez les femmes avec un diabète (C) et sans diabète (D) âgés de 45 ans et plus pour chaque mois de 2020 dans chaque quintile du FDep en France hexagonale. Résultats Article 3

La zone rouge représente la première vague, la zone bleue la deuxième vague et la zone grise les mois en dehors des vagues ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social *français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les* plus favorisées*).*

L'Annexe 21 permet de comparer les résultats de la mortalité par COVID-19 à la mortalité toutes causes hors COVID-19 sur la même période. Au contraire de ce qui a été trouvé pour la mortalité par COVID-19, un gradient de désavantage social est présent tout au long des mois de l'année pour la mortalité toutes causes hors COVID-19.

2.3.4.4. Influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 selon le statut diabétique pendant les deux vagues épidémiques

La Figure 43 montre l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 en fonction du sexe et du statut diabétique au cours des deux vagues épidémiques.

Au cours de la V1, chez les hommes, le sur-risque de mortalité ne différait pas entre le Q2, Q3 et Q4 par rapport au Q1, et était significativement plus élevé dans le Q5 vs. Q1, quel que soit le statut diabétique (Figure 43.A). Chez les femmes, le sur-risque de mortalité était significativement plus faible dans le Q2, Q3 et Q4 par rapport au Q1, quel que soit le statut diabétique, et était également significativement plus faible dans le Q5 chez les femmes sans diabète (Figure 43.C).

En revanche, au cours de la V2, indépendamment du sexe et du statut diabétique, le sur-risque de mortalité par rapport à Q1 différait significativement et augmentait selon un gradient de désavantage social positif de Q2 à Q5 (Figure 43.B et Figure 43.D). Enfin, pendant la V1 et V2, le sur-risque de mortalité pour tous les quintiles de désavantage par rapport à Q1 était similaire chez les hommes et les femmes

avec ou sans diabète, sauf chez les femmes en V2 (Figure 43.D), où le sur-risque de mortalité pour le Q3, Q4 et Q5 par rapport à Q1 était plus élevé chez les femmes sans diabète que chez les femmes avec un diabète.

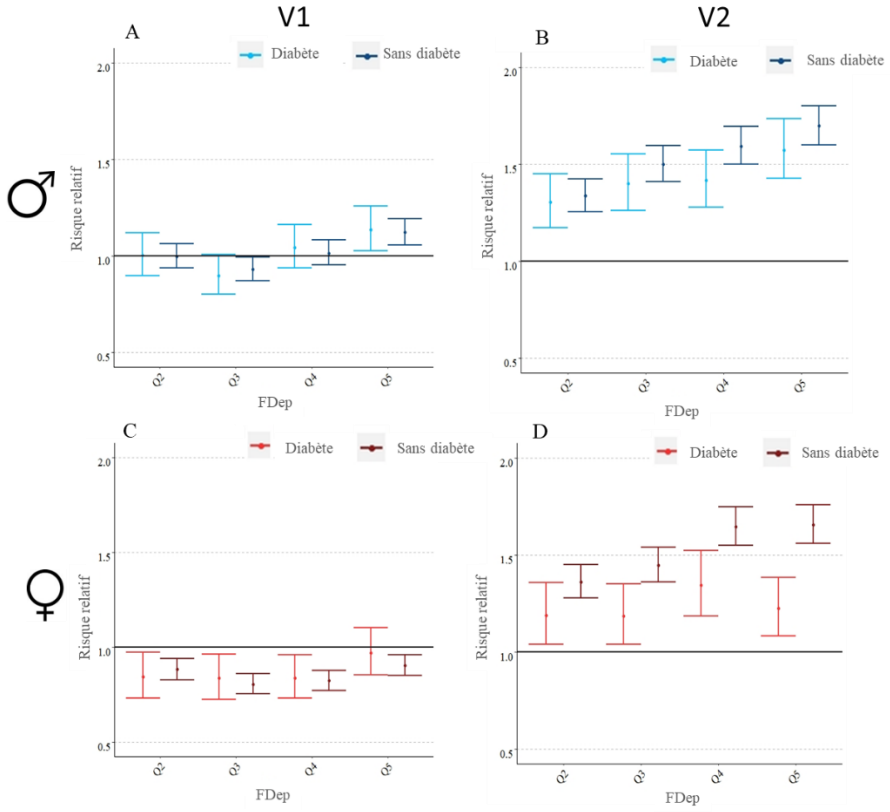


Figure 43 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 % (ICr)) de la mortalité par COVID-19 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 comme référence) selon le statut diabétique (avec ou sans diabète) chez les hommes lors de la vague 1 (mars à mai 2020) (A) et de la vague 2 (septembre à décembre 2020) (B) et chez les femmes lors de la vague 1 (C) et de la vague 2 (D) âgées de 45 ans et plus en France hexagonale en 2020 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 3

FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

2.3.5. Discussion

2.3.5.1. Principaux résultats

Cette étude montre que l'effet des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 a différé entre la V1 et V2 de la pandémie en 2020 (résultats synthétisés en Figure 44):

- Durant la V1, le statut socio-économique a eu peu d'effets sur la mortalité par COVID-19 des hommes quel que soit le statut diabétique. Chez les femmes, ce sont les femmes résidant dans les communes les plus favorisées qui ont eu un risque légèrement plus élevé de décéder par COVID-19 par rapport à celles résidant dans les communes les plus défavorisées quel que soit le statut diabétique.
- Durant la V2, un gradient de désavantage social dans la mortalité par COVID-19 est apparu, en défaveur des personnes résidant dans les communes les plus défavorisées, quel que soient le sexe ou le statut diabétique.

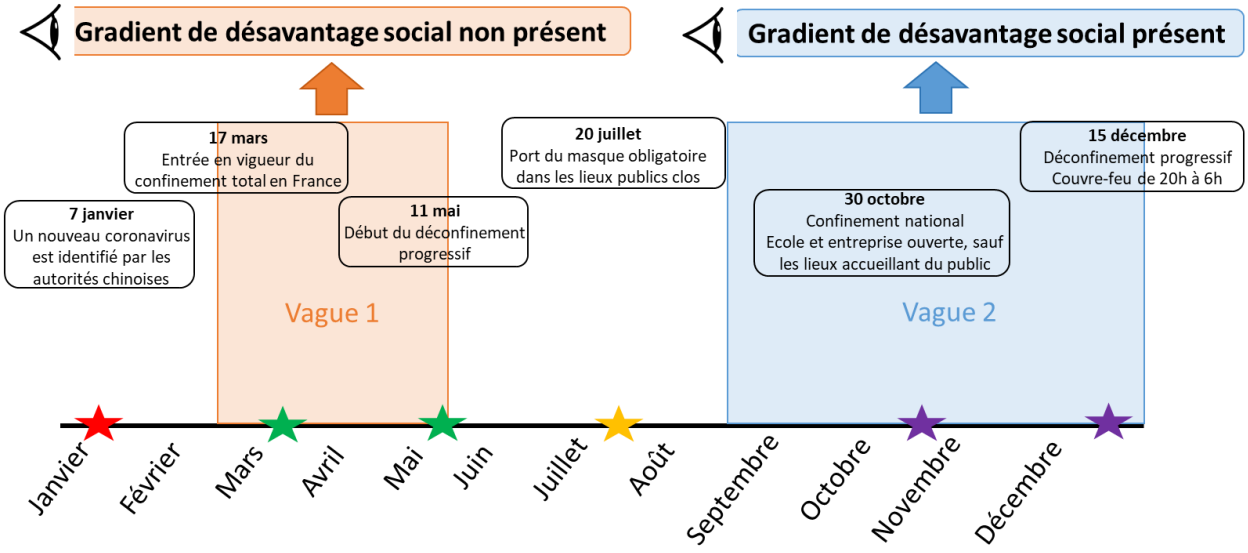


Figure 44 : Schéma récapitulatif des résultats concernant l'association entre la mortaité par COVID-19 et les inégalités socio-économiques pendant les deux vagues épidémiques chez les personnes avec et sans un diabète en 2020, objectif 2

De nombreuses études ont été réalisées pendant la crise sanitaire, afin de mesurer l'impact sur la COVID-19 sur la santé de la population et notamment le lien avec les inégalités socio-économiques [129, 260-262, 328]. Cependant, peu d'études ont été réalisées dans la population avec un diabète [126] et encore moins ont examiné l'association entre les inégalités socio-économiques et la mortalité par COVID-19 pendant les différentes vagues épidémiques [263, 264] (nous n'en avons trouvé aucune pour la population avec un diabète).

A noter qu'au-délà des limites liées à l'utilisation des bases de données des causes médicales de décès qui ont été décrites dans la section METHODES de cette thèse et des limites plus générales que nous décrierons dans la section DISCUSSION de cette thèse, cette étude présente certaines limites qui lui sont propres. Tout d'abord, l'information sur l'origine ethnique est un vrai manque sachant qu'il a été montré que les personnes de certaines origines ethniques étaient plus exposées à la COVID-19 que d'autres [329], et que cette exposition variait selon la période épidémique étudiée [330]. De plus, comme les données du recours aux soins de certaines personnes âgées résidant en institution ne sont pas remontées dans le SNDS, elles ne sont pas incluses dans notre étude. Etant donné que cette population a été fortement touchée par la mortalité due à la COVID-19, nous sous-estimons les résultats de mortalité par COVID-19.

2.3.5.2. Comprendre la différence d'association entre les deux vagues épidémiques

- Pourquoi l'influence du statut socio-économique sur la mortalité par COVID-19 diffère-t-elle entre la première et la deuxième vague de la pandémie en 2020 ?

Le développement d'une maladie émergente doit être replacé dans un contexte temporel [331]. Son exposition évolue dans la population à travers différentes phases en fonction de la connaissance et de la compréhension de ses facteurs de risque, de sa prévention et de son traitement [332]. Ces éléments peuvent différer en fonction du statut socio-économique [333].

- *Pendant la première vague en 2020 en France :*

Des mesures de prévention collectives ont été déployées, avec un confinement quasi-total de la population (à l'exception des métiers essentiels : secteur médical, agroalimentaire etc.). Avant la mise en place du confinement, l'exposition au virus a pu être plus importante chez les personnes les plus défavorisées car elles vivent plus souvent dans des zones denses et des logements surpeuplés [334], et occupent des emplois qui les mettent en contact avec le public (caissières, chauffeurs de bus, etc.) [268]. Cependant, il est possible que l'exposition ait été plus précoce chez les personnes les plus favorisées, car elles disposent d'un réseau social et d'une capacité de déplacement plus importants (voyage par exemple). Le personnel soignant (résidant généralement dans les communes les plus favorisées) était en contact direct avec des personnes malades [335, 336]. Cette plus grande exposition en amont des plus favorisés pourrait alors expliquer en partie le gradient « inhabituel » de désavantage social observé lors de la première vague de l'épidémie [269].

- *Pendant le deuxième vague en 2020 en France* :

Une meilleure connaissance de la pandémie a conduit à un plus grand nombre de mesures préventives individuelles : port de masque dans les lieux publics, distanciation sociale, utilisation de gel désinfectant pour les mains, etc. Or, il a été démontré que les nouvelles interventions sanitaires sont principalement adoptées par les personnes les plus favorisées lorsqu'elles sont déployées pour la première fois [259, 277, 337, 338]. Plusieurs raisons sont souvent avancées pour expliquer la différence d'adoption de nouveaux comportements en fonction du statut socio-économique. La compréhension des messages, leur acceptabilité et leur application [338, 339] sont plus élevées chez les personnes les plus favorisées qui ont une meilleure connaissance des enjeux de santé [340]. En revanche, une étude a montré que les personnes ayant un statut socio-économique élevé (plus favorisées) prenaient moins de distance sociale mais adoptaient davantage de comportements hygiéniques [341]. Les auteurs suggèrent que l'adaptation et l'accoutumance au risque devraient également être prises en compte dans les études sur les maladies émergentes [341]. Enfin, lors de cette deuxième vague épidémique, le déploiement massif du télétravail n'a pu bénéficier qu'aux personnes les plus favorisés, les plus défavorisés étant plus susceptibles d'avoir des emplois les obligeant à travailler en dehors de leur domicile [268]. Ainsi, l'apparition d'un gradient de désavantage social de mortalité par COVID-19 lors de la deuxième vague peut s'expliquer par une meilleure compréhension et application des messages de prévention et une moindre exposition des personnes résidant dans les communes les plus favorisées par rapport à celles résidant dans les communes les plus défavorisées.

- Qu'en est-il de cette association par sexe et par statut diabétique ?

Pendant la première vague, le sur-risque par COVID-19 était essentiellement marqué chez les femmes résidant dans les communes les plus favorisées (Q1). Il est possible que les femmes les plus favorisées aient été plus exposées au virus avant le premier confinement, car elles sont les plus susceptibles d'assumer des responsabilités en termes de garde d'enfants (activités extrascolaires, garde d'enfants

pendant le télétravail), d'activités domestiques (courses) [303].

Nous montrons aussi que l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 est similaire chez les personnes avec ou sans diabète, sauf chez les femmes au cours de la deuxième vague : l'influence des inégalités socio-économiques est plus importante chez les femmes sans diabète qu'avec un diabète. On peut faire l'hypothèse que les femmes avec un diabète ont été plus sensibles aux messages de prévention, car elles savaient que leur maladie était un facteur de risque de complications de COVID-19. On sait également que les femmes sont plus attentives à leur santé et aux comportements préventifs que les hommes (en raison d'une combinaison de facteurs biologiques et de normes culturelles, d'enjeux sociaux et économiques globaux) [295, 341, 342], ce qui pourrait expliquer que cette différence ne soit pas retrouvée chez les hommes.

2.3.5.3. Conclusion

Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte la temporalité des événements préventifs déployés pour comprendre les dynamiques qui existent entre pathologies et inégalités sociales de santé. En effet, cette étude suggère que l'impact des mesures préventives déployées lors de la pandémie de COVID-19 sur la création ou le renforcement des inégalités sociales de santé est loin d'être négligeable.

Il existe au moins quatre facteurs expliquant les inégalités sociales de santé lors des épidémies : l'exposition, la transmission, la vulnérabilité et l'accès aux soins [262, 343]. Nous ajouterons que l'exposition différentielle aux messages de prévention doit également être prise en compte.

Le défi pour les politiques publiques est d'adapter les messages de prévention individuels aux différents groupes sociaux afin qu'ils soient efficaces pour tous. Ces résultats sont cruciaux pour la préparation des réponses aux nouvelles maladies émergentes [329, 344]. Des pistes de réflexion pour limiter l'apparition ou l'aggravation des inégalités sociales de santé seront abordées dans la section DISCUSSION de cette thèse. Ces résultats s'ancrent aussi dans l'élaboration des stratégies nationales de prévention et de contrôle des maladies non transmissibles, telles que le diabète.

A RETENIR

- La prise en compte de la temporalité des événements est essentielle pour comprendre les dynamiques entre pathologies émergentes et inégalités sociales de santé dans les études épidémiologiques
- Pendant la pandémie de COVID-19, nous montrons que l'effet des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 a été différent entre les deux vagues épidémiques durant lesquelles il y a eu des stratégies d'intervention préventives différentes (collectives vs. individuelles).

Article

Cette étude a fait l'objet d'un article soumis dans la revue *BMC Public Health* et est en cours d'examen pour les pairs (*in review)*. La version non publiée est disponible en Annexe 22.

1 **Contextual impact of socioeconomic inequalities on health: A case study of COVID-19**

2 **mortality among populations with and without Diabetes in France**

3 Marie Guion[1,2], Sarah Goria[3], Sandrine Fosse-Edorh[†1], Emmanuel Cosson[†2,4]

Résumé en français

Contexte :

La pandémie de COVID-19 a causé de nombreux décès, en particulier chez les personnes avec un diabète. En réponse, de nombreuses mesures préventives ont été prises, mais sans mesurer leur impact sur la génération des inégalités sociales dans la population.

L'objectif était de décrire l'impact des inégalités socio-économiques sur la mortalité liée à la pandémie de COVID-19 chez les personnes âgées de 45 ans et plus, avec ou sans diabète, lors des deux vagues épidémiques de 2020 (Vague 1 (V1) : Mars-Mai ; Vague 2 (V2) : Septembre-Décembre) en France hexagonale.

Méthodes :

Les personnes vivant avec un diabète traitées pharmacologiquement ont été identifiées à l'aide d'un algorithme validé dans le Système national des données de santé français. La mortalité par COVID-19 en 2020 a été obtenue à partir de la base de données française des causes médicales de décès. Le statut socio-économique a été mesuré à l'aide de l'indice de désavantage social français au niveau de la commune (FDep ; Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées). La mortalité par COVID-19 standardisée selon l'âge a été calculée par quintile FDep pour chaque mois de l'année et par sexe. Le risque relatif de mortalité par COVID-19 associé aux quintiles de FDep (avec Q1 comme référence) selon le statut diabétique et la vague épidémique a été estimé par sexe à l'aide d'un modèle de Poisson log-linéaire ajusté sur l'âge, la densité de population municipale et la région.

Résultats :

Au cours de la V1, lorsque seules des mesures collectives étaient dispensées (confinement), le gradient de désavantage social habituel n'a pas été observé, et ce sont même les femmes avec un diabète résidant dans les communes les plus favorisées (Q1) qui présentaient un risque plus élevé de mortalité par COVID-19. Chez les hommes avec un diabète, seuls les hommes résidant dans les communes les plus défavorisées (Q5) avaient un risque de mortalité par COVID-19 légèrement plus élevé que ceux résidant dans les communes les plus favorisées (Q1). Les mêmes résultats ont été trouvés chez les personnes sans diabète. Au cours de la période V2, après la mise en place des premières mesures individuelles de prévention (masque, lavage des mains régulier), un gradient de désavantage social positif sur la mortalité par COVID-19 a été observé chez les hommes et les femmes avec ou sans diabète, au détriment des personnes

résidant dans les communes les plus défavorisées (Q5). De plus, l'influence des inégalités socio-économiques était plus importante chez les femmes sans diabète résidant dans les communes les plus défavorisées (Q3, Q4 et Q5) que chez les femmes avec un diabète.

Conclusions :

Notre étude souligne l'impact des mesures préventives déployées lors de l'émergence de la maladie sur les inégalités socio-économiques, et met en évidence l'importance d'intégrer les principes d'équité, qui prennent en compte les plus vulnérables, dans l'élaboration des mesures de prévention individuelles.

2.4. Mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs et inégalités socio-économiques

2.4.1. Introduction

La mortalité toutes causes des personnes avec un diabète est principalement drainée par deux grandes causes spécifiques : les maladies cardiovasculaires et les tumeurs. Nous avons voulu mieux comprendre les tendances observées en partie 2.2.

2.4.2. Objectif

Ainsi, le but de cette étude était de décrire l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs et de la surmortalité liée à ces deux causes spécifiques pour les personnes avec un diabète en France hexagonale entre 2013 et 2019.

2.4.3. Matériels et méthode

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la suivante :

- **Base de donnée** : DCIR et causes médicales de décès
- **Population d'étude** : les personnes (avec ou sans diabète) ayant eu au moins un remboursement de soins dans l'année (consommants) et vivantes au 1er janvier de l'année
- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : 2013 à 2019
- **Exclusions :** petits régimes RATP, SNCF, ENIM et mines ; régime RSI (pas de remontée de la date du décès sur la période d'étude) ; données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** 45 ans et plus (car l'événement de la mortalité est le plus probable)
- **Indicateurs diabète** : mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs (codes CIM-10 donnés en section METHODES) parmi les personnes traitées pharmacologiquement pour un diabète (mêmes indicateurs pour les personnes sans diabète)
- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux standardisés par quintile de FDep
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle : (a) Etudier l'évolution de l'association entre la mortalité par causes spécifiques chez les personnes avec (et sans) un diabète et le FDep et (b) mesurer la surmortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète dans chaque quintile de FDep

Description du modèle : (a) Le modèle comprenait une tendance linéaire temporelle (année), des quintiles

de FDep (Q1 comme référence) et l'interaction entre l'année et les quintiles de FDep pour mesurer l'évolution de l'association entre la mortalité (par maladies cardiovasculaires ou tumeurs) et le FDep au cours de la période d'étude pour les personnes avec un diabète. Le modèle a été contrôlé sur l'âge avec une marche aléatoire d'ordre 2. L'*offset* inclus dans le modèle était la population avec un diabète vivante au 1er janvier de chaque année par âge, année, quintiles de FDep et région. Des effets aléatoires spatialement structurés et non structurés au niveau régional ont été inclus pour tenir compte de la surdispersion et ont été modélisés à l'aide de Besag, York et Mollié [322]. L'adjacence a été utilisée pour définir les voisins : toutes les régions partageant une frontière avec la région d'intérêt ont été définies comme voisines. L'approche INLA a été utilisée pour calculer les marges postérieures de tous les paramètres d'intérêt [323]. Le même modèle a été appliqué pour les personnes sans diabète. (b) Une interaction entre les trois termes année, quintiles FDep et statut diabétique (avec ou sans diabète) a été introduite dans le modèle (personnes sans diabète comme référence).

Présentation des résultats du modèle: (a) Les RR ajustés de mortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète (et sans) associés à l'augmentation annuelle des quintiles de FDep et leurs ICr à 95 % et (b) les RR ajustés de surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète associés à l'augmentation annuelle des quintiles de FDep et leurs ICr à 95 %.

(a) (b) Nous présentons également le pourcentage d'évolution annuelle de la mortalité et surmortalité par causes spécifiques et leurs ICr à 95 %.

Pour plus de détails sur les choix méthodologiques généraux, se référer à la section METHODES de cette thèse.

2.4.4. Résultats

2.4.4.1. Population d'étude

Cette étude comporte le même diagramme de flux que celui de l'étude sur la mortalité toutes causes (voir partie 2.2, Figure 34). Parmi les personnes avec un diabète décédées âgées de 45 ans et plus, il y en avait entre 66 974 en 2013 et 81 674 en 2019 pour lesquelles les causes de décès ont été appariées (Tableau 11).

Tableau 11 : Nombre de personnes vivantes et décédées avec et sans diabète de 45 ans et plus de 2013 à 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

Année	Nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année	Nombre de personnes avec un diabète décédées au cours de l'année et appariées au causes de décès	Nombre de personnes sans diabète vivantes au 1er janvier de l'année	Nombre de personnes avec un diabète décédées au cours de l'année et appariées au causes de décès
2013	2 355 605	66 974	21 106 772	311 347
2014	2 407 939	67 241	21 368 550	308 303
2015	2 487 595	73 545	21 947 352	334 962
2016	2 581 359	76 068	22 792 173	343 413
2017	2 654 605	78 899	23 396 951	355 262
2018	2 700 368	80 148	23 731 263	355 802
2019	2 746 813	81 674	23 997 928	356 899

Parmi les hommes avec un diabète et disposant des informations sur les causes initiales de décès, environ un quart étaient décédées par maladies cardiovasculaires (24,8 % en 2013 et 24 % en 2019) et un tiers

par tumeurs (33,6 % en 2013 et 32,1 % en 2019) (Annexe 23). Chez les femmes avec un diabète, la proportion de décès par maladies cardiovasculaires était supérieure (28,4 % en 2013 et 26,6 % en 2019) et par tumeurs moins élevée (23,6 % en 2013 et 23,8 % en 2019) (Annexe 23). Les informations pour les personnes sans diabète sont données en Annexe 23.

Mortalité par maladies cadiovasculaires

Le nombre de personnes décédées par maladies cardiovasculaires était plus élevé, et l'âge moyen au décès était plus faible dans les quintiles les plus défavorisés, quel que soit l'année et le sexe, que dans les quintiles les plus favorisés (Annexe 24). Par exemple en 2019, il y avait 1 577 hommes avec un diabète décédés par maladies cardiovasculaires au cours de l'année dans le Q1 (âge moyen 79,2 ans), contre 2 820 dans le Q5 (âge moyen 77,1 ans). Chez les femmes, il y en avait respectivement 1 142 (âge moyen 84,2 ans) et 2 408 (âge moyen 82,5 ans). Ces informations sont disponibles pour chaque année et quintile de FDep en Annexe 24 et également pour les personnes sans diabète en Annexe 25.

Mortalité par tumeurs

De la même manière, le nombre de personnes décédées par tumeurs était plus élevé et l'âge moyen au décès plus faible dans les quintiles les plus défavorisés quel que soit l'année et le sexe, que dans les quintiles les plus favorisés (Annexe 26). Par exemple en 2019, il y avait 2 196 hommes avec un diabète décédés par tumeurs dans le Q1 (âge moyen 75,3 ans) contre 3 717 dans le Q5 (âge moyen 73,7 ans). Chez les femmes, il y en avait respectivement 1 104 (âge moyen 77,0 ans) et 2 178 (âge moyen 76,2 ans). Ces informations sont disponibles pour chaque année et quintile de FDep en Annexe 26, ainsi que pour les personnes sans diabète en Annexe 27.

2.4.4.2. Tendances des taux de mortalité par causes spécifiques et la surmortalité selon le statut socio-économique

Mortalité par maladies cadiovasculaires

Les Figure 45.A et Figure 45.B montrent les taux de mortalité par maladies cardiovasculaires standardisés selon l'âge par niveau de désavantage entre 2013 et 2019 pour les hommes et les femmes avec un diabète, respectivement. Globalement, les mêmes observations que pour la mortalité toutes causes sont retrouvées (voir partie 2.2), avec la présence d'un gradient positif de désavantage social, quel que soit le sexe, et des taux de mortalité plus élevés chez les hommes (Annexe 24). La mortalité par maladies cardiovasculaires a diminué significativement entre 2013 et 2019 pour tous les quintiles de désavantage, quel que soit le sexe, sauf pour les femmes du Q2.

Les Figure 45.C (hommes) et Figure 45.D (femmes) montrent le sur-risque de décès par maladies cardiovasculaires pour les personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète dans chaque quintile de désavantage. Tout comme pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2), le sur-risque était plus élevé dans les quintiles les plus favorisés chez les hommes et les femmes. Entre 2013 et 2019, ce sur-risque était stable, hormis une augmentation dans le Q3 chez les hommes et dans le Q2 chez les femmes.

L'évolution de la mortalité par maladies cardiovasculaires chez les hommes et les femmes sans diabète par quintile de désavantage est donnée en Annexe 28 : la mortalité était beaucoup moins élevée et a diminué au cours du temps quel que soit le niveau de désavantage et le sexe.

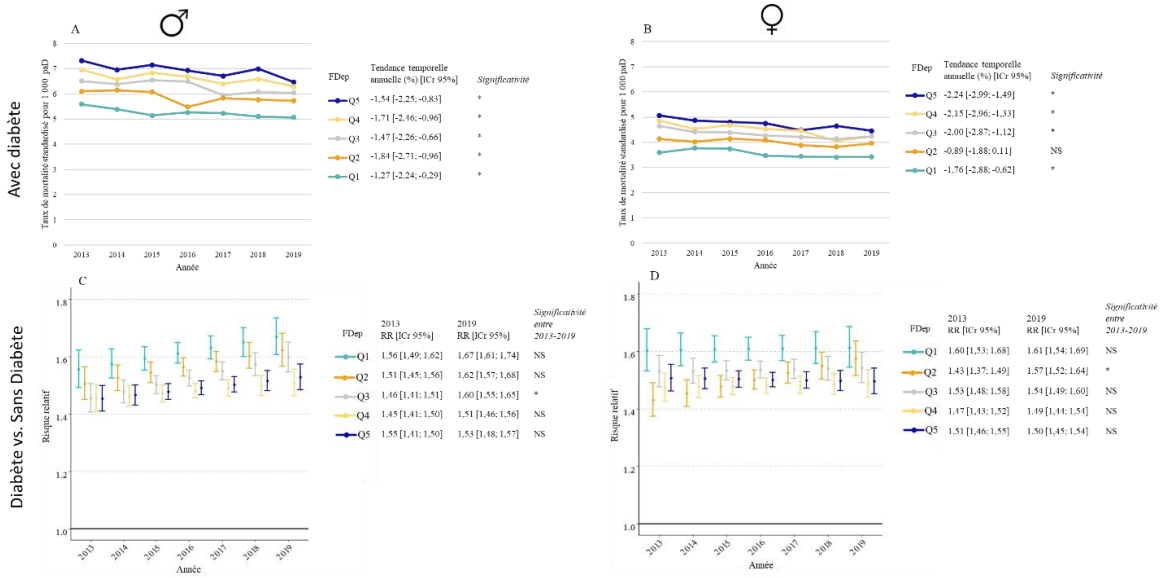


Figure 45 : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques

** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Mortalité par tumeurs

Les Figure 46.A et Figure 46.B montrent les taux de mortalité par tumeurs standardisés selon l'âge par niveau de FDep entre 2013 et 2019 pour les hommes et les femmes avec un diabète, respectivement. Globalement, la mortalité par tumeurs a diminué significativement chez les hommes dans tous les quintiles sauf dans le Q1 (Figure 46.A), et est restée stable chez les femmes, hormis une augmentation dans le Q3 (Figure 46.B). Le gradient de désavantage social était moins marqué que pour la mortalité toutes causes et par maladies cardiovasculaires.

Les Figure 46.C (hommes) et Figure 46.D (femmes) montrent le sur-risque de décès par tumeurs pour les personnes avec un diabète par rapport aux personnes sans diabète dans chaque quintile de FDep. Tout comme pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2), le sur-risque était plus élevé dans les quintiles les plus favorisés chez les hommes et les femmes. Entre 2013 et 2019 ce sur-risque était stable chez les femmes quel que soit le statut socio-économique, et chez les hommes sauf dans les Q1 et Q4 où la surmortalité a augmenté.

L'évolution de la mortalité par tumeurs chez les hommes et les femmes sans diabète par quintile de désavantage est donnée en Annexe 29 : la mortalité était beaucoup moins élevée et a suivi globalement les mêmes tendances que chez les personnes avec un diabète, mais, où chez les femmes sans diabète, un gradient de désavantage social était plus marqué comparé aux femmes avec un diabète.

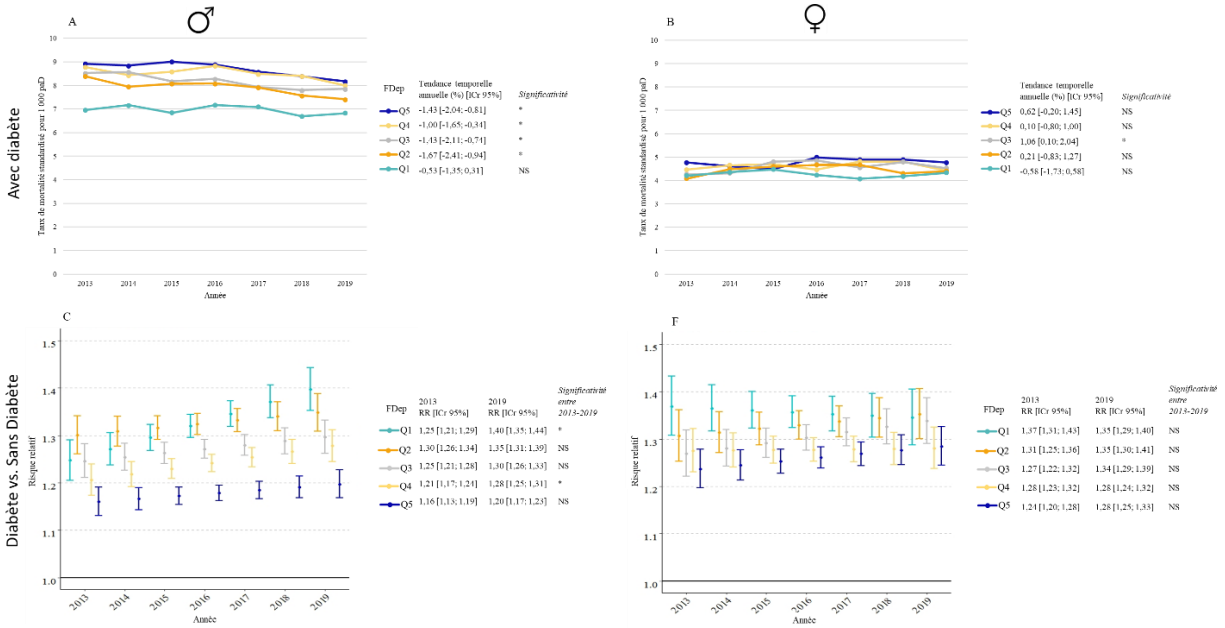


Figure 46 : Taux de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), ainsi que les risques relatifs de mortalité ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) pour les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète vs. sans diabète (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques

** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

2.4.4.3. *Evolution de l'influence des inégalités socio-éocnomiques sur la mortalité par causes spécifiques*

Mortalité par maladies cadiovasculaires

Tout comme pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2), l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité par maladies cardiovasculaires est restée stable au cours du temps quel que soit le sexe (Figure 47). Les mêmes résultats sont observés chez les hommes et les femmes sans diabète (Annexe 30).

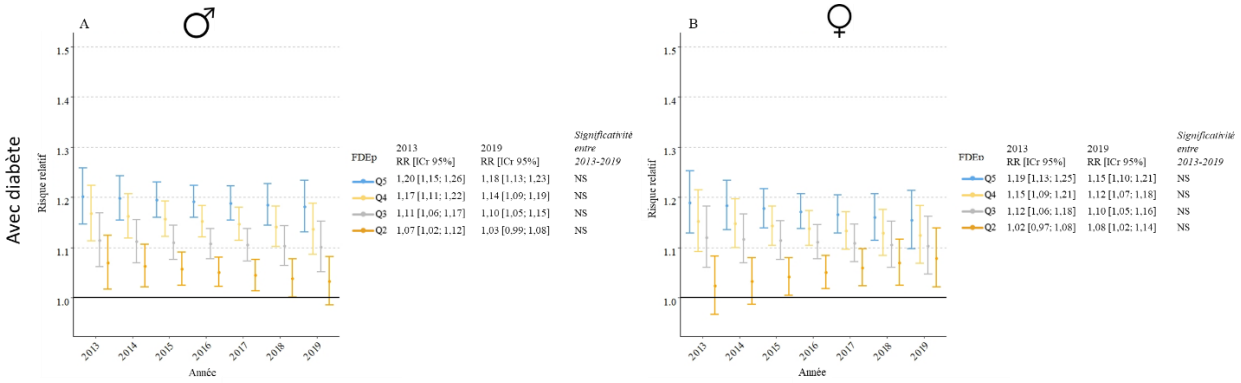


Figure 47 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques

** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Mortalité par tumeurs

Comme ce qui a été observé dans la mortalité toutes causes (voir partie 2.2), l'influence des inégalités socio-économiques est restée stable au cours du temps quel que soit le sexe (Figure 48). Le gradient de désavantage social était peu présent. Les mêmes résultats sont observés chez les hommes et les femmes sans diabète, mais avec un gradient de désavantage social plus marqué que dans la population avec un diabète (Annexe 31).

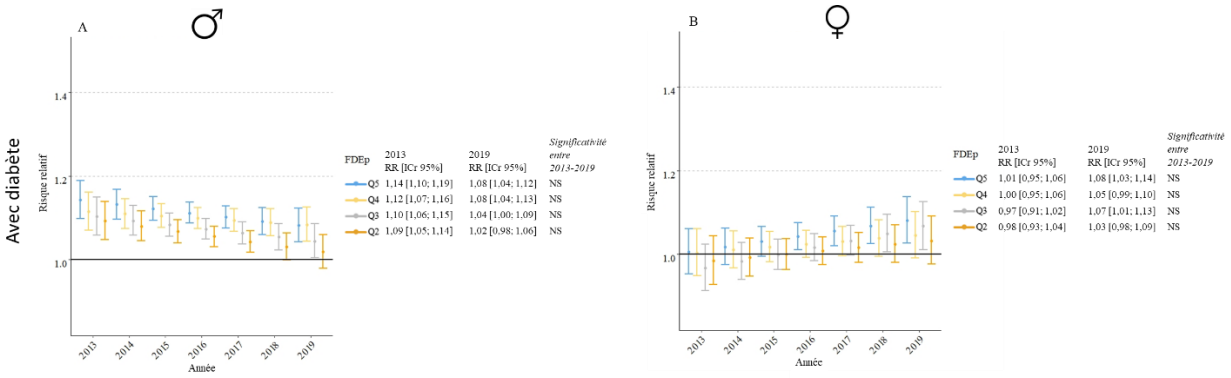


Figure 48 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques

** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

2.4.5. Discussion

2.4.5.1. Principaux résultats

Les principaux résultats de cette étude sont résumés dans le Tableau 12 suivant:

Tableau 12 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la mortalité par maladies cardiovasculaires et tumeurs des personnes avec un diabète, objectif 2

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 2	Mortalité par maladies cardiovasculaires	2013-2019	~	2019 : **+18%**	~	2019 : **+15%**
	Mortalité par tumeurs	2013-2019	~	2019 : **+8%**	~	2019 : **+8%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1.

Concernant la mortalité par maladies cardiovasculaires, nos résultats, synthétisés dans le Tableau 12 montrent que les inégalités socio-économiques sont restées stables sur notre période d'étude et marquées chez les hommes et les femmes avec un diabète. Notre étude a également montré une diminution de la mortalité par maladies cardiovasculaires quel que soit le statut socio-économique chez les hommes et les femmes avec un diabète (et sans). La surmortalité par maladies cardiovasculaires est restée beaucoup plus élevée chez les personnes avec un diabète vs. sans diabète, quel que soit le niveau

de désavantage.

Concernant la mortalité par tumeurs, le Tableau 12 montre que les inégalités socio-économiques sont restées stables au cours de notre période d'étude chez les hommes et les femmes avec un diabète (et sans diabète). De plus, alors qu'un sur-risque de mortalité par tumeurs chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées (Q5) par rapport à celles résidant dans les communes les plus favorisées (Q1) a été observé en fin de période d'étude (2022) pour les deux sexes, ce sur-risque n'était pas présent pour le reste de la période d'étude chez les femmes avec un diabète. En outre, notre étude a montré une diminution de la mortalité par tumeurs chez les hommes, mais une stabilité de la mortalité par tumeurs chez les femmes, quel que soit le statut diabétique et dans la majorité des groupes de désavantage. La surmortalité par tumeurs est restée beaucoup plus élevée chez les personnes avec un diabète vs. sans diabète quel que soit le statut socio-économique et a même augmenté pour certains groupes de désavantage chez les hommes.

La comparaison de ces résultats à un niveau international est difficile car il existe un nombre limité d'études sur ce sujet, mais une étude en Angleterre a montré, comme la nôtre, des inégalités persistantes dans la mortalité par tumeurs chez les personnes avec un diabète (sans distinguer le sexe) [257]. Concernant la mortalité par maladies cardiovasculaires, des études ont déjà montré une association avec le statut socio-économique [255, 256], mais nous n'avons pas trouvé d'étude ayant analysé l'évolution des inégalités socio-économiques dans la mortalité par maladies cardiovasculaires sur une période récente.

Cette étude comporte certaines limites liées à l'utilisation des bases de données des causes médicales de décès qui ont été décrites dans la section METHODES de cette thèse et des limites plus générales que nous décrierons dans la section DISCUSSION de cette thèse. Une limite spécifique que nous voulons souligner est que nous avons analysé la mortalité selon deux grands groupes de causes, sans distinguer les différentes causes de manière détaillée au sein de ces groupes. Pourtant, le lien entre le statut socio-économique et la mortalité peut varier selon les causes particulières de mortalité de ces grands groupes, notamment pour les tumeurs, où ce lien dépend fortement de la localisation de la tumeur [257].

2.4.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité et la surmortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète

Globalement, les mêmes hypothèses que pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2) peuvent expliquer les tendances observées dans la mortalité par maladies cardiovasculaires, avec notamment une amélioration globale de la gestion des facteurs de risque et de la prise en charge de cette population [118, 345]. Pour la mortalité par tumeurs, les tendances mondiales sont plus controversées et les mécanismes sont plus complexes.

Mortalité par maladies cardiovasculaires

Notre étude suggère que la gestion des principaux facteurs de risque des maladies cardiovasculaires et l'amélioration de la prise en charge semblent avoir bénéficié à l'ensemble de la population, quel que soit

le statut socio-économique des hommes et des femmes avec ou sans diabète. Bien que ces résultats soient encourageants, ils révèlent également que les populations résidant dans les communes les plus défavorisées, qui présentent le fardeau le plus lourd dans la mortalité par maladies cardiovasculaires, n'ont pas bénéficié d'un soutien accru dans la gestion de ces facteurs de risque et la prise en charge, alors même qu'elles en avaient le plus besoin.

Nous retrouvons également les mêmes associations entre surmortalité et inégalités socio-économiques que pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2). De la même manière, la surmortalité par maladies cardiovasculaires des personnes avec un diabète vs. sans diabète est restée très élevée quel que soit le niveau de désavantage (du fait d'une diminution plus importante de la mortalité par maladies cardiovasculaires chez les personnes sans diabète). Il se peut que l'utilisation des nouvelles classes thérapeutiques, telles que les analogues du GLP1 et les iSGLT2, mises sur le marché après notre période d'étude (pour les iSGLT2) permette de diminuer le fardeau des personnes avec un diabète dans les prochaines années [326, 327], sans savoir exactement quel sera l'impact en termes d'inégalités sociales (voir partie 2.2).

Mortalité par tumeurs

Nos résultats sur la mortalité par tumeurs sont plus difficiles à interpréter car il existe de multiples facteurs pouvant influencer les associations observées (localisation de la tumeur, dépistage).

Dans notre étude, le gradient de désavantage social dans la mortalité par tumeurs était présent chez les hommes sans diabète, et dans une moindre mesure chez les hommes avec un diabète. Le cancer des poumons représente la plus grande part des causes de décès liés aux tumeurs chez les hommes en population générale en France [346]. Or la mortalité par cancer des poumons est socialement distribuée [257], car les personnes les plus défavorisées ont notamment un taux de tabagisme plus élevé [218, 347], ce qui explique au moins en partie le gradient de désavantage social que nous observons. Il se peut que le gradient de désavantage social soit moins marqué chez les hommes avec un diabète, car ces personnes sont suivies plus régulièrement pour leur diabète et peuvent donc être diagnostiquées plus tôt de leur cancer. De plus, le fait qu'il y a eu une diminution de la mortalité par tumeurs chez les hommes avec et sans diabète peut venir de la diminution globale des facteurs de risque dans la population, et notamment du tabagisme. Cependant, les inégalités sociales sont restées présentes chez les hommes avec et sans diabète, témoignant que ces efforts n'ont pas ciblé de manière plus intense les personnes les plus défavorisées ou résidant dans les communes les plus défavorisées.

Chez les femmes, c'est le cancer du sein qui représente la plus grande part des causes de décès liés aux tumeurs des femmes en population générale en France [346]. Dans notre étude nous retrouvons un gradient de désavantage social dans la mortalité par tumeurs chez les femmes sans diabète, mais ce gradient était beaucoup moins marqué chez les femmes avec un diabète. L'absence de gradient de désavantage social a déjà été retrouvée ailleurs dans la mortalité par cancer du sein chez les femmes avec un diabète [257]. Il se peut que les femmes avec un diabète aient un suivi médical plus régulier en raison

de leur diabète, puissent bénéficier d'un dépistage plus régulier que leurs homologues sans diabète. La mortalité par tumeurs des femmes avec et sans diabète est sans doute restée stable dans la majorité des groupes de désavantage car, au contraire de la mortalité par poumon qui est fortement liée au mode de vie, la mortalité par cancer du sein ne dépend pas de facteurs de risque autant établis (la consommation d'alcool est liée mais les femmes en consomment moins que les hommes [348]), et dépend surtout du dépistage et du traitement précoces.

Enfin, la surmortalité par tumeurs des personnes avec un diabète vs. sans diabète est restée très élevée quel que soit le niveau de désavantage. Cette surmortalité a déjà été montrée dans le monde [120, 257] et est expliquée par différents mécanismes biologiques, notamment dus à la présence d'une hyperglycémie liée au diabète [120, 349], même si certaines études suggèrent qu'il pourrait exister un effet protecteur du diabète pour certaines localisations (cancer du sein avant la ménopause, cancer de la prostate sous formes moins agressives) [93, 94]. De la même manière que pour la mortalité toutes causes (voir partie 2.2), les personnes résidant dans les communes les plus favorisées ont un sur-risque plus élevé que celles résidant dans les plus communes les plus défavorisées. Nous montrons que ce sur-risque était stable chez les femmes quel que soit le statut socio-économique, alors qu'il a augmenté chez les hommes (significativement dans le Q1 et Q4), car la mortalité a diminué de manière plus forte chez les hommes sans diabète dans ces mêmes groupes de désavantage.

2.4.5.3. Conclusion

Ces résultats montrent que le gradient de désavantage social s'est maintenu dans la mortalité par maladies cardiovasculaires et, dans une moindre mesure, par tumeurs chez les personnes avec (et sans) diabète, et que les personnes avec un diabète continuent d'avoir un risque de surmortalité pour ces causes très élevé par rapport aux personnes sans diabète. Tout comme ce que nous avons observé pour la mortalité toutes causes (partie 2.2), ces résultats suggèrent que les efforts doivent se poursuivre pour réduire le fardeau des principales causes de mortalité des personnes avec un diabète, et notamment chez les personnes les plus défavorisées, que ce soit dans la gestion des facteurs de risque ou l'amélioration de la prise en charge. Des pistes de réflexion pour réduire les inégalités sociales de santé dans le diabète seront abordés dans la section DISCUSSION de cette thèse. La synthèse des résultats de l'objectif 2 de cette thèse sur l'influence des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes et par causes spécifiques des personnes avec un diabète est donnée dans le Tableau 13 suivant.

Etant donné que la mortalité par causes spécifiques des personnes avec un diabète est directement conditionnée par l'évolution des complications dans cette population, nous étudierons dans la prochaine partie de cette thèse l'évolution des inégalités socio-économiques dans les principales complications liées au diabète sur la dernière décennie.

A RETENIR

- Les inégalités socio-économiques dans la mortalité par maladies cardiovasculaires et par tumeurs des hommes et des femmes avec un diabète sont restées stables dans le temps.
- La surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète pour ces causes de décès est restée très élevée

---

Récapitulatif des résultats de l'objectif 2

Les résultats de l'objectif 2 de cette thèse ont permis de montrer que les inégalités socio-économiques dans la mortalité (toutes causes et par causes spécifiques) des personnes avec un diabète se sont maintenues sur la dernière décennie, et restent très marquées (Tableau 13). La surmortalité des personnes avec un diabète vs. sans diabète reste également très élevée (Tableau 13). Enfin, nous avons pu montrer que l'effet des inégalités socio-économiques sur la mortalité par COVID-19 en 2020 a été très différent entre les deux vagues épidémiques, durant lesquelles il y a eu des stratégies d'intervention préventives différentes (voir partie 2.3, Figure 44).

Tableau 13 : Récapitulatif des résultats de l'objectif 2 concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur la mortalité toutes causes et par maladies cardiovasculaires et tumeurs, et la surmortalité toutes causes des personnes avec un diabète

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 2	Mortalité toutes causes	2013-2019	~	2019 : **+15%**	~	2019 : **+11%**
	Surmortalité toutes causes paD vs psD	2013-2019	~	2019 : **-9%**	~	2019 : -2%
	Mortalité par maladies cardiovasculaires	2013-2019	~	2019 : **+18%**	~	2019 : **+15%**
	Mortalité par tumeurs	2013-2019	~	2019 : **+8%**	~	2019 : **+8%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; paD : personnes avec un diabète ; psD : personnes sans diabète ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; en vert : le risque relatif est signficativement plus faible par rapport au Q1.

2.5. Collaboration internationale

Durant ce projet de thèse, les données de mortalité ont également pu être valorisées via la participation à un consortium international sur le diabète, GLOBODIAB. Ce consortium permet de rassembler des données agrégées provenant de plusieurs pays et sources de données différentes, et a pour but de faire des analyses multi-pays dans le cadre du diabète. Ce consortium est coordonné par Dianna Magliano de l'institut *Baker Heart and Diabetes Institute* à Melbourne dans l'état de Victoria en Australie. Des résultats issus d'ancien travaux de thèse (Sonsolès Fuentes) ont déjà été valorisés via ce Consortium [38].

Ainsi, dans le cadre du projet intitulé « Tendances de la mortalité par causes chez les personnes avec un diabète et sans diabète dans le monde entier» [62], des données agrégées ont été transmises pour les personnes avec et sans diabète sur la mortalité toutes causes et par causes spécifiques : mortalité par maladies cardiovasculaires, maladies cardiaques ischémiques, maladies cérébrovasculaires, insuffisance cardiaque, cancer, diabète, maladies infectieuses, grippe et pneumonie, maladies chroniques des voies respiratoires inférieures, maladies du foie, maladie du foie à l'exclusion des maladies alcooliques du foie, maladies rénales et maladies d'Alzheimer.

Plusieurs travaux ont déjà été initiés sur ces données et ont été valorisés dans le cadre de congrès internationaux (voir plus loin et section PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES). Un article est en cours de soumission dans la revue *The Lancet Diabetes and Endocrinology*, intitulé "*Time trends in mortality from heart failure and atherosclerotic cardiovascular disease in people with and without diabetes: a multi-national population-based study*". Il a pour objectif d'examiner les tendances des décès dus aux maladies coronariennes, aux maladies cérébrovasculaires et à l'hypertension chez les personnes avec et sans diabète, au fil du temps, en fonction de l'âge, du sexe et du pays.

Time trends in mortality from heart failure and atherosclerotic cardiovascular disease in people with and without diabetes: a multi-national population-based study

Joanna Y Gong* MBBS(Hons),[1-4] Jedidiah I Morton* PhD,[1,5] Lei Chen PhD,[1] Julian W Sacre PhD,[1,6] Bendix Carstensen MSc(Stat),[7] Edward W Gregg PhD,[8] Meda E Pavkov MD,[9] Martti Arffman MSc,[10] Jonne G Braake,[11] Luan Manh Chu PhD,[12-13] Katarina Eeg-Olofsson MD,[14-16] Kelly Fleetwood MSc,[17] Sandrine Fosse-Edorh PhD,[18] Milda Garbuviene,[19] Marie Guion,[18] Kyoung Hwa Ha PhD,[20] Padma Kaul PhD,[21-23] Ilmo Keskimäki PhD,[10] Dae Jung Kim MD,[20] Tinne Laurberg PhD,[24-25] Henrik Støvring DMSc,[24,26] Rimke C Vos PhD,[11] Sarah H Wild PhD,[17] Gillian L Booth MD,[27] Calvin Ke MD,[27-30] Spiros Fourlanos MBBS,[2,3,31], Jonathan E Shaw** MD[1,6,32] and Dianna J Magliano** PhD[1,6]

* Joint first authors, ** Joint senior authors

[62] traduction de « Trends in cause-specific mortality among people with and without diabetes across the globe"

Certains de ces résultats ont notamment été présentés lors d'un congrès en Australie *(Australasian Diabetes Congress 2024)*. Il a été montré que le taux de mortalité standardisé selon l'âge et le sexe lié aux coronaropathies, et plus largement aux maladies cardiovasculaires, a diminué dans tous les pays, y compris en France (Figure 49.A et Figure 49.B). La mortalité due à l'insuffisance cardiaque est restée stable ou a diminué dans une moindre mesure dans tous les pays, où elle est notamment restée stable en France (Figure 49.C). A noter que dans la plupart des pays, les iSGLT2 et analogues du GLP1 ont été introduits autour de 2013-2014 dans la plupart des pays, pouvant en partie expliquer les tendances observées. En France les iSGLT2 ont eu une AMM en 2020.

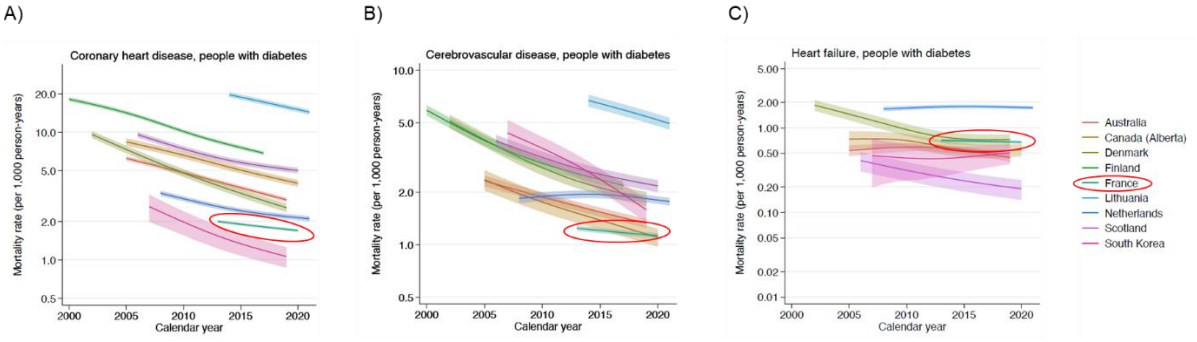


Figure 49 : Taux de mortalité standardisés selon l'âge et le sexe chez les personnes avec un diabète âgées de 40 à 89 ans, dû à (A) une maladie coronarienne, (B) une maladie cérébrovasculaire et (C) une insuffisance cardiaque, de 2000 à 2021. Résultats issus du Consortium international sur le diabète et présentés au congrès Australasian Diabetes Congress 2024

Champs : multipays ; Source : multi-source (registre, base médico-administrative, d'assurance maladie, enquête en population) ; Figure tirée du résumé pour le congrès Australasian Diabetes Congress 2024.

3. Incidence des complications et inégalités socio-économiques

3.1. Préambule

En France, la surveillance de l'incidence des hospitalisations pour complications des personnes avec un diabète est mise en place depuis un certain nombre d'années. En effet, depuis 2010, des indicateurs sont mis à disposition sur la plateforme GEODES déclinés par sexe et région. Les résultats ont été mis à jour tous les 3 ans, puis tous les ans depuis 2020 pour surveiller l'impact de la pandémie de la COVID-19 sur la survenue des complications liées au diabète. La disponibilité de ces indicateurs permet aux politiques publiques locales et nationales d'estimer le fardeau de chaque complication des personnes avec un diabète et de les orienter. Cependant, cette plateforme ne met pas à disposition des indicateurs socio-économiques, ce qui est un vrai manque pour l'élaboration des programmes de prévention.

3.2. Complications cardiovasculaires et inégalités socio-économiques

3.2.1. Introduction

Nos résultats précédents montrent que les inégalités socio-économiques se sont maintenues dans le temps pour la mortalité des personnes avec un diabète. Etant donné que cette mortalité découle en grande partie des complications liées au diabète, nous avons donc voulu étudier ces tendances dans les complications cardiovasculaires.

3.2.2. Objectif

Ainsi, l'objectif de cette étude était d'étudier l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des hospitalisations pour insuffisance cardiaque, AVC et SCA-ST+ chez les personnes avec un diabète entre 2012 et 2022 en France hexagonale.

3.2.3. Matériels et Méthodes

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la suivante :

- **Base de données** : DCIR et PMSI
- **Population d'étude** : les personnes ayant eu au moins trois remboursements de médicaments antidiabétiques dans l'année et vivantes au 1er janvier de l'année
- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : 2012 à 2022

- **Exclusions :** petits régimes RATP, SNCF, ENIM et mines ; données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** 45 ans et plus (car l'événement est le plus probable)
- **Définition du diabète :** personnes traitées pharmacologiquement (définition de base) et en excluant toutes les personnes sous monothérapie d'iSGLT2 (voir section METHODES).
- **Indicateurs d'événements** : incidence des hospitalisations pour insuffisance cardiaque, AVC et SCA-ST+ (codes CIM-10 donnés dans la section METHODES).
- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux standardisés par quintile de FDep
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle : Etudier l'évolution de l'association entre la survenue de chacune des trois complications cardiovasculaires (insuffisance cardiaque, AVC et SCA-ST+) et le FDep

Description du modèle : Le modèle comprenait une tendance linéaire temporelle (année), des quintiles de FDep (Q1 comme référence) et l'interaction entre les deux termes pour mesurer l'évolution de l'association entre la survenue de la complication et le FDep au cours de la période d'étude. Le modèle a été contrôlé sur l'âge avec une marche aléatoire d'ordre 2. L'*offset* inclus dans le modèle était la population avec un diabète vivante au 1er janvier de chaque année par âge, année, quintile FDep et région. Des effets aléatoires spatialement structurés et non structurés au niveau régional ont été inclus pour tenir compte de la surdispersion et ont été modélisés à l'aide du modèle de Besag, York et Mollié [322]. L'adjacence a été utilisée pour définir les voisines : toutes les régions partageant une frontière avec la région d'intérêt ont été définies comme des voisines. L'approche de l'approximation de Laplace intégrée et imbriquée (*Integrated nested Laplace approximations* **:** INLA) a été utilisée pour calculer les marginales postérieures de tous les paramètres d'intérêt [323].

Présentation des résultats du modèle: Les RR de l'incidence de la complication associée à une augmentation des quintiles de FDep et de leurs ICr à 95 % et le pourcentage d'évolution annuelle de l'incidence pour complications cardiovasculaires par FDep et leurs ICr à 95 %.

Pour plus de détails sur les choix méthodologiques généraux, se référer à la section METHODES de cette thèse.

3.2.4. Résultats

3.2.4.1. Population d'étude

De 2012 à 2022, cette étude a porté sur 2 541 676 à 3 233 918 personnes avec un diabète âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale (Figure 50).

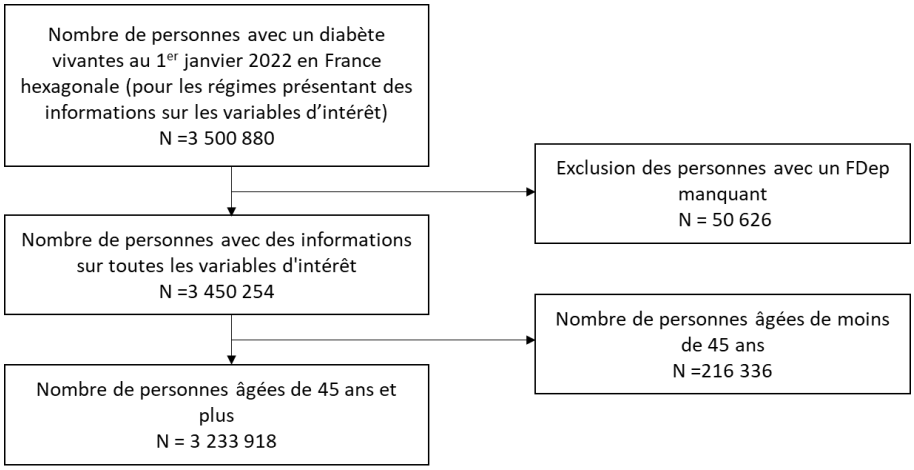


Figure 50 : Diagramme de flux de la population d'étude en 2022 pour l'étude des complications liées au diabète. Résultats Complications

FDep : Indice de désavantage social français.

Le Tableau 14, donne pour les années 2012 et 2022, le nombre et l'âge moyen des hommes et des femmes avec un diabète et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire, par quintile de FDep. Le nombre de personnes avec un diabète ayant été hospitalisées pour une complication cardiovasculaire était plus élevé, et l'âge moyen lors de cette complication était plus bas, chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées que celles résidant dans les communes les plus favorisées, quel que soit le sexe et l'année. Par exemple en 2022, il y avait 1 744 hommes avec un diabète dans le Q1 qui ont été hospitalisés pour un AVC avec un âge moyen de 73,8 ans, alors que dans le Q5 il y en avait 2 733 avec un âge moyen de 72,8 ans. Les femmes avaient un âge moyen lors de leur complication cardiovasculaire plus élevé que les hommes, quel que soit la complication, l'année et le quintile de FDep. Par exemple en 2022, l'âge moyen pour un SCA-ST+ des femmes résidant dans le Q1 était de 73,1 ans contre 68,4 ans chez les hommes. Enfin, l'âge moyen lors de l'hospitalisation pour AVC et insuffisance cardiaque a globalement augmenté chez les hommes et les femmes dans tous les quintiles de FDep entre 2012 et 2022. Au contraire, il a diminué pour les SCA-ST+ pour les deux sexes.

L'Annexe 32 et l'Annexe 33 donnent ces informations sur toute la période d'étude de 2012 à 2022 chez les hommes et les femmes avec un diabète respectivement.

Tableau 14 : Nombre et âge moyen des hommes et des femmes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) en 2012 et 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires

Année	FDep	Nombre de diabète	Age moyen diabète	Nombre d'AVC	Age moyen AVC	Nombre de SCA-ST+	Age moyen SCA-ST+	Nombre d'insuffisance cardiaque	Age moyen insuffisance cardiaque
					Hommes avec un diabète				
2012	Q1	228 181	67,2	1 275	73,8	664	69,1	2 915	75,6
	Q2	249 134	67,0	1 482	72,9	727	67,4	3 336	75,6
	Q3	275 887	67,3	1 665	73,0	884	68,9	3 993	75,5
	Q4	296 315	67,3	1 827	73,0	950	68,2	4 647	75,6
	Q5	335 790	66,7	2 102	72,5	1 088	67,7	5 401	74,8
2022	Q1	289 157	69,0	1 744	73,9	758	68,4	3 650	77,1
	Q2	331 884	68,8	2 034	73,9	916	68,9	4 423	77,2
	Q3	366 255	68,9	2 349	73,3	1 063	68,8	5 270	76,9
	Q4	390 977	68,9	2 492	73,4	1 120	68,1	5 956	76,7
	Q5	432 759	68,2	2 733	72,8	1 299	67,5	6 760	75,8
					Femmes avec un diabète				
2012	Q1	165 223	69,7	850	78,6	274	77,3	2 245	80,3
	Q2	194 493	69,7	1 036	77,8	352	75,0	2 828	80,1
	Q3	228 197	69,9	1 239	78,1	446	75,9	3 335	80,3
	Q4	255 955	70,0	1 389	78,1	506	75,5	4 028	79,9
	Q5	312 501	69,1	1 666	77,3	716	74,5	5 052	79,0
2022	Q1	206 152	70,7	1 109	78,4	255	73,1	2 533	81,3
	Q2	244 945	70,7	1 212	77,6	374	74,5	3 122	81,1
	Q3	283 768	70,8	1 516	77,6	431	74,4	3 629	80,8
	Q4	313 580	70,8	1 679	78,0	453	74,3	4 392	80,8
	Q5	374 441	70,0	1 968	76,7	682	72,9	5 503	80,0

Nombre de diabète : nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Age moyen diabète : âge moyen des personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Nombre d'AVC : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour accident vasculaire cérébral au cours de l'année ; Age moyen AVC : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour AVC au cours de l'année ; Nombre de SCA-ST+ : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST au cours de l'année ; Age moyen SCA-ST+ : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour SCA-ST+ au cours de l'année ; Nombre d'insuffisance cardiaque : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; Age moyen insuffisance cardiaque : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

3.2.4.2. Tendances de l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaire selon le statut socio-économique

La Figure 51 présente l'incidence annuelle des hospitalisations pour insuffisance cardiaque, AVC et SCA-ST+ chez les hommes et les femmes avec un diabète selon les quintiles de désavantage, de 2012 à 2022. Globalement un gradient positif de désavantage social a été observé sur toute la période, pour les deux sexes et pour toutes les complications cardiovasculaires. Il était notamment très marqué pour l'insuffisance cardiaque, complication qui portait le plus lourd poids parmi les complications cardiovasculaires étudiées. Les hommes avec un diabète avaient des incidences d'AVC et de SCA-ST+

beaucoup plus élevées que les femmes, quel que soit le niveau de désavantage. Le sur-risque chez les hommes vs. les femmes était moins marqué pour l'insuffisance cardiaque.

Quel que soit que soit le niveau de désavantage, les hospitalisations pour insuffisance cardiaque ont diminué significativement entre 2012 et 2022 chez les hommes (Figure 51.A) et les femmes (Figure 51.B) avec un diabète, notamment à partir de 2019. L'incidence des hospitalisations pour AVC a uniquement diminué significativement dans le Q5 chez les hommes (Figure 51.C) et dans les Q2 et Q5 chez les femmes (Figure 51.D). L'incidence des hospitalisations pour SCA-ST+ a également diminué significativement chez les femmes avec un diabète dans tous les quintiles de FDep (Figure 51.F), et de manière plus importante par rapport aux hommes, pour qui une diminution significative a été observée seulement dans les Q4 et Q5 (Figure 51.E).

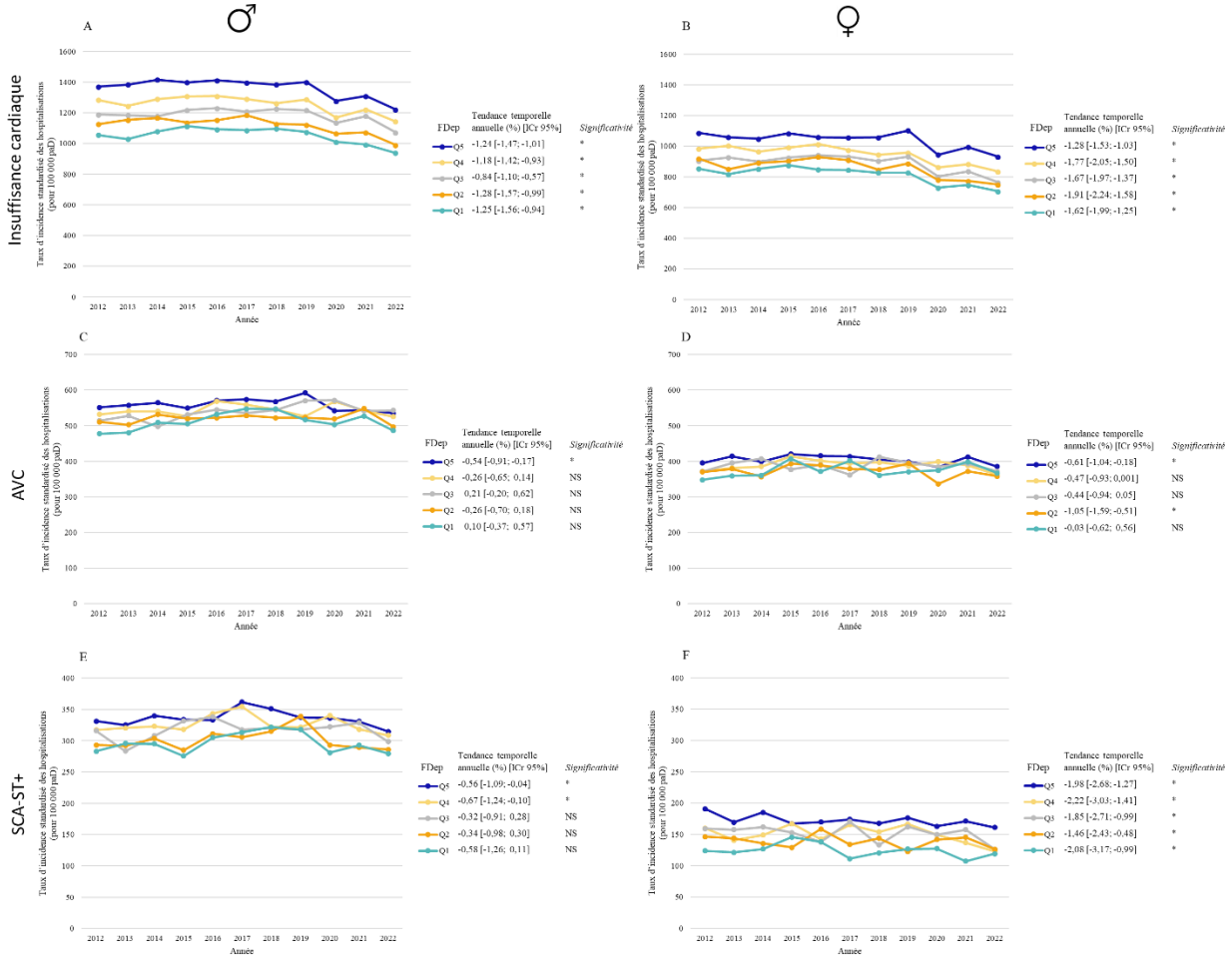


Figure 51 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour insuffisance cardiaque chez les hommes (A) et les femmes (B), pour accident vasculaire cérébral chez les hommes (C) et les femmes (D) et pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST chez les hommes (E) et les femmes (F) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications cardiovasculaires

** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

3.2.4.3. *Evolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des complications cardiovasculaires*

Quel que soit la complication cardiovasculaire et le sexe, l'influence des inégalités socio-économiques était stable au cours du temps (Figure 52), hormis une diminution chez les femmes dans le Q2 pour l'AVC (Figure 52.D). Un gradient positif de désavantage social s'est maintenu chez les hommes (Figure 52.A) et les femmes (Figure 52.B) avec un diabète ayant eu une insuffisance cardiaque. Ce gradient de désavantage social était peu présent pour les hospitalisations pour AVC chez les hommes avec un diabète (Figure 52.C), voir absent en fin de période chez les femmes (Figure 52.D). Pour les hospitalisations pour SCA-ST+, le gradient de désavantage social était peu présent, bien que les hommes (Figure 52.E) et les femmes (Figure 52.F) avec un diabète dans le Q5 avaient un sur-risque élevé d'avoir un SCA-ST+ par rapport à leurs homologues dans le Q1.

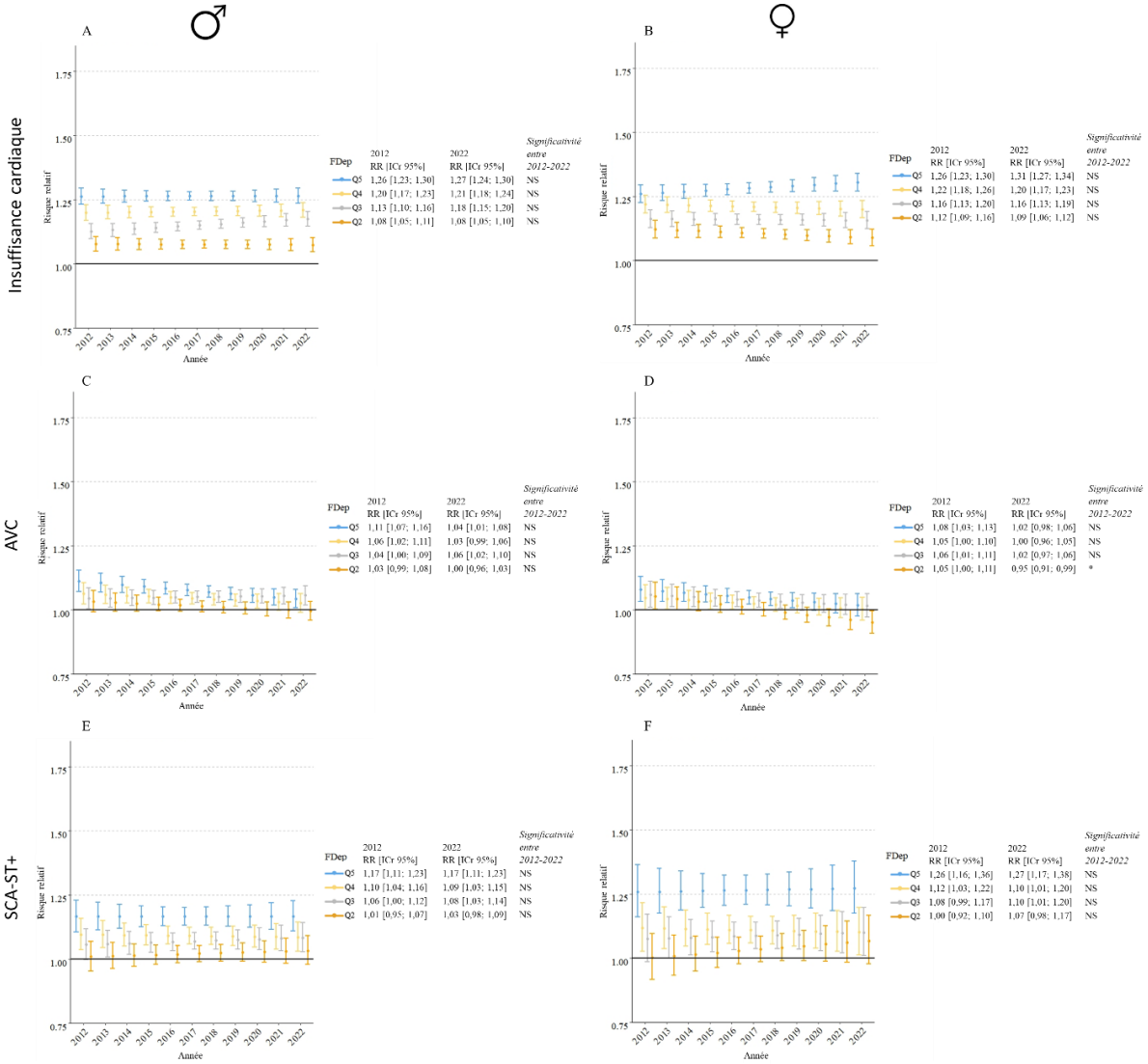


Figure 52 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour insuffisance cardiaque chez les hommes (A) et les femmes (B), pour accident vasculaire cérébral chez les hommes (C) et les femmes (D) et pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST chez les hommes (E) et les femmes (F) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications cardiovasculaires

** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

3.2.5. Discussion

3.2.5.1. Principaux résultats

Cette étude montre que l'incidence des hospitalisations pour l'insuffisance cardiaque a diminué dans tous les groupes de désavantage social chez les personnes avec un diabète en France hexagonale sur les 10 dernières années. Dans une moindre mesure, ces tendances positives ont également été retrouvées pour les autres complications cardiovasculaires. Cependant, les inégalités socio-économiques y étaient présentes et marquées, notamment pour l'insuffisance cardiaque et le SCA-ST+ (Tableau 15).

Tableau 15 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires des personnes avec un diabète, objectif 3

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 3	Incidence insuffisance cardiaque	2012-2022	~	2022: **+27%**	~	2022: **+31%**
	Incidence accident vasculaire cérébral	2012-2022	~	2022: **+4%**	~	2022: +2%
	Incidence syndrome coronarien aigue avec élévation du segment T	2012-2022	~	2022: **+17%**	~	2022: **+27%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; l'incidence pour insuffisance cardiaque, accident vasculaire cérébral et syndrome coronarien aigu avec élévation du segment T sont des incidences des hospitalisations pour ces complications.

La comparaison de nos résultats à un niveau international reste difficile, car même si une diminution des complications cardiovasculaires des personnes avec un diabète a déjà été observée dans plusieurs pays du monde [69, 71, 90], ces études n'ont pas étudiées l'association avec le statut socio-économique. Cette étude comporte aussi certaines limites méthodologiques, qui seront décrites dans la section DISCUSSION de cette thèse. Un point d'attention particulier sur l'interprétation de l'incidence des hospitalisations pour l'insuffisance cardiaque y est notamment décrit, et sera rediscuté ci-dessous.

3.2.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires

Comme nous l'avons indiqué précédemment, la diminution des complications cardiovasculaires chez les personnes avec un diabète a été attribuée à une meilleure gestion des facteurs de risque dans ces populations (arrêt du tabac[63], amélioration des modes de vie, amélioration des traitements) [118, 345, 350]. Cependant, nous montrons que les disparités socio-économiques dans les complications cardiovasculaires restent très largement présentes au cours du temps dans la population avec un diabète. Plusieurs composantes peuvent expliquer les inégalités socio-économiques dans les complications, notamment dans les complications cardiovasculaires. Tout d'abord, même si la gestion des facteurs de risque (hypertension, dyslipidémie, tabagisme, obésité et activité physique) s'est améliorée au cours de

[63] En France, le nombre de personnes qui fume quotidienne des cigarette a diminué, mais l'usage régulier du vapotage a fortement augmenté sur ces dernières années selon les données de l'OCDE : OCDE (2023), *Panorama de la santé 2023 : Les indicateurs de l'OCDE*, Éditions OCDE, Paris, https://doi.org/10.1787/5108d4c7-fr.

ces dernières années, il se peut qu'il existe un gradient social dans la modification de ces facteurs de risque [118, 351]. Ensuite, les personnes les plus défavorisées sont moins susceptibles d'être impliquées dans le suivi de leurs soins [225, 352], et ont un moins bon contrôle de leur maladie [351]. Pourtant, il a été montré que les personnes avec un diabète résidant dans les communes les plus défavorisées consultent davantage les médecins généralistes, qui sont les principaux acteurs de la prévention et de la gestion des facteurs de risque, que celles résidant dans les communes les plus favorisées [237, 241]. Cependant, les messages de prévention peuvent ne pas être systématiquement délivrés par les médecins pour plusieurs raisons, et notamment par un manque de temps, ce qui peut davantage nuire aux personnes les plus défavorisées [353]. En effet, le niveau de littératie en santé des personnes les plus défavorisées est plus faible [277, 354] ce qui peut donc entraîner une incompréhension des messages de prévention et de la navigation dans le système de santé. Au contraire, les personnes les plus favorisées sont souvent plus proactives dans la réception de messages et sont plus disposées à accepter des services de réadaptation et à rechercher des soins spécialisés [240]. Notamment, en France, si les personnes résidant dans les communes les plus plus défavorisées ont un recours similaire aux dosages biologiques recommandés (Hb1ac, lipides, microalbuminurie, créatininémie) que les personnes résidant dans les communes les plus favorisées [237, 241], ces derniers ont un suivi plus fréquent de spécialistes (mais pas de consultation cardiologique) [237, 240, 241]. Alors que le système de santé en France est universel, il se peut que l'accessibilité aux professionnels de santé, notamment aux spécialistes, puisse être à l'origine d'une partie de ces différences, que ce soit dans la distance aux structures de soins, les tarifs plus élevés demandés par certains spécialistes libéraux ou dans la compréhension de l'organisation des soins [237]. En effet, des études ont montré que même si les facteurs de risque traditionnels des complications cardiovasculaires étaient éliminés, il demeurait des inégalités dans les complications liées au diabète [228, 355]. A noter qu'il existe également d'autres facteurs socioéconomiques, psychosociaux, psychologiques ou génétiques qui peuvent influencer cette association [356].

Aussi, l'incidence des hospitalisations que nous observons ne concerne que les personnes qui ont eu accès aux services de soins. Les AVC et SCA-ST+ sont des complications aiguës qui demandent une hospitalisation en urgence, sans quoi le pronostic vital est très vite engagé. Il se peut donc que l'absence de gradient de désavantage social dans les complications pour AVC soit due à un biais d'immortalité, biais qui est également valable pour les autres complications cardiovasculaires. Aussi l'interprétation de l'insuffisance cardiaque doit être faite avec prudence. En effet, les taux présentés ne représentent pas l'ensemble des nouveaux cas d'insuffisance cardiaque, mais les personnes hospitalisées et/ou qui sont en décompensation. Nous avons notamment montré qu'il y avait une diminution de l'incidence des hospitalisations pour l'insuffisance cardiaque chez les personnes avec un diabète, quel que soit le statut socio-économique, avec une baisse importante en 2020. Les modifications de prise en charge, avec notamment la mise sur le marché des iSGLT2 en 2020, peuvent expliquer la baisse de l'insuffisance cardiaque dans tous les groupes socio-économiques [326, 327]. Enfin, il est important aussi de noter que

notre étude inclut également la période de la pandémie de la COVID-19. Nous ne savons pas dans quelle mesure la pandémie a pu jouer un rôle dans les tendances observées.

3.2.5.3. Conclusion

Ces résultats montrent que l'incidence des hospitalisations de la plupart des complications cardiovasculaires tend à diminuer dans la majorité des groupes socio-économiques, mais qu'un gradient de désavantage social reste présent et constant sur toute la période d'étude. Les inégalités socio-économiques sont plus marquées pour l'insuffisance cardiaque et le SCA-ST+ que pour l'AVC. Ces résultats montrent que les efforts dans la gestion des facteurs de risque doivent se maintenir et même s'intensifier pour les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées, et qu'il devrait y avoir une attention plus importante sur l'accès aux systèmes de soins (physique et compréhension du système de soins). Nous verrons plus amplement dans la section DISCUSSION de cette thèse des pistes de réflexion pour réduire ces inégalités sociales.

Pour la prochaine partie, nous nous intéresserons à l'évolution de l'association entre inégalités socio-économiques et l'une des complications ayant le plus lourd impact physique chez les personnes avec un diabète : les complications podologiques.

A RETENIR

- L'incidence des hospitalisations pour AVC, SCA-ST+ et insuffisance cardiaque a diminué ou tend à diminuer dans la plupart des groupes socio-économiques chez les hommes et les femmes avec un diabète.
- Il existe un gradient de désavantage social présent et qui se maintient dans le temps dans l'incidence des hospitalisations pour AVC, SCA-ST+ et insuffisance cardiaque chez les personnes avec un diabète.

3.3. Complications podologiques et inégalités socio-économiques

3.3.1. Introduction

Les complications podologiques font partie des complications du diabète les plus sévères, car elles ont un impact physique, psychologique, et économique très lourd [71]. Les hospitalisations pour plaies du pied ont fortement augmenté en France depuis ces dernières années [70], mais on ne sait ce qu'il en est selon le statut socio-économique des personnes avec un diabète.

3.3.2. Objectif

Ainsi, l'objectif était d'étudier l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur les hospitalisations pour plaies du pied et pour AmpMI chez les personnes avec un diabète de 2012 à 2022 en France hexagonale.

3.3.3. Matériels et Méthodes

La méthodologie que nous avons utilisée pour cette étude est la même que celle utilisée pour les complications cardiovasculaires (voir partie 3.2.3) avec :

- **Base de données** : DCIR et PMSI
- **Population d'étude** : les personnes ayant eu au moins trois remboursements de médicaments antidiabétiques dans l'année et vivantes au 1er janvier de l'année
- **Périmètre de l'étude** : France hexagonale
- **Période d'étude** : 2012 à 2022
- **Exclusions :** petits régimes RATP, SNCF, ENIM et mines ; données manquantes sur nos variables d'intérêt (sexe, âge, département de résidence, FDep)
- **Age :** 45 ans et plus (car l'événement est le plus probable)
- **Définition du diabète :** personnes traitées pharmacologiquement (définition de base) et en excluant toutes les personnes sous monothérapie d'iSGLT2 (voir section METHODES).
- **Indicateurs d'événements** : incidence des hospitalisations pour plaies du pied et AmpMI (codes CIM-10 donnés dans la sections METHODES), dont les AmpMI majeures (au-dessus de la cheville) et les AmpMI mineures (en dessous de la cheville).
- **Indicateurs socio-économiques** : FDep (référence Q1 : personnes résidant dans les communes les plus favorisées)
- **Méthodes descriptives**: Taux standardisés par quintile de FDep
- **Méthodes analytiques** : Modèle log-linéaire de Poisson dans un cadre hiérarchique bayésien

Objectif du modèle : Etudier l'évolution de l'association entre la survenue de chacune des deux complications podologiques (plaies du pied et AmpMI (dont AmpMI majeures et mineures) et le FDep

Description du modèle : Se référer au modèle décrit en partie 3.2.3.

Présentation des résultats du modèle: Se référer à la partie 3.2.3.

3.3.4. Résultats

3.3.4.1. Population d'étude

Notre population d'étude était la même que celle que nous avons décrite dans l'étude pour les complications cardiovasculaires (voir partie 3.2.4.1, Figure 50). Le Tableau 16 donne pour les années 2012 et 2022, le nombre et l'âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des hommes et des femmes avec un diabète, par quintile de désavantage.

Tableau 16 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des hommes et des femmes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) en 2012 et 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques

Année	FDep	Nombre de plaies du pied	Age moyen plaies du pied	Nombre d'amputation	Age moyen amputation	Nombre d'amputation majeure	Age moyen amputation majeure	Nombre d'amputation mineure	Age moyen amputation mineure
					Hommes avec un diabète				
2012	Q1	1 362	70,2	609	70,1	151	69,2	504	70,4
	Q2	1 729	70,5	786	71,2	205	70,7	655	71,6
	Q3	2 024	70,2	1 000	71,1	285	72,3	823	70,9
	Q4	2 380	70,8	1 114	71,0	305	71,8	921	70,9
	Q5	3 017	69,4	1 387	69,4	406	70,1	1 108	69,4
2022	Q1	2 725	72,1	884	71,5	199	70,6	750	71,7
	Q2	3 568	72,1	1 193	72,0	277	72,0	1 012	72,1
	Q3	4 171	72,2	1 403	71,7	357	71,0	1 162	71,8
	Q4	4 734	71,8	1 550	71,2	381	70,6	1 316	71,5
	Q5	5 446	71,2	1 855	70,5	490	70,4	1 547	70,5
					Femmes avec un diabète				
2012	Q1	777	75,6	201	75,3	42	77,6	177	74,9
	Q2	1 082	76,3	283	74,7	71	76,5	235	74,4
	Q3	1 275	76,1	340	75,0	109	78,2	250	74,0
	Q4	1 579	75,6	396	73,2	129	72,9	305	73,3
	Q5	2 111	75,0	517	73,2	167	74,1	403	73,1
2022	Q1	1 240	77,2	212	74,4	49	72,9	172	75,1
	Q2	1 666	76,7	292	74,9	71	73,9	242	75,0
	Q3	1 890	76,8	358	73,5	92	72,2	291	73,9
	Q4	2 396	76,8	438	73,6	122	73,1	350	74,1
	Q5	2 959	75,7	537	73,6	145	74,2	440	73,4

Nombre de plaies du pied : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Age moyen plaies du pied : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Nombre d'amputation : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Age moyen amputation : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Nombre d'amputation majeure: nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure (au dessus de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation majeure: âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure au cours de l'année ; Nombre d'amputation mineure : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure (en dessous de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation mineure : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Le nombre de personnes avec un diabète ayant été hospitalisées pour une complication podologique était plus élevé, et l'âge moyen lors de cette complication était plus bas, chez les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées que celles résidant dans les communes les plus favorisées, quel que soit le sexe et l'année. L'âge moyen lors de l'hospitalisation pour les complications podologiques a globalement augmenté chez les hommes et les femmes quel que soit le niveau de désavantage entre 2012 et 2022, sauf pour les AmpMI majeures chez les femmes où il est notamment passé de 77,6 ans à 72,9 ans pour les femmes résidant dans le Q1. L'Annexe 34 et l'Annexe 35 donnent ces informations sur toute la période d'étude de 2012 à 2022 chez les hommes et les femmes avec un diabète respectivement.

3.3.4.2. Tendances de l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques selon le statut socio-économique

La Figure 53 présente l'incidence annuelle des hospitalisations pour plaies du pied et AmpMI chez les hommes et les femmes avec un diabète selon les quintiles de désavantage de 2012 à 2022.

L'incidence des hospitalisations pour plaies du pied a augmenté significativement au cours de la période chez les hommes (Figure 53.A) et les femmes (Figure 53.B) avec un diabète dans tous les quintiles de désavantage, mais avec une diminution observée pour les deux sexes en 2020. L'incidence pour AmpMI est restée stable chez les hommes avec un diabète dans tous les quintiles de désavantage (Figure 53.C), mais avec une forte diminution en 2020, et elle a diminué significativement chez les femmes quel que soit le niveau de désavantage (Figure 53.D). Les mêmes tendances ont été observées pour l'incidence annuelle des hospitalisations pour AmpMI majeures et mineures (Annexe 36), mais où l'incidence pour AmpMI majeure a diminué chez les hommes dans les Q2 à Q4 entre 2012 et 2022. Les hommes avec un diabète avaient une incidence d'hospitalisation pour complications podologiques beaucoup plus élevée que les femmes quel que soit le niveau de désavantage.

Un gradient positif de désavantage social a été observé chez les hommes et les femmes avec un diabète, quelle que soit la complication podologique étudiée entre 2012 et 2022, même si le gradient de désavantage social était moins fort chez les femmes que chez les hommes avec un diabète pour les AmpMI (et quel que soit le niveau d'AmpMI : Annexe 36).

3.3.4.3. Evolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des complications podologiques

Quel que soit la complication podologique et le sexe observé, l'influence des inégalités socio-économiques était stable au cours du temps (Figure 54). Un gradient positif de désavantage social s'est maintenu chez les hommes et les femmes avec un diabète ayant été hospitalisés pour plaies du pied (Figure 54.A et Figure 54.B respectivement) et AmpMI (Figure 54.C et Figure 54.D respectivement). Pour les AmpMI majeures et mineures (Annexe 37), l'influence des inégalités socio-économiques est également restée stable au cours du temps quel que soit le sexe.

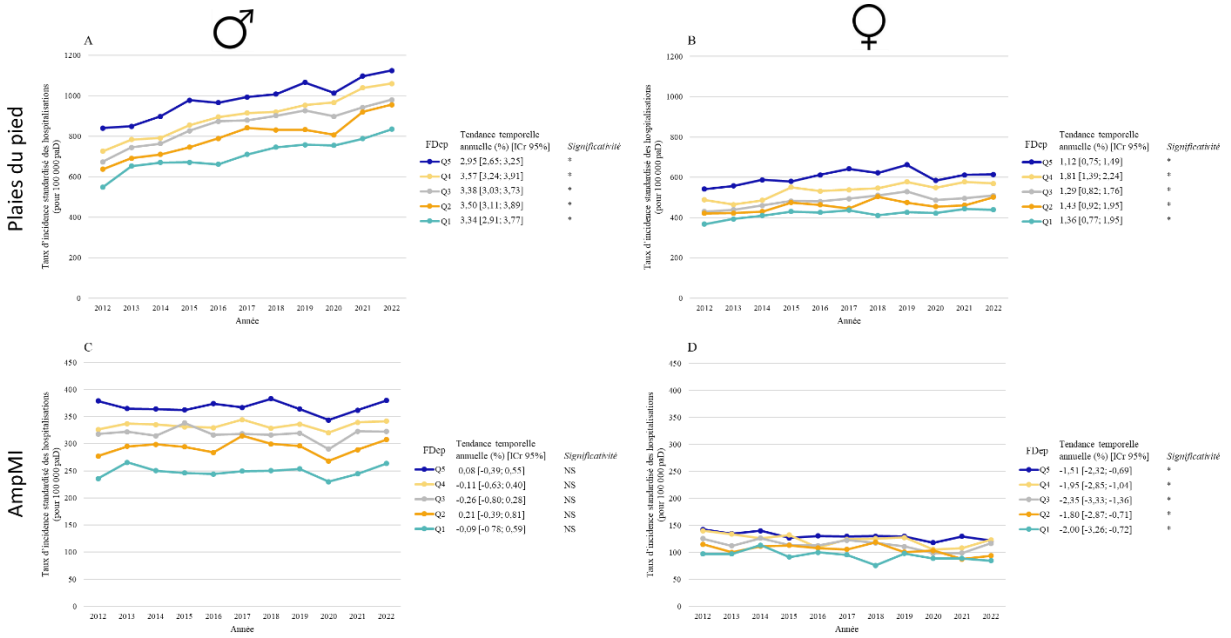


Figure 53 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour plaies du pied chez les hommes (A) et les femmes et (B) et pour amputation des membres inférieurs chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications podologiques

** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes réisant dans les communes les plus favorisées).*

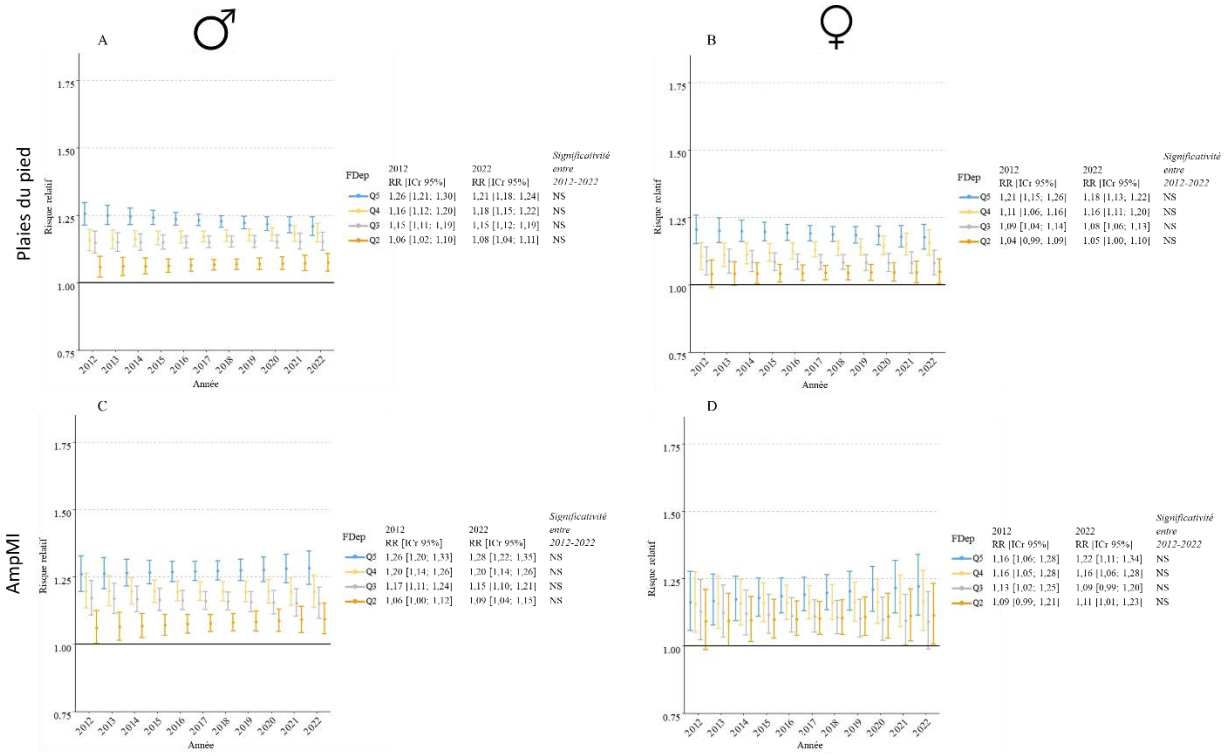


Figure 54 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour plaies du pied chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres inférieurs chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associée aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications podologiques

NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

3.3.5. Discussion

3.3.5.1. Principaux résultats

Cette étude montre que l'incidence des hospitalisations pour les plaies du pied a augmenté de manière constante sur ces dix dernières années, avec une chute en 2020 pendant la COVID-19, chez les hommes et les femmes avec un diabète, et un gradient de désavantage social marqué s'est maintenu sur toute la période (Tableau 17). Au contraire, l'incidence des hospitalisations pour AmpMI est restée stable chez les hommes (chute également observée en 2020 pendant la COVID-19) et a diminué chez les femmes avec un diabète, quel que soit le niveau de désavantage, mais le gradient de désavantage social est resté important et présent sur toute la période d'étude (Tableau 17). Ces tendances ont également été observées pour les AmpMI majeures et mineures, sauf pour les AmpM majeures chez les hommes, avec une diminution significative des groupes de désavantages intermédiaires (Q2, Q3, Q4), mais pas dans les groupes extrêmes (les plus favorisés et les plus défavorisés) (Annexe 36).

Tableau 17 : Récapitulatif des résultats concernant l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques des personnes avec un diabète, objectif 3

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 3	Incidence des plaies du pied	2012-2022	~	2022: **+21%**	~	2022: **+18%**
	Incidence amputation	2012-2022	~	2022: **+28%**	~	2022: **+22%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; l'incidence pour insuffisance cardiaque, accident vasculaire cérébral et syndrome coronarien aigu avec élévation du segment T sont des incidences des hospitalisations pour ces complications.

L'association entre inégalités socio-économiques et complications podologiques reste mitigée dans les études internationales, comme l'atteste une revue récente [225]. Ces écarts de résultats proviennent sûrement de la façon dont le niveau de désavantage est mesuré et de la population étudiée. Notre étude comporte également certaines limites méthodologiques qui seront décrites dans la section DISCUSSION de cette thèse.

3.3.5.2. Comprendre l'évolution de l'influence des inégalités socio-économiques sur l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques

Les complications podologiques sont des indicateurs importants du succès des soins préventifs : contrôle glycémique, gestion des facteurs de risque. Comme les complications podologiques partagent des facteurs de risque communs aux complications cardiovasculaires, l'argumentation donnée pour expliquer l'existence d'un gradient de désavantage social dans les complications cardiovasculaires est également valables pour les complications podologiques (voir partie 3.2.5.2).

En outre, l'incidence des complications podologiques ne dépend pas seulement de la gravité de la maladie, mais également de la qualité et de l'accès aux soins [357]. Les personnes les plus défavorisées peuvent avoir un accès limité aux soins, que ce soit dans la distance aux soins, dans le suivi des soins ou

dans la prise de rendez-vous [358]. Des études ont cependant montré qu'il n'y avait pas d'association entre les complications podologiques et l'accessibilité aux médecins généralistes [229, 234]. Il a cependant été montré que les médecins généralistes n'examinent pas systématiquement les pieds de leur patient avec un diabète [76, 359], par manque de temps ou encore de connaissance. Les personnes les plus défavorisées ont une moindre connaissance de leur état de santé [360] et peuvent ne pas être informées de cette complication liée à leur diabète. De plus, les plus favorisées qui sont plus proactives à rechercher des soins spécialisés, comme des podologues, pédicures, infirmiers (dans le cadre de la surveillance podologique) au contraire des personnes les plus défavorisées. Qui plus est, la consultation de podologue demande un reste à charge qui constitue un autre obstacle pour les personnes les plus défavorisées. En France, il existe un forfait podologique pris en charge par l'Assurance Maladie, mais qui dépend d'une gradation préalable du risque podologique de la personne (réalisé par le médecin généraliste ou le podologue) [76].

Nous avons également montré que les hommes avec un diabète avaient des taux d'incidence plus élevés d'hospitalisations pour complications podologiques que les femmes, quel que soit le niveau de désavantage. Ces résultats ont déjà été décrits dans d'autres études [361-363] et s'expliquent par le fait que les femmes sont plus susceptibles d'effectuer des soins personnels, dont ceux de leurs pieds [364], et que les hommes ont des prévalences plus élevés de facteurs de risque et comorbidités qui augmentent leurs risques de complications podologiques [361].

En plus de montrer un gradient de désavantage social très fort et présent dans les complications pododologiques des personnes avec un diabète, notre étude montre que l'incidence de l'hospitalisation pour plaies du pied a fortement augmenté dans tous les quintiles de désavantage chez les hommes et les femmes, alors que même que l'incidence des AmpMI est restée stable chez les hommes et a diminué chez les femmes avec un diabète. Une hypothèse relativement optimiste pour expliquer ces résultats serait que la prise en charge des plaies s'est améliorée, avec davantage d'hospitalisations préventives permettant d'éviter des AmpMI. Toutefois, cette hypothèse reste partiellement optimiste, car les inégalités dans l'incidence de ces complications restent toujours présentes.

Enfin, nos résultats montrent que l'hospitalisation des personnes pour complications podologiques ne dépend pas seulement des caractéristiques individuelles des personnes avec un diabète (facteurs de risque, statut socio-économique, littératie en santé, observance dans les mesure de prévention), mais également de l'organisation locale des soins de santé, de la disponibilité des ressources, des stratégies de gestion utilisées et des attitudes des prestataires de soins ou professionnels de santé [357]. En effet, en 2020, pendant la COVID-19, la diminution de l'incidence des plaies du pied témoignent probablement (a) que des personnes ont été protégées par le confinement de situations dangereuses (avec moins de traumatisme) et (b) de l'effet grave et perturbateur de la pandémie sur les prestations de soins hospitaliers des personnes avec un diabète [83, 357]. Cependant, l'absence de rebond post-COVID-19 des hospitalisations pour AmpMI est rassurante, car elle suggèrent que les personnes ayant eu des plaies ont

pu continuer à avoir accès aux soins pendant la COVID-19 (potentiellement d'autres lieux qu'à l'hôpital).

3.3.5.3. Conclusion

Cette étude montre qu'il existe et demeure de fortes inégalités socio-économiques dans l'incidence des complications podologiques chez les hommes et les femmes avec un diabète et que le poids des complications podologiques a augmenté en France, avec notamment une augmentation de l'incidence des hospitalisations pour plaies du pied dans tous les groupes de désavantage. Ces résultats montrent que les efforts dans la prévention primaire des complications podologiques doivent cibler plus amplement les personnes résidant dans les communes les plus défavorisées. La réduction du fardeau podologique est importante à la fois pour réduire le coût financier que pèsent les complications podologiques sur le système de soins, mais également pour réduire le fardeau qui pèse sur le corps médical et les personnes avec un diabète. D'autant plus que les personnes les plus défavorisées (ou résidant dans les communes les plus défavorisées) accumulent un certain nombre de charges, et dont une AmpMI peut encore aggraver leur situation [80, 365]. Nous donnerons dans la section DISCUSSION de cette thèse des pistes de réflexion et d'actions pour réduire ces inégalités.

Le Tableau 18 suivant synthétise les principaux résultats du dernier objectif de cette thèse, concernant l'influence des inégalités socio-économiques sur les hospitalisations pour complications cardiovasculaires et podologiques des personnes avec un diabète.

A RETENIR

- L'incidence des hospitalisations pour plaies du pied a fortement augmenté chez les hommes et les femmes avec un diabète dans tous les groupes socio-économiques.
- Le gradient de désavantage social dans l'incidence des hospitalisations pour plaies du pied et AmpMI s'est maintenu dans le temps chez les personnes avec un diabète

---

Récapitulatif des résultats de l'objectif 3

Les résultats de l'objectif 3 de cette thèse ont permis de montrer que les inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitalisations des complications cardiovasculaires et podologiques chez les personnes avec un diabète se sont maintenues et sont restées marquées au cours de la dernière décennie (sauf pour l'hospitalisation pour AVC où l'association avec les inégalités socio-économiques est moins élevée) (Tableau 18).

Tableau 18 : Récapitulatif des résultats de l'objectif 3 sur l'évolution des inégalités socio-économiques dans l'incidence des hospitaliations pour complications podologiques et cardiovasculaires

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 3	Incidence insuffisance cardiaque	2012-2022	~	2022: **+27%**	~	2022: **+31%**
	Incidence accident vasculaire cérébral	2012-2022	~	2022: **+4%**	~	2022: +2%
	Incidence syndrome coronarien aigu avec élévation du segment T	2012-2022	~	2022: **+17%**	~	2022: **+27%**
	Incidence des plaies du pied	2012-2022	~	2022: **+21%**	~	2022: **+18%**
	Incidence amputation	2012-2022	~	2022: **+28%**	~	2022: **+22%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; l'incidence pour insuffisance cardiaque, accident vasculaire cérébral et syndrome coronarien aigu avec élévation du segment T sont des incidences des hospitalisations pour ces complications.

4. Travaux complémentaires

4.1. Collaboration internationale – Evolution de l'incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale

Dans le cadre du consortium international sur le diabète, GLOBODIAB, des données agrégées ont été transmises afin d'étudier les taux et tendances de l'incidence de l'insuffisance rénale terminale chez les personnes avec un diabète. Plus précisement, les données transmises comprenaient une différenciation entre l'incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale traitée (dialyse, transplantation rénale) et non traitée (repérée via les causes de décès). Des premiers résultats ont été valorisés lors d'un congrès international : *European Association for the Study of Diabetes* (voir section PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES).

Il a notamment été montré que les taux d'incidence standardisés selon l'âge de l'insuffisance rénale chronique terminale chez les personnes avec un diabète ont diminué au fil du temps dans six des neuf pays étudiés (Figure 55). En France (et en Australie et Italie), l'incidence de l'insuffisance rénale terminale était la plus faible au début de l'étude et présentait des taux relativement inchangés au fil du temps (Figure 55).

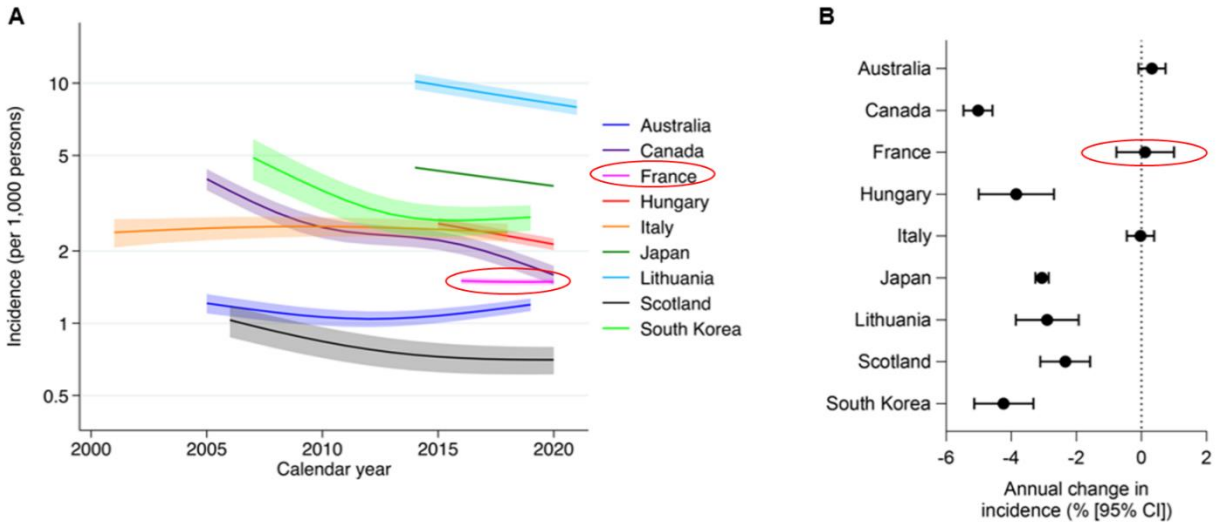


Figure 55 : Taux d'incidence standardisés selon l'âge de l'insuffisance rénale terminale chez les personnes avec un diabète (A) et variations annuelles moyennes en pourcentage des taux standardisés selon l'âge (B) de 2000 à 2020. Résultats issus du Consortium international sur le diabète et présentés au congrès European Association for the Study of Diabetes *2024*

Champs : multipays ; Source : multi-source (registre, base médico-administrative, d'assurance maladie, enquête en population) ; Figure tirée du résumé pour le congrès European Association for the Study of Diabetes.

A noter que dans le cadre de ce consortium international de diabète, un projet sur l'évolution de l'incidence du diabète de 2010 jusqu'en 2022 est en cours. Ce projet permettra notamment la comparaison des données à un niveau mondial concernant les tendances de l'incidence du diabète pré et post-COVID-19.

4.2. Evolution de la mortalité des personnes de moins de 30 ans avec un DT1 de 2013 à 2021

En France, il existe peu de données concernant les taux de mortalité par tranche d'âge chez les personnes avec un DT1. Une étude sur la mortalité des enfants avec un DT1 âgés de 1 à 15 ans, de 1987 à 2016 [366], avait montré que la cause de décès de ces enfants était principalement liée à une complication aiguë du DT1 (acidocétose diabétique ou coma dans 62 % des cas), avec une diminution de la surmortalité de ces enfants au cours du temps, sauf chez les enfants âgés de 1 à 4 ans.

Il existe également peu de données sur la mortalité chez les personnes avec un DT1 entre 15 et 25 ans, correspondant à la période de transition adolescents/jeunes adultes en France. Pour combler ce manque, nous étudions actuellement les causes de mortalité dans cette tranche d'âge en collaboration avec Romée Puliquen dans le cadre de sa thèse d'exercice en Pédiatrie dirigée par le Docteur Régis Coutant (collaboration également avec le Docteur Clara Piffaretti). L'objectif est d'évaluer la mortalité et les causes de mortalité des personnes avec un DT1 âgées de 1 à 30 ans entre 2013 et 2021 en France. Ce projet est en cours, et les résultats seront disponibles au début de l'année 2025, et seront valorisés sous la forme d'un article scientifique publié dans une revue internationale.

DISCUSSION

Ce travail a permis de compléter les connaissances manquantes sur l'épidémiologie du diabète, en étudiant les évolutions de l'association entre le statut socio-économique et la dynamique du diabète. Il a également permis de développer un nouvel indicateur de surveillance, la mortalité des personnes avec un diabète, via l'utilisation des bases médico-administratives. Nous présenterons donc dans cette dernière section, une synthèse des principaux résultats observés. Enfin, plus largement, nous proposerons des pistes de réflexion pour réduire les inégalités socio-économiques dans le diabète et des perspectives pour poursuivre ces travaux.

1. Principaux résultats

1.1. Tendances temporelles

Le Tableau 19 permet de présenter de manière synthétique les relations observées tout au long de ce travail sur l'évolution de l'association entre inégalités socio-économiques et les indicateurs du diabète explorés. Le paragraphe ci-dessous accompagne la lecture de ce tableau.

Ainsi, entre 2010 et 2020, les **inégalités socio-économiques dans la prévalence du DT2** chez les **hommes et les femmes**, et entre 2012 et 2020 les **inégalités dans l'incidence du DT2 chez les hommes**, **ont fortement augmenté**. Les **hommes résidant dans les communes les plus défavorisées** avaient **67 % plus de risque de développer un DT2** par rapport aux hommes résidant dans les communes les plus favorisées en 2020**. Chez les femmes,** même si nous avons montré que les **inégalités dans l'incidence du DT2 sont restées** stables, **ce sur-risque de développer un DT2** était de **95 % en 2020**.

Nous avons également montré que les **inégalités socio-économiques dans la mortalité** (toutes causes, maladies cardiovasculaires et tumeurs) et **l'incidence des hospitalisations pour complications** (cardiovasculaires et podologiques) chez les personnes avec un diabète **ont persisté**, mais sont restées stables, au cours du temps. Ce constat ne peut pas être satisfaisant étant donné l'ampleur des inégalités observées. Par exemple en 2022, les hommes et les femmes avec un diabète résidant dans les communes les plus défavorisées avaient respectivement **31 % et 27 % plus de risque d'être hospitalisés pour une insuffisance cardiaque**, et **22 % et 28 % plus de risque d'AmpMI**, comparés à leurs homologues des communes plus favorisées. Quant à la **mortalité**, le sur-risque de décéder **par maladies cardiovasculaires** était respectivement **15 % et 18 % plus élevé** en 2019.

Ces résultats montrent donc que **les inégalités socio-économiques dans le diabète ont persisté**, voire se sont **exacerbées** pour certains indicateurs de surveillance du diabète.

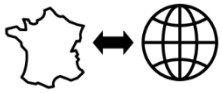
Enfin, il est important de noter que nos résultats ont montré un **gradient de désavantage social** très présent et marqué dans la majorité des indicateurs de diabète étudiés. Les **inégalités sociales de santé concernent l'ensemble de la population avec un diabète**, en **s'accumulant** au cours de leur parcours de vie.

Tableau 19 : Récapitulatif des résultats de cette thèse concernant l'évolution des inégalités socio-économiques sur les differents indicateurs du diabète

			Hommes		Femmes	
	Indicateur diabète	Période d'étude	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1	Evolution temporelle inégalités sociales de santé	Risque relatif Q5 vs. Q1
Objectif 1	Prévalence	2010-2020	↗	2020 : **+53%**	↗	2020 : **+92%**
	Incidence	2012-2020	↗	2020 : **+67%**	~	2020 : **+95%**
Objectif 2	Mortalité toutes causes	2013-2019	~	2019 : **+15%**	~	2019 : **+11%**
	Surmortalité toutes causes paD vs psD	2013-2019	~	2019 : **-9%**	~	2019 : -2%
	Mortalité par maladies cardiovasculaires	2013-2019	~	2019 : **+18%**	~	2019 : **+15%**
	Mortalité par tumeurs	2013-2019	~	2019 : **+8%**	~	2019 : **+8%**
Objectif 3	Incidence insuffisance cardiaque	2012-2022	~	2022: **+27%**	~	2022: **+31%**
	Incidence accident vasculaire cérébral	2012-2022	~	2022: **+4%**	~	2022: +2%
	Incidence syndrome coronarien aigu avec élévation du segment T	2012-2022	~	2022: **+17%**	~	2022: **+27%**
	Incidence des plaies du pied	2012-2022	~	2022: **+21%**	~	2022: **+18%**
	Incidence amputation	2012-2022	~	2022: **+28%**	~	2022: **+22%**

Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées ; paD : personnes avec un diabète ; psD : personnes sans diabète ; en rouge : le risque relatif est significativement plus élevé par rapport au Q1 ; en vert : le risque relatif est signficativement plus faible par rapport au Q1 ; Pour l'objectif 3, ce sont les incidences des hospitalisations pour complications qui sont présentées.

1.2. Comparaison des résultats



Bien que le lien entre le statut socio-économique et le diabète ait été largement exploré et démontré dans la littérature internationale dans les pays à haut niveau de revenus**, il n'existe que très peu d'études qui se sont intéressées à l'évolution de cette association**. Pourtant, comme nous l'avons vu, parmi ces études, la plupart ont montré que les inégalités socio-économiques se sont maintenues dans le temps. Même si la comparaison entre les pays reste difficile en raison des différences de population, d'organisation du système de soins et de politiques de prévention, la France semble tout de même se trouver dans des **situations similaires à celles d'autres pays européens**. Pour être plus explicite, de nombreux pays, y compris la France, ont observé **une stabilisation, voire une diminution, de l'incidence du DT2.** Cela pourrait être le fruit des **politiques de prévention primaires** déployées au cours des dernières décennies. Toutefois, **le fardeau des inégalités sociales de santé** dans la survenue du DT2 n'a pas été réduit.

1.3. Réfléxion méthodologique

Nos résultats sont tous issus d'un système d'information qui centralise les données de santé de plus de **67 millions de personnes résidant en France**. Ces millions de données sont rassemblées et mises à disposition dans le **SNDS,** une des bases de **données médico-administratives** la **plus grande du monde**. Cette base de données permet d'accéder à de nombreuses informations sur les dépenses de soins, la facturation des actes hospitaliers ou encore les certificats de décès. La richesse du SNDS vient du fait que ces données sont **collectées en routine**, contiennent de nombreuses **informations sur la santé** de la population française, et cela de manière **quasi-exhaustive** [305]. La force du SNDS provient également de sa constante **évolution et de son enrichissement**. Les données du SNDS sont de plus en plus **utilisées dans le cadre de la recherche et de la surveillance épidémiologique**, via notamment l'accès sur projet (facilité par le HDH). L'intensification de l'utilisation du SNDS permet d'exploiter pleinement les nombreuses **informations qui sont précieuses,** et à **moindre coût** (contrairement aux enquêtes en population). Ces informations permettent aux décideurs politiques et aux acteurs de la santé publique d'étudier, de comprendre et d'**agir en faveur de la santé de la population française.**

En contrepartie, l'utilisation d'une telle base de données demande un **investissement très important** pour **comprendre son fonctionnement et ses spécificités**, et demande une **grande vigilance** dans son utilisation que nous avons tenté de contourner au mieux dans nos analyses. En effet, cette base de données a été **construite historiquement** pour informer et guider les décisions **médico-administratives**. Cela donne lieu à une évolution constante de son contenu, comme l'évolution de la présence des régimes d'Assurance Maladie, de la codification ou des remboursements, qui exige ainsi une grande vigilance dans les études temporelles. En outre, certaines **informations manquent** dans le cadre de la recherche et la surveillance de la santé de la population, comme **l'absence de données sur certaines délivrances de médicaments** (lors d'un séjour hospitalier ou dans les EHPAD disposant de leur propre pharmacie à usage interne (PUI)) ou **l'absence des résultats d'examens biologiques ou d'imagerie**. De même, **ni les caractéristiques individuelles** des personnes (taille, poids, origine ethnique, antécédents familiaux, gravité de la maladie), **ni leurs comportements** (consommation de fruits et légumes, d'alcool, de tabac), **ni leur expérience perçue des soins** (santé perçue, accès aux soins, compréhension des soins, motifs de consultation), ni leur **réelle consommation des soins** (par exemple, les médicaments délivrés non consommés), ne sont présentes dans ces bases de données. Il existe également **peu d'informations sur la situation socio-économique** des individus (diplôme, revenu). Ces informations manquantes dans le SNDS **limitent certaines analyses**, notamment dans l'étude du diabète où certains **facteurs de risque fortement associés au diabète**, comme l'origine ethnique, les antécédents familiaux ou l'IMC [47, 55, 367, 368], **ne peuvent pas être pris en compte**.

Pour pallier ce manque, les données du SNDS peuvent être **appariées à des enquêtes de santé en population**, ce qui en fait également sa richesse, mais ces enquêtes **restent lourdes, onéreuses** et sont

souvent **non pérennes**. L'accès à de telles données dans le SNDS fait donc partie des **enjeux majeurs pour le futur**, et permettra **d'améliorer considérablement la surveillance de la population** (notamment celle du diabète, comme nous le discuterons dans le paragraphe suivant). A noter que dans certains pays scandinaves, comme le Danemark, de telles données sont disponibles depuis longtemps dans leur système de données de santé[64]. Enfin, même si le SNDS permet l'accès à des données de santé de millions de personnes, **la disponibilité de ces données n'est pas immédiate**. Cela est dû au fait que les données doivent être vérifiées et consolidées avant d'être mises à disposition (comme celles du PMSI ou des causes médicales de décès), ce qui permet de garantir une certaine qualité, mais peut prendre plusieurs mois, voire années. De ce fait, le SNDS ne **permet pas la surveillance en temps réel** de la population, ce qui est un vrai manque, surtout lors de crises majeures, comme celle de la COVID-19, où d'autres systèmes de surveillance lourds et onéreux ont dû être mis en place.

Ceci étant dit, nous rappelons que **nos résultats** ont tout de même permis **de capter de manière quasi-exhaustive les personnes qui ont été traitées pharmacologiquement pour un diabète en France**. Cela a été possible grâce à la richesse des informations et à l'exhaustivité du SDNS que nous venons de décrire, mais également grâce à l'utilisation d'un algorithme qui permet de **repérer très spécifiquement les personnes traitées pour un diabète** (médicaments « traceurs »). Cependant, la surveillance du diabète en France **peut être améliorée**. En effet, l'algorithme que nous utilisons ne permet **pas de distinguer** les personnes traitées pharmacologiquement pour un **DT1** ou **un DT2**, ce qui est une limite dans la surveillance. En limitant nos analyses de l'incidence du diabète **aux personnes de plus de 45 ans**, cela nous a permis d'être plus **spécifiques du DT2** : après 45 ans la proportion du DT1 est très faible face au DT2 (Annexe 38). Nous limitons également les cas de DG car le nombre de grossesses après 45 ans est très faible en France (Annexe 39). Cependant, cela **limite la surveillance du diabète dans les populations plus jeunes,** alors que **l'incidence du DT2 chez les jeunes** est en pleine expansion, avec probablement un impact sur des inégalités sociales de santé majeur. De plus, la surveillance actuelle du diabète dans les données du SNDS ne permet **pas de connaître le nombre de personnes ayant un diabète non diagnostiqué, non traité pharmacologiquement** (traité par mesures hygiéno-diététiques), ou encore non suivi. Pourtant ces informations sont capitales pour **réduire le fardeau du diabète** en France. En effet, les enquêtes en population générale ont estimé la **prévalence du diabète non diagnostiqué** à **1,7 % (23 % des cas de diabète**) et celle du diabète **diagnostiqué mais non traité pharmacologiquement** à **1,2 % (21 % des cas de diabète**) parmi les personnes âgées de 18 à 74 ans résidant en France hexagonale entre 2014-2016 [54], et avec des inégalités sociales majeures [55]. A noter aussi que nous n'avons pas pu ajuster nos analyses sur **les taux de dépistage** du diabète en France, ce qui pourrait avoir un impact sur l'évolution de l'incidence observé, mais le taux de dépistage varie peu en France et reste relativement

[64] https://www.senat.fr/rap/r22-873/r22-87314.html#fn42 ; Frank L. Epidemiology. The epidemiologist's dream: Denmark. Science. 2003 Jul 11;301(5630):163. doi: 10.1126/science.301.5630.163. PMID: 12855788.

bon [369, 370], bien qu'il puisse être amélioré compte tenu de la prévalence du diabète non diagnostiqué. Enfin, l'algorithme que nous utilisons **sous-estime le nombre de personnes traitées pharmacologiquement pour un DT2,** car il ne permet pas de prendre en compte **les personnes décédées avant d'avoir eu trois remboursements**, celles n'ayant **pas eu trois remboursements au cours de l'année** ou encore **celles dont les remboursements ne remontent pas dans les données de l'Assurance Maladie** [371], comme celles résidant en **EHPAD** utilisant des PUI. En France environ 2 % des personnes avec un diabète traitées pharmacologiquement sont en EHPAD ou en unité de soin de longue durée (USLD), ce qui représente environ 11 % des personnes en EHPAD ou USLD (Annexe 40). Cependant, en France, l'approvisionnement des EHPAD se fait majoritairement en pharmacie de ville (sauf les EHPAD des établissements publics hospitaliers). En 2012, moins de 30 % des EHPAD avaient des Pharmacies à usage intérieur (PUI) [372], chiffre qui diminue avec le temps. Cette **sous-estimation est donc probablement constante** au cours du temps, ce qui impacte donc peu nos analyses d'évolution temporelle.

Nous montrons ainsi que l'amélioration de la surveillance du diabète ne pourra se faire que lorsque le système d'information de la santé de la population, le SNDS, permettra d'avoir **accès à des données plus précises** sur la santé de la population (compte rendu clinique des médecins et des laboratoires, réelle consommation de soins etc.). Ces travaux ont également mis en lumière la nécessité d'avoir une **vigilance constante sur l'utilisation des données du SNDS**. En effet, les informations dans le **SNDS évoluent selon les réglementations, les disponibilités des services et des traitements**. Nous avons notamment montré que **l'algorithme** que nous utilisons pour repérer les personnes traitées pharmacologiquement doit être **mis à jour** pour les analyses à partir de 2021, en raison de l'extension de l'AMM de certaines classes thérapeutiques antidiabétiques. Sans aucun doute, de **tels changements se reproduiront dans le futur**, et cette **vigilance concerne toute la surveillance des pathologies** effectuées à partir des données du SNDS.

Enfin, **la force de nos résultats** vient du fait que nous avons réussi à **décrire la situation socio-économique des personnes avec un diabète**. Nous montrons que la **surveillance de la population** avec un diabète peut, et surtout **doit, se faire** également **selon le statut socio-économique** des personnes avec un diabète. Cela est essentiel autant pour la surveillance de ces populations que pour **l'aide à la décision des politiques publiques**. Cette surveillance n'est cependant pas aisée en raison du **peu d'informations socio-économiques** contenues dans le SNDS. L'utilisation d'un **indicateur écologique** tel que le FDep nous a permis de **pallier ce cruel manque**. Cependant, l'utilisation d'un tel indicateur comporte certaines limites méthodologiques liées notamment à sa nature **écologique**. En effet, le **biais écologique** est une erreur de raisonnement dans l'interprétation des résultats au niveau individuel à partir de données non individuelles (agrégées). Il doit donc être interprété comme étant une mesure de la **situation socio-économique** des personnes résidant dans une **même zone géographique** à un **moment donné**, et non pas comme le reflet d'une situation socio-économique individuelle, ni pour

rechercher une relation causale entre le désavantage social et un événement de santé. Il peut être interprété comme un proxy du statut socio-économique, mais doit toujours être intégré dans une **dimension contextuelle** associée à la zone géographique étudiée. Il n'intègre cependant pas l'ensemble des dimensions territoriales et sociales en jeu, comme la disponibilité des services de soins, le taux de pollution, le taux de familles monoparentales, etc.

Egalement, l'utilisation d'un indicateur écologique **sous-estime les véritables inégalités sociales de santé et ceci est d'autant plus vrai que la zone géographique qu'il couvre est large.** En effet, plus la zone géographique choisie pour calculer l'indicateur est **grande et non homogène**, **plus le biais écologique est important**. Dans le SNDS, **la zone géographique la plus fine** est la **commune.** Le **nombre de personnes résidant dans les communes** en France **varie beaucoup** et peut être très **élevé selon les communes**, ce qui peut **accentuer l'hétérogénéité populationnelle dans une commune**. Les gradients socio-économiques que nous observons sont donc probablement sous-estimés. La prise en compte de la densité de la population dans chaque commune (comme pour notre étude sur la mortalité par COVID-19) et des communes adjacentes (dans toutes nos analyses) peut cependant limiter cette hétérogénéité entre les communes étudiées. A noter que la qualité de cet indicateur dépend aussi de la **qualité du codage des codes communes dans le SNDS**, qui s'est améliorée au cours des années (Annexe 10). Ainsi, nous n'avions pas à notre disposition tous les FDep associés à toutes les communes en France hexagonale. L'Annexe 11 présente les caractéristiques des personnes avec un FDep manquant en 2020. Cependant, contrairement à la plupart des indicateurs écologiques, le FDep est beaucoup plus **adapté aux contextes ruraux** [180, 373] : en zone rurale sa distribution est assez **homogène dans l'ensemble des régions** de France hexagonale, **par sexe et âge** (Annexe 41).

Enfin, il existe également certaines **limites concernant nos choix méthodologiques** dans **l'utilisation de cet indicateur**. Premièrement, nous avons choisi d'utiliser la même version du FDep de 2015 quelle que soit l'année étudiée. Cela ne nous permet **pas de capter l'évolution du FDep** liée à l'évolution des caractéristiques socio-économiques des communes, mais ces évolutions **restent négligeables** pour les périodes d'étude courtes (environ 5 ans pour nos études). Deuxièmement, nous avons choisi **d'interpréter le FDep en quintile de population** pour simplifier nos interprétations. Cependant, les quintiles de FDep ont été calculés au niveau de la population générale (consommants), ce qui fait que dans la population avec un diabète les quintiles ne sont **pas répartis en parts égales** car les personnes avec un DT2 résident plus fréquemment dans les communes les plus défavorisées que la population générale (environ 21 % dans les quintiles les plus défavorisés et 16 % dans les plus favorisés). De plus, séparer le score du FDep en cinq catégories nous fait **perdre de l'information concernant les bornes de chaque quintile** et fait que les caractéristiques des personnes résidant dans les communes d'un même quintile ne sont probablement pas homogènes.

En conclusion, même si cet indicateur **sous-estime probablement** les **inégalités sociales de santé** présentes dans la population avec un diabète, il a tout de même **l'avantage de décrire** et **mettre en**

lumière l'existence **d'inégalités majeures dans l'ensemble de la population**, et pas seulement dans les situations de précarité (comme avec l'utilisation de la C2S par exemple). Tant que le SNDS ne permettra pas de fournir des informations individuelles précises sur la situation socio-économique des individus, l'utilisation de tels indicateurs écologiques apparaît comme la meilleure solution. Il est par contre **urgent que ce type d'indicateur** soit **développé dans nos régions d'outre-mer**. En effet, les composants socio-économiques qui définissent le FDep ne sont **pas applicables aux territoires des DROM**, ce qui constitue une limite importante de l'utilisation du FDep, du fait que les DROM sont des territoires dont l'emplacement géographique, la culture et le mode de vie sont très différents du territoire hexagonal. Pour autant, **ces territoires sont particulièrement touchés** par le **fardeau du diabète**, en termes de **nombre de personnes qui en sont atteintes** ou de **situations socio-économiques défavorables**, ce qui en fait également un **enjeu de santé publique prioritaire**. Pour compenser cette limite, nous avons étudié l'évolution des disparités territoriales en France, dont les DROM, de plusieurs indicateurs du diabète, sans que cela permettre de caractériser de manière précise ces populations.

2. Perspectives

2.1. Pistes de réflexion pour réduire les inégalités sociales de santé dans le diabète

La France fait partie des pays du monde disposant d'un **système de santé universel**. La création de la sécurité sociale, puis de la **couverture maladie universelle** (maintenant nommée Protection Universelle Maladie (PUMa)), a permis de **garantir** à **toutes les personnes** qui travaillent ou résident en France de manière stable et régulière **une prise en charge de leurs frais médicaux**. Les valeurs de ce système, **solidaires et égalitaires**, ambitionnent un **accès aux soins universel**, **sans distinction de revenu, d'origine ethnique ou de statut social**. Pour cela, plusieurs **dispositifs complémentaires** ont été mis en place pour garantir l'accès à la santé à tous : la C2S pour couvrir la part restante des frais médicaux après le remboursement de l'Assurance Maladie, l'AME destinée aux personnes en situation irrégulière en France, des Permanences d'Accès aux Soins de Santé (PASS) pour donner accès aux soins aux personnes en grande précarité sans assurance maladie, les ALD qui permettent de prendre en charge 100 % des frais des soins liés à certaines maladies, dont le diabète, ou encore la vaccination gratuite. De plus, **d'autres dispositifs d'aides sociales** (RSA, Allocation Adulte Handicapé (AAH), ASPA, Allocation Personnalisée d'Autonomie (APA), ou encore les Caisses d'Allocation Familiales (CAF)) ont également un impact sur la santé de la population.

Pourtant, malgré tous ces dispositifs et le caractère universel du système de santé en France, **il existe et demeure de fortes inégalités sociales de santé**, montrées tout au long de cette thèse.

Dans les prochains paragraphes, nous tâcherons de donner des **pistes de réflexion et d'action pour réduire les inégalités sociales** dans le diabète. Ces différentes pistes de réflexion reprennent des éléments développés par des institutions nationales et internationales dans le cadre de la lutte contre les inégalités sociales de santé, comme le HCSP [161], l'IGAS [374], le PNNS [375] ou encore

l'OCDE [376]. Ces différentes réflexions pourraient être particulièrement adaptées pour réduire les inégalités dans la population avec un diabète au regard des résultats de cette thèse.

- ***Réduire les inégalités sociales dans l'apparition du diabète : enjeux de la prévention primaire***
  - **Agir sur l'éducation dès l'enfance**

Comme nous l'avons vu, les **déterminants sociaux**, qui **s'accumulent et s'auto-renforcent** tout au long de la vie (théorie *Life Course*) [167], génèrent des inégalités sociales de santé. De ce fait, **agir dès l'enfance** est crucial, d'autant que le milieu scolaire en France offre un bon vecteur d'action grâce à l'instruction obligatoire pour tous les enfants entre 3 et 16 ans ce qui permet de toucher la grande majorité de cette population[65].

Ainsi, **l'éducation à l'alimentation** devrait être autant prioritaire que les autres matières fondamentales (mathématiques, français) dans les programmes scolaires. Cela peut passer par des programmes de sensibilisation qui **aident les enfants à adopter de bonnes habitudes alimentaires**, notamment lorsque leur environnement familial ne le permet pas. La **restauration collective** dans les écoles a également une grande importance dans l'éducation et l'accessibilité à une alimentation saine. La **loi EGalim** de 2018 visait à améliorer la qualité de l'alimentation dans les cantines scolaires, en favorisant l'agriculture biologique, la réduction des produits transformés, et l'introduction de repas végétariens dans les établissements publics. Cependant, la mise en œuvre de cette loi a été confrontée à des difficultés pratiques, notamment les budgets des cantines scolaires souvent trop limités pour appliquer pleinement ces mesures dans toutes les écoles. Il est donc primordial que ce genre de dispositifs soit accessible financièrement à tous, avec des subventions adaptées selon l'établissement et la zone géographique pour réduire les inégalités dans l'accès à une alimentation saine des jeunes populations [377]. Ces actions font partie des grands axes prioritaires du PNNS 2019-2023 [375], qui méritent d'être renforcés et prolongés.

Par ailleurs, la **promotion de l'activité physique encouragée** dans **toutes les écoles** n'est **pas encore suffisamment valorisée** en France. Par exemple, le dispositif « Deux heures d'activité physique et sportive en plus par semaine au collège », qui a été annoncé pour la rentrée scolaire 2024, vise à encourager davantage d'activité physique chez les collégiens. Seulement, l**a mise en pratique de cette mesure reste complexe** dans la plupart des établissements scolaires notamment par **manque d'infrastructures** et par des **difficultés à trouver des créneaux** dans des emplois du temps scolaire déjà surchargés. En effet, l'activité physique est trop peu valorisée en France contrairement à d'autres pays comme les Etats-Unis, qui favorisent **des aménagements des cours pour effectuer du sport**. Dans ce sens, un appel à projet lancé en juin 2019 par le ministère de l'Education nationale et de la Jeunesse, vise à encourager la mise en œuvre de ce type d'aménagement[66]. Ce dispositif est actuellement testé dans plusieurs classes en France.

[65] Statistique Insee disponible sous : https://www.insee.fr/fr/statistiques/2383587.
[66] https://www.education.gouv.fr/plus-de-sport-l-ecole-une-grande-priorite-pour-le-sport-306483.

Ces mesures sont d'autant plus urgentes quand on sait qu'il y a de **plus en plus de surpoids, d'obésité et de DT2 chez les jeunes** [378], qui plus est, socialement répartis [379]. Dans ce sens, le programme « Mission : retrouve ton cap » a été récemment lancé par l'Assurance Maladie. Il vise à accompagner les enfants (3-12 ans) souffrant de surpoids ou d'obésité, via des diététiciens et psychologues et en intégrant aussi un bilan d'activité physique[67]. Ce dispositif devrait être étendu et mieux relayé, via les centres de Protection Maternelle et Infantile (PMI), pédiatres ou médecins généralistes, pour permettre de toucher plus largement les familles les plus défavorisées.

- **Intégrer le principe d'universalisme proportionné dans les politiques de prévention**

Les politiques de **prévention universelles** (visant l'ensemble de la population comme « Manger, Bouger ») déployées aujourd'hui sont axées sur le **changement de comportements individuels**. Le problème est que ces politiques sont davantage **conçues, comprises et appliquées** par **les populations les plus favorisées**. En conséquence, ces politiques peuvent en partie diminuer le fardeau du diabète dans la population, mais ne peuvent **en aucun cas réduire les inégalités sociales** dans le diabète (Figure 56). C'est le constat que nous avons fait dans l'objectif 1 de cette thèse concernant l'incidence du diabète, et qui a également été souligné dans un rapport de l'Assurance Maladie de 2017 qui a comparé l'efficacité de 199 études populationnelles et 29 interventions individuelles sur l'équité en santé en termes de réduction du tabagisme (nous reparlerons de ce dispositif juste après) [380].

De même, les résultats concernant la mortalité par COVID-19 dans les différents groupes socio-économiques (objectif 2) tendent à aller dans ce sens. En effet, pendant la première vague de l'épidémie, alors que les stratégies mises en place étaient « imposées » collectivement avec le confinement total de la population, nous n'avons pas observé de gradient de désavantage social dans la mortalité par COVID-19. Au contraire, lors de la seconde vague, quand les stratégies de prévention se sont basées sur des stratégies populationnelles axées sur des « comportements » individuels, le gradient de désavantage social est réapparu.

Il existe également des **interventions qui ciblent spécifiquement des populations** (précaires, minorités etc.) comme les chèques « Alimentation Durable » en Seine-Saint-Denis[68], ou les repas à 1 euro pour les étudiants en difficulté économique[69]. Cependant, ces types de politique de prévention ne répondent qu'en partie à notre problématique : elles permettent de déployer de plus grands efforts dans les populations les plus précaires, mais **ne permettent d'agir sur les autres niveaux du gradient de désavantage social** (Figure 56).

[67] https://www.ameli.fr/medecin/sante-prevention/enfants-et-adolescents/prevention-du-surpoids-et-de-l-obesite-infantile/mission-retrouve-ton-cap-prevention-obesite-infantile.
[68] https://www.aprifel.com/fr/article-revue-equation-nutrition/populations-defavorisees-et-consommation-quotidienne-fruits-et-legumes/.
[69] https://solidarites.gouv.fr/lutter-contre-la-precarite-alimentaire.

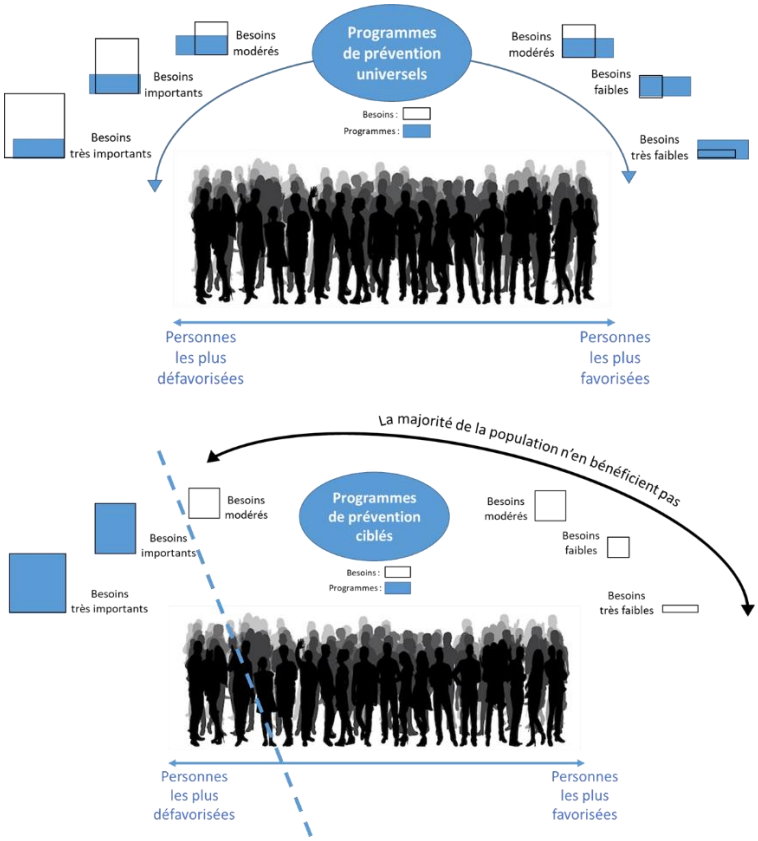


Figure 56 : Schématisation de l'apport des programmes de prévention universels et de prévention ciblés dans les différents groupes socio-économiques

Figure adaptée de l'infographie de RfVS-OMS (disponible sous www.villes-sante.com) tirée elle-même de l'infographie de Human Early Learning Partnership. Policy Brief: Proportionate Universality: University of British Colombia; 2011.

Une **approche d'universalisme proportionné** [147, 381] permet de répondre à ce défi : elle permet de mettre en place des actions de **prévention qui sont universelles** (bénéficiant à toute la population), mais avec une **intensité proportionnelle aux besoins et aux difficultés de certains groupes de la population** (Figure 57).

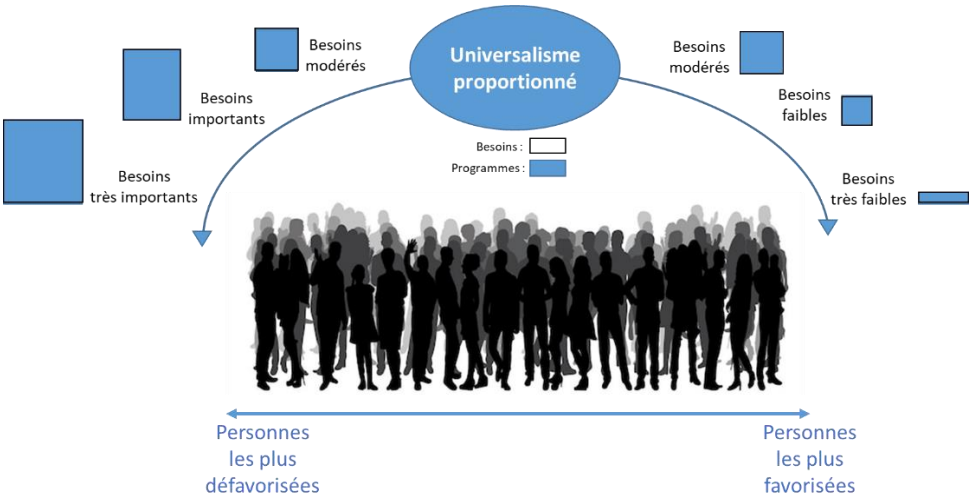


Figure 57 : Schématisation de l'apport des programmes de prévention utilisant le principe d'universalisme proportionné dans les différents groupes socio-économiques

Figure adaptée de l'infographie de RfVS-OMS (disponible sous www.villes-sante.com) tirée elle-même de l'infographie de Human Early Learning Partnership. Policy Brief: Proportionate Universality: University of British Colombia; 2011.

Concrètement, la mise en œuvre de ces politiques **peut être difficile**. Il faut réussir à comprendre les besoins des populations spécifiques tout en adaptant les messages de prévention à leurs besoins. C'est une des difficultés auxquelles s'est confronté par exemple le programme « Dites Non au Diabète » pour réussir à cibler les populations à risque de diabète. **Les politiques « d'aller-vers** », c'est-à-dire des politiques qui vont directement à la rencontre des populations les plus vulnérables, permettent de répondre en partie à cette difficulté, comme recommandé dans le PNNS 2019-2023. Une des recommandations est de « **renouveler les messages sanitaires sur la promotion des aliments** » [382]. En effet, les messages actuels de promotion de la santé prônent des objectifs qui peuvent être **difficilement atteignables et donc décourageants** pour certaines populations. Ainsi il a été proposé par le HCSP de compléter les messages. Par exemple : « Pour une meilleure santé, consommer au moins 5 fruits et légumes par jour » avec « Il est recommandé d'en augmenter la consommation, quel que soit le niveau de consommation initial » [383]. Les politiques « d'aller-vers » comprennent aussi **la prise en compte des initiatives locales** dans les stratégies de promotion de la santé : ce mode de stratégie s'inscrit dans des **démarches « ascendantes** » (partir d'initiatives locales pour élaborer des propositions à plus grande échelle) plutôt que « descendantes » (transférer la connaissance des instances publiques vers la population) [143]. De plus, les **supports de communication** doivent **évoluer et être adaptés** aux populations spécifiques : utiliser des réseaux sociaux variés (YouTube, Instagram, TikTok) ou des médias communautaires, l'**adaptation des messages à différentes cultures et langues pour une portée élargie**. C'est par exemple ce qui a été fait pour le dispositif « Mois sans tabac » [380]. L'objectif final est **d'améliorer l'attrait et les préférences pour des choix sains**, dans un contexte de marché libre (où des actions peuvent également être faites, et qui sont discutées dans le paragraphe suivant) [376]. Par exemple le programme « *National Diabetes Prevention Program* » aux Etats-Unis, qui est fondé sur des stratégies de modifications du mode de vie, a montré une réduction de 58 % du risque de développer un DT2 chez les personnes ayant une intolérance au glucose [384]. Ce programme a d'ailleurs inspiré l'initiative française « Dites NON au Diabète », lancée en 2018, dont le but était de sensibiliser et repérer les personnes à haut risque de diabète de type 2 et à les inscrire, avec l'aide de leur médecin traitant, dans un programme d'accompagnement intensif. Ce programme a été expérimenté à grande échelle dans trois départements français (la Réunion, le Bas-Rhin et la Seine Saint-Denis).

- **Améliorer l'accès à l'activité physique et à une alimentation saine dans la population**

La santé de la population **ne dépend pas uniquement des choix individuels**. De nombreux déterminants, comme des **facteurs environnementaux** (pollution, accessibilité aux produits sains ou aux infrastructures sportives, gouvernance politique du libre marché) influencent l'état de santé [385] et donc les inégalités sociales de santé. Ainsi, **l'aménagement des territoires** et des espaces urbains avec des espaces verts, pistes cyclables, complexes collectifs, magasins alimentaires ou marchés locaux (dans les déserts alimentaires) représente également des pistes sérieuses pour réduire les inégalités sociales de santé [386]. Aurore Loretti notait dans son livre *La fabrique des inégalités sociales de santé* qu'« il ne sert

donc à rien de vouloir éduquer la santé de certaines populations sans commencer par leur offrir des conditions de vie qui leur permettent de rendre effectif leur désir de bonne santé » [151].

Enfin, compte tenu de la **pression marketing**, des **intérêts de l'industrie et des lobbies économiques**, il est nécessaire **d'adopter des lois spécifiques pour protéger et promouvoir des modes de vie plus sains** [387]. Ainsi, la **régulation de la publicité** (notamment envers les enfants), les **taxes alimentaires sur les produits moins favorables** pour la santé (type soda) ou encore l'**étiquetage nutritionnel** des emballages des produits alimentaires (comme le dispositif Nutri-Score, qui peut entraîner une reformulation des aliments par les industriels) font partie de **stratégies efficaces** pour **améliorer la santé de toute la population** [376, 386, 388]. De telles mesures ont déjà montré leur **efficacité dans le monde** sur la santé des populations [143], notamment pour la réduction de la consommation de tabac (comme en France avec l'augmentation du prix des cigarettes [380]) ou encore la réduction du sel dans les aliments. En France**, la loi Lurel de 2013** a permis de **garantir que la quantité de sucres ajoutés** dans les produits vendus dans les régions ultra-marins ne soit pas supérieure à celle des produits mis sur le marché dans l'Hexagone[70], afin de lutter contre l'obésité et le DT2 dont la prévalence est très élevée dans ces territoires.

Elargir ces réglementations sur la **quantité d'autres produits et additifs dans l'industrie agroalimentaire** pourrait sans doute améliorer la santé de la population, et notamment **réduire l'incidence du DT2.** Une étude basée sur les participants de l'étude de cohorte française NutriNet-Santé a montré une association entre l'ingestion chronique de certains additifs émulsifiants et un risque accru de diabète [389]. Ce genre de réglementation « restrictive » peut aussi être un **levier important pour réduire les inégalités sociales de santé**. En effet, au regard de nos résultats sur la mortalité par COVID-19 (objectif 2), lorsque de telles mesures restrictives et radicales sont mises en place (comme le confinement total de la population pendant le premier confinement de 2020), les inégalités sociales sont beaucoup moins présentes. Cependant, même si ces types de **mesures sont efficaces, elles sont difficiles** à mettre en œuvre à cause **d'enjeux économiques** [386] et d'une **acceptation sociale limitée** [376].

Les **populations les plus défavorisées** subissent « un effet de **synergie entre les comportements individuels et leurs expositions collectives** auxquelles ils sont confrontés » [151]. Pour réduire efficacement les inégalités sociales dans le diabète, il faut donc **combiner** à la fois **une approche éducative,** pour encourager de meilleurs comportements individuels, et **une approche contextuelle** pour améliorer les conditions de vie des personnes pour qu'elles puissent plus facilement accéder à des choix sains.

[70] https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/laction-de-la-dgccrf/les-enquetes/resultats-de-lenquete-de-la-dgccrf-sur-le-respect-des.

- ***Réduire les inégalités sociales dans le diagnostic du diabète : enjeux de la prévention secondaire***

Il est essentiel de **diagnostiquer et de prendre en charge le diabète le plus précocement** possible. Nos travaux menés dans le cadre de cette thèse n'ont malheureusement pas pu inclure les inégalités dans le diabète non diagnostiqué. Cependant, dans l'étude réalisée à partir de la cohorte Constances en population générale, nous avons montré que les **personnes avec un niveau d'éducation primaire avaient une prévalence de diabète non diagnostiqué plus élevée** que les personnes avec un niveau d'éducation supérieur [55]. La **précarité** est bien considérée comme un **facteur de risque de diabète** dans les recommandations de la HAS [14], justifiant un dépistage. Cependant, les personnes en **situation de précarité** sont confrontées à des **difficultés quotidiennes essentielles** (se loger, être en sécurité, se nourrir). Dans ce contexte, l'engagement dans des soins de santé préventifs peut être une moindre priorité [390], ce qui peut limiter leur inverstissement dans les démarches de dépistage. Un levier serait de développer une **démarche « d'aller-vers »** : c'est l'un des objectifs clés d'un projet pilote porté par la France dans le cadre de la Joint action européenne nommée *Joint Action on Cardiovascular Disease and Diabetes* (JACARDI) : concevoir un **algorithme permettant d'identifier les personnes à haut risque de diabète méconnu.** Egalement, le récent dispositif « **Mon Bilan Prévention** » permet aux individus de bénéficier de dépistages organisés à des moments clés de leur vie, pouvant ainsi contribuer à une détection précoce du diabète. Toutefois, pour en assurer l'efficacité, il doit être renforcé dans les territoires défavorisés grâce à l'implication active des professionnels de santé.

Nous parlons dans le chapitre suivant des problématiques d'accès aux soins, incluant les dépistages (du diabète et de ses complications, pour une prise en charge précoce).

- ***Réduire les inégalités sociales dans la gestion et l'accès aux soins des personnes avec un diabète : enjeux de la prévention tertiaire***
  - **Améliorer l'accès au système de santé**

L'accès au système de santé comprend **plusieurs dimensions** : **financières, physiques** et liées à la **compréhension** du système de soins.

Comme nous l'avons vu en France, le recours à l'**ALD facilite la prise en charge financière** des personnes avec un diabète. De plus, d'autres dispositifs permettent d'aider les personnes les plus défavorisées économiquement comme le **C2S ou l'AME**, mais leurs **démarches devraient être simplifiées** pour les rendre plus accessibles. En effet, la Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES) estime en 2020 qu'un tiers des personnes éligibles à la C2S ne bénéficient pas de cette complémentaire santé, et qu'une personne sur quatre éligible à la C2S n'a aucune complémentaire santé (que ce soit une C2S ou une complémentaire collective d'entreprise) [391]. Par ailleurs, les aides comme la **prescription à l'activité physique adaptée**, reconnue par la HAS comme une thérapeutique non médicamenteuse, devraient être davantage utilisées, notamment dans les zones les plus défavorisées. Les **financements présents en France** pour ces dispositifs doivent se maintenir et se

renforcer pour permettre un accès aux soins accessible à tous.

L'accès aux soins dans les zones de « désert médical » peut poser problème. Des initiatives comme **le dépistage itinérant**, déjà utilisé pour le dépistage du cancer du sein [392], pourraient être étendues au dépistage et au soin du diabète pour réduire les inégalités d'accès au système de soins. Parallèlement, la **télémédecine et les technologies de surveillance à distance** (comme les glucomètres ou tensiomètres connectés), doivent être renforcées et rendues accessibles plus largement, notamment techniquement. En effet, les personnes les plus défavorisées sont souvent confrontées à des obstacles d'ordre économique et social qui peuvent limiter l'accès à ces technologies [393]. Cela est notamment largement démontré chez les personnes avec un DT1 [394].

L'accessibilité implique aussi une **meilleure compréhension du système de santé,** directement lié à l'amélioration de la littératie en santé des personnes avec un diabète, afin qu'elles aient un bon suivi dans leurs soins. Mais la **fragmentation des soins primaires, spécialisés et paramédicaux** pose des **obstacles à cette compréhension et à la coordination des soins** [376]. Des études ont montré que les personnes les plus défavorisées allaient plus souvent chez les médecins généraliste, et pratiquaient autant les examens biologiques recommandés que les personnes les plus favorisées, mais qu'ils avaient beaucoup moins recours aux spécialistes que les personnes les plus favorisées [241]. **Améliorer leur accès précoce aux soins spécialisés apparaît donc comme un enjeu important**. Potentiellement, l'accès physique, financier et de compréhension aux médecins généralistes est plus simple pour ces populations (alors que le reste à charge pour les consultations des spécialistes peut être un frein de recours aux soins), et la prescription des dosages biologiques étant faite principalement par les médecins généralistes, explique en partie pourquoi la réalisation des dosages biogiques n'est pas socialement répartie. Ces résultats soulignent que **la réduction des inégalités sociales de santé ne passe pas uniquement par le recours à la médecine générale ou le suivi des examens recommandés, mais est plus complexe**. Pourtant, certains dispositifs ont été mis en place pour améliorer l'accès aux soins spécialisés pour les personnes les plus à risque. Par exemple en 2008, l'Assurance Maladie a mis en place des **forfaits podologiques** visant à faciliter **l'accès aux soins pour les populations à risque de lésions des pieds**. Cependant ce dispositif n'a **pas permis d'atteindre cette cible** (principalement des hommes, personnes les plus défavorisées) [380]. Une hypothèse serait que le forfait ou la technique de gradation n'était pas bien connue des médecins (une mauvaise gradation peut conduire au non-renouvellement de la séance par le podologue en cas de grade 0 ou grade 1), et les personnes les plus défavorisées utilisent insuffisamment ce forfait par manque de connaissance de l'urgence de ces types de soins ou par crainte des avances de frais qui pourraient être demandées. **Depuis 2023**, les **podologues peuvent procéder directement à la gradation du risque** de lésion podologique des personnes avec un diabète et prescrire des séances de soins, ce qui a l'avantage d'éviter le recours au médecin généraliste pour grader le risque et orienter la personne. Néanmoins, **les personnes les plus vulnérables auront-elles connaissance de la mise en place de cette nouvelle mesure ?**

Les réseaux de soins comme les communautés professionnelles territoriales de santé (**CPTS**) (soutenu financièrement par l'Assurance Maladie depuis 2019[71]), les **médiateurs en santé** ou les **applications numériques** pourraient améliorer cette coordination. Par exemple, le dispositif *Mon espace Santé* permet d'offrir un espace numérique sécurisé pour centraliser les dossiers médicaux pour une meilleure coordination, et permet également de donner des recommandations adaptées à chaque profil (fréquence des rendez-vous). Mais ce type de dispositif devrait être plus largement diffusé et adapté à la culture, à la langue, au niveau d'alphabétisation ou encore aux handicaps sensoriels.

- ***Evaluer et ajuster les politiques publiques : enjeux dans les trois niveaux de prévention***

Le vieillissement de la population s'accompagne d'une **hausse des comorbidités multiples**. **Le défi** pour les politiques publiques est de mettre en place des **dispositifs et des recommandation**s de manière **pérenne et cohérente** sur tout le territoire, tout en **prenant en compte les spécificités et les évolutions des besoins** de la population.

Pour ce faire, le HCSP et l'IGAS ont plusieurs fois souligné [161, 374] que la **collecte des données** et la **production régulière d'études** et de **données statistiques** sont essentielles pour **suivre les inégalités dans la population**. Cette surveillance pérenne est indispensable pour **identifier les besoins existants et anticiper les besoins émergents** [329, 344], comme l'a démontré la pandémie de COVID-19.

Les **politiques publiques** devraient également être **évaluées plus régulièrement** afin de pouvoir ajuster les messages qui sont déployés sur les territoires et **ne pas risquer d'aggraver les inégalités sociales** de santé. Les initiatives collectives ayant montré leur efficacité devraient également être soutenues et élargies à d'autres territoires. Comme le souligne le rapport de l'Assurance Maladie « Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses » de 2017 : « les interventions [...] anglo-saxon, dans lequel il est habituel de construire des programmes organisés d'expérimentations, avec des démarches d'évaluation solides [permettent] d'envisager leur extension » [380].

Il est également essentiel qu'il y ait une **collaboration internationale** plus étroite sur les **bonnes pratiques** dans le domaine de la promotion de la santé, de la législation et de la réglementation [387]. Par exemple, Santé publique France met à disposition un registre d'intervention ayant montré leur efficacité dans le monde[72] et qui pourraient être adaptées au contexte français, évaluées et intégrées dans les stratégies nationales.

Enfin, un autre levier essentiel pour réduire l**es inégalités sociales de santé** dans le diabète passe par la **co-construction de politiques de prévention et d'intervention**. Cela nécessite la **participation de toutes les parties prenantes, acteurs de la société** : institutions publiques, professionnels de santé, secteur

[71] https://www.ameli.fr/pedicure-podologue/actualites/communautes-professionnelles-territoriales-de-sante-decryptage-de-l-accord-signe-et-des-2-avenants.

[72] https://www.santepubliquefrance.fr/a-propos/services/interventions-efficaces-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante/registre-des-interventions-efficaces-ou-prometteuses-en-prevention-et-promotion-de-la-sante.

associatif, chercheurs et experts, et surtout les citoyens et patients. Cette approche collaborative permet d'axer les politiques de prévention sur les véritables besoins de tous les acteurs et favorise leur application collective.

Pourquoi la réduction des inégalités sociales de santé est-elle un enjeu prioritaire ?

Une première réponse s'attache plus aux domaines de l'éthique ou de la sociologie en santé publique. La réduction des inégalités sociales de santé est essentielle pour **répondre à des enjeux éthiques et moraux**. Les inégalités sociales de santé reflètent les **déséquilibres de notre société**. Elles traduisent des **injustices profondes**, notamment liées à des **inégalités de ressources** dès le début de la vie. Réduire les inégalités sociales est une question de **justice sociale** car chaque individu, indépendamment de son origine sociale, devrait avoir **accès aux mêmes opportunités** en matière de santé et de bien-être.

Une deuxième réponse, plus pragmatique, s'attache au domaine économique. La réduction des inégalités de santé permet **d'augmenter la productivité du travail** [161] en maintenant la population active en meilleure santé. De plus, elle permet **d'alléger la charge** pesant sur le système de santé grâce à de meilleurs résultats en santé [376], comme le souligne la directrice déléguée de la CNAM, Marguerite Cazeneuve : "ce qui coûte cher au système de santé, ce sont les pathologies chroniques et graves, et c'est gagnant-gagnant que les patients soient diagnostiqués le plus tôt possible".

La **réduction des inégalités sociales de santé** est à la fois une **obligation morale** et une stratégie efficace pour **optimiser les ressources économiques** et sanitaires.

« *L'équitable, tout en étant juste, n'est pas le juste selon la loi, mais un correctif de la justice légale* »

Aristote

2.2. Perspectives de recherche

Au vu de certains de nos résultats et pistes de réflexion, nous pensons que les **perspectives intéressantes** de ce travail seraient les suivantes :

- **Approfondir** les recherches sur le lien entre les **complications liées au diabète** et les **inégalités sociales**.

Les prochaines études devraient développer des indicateurs permettant de prendre en compte le **biais d'immortalité** dans l'étude des complications. En effet, comme nous l'avons vu, ce biais peut potentiellement **masquer d'autres inégalités**. Les prochaines études pourraient également retracer l'historique hospitalier des personnes ayant eu une complication cardiovasculaire ou podologique, afin de mieux comprendre l'enchaînement des événements (par exemple avant une hospitalisation pour AmpMI, y a-t-il eu une hospitalisation pour plaies du pied ? et quand ?). De plus, les inégalités socio-économiques dans les complications liées au diabète dépendent particulièrement de **l'accès au système de soins**, que ce soit dans l'accès physique, la compréhension ou le recours aux soins. Ainsi, il serait

nécessaire d'initier des études sur la **distance des structures de soins** dans les différents groupes socio-économiques, en utilisant par exemple les APL. Enfin, la **compréhension du système de soin**, **son recours**, mais également **l'expérience perçue de soins** pourrait également être explorée dans les différents groupes socio-économiques, via des enquêtes en population, ou des enquêtes en vie réelle [62, 395]. Ces informations sont précieuses pour guider les décideurs politiques dans la gestion du système de santé sur le territoire.

- **Poursuivre la surveillance** des **inégalités sociales dans le diabète**

Nous avons pu définir l'état des inégalités sociales de santé dans le diabète, mais avant l'apparition de la **pandémie de la COVID-19**. Il est primordial de connaître les tendances sur les prochaines années, d'autant plus que nous avons montré que la COVID-19 a **stoppé certaines tendances positives**, et que de fortes inégalités socio-économiques ont persisté. De plus, nous avons montré que **l'arrivée de certaines classes thérapeutiques** pourrait avoir des **effets bénéfiques** sur la morbi-mortalité du diabète (iSGLT2, aGLP1), mais nous ne savons pas en quelle mesure cela aura un **impact sur les inégalités socio-économiques existantes**. De même que pour le recours aux nouvelles technologies, dont le lien avec les inégalités socio-économiques n'a que très peu été étudié en France. Enfin, **la surveillance des inégalités socio-économiques** doit absolument être **développée dans les DROM**, et doit se poursuivre sur les prochaines années. Le système de surveillance pourrait également intégrer d'autres indicateurs pertinents pour la décision, tels que la mesure des inégalités absolues, qui constitue une source d'information précieuse et viendrait compléter les données sur les inégalités relatives présentées dans cette thèse.

- **Explorer** l'évolution de l'association des **inégalités socio-économiques** dans la mortalité pour **d'autres causes spécifiques de décès**.

En effet, cette thèse n'a exploré que les associations entre les inégalités sociales de santé et les principales causes de décès des personnes avec un diabète. Il serait donc intéressant d'étudier l'évolution de ces associations avec d'autres causes de décès, d'autant plus que ces indicateurs n'ont jusqu'alors pas été explorés. Une attention particulière devrait être portée sur la **mortalité par démence**, ou par **maladies respiratoires** qui ont connu une forte augmentation dans la population avec un diabète sur les dernières années [99, 109, 117], mais dont on ne connaît très peu le lien avec les inégalités socio-économiques.

3. Le mot de la fin

Il nous apparaît que les travaux de cette thèse sont d'un **intérêt majeur** pour les **politiques publiques**. En suivant l'évolution des inégalités socio-économiques dans la population avec un diabète, ces travaux permettent **d'enrichir la compréhension de son épidémiologie**, et ouvrent des perspectives pour des recherches qui visent à **mieux comprendre l'origine des inégalités sociales** dans le diabète. Plus important encore, les résultats de cette thèse peuvent servir de **tremplin** pour transformer la **recherche académique en actions de politique publique concrètes,** afin de répondre à des **besoins et enjeux sociétaux majeurs** que sont **le diabète et les inégalités sociales de santé**.

REFERENCES

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2024. Diabetes Care. 2024;47(Suppl 1):S20-s42.https://doi.org/10.2337/dc24-S002
2. Mobasseri M, Shirmohammadi M, Amiri T, Vahed N, Hosseini Fard H, Ghojazadeh M. Prevalence and incidence of type 1 diabetes in the world: a systematic review and meta-analysis. Health Promot Perspect. 2020;10(2):98-115.https://doi.org/10.34172/hpp.2020.18
3. Bluestone JA, Herold K, Eisenbarth G. Genetics, pathogenesis and clinical interventions in type 1 diabetes. Nature. 2010;464(7293):1293-300.https://doi.org/10.1038/nature08933
4. Atkinson MA, Eisenbarth GS, Michels AW. Type 1 diabetes. Lancet. 2014;383(9911):69-82.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60591-7
5. Tomic D, Harding JL, Jenkins AJ, Shaw JE, Magliano DJ. The epidemiology of type 1 diabetes mellitus in older adults. Nat Rev Endocrinol. 2024.https://doi.org/10.1038/s41574-024-01046-z
6. Mayer-Davis EJ, Kahkoska AR, Jefferies C, Dabelea D, Balde N, Gong CX, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. Pediatr Diabetes. 2018;19 Suppl 27(Suppl 27):7-19.https://doi.org/10.1111/pedi.12773
7. Ogle GD, James S, Dabelea D, Pihoker C, Svennson J, Maniam J, et al. Global estimates of incidence of type 1 diabetes in children and adolescents: Results from the International Diabetes Federation Atlas, 10th edition. Diabetes Res Clin Pract. 2022;183:109083.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109083
8. Magliano DJ, Chen L, Morton JI, Salim A, Carstensen B, Gregg EW, et al. Trends in the incidence of young-adult-onset diabetes by diabetes type: a multi-national population-based study from an international diabetes consortium. Lancet Diabetes Endocrinol. 2024;12(12):915-23.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(24)00243-2
9. Patterson CC, Harjutsalo V, Rosenbauer J, Neu A, Cinek O, Skrivarhaug T, et al. Trends and cyclical variation in the incidence of childhood type 1 diabetes in 26 European centres in the 25 year period 1989-2013: a multicentre prospective registration study. Diabetologia. 2019;62(3):408-17.https://doi.org/10.1007/s00125-018-4763-3
10. Patterson C, Guariguata L, Dahlquist G, Soltész G, Ogle G, Silink M. Diabetes in the young - a global view and worldwide estimates of numbers of children with type 1 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2014;103(2):161-75.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.005
11. Piffaretti C, Mandereau-Bruno L, Guilmin-Crepon S, Choleau C, Coutant R, Fosse-Edorh S. Trends in childhood type 1 diabetes incidence in France, 2010-2015. Diabetes Res Clin Pract. 2019;149:200-7.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.11.005
12. World Health Organization. Classification of diabetes mellitus. . World Health Organization; 2019 Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/325182.
13. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2021.
14. Haute Autorité de santé. Prévention et dépistage du diabète de type 2 et des maladies liées au diabète. Saint-Denis La Plaine (France)2014. p. 22 Disponible sous : https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-02/7v_referentiel_2clics_diabete_060215.pdf.
15. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. Diabetes Res Clin Pract. 2022;183:109119.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119
16. Shirai Y, Imai T, Sezaki A, Miyamoto K, Kawase F, Abe C, et al. Trends in age-standardised prevalence of type 2 diabetes mellitus according to country from 1990 to 2017 and their association with socioeconomic, lifestyle and health indicators: An ecological study. J Glob Health. 2021;11:04005.https://doi.org/10.7189/jogh.11.04005
17. Benoit SR, Hora I, Albright AL, Gregg EW. New directions in incidence and prevalence of diagnosed diabetes in the USA. BMJ Open Diabetes Res Care. 2019;7(1):e000657.https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2019-000657
18. Mandereau Bruno L, Denis P, Fagot Campagna A, Fosse Edorh S. Prévalence du diabète traité pharmacologiquement et disparités territoriales en France en 2012. Bull Epidemiol Hebd. 2014(30-31):493-9
19. Fuentes S, Mandereau-Bruno L, Regnault N, Bernillon P, Bonaldi C, Cosson E, et al. Is the type 2 diabetes epidemic plateauing in France? A nationwide population-based study. Diabetes Metab. 2020;46(6):472-9.https://doi.org/10.1016/j.diabet.2019.12.006
20. Guariguata L, Linnenkamp U, Beagley J, Whiting DR, Cho NH. Global estimates of the prevalence of hyperglycaemia in pregnancy. Diabetes Res Clin Pract. 2014;103(2):176-85.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2013.11.003
21. World Health Organization. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy. Geneva: World Health Organization 2013. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85975/1/WHO_ NMH_MND_13.2_eng.pdf.

22. Sweeting A, Wong J, Murphy HR, Ross GP. A Clinical Update on Gestational Diabetes Mellitus. Endocr Rev. 2022;43(5):763-93.https://doi.org/10.1210/endrev/bnac003
23. (FID). AdddlFIdD. 2019. [. Consulté le 19/10/2021,]. 9ème Edition:[Available from: disponible à http://www.diabetesatlas.org/.
24. Enquete nationale périnatale. Les naissances, le suivi à deux mois et les établissements. Situation et évolution depuis 2016. 2021. p. 297 Disponible sous: https://enp.inserm.fr/wp-content/uploads/2022/10/rapport-2022-v5.pdf.
25. Auvinen AM, Luiro K, Jokelainen J, Järvelä I, Knip M, Auvinen J, et al. Type 1 and type 2 diabetes after gestational diabetes: a 23 year cohort study. Diabetologia. 2020;63(10):2123-8.https://doi.org/10.1007/s00125-020-05215-3
26. Bansal V, Gassenhuber J, Phillips T, Oliveira G, Harbaugh R, Villarasa N, et al. Spectrum of mutations in monogenic diabetes genes identified from high-throughput DNA sequencing of 6888 individuals. BMC Med. 2017;15(1):213.https://doi.org/10.1186/s12916-017-0977-3
27. Fagot-Campagna A, Romon I, Fosse S, Roudier C. Prévalence et incidence du diabète, et mortalité liée au diabète en France. Synthèse épidémiologique Institut de veille sanitaire. 2010
28. Lipscombe LL, Hux JE. Trends in diabetes prevalence, incidence, and mortality in Ontario, Canada 1995-2005: a population-based study. Lancet. 2007;369(9563):750-6.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(07)60361-4
29. Fosse-Edorh S, Lavalette C, Piffaretti C, Saboni L, Bessonneau P, Mandereau-Bruno L, et al. Caractéristiques, état de santé et recours aux soins des personnes présentant un diabète de type 2 résidant en outre-mer : résultats de l'étude Entred 3. Bull Épidémiol Hebd. 2023;(20-21):412-23http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/20-21/2023_20-21_1.html
30. Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S, Vatten LJ. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. Eur J Epidemiol. 2015;30(7):529-42.https://doi.org/10.1007/s10654-015-0056-z
31. Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. Diabetes Care. 2007;30(3):744-52.https://doi.org/10.2337/dc06-1842
32. Willi C, Bodenmann P, Ghali WA, Faris PD, Cornuz J. Active smoking and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Jama. 2007;298(22):2654-64.https://doi.org/10.1001/jama.298.22.2654
33. Mandereau-Bruno L, Fosse-Edorh S. Prévalence du diabète traité pharmacologiquement (tous types) en France en 2015. Bull Epidémiol Hebd. 2017;(27-28):586-91. Disponible sous : http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2017/27-28/2017_27-28_3.html
34. Strodl E, Kenardy J. Psychosocial and non-psychosocial risk factors for the new diagnosis of diabetes in elderly women. Diabetes Res Clin Pract. 2006;74(1):57-65.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2006.02.011
35. Bellou V, Belbasis L, Tzoulaki I, Evangelou E. Risk factors for type 2 diabetes mellitus: An exposure-wide umbrella review of meta-analyses. PLoS One. 2018;13(3):e0194127.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194127
36. Xu Z, Jin J, Yang T, Wang Y, Huang J, Pan X, et al. Outdoor light at night, genetic predisposition and type 2 diabetes mellitus: A prospective cohort study. Environ Res. 2023;219:115157.https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115157
37. Geiss LS, Wang J, Cheng YJ, Thompson TJ, Barker L, Li Y, et al. Prevalence and incidence trends for diagnosed diabetes among adults aged 20 to 79 years, United States, 1980-2012. Jama. 2014;312(12):1218-26.https://doi.org/10.1001/jama.2014.11494
38. Magliano DJ, Chen L, Islam RM, Carstensen B, Gregg EW, Pavkov ME, et al. Trends in the incidence of diagnosed diabetes: a multicountry analysis of aggregate data from 22 million diagnoses in high-income and middle-income settings. The Lancet Diabetes & Endocrinology. 2021;9(4):203-11.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30402-2
39. Magliano DJ, Islam RM, Barr ELM, Gregg EW, Pavkov ME, Harding JL, et al. Trends in incidence of total or type 2 diabetes: systematic review. Bmj. 2019;366:l5003.https://doi.org/10.1136/bmj.l5003
40. Ruiz PLD, Stene LC, Bakken IJ, Håberg SE, Birkeland KI, Gulseth HL. Decreasing incidence of pharmacologically and non-pharmacologically treated type 2 diabetes in Norway: a nationwide study. Diabetologia. 2018;61(11):2310-8.https://doi.org/10.1007/s00125-018-4681-4
41. Magliano DJ, Chen L, Morton JI, Buyadaa O, Salim A, Shaw JE. Changes in the incidence of type 2 diabetes in Australia, 2005-2019, overall and by socio-demographic characteristics: a population-based study. Med J Aust. 2024;221(9):473-9.https://doi.org/10.5694/mja2.52461
42. Carstensen B, Rønn PF, Jørgensen ME. Prevalence, incidence and mortality of type 1 and type 2 diabetes in Denmark 1996-2016. BMJ Open Diabetes Res Care. 2020;8(1).https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2019-001071
43. Reitzle L, Heidemann C, Jacob J, Pawlowska-Phelan D, Ludwig M, Scheidt-Nave C. Incidence of type 1 and type 2 diabetes before and during the COVID-19 pandemic in Germany: analysis of routine data from 2015 to 2021. J Health Monit. 2023;8(Suppl 5):2-25.https://doi.org/10.25646/11730

44. Pujolar G, Oliver-Anglès A, Vargas I, Vázquez ML. Changes in Access to Health Services during the COVID-19 Pandemic: A Scoping Review. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(3).https://doi.org/10.3390/ijerph19031749
45. Zhang T, Mei Q, Zhang Z, Walline JH, Liu Y, Zhu H, et al. Risk for newly diagnosed diabetes after COVID-19: a systematic review and meta-analysis. BMC Med. 2022;20(1):444.https://doi.org/10.1186/s12916-022-02656-y
46. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. N Engl J Med. 2001;344(18):1343-50.https://doi.org/10.1056/nejm200105033441801
47. Paulweber B, Valensi P, Lindström J, Lalic NM, Greaves CJ, McKee M, et al. A European evidence-based guideline for the prevention of type 2 diabetes. Horm Metab Res. 2010;42 Suppl 1:S3-36.https://doi.org/10.1055/s-0029-1240928
48. Ministère de l'emploi et de la solidarité. Programme National Nutrition-Santé (PNNS) 2001 - 2005. Paris: ministère de l'Emploi et de la Solidarité; 2001 http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/1n1.pdf
49. Merlotti C, Morabito A, Pontiroli AE. Prevention of type 2 diabetes; a systematic review and meta-analysis of different intervention strategies. Diabetes Obes Metab. 2014;16(8):719-27.https://doi.org/10.1111/dom.12270
50. Haute Autorité de Santé. Stratégie thérapeutique du patient vivant avec un diabète de type 2. 2024 Disponible sous : https://www.has-sante.fr/jcms/p_3191108/fr/strategie-therapeutique-du-patient-vivant-avec-un-diabete-de-type-2.
51. World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation. 2006
52. Bergman M, Tuomilehto J. International Diabetes Federation Position Statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2024;210:111636.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2024.111636
53. Ogurtsova K, Guariguata L, Barengo NC, Ruiz PL, Sacre JW, Karuranga S, et al. IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. Diabetes Res Clin Pract. 2022;183:109118.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109118
54. Lailler G, Piffaretti C, Fuentes S, Nabe HD, Oleko A, Cosson E, et al. Prevalence of prediabetes and undiagnosed type 2 diabetes in France: Results from the national survey ESTEBAN, 2014-2016. Diabetes Res Clin Pract. 2020;165:108252.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108252
55. Lailler G, Fuentes S, Kab S, Piffaretti C, Guion M, Czernichow S, et al. Prevalence and risk factors associated with prediabetes and undiagnosed diabetes in France: The national CONSTANCES cohort. Diabetes Epidemiology and Management. 2023;10:100121.https://doi.org/10.1016/j.deman.2022.100121
56. Azaz A, Jezewski-Serra D, Ruello M, YoussoufH PC, Fosse-Edorh S. Estimation de la prévalence du diabète et du prédiabète à Mayotte et caractéristiques des personnes diabétiques, Mayotte, 2019. Bull Epidémiol Hebd. 2022;2022(9-10):164-9 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2022/9-10/2022_9-10_1.html
57. Geiss LS, Bullard KM, Brinks R, Hoyer A, Gregg EW. Trends in type 2 diabetes detection among adults in the USA, 1999-2014. BMJ Open Diabetes Res Care. 2018;6(1):e000487.https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2017-000487
58. Moody A, Cowley G, Ng Fat L, Mindell JS. Social inequalities in prevalence of diagnosed and undiagnosed diabetes and impaired glucose regulation in participants in the Health Surveys for England series. BMJ Open. 2016;6(2):e010155.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010155
59. Heidemann C, Du Y, Paprott R, Haftenberger M, Rathmann W, Scheidt-Nave C. Temporal changes in the prevalence of diagnosed diabetes, undiagnosed diabetes and prediabetes: findings from the German Health Interview and Examination Surveys in 1997-1999 and 2008-2011. Diabet Med. 2016;33(10):1406-14.https://doi.org/10.1111/dme.13008
60. Bocquet V, Ruiz-Castell M, de Beaufort C, Barré J, de Rekeneire N, Michel G, et al. Public health burden of pre-diabetes and diabetes in Luxembourg: finding from the 2013-2015 European Health Examination Survey. BMJ Open. 2019;9(1):e022206.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022206
61. Hernandez H, Piffaretti C, Gautier A, Cosson E, Fosse-Edorh S. Prévalence du diabète connu dans 4 départements et régions d'outre-mer: Guadeloupe, Martinique, Guyane et La Réunion. Résultats du Baromètre de Santé publique France de 2021. Bull Épidémiol Hebd. 2023:20-1 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/20-21/2023_20-21_2.html)
62. Naïditch N, Thébaut J-F, Vandevivère C, Penfornis A, Fauvel J-P. Impact de la maladie rénale chronique sur la qualité de vie des personnes vivant avec un diabète de type 2–point de vue des patients. Médecine des Maladies Métaboliques. 2022;16(5):450-8
63. Jing X, Chen J, Dong Y, Han D, Zhao H, Wang X, et al. Related factors of quality of life of type 2 diabetes patients: a systematic review and meta-analysis. Health Qual Life Outcomes. 2018;16(1):189.https://doi.org/10.1186/s12955-018-1021-9
64. Donald M, Dower J, Coll JR, Baker P, Mukandi B, Doi SA. Mental health issues decrease diabetes-specific quality of life independent of glycaemic control and complications: findings from Australia's living with diabetes cohort study. Health Qual Life Outcomes. 2013;11:170.https://doi.org/10.1186/1477-7525-11-170

65. Teo ZL, Tham YC, Yu M, Chee ML, Rim TH, Cheung N, et al. Global Prevalence of Diabetic Retinopathy and Projection of Burden through 2045: Systematic Review and Meta-analysis. Ophthalmology. 2021;128(11):1580-91.https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.04.027
66. Sabanayagam C, Banu R, Chee ML, Lee R, Wang YX, Tan G, et al. Incidence and progression of diabetic retinopathy: a systematic review. Lancet Diabetes Endocrinol. 2019;7(2):140-9.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(18)30128-1
67. Ndong J-R, Romon I, Deligne J, Paumier A, Weill A, Fagot-Campagna A. Caractéristiques, risque vasculaire, complications et qualité des soins des personnes diabétiques dans les départements d'outre-mer et comparaison à la métropole: Entred 2007-2010, France. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2010(42-43):432-6https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/diabete/documents/article/caracteristiques-risque-vasculaire-complications-et-qualite-des-soins-des-personnes-diabetiques-dans-les-departements-d-outre-mer-et-comparaison
68. Li H, Lu W, Wang A, Jiang H, Lyu J. Changing epidemiology of chronic kidney disease as a result of type 2 diabetes mellitus from 1990 to 2017: Estimates from Global Burden of Disease 2017. J Diabetes Investig. 2021;12(3):346-56.https://doi.org/10.1111/jdi.13355
69. Gregg EW, Li Y, Wang J, Burrows NR, Ali MK, Rolka D, et al. Changes in diabetes-related complications in the United States, 1990-2010. N Engl J Med. 2014;370(16):1514-23.https://doi.org/10.1056/NEJMoa1310799
70. Fosse-Edorh S, Mandereau-Bruno L, Piffaretti C. Le poids du diabète en France en 2016. Synthèse épidémiologique. In: France Sp, editor. 2018. p. 8 https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/diabete/documents/rapport-synthese/le-poids-du-diabete-en-france-en-2016.-synthese-epidemiologique
71. Harding JL, Pavkov ME, Magliano DJ, Shaw JE, Gregg EW. Global trends in diabetes complications: a review of current evidence. Diabetologia. 2019;62(1):3-16.https://doi.org/10.1007/s00125-018-4711-2
72. Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist J. The global burden of diabetic foot disease. Lancet. 2005;366(9498):1719-24.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(05)67698-2
73. Fosse S, Jacqueminet S-A, Duplan H, Hartemann-Heurtier A, Ha Van G, Grimaldi A. Incidence et caractéristiques des amputations de membres inférieurs chez les personnes diabétiques en France métropolitaine, 2003. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2006(10):71-3 Disponible sous : https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/diabete/documents/article/incidence-et-caracteristiques-des-amputations-de-membres-inferieurs-chez-les-personnes-diabetiques-en-france-metropolitaine-2003
74. Bilal A, Amarasena DK, Pillai A. Socioeconomic Deprivation as a Predictor of Lower Limb Amputation in Diabetic Foot Disease. Cureus. 2023;15(8):e44426.https://doi.org/10.7759/cureus.44426
75. Khunkaew S, Fernandez R, Sim J. Health-related quality of life among adults living with diabetic foot ulcers: a meta-analysis. Qual Life Res. 2019;28(6):1413-27.https://doi.org/10.1007/s11136-018-2082-2
76. Bihan PH, Bouillet PB, Bourgeon M, Cellier N, Cyteval PC, Delisle ME, et al. Référentiel pied diabétique SFD 2024. 2024 https://www.sfdiabete.org/sites/www.sfdiabete.org/files/files/ressources/referentiel_sfd_2024.pdf
77. Martins-Mendes D, Monteiro-Soares M, Boyko EJ, Ribeiro M, Barata P, Lima J, et al. The independent contribution of diabetic foot ulcer on lower extremity amputation and mortality risk. J Diabetes Complications. 2014;28(5):632-8.https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2014.04.011
78. Ha Van G, Amouyal C, Bourron O, Aubert C, Carlier A, Mosbah H, et al. Diabetic foot ulcer management in a multidisciplinary foot centre: one-year healing, amputation and mortality rate. J Wound Care. 2021;30(Sup6):S34-s41.https://doi.org/10.12968/jowc.2021.30.Sup6.S34
79. Thorud JC, Plemmons B, Buckley CJ, Shibuya N, Jupiter DC. Mortality After Nontraumatic Major Amputation Among Patients With Diabetes and Peripheral Vascular Disease: A Systematic Review. J Foot Ankle Surg. 2016;55(3):591-9.https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.012
80. McDermott KM, Bose S, Keegan A, Hicks CW. Disparities in limb preservation and associated socioeconomic burden among patients with diabetes and/or peripheral artery disease in the United States. Semin Vasc Surg. 2023;36(1):39-48.https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2023.01.007
81. Girijala RL, Bush RL. Review of Socioeconomic Disparities in Lower Extremity Amputations: A Continuing Healthcare Problem in the United States. Cureus. 2018;10(10):e3418.https://doi.org/10.7759/cureus.3418
82. Venermo M, Manderbacka K, Ikonen T, Keskimäki I, Winell K, Sund R. Amputations and socioeconomic position among persons with diabetes mellitus, a population-based register study. BMJ Open. 2013;3(4).https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002395
83. Tuncer O, Du Y, Michalski N, Reitzle L. Diabetes-related amputations in Germany: analysis of time trend from 2015 to 2022 and differences by area-level socioeconomic deprivation. J Health Monit. 2024;9(2):e12026.https://doi.org/10.25646/12026
84. Meffen A, Houghton JSM, Nickinson ATO, Pepper CJ, Sayers RD, Gray LJ. Understanding variations in reported epidemiology of major lower extremity amputation in the UK: a systematic review. BMJ Open. 2021;11(10):e053599.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053599

85. Amadou C, Denis P, Cosker K, Fagot-Campagna A. Less amputations for diabetic foot ulcer from 2008 to 2014, hospital management improved but substantial progress is still possible: A French nationwide study. PLoS One. 2020;15(11):e0242524.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242524
86. Fosse-Edorh S, Mandereau-Bruno L, Hartmann-Heurtier A. Les hospitalisations pour complications podologiques chez les personnes diabétiques traitées pharmacologiquement en France en 2013. Bull Epidémiol Hebd. 2015;34:638-44
87. Wang Y, O'Neil A, Jiao Y, Wang L, Huang J, Lan Y, et al. Sex differences in the association between diabetes and risk of cardiovascular disease, cancer, and all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and meta-analysis of 5,162,654 participants. BMC Med. 2019;17(1):136.https://doi.org/10.1186/s12916-019-1355-0
88. Fédération Internationale du Diabète. Atlas du diabète de la FID, Huitième édition. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation. 2017 Disponible sur https://www.federationdesdiabetiques.org/public/content/1/doc/idf-atlas-8e-fr.pdf
89. Danaei G, Lawes CM, Vander Hoorn S, Murray CJ, Ezzati M. Global and regional mortality from ischaemic heart disease and stroke attributable to higher-than-optimum blood glucose concentration: comparative risk assessment. Lancet. 2006;368(9548):1651-9.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)69700-6
90. Schwartz B, Pierce C, Vasan RS, Schou M, Ibrahim M, Monahan K, et al. Lifetime Risk of Heart Failure and Trends in Incidence Rates Among Individuals With Type 2 Diabetes Between 1995 and 2018. J Am Heart Assoc. 2021;10(21):e021230.https://doi.org/10.1161/jaha.121.021230
91. Li J, Song C, Li C, Liu P, Sun Z, Yang X. Increased risk of cardiovascular disease in women with prior gestational diabetes: A systematic review and meta-analysis. Diabetes Res Clin Pract. 2018;140:324-38.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.03.054
92. Ling S, Brown K, Miksza JK, Howells LM, Morrison A, Issa E, et al. Risk of cancer incidence and mortality associated with diabetes: A systematic review with trend analysis of 203 cohorts. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2021;31(1):14-22.https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.09.023
93. Gavin A, Rous B, Marcos-Gragera R, Middleton R, Steliarova-Foucher E, Maynadie M, et al. Towards optimal clinical and epidemiological registration of haematological malignancies: Guidelines for recording progressions, transformations and multiple diagnoses. Eur J Cancer. 2015;51(9):1109-22.https://doi.org/10.1016/j.ejca.2014.02.008
94. Smith BD, Pan IW, Shih YC, Smith GL, Harris JR, Punglia R, et al. Adoption of intensity-modulated radiation therapy for breast cancer in the United States. J Natl Cancer Inst. 2011;103(10):798-809.https://doi.org/10.1093/jnci/djr100
95. Aga F, Dunbar SB, Kebede T, Gary RA. The role of concordant and discordant comorbidities on performance of self-care behaviors in adults with type 2 diabetes: a systematic review. Diabetes Metab Syndr Obes. 2019;12:333-56.https://doi.org/10.2147/dmso.S186758
96. Hofbauer LC, Busse B, Eastell R, Ferrari S, Frost M, Müller R, et al. Bone fragility in diabetes: novel concepts and clinical implications. Lancet Diabetes Endocrinol. 2022;10(3):207-20.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(21)00347-8
97. Ali S, Stone MA, Peters JL, Davies MJ, Khunti K. The prevalence of co-morbid depression in adults with Type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Diabet Med. 2006;23(11):1165-73.https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2006.01943.x
98. Fisher L, Skaff MM, Mullan JT, Arean P, Glasgow R, Masharani U. A longitudinal study of affective and anxiety disorders, depressive affect and diabetes distress in adults with Type 2 diabetes. Diabet Med. 2008;25(9):1096-101.https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2008.02533.x
99. Feleke BE, Shaw JE, Magliano DJ. Trends in rates of hospitalisation for infection in people with diabetes and the general population. Diabet Med. 2024;41(12):e15421.https://doi.org/10.1111/dme.15421
100. Li J, Shao YH, Gong YP, Lu YH, Liu Y, Li CL. Diabetes mellitus and dementia - a systematic review and meta-analysis. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2014;18(12):1778-89
101. Manderbacka K, Sund R, Koski S, Keskimäki I, Elovainio M. Diabetes and depression? Secular trends in the use of antidepressants among persons with diabetes in Finland in 1997-2007. Pharmacoepidemiol Drug Saf. 2011;20(4):338-43.https://doi.org/10.1002/pds.2072
102. Greene CRL, Blackbourn LAK, McGurnaghan SJ, Mercer SW, Smith DJ, Wild SH, et al. Antidepressant and antipsychotic prescribing in patients with type 2 diabetes in Scotland: A time-trend analysis from 2004 to 2021. Br J Clin Pharmacol. 2024;90(11):2802-10.https://doi.org/10.1111/bcp.16171
103. Gregg EW, Pratt A, Owens A, Barron E, Dunbar-Rees R, Slade ET, et al. The burden of diabetes-associated multiple long-term conditions on years of life spent and lost. Nat Med. 2024;30(10):2830-7.https://doi.org/10.1038/s41591-024-03123-2
104. Tomic D, Morton JI, Chen L, Salim A, Gregg EW, Pavkov ME, et al. Lifetime risk, life expectancy, and years of life lost to type 2 diabetes in 23 high-income jurisdictions: a multinational, population-based study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2022;10(11):795-803.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(22)00252-2

105. Nanayakkara N, Curtis AJ, Heritier S, Gadowski AM, Pavkov ME, Kenealy T, et al. Impact of age at type 2 diabetes mellitus diagnosis on mortality and vascular complications: systematic review and meta-analyses. Diabetologia. 2021;64(2):275-87.https://doi.org/10.1007/s00125-020-05319-w
106. Magliano DJ, Chen L, Carstensen B, Gregg EW, Pavkov ME, Salim A, et al. Trends in all-cause mortality among people with diagnosed diabetes in high-income settings: a multicountry analysis of aggregate data. Lancet Diabetes Endocrinol. 2022;10(2):112-9.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(21)00327-2
107. Gregg EW, Cheng YJ, Srinivasan M, Lin J, Geiss LS, Albright AL, et al. Trends in cause-specific mortality among adults with and without diagnosed diabetes in the USA: an epidemiological analysis of linked national survey and vital statistics data. Lancet. 2018;391(10138):2430-40.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30314-3
108. Zghebi SS, Steinke DT, Carr MJ, Rutter MK, Emsley RA, Ashcroft DM. Examining trends in type 2 diabetes incidence, prevalence and mortality in the UK between 2004 and 2014. Diabetes Obes Metab. 2017;19(11):1537-45.https://doi.org/10.1111/dom.12964
109. Pearson-Stuttard J, Bennett J, Cheng YJ, Vamos EP, Cross AJ, Ezzati M, et al. Trends in predominant causes of death in individuals with and without diabetes in England from 2001 to 2018: an epidemiological analysis of linked primary care records. Lancet Diabetes Endocrinol. 2021;9(3):165-73.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30431-9
110. Pearson-Stuttard J, Buckley J, Cicek M, Gregg EW. The Changing Nature of Mortality and Morbidity in Patients with Diabetes. Endocrinol Metab Clin North Am. 2021;50(3):357-68.https://doi.org/10.1016/j.ecl.2021.05.001
111. Chen L, Islam RM, Wang J, Hird TR, Pavkov ME, Gregg EW, et al. A systematic review of trends in all-cause mortality among people with diabetes. Diabetologia. 2020;63(9):1718-35.https://doi.org/10.1007/s00125-020-05199-0
112. Sophiea MK, Zaccardi F, Cheng YJ, Vamos EP, Holman N, Gregg EW. Trends in all-cause and cause-specific mortality by BMI levels in England, 2004-2019: a population-based primary care records study. Lancet Reg Health Eur. 2024;44:100986.https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100986
113. Laurberg T, Graversen SB, Sandbæk A, Wild SH, Vos RC, Støvring H. Trends in cause-specific mortality among people with type 2 and type 1 diabetes from 2002 to 2019: a Danish population-based study. Lancet Reg Health Eur. 2024;41:100909.https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2024.100909
114. Wu H, Lau ESH, Ma RCW, Kong APS, Wild SH, Goggins W, et al. Secular trends in all-cause and cause-specific mortality rates in people with diabetes in Hong Kong, 2001-2016: a retrospective cohort study. Diabetologia. 2020;63(4):757-66.https://doi.org/10.1007/s00125-019-05074-7
115. Walker JJ, Livingstone SJ, Colhoun HM, Lindsay RS, McKnight JA, Morris AD, et al. Effect of socioeconomic status on mortality among people with type 2 diabetes: a study from the Scottish Diabetes Research Network Epidemiology Group. Diabetes Care. 2011;34(5):1127-32.https://doi.org/10.2337/dc10-1862
116. Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Rey G, Piffaretti C, Antero-Jacquemin J, Latouche A. Évolution de la mortalité et de la surmortalité à 5 ans des personnes diabétiques traitées pharmacologiquement en France métropolitaine: comparaison des cohortes Entred 2001 et Entred 2007. Bull Epidémiol Hebd. 2016;37:668-75 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2016/37-38/2016_37-38_1.html
117. Tomic D, Chen L, Moran LL, Magliano DJ, Shaw JE. Causes of death among Australians with type 1 or type 2 diabetes, 2002-2019. Diabet Med. 2024;41(3):e15206.https://doi.org/10.1111/dme.15206
118. Bajekal M, Scholes S, Love H, Hawkins N, O'Flaherty M, Raine R, et al. Analysing recent socioeconomic trends in coronary heart disease mortality in England, 2000-2007: a population modelling study. PLoS Med. 2012;9(6):e1001237.https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001237
119. Unal B, Critchley JA, Capewell S. Explaining the decline in coronary heart disease mortality in England and Wales between 1981 and 2000. Circulation. 2004;109(9):1101-7.https://doi.org/10.1161/01.Cir.0000118498.35499.B2
120. Harding JL, Andes LJ, Gregg EW, Cheng YJ, Weir HK, Bullard KM, et al. Trends in cancer mortality among people with vs without diabetes in the USA, 1988-2015. Diabetologia. 2020;63(1):75-84.https://doi.org/10.1007/s00125-019-04991-x
121. Ling W, Huang Y, Huang YM, Fan RR, Sui Y, Zhao HL. Global trend of diabetes mortality attributed to vascular complications, 2000-2016. Cardiovasc Diabetol. 2020;19(1):182.https://doi.org/10.1186/s12933-020-01159-5
122. World Health Organization. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 – 11 March 2020. WHO; Mai 11 2020 Available from: https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020.
123. Hu Y, Sun J, Dai Z, Deng H, Li X, Huang Q, et al. Prevalence and severity of corona virus disease 2019 (COVID-19): A systematic review and meta-analysis. J Clin Virol. 2020;127:104371.https://doi.org/10.1016/j.jcv.2020.104371
124. Hartmann-Boyce J, Rees K, Perring JC, Kerneis SA, Morris EM, Goyder C, et al. Risks of and From SARS-CoV-2 Infection and COVID-19 in People With Diabetes: A Systematic Review of Reviews. Diabetes Care. 2021;44(12):2790-811.https://doi.org/10.2337/dc21-0930

125. Barron E, Bakhai C, Kar P, Weaver A, Bradley D, Ismail H, et al. Associations of type 1 and type 2 diabetes with COVID-19-related mortality in England: a whole-population study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020;8(10):813-22.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30272-2
126. Holman N, Knighton P, Kar P, O'Keefe J, Curley M, Weaver A, et al. Risk factors for COVID-19-related mortality in people with type 1 and type 2 diabetes in England: a population-based cohort study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020;8(10):823-33.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30271-0
127. Semenzato L, Botton J, Drouin J, Cuenot F, Dray-Spira R, Weill A, et al. Chronic diseases, health conditions and risk of COVID-19-related hospitalization and in-hospital mortality during the first wave of the epidemic in France: a cohort study of 66 million people. Lancet Reg Health Eur. 2021;8:100158.https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100158
128. Cariou B, Hadjadj S, Wargny M, Pichelin M, Al-Salameh A, Allix I, et al. Phenotypic characteristics and prognosis of inpatients with COVID-19 and diabetes: the CORONADO study. Diabetologia. 2020;63(8):1500-15.https://doi.org/10.1007/s00125-020-05180-x
129. Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, Bacon S, Bates C, Morton CE, et al. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. Nature. 2020;584(7821):430-6.https://doi.org/10.1038/s41586-020-2521-4
130. Kumar A, Arora A, Sharma P, Anikhindi SA, Bansal N, Singla V, et al. Is diabetes mellitus associated with mortality and severity of COVID-19? A meta-analysis. Diabetes Metab Syndr. 2020;14(4):535-45.https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.044
131. Lv F, Gao X, Huang AH, Zu J, He X, Sun X, et al. Excess diabetes mellitus-related deaths during the COVID-19 pandemic in the United States. EClinicalMedicine. 2022;54:101671.https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101671
132. Insee Références. En quatre vagues, l'épidémie de Covid-19 a causé 116 000 décès et lourdement affecté le système de soins. In: INSEE, editor. 2021 Disponible sous : https://www.insee.fr/fr/statistiques/5432509?sommaire=5435421.
133. Atlas de la Santé de Guyane 2020. In: ORSG-CRISMS, editor. p. 353 https://www.ors-guyane.org/wp-content/uploads/2022/02/Atlas_Sante_Guyane_2020_.pdf.
134. Fosse-Edorh S M-BL. Hospitalisations pour Covid-19 au 1er semestre 2020 chez les personnes traitées pharmacologiquement pour un diabète en France. Bull Epidémiol Hebd. 2021;(Cov_4):2-8
135. Semenzato L, Botton J, Drouin J, Cuenot F, Dray-Spira R, Weill A, et al. Maladies chroniques, états de santé et risque d'hospitalisation et de décès hospitalier pour COVID-19 lors de la première vague de l'épidémie en France: Étude de cohorte de 66 millions de personnes. Étude de cohorte de. 2021;66 https://splf.fr/wp-content/uploads/2021/02/Epiphare-Maladies-chroniques-Etat-de-sante-et-risque-hospitalisation-et-de-deces-hospitalier-pour-COVID-19-66-millions-de-personnes-en-France-Mis-en-ligne-le-09-02-21.pdf
136. World Health Organization. WHO chief declares end to COVID-19 as a global health emergency. 2023 WHO: Available from: https://news.un.org/en/story/2023/05/1136367#:~:text=The%20head%20of%20the%20UN,no%20longer%20a%20global%20threat.
137. Lai H, Yang M, Sun M, Pan B, Wang Q, Wang J, et al. Risk of incident diabetes after COVID-19 infection: A systematic review and meta-analysis. Metabolism. 2022;137:155330.https://doi.org/10.1016/j.metabol.2022.155330
138. Sathish T, Kapoor N, Cao Y, Tapp RJ, Zimmet P. Proportion of newly diagnosed diabetes in COVID-19 patients: A systematic review and meta-analysis. Diabetes Obes Metab. 2021;23(3):870-4.https://doi.org/10.1111/dom.14269
139. Moin JS, Troke N, Plumptre L, Anderson GM. Impact of the COVID-19 Pandemic on Diabetes Care for Adults With Type 2 Diabetes in Ontario, Canada. Can J Diabetes. 2022;46(7):715-21.https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2022.04.009
140. Du Roscoät E, Forgeot C, Léon C, Doncarli A, Pirard P, Tebeka S. La santé mentale des Français pendant l'épidémie de Covid-19: principaux résultats de la surveillance et des études conduites par Santé publique France entre mars 2020 et janvier 2022. Bull Épidémiol Hebd. 2023;26:570-89 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/26/2023_26_2.html
141. Caisse Nationale d'Assurance Maladie. Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses: Proposition de l'Assurance Maladie pour 2023. Disponible sur: https://wwwassurance-maladieamelifr/sites/default/files/2022-07_rapport-propositions-pour-2023_assurance-maladie_5pdf2022.
142. Rousseau J-J. Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes: CUP Archive; 1974.
143. Cécile Vuillermoz, Séverine Deguen, Stéphanie Vandentorren, Melchior M. L'épidémiologie sociale : Concepts, méthodes et exemples d'application. Rennes : Presses de l'EHESP ed 2024 4. 233 p.
144. Villermé LR, Gribaudi M. La Mortalité dans les divers quartiers de Paris. Hachette/BNF, 2017 (1er &d 1830) 1830 Disponible sous : https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k81421x.pdf
145. Durkheim E. Le suicide. In: Etudes sociologiques, editor. Alcan, Paris, BNF (1er éd 1897)2017 Disponible sous : https://monoskop.org/images/0/01/Durkheim_%C3%89mile_Le_suicide_1897.pdf

146. Rose G. Sick individuals and sick populations. Int J Epidemiol. 1985;14(1):32-8.https://doi.org/ DOI: 10.1093/ije/14.1.32
147. Marmot M, Allen J, Goldblatt P, Boyce T, McNeish D, Grady M. Fair society, healthy lives: the Marmot Review: strategic review of health inequalities in England post-2010. 2010. London: Institute of Health Equity. 2010:242http://www.parliament.uk/documents/fair-society-healthy-lives-full-report.pdf.
148. Leclerc A, Kaminski M, Lang T, Lang T. Inégaux face à la santé: du constat à l'action: La Découverte/Inserm Editions; 2008.
149. Blanpain N. Les écarts d'espérance de vie entre cadres et ouvriers: 5 ans chez les hommes, 3 ans chez les femmes. INSEE Premiere N°2005. 2024 Disponible sous : https://www.insee.fr/fr/statistiques/8220688#onglet-1
150. World Health Organization. Regional Office for Europe. Health 2020: a European policy framework and strategy for the 21st century. Regional Office for Europe, ed2013 https://iris.who.int/handle/10665/326386.
151. Loretti A. La fabrique des inégalités sociales de santé. Enquête sur la prise en charge des malades du cancer: EHESP; 2021.
152. Annette L, Didier F, Hélène G, Monique K, Thierry L. Les inégalités sociales de santé. La Découverte, Paris, 2000, 448 p. https://doi.org/10.4000/sdt.36152
153. World Health Organization. Social determinants of health : Key concepts [Available from: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/social-determinants-of-health-key-concepts.
154. Moquet M-J. Inégalités sociales de santé: des déterminants multiples. La santé de l'homme. 2008(397):17-9
155. Organisation Mondiale de la Santé. Combler le fossé en une génération. Rapport final Genève, Commission des déterminants sociaux de la Santé/OMS. 2008
156. Marmot M, Friel S, Bell R, Houweling TA, Taylor S. Closing the gap in a generation: health equity through action on the social determinants of health. The lancet. 2008;372(9650):1661-9 http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43943/9789241563703_eng.pdf;jsessionid=C5006657C2B041D554168F7E54AF0B3A?sequence=1
157. Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote social equity in health. Background document to WHO – Strategy paper for Europe. 1991 https://core.ac.uk/download/pdf/6472456.pdf
158. World Health Organization. A conceptual framework for action on the social determinants of health. World Health Organization; 2010 https://iris.who.int/handle/10665/44489.
159. Haut Conseil de la Santé Publique. Indicateurs de suivi de l'évolution des inégalités sociales de santé dans les systèmes d'information en santé. Paris: Haut Conseil de la Santé Publique. 2013
160. Dever GA. An epidemiological model for health policy analysis. Social indicators research. 1976;2:453-66
161. Haut Conseil de la Santé Publique. Inégalités sociales de santé : sortir de la fatalité. 2009 https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=113
162. Link BG, Phelan J. Social conditions as fundamental causes of disease. J Health Soc Behav. 1995;Spec No:80-94
163. Krieger N. Embodiment: a conceptual glossary for epidemiology. J Epidemiol Community Health. 2005;59(5):350-5 https://doi.org/10.1136/jech.2004.024562
164. Carde E. Les inégalités sociales de santé au prisme de l'intersectionnalité. Sciences sociales et santé. 2021;39(1):5-30
165. Phelan JC, Link BG. Is racism a fundamental cause of inequalities in health? Annu Rev Sociol. 2015;41(1):311-30
166. Mackenbach JP, Looman CWN, Artnik B, Bopp M, Deboosere P, Dibben C, et al. 'Fundamental causes' of inequalities in mortality: an empirical test of the theory in 20 European populations. Sociol Health Illn. 2017;39(7):1117-33.https://doi.org/10.1111/1467-9566.12562
167. Cain LD. Life course and social structure. Handbook of modern sociology. 1964;272:309
168. Quesnel-Vallée A. L'approche des parcours de vie. K Frohlich, M De Koninck, A Demers, et P Bernard (Éds), Les inégalités sociales de santé au Québec. 2008;10:221-42
169. Ribet C, Melchior M, Lang T, Zins M, Goldberg M, Leclerc A. Caractérisation et mesure de la situation sociale dans les études épidémiologiques. Rev Epidemiol Sante Publique. 2007;55(4):285-95 https://doi.org/10.1016/j.respe.2007.04.001
170. Mackenbach J, Junst A, Stirbu I, Roskam A, Schaap M. Tackling health inequalities in Europe: an integrated approach – Eurothine, final report. In: Department of public health, editor. Rotterdam: Erasmus Medical Centre,; 2007 https://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action1/docs/2003_1_16_frep_en.pdf.
171. Martin H. Calculer le niveau de vie d'un ménage: une ou plusieurs échelles d'équivalence? Économie et Statistique. 2017;491(492):93-108
172. Leclerc A, Niedhammer I, Plouvier S, Melchior M. Travail, emploi et inégalités sociales de santé. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire. 2011:79-81

173. Bihan H, Laurent S, Sass C, Nguyen G, Huot C, Moulin JJ, et al. Association among individual deprivation, glycemic control, and diabetes complications: the EPICES score. Diabetes Care. 2005;28(11):2680-5.https://doi.org/10.2337/diacare.28.11.2680
174. Santé publique France. L'état de santé de la population en France : Rapport 2017. Chapitre 3 Mesure des inégalités sociales, déterminanats sociaux et territoriaux de la santé Disponible sous : https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-documents-de-reference/rapports/letat-de-sante-de-la-population-en-france-rapport-2017.
175. Townsend P. Deprivation. Journal of social policy. 1987;16(2):125-46
176. Carstairs V. Deprivation indices: their interpretation and use in relation to health. J Epidemiol Community Health. 1995;49 Suppl 2(Suppl 2):S3-8.https://doi.org/10.1136/jech.49.suppl_2.s3
177. Ralston K, Dundas R, Leyland AH. A comparison of the Scottish Index of Multiple Deprivation (SIMD) 2004 with the 2009 + 1 SIMD: does choice of measure affect the interpretation of inequality in mortality? Int J Health Geogr. 2014;13:27.https://doi.org/10.1186/1476-072x-13-27
178. Pampalon R, Raymond G. A deprivation index for health and welfare planning in Quebec. Chronic Dis Can. 2000;21(3):104-13
179. Close National Statistics English indices of deprivation 2015 [Available from: https://www.gov.uk/government/statistics/english-indices-of-deprivation-2015.
180. Rey G, Jougla E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997–2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health. 2009;9:33.https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-33
181. Pornet C, Delpierre C, Dejardin O, Grosclaude P, Launay L, Guittet L, et al. Construction of an adaptable European transnational ecological deprivation index: the French version. J Epidemiol Community Health. 2012;66(11):982-9.https://doi.org/10.1136/jech-2011-200311
182. Chaix B, Chauvin P. [The contribution of multilevel models in contextual analysis in the field of social epidemiology: a review of literature]. Rev Epidemiol Sante Publique. 2002;50(5):489-99
183. Meijer M, Röhl J, Bloomfield K, Grittner U. Do neighborhoods affect individual mortality? A systematic review and meta-analysis of multilevel studies. Soc Sci Med. 2012;74(8):1204-12.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.11.034
184. Grundmann N, Mielck A, Siegel M, Maier W. Area deprivation and the prevalence of type 2 diabetes and obesity: analysis at the municipality level in Germany. BMC Public Health. 2014;14:1264.https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1264
185. Diez Roux AV. Investigating neighborhood and area effects on health. Am J Public Health. 2001;91(11):1783-9.https://doi.org/10.2105/ajph.91.11.1783
186. Adélaïde L, Hough I, Seyve E, Kloog I, Fifre G, Launoy G, et al. Environmental and social inequities in continental France: an analysis of exposure to heat, air pollution, and lack of vegetation. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2024;34(6):962-72.https://doi.org/10.1038/s41370-024-00641-6
187. Barlet M, Coldefy M, Collin C, Gabrielli VL. L'Accessibilité potentielle localisée (APL): une nouvelle mesure de l'accessibilité aux soins appliquée aux médecins généralistes libéraux en France. Document de travail, Série Études et recherche, n° 124 Dress 2012. p. 59.
188. Tobler WR. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Economic geography. 1970;46(sup1):234-40
189. Moreira L. Health literacy for people-centred care: Where do OECD countries stand? OECD Health Working Papers: OECD Publishing, Paris; 2018 https://doi.org/10.1787/d8494d3a-en.
190. Sørensen K, Van den Broucke S, Fullam J, Doyle G, Pelikan J, Slonska Z, et al. Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models. BMC Public Health. 2012;12:80.https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-80
191. Connell L, Finn Y, Sixsmith J. Health literacy education programmes developed for qualified health professionals: a scoping review. BMJ open. 2023;13(3):e070734
192. Le Brun M, Godard D, Camps L, Gomes de Pinho Q, Benyamine A, Granel B. [Health literacy: Definition, assessment tools, state of the art in Europe, health consequences and ways to improve it]. Rev Med Interne. 2024.https://doi.org/10.1016/j.revmed.2024.06.014
193. Debussche X, Lenclume V, Balcou-Debussche M, Alakian D, Sokolowsky C, Ballet D, et al. Characterisation of health literacy strengths and weaknesses among people at metabolic and cardiovascular risk: Validity testing of the Health Literacy Questionnaire. SAGE Open Med. 2018;6:2050312118801250.https://doi.org/10.1177/2050312118801250
194. Osborne RH, Batterham RW, Elsworth GR, Hawkins M, Buchbinder R. The grounded psychometric development and initial validation of the Health Literacy Questionnaire (HLQ). BMC Public Health. 2013;13:658.https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-658

195. Rouquette A, Nadot T, Labitrie P, Van den Broucke S, Mancini J, Rigal L, et al. Validity and measurement invariance across sex, age, and education level of the French short versions of the European Health Literacy Survey Questionnaire. PLoS One. 2018;13(12):e0208091.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208091
196. Finbråten HS, Wilde-Larsson B, Nordström G, Pettersen KS, Trollvik A, Guttersrud Ø. Establishing the HLS-Q12 short version of the European Health Literacy Survey Questionnaire: latent trait analyses applying Rasch modelling and confirmatory factor analysis. BMC Health Serv Res. 2018;18(1):506.https://doi.org/10.1186/s12913-018-3275-7
197. Agardh EE, Ahlbom A, Andersson T, Efendic S, Grill V, Hallqvist J, et al. Explanations of socioeconomic differences in excess risk of type 2 diabetes in Swedish men and women. Diabetes Care. 2004;27(3):716–21.https://doi.org/10.2337/diacare.27.3.716
198. Espelt A, Borrell C, Roskam AJ, Rodríguez-Sanz M, Stirbu I, Dalmau-Bueno A, et al. Socioeconomic inequalities in diabetes mellitus across Europe at the beginning of the 21st century. Diabetologia. 2008;51(11):1971-9.https://doi.org/10.1007/s00125-008-1146-1
199. Qi Y, Koster A, van Boxtel M, Köhler S, Schram M, Schaper N, et al. Adulthood Socioeconomic Position and Type 2 Diabetes Mellitus-A Comparison of Education, Occupation, Income, and Material Deprivation: The Maastricht Study. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(8).https://doi.org/10.3390/ijerph16081435
200. Espelt A, Borrell C, Palència L, Goday A, Spadea T, Gnavi R, et al. Socioeconomic inequalities in the incidence and prevalence of type 2 diabetes mellitus in Europe. Gac Sanit. 2013;27(6):494–501.https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2013.03.002
201. Fano V, Pezzotti P, Gnavi R, Bontempi K, Miceli M, Pagnozzi E, et al. The role of socio-economic factors on prevalence and health outcomes of persons with diabetes in Rome, Italy. Eur J Public Health. 2013;23(6):991-7.https://doi.org/10.1093/eurpub/cks168
202. Andersen AF, Carson C, Watt HC, Lawlor DA, Avlund K, Ebrahim S. Life-course socio-economic position, area deprivation and Type 2 diabetes: findings from the British Women's Heart and Health Study. Diabet Med. 2008;25(12):1462-8.https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2008.02594.x
203. Nwachukwu OB, Okobi E, Onuekwusi N, David AB, Adeakin-Dada TO, Agada AB, et al. Temporal Patterns of Diabetes: Analyzing Disease Burden Among Adults Over 18 (2000-2021) Using the U.S. Diabetes Surveillance System (USDDS) Database. Cureus. 2023;15(11):e49120.https://doi.org/10.7759/cureus.49120
204. Scholes S, Bajekal M, Love H, Hawkins N, Raine R, O'Flaherty M, et al. Persistent socioeconomic inequalities in cardiovascular risk factors in England over 1994-2008: a time-trend analysis of repeated cross-sectional data. BMC Public Health. 2012;12:129.https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-129
205. Imkampe AK, Gulliford MC. Increasing socio-economic inequality in type 2 diabetes prevalence--repeated cross-sectional surveys in England 1994-2006. Eur J Public Health. 2011;21(4):484-90.https://doi.org/10.1093/eurpub/ckq106
206. Espelt A, Kunst AE, Palència L, Gnavi R, Borrell C. Twenty years of socio-economic inequalities in type 2 diabetes mellitus prevalence in Spain, 1987-2006. Eur J Public Health. 2012;22(6):765–71.https://doi.org/10.1093/eurpub/ckr158
207. Kanjilal S, Gregg EW, Cheng YJ, Zhang P, Nelson DE, Mensah G, et al. Socioeconomic status and trends in disparities in 4 major risk factors for cardiovascular disease among US adults, 1971-2002. Arch Intern Med. 2006;166(21):2348-55.https://doi.org/10.1001/archinte.166.21.2348
208. Brown K, Nevitte A, Szeto B, Nandi A. Growing social inequality in the prevalence of type 2 diabetes in Canada, 2004-2012. Can J Public Health. 2015;106(3):e132-9.https://doi.org/10.17269/cjph.106.4769
209. de Mestral C, Stringhini S, Guessous I, Jornayvaz FR. Thirteen-year trends in the prevalence of diabetes according to socioeconomic condition and cardiovascular risk factors in a Swiss population. BMJ Open Diabetes Res Care. 2020;8(1):e001273.https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2020-001273
210. Wang J, Wild SH. Marked and widening socioeconomic inequalities in type 2 diabetes prevalence in Scotland. J Epidemiol Community Health. 2021;76:482–4.https://doi.org/10.1136/jech-2021-217747
211. Icks A, Moebus S, Feuersenger A, Haastert B, Jöckel KH, Giani G. Diabetes prevalence and association with social status--widening of a social gradient? German national health surveys 1990-1992 and 1998. Diabetes Res Clin Pract. 2007;78(2):293-7.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2007.04.005
212. Menke A, Casagrande S, Geiss L, Cowie CC. Prevalence of and Trends in Diabetes Among Adults in the United States, 1988-2012. Jama. 2015;314(10):1021-9.https://doi.org/10.1001/jama.2015.10029
213. Choi JY, Choi D, Mehta NK, Ali MK, Patel SA. Diabetes Disparities in the United States: Trends by Educational Attainment from 2001 to 2020. Am J Prev Med. 2024;67(3):319-27.https://doi.org/10.1016/j.amepre.2024.04.006
214. Saelee R, Hora IA, Pavkov ME, Imperatore G, Chen Y, Benoit SR, et al. Diabetes Prevalence and Incidence Inequality Trends Among U.S. Adults, 2008-2021. Am J Prev Med. 2023;65(6):973-82.https://doi.org/10.1016/j.amepre.2023.07.009
215. De Silva AP, De Silva SHP, Haniffa R, Liyanage IK, Jayasinghe S, Katulanda P, et al. Inequalities in the prevalence of diabetes mellitus and its risk factors in Sri Lanka: a lower middle income country. Int J Equity Health. 2018;17(1):45.https://doi.org/10.1186/s12939-018-0759-3

216. Blakely T, Hales S, Kieft C, Wilson N, Woodward A. The global distribution of risk factors by poverty level. Bull World Health Organ. 2005;83(2):118-26
217. Kim S, Symons M, Popkin BM. Contrasting socioeconomic profiles related to healthier lifestyles in China and the United States. Am J Epidemiol. 2004;159(2):184-91.https://doi.org/10.1093/aje/kwh006
218. Cavelaars AE, Kunst AE, Geurts JJ, Crialesi R, Grötvedt L, Helmert U, et al. Educational differences in smoking: international comparison. Bmj. 2000;320(7242):1102-7.https://doi.org/10.1136/bmj.320.7242.1102
219. Abouzeid M, Wikström K, Peltonen M, Lindström J, Borodulin K, Rahkonen O, et al. Secular trends and educational differences in the incidence of type 2 diabetes in Finland, 1972-2007. Eur J Epidemiol. 2015;30(8):649-59.https://doi.org/10.1007/s10654-015-0008-7
220. Read SH, Kerssens JJ, McAllister DA, Colhoun HM, Fischbacher CM, Lindsay RS, et al. Trends in type 2 diabetes incidence and mortality in Scotland between 2004 and 2013. Diabetologia. 2016;59(10):2106-13.https://doi.org/10.1007/s00125-016-4054-9
221. Bennett M, Pistillo A, Recalde M, Reyes C, Freisling H, Duarte-Salles T. Time trends in the incidence of cardiovascular disease, hypertension and diabetes by sex and socioeconomic status in Catalonia, Spain: a population-based cohort study. BMJ Open. 2023;13(5):e066404.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066404
222. Bilal U, Hill-Briggs F, Sánchez-Perruca L, Del Cura-González I, Franco M. Association of neighbourhood socioeconomic status and diabetes burden using electronic health records in Madrid (Spain): the HeartHealthyHoods study. BMJ Open. 2018;8(9):e021143.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021143
223. Agardh E, Allebeck P, Hallqvist J, Moradi T, Sidorchuk A. Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis. Int J Epidemiol. 2011;40(3):804-18.https://doi.org/10.1093/ije/dyr029
224. Allain S, Naouri D, Deroyon T, Costemalle V, Hazo JB. Income and professional inequalities in chronic diseases: prevalence and incidence in France. Public Health. 2024;228:55-64.https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.12.022
225. Tatulashvili S, Fagherazzi G, Dow C, Cohen R, Fosse S, Bihan H. Socioeconomic inequalities and type 2 diabetes complications: A systematic review. Diabetes & Metabolism. 2020;46(2):89-99.https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.diabet.2019.11.001
226. Jiang Z, Zhang S, Zeng P, Wang T. Influence of social deprivation on morbidity and all-cause mortality of cardiometabolic multi-morbidity: a cohort analysis of the UK Biobank cohort. BMC Public Health. 2023;23(1):2177.https://doi.org/10.1186/s12889-023-17008-5
227. Yu D, Osuagwu UL, Pickering K, Baker J, Cutfield R, Wang Z, et al. Adverse Clinical Outcomes Attributable to Socioeconomic and Ethnic Disparities Among People with Type 2 Diabetes in New Zealand Between 1994-2018: A Multiple Linked Cohort Study. Clin Epidemiol. 2023;15:511-23.https://doi.org/10.2147/clep.S402307
228. Slåtsve KB, Claudi T, Lappegård KT, Jenum AK, Larsen M, Nøkleby K, et al. Level of education is associated with coronary heart disease and chronic kidney disease in individuals with type 2 diabetes: a population-based study. BMJ Open Diabetes Res Care. 2022;10(5).https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2022-002867
229. Leese GP, Feng Z, Leese RM, Dibben C, Emslie-Smith A. Impact of health-care accessibility and social deprivation on diabetes related foot disease. Diabet Med. 2013;30(4):484-90.https://doi.org/10.1111/dme.12108
230. Vaidya B, Roper NA, Connolly VM, Kelly WF. Socio-economic deprivation and diabetic foot ulcers: no strong association. Diabet Med. 2003;20(3):249-51.https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.2003.00866_4.x
231. Anderson SG, Shoo H, Saluja S, Anderson CD, Khan A, Livingston M, et al. Social deprivation modifies the association between incident foot ulceration and mortality in type 1 and type 2 diabetes: a longitudinal study of a primary-care cohort. Diabetologia. 2018;61(4):959-67.https://doi.org/10.1007/s00125-017-4522-x
232. Kovács N, Nagy A, Dombrádi V, Bíró K. Inequalities in the Global Burden of Chronic Kidney Disease Due to Type 2 Diabetes Mellitus: An Analysis of Trends from 1990 to 2019. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(9).https://doi.org/10.3390/ijerph18094723
233. Hurst JE, Barn R, Gibson L, Innes H, Bus SA, Kennon B, et al. Geospatial mapping and data linkage uncovers variability in outcomes of foot disease according to multiple deprivation: a population cohort study of people with diabetes. Diabetologia. 2020;63(3):659-67.https://doi.org/10.1007/s00125-019-05056-9
234. Bonnet JB, Nicolet G, Papinaud L, Avignon A, Duflos C, Sultan A. Effects of social deprivation and healthcare access on major amputation following a diabetic foot ulcer in a French administrative area: Analysis using the French claim data. Diabet Med. 2022;39(6):e14820.https://doi.org/10.1111/dme.14820
235. Riley J, Antza C, Kempegowda P, Subramanian A, Chandan JS, Gokhale K, et al. Social Deprivation and Incident Diabetes-Related Foot Disease in Patients With Type 2 Diabetes: A Population-Based Cohort Study. Diabetes Care. 2021;44(3):731-9.https://doi.org/10.2337/dc20-1027
236. Ince P, Kendrick D, Game F, Jeffcoate W. The association between baseline characteristics and the outcome of foot lesions in a UK population with diabetes. Diabet Med. 2007;24(9):977-81.https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2007.02189.x

237. Fosse-Edorh S, Fagot-Campagna A, Detournay B, Bihan H, Eschwege E, Gautier A, et al. Impact of socio-economic position on health and quality of care in adults with Type 2 diabetes in France: the Entred 2007 study. Diabet Med. 2015;32(11):1438-44.https://doi.org/10.1111/dme.12783
238. Dray-Spira R, Gary TL, Brancati FL. Socioeconomic position and cardiovascular disease in adults with and without diabetes: United States trends, 1997-2005. J Gen Intern Med. 2008;23(10):1634-41.https://doi.org/10.1007/s11606-008-0727-5
239. Safieddine B, Sperlich S, Beller J, Lange K, Geyer S. Socioeconomic inequalities in type 2 diabetes comorbidities in different population subgroups: trend analyses using German health insurance data. Sci Rep. 2023;13(1):10855.https://doi.org/10.1038/s41598-023-37951-y
240. Sortsø C, Lauridsen J, Emneus M, Green A, Jensen PB. Socioeconomic inequality of diabetes patients' health care utilization in Denmark. Health Econ Rev. 2017;7(1):21.https://doi.org/10.1186/s13561-017-0155-5
241. Fosse-Edorh S, Pornet C, Delpierre C, Rey G, Bihan H, Fagot-Campagna A. Associations entre niveau socioéconomique et recours aux soins des personnes diabétiques, et évolutions entre 2001 et 2007, à partir d'une approche écologique. Enquêtes Entred 2001 et 2007, France. Bull Epidémiol Hebd. 2014:30-1 http://www.invs.sante.fr/beh/2014/30-31/2014_30-31_2.html
242. Fosse-Edorh S, Mandereau-Bruno L. Suivi des examens recommandés dans la surveillance du diabète en France, en 2013. Bull Epidémiol Hebd. 2015;34:645-54 http://www.invs.sante.fr/beh/2015/34-35/2015_34-35_5.html
243. Bennett JE, Pearson-Stuttard J, Kontis V, Capewell S, Wolfe I, Ezzati M. Contributions of diseases and injuries to widening life expectancy inequalities in England from 2001 to 2016: a population-based analysis of vital registration data. Lancet Public Health. 2018;3(12):e586-e97.https://doi.org/10.1016/s2468-2667(18)30214-7
244. Ghosn W, Menvielle G, Rican S, Rey G. Associations of cause-specific mortality with area level deprivation and travel time to health care in France from 1990 to 2007, a multilevel analysis. BMC Public Health. 2017;18(1):86.https://doi.org/10.1186/s12889-017-4562-7
245. Marí-Dell'Olmo M, Gotsens M, Palència L, Burström B, Corman D, Costa G, et al. Socioeconomic inequalities in cause-specific mortality in 15 European cities. J Epidemiol Community Health. 2015;69(5):432-41.https://doi.org/10.1136/jech-2014-204312
246. Dalsgaard EM, Skriver MV, Sandbaek A, Vestergaard M. Socioeconomic position, type 2 diabetes and long-term risk of death. PLoS One. 2015;10(5):e0124829.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124829
247. Wu H, Lau ES, Kong AP, Ma RC, Ozaki R, Cheung KK, et al. Association between educational level and cardiovascular disease and all-cause mortality in patients with type 2 diabetes: a prospective study in the Joint Asia Diabetes Evaluation Program. Clin Epidemiol. 2018;10:1561-71.https://doi.org/10.2147/clep.S177437
248. Komura T, Kondo N, Bhatt K, Inoue K. Association Between Educational Status and Mortality According to Diabetes Status Among US Adults. Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes. 2023;7(4):203-11.https://doi.org/10.1016/j.mayocpiqo.2023.04.007
249. Rosella LC, Kornas K, Negatu E, Zhou L. Variations in all-cause mortality, premature mortality and cause-specific mortality among persons with diabetes in Ontario, Canada. BMJ Open Diabetes Res Care. 2023;11(3).https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2023-003378
250. Piffaretti C, Fagot-Campagna A, Rey G, Antero J, Latouche A, Mandereau-Bruno L, et al. Déterminants de la mortalité des personnes diabétiques de type 2. Cohortes Entred, France, 2002-2013. Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire-BEH. 2016(37-38):681-90
251. Mercado C, Beckles G, Cheng Y, Bullard KM, Saydah S, Gregg E, et al. Trends and socioeconomic disparities in all-cause mortality among adults with diagnosed diabetes by race/ethnicity: a population-based cohort study - USA, 1997-2015. BMJ Open. 2021;11(5):e044158.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044158
252. Gnavi R, Petrelli A, Demaria M, Spadea T, Carta Q, Costa G. Mortality and educational level among diabetic and non-diabetic population in the Turin Longitudinal Study: a 9-year follow-up. Int J Epidemiol. 2004;33(4):864-71.https://doi.org/10.1093/ije/dyh089
253. Dray-Spira R, Gary-Webb TL, Brancati FL. Educational disparities in mortality among adults with diabetes in the U.S. Diabetes Care. 2010;33(6):1200-5.https://doi.org/10.2337/dc09-2094
254. Koskinen SV, Martelin TP, Valkonen T. Socioeconomic differences in mortality among diabetic people in Finland: five year follow up. Bmj. 1996;313(7063):975-8.https://doi.org/10.1136/bmj.313.7063.975
255. Jackson CA, Jones NR, Walker JJ, Fischbacher CM, Colhoun HM, Leese GP, et al. Area-based socioeconomic status, type 2 diabetes and cardiovascular mortality in Scotland. Diabetologia. 2012;55(11):2938-45.https://doi.org/10.1007/s00125-012-2667-1
256. Rawshani A, Svensson AM, Zethelius B, Eliasson B, Rosengren A, Gudbjörnsdottir S. Association Between Socioeconomic Status and Mortality, Cardiovascular Disease, and Cancer in Patients With Type 2 Diabetes. JAMA Intern Med. 2016;176(8):1146-54.https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2016.2940
257. Ling S, Zaccardi F, Issa E, Davies MJ, Khunti K, Brown K. Inequalities in cancer mortality trends in people with type 2 diabetes: 20 year population-based study in England. Diabetologia. 2023;66(4):657-73.https://doi.org/10.1007/s00125-022-05854-8

258. Seligman B, Ferranna M, Bloom DE. Social determinants of mortality from COVID-19: A simulation study using NHANES. PLoS Med. 2021;18(1):e1003490.https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003490
259. Riou J, Panczak R, Althaus CL, Junker C, Perisa D, Schneider K, et al. Socioeconomic position and the COVID-19 care cascade from testing to mortality in Switzerland: a population-based analysis. Lancet Public Health. 2021;6(9):e683-e91.https://doi.org/10.1016/s2468-2667(21)00160-2
260. Zaldo-Aubanell Q, Campillo ILF, Bach A, Serra I, Olivet-Vila J, Saez M, et al. Community Risk Factors in the COVID-19 Incidence and Mortality in Catalonia (Spain). A Population-Based Study. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(7).https://doi.org/10.3390/ijerph18073768
261. Fortunato F, Lillini R, Martinelli D, Iannelli G, Ascatigno L, Casanova G, et al. Association of socio-economic deprivation with COVID-19 incidence and fatality during the first wave of the pandemic in Italy: lessons learned from a local register-based study. Int J Health Geogr. 2023;22(1):10.https://doi.org/10.1186/s12942-023-00332-9
262. McGowan VJ, Bambra C. COVID-19 mortality and deprivation: pandemic, syndemic, and endemic health inequalities. Lancet Public Health. 2022;7(11):e966-e75.https://doi.org/10.1016/s2468-2667(22)00223-7
263. Neelon B, Mutiso F, Mueller NT, Pearce JL, Benjamin-Neelon SE. Spatial and temporal trends in social vulnerability and COVID-19 incidence and death rates in the United States. PLoS One. 2021;16(3):e0248702.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248702
264. Clouston SAP, Natale G, Link BG. Socioeconomic inequalities in the spread of coronavirus-19 in the United States: A examination of the emergence of social inequalities. Soc Sci Med. 2021;268:113554.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113554
265. Fridman I, Lucas N, Henke D, Zigler CK. Association Between Public Knowledge About COVID-19, Trust in Information Sources, and Adherence to Social Distancing: Cross-Sectional Survey. JMIR Public Health Surveill. 2020;6(3):e22060.https://doi.org/10.2196/22060
266. Algan Y, Cohen D, Davoine E, Foucault M, Stantcheva S. Trust in scientists in times of pandemic: Panel evidence from 12 countries. Proc Natl Acad Sci U S A. 2021;118(40).https://doi.org/10.1073/pnas.2108576118
267. Diallo AI, Faye A, Tine JAD, Ba MF, Gaye I, Bonnet E, et al. Factors associated with the acceptability of government measures to address COVID-19 in Senegal. Rev Epidemiol Sante Publique. 2022;70(3):109-16.https://doi.org/10.1016/j.respe.2022.03.123
268. Bajos N, Counil E, Franck JE, Jusot F, Pailhé A, Spire A, et al. Social inequalities and dynamics of the early COVID-19 epidemic: a prospective cohort study in France. BMJ Open. 2021;11(11):e052888.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052888
269. Bajos N, Jusot F, Pailhé A, Spire A, Martin C, Meyer L, et al. When lockdown policies amplify social inequalities in COVID-19 infections: evidence from a cross-sectional population-based survey in France. BMC Public Health. 2021;21(1):705.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10521-5
270. Cubbin C, Sundquist K, Ahlén H, Johansson SE, Winkleby MA, Sundquist J. Neighborhood deprivation and cardiovascular disease risk factors: protective and harmful effects. Scand J Public Health. 2006;34(3):228-37.https://doi.org/10.1080/14034940500327935
271. García R, Muñoz MA, Navas E, Vinyoles E, Verdú-Rotellar JM, Del Val JL. Variability in Cardiovascular Risk Factor Control in Patients with Heart Failure According to Gender and Socioeconomic Status. J Womens Health (Larchmt). 2022;31(5):690-7.https://doi.org/10.1089/jwh.2021.0404
272. Devaux M, Sassi F. Social inequalities in obesity and overweight in 11 OECD countries. The European Journal of Public Health. 2013;23(3):464-9
273. Cerin E, Leslie E. How socio-economic status contributes to participation in leisure-time physical activity. Soc Sci Med. 2008;66(12):2596-609.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.02.012
274. Stalsberg R, Pedersen AV. Are Differences in Physical Activity across Socioeconomic Groups Associated with Choice of Physical Activity Variables to Report? Int J Environ Res Public Health. 2018;15(5).https://doi.org/10.3390/ijerph15050922
275. Alkerwi A, Vernier C, Sauvageot N, Crichton GE, Elias MF. Demographic and socioeconomic disparity in nutrition: application of a novel Correlated Component Regression approach. BMJ Open. 2015;5(5):e006814.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006814
276. Irala-Estévez JD, Groth M, Johansson L, Oltersdorf U, Prättälä R, Martínez-González MA. A systematic review of socio-economic differences in food habits in Europe: consumption of fruit and vegetables. Eur J Clin Nutr. 2000;54(9):706-14.https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601080
277. Tajdar D, Lühmann D, Fertmann R, Steinberg T, van den Bussche H, Scherer M, et al. Low health literacy is associated with higher risk of type 2 diabetes: a cross-sectional study in Germany. BMC Public Health. 2021;21(1):510.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10508-2
278. Kandola A, Ashdown-Franks G, Hendrikse J, Sabiston CM, Stubbs B. Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. Neurosci Biobehav Rev. 2019;107:525-39.https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.09.040

279. Vinke PC, Navis G, Kromhout D, Corpeleijn E. Socio-economic disparities in the association of diet quality and type 2 diabetes incidence in the Dutch Lifelines cohort. EClinicalMedicine. 2020;19:100252.https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.100252
280. Maier W, Holle R, Hunger M, Peters A, Meisinger C, Greiser KH, et al. The impact of regional deprivation and individual socio-economic status on the prevalence of Type 2 diabetes in Germany. A pooled analysis of five population-based studies. Diabet Med. 2013;30(3):e78-86.https://doi.org/10.1111/dme.12062
281. Sundquist K, Eriksson U, Mezuk B, Ohlsson H. Neighborhood walkability, deprivation and incidence of type 2 diabetes: a population-based study on 512,061 Swedish adults. Health Place. 2015;31:24-30.https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.10.011
282. Boullu-Ciocca S, Verger P, Bocquier A, Oliver C. Axe corticotrope et stress chronique dans l'obésité abdominale et le syndrome métabolique. La Presse Médicale. 2005;34(21):1646-53
283. Krämer U, Herder C, Sugiri D, Strassburger K, Schikowski T, Ranft U, et al. Traffic-related air pollution and incident type 2 diabetes: results from the SALIA cohort study. Environ Health Perspect. 2010;118(9):1273-9.https://doi.org/10.1289/ehp.0901689
284. Bocquier A, Cortaredona S, Nauleau S, Jardin M, Verger P. Prevalence of treated diabetes: Geographical variations at the small-area level and their association with area-level characteristics. A multilevel analysis in Southeastern France. Diabetes & metabolism. 2011;37(1):39-46
285. Braubach M, Fairburn J. Social inequities in environmental risks associated with housing and residential location—a review of evidence. European journal of public health. 2010;20(1):36-42
286. Pearson JF, Bachireddy C, Shyamprasad S, Goldfine AB, Brownstein JS. Association between fine particulate matter and diabetes prevalence in the U.S. Diabetes Care. 2010;33(10):2196-201.https://doi.org/10.2337/dc10-0698
287. Nolte E, McKee M. Population health in Europe: how much is attributable to health care? World Hosp Health Serv. 2004;40(3):12-4, 40, 2
288. Bagein G, Costemalle V, Deroyon T, Hazo J-B, Naouri D, Pesonel E, et al. L'état de santé de la population en France. Les dossiers de la DREES. 2022 https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2022-09/DD102EMB.pdf
289. Mackenbach JP, Stirbu I, Roskam AJ, Schaap MM, Menvielle G, Leinsalu M, et al. Socioeconomic inequalities in health in 22 European countries. N Engl J Med. 2008;358(23):2468-81.https://doi.org/10.1056/NEJMsa0707519
290. Gold M. Beyond coverage and supply: measuring access to healthcare in today's market. Health Serv Res. 1998;33(3 Pt 2):625-52; discussion 81-4
291. Barnard-Kelly KD, Cherñavvsky D. Social Inequality and Diabetes: A Commentary. Diabetes Ther. 2020;11(4):803-11.https://doi.org/10.1007/s13300-020-00791-4
292. Ricci-Cabello I, Ruiz-Pérez I, Olry de Labry-Lima A, Márquez-Calderón S. Do social inequalities exist in terms of the prevention, diagnosis, treatment, control and monitoring of diabetes? A systematic review. Health Soc Care Community. 2010;18(6):572-87.https://doi.org/10.1111/j.1365-2524.2010.00960.x
293. Meisinger C, Thorand B, Schneider A, Stieber J, Döring A, Löwel H. Sex differences in risk factors for incident type 2 diabetes mellitus: the MONICA Augsburg cohort study. Arch Intern Med. 2002;162(1):82-9.https://doi.org/10.1001/archinte.162.1.82
294. Spatial, temporal, and demographic patterns in prevalence of smoking tobacco use and attributable disease burden in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. Lancet. 2021;397(10292):2337-60.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01169-7
295. Ek S. Gender differences in health information behaviour: a Finnish population-based survey. Health Promot Int. 2015;30(3):736-45.https://doi.org/10.1093/heapro/dat063
296. Bärebring L, Palmqvist M, Winkvist A, Augustin H. Gender differences in perceived food healthiness and food avoidance in a Swedish population-based survey: a cross sectional study. Nutr J. 2020;19(1):140.https://doi.org/10.1186/s12937-020-00659-0
297. Yin J, Yeung R, Luk A, Tutino G, Zhang Y, Kong A, et al. Gender, diabetes education, and psychosocial factors are associated with persistent poor glycemic control in patients with type 2 diabetes in the Joint Asia Diabetes Evaluation (JADE) program. J Diabetes. 2016;8(1):109-19.https://doi.org/10.1111/1753-0407.12262
298. Shahrestanaki E, Mohammadian Khonsari N, Seif E, Baygi F, Ejtahed HS, Sheidaei A, et al. The worldwide trend in diabetes awareness, treatment, and control from 1985 to 2022: a systematic review and meta-analysis of 233 population-representative studies. Front Public Health. 2024;12:1305304.https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1305304
299. Direction de la Recherche dÉ, de l'Évaluation et des Statistiques,. En outre-mer, une santé déclarée moins bonne qu'en Métropole, surtout pour les femmes. Etudes et Résultats; 2018 https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/er1057.pdf
300. Tang M, Chen Y, Krewski D. Gender-related differences in the association between socioeconomic status and self-reported diabetes. Int J Epidemiol. 2003;32(3):381-5.https://doi.org/10.1093/ije/dyg075

301. Kautzky-Willer A, Harreiter J, Pacini G. Sex and Gender Differences in Risk, Pathophysiology and Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. Endocr Rev. 2016;37(3):278-316.https://doi.org/10.1210/er.2015-1137
302. Woodward M, Peters SA, Huxley RR. Diabetes and the female disadvantage. Womens Health (Lond). 2015;11(6):833-9.https://doi.org/10.2217/whe.15.67
303. Denton M, Prus S, Walters V. Gender differences in health: a Canadian study of the psychosocial, structural and behavioural determinants of health. Soc Sci Med. 2004;58(12):2585-600.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2003.09.008
304. Guide d'utilisation du système national des données de santé pour la surveillance et l'observation épidémiologiques. Saint-Maurice : Santé publique France; 2024. p. 78 https://www.santepubliquefrance.fr.
305. Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: From the système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the système national des données de santé (SNDS) in France. Rev Epidemiol Sante Publique. 2017;65 Suppl 4:S149-s67.https://doi.org/10.1016/j.respe.2017.05.004
306. Documentation SNDS du Health Data Hub. Se Former au SDNS. Le SNDS en bref. Synthèse des données disponibles [Available from: https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/formation_snds/initiation/snds_en_bref.html#_2-2-sources-des-donnees.
307. Chantry A, Deneux-Tharaux C, Bal G, Zeitlin J, Quantin C, Bouvier-Colle M-H. Le programme de médicalisation du système d'information (PMSI)–processus de production des données, validité et sources d'erreurs dans le domaine de la morbidité maternelle sévère. Revue d'épidémiologie et de santé publique. 2012;60(3):177-88
308. World Health Organization. Cause of death [Available from: https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases/cause-of-death.
309. Razakamanana N, Zambetta E. Codage des causes de décès de 2018 et 2019 en CIM10: une approche combinant «deep learning», système expert et codage manuel ciblé. Journal of Epidemiology and Population Health. 2024;72:202224 https://www.cepidc.inserm.fr/documentation/codage-des-causes-de-deces-de-2018-et-2019-en-cim10-approche-combinant-deep-learning-systeme-expert-et-codage-manuel-cible-document-de-travail-cepidc-n22023
310. Hebbache Z, Robert A, Clanché F, Coudin E, Martin D. Rapport de Production Années de décès : 2018-2019 Données définitives. 2023.
311. Romon I, Rey G, Mandereau-Bruno L, Weill A, Jougla E, Eschwège E, et al. The excess mortality related to cardiovascular diseases and cancer among adults pharmacologically treated for diabetes--the 2001-2006 ENTRED cohort. Diabet Med. 2014;31(8):946-53.https://doi.org/10.1111/dme.12435
312. Laanani M, Viallon V, Coste J, Rey G. Collider and reporting biases involved in the analyses of cause of death associations in death certificates: an illustration with cancer and suicide. Popul Health Metr. 2023;21(1):21.https://doi.org/10.1186/s12963-023-00320-y
313. Botton J, Drouin J, Bertrand M, Jabagi M, Weill A, Zureik M, et al. Fréquence des décès et des hospitalisations chez les résidents des établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) et des unités de soin longue durée (USLD) en France au cours des années 2018 et 2019. Epi-phare website. 2021 https://www.epi-phare.fr/app/uploads/2021/01/epi-phare_rapport_deces_hospit_ehpad_20210115.pdf.
314. Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, et al. Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. Int J Public Health. 2019;64(3):441-50.https://doi.org/10.1007/s00038-018-1186-3
315. Le Marec F, Remontet L, Chatignoux E, Kudjawu Y, Le Bihan-Benjamin C, Grosclaude P, et al. Impact de la crise sanitaire liée à la Covid-19 sur l'incidence des cancers en France en 2020 et 2021 : première évaluation à partir des variations temporelles du nombre de patients hospitalisés pour un nouveau cancer. Bull Épidémiol Hebd. 2023;12-13:205-17 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/12-13/2023_12-13_2.html
316. Olié V, Lailler G, Martin A, Gabet A, Chatignoux É, Grave C, et al. Les accidents vasculaires cérébraux et syndromes coronaires aigus de la grossesse et du post-partum en France, l'étude nationale Conception. Bull Épidémiol Hebd. 2023;17:329-37 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2023/17/2023_17_2.html
317. De Peretti C, Chin F, Tuppin P, Danchin N. Personnes hospitalisées pour infarctus du myocarde en France: tendances 2002-2008. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2012;41:459-65 http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11070
318. de Peretti C, Chin F, Tuppin P, Béjot Y, Giroud M, Schniztler A, et al. Personnes hospitalisées pour accident vasculaire cérébral en France: tendances 2002–2008. Bull Epidemiol Hebd. 2012;10:125 http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10523
319. Bryere J, Dejardin O, Bouvier V, Colonna M, Guizard AV, Troussard X, et al. Socioeconomic environment and cancer incidence: a French population-based study in Normandy. BMC Cancer. 2014;14:87.https://doi.org/10.1186/1471-2407-14-87
320. Pace M, Lanzieri G, Glickman M, Zupanič T. Revision of the European Standard Population: report of Eurostat's task force: Publications Office of the European Union; 2013.

321. Fosse-Edorh S, Guion M, Goria S, Mandereau-Bruno L, Cosson E. Dynamics of diabetes prevalence, incidence and mortality in France: A nationwide study, 2013-2021. Diabetes & Metabolism. [En cours de révision]
322. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. Annals of the institute of statistical mathematics. 1991;43:1-20
323. Rue H, Martino S, Chopin N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology. 2009;71(2):319-92
324. Hopkins DP, Razi S, Leeks KD, Priya Kalra G, Chattopadhyay SK, Soler RE. Smokefree policies to reduce tobacco use. A systematic review. Am J Prev Med. 2010;38(2 Suppl):S275-89.https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.029
325. Appel LJ, Brands MW, Daniels SR, Karanja N, Elmer PJ, Sacks FM. Dietary approaches to prevent and treat hypertension: a scientific statement from the American Heart Association. Hypertension. 2006;47(2):296-308.https://doi.org/10.1161/01.Hyp.0000202568.01167.B6
326. Lin J, Pearson SA, Greenfield JR, Park KH, Havard A, Brieger D, et al. Trends in use of sodium-glucose co-transporter 2 inhibitors (SGLT2i) and glucagon-like peptide-1 receptor agonists (GLP-1RA) in Australia in the era of increased evidence of their cardiovascular benefits (2014-2022). Eur J Clin Pharmacol. 2023;79(9):1239-48.https://doi.org/10.1007/s00228-023-03539-8
327. Marasinghe DH, Butalia S, Garies S, Drummond N, Kim JW, Senior PA. Low Use of Guideline-recommended Cardiorenal Protective Antihyperglycemic Agents in Primary Care: A Cross-sectional Study of Adults With Type 2 Diabetes. Can J Diabetes. 2022;46(5):487-94.https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2022.02.002
328. García CN. Socioeconomic, demographic and healthcare determinants of the COVID-19 pandemic: an ecological study of Spain. BMC Public Health. 2021;21(1):606.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10658-3
329. Khalatbari-Soltani S, Cumming RC, Delpierre C, Kelly-Irving M. Importance of collecting data on socioeconomic determinants from the early stage of the COVID-19 outbreak onwards. J Epidemiol Community Health. 2020;74(8):620-3.https://doi.org/10.1136/jech-2020-214297
330. Nafilyan V, Islam N, Mathur R, Ayoubkhani D, Banerjee A, Glickman M, et al. Ethnic differences in COVID-19 mortality during the first two waves of the Coronavirus Pandemic: a nationwide cohort study of 29 million adults in England. Eur J Epidemiol. 2021;36(6):605-17.https://doi.org/10.1007/s10654-021-00765-1
331. Clouston SA, Rubin MS, Phelan JC, Link BG. A Social History of Disease: Contextualizing the Rise and Fall of Social Inequalities in Cause-Specific Mortality. Demography. 2016;53(5):1631-56.https://doi.org/10.1007/s13524-016-0495-5
332. Gadeyne S, Rodriguez-Loureiro L, Surkyn J, Van Hemelrijck W, Nusselder W, Lusyne P, et al. Are we really all in this together? The social patterning of mortality during the first wave of the COVID-19 pandemic in Belgium. Int J Equity Health. 2021;20(1):258.https://doi.org/10.1186/s12939-021-01594-0
333. Quinn SC, Kumar S. Health inequalities and infectious disease epidemics: a challenge for global health security. Biosecur Bioterror. 2014;12(5):263-73.https://doi.org/10.1089/bsp.2014.0032
334. Gibson M, Petticrew M, Bambra C, Sowden AJ, Wright KE, Whitehead M. Housing and health inequalities: a synthesis of systematic reviews of interventions aimed at different pathways linking housing and health. Health Place. 2011;17(1):175-84.https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.09.011
335. Elliott J, Bodinier B, Whitaker M, Delpierre C, Vermeulen R, Tzoulaki I, et al. COVID-19 mortality in the UK Biobank cohort: revisiting and evaluating risk factors. Eur J Epidemiol. 2021;36(3):299-309.https://doi.org/10.1007/s10654-021-00722-y
336. Dubost C-L, Pollak C, Rey S. Les inégalités sociales face à l'épidémie de Covid-19. État des lieux et perspectives. Les Dossiers de la DREES. 2020;62:2020-10 https://drees solidarites-sante gouv fr/etudes-et-statistiques/publications/les-dossiers-de-la-drees/article/les-inegalites-sociales-face-al-epidemie-de-covid-19-etat-des-lieux-et.
337. Victora CG, Vaughan JP, Barros FC, Silva AC, Tomasi E. Explaining trends in inequities: evidence from Brazilian child health studies. Lancet. 2000;356(9235):1093-8.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(00)02741-0
338. OECD. Health for everyone?: social inequalities in health and health systems: OECD Publishing; 2019.
339. Metzger C, Yaï J, Nassany O, Randriamampianina S, Vernay M. Factors associated with compliance with barrier gestures and social distancing measures in France. J Epidemiol Popul Health. 2024;72(2):202194.https://doi.org/10.1016/j.jeph.2024.202194
340. Svendsen MT, Bak CK, Sørensen K, Pelikan J, Riddersholm SJ, Skals RK, et al. Associations of health literacy with socioeconomic position, health risk behavior, and health status: a large national population-based survey among Danish adults. BMC Public Health. 2020;20(1):565.https://doi.org/10.1186/s12889-020-08498-8
341. Martin-Lapoirie D, McColl K, Gallopel-Morvan K, Arwidson P, Raude J. Health protective behaviours during the COVID-19 pandemic: Risk adaptation or habituation? Soc Sci Med. 2024;342:116531.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116531

342. Montaut A. Santé et recours aux soins des femmes et des hommes: premiers résultats de l'enquête Handicap-Santé 2008. Études et résultats. 2010(717) https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/etudes-et-resultats/sante-et-recours-aux-soins-des-femmes-et-des-hommes-premiers
343. Blumenshine P, Reingold A, Egerter S, Mockenhaupt R, Braveman P, Marks J. Pandemic influenza planning in the United States from a health disparities perspective. Emerg Infect Dis. 2008;14(5):709-15.https://doi.org/10.3201/eid1405.071301
344. Bambra C, Riordan R, Ford J, Matthews F. The COVID-19 pandemic and health inequalities. J Epidemiol Community Health. 2020;74(11):964-8.https://doi.org/10.1136/jech-2020-214401
345. Kivimäki M, Shipley MJ, Ferrie JE, Singh-Manoux A, Batty GD, Chandola T, et al. Best-practice interventions to reduce socioeconomic inequalities of coronary heart disease mortality in UK: a prospective occupational cohort study. Lancet. 2008;372(9650):1648-54.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(08)61688-8
346. Fouillet A, Ghosn W, Rivera C, Clanche F, Coudin E. Grandes causes de mortalité en France en 2021 et tendances récentes. Journal of Epidemiology and Population Health. 2024;72:202250 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2021/8/2021_8_1.html
347. Pasquereau A, Andler R, Guignard R, Soullier N, Gautier A, Richard J, et al. Consommation de tabac parmi les adultes en 2020: résultats du Baromètre de Santé publique France. Bull Epidemiol Hebd. 2021;8:132-9 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2021/8/2021_8_1.html
348. Andler R, Quatremère G, Richard J, Beck F, Nguyen-Thanh V. La consommation d'alcool des adultes en France en 2021, évolutions récentes et tendances de long terme. Bull Épidémiol Hebd. 2024;2:22-31 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2024/2/2024_2_1.html
349. Wang M, Yang Y, Liao Z. Diabetes and cancer: Epidemiological and biological links. World J Diabetes. 2020;11(6):227-38.https://doi.org/10.4239/wjd.v11.i6.227
350. Yang Q, Cogswell ME, Flanders WD, Hong Y, Zhang Z, Loustalot F, et al. Trends in cardiovascular health metrics and associations with all-cause and CVD mortality among US adults. Jama. 2012;307(12):1273-83.https://doi.org/10.1001/jama.2012.339
351. Goldman DP, Smith JP. Can patient self-management help explain the SES health gradient? Proc Natl Acad Sci U S A. 2002;99(16):10929-34.https://doi.org/10.1073/pnas.162086599
352. Wardle J, Steptoe A. Socioeconomic differences in attitudes and beliefs about healthy lifestyles. J Epidemiol Community Health. 2003;57(6):440-3.https://doi.org/10.1136/jech.57.6.440
353. Grave G, Gautier A, Gane J, Gabet A, Lacoin F, Olié V. Prévention, dépistage et prise en charge de l'HTA en France, le point de vue des médecins généralistes, France, 2019. Bull Epidémiol Hebd. 2020;5:115-23 http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/5/2020_5_3.html
354. Brown AF, Ettner SL, Piette J, Weinberger M, Gregg E, Shapiro MF, et al. Socioeconomic position and health among persons with diabetes mellitus: a conceptual framework and review of the literature. Epidemiol Rev. 2004;26:63-77.https://doi.org/10.1093/epirev/mxh002
355. Kivimäki M, Lawlor DA, Davey Smith G, Kouvonen A, Virtanen M, Elovainio M, et al. Socioeconomic position, co-occurrence of behavior-related risk factors, and coronary heart disease: the Finnish Public Sector study. Am J Public Health. 2007;97(5):874-9.https://doi.org/10.2105/ajph.2005.078691
356. Marmot M. Achieving health equity: from root causes to fair outcomes. Lancet. 2007;370(9593):1153-63.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(07)61385-3
357. Bellia A, Meloni M, Andreadi A, Uccioli L, Lauro D. Geographic and Ethnic Inequalities in Diabetes-Related Amputations. Front Clin Diabetes Healthc. 2022;3:855168.https://doi.org/10.3389/fcdhc.2022.855168
358. Zhang GQ, Canner JK, Haut E, Sherman RL, Abularrage CJ, Hicks CW. Impact of Geographic Socioeconomic Disadvantage on Minor Amputation Outcomes in Patients With Diabetes. J Surg Res. 2021;258:38-46.https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.08.039
359. Garcia-Klepzig JL, Sánchez-Ríos JP, Manu C, Ahluwalia R, Lüdemann C, Meloni M, et al. Perception of diabetic foot ulcers among general practitioners in four European countries: knowledge, skills and urgency. J Wound Care. 2018;27(5):310-9.https://doi.org/10.12968/jowc.2018.27.5.310
360. Lastrucci V, Lorini C, Caini S, Bonaccorsi G. Health literacy as a mediator of the relationship between socioeconomic status and health: A cross-sectional study in a population-based sample in Florence. PLoS One. 2019;14(12):e0227007.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227007
361. McDermott K, Fang M, Boulton AJM, Selvin E, Hicks CW. Etiology, Epidemiology, and Disparities in the Burden of Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Care. 2023;46(1):209-21.https://doi.org/10.2337/dci22-0043
362. Lin C, Liu J, Sun H. Risk factors for lower extremity amputation in patients with diabetic foot ulcers: A meta-analysis. PLoS One. 2020;15(9):e0239236.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239236
363. Harding JL, Andes LJ, Rolka DB, Imperatore G, Gregg EW, Li Y, et al. National and State-Level Trends in Nontraumatic Lower-Extremity Amputation Among U.S. Medicare Beneficiaries With Diabetes, 2000-2017. Diabetes Care. 2020;43(10):2453-9.https://doi.org/10.2337/dc20-0586

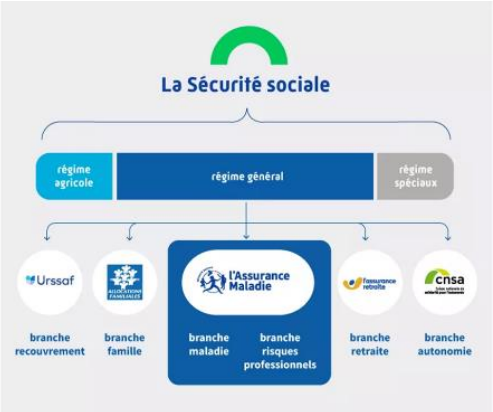
364. Jarl G, Alnemo J, Tranberg R, Lundqvist LO. Gender differences in attitudes and attributes of people using therapeutic shoes for diabetic foot complications. J Foot Ankle Res. 2019;12:21.https://doi.org/10.1186/s13047-019-0327-0
365. Burger H, Marincek C. Return to work after lower limb amputation. Disabil Rehabil. 2007;29(17):1323-9.https://doi.org/10.1080/09638280701320797
366. Donzeau A, Piffaretti C, Jossens A, Levaillant L, Bouhours-Nouet N, Amsellem-Jager J, et al. Time trend in excess mortality in children with type 1 diabetes from 1987 to 2016 in mainland France. Pediatr Diabetes. 2022;23(1):38-44.https://doi.org/10.1111/pedi.13298
367. Wemrell M, Bennet L, Merlo J. Understanding the complexity of socioeconomic disparities in type 2 diabetes risk: a study of 4.3 million people in Sweden. BMJ Open Diabetes Res Care. 2019;7(1):e000749.https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2019-000749
368. Fosse-Edorh S, Fagot-Campagna A, Detournay B, Bihan H, Gautier A, Dalichampt M, et al. Type 2 diabetes prevalence, health status and quality of care among the North African immigrant population living in France. Diabetes Metab. 2014;40(2):143-50.https://doi.org/10.1016/j.diabet.2013.11.005
369. Hirtzlin I, Fagot-Campagna A, Girard-Le Gallo I, Vallier N, Poutignat N, Weill A, et al. [Screening for diabetes in France: data from the 2000-2001 cohort of the national medical insurance system]. Rev Epidemiol Sante Publique. 2004;52(2):119-26.https://doi.org/10.1016/s0398-7620(04)99033-5
370. Fosse-Edorh S, Piffaretti C, Saboni L, Mandereau-Bruno L, Bénézet L, Raimond V, et al. Études ENTRED: Un dispositif pour améliorer la connaissance de l'état de santé des personnes présentant un diabète en France–Premiers résultats de la troisième édition conduite en métropole en 2019. Bulletin épidémiologique hebdomadaire. 2022;22:383-92
371. Fosse-Edorh S, Rigou A, Morin S, Fezeu L, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A. [Algorithms based on medico-administrative data in the field of endocrine, nutritional and metabolic diseases, especially diabetes]. Rev Epidemiol Sante Publique. 2017;65 Suppl 4:S168-s73.https://doi.org/10.1016/j.respe.2017.05.001
372. Verger P. La politique du medicament en EHPAD. 2013. p. 125 https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_Politiquedu_medicament_en_EHPAD_final.pdf
373. Bertin M, Chevrier C, Pelé F, Serrano-Chavez T, Cordier S, Viel JF. Can a deprivation index be used legitimately over both urban and rural areas? Int J Health Geogr. 2014;13:22.https://doi.org/10.1186/1476-072x-13-22
374. Moleux M, Schaetzel F, Scotton C. Les inégalités sociales de santé: déterminants sociaux et modèles d'action. Paris: Inspection générale des affaires sociale. 2011:124 http://www.ladocumentationfrancaise.fr/docfra/rapport_telechargement/var/storage/rapports-publics/114000580.pdf
375. Programme National Nutrition Santé 2019-2023. Bilan de sa mise en oeuvre. 2024 https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/240618_bilan_pnns_4_impression.pdf
376. Organisation for Economic Co-operation and Development. Cardiovascular Disease and Diabetes: Policies for Better Health and Quality of Care. In: Studies OHP, editor.: OECD Publishing, Paris; 2015 https://doi.org/10.1787/9789264233010-en.
377. Laville M. Mieux prévenir et prendre en charge l'obésité en France. . 2023 https://sante.gouv.fr/ministere/documentation-et-publications-officielles/rapports/sante/article/mieux-prevenir-et-prendre-en-charge-l-obesite-en-france.
378. Misra S, Ke C, Srinivasan S, Goyal A, Nyriyenda MJ, Florez JC, et al. Current insights and emerging trends in early-onset type 2 diabetes. Lancet Diabetes Endocrinol. 2023;11(10):768-82.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(23)00225-5
379. Chardon O, Guignon N, De Saint Pol T. La santé des élèves de grande section de maternelle en 2013: des inégalités sociales dès le plus jeune âge. Études et résultats DREES. 2015(920):1-6 https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2020-08/er920.pdf
380. Caisse nationale d'Assurance maladie. Améliorer la qualité du système de santé et maîtriser les dépenses – Propositions de l'Assurance Maladie pour 2017. 2016 https://www.vie-publique.fr/rapport/275510-propositions-de-lassurance-maladie-pour-2017
381. Affeltranger B, Potvin L, Ferron C, Vandewalle H, Vallée A. Proportionate universalism: Towards "real equality" of prevention in France. Sante Publique. 2018;30(1 suppl):13-24 https://doi.org/10.3917/spub.184.0013
382. Serry A, Escalon H, Friant-Perrot M. Évolution des messages sanitaires devant accompagner les publicités de certains aliments et boissons et préconisations concernant l'encadrement du marketing des produits gras, sucrés, salés en direction des enfants. Réponse à la saisine de la DGS du 2 octobre 2018 [Internet]. Saint-Maurice: Santé Publique France; 2020 Jun [cited 2022 Apr 22] p. 18.(Études et enquêtes).
383. Haut Conseil de la Santé Publique. Avis relatif à l'évolution des messages sanitaires apposés sur les actions de promotion des acteurs économiques dans le cadre du PNNS 4. 2018 https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=679

384. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. N Engl J Med. 2002;346(6):393-403.https://doi.org/10.1056/NEJMoa012512
385. Goldberg M, Melchior M, Leclerc A, Lert F. Les déterminants sociaux de la santé: apports récents de l'épidémiologie sociale et des sciences sociales de la santé. Sciences sociales et santé. 2002;20(4):75-128
386. Géry Y. Environnements favorables à une alimentation saine : une réponse aux inégalités sociales de santé ? . La Santé en action Santé publique France n°444 2018:52 https://www.santepubliquefrance.fr/docs/la-sante-en-action-juin-2018-n-444-environnements-favorables-a-une-alimentation-saine-une-reponse-aux-inegalites-sociales-de-sante
387. Giusti A, Maggini M, Colaceci S. The burden of chronic diseases across Europe: what policies and programs to address diabetes? A SWOT analysis. Health Res Policy Syst. 2020;18(1):12.https://doi.org/10.1186/s12961-019-0523-1
388. Andreeva VA, Egnell M, Touvier M, Galan P, Julia C, Hercberg S. International evidence for the effectiveness of the front-of-package nutrition label called Nutri-Score. Cent Eur J Public Health. 2021;29(1):76-9.https://doi.org/10.21101/cejph.a6239
389. Salame C, Javaux G, Sellem L, Viennois E, de Edelenyi FS, Agaësse C, et al. Food additive emulsifiers and the risk of type 2 diabetes: analysis of data from the NutriNet-Santé prospective cohort study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2024;12(5):339-49.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(24)00086-x
390. Marmot MG, Wilkinson RG. Social determinants of health: the solid facts: World Health Organization Copenhagen; 2003.
391. Caro M, Carpezat M, Forzy L. Le recours et le non-recours à la complémentaire santé solidaire. Les Dossiers de la DREES; 2023 https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/sites/default/files/2023-03/DD107.pdf.
392. Guillaume E, Launay L, Dejardin O, Bouvier V, Guittet L, Déan P, et al. Could mobile mammography reduce social and geographic inequalities in breast cancer screening participation? Prev Med. 2017;100:84-8.https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.04.006
393. Régnier F, Chauvel L. Digital Inequalities in the Use of Self-Tracking Diet and Fitness Apps: Interview Study on the Influence of Social, Economic, and Cultural Factors. JMIR Mhealth Uhealth. 2018;6(4):e101.https://doi.org/10.2196/mhealth.9189
394. Fallon C, Jones E, Oliver N, Reddy M, Avari P. The impact of socio-economic deprivation on access to diabetes technology in adults with type 1 diabetes. Diabet Med. 2022;39(10):e14906.https://doi.org/10.1111/dme.14906
395. Calmus S, Thuong C-T, Morin S, May-Michelangeli L. Qualité des soins perçue par le patient - Indicateur PROMs et PREMs : panorama d'expériences étrangères et principaux enseignements. Paris. HAS 2021 https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-07/rapport_panorama_proms_prems_2021.pdf.
396. Fuentes S, Haneef R, Kab S, Cosson E, Fosse-Edorh S. Identifying type 1/type 2 diabetes in medico-administrative database to improve health surveillance, medical research and prevention in diabetes: Algorithm development and application. Diabetes Epidemiology and Management. 2023;10:100137 https://doi.org/10.1016/j.deman.2023.100137

ANNEXES

Annexe 1 : L'histoire du SNDS

En France, en **1945,** la création de la **Sécurité sociale** a donné accès aux travailleurs français à une protection sociale. En **1996,** la Sécurité sociale devient un **régime universel** d'assurance maladie, permettant l'ouverture automatique de droits à toutes les personnes âgées de plus de 18 ans résidant régulièrement sur le territoire français. Deux ans plus tard, en **1998**, la **carte Vitale** est créée, afin de simplifier les démarches de remboursement. Cette carte électronique individuelle ne contient aucun renseignement médical, mais comporte toutes les informations administratives nécessaires aux remboursements des soins et à la prise en charge hospitalière. En 2000, la création de la **couverture maladie universelle (CMU)** a élargi l'accès au système de santé français à toutes les personnes françaises ou étrangères résidant en France depuis plus de 3 mois de manière stable et régulière. Elle sera remplacée en 2016 par la protection universelle maladie (PUMa) qui accorde des droits continus à toutes les personnes travaillant et résidant en France de façon stable.



https://www.assurance-maladie.ameli.fr/

La sécurité sociale est composée de **trois grands régimes principaux ;** deux depuis 2019 **:** le régime général, le régime social des indépendants (intégré depuis 2019 au régime général) et le régime agricole ; et des **régimes spéciaux**, permettant une **couverture de santé** de la population selon des modalités de gestion et de prise en charge spécifiques. Les missions de la sécurité sociale sont réparties en six branches, dont l'une des branches est **l'Assurance Maladie.** Celle-ci va prend en charge les dépenses de santé et garantir l'accès aux soins.

Le **système de santé** contient trois grands secteurs d'activités : les **soins réalisés en ville** (libéraux, salariés), en **établissements de santé** (hôpitaux publics et privés, cliniques) et en **établissements ou services médico-sociaux** (handicap, personnes en état de dépendance, aide à domicile).

Ainsi, afin de contribuer à la connaissance des dépenses de l'ensemble des régimes d'Assurance Maladie, à la mise en œuvre et à l'évaluation des politiques de santé et à l'amélioration de la qualité des soins, le **Système national d'information inter-régimes de l'Assurance Maladie** (SNIIRAM) a été mis en place dès 1998, suivi du **Système National des données de santé (SNDS**) suite à la loi de modernisation du système de santé en 2016.

(Loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000031912641/).

Annexe 2 : Accès au SDNS

Le SNDS contient de nombreuses informations à **caractère individuel**, et son accès est donc **sécurisé et limité** à des intérêts publics. Le SNDS repose sur quatre principes :

- préserver les **intérêts des personnes physiques ;**
- préserver le **secret professionnel** ;
- respecter la sécurité des **données confidentielles ;**
- conserver les données pour **une durée de 20 ans** (après 20 ans les données sont archivées).

L'accès au SNDS est géré par la CNAM, et est permanent pour certains organismes chargés d'une mission de service public (exemple : Santé publique France, Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), Etablissement français du sang (EFS)). Il peut également être accordé à toute personne ou structure, publique ou privée, à but lucratif ou non, sur autorisation de la Commission nationale informatique et libertés (CNIL), à des fins de recherche, d'étude et d'évaluation d'intérêts publics dans le domaine de la santé. Depuis 2019, **le HDH** permet à des porteurs de projets d'accéder à des données de santé dans un cadre très sécurisé, et a pour rôle de réunir toutes les informations sur les sources de données relatives au SNDS dans un « catalogue » de données, afin qu'elles puissent bénéficier à l'ensemble de la société.

Ainsi, **plusieurs profils d'accès au SNDS** existent en fonction du demandeur, de l'utilisation et du projet, et vont permettre des accès différents aux données du SNDS (Schéma ci-dessous). Le profil qui a été attribué à **ce projet de thèse**, est le 108, qui permet un **accès aux données individuelles** des bénéficiaires et de manière **exhaustive,** avec une **autorisation de croisement des identifiants potentiels** entre les différentes bases de données du SNDS, ainsi qu'un **historique de 19 ans + l'année en cours** sur la **France entière** et sur **tous les régimes** présents dans le SNDS. Ce profil permet donc l'accès aux données du PMSI depuis 2005, aux données du DCIR et CépiDc depuis 2006.

	Les différents profils possibles	Exemple pour Santé publique France
Type de données	Individuelles / agrégées Exhaustif / échantillonnées	Individuelles et exhaustives (chiffrées)
Historique	19 ans / 9 ans / 5 ans + années en cours	19 ans + années en cours
Périmètre	National / Régional / Bénéficiaires affiliés	France entière, tous les régimes
Identifiants potentiels des Bénéficiaires	Croisement des identifiants potentiels autorisé ou non Avec / sans co-signature de l'autorisé d'Enregistrements Déléguées	Croisement des identifiants potentiels autorisé sans co-signature de l'autorisé d'Enregistrements Déléguées
N°Profil portail	Profil technique de connexion au portail	108

Schéma des différents périmètres d'accès SNDS selon les profils : exemple d'accès de Santé publique France

L'accès à ce profil est donné seulement après avoir effectué **deux formations obligatoires**, encadré par la CNAM : la formation « Architecture et données du SNDS » d'une durée de 6h et la formation « DCIR Simplifié – DCIR » d'une durée de 15h.

Une fois ces formations terminées et validées, le processus d'habilitation à l'utilisation des données du SNDS et de l'accès au portail SNDS (via une calculette gérant des codes aléatoires d'accès) prend en moyenne **entre 3 et 6 mois** de traitement. L'utilisateur s'engage à utiliser correctement les données du SNDS selon les règles imposées par son profil.

Annexe 3 : Les tables de données contenues dans le DCIR

Les informations du DCIR sont contenues dans plusieurs tables de données (Schéma ci-dessous). Une table **centrale, ER_PRS_F**, contient les informations de chaque dépense (remboursement) effectuée par l'Assurance Maladie, et des **tables de prestations affinées** permettent d'avoir des informations plus détaillées de la table centrale. Les tables de prestations affinées sont reliées à la table centrale par 9 clés de jointure. Ces tables sont décrites plus largement sur le site sur HDH et dans la documentation de Santé publique France [304].

Les informations sur les bénéficiaires ayant eu une consommation de soin se trouvent dans la table du référentiel bénéficiaire **IR_BEN_R** (et actuellement avant 2013 dans table archivée IR_BEN_R_ARC). Les informations contenues dans cette table sont les caractéristiques administratives les plus récentes correspondant à la dernière mise à jour de la base de données. On y retrouve les identifiants des bénéficiaires (BEN_NIR_PSA, BEN_RNG_GEM, BEN_NIR_ANO, BEN_IDT_ANO) permettant de faire le lien avec la table ER_PRS_F et les informations socio-démographiques des bénéficiaires (sexe, année et mois de naissance, commune de résidence, date de décès etc.).

Enfin, la **table IR_IMB_R** contient tout l'historique des exonérations du ticket modérateur (dispense du paiement de la part restante non prise en charge par l'Assurance Maladie) pour les ALD, les maladies professionnelles, l'invalidité, l'accident du travail et le 6e mois de grossesse.

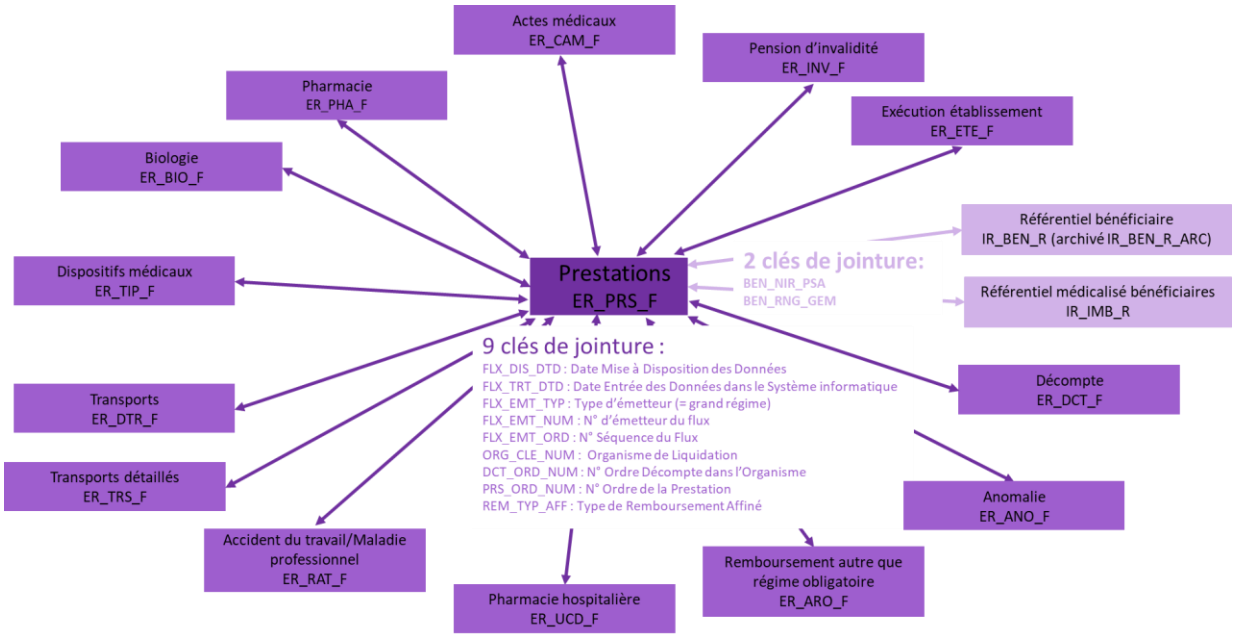


Schéma des tables contenues dans le DCIR et leurs relations

Figure inspirée de la figure présente dans le Guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304].

Annexe 4 : Les tables de données contenues dans le PMSI-MCO

Toutes les tables et variables contenues dans le PMSI sont décrites en détail dans le document de formation du PMSI de l'ATIH disponible sur le site du HDH (https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/formation_snds/documents_cnam/formation_pmsi.html), dont celle du PMSI-MCO.

Les informations du PMSI-MCO sont contenues dans plusieurs tables permettant de récupérer toutes les informations sur les activités des établissements de santé du champ MCO (Schéma ci-dessous). Les tables annuelles de type T_MCOxx*Lettre* (xx : année, *Lettre* : nom de la table) contiennent les données comprises entre le 1er janvier et 31 décembre d'une année.

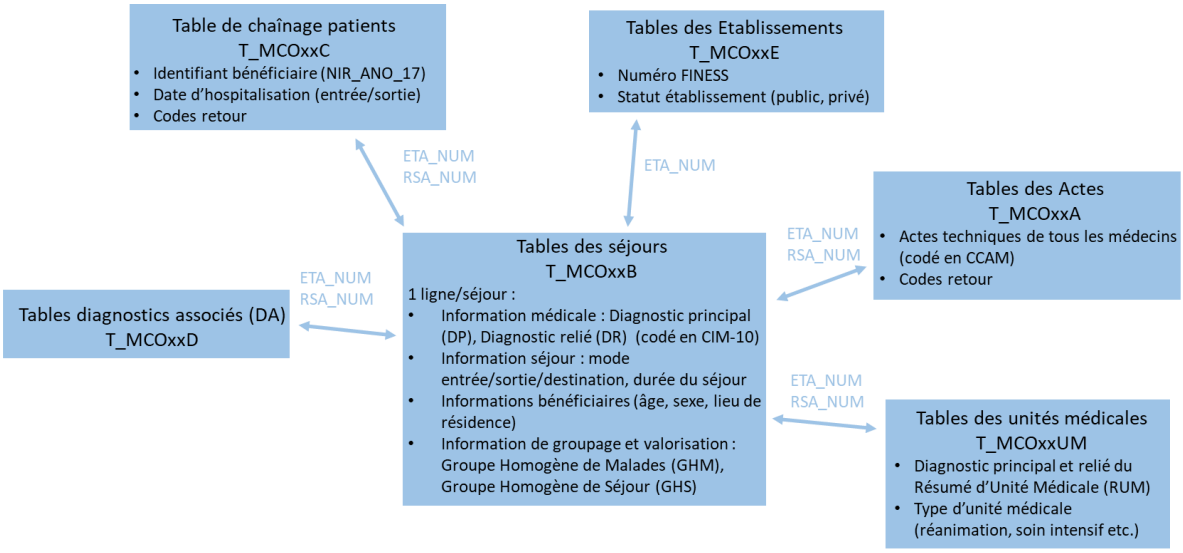


Schéma des tables contenues dans le PMSI-MCO et leurs relations

Figure inspirée de la figure présente dans le Guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304] ; CCAM : Classification Commune des Actes Médicaux ; FINESS : Fichier national des établissements sanitaires et sociaux ; CIM-10 : Classification internationale des maladies de la 10e révision.

L'identifiant bénéficiaire **NIR_ANO_17** permet la jointure entre les tables du PMSI et du DCIR. Les variables **ETA_NUM** (numéro du Fichier national des établissements sanitaires et sociaux (FINESS))) et **RSA_NUM** (numéro séquentiel du séjour) permettent le chaînage des informations entre les différentes tables. Il existe 9 variables appelées « **codes retour** » qui permettent de connaître la qualité du chaînage des informations du PMSI (=0 si les informations sont correctes). Les taux de séjours en erreurs varient en fonction des années, avec une nette amélioration à partir de 2010 (Tableau ci-dessous).

En plus de s'assurer que tous les **codes retours** soient égaux à 0, certains **numéros d'établissement de santé** ETA_NUM doivent être supprimés (pour éviter les doublons), ainsi que les **prestations inter-établissement**.

Ces filtres peuvent être retrouvés dans la documentation de l'ATIH sur le HDH.

Taux de codes retour erronés dans le PMSI-MCO de 2005 à 2023

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
NIR_RET	7,14	7,92	2,60	3,82	2,14	1,86	1,66	1,57	1,56	1,47	1,34	1,23	1,18	1,22	1,15	0,96	0,99	0,79	1,08
NAI_RET	4,55	5,32	1,23	0,87	0,82	0,43	0,21	0,17	0,18	0,13	0,14	0,13	0,10	0,07	0,08	0,22	0,28	0,05	0,07
SEX_RET	4,53	5,32	1,23	1,02	0,89	0,53	0,35	0,31	0,30	0,27	0,28	0,27	0,23	0,19	0,18	0,22	0,28	0,05	0,07
SEJ_RET	3,87	4,92	1,20	0,86	0,80	0,41	0,20	0,17	0,17	0,13	0,13	0,12	0,10	0,07	0,08	0,22	0,28	0,05	0,06
FHO_RET	3,86	4,89	1,20	0,86	0,80	0,41	0,20	0,17	0,17	0,13	0,13	0,12	0,10	0,07	0,08	0,22	0,28	0,05	0,06
PMS_RET	0,55	0,26	0,14	0,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DAT_RET	-	0,30	0,18	9,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
COH_NAI_RET	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,15	0,17	0,21	0,18	0,15	0,16	0,33	0,36	0,12	0,13
COH_SEX_RET	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,14	0,14	0,13	0,11	0,08	0,09	0,24	0,28	0,05	0,07
% séjours erronés	**7,16**	**8,00**	**2,64**	**11,33**	**2,22**	**1,98**	**1,80**	**1,71**	**1,86**	**1,63**	**1,53**	**1,47**	**1,38**	**1,42**	**1,33**	**1,10**	**1,08**	**0,87**	**1,16**

Tableau issu du guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304] ; NIR_SET : Code retour de contrôle « Numéro de sécurité sociale » ; NAI_RET : Code retour de contrôle « Date de naissance » ; SEX_NET : Code retour de contrôle « Sexe » ; SEJ_RET : Code retour de contrôle «Identification administrative du séjour » ; FHO_RET : Code retour de contrôle « Fusions ANO_HOSP et HOSP-PMSI" ; PMS_RET : Code retour de contrôle « fusion ANO-PMSI et fichier PMSI" ; DAT_RET : Code retour de contrôle « Date de référence » (depuis 2006) ; COH_NAI_RET : Code retour de contrôle « Cohérence date de naissance » (depuis 2013) ; COH_SEX_NET : Code retour de contrôle « Cohérence sexe » (depuis 2013).

Annexe 5 : Processus de production des certificats de décès

Il existe deux types de certificats : les certificats de décès néonatal (décès survenu avant le 28e jour de vie) et les **certificats de décès à partir de 28 jours de vie** (Figure ci-dessous). Plusieurs informations y sont inscrites : **un volet administratif qui est nominatif** (nom, prénoms, adresse, date et lieu du décès, date de naissance etc.) (Figure partie A ci-dessous), et un **volet médical qui est non nominatif** (informations non nominatives sur la personne décédée, les causes médicales de décès, et des informations complémentaires) (Figure partie B ci-dessous). Dans la partie **des causes de décès**, les informations concernant le décès de la personne doivent être remplies par le médecin comme indiqué dans la Figure partie B ci-dessous. Les informations sur le remplissage du certificat sont détaillées sur le site du CépiDC (https://www.cepidc.inserm.fr/causes-medicales-de-deces/comment-sont-produites-les-donnees).

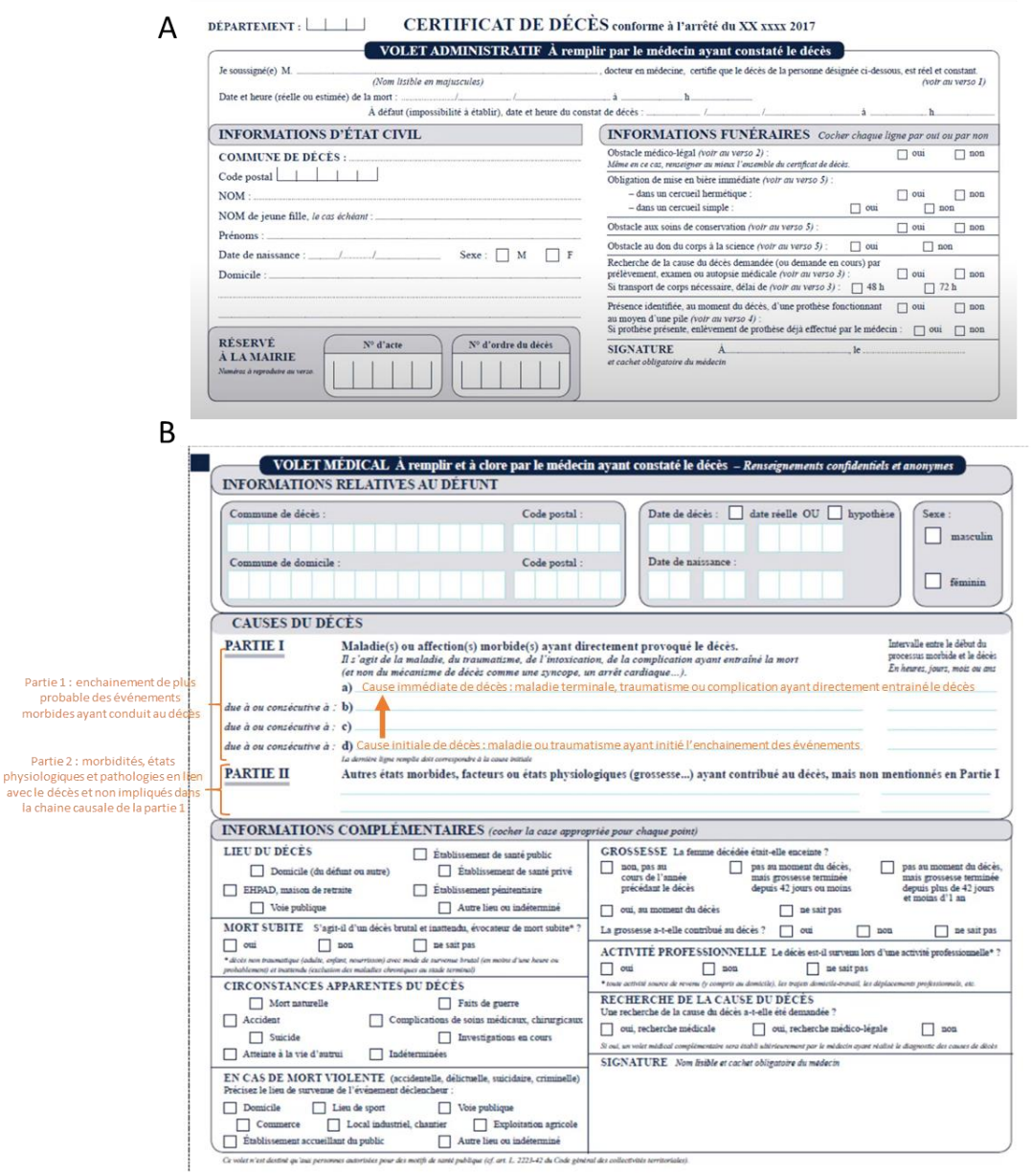


Figure donnant le certificat de décès à partir du 28e jours de vie, volet administratif nominatif (A) et volet médical non nominatif (B) et règle de remplissage de la partie « causes de décès », CépiDC
Inspirée d'explications données sur le site du CépiDC : https://www.cepidc.inserm.fr/causes-medicales-de-deces/comment-sont-produites-les-donnees.

Les certificats de décès sont au format électronique ou papier. Au format papier, le certificat de décès va suivre plusieurs « étapes institutionnelles », avant d'être transmis au CépiDC (3 semaines à 4 mois) (Schéma ci-dessous). Au format électronique (disponible sous : https://www.certdc.inserm.fr/acceuil_public.php), la partie administrative est toujours envoyée à la mairie, mais la partie médicale est directement envoyée au CépiDC (quasi-immédiatement ; en 2024 50 % des certificats de décès sont envoyés sous forme électronique d'après le CépiDC).

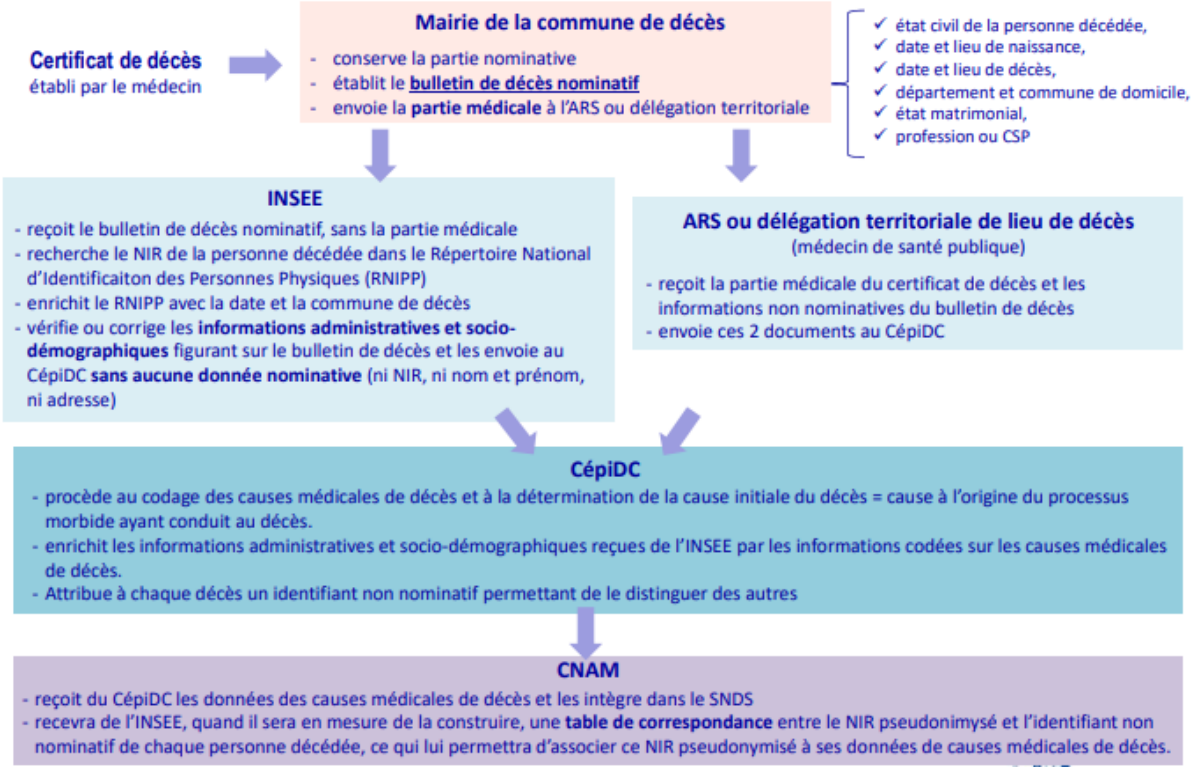


Schéma simplifié du circuit de données des causes médicales de décès

Schéma tiré de la formation « Formation DCIR / DCIR Simplifié » proposée par la CNAM. ; CSP : catégorie socio-professionnel ; INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques ; NIR : Numéro d'Inscription au Répertoire ; ARS : Agence régionale de santé ; CépiDC : Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès ; CNAM : Caisse nationale d'Assurance Maladie SNDS : Système nationale de donnée de santé.

Annexe 6 : Les tables de données des causes médicales de décès

Le CépiDC met à disposition **deux tables de données** dans le SNDS (Schéma ci-dessous).

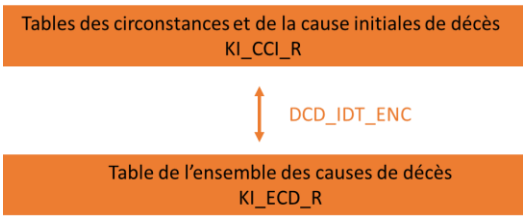


Schéma des tables contenues dans les bases de données des causes médicales de décès et leurs relations

La table **KI_CCI_R** est la table dans laquelle se trouvent les circonstances et les **causes initiales de décès**. Elle contient également des informations **socio-démographiques** (date de décès, lieu de décès, année et mois de naissance, sexe, activité professionnelle etc.). Cette table comporte **une ligne par certificat de décès**. La table **KI_ECD_R** comporte **l'ensemble des causes de décès**, **avec autant de lignes que de causes** présentes sur le certificat de décès (ainsi que les verbatims mentionnés par le médecin). A noter que dans certains cas, la cause initiale de décès mentionnée dans la table KI_CCI_R ne correspond pas systématiquement à l'une des causes de décès mentionnées dans la table KI_ECD_R, du fait que la cause initiale de décès peut résulter d'une combinaison de causes de décès mentionnées dans la table KI_ECD_R, recodées par le CépiDC (règles et exemples de recodage sur https://cepidc.inserm.fr/causes-medicales-de-deces/cim-9/certificat-medical-et-regles-de-classement). Dans ces tables, les années de décès sont identifiées par la variable FLX_PER_ANN et ces deux tables sont liées par l'**identifiant unique DCD_IDT_ENC.** Ces tables et leurs variables sont décrites de manière détaillée dans la documentation du HDH (https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/formation_snds/documents_cnam/guide_cepidc/Avant_propos.html#avant-propos).

Annexe 7 : Origine des identifiants bénéficiaires dans les bases de données du SNDS

A **chaque naissance** en France, l'INSEE attribue un **identifiant unique**, que la personne gardera tout au long de sa vie : c'est le **Numéro d'Inscription au Répertoire (NIR) national d'identification des personnes physiques (RNIPP)** ou numéro de sécurité sociale. Il est composé de 13 chiffres qui correspondent aux informations de naissance de la personne + 2 chiffres qui représentent la clé de contrôle, variant aléatoirement de 1 à 97 (Figure ci-dessous).

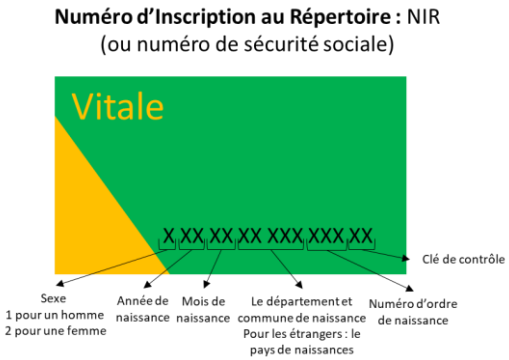


Figure expliquant le numéro d'inscription au répertoire nationale de l'INSEE présent sur la carte vitale

L'identifiant bénéficiaire (pseudonomysé) dans les bases de données du SNDS, le **pseudo-NIR** (variable nommée BEN_NIR_PSA dans les tables du SNDS**)**, est construit à partir de 3 informations :

- le NIR de l'assuré ouvreur de droit, c'est-à-dire la personne pour laquelle le remboursement de soins va être effectué (peut être différent du bénéficiaire de soin : cas des enfants) ;
- la date de naissance du bénéficiaire ;
- le code sexe du bénéficiaire.

Les enfants (ou conjoints avant 2016) peuvent avoir plusieurs pseudo-NIR car ils sont dépendants de leurs parents. Ainsi le remboursement de soins d'un enfant va se faire soit avec le NIR de la mère, soit celui du père, et à sa majorité, il aura son propre pseudo-NIR (Schéma ci-dessous). Cela peut également concerner les personnes assurées sur le compte de sécurité sociale de leur conjoint (avant la mise en place du 1er janvier 2016 de la Protection Universelle Maladie (PUMa) qui remplace la CMU et qui garantit à toute personne résidant en France de plus de 16 ans un droit de prise en charge).

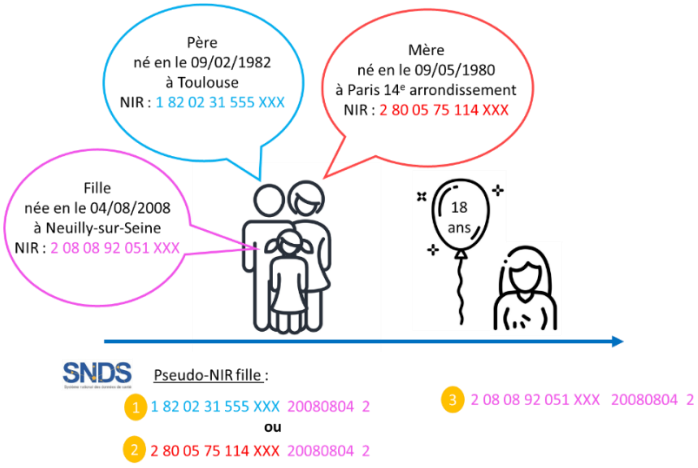


Schéma explicatif de l'identifiant « pseudo-NIR » dans le SNDS
Figure tirée des informations de la formation « Formation DCIR / DCIR Simplifié » proposée par la CNAM.

Annexe 8 : Les variables d'identification des bénéficiaires dans les bases de données du SNDS

Les variables d'identification des bénéficiaires et les bases de données où elles se trouvent sont :

- **BEN_NIR_PSA :**

Le pseudo-NIR crypté va être restitué dans une variable appelée BEN_NIR_PSA (17 caractères). Cet identifiant va être disponible dans le DCIR (même nom de variable) et dans le PMSI (nom de la variable **NIR_ANO_17**). Le BEN_NIR_PSA peut engendrer **des doublons** (Figure ci-dessous), du fait qu'un individu peut être assuré sous plusieurs numéros BEN_NIR_PSA, notamment pour les personnes jeunes du fait qu'elles sont associées à la sécurité sociale de leurs parents (Annexe 7). Pour plus de détails se référer à la documentation de Santé Publique France [304].

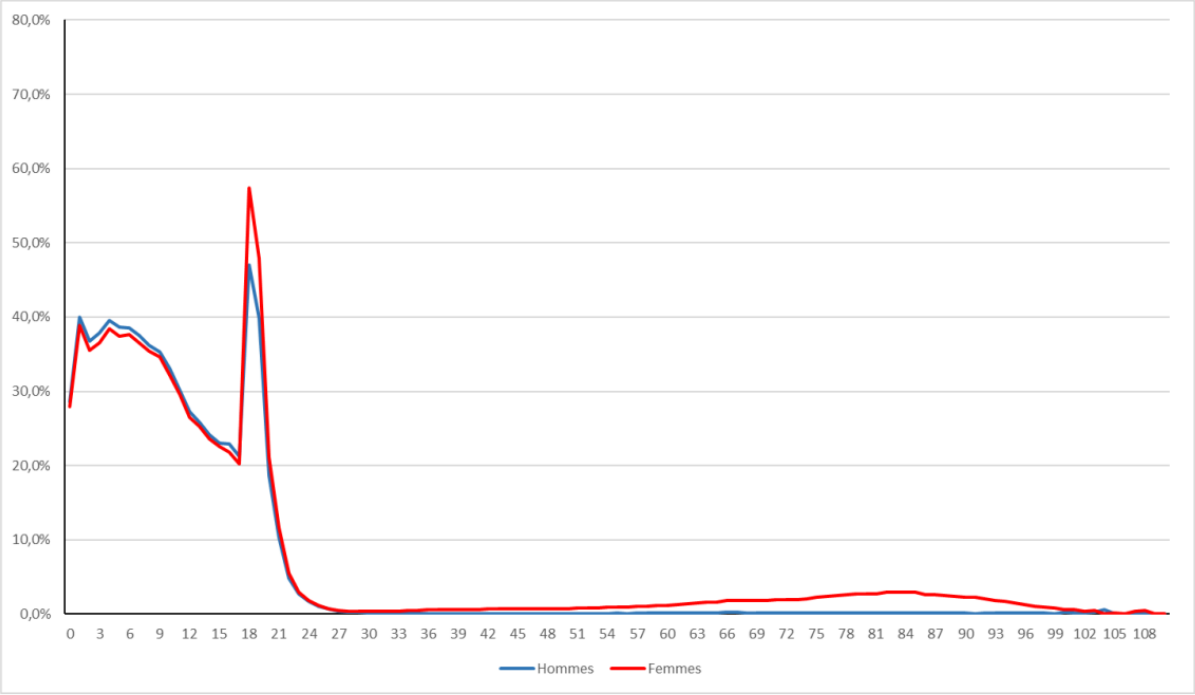


Figure présentant le pourcentage d'identifiants uniques (BEN_NIR_ANO) correspondant à plusieurs identifiants BEN_NIR_PSA en fonction du sexe et de l'âge des consommants en 2022
Figure issue du guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304].

- **BEN_RNG_GEM :**

Une autre variable va permettre d'identifier les bénéficiaires : le BEN_RNG_GEM. Dans la plupart des cas, cette variable est indissociable du BEN_NIR_PSA afin d'identifier les bénéficiaires (appelé « couple » BEN_NIR_PSA, BEN_RNG_GEM par la suite). Pour les personnes affiliées au régime général, il permet de distinguer **les naissances gémellaires de même sexe** (car ces personnes ont le même BEN_NIR_PSA). Pour les autres régimes, il va correspondre à un rang de bénéficiaire. De ce fait, s'il y a un changement de régime d'Assurance Maladie, cela peut également entrainer la création de doublon dans le SNDS. Cette variable est présente dans le DCIR. Dans le PMSI, l'information est également présente (RNG_NAI) mais de qualité insuffisante pour être utilisée. Pour plus de détail se référer à la documentation de Santé Publique France [304].

- **BEN_NIR_ANO** :

La variable BEN_NIR_ANO va correspondre au **NIR crypté du bénéficiaire**. Il sera toujours **unique** pour un **individu toute au long de sa vie**. Cependant, tous les bénéficiaires n'ont pas le BEN_NIR_ANO car la remontée de l'information dans le SNDS dépend des régimes d'Assurance Maladie. Mais depuis 2016, cette variable est renseignée à 97 % par la plupart des régimes d'Assurance Maladie (Tableau ci-dessous). Cette variable est présente dans le DCIR et les tables des causes médicales de décès, mais n'est pas encore disponible dans le PMSI.

Régime		BDF	CAMIEG	Cavimac	CNMSS	CRPCEN	MSA	RG	RSI	SLM	Enim	Port autonome de Bordeaux	RATP	SNCF	Mines	Total
Année 2011	N total	33179	408911	40421	814993	115291	3204204	51301273	3846978	7668276	-	-	-	-	-	66 608 974
	%	100,0 %	24,3 %	99,0 %	17,2 %	99,1 %	99,9 %	97,7 %	94,1 %	18,8 %	-	-	-	-	-	87,9 %
Année 2012	N total	32 458	412 524	39 333	800 857	115 635	3 151 357	5 184 850	4 040 160	7 658 964	-	-	-	-	-	67 288 204
	%	99,9 %	26,1 %	99,1 %	17,3 %	99,2 %	100,0 %	98,8 %	94,5 %	19,2 %	-	-	-	-	-	88,1 %
Année 2013	N total	31 758	417 409	38 826	785 794	115 574	3 127 915	52 480 381	4 229 060	7 753 578	-	-	-	-	-	68 191 484
	%	100,0 %	27,9 %	98,6 %	17,8 %	99,1 %	100,0 %	98,7 %	95,0 %	20,0 %	-	-	-	-	-	88,2 %
Année 2014	N total	31018	421 219	38 272	772 199	115 063	3 292 543	52 999 109	4 382 562	7 776 104	-	-	-	-	-	69111277
	%	100,0 %	99,8 %	98,6 %	18,7 %	99,1 %	100,0 %	98,7 %	95,4 %	45,7 %	-	-	-	-	-	91,7 %
Année 2015	N total	30366	428 082	38044	773 597	115 193	3 313 117	53 741 025	4 444 574	7 784 096	96854	752	105 277	507 049	139 155	70 735 294
	%	100,0 %	99,9 %	98,7 %	20,4 %	99,0 %	100,0 %	98,8 %	96,3 %	48,9 %	99,9 %	Codage erroné	100,0 %	100,0 %	96,6 %	92,3 %
Année 2016	N total	30222	431 069	37281	773 087	117 026	3 326 539	54 345 485	4 362 540	7 841 974	95450	741	105 793	498 632	129 378	71 251 310
	%	100,0 %	100,0 %	98,9 %	99,6 %	99,1 %	100,0 %	98,7 %	99,1 %	82,8 %	99,9 %	35,4 %	100,0 %	100,0%	99,7 %	97,1%
Année 2017	N total	29299	428 929	36426	761 255	119 963	3 335 014	55 020 542	4 501 966	7 850 333	93255	709	106 399	491 393	126 172	71 909 100
	%	100,0 %	100,0%	98,9 %	10,5 %*	99,1 %	100,0 %	98,6 %	99,0 %	93,4 %	99,8 %	33,7 %	100,0 %	100,0 %	99,0 %	97,2%
Année 2018	N total	28587	428 578	35512	755 883	124 597	3 189 501	56 302 335	4 417 704	7 074 952	91165	-	104 129	469 664	124 734	72 052 361
	%	100,0 %	100,0 %	99,0 %	99,6 %	99,1 %	100,0 %	98,6 %	99,0 %	96,5 %	99,9 %	-	100,0 %	100,0 %	92,9 %	98,5 %
Année 2019	N total	28047	428 680	35002	797 611	129 870	3 225 026	60 049 705	5 281 817	3 996 790	89126	-	104 874	469 659	116 839	73 767 428
	%	100,0 %	100,0%	98,9 %	99,9 %	99,0 %	100,0 %	98,6 %	99,3 %	93,5 %	99,9 %	-	100,0 %	100,0 %	93,0 %	98,4 %
Année 2020	N total	26381	428 010	34718	779 474	132 776	3 175 896	64 509 647	1 376 612	3 948 984	86491	-	104 161	442 585	108 854	74 361 021
	%	100,0 %	100,0%	98,7 %	99,9 %	99,9 %	100,0 %	98,0 %	99,7 %	93,2 %	99,9 %	-	100,0 %	100,0 %	93,1 %	97,9 %
Année 2021	N total	25607	444 356	35437	808 976	142 975	3 304 099	68 619 827	-	3 971 142	87207	-	109 081	441 056	101 274	77 166 328
	%	100,0 %	100,0 %	98,7 %	99,9 %	100,0 %	100,0 %	97,2 %	-	92,6 %	99,9 %	-	100,0 %	100,0 %	93,3 %	97,2 %
Année 2022	N total	24961	453549	34278	786920	149198	3296363	68715340	-	3748868	84730	-	109183	428392	92895	77138428
	%	100,0 %	100,0 %	98,2 %	99,9 %	100,0 %	100,0 %	98,3 %	-	91,7%	99,9%	-	100,0%	100,0%	93,4%	98,0%

** : la variable BEN_NIR_ANO est erronée dans le fichier* EXTRACTION_PATIENTS2017TR. *Dans le référentiel* IR_BEN_R, *le pourcentage de BEN_NIR_ANO renseignés est de 98,5 %.*

Tableau montrant l'évolution du nombre et du pourcentage de BEN_NIR_ANO renseigné par couple BEN_NIR_PSA, BEN_RNG_GEM en fonction du régime d'Assurance Maladie de 2011 à 2022 des tables de CONSOPAT
Figure issue du guide d'utilisation du SNDS de Santé publique France [304]. A noter que certains régimes d'Assurance Maladie présentés dans ce tableau n'ont pas été nommés dans le corps principal de cette thèse, du fait qu'ils ont été intégrés à d'autres régimes. Pour plus de détails sur ces régimes, se référer à la documentation de Santé publique France [304].

- **BEN_IDT_ANO :**

D'autres variables d'identification des bénéficiaires ont été intégrées au SNDS au fur et à mesure afin de faciliter son utilisation. C'est le cas de la variable **BEN_IDT_ANO,** intégrée au **SNDS en 2016** (et reconstruite pour les années précédentes), qui est une **variable « composite » du bénéficiaire**. Cette variable prend la valeur du **BEN_NIR_ANO** quand celle-ci est présente, **ou** la valeur **de la concaténation** (enchaînement des deux termes) des variables **BEN_NIR_PSA et BEN_RNG_GEM** sinon. Cette variable est présente dans le DCIR et les tables des causes médicales de décès, mais n'est pas encore disponible dans le PMSI.

- **NIR provisoires ou fictifs** :

Dans certains cas, des NIR provisoires ou fictifs peuvent être utilisés par des régimes d'Assurance Maladie afin de garder l'anonymat des personnes (par exemple pour des IVG, une adoption etc.), pour les travailleurs ou un étudiant étranger en attentant le contrôle des documents, ou encore récemment pour

la gestion de la COVID-19. Les codes associés sont donnés dans la documentation de Santé publique France [304].

Enfin, les tables des causes médicales de décès ont également une variable permettant l'identification des personnes décédées, le **DCD_IDT_ENC**, qui correspond au numéro du certificat de décès, pseudonymisée deux fois**,** et permet de joindre les tables de décès entre elles.

Annexe 9 : Impact de l'utilisation de l'algorithme diabète et l'algorithme diabète modifié sur les hospitalisations des complications liées au diabète

Nos analyes ont montré que la proportion de personnes sous monothérapie d'iSGLT2 en 2020 et 2021 était inférieure à 1 % et en 2022 elle était de 2 %. Parmi ces personnes, nous avons regardé combien de personnes étaient sous ALD diabète: 53,7 % en 2020, 8,5 % en 2021 et 7,2 % en 2022. Au vu du peu de personnes sous monothérapie d'iSLGT2 en 2020, l'impact sur l'algorithme diabète est quasi nul. Par contre, le nombre de personnes sous monothérapie d'iSGLT2 a augmenté au cours des années 2021 et 2022 (montée en charge de l'utilisation des médicaments iSGLT2 ayant eu une extension d'AMM). A noter que l'exclusion de toutes les personnes sous monothérapie d'iSGLT2 doit exclure à tort des personnes avec un diabète, même si cela concerne peu de personnes au vu du pourcentage de personnes sous ALD diabète pour les années 2021 et 2020.

Les Figures ci-dessous permet d'illustrer l'impact de l'utilisation de l'algorithme diabète de base et celui que nous avons adapté pour exclure les personnes sous monothérapie d'iSGLT2, dans la surveillance de l'hospitalisation pour les complications cardiovasculaires liées au diabète (première Figure), et pour les complications podologiques (deuxième Figure). Ainsi, l'exclusion des personnes en monothérapie d'iSGLT2 a un gros impact sur les données d'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires (insuffisance cardiaque et SCA-ST+), mais pas sur les données d'incidence des hospitalisations pour complications podologiques.

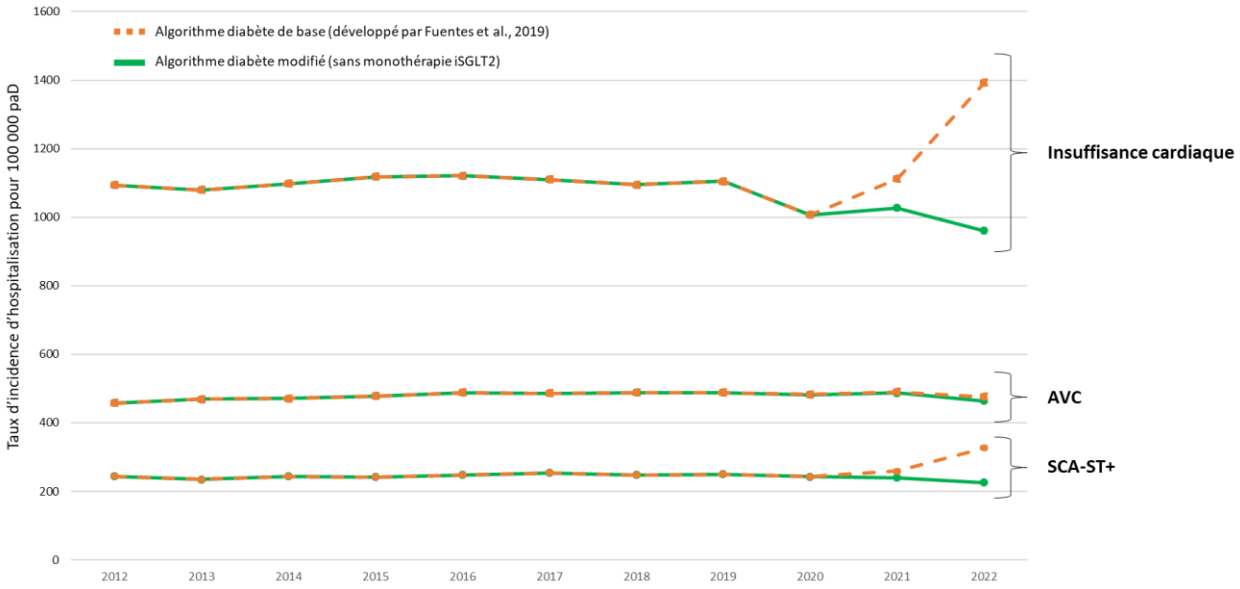


Figure montrant l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires chez les personnes avec un diabète repérées avec l'algorithme diabète de base et l'algorithme diabète sans monothérapie d'iSGLT2, de 45 ans et plus en France
Taux d'incidence standardisés selon l'âge avec la population européenne de 2013 ; Fuentes et al., 2019 [314] ; paD : personnes avec un diabète ; AVC : accident vasculaire cérébral ; SCA-ST+ : syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST : iSGLT2 : inhibiteurs du co-transporteur 2 sodium/glucose.

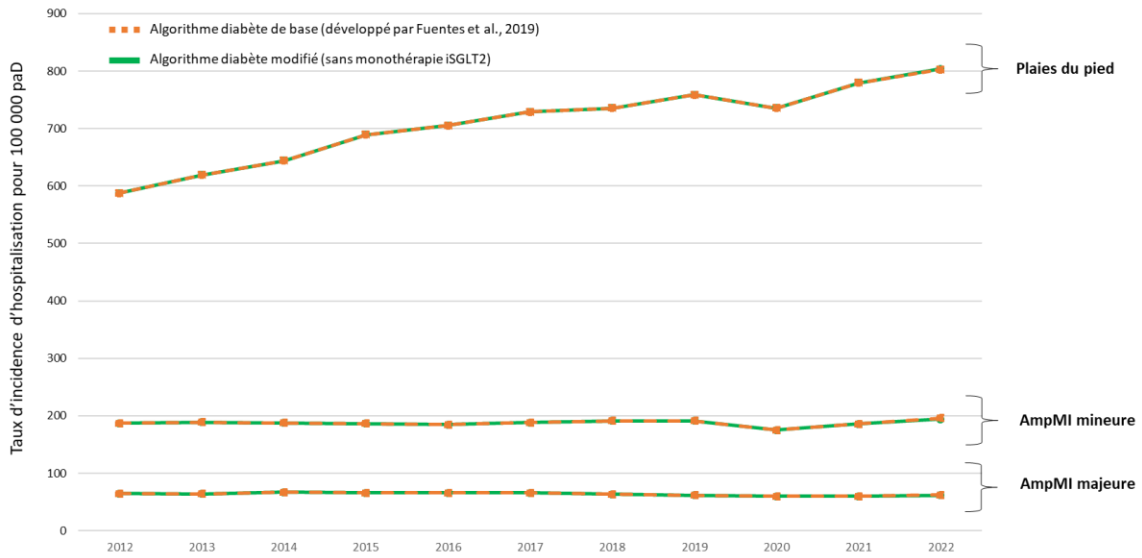


Figure montrant l'incidence des hospitalisations pour complications podologiques chez les personnes avec un diabète repérées avec l'algorithme diabète de base et l'algorithme diabète sans monothérapie d'iSGLT2, de 45 ans et plus en France
Taux d'incidence standardisés selon l'âge avec la population européenne de 2013 ; Fuentes et al., 2019 [314] ; paD : personnes avec un diabète ; AmpMI : amputation des membres inférieurs ; iSGLT2 : inhibiteurs du cotransporteur 2 sodium/glucose.

Pour information, nous avons fait la même démarche méthodologique pour les personnes sous monothérapie d'analogue GLP1 (globalement les personnes utilisant ce médicament en mésusage). Nous avons trouvé en 2020, 2021 et 2022 qu'il y avait moins de 1 % de personnes sous monothérapie d'analogue GLP1, dont 76,8 %, 73,2 % et 66 % étaient sous ALD diabète respectivement. Il y avait également que très peu de différence entre l'utilisation de l'algorithme diabète de base et celui excluant les personnes sous monothérapie d'analogue GLP1, dans la surveillance de l'hospitalisation pour les complications cardiovasculaires et podologiques (Figure ci-dessous). Nous n'avons donc pas exclu ces personnes, mais il est prévu pour les prochaines années d'explorer plus amplement cette sous population, qui pourrait potentiellement augmenter et avoir un impact plus notable dans la surveillance du diabète dans les prochaines années.

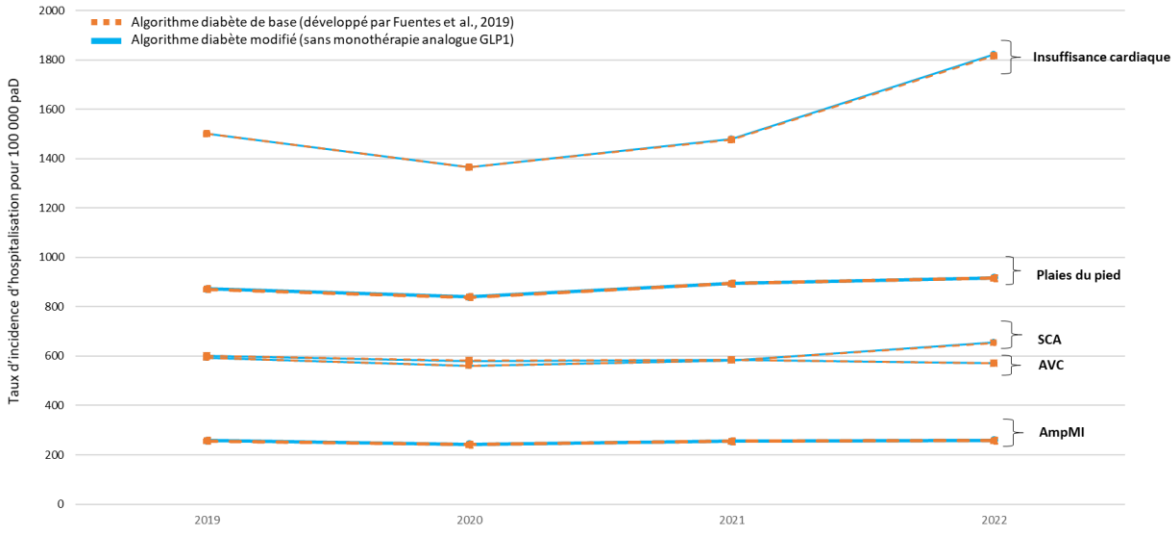


Figure montrant l'incidence des hospitalisations pour complications cardiovasculaires et podologiques chez les personnes avec un diabète repérées avec l'algorithme diabète de base et l'algorithme diabète sans monothérapie d'analogue GLP1 en France
Taux d'incidence standardisés selon l'âge avec la population européenne de 2013 ; Fuentes et al., 2019 [314] ; paD : personnes avec un diabète ; AmpMI : amputation des membres inférieurs ; AVC : accident vasculaire cérébral ; SCA : syndrome coronarien aigu : GLP1 : glucagon-like peptide 1.

Annexe 10 : Spécificités et limites des codes communes dans le SNDS

L'utilisation de la variable commune dans le SNDS demande un certaines précautions. En effet, la liste **des communes existantes en France évolue constamment**. Notamment, la loi du 16 décembre 2010 (loi n°2010-1563) a créé un nouveau dispositif pour réduire le nombre de communes en France en fusionnant certaines d'entre elles pour **créer la « commune nouvelle »**. En 2015 et 2016 ce dispositif a été complété afin d'augmenter le nombre d'initiatives de création de « communes nouvelles » (en maintenant l'ancienne commune chef-lieu et des anciennes communes associées sous forme de communes déléguées lors de la création ou de l'extension de la « commune nouvelle »). Il est donc possible de trouver dans les bases de données du SNDS des communes qui n'existent plus. Ainsi des tables de correspondances permettent de connaître l'évolution des nomenclatures, tables disponibles sur le portail du SNDS, ou sur l'INSEE (https://www.insee.fr/fr/information/2549968). Cette fusion des communes n'a pas été remontée dans leur totalité dans le SNDS, mais peut induire des données manquantes pour notre indicateur FDep (basé sur le découpage géographique de 2017). Aussi la **qualité du codage de la variable** commune dépend **fortement des régimes** d'Assurance Maladie **(% de codes manquants, % de codes postaux/codes INSEE et % de codes erronés**) (voir documentation de Santé publique France [304]. Dans le SNDS, le code commune est normalement **codé en code INSEE**, code utilisé pour les statistiques et l'administration. Les codes postaux sont utilisés pour la distribution des courriers. La différence entre ces deux codes vient du fait que le code INSEE (environ 36 000) est unique et donc précis et spécifique à chaque commune, alors que le code postal (environ 6 000) peut regrouper plusieurs communes (la liste des code Insee et postaux peuvent être retrouvée sur : https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/base-officielle-des-codes-postaux/). Par exemple les communes de Carces, Correns, Cotignac, Entrecasteaux et Montfort-sur-Argens situées dans le Var ont un code postal en commun (83570). Aussi, une seule commune peut avoir plusieurs codes postaux. Par exemple Nice qui est une seule code commune (06088) à quatre codes postaux (06000, 06100, 06200, 06300). Dans le SNDS, la majorité des bénéficiaires des régimes que nous avons sélectionnés pour nos études ont une bonne remontée des codes communes INSEE (sauf certaines SLM et pour le régime militaire CNMSS où l'information est forcée en 999 afin de garder l'anonymat) [304]. Dans certains cas, la correction des codes communes est possible, mais reste limitée (sachant que la CNAM fait déjà une première correction avant la restitution des tables du DCIR de CONSOPAT). Même si la **qualité du codage de la variable commune dans le SNDS s'améliore avec le temps** (Tableau ci-dessous), il est difficile d'avoir la totalité des informations des codes communes pour tous les bénéficiaires.

Pourcentage de bénéficiaires dont le code commune BEN_RES_COM est un code INSEE, un code postal ou un code en erreur, en 2010, 2015 et 2020

Années	Code INSEE	Code Postal	Code en erreur[1]
2010	90,8 %	6,8 %	2,4 %
2015	94,3 %	4,0 %	1,7 %
2020	96,3 %	3,0 %	0,7 %

[1]Codes en erreurs correspondent aux données manquantes ou aux codes erronés (sans correspondances).

Annexe 11 : Caractéristiques des personnes dont l'information sur le FDep est manquant. Exemple en 2020

La Figure ci-dessous donne la distribution des quintiles de population de FDep (version 2015) dans les différentes communes en France hexagonale en 2020. Les caractéristiques des bénéficiaires selon les quintiles de FDep sont données dans la section RESULTATS de cette thèse. Concernant les bénéficiaires n'ayant pas d'informations sur le FDep, ils sont majoritairement situés en Normandie et en Pays de la Loire (environ 6 % des FDep manquants dans chacune de ces régions). Ils sont globalement repartis de la même manière quel que soit le sexe, mais sont plus nombreux à avoir entre 20 et 24 ans (7 % des Fdep manquants). Les bénéficiaires de cette tranche d'âge sont potentiellement dans des SLM étudiantes, dont l'information sur le code commune n'est pas bien remontée dans le SNDS (voir Annexe 10). Comme nos études ciblent les personnes de plus de 45 ans, cela n'a pas d'impact sur nos analyses. Enfin, les bénéficiaires du régime CNMSS (militaires) n'ont pas du tout d'information sur le FDep (car pas d'information sur le code commune : voir Annexe 10) et sont donc systématiquement exclus (<1 % des bénéficiaires). Les bénéficiaires de la CAVIMAC (21 % de FDep manquants) et de la CRPCEN (8 % de FDep manquants) sont nombreux avoir des informations manquantes sur le FDep, mais ils représentent également très peu des bénéficiaires (<1 %). Nous considérons donc que les bénéficiaires sans information sur le FDep que nous excluons de nos analyses ont très peu d'impact sur nos résultats. Comme la qualité des codes communes a augmenté au cours des années, le nombre de personnes n'ayant pas d'information sur le FDep a varié selon les années étudiées. Ainsi, en début de période (2010), 5 % des personnes avec un diabète résidant en France hexagonale n'avaient pas d'information sur le FDep, alors qu'en fin de période d'analyse il y en avait 1 % (2020).

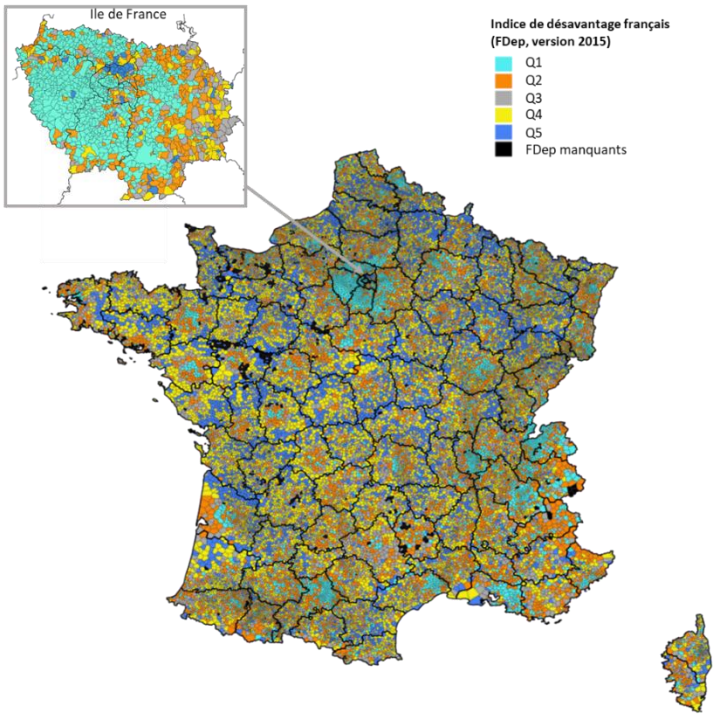


Figure donnant la répartition des quintiles de population de FDep (version 2015) en 2020 dans chaque commune en France hexagonale

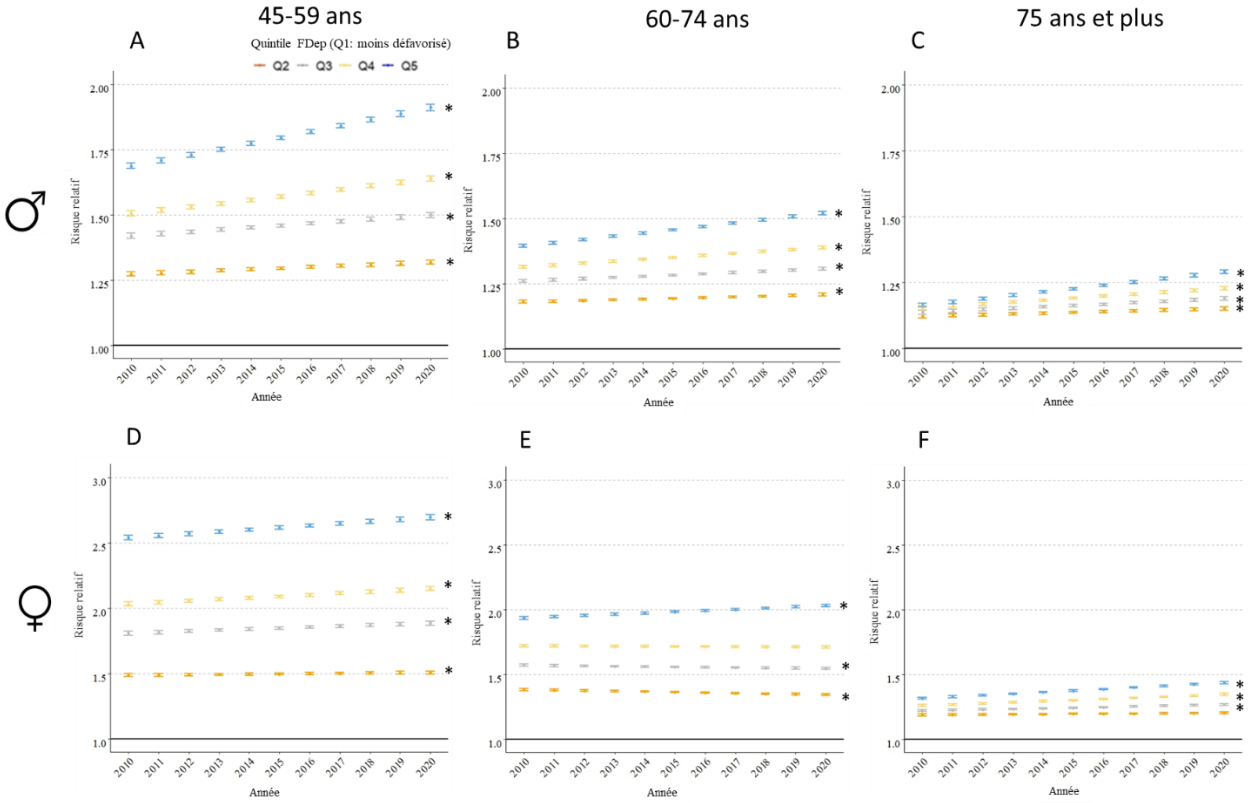
FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées) ; FDep manquants : communes pour lesquelles l'information sur le FDep n'a pas été retrouvé.

Annexe 12 : Risque relatif ajusté (RRa) (intervalles de crédibilité à 95 %) de diabète de type 2 prévalent entre 2010 et 2020 et incident entre 2012 et 2020 selon les quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 comme référence) en France hexagonale (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 1

		Prévalence		**Incidence**	
		Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
FDep quintiles	**Année**	**RRa (ICr à 95 %)**	**RRa (ICr à 95 %)**	**RRa (ICr à 95 %)**	**RRa (ICr à 95 %)**
Q2 comparé à Q1	2010	1,188 (1,184;1,192)	1,338 (1,333;1,343)	na	na
	2011	1,191 (1,187;1,194)	1,337 (1,333;1,342)	na	na
	2012	1,194 (1,191;1,197)	1,336 (1,333;1,340)	1,232 (1,212;1,254)	1,342 (1,315;1,369)
	2013	1,197 (1,194;1,199)	1,336 (1,332;1,339)	1,236 (1,218;1,254)	1,341 (1,318;1,365)
	2014	1,200 (1,197;1,202)	1,335 (1,332;1,338)	1,239 (1,223;1,255)	1,341 (1,321;1,361)
	2015	1,202 (1,200;1,205)	1,334 (1,331;1,337)	1,242 (1,229;1,256)	1,340 (1,324;1,357)
	2016	1,205 (1,203;1,208)	1,333 (1,330;1,336)	1,246 (1,235;1,257)	1,340 (1,326;1,354)
	2017	1,208 (1,206;1,211)	1,332 (1,329;1,335)	1,249 (1,239;1,259)	1,340 (1,328;1,352)
	2018	1,211 (1,208;1,215)	1,331 (1,328;1,335)	1,252 (1,243;1,261)	1,339 (1,328;1,351)
	2019	1,214 (1,211;1,217)	1,330 (1,326;1,334)	1,256 (1,246;1,265)	1,339 (1,327;1,351)
	2020	1,217 (1,213;1,221)	1,329 (1,325;1,334)	1,259 (1,248;1,270)	1,338 (1,325;1,352)
Q3 comparé à Q1	2010	1,264 (1,259;1,268)	1,488 (1,482;1,493)	na	na
	2011	1,269 (1,265;1,273)	1,490 (1,485;1,495)	na	na
	2012	1,274 (1,271;1,277)	1,492 (1,488;1,497)	1,356 (1,333;1,379)	1,545 (1,516;1,576)
	2013	1,279 (1,276;1,282)	1,495 (1,491;1,498)	1,356 (1,339;1,379)	1,543 (1,517;1,570)
	2014	1,284 (1,282;1,287)	1,497 (1,493;1,500)	1,362 (1,345;1,379)	1,541 (1,520;1,564)
	2015	1,290 (1,287;1,292)	1,499 (1,496;1,502)	1,364 (1,350;1,379)	1,539 (1,520;1,558)
	2016	1,295 (1,292;1,297)	1,501 (1,498;1,505)	1,367 (1,355;1,380)	1,537 (1,521;1,553)
	2017	1,300 (1,297;1,303)	1,504 (1,500;1,507)	1,370 (1,360;1,381)	1,535 (1,521;1,549)
	2018	1,305 (1,302;1,308)	1,506 (1,502;1,510)	1,373 (1,363;1,384)	1,533 (1,520;1,546)
	2019	1,311 (1,307;1,314)	1,508 (1,504;1,513)	1,376 (1,366;1,387)	1,531 (1,517;1,545)
	2020	1,316 (1,312;1,320)	1,511 (1,505;1,516)	1,379 (1,367;1,391)	1,529 (1,513;1,544)
Q4 comparé à Q1	2010	1,345 (1,310;1,319)	1,604 (1,598;1,610)	na	na
	2011	1,322 (1,319;1,326)	1,609 (1,604;1,615)	na	na
	2012	1,330 (1,327;1,334)	1,615 (1,610;1,619)	1,404 (1,381;1,428)	1,678 (1,646;1,711)
	2013	1,339 (1,336;1,342)	1,620 (1,616;1,624)	1,413 (1,393;1,434)	1,677 (1,649;1,705)
	2014	1,347 (1,344;1,350)	1,626 (1,622;1,629)	1,422 (1,405;1,440)	1,676 (1,652;1,700)
	2015	1,355 (1,353;1,358)	1,631 (1,628;1,635)	1,431 (1,416;1,446)	1,675 (1,655;1,696)
	2016	1,363 (1,361;1,366)	1,637 (1,633;1,640)	1,440 (1,427;1,435)	1,674 (1,657;1,692)
	2017	1,372 (1,369;1,375)	1,642 (1,638;1,646)	1,450 (1,438;1,461)	1,673 (1,658;1,689)
	2018	1,380 (1,377;1,383)	1,648 (1,643;1,652)	1,459 (1,448;1,470)	1,672 (1,658;1,687)
	2019	1,389 (1,385;1,392)	1,653 (1,648;1,659)	1,468 (1,457;1,480)	1,671 (1,656;1,687)
	2020	1,397 (1,393;1,401)	1,659 (1,653;1,664)	1,478 (1,465;1,491)	1,670 (1,653;1,688)
Q5 comparé à Q1	2010	1,399 (1,394;1,403)	1,798 (1,791;1,804)	na	na
	2011	1,411 (1,407;1,415)	1,809 (1,803;1,815)	na	na
	2012	1,424 (1,421;1,428)	1,821 (1,815;1,826)	1,548 (1,523;1,573)	1,912 (1,876;1,948)
	2013	1,437 (1,434;1,440)	1,832 (1,828;1,837)	1,562 (1,540;1,584)	1,916 (1,885;1,948)
	2014	1,450 (1,448;1,453)	1,844 (1,840;1,848)	1,577 (1,557;1,596)	1,921 (1,894;1,948)
	2015	1,464 (1,461;1,466)	1,856 (1,852;1,860)	1,591 (1,575;1,608)	1,925 (1,902;1,949)
	2016	1,477 (1,474;1,480)	1,867 (1,863;1,872)	1,606 (1,592;1,620)	1,930 (1,910;1,950)
	2017	1,491 (1,488;1,494)	1,879 (1,875;1,884)	1,621 (1,608;1,634)	1,93 5(1,917;1,952)
	2018	1,504 (1,501;1,508)	1,891 (1,886;1,896)	1,636 (1,624;1,648)	1,939 (1,922;1,956)
	2019	1,518 (1,514;1,522)	1,903 (1,900;1,909)	1,651 (1,639;1,664)	1,944 (1,926;1,961)
	2020	1,532 (1,527;1,536)	1,916 (1,909;1,922)	1,667 (1,652;1,681)	1,948 (1,929;1,968)

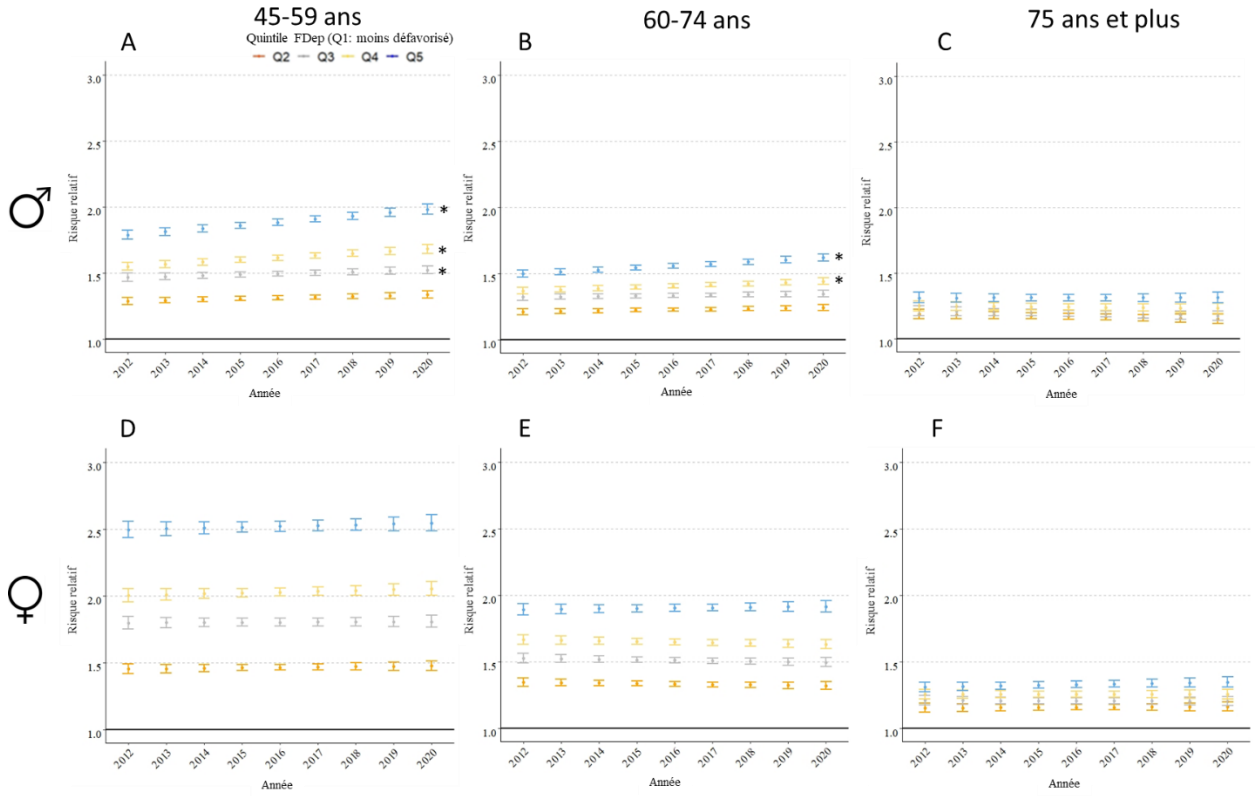
na : non applicable.

Annexe 13 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de la prévalence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les hommes âgés de 45 à 59 ans (A), de 60 à 74 ans (B) et de 75 ans et plus (C) et pour les femmes âgées de 45 à 59 ans (D), de 60 à 75 ans (E) et de 75 ans et plus (F) de 2010 à 2020 dans la France hexagonale. Résultats Article 1



** significativement différents entre les deux années extrêmes ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 14 : Risques relatifs ajustés (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'incidence du diabète de type 2 associés aux quintiles de l'indice de désavantage social français (FDep) (Q1 étant la référence) pour les hommes âgés de 45 à 59 ans (A), de 60 à 74 ans (B) et de 75 ans et plus (C) et pour les femmes âgées de 45 à 59 ans (D), de 60 à 75 ans (E) et de 75 ans et plus (F) de 2012 à 2020 dans la France hexagonale. Résultats Article 1



** significativement différents entre les deux années extrêmes ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 15 : Article 1, objectif 1

Diabetes and Metabolism 50 (2024) 101509

Contents lists available at ScienceDirect

Diabetes & Metabolism

journal homepage: www.elsevier.com/locate/diabet

Original article

Eleven-year trends in socioeconomic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically treated type 2 diabetes in France, 2010–2020

Marie Guion [a,b,*], Laurence Mandereau-Bruno [c], Sarah Goria [c], Emmanuel Cosson [1,b,d], Sandrine Fosse-Edorh [1,a]

[a] Department of Non-Communicable Diseases and Trauma, Santé Publique France, Saint-Maurice, France
[b] Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (EREN), Université Sorbonne Paris Nord and Université Paris Cité, INSERM, INRAE, CNAM, Center of Research in Epidemiology and StatisticS (CRESS), Bobigny, France
[c] Data science division, Santé Publique France, Saint-Maurice, France
[d] Department of Endocrinology-Diabetology-Nutrition, Avicenne Hospital, University of Paris 13, Sorbonne Paris Cité, CRNH-IdF, CINFO, AP-HP, Bobigny, France

ARTICLE INFO

Keywords:
Health administrative data
Incidence
Prevalence
Socioeconomic
Trends

ABSTRACT

Aim: This study aimed to describe the association between socioeconomic inequalities and the prevalence and incidence of pharmacologically-treated type 2 diabetes in European France over the 2010–2020 period.
Methods: Diabetes cases were identified using a validated algorithm from the French National Health Data System. Analysis was restricted to adults aged 45 years and older to focus on type 2 diabetes. Socioeconomic inequalities were measured for all years in European France using the French deprivation index (FDep, 2015 version), which is an area-based deprivation indicator using population-weighted quintiles (Q1 corresponds to the least deprived municipalities). The relative risks of diabetes prevalence and incidence associated with FDep quintiles (Q1 as the reference) were estimated by sex using a log-linear Poisson model adjusted for year, age and French department. The study population was the French health consumers aged 45 years and over (from 24,228,526 in 2010 to 29,772,928 in 2020).
Results: A positive gradient was observed in the relative risks of type 2 diabetes prevalence and incidence by FDep quintiles over the study period. The strength of the estimated associations increased over the last decade for prevalence among men and women and for incidence among men in the two most deprived quintiles.
Conclusion: Thus, type 2 diabetes prevention should include a proportionate universalism approach, proposing actions of greater intensity in the most deprived areas.

Introduction

Diabetes is a major public health issue worldwide, with the number of people concerned steadily increasing in recent years [1]. This rise in the prevalence of diabetes is partly attributable to population aging, better diabetes detection, increased risk factors like obesity and improved survival of people with diabetes [2]. In parallel, in recent years, the incidence of diabetes has tended to stabilize or even decrease in middle- and high-income countries [3], including France [4], probably due to primary prevention measures.

Socioeconomic inequalities (SEI) play a crucial role in diabetes, with the prevalence and incidence rates of type 2 diabetes being higher among the most deprived individuals or in the most deprived areas [5–9]. Several studies investigated the evolution of the association between SEI and diabetes epidemiology. However, the majority were based on data collected prior to 2010 [6,10-13], or covering populations

Abbreviations: aRR, adjusted relative risk; CrI, credibility intervals; DCIR, *(Données de consummation inter-régimes)* inter-scheme consumption data; FDep, French deprivation index; INLA, integrated nested Laplace approximation; RR, relative risks; SEI, socioeconomic inequalities; SNDS, *(Système national des données de santé)* French National Health Data System.

* Corresponding author at: Department of Non-Communicable Diseases and Trauma, Santé Publique France, 12, rue du Val d'Osne 94 415 Saint-Maurice cedex, France.
E-mail address: marie.guion@santepubliquefrance.fr (M. Guion).

[1] EC and SF-E contributed equally to this work.

https://doi.org/10.1016/j.diabet.2024.101509
Received 28 July 2023; Received in revised form 20 December 2023; Accepted 29 December 2023
Available online 10 January 2024
1262-3636/© 2024 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Do not copy - copyright protected

smaller than 6000,000 people [7,8,14-16]. Furthermore, none of these studies were conducted in France.

In this context, the objective of this study is to analyze the evolution of the association by sex and age between SEI and the prevalence and incidence of type 2 diabetes in European France over the last decade (2010–2020).

Material and methods

Data sources

The French National Health Data System (*Système national des données de santé*, SNDS), a medico-administrative database, collects individual and anonymized healthcare data for the beneficiaries of the various health insurance schemes in France [17]. The database covers almost the entire French population [17]. It is composed of several databases, including the Inter-Scheme Consumption Data (*Données de consummation inter-régimes*: DCIR) set that contains information about the reimbursement of outpatient healthcare consumption (i.e., medical procedures, biological examinations, medical devices, drugs) and socio-demographic information about beneficiaries such as their age, sex and municipality of residence.

Study population

The study population consisted of people living in European France with at least one healthcare reimbursement per year, called consumers. To ensure consistency over the entire study period, we only used the health insurance schemes included in the SNDS for the entire period from 2010 to 2020. Furthermore, we only included individuals with complete data for our variables of interest (i.e., age, sex, department of residence, French deprivation index (FDep)). Finally, we restricted our analysis to people aged 45 years and over.

Diabetes indicators

People with diabetes were identified using a validated algorithm based on reimbursements for anti-diabetic treatments (class A10 of the Anatomical Therapeutic Chemical classification) on at least three separate dates during a calendar year or two dates if at least one large package was dispensed [18]. The algorithm used to identify pharmacologically treated diabetes does not distinguish between type 1 diabetes, gestational diabetes and type 2 diabetes. For this reason, we restricted our analysis to people aged 45 years and over in order to better target type 2 diabetes [4].

A prevalent case of diabetes was defined as a person alive during the study year identified by the algorithm as having diabetes. The prevalence rate was calculated as the total number of diabetes cases alive at the start of a year divided by the total number of consumers alive at the start of the same year.

An incident case of diabetes was a case identified by the algorithm in a specific year but not identified as having diabetes in the previous two years. The incidence rate was calculated as the total number of incident cases divided by the population at risk alive at the start of a year. The population at risk was the number of consumers alive at the start of a year and not identified by the algorithm as having diabetes in the previous year.

Socioeconomic inequality indicators

SEI were measured using an area-based deprivation indicator, namely, the 2015 version of the French deprivation index (FDep) measured at the municipal scale in European France (36,000 municipalities) [19]. FDep population-weighted quintiles were considered. The first quintile (Q1) includes people living in the least deprived areas and the last quintile (Q5) includes those living in the most deprived areas.

Statistical analysis

All analyses were stratified by sex. Crude prevalence and incidence rates were estimated by age (for each year from 45 to 99 years) and by FDep quintiles. Age-standardized prevalence and incidence rates were estimated using the 2013 European reference population [20]. To explore the association between type 2 diabetes prevalence or incidence and FDep, we defined a Poisson log-linear model in a hierarchical Bayesian framework. The model included a temporal linear trend (year), FDep quintiles (Q1 as the reference) and the interaction between the two terms to measure the evolution of the association between type 2 diabetes and FDep over the study period. The model was controlled for age with a second-order random walk. The offset term included in the model was the population at risk or consumers by age, year, FDep quintile and department. Spatially structured and unstructured random effects at the department level were included to account for overdispersion and were modeled using the Besag, York and Mollié model [21]. Adjacency was used to define neighbors: all departments sharing a border with the department of interest were defined as neighbors.

The integrated nested Laplace approximation (INLA) approach was used to compute the posterior marginals of all the parameters of interest [22].

Analyses were performed using the SAS Enterprise Guide (version 4.3, SAS, Cary, USA) for the descriptive results and the R software environment using *INLA* and *CARBayes*. We present results as relative risk (RR) and 95% credibility interval (CrI) of type 2 diabetes associated with an increase in FDep quintiles and RR (95% CrI) of type 2 diabetes associated with a one-year increase in each FDep quintile.

Results

Study population

Table S1 (see supplementary materials associated with this article on line) summarizes the numbers of individuals in the study population from 2010 (around 24 million consumers) to 2020 (around 30 million consumers). There were 2,322,869 prevalent cases of type 2 diabetes in 2010 and 208,560 incident cases of type 2 diabetes in 2012. In 2020, the number of cases had risen to 3,081,938 and 214,654, respectively. Fig. 1 shows the flow chart for year the 2020.

Crude type 2 diabetes prevalence rates by deprivation level

In 2020, the mean age of men with type 2 diabetes was 68.8 years in Q1 and 68.0 years in Q5, whereas the mean age of women was 70.7 years in Q1 and 69.9 years in Q5. The age-specific crude prevalence rates of type 2 diabetes (data in 2010 and 2020 in Fig. S1; see supplementary materials associated with this article on line) increased by FDep quintile in men and women. In 2020 in Q5, the highest prevalence rates were observed in men at the age of 76 years (prevalence 25.1%) and in women at 78 years (prevalence 18.1%). The highest rates in Q1 were observed in men aged 78 years (prevalence 19.7%) and in women aged 84 years (prevalence 11.9%).

Crude type 2 diabetes incidence rates by deprivation level

The age-specific crude incidence rates of type 2 diabetes (data for 2012 and 2020 in Fig. S2; see supplementary materials associated with this article on line) increased by FDep quintile in men and women. In 2020, in Q5, the highest incidence rates were observed in men aged 63 years (incidence 17.3 per 1,000 person-years [pa]) and in women aged 65 years (incidence 10.8 per 1,000 pa). The highest rates in Q1 were observed in men at 69 years (11.9 per 1,000 pa) and in women at 78 years (6.8 per 1,000 pa).

Do not copy – Copyright protected

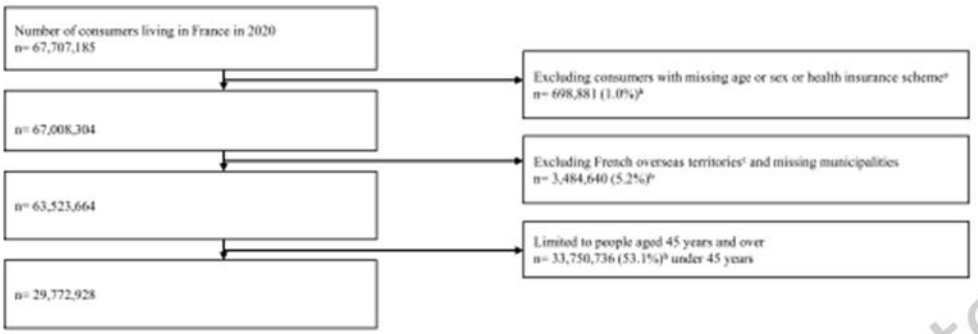


Fig. 1. Flow chart of the study for 2020.
[a] Persons with a health insurance scheme that is not included in the National Health Data System (SNDS) for the entire study period, [b] Percentage of the previous total sample, [c] FDep is not available for the French overseas territories, FDep: French Deprivation index

Age-standardized type 2 diabetes prevalence rates by deprivation level

Fig. 2 shows the evolution of the age-standardized prevalence rates over time by FDep quintiles. A positive gradient was observed according to FDep quintiles. The highest rates were observed in Q5 in both men and women. Indeed, the prevalence rates in 2020 were 15.1% for men and 10.8% for women in Q5, whereas they were 10.5% and 6.1% for men and women in Q1, respectively.

Age-standardized type 2 diabetes incidence rates by deprivation level

The same positive quintile gradient was observed for the age-standardized incidence (Fig. 2). In 2020, the incidence rates were 12.7 per 1,000 pa for men and 8.3 per 1,000 pa for women living in Q5. They were 8.6 and 5.0 per 1,000 pa for men and women living in Q1, respectively.

Estimated association between SEI and type 2 diabetes prevalence from 2010 to 2020

Fig. 3 shows the adjusted relative risk (aRR) of prevalent type 2 diabetes in people living in Q2, Q3, Q4 and Q5 compared to Q1 from 2010 to 2020. The aRR increased significantly over time for Q2, Q3, Q4 and Q5 in men and for Q3, Q4 and Q5 in women (data for aRR and 95% CrI are indicated for each year and quintile in Table S2; see supplementary materials associated with this article on line). In men, the same trends were observed among all age groups, with the highest aRR in 45–59 years of age group. In women, the same trends were observed, except for the 60–74 years of age group: the aRR increased over time for Q5, and decreased over time for Q2 and Q3 (Fig. S3; see supplementary materials associated with this article on line).

Estimated association between SEI and type 2 diabetes incidence from 2012 to 2020

Fig. 3 also shows the aRR of incident type 2 diabetes in people living in Q2, Q3, Q4 and Q5 compared to Q1 from 2012 to 2020. The aRR

Do not copy — Copyright protected

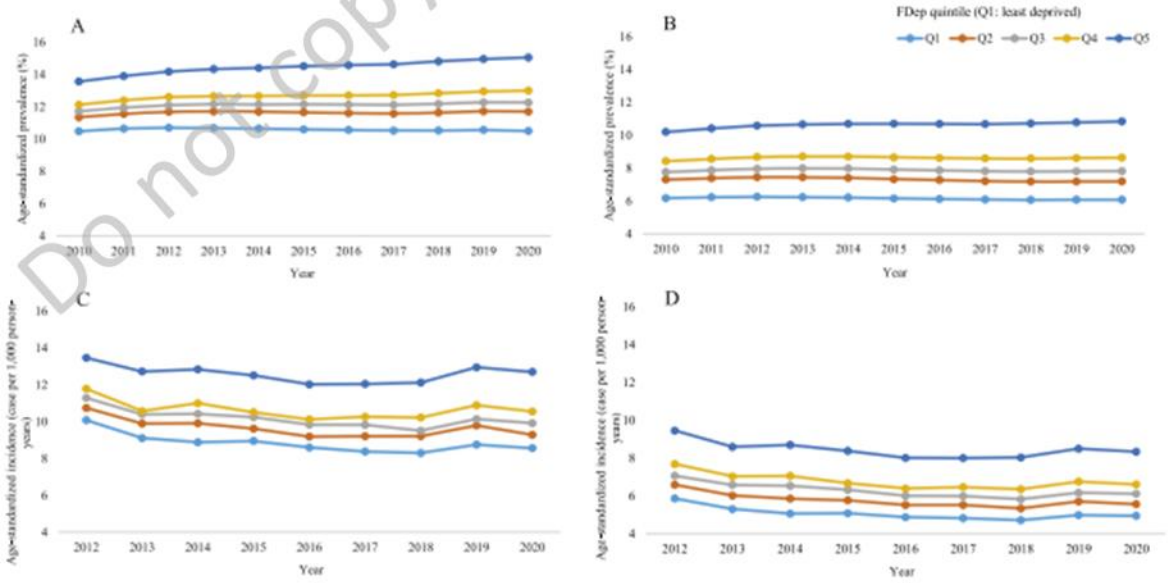


Fig. 2. Trends in the age-standardized prevalence of type 2 diabetes in men (A) and women (B) from 2010 to 2020 and age-standardized incidence in men (C) and women (D) from 2012 to 2020 by French Deprivation Index (FDep) quintiles in consumers aged 45 years and over in European France.

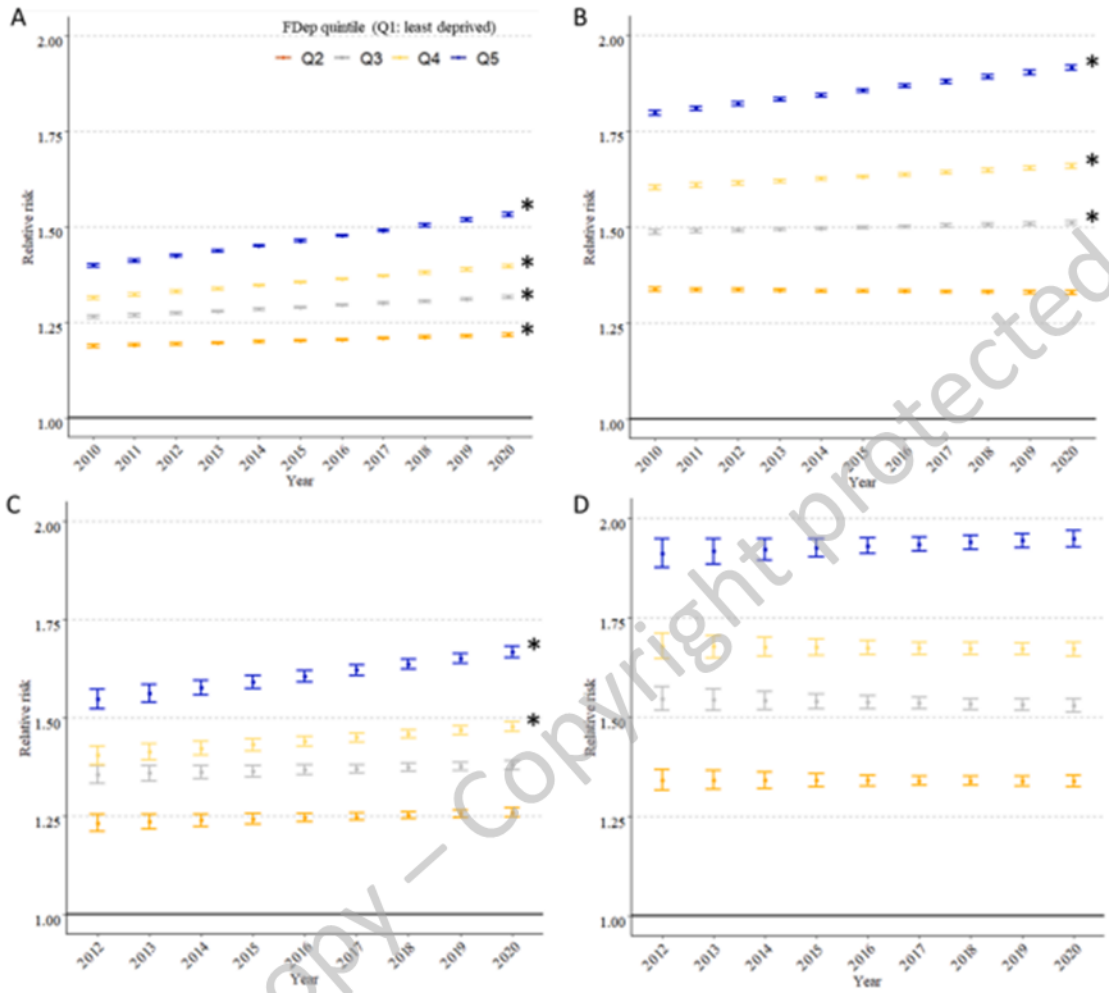


Fig. 3. Adjusted relative risks (95% credibility intervals) of type 2 diabetes prevalence associated with the French deprivation index (FDep) quintiles (Q1 as the reference) for adults aged 45 years and over in European France for men (A) and women (B) from 2010 to 2020 and type 2 diabetes incidence for men (C) and women (D) from 2012 to 2020 (log-linear Poisson model).
* *P* Trends < 0.05

increased significantly over time for Q4 and Q5 in men but did not change in women (data for aRR and 95% CrI are indicated for each year and quintile in Table S3; see supplementary materials associated with this article on line). Among both sexes, we observed the same trends regardless of age groups, with the highest aRR in 45–59 years of age group (Fig. S4; see supplementary materials associated with this article on line).

Temporal trends in prevalent type 2 diabetes between 2010 and 2020 per FDep quintile

Table 1 shows a significant decrease in type 2 diabetes prevalence in

Table 1
Estimated temporal trend of prevalence and incidence of type 2 diabetes: adjusted relative risks associated with an increase of one year for each French deprivation index (FDep) quintile (log-linear Poisson model) in European France.

	Prevalence		Incidence	
	Men	Women	Men	Women
FDep quintiles	aRR (95% CrI)	aRR (95% CrI)	aRR (95% CrI)	aRR (95% CrI)
Q1	0.999 (0.998;0.999)	0.999 (0.998;0.999)	0.985 (0·983;0·987)	0.984 (0.982;0.987)
Q2	1.001 (1.001;1.001)	0.998 (0.998;0.998)	0.988 (0·986;0·989)	0.984 (0.982;0.986)
Q3	1.003 (1.002;1.003)	1.000 (0.999;1.001)	0.987 (0·986;0·989)	0.983 (0.981;0.985)
Q4	1.005 (1.005;1.005)	1.002 (1.002;1.002)	0.991 (0.989;0.993)	0.984 (0.982;0.986)
Q5	1.008 (1.008;1.008)	1.005 (1.005;1.005)	0.994 (0.993;0.996)	0.987 (0.985;0.988)

aRR (95% CrI): adjusted relative risk (95% credibility interval).

Do not copy – Copyright protected

men living in Q1 and in women living in Q1 and Q2. By contrast, a significant increase in prevalence was observed in men in every other quintile with a positive gradient. In women, a significant increase was only observed in Q4 and Q5.

Temporal trends in incident type 2 diabetes in FDep quintiles between 2012 and 2020

Table 1 shows a significant decrease in incidence in all FDep quintiles for both sexes.

Discussion

The present study concerned annually, from 2010 to 2020, between 24 and 30 million people aged 45 years and over living in European France. The findings showed that SEI were associated with a higher prevalence and incidence of type 2 diabetes. The strength of this association, namely, the magnitude of inequalities, increased for type 2 diabetes prevalence in both men and women over the last decade, whereas for type 2 diabetes incidence it increased in men living in the most deprived areas while remaining stable in women.

As in the present study, higher type 2 diabetes prevalence and incidence rates have been observed in Europe and worldwide since the beginning of the century among individuals who are the most deprived or living in deprived areas [5,6,9-13,16,23]. The literature has put forward various factors and hypotheses to explain why the most deprived individuals or areas have higher rates of type 2 diabetes prevalence and incidence [5,11]. The most deprived individuals have less healthy behaviors with regard to eating habits and physical activity [24,25], and will therefore have a higher prevalence of obesity [5,11]. This population usually has more limited access to health-promoting infrastructure and conditions such as sports and cultural facilities, green spaces, healthy food resources and medical facilities, which are distributed across the territory according to social groups [5]. They are also exposed to more unfavorable environmental and working conditions such as noise and air pollution and higher crime rates and work-related stress, not to mention psychological factors like low decision latitude at work, which may also increase the risk of diabetes [5,26].

Similar to our study, other international studies have demonstrated that SEI are more marked in women regarding the incidence or prevalence of type 2 diabetes [7,8,10,11,23,26,27]. This sex difference may be partly explained by inequalities in health behaviors, with deprived women having a higher prevalence of obesity and a lower level of physical activity than deprived men [27]. Women are also more affected by other psychosocial factors like low decision latitude at work [26].

Our study showed that the influence of SEI on type 2 diabetes prevalence increased between 2010 and 2020 in France. In terms of SEI, an increase in absolute inequality was observed in England between 1994 and 2008 [6] but not in relative inequality. Similarly, a Spanish study suggested an increase in SEI between 1987 and 2006 [10]. Some data are also available for similar time periods as in our study [8,14]. Using an area-based indicator of deprivation, a Scottish study suggested that SEI in type 2 diabetes prevalence had widened between 2001–2007 and 2021 [8]. Similarly, a Swiss study using income and education as individual indicators of deprivation suggested that the association between deprivation and type 2 diabetes increased between 2005 and 2017 [14]. Both studies were nevertheless based on smaller populations. An American study also showed an increase in the prevalence of diabetes over time (1971–1974 to 1999–2002) for all socioeconomic groups, as measured by income and education, except for those with the highest incomes, and that the gap between the most advantaged and the most disadvantaged increased over time to the detriment of the most disadvantaged [13]. Our study also shows that the influence of SEI on type 2 diabetes incidence increased in men but remained stable in women between 2012 and 2020 in France. A Finnish study using education as an indicator of deprivation showed that type 2 diabetes incidence increased between 1997 and 2007 in low- and medium-educated men but remained stable in highly educated men; by contrast, type 2 diabetes incidence remained stable in women, irrespective of educational level [12]. A Scottish study evaluating type 2 diabetes incidence between 2004 and 2013 according to an area-based index of deprivation showed that incidence rates declined in all socioeconomic groups but increased after 2008 in the most deprived groups [7]. Similarly, a recent Spanish study conducted in Catalonia showed that the positive association between an area-based indicator of deprivation and type 2 diabetes incidence remained stable between 2009 and 2018 [15]. The latter two studies are nevertheless not directly comparable to our own study due to their smaller population data.

Why do SEI still have an increasing influence on the incidence of type 2 diabetes in France, especially in men? The numerous prevention programs promoting healthy behaviors, which have contributed to reducing the incidence of type 2 diabetes over the last decade [4], may in fact increase health inequities. The most deprived individuals appear to be less receptive to these programs [28], which may consequently reduce type 2 diabetes risk factors less in this group [6,15]. Moreover, they are more vulnerable to the effects of unhealthy lifestyles than more socially advantaged groups [29]. Nevertheless, we do not know why the influence of SEI on type 2 diabetes incidence has increased in men but not in women.

What about the influence of SEI on type 2 diabetes prevalence? Firstly, its influence on incidence over time may partially explain this increase. Secondly, a higher mortality rate in the most deprived individuals may also contribute to this trend [7]. Studying the trends in type 2 diabetes mortality rates in each deprivation quintile would provide a better understanding of the dynamics of SEI in type 2 diabetes prevalence and incidence by sex.

Specific type 2 diabetes prevention approaches dedicated to the most deprived individuals may be useful [30]. Our study suggests that prevention interventions should include a proportionate universalism approach, [31] proposing actions of greater intensity in the areas inhabited by the most at-risk people, with population-based intervention strategies to promote a healthier lifestyle, including better access to physical activity [6,30].

The use of the SNDS data has several strengths. It covers almost the entire French European population [17], over a long and recent period of time, with the validated identification of people with diabetes [18], and the use of a robust measure of deprivation at the municipal level. Nevertheless, the SNDS has a few weaknesses, as the database does not identify people with type 2 diabetes treated only with dietary measures and those with undiagnosed type 2 diabetes [32,33]. It also lacks information about some risk factors that are strongly associated with diabetes such as ethnicity [9], family history of diabetes and body mass index [7,30,32]. The algorithm used to identify pharmacologically treated diabetes does not specifically identify type 2 diabetes. For this reason, we restricted our analysis to people aged 45 years and over [4]. In this age group, the great majority have type 2 diabetes [34]. In France, the proportion of people with type 2 diabetes in those pharmacologically treated for diabetes has been estimated over than 96% (unpublished data). So, we assume that our results may be extrapolated to type 2 diabetes. Finally, we used an area-based deprivation index (FDep), which is not only a proxy of individual characteristics but also a proxy of the living environment of individuals. In addition, the FDep is not available for the French overseas territories, which is another limitation of the study.

Conclusion

In conclusion, this is the first study, to our knowledge, to show the evolution of the influence of SEI on the prevalence and incidence of type 2 diabetes at a national level over a long period of time. Our study shows that SEI is positively associated with type 2 diabetes prevalence and incidence in France. This association is more marked in women than in

Non-commercial use only / copyright protected

men and has increased over the last decade for prevalence in both men and women and for incidence in men.

Funding statements

This research was carried out as part of a doctoral thesis funded by the Fondation de France (00107045), which had no role in the study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

CRediT authorship contribution statement

Marie Guion: Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Resources, Software, Writing – original draft. **Laurence Mandereau-Bruno:** Formal analysis, Methodology, Software, Validation, Writing – review & editing. **Sarah Goria:** Formal analysis, Methodology, Software, Validation, Writing – review & editing. **Emmanuel Cosson:** Conceptualization, Funding acquisition, Investigation, Project administration, Supervision, Validation, Writing – original draft. **Sandrine Fosse-Edorh:** Conceptualization, Data curation, Funding acquisition, Investigation, Project administration, Supervision, Validation, Visualization, Writing – original draft.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Data availability

The aggregated data are accessible to researchers upon reasonable request to the corresponding author. Requests for data require the approval of Santé Publique France.

Acknowledgments

We would like to thank the Fondation de France for funding the doctoral thesis of MG. We also thank Victoria Grace for editing the manuscript.

Supplementary materials

Supplementary material associated with this article can be found, in the online version, at doi:10.1016/j.diabet.2024.101509.

References

[1] International diabetes federation. idf diabetes atlas. 10th edn. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2021.
[2] Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. Diabetes Res Clin Pract 2010;87:4–14.
[3] Magliano DJ, Chen L, Islam RM, Carstensen B, Gregg EW, Pavkov ME, et al. Trends in the incidence of diagnosed diabetes: a multicountry analysis of aggregate data from 22 million diagnoses in high-income and middle-income settings. Lancet Diab Endocrinol 2021;9:203–11.
[4] Fuentes S, Mandereau-Bruno L, Regnault N, Bernillon P, Bonaldi C, Cosson E, et al. Is the type 2 diabetes epidemic plateauing in France? A nationwide population-based study. Diabetes Metab 2020;46:472–9.
[5] Grundmann N, Mielck A, Siegel M, Maier W. Area deprivation and the prevalence of type 2 diabetes and obesity: analysis at the municipality level in Germany. BMC Public Health 2014;14:1264.
[6] Scholes S, Bajekal M, Love H, Hawkins N, Raine R, O'Flaherty M, et al. Persistent socioeconomic inequalities in cardiovascular risk factors in England over 1994-2008: a time-trend analysis of repeated cross-sectional data. BMC Public Health 2012;12:129.
[7] Read SH, Kerssens JJ, McAllister DA, Colhoun HM, Fischbacher CM, Lindsay RS, et al. Trends in type 2 diabetes incidence and mortality in Scotland between 2004 and 2013. Diabetologia 2016;59:2106–13.
[8] Wang J, Wild SH. Marked and widening socioeconomic inequalities in type 2 diabetes prevalence in Scotland. J Epidemiol Community Health 2021;76:482–4.
[9] Wemrell M, Bennet L, Merlo J. Understanding the complexity of socioeconomic disparities in type 2 diabetes risk: a study of 4.3 million people in Sweden. BMJ Open Diabetes Res Care 2019;7:e000749.
[10] Espelt A, Kunst AE, Palencia L, Gnavi R, Borrell C. Twenty years of socio-economic inequalities in type 2 diabetes mellitus prevalence in Spain, 1987-2006. Eur J Public Health 2012;22:765–71.
[11] Espelt A, Borrell C, Palencia L, Goday A, Spadea T, Gnavi R, et al. Socioeconomic inequalities in the incidence and prevalence of type 2 diabetes mellitus in Europe. Gac Sanit 2013;27:494–501.
[12] Abouzeid M, Wikström K, Peltonen M, Lindström J, Borodulin K, Rahkonen O, et al. Secular trends and educational differences in the incidence of type 2 diabetes in Finland, 1972-2007. Eur J Epidemiol 2015;30:649–59.
[13] Kanjilal S, Gregg EW, Cheng YJ, Zhang P, Nelson DE, Mensah G, et al. Socioeconomic status and trends in disparities in 4 major risk factors for cardiovascular disease among US adults, 1971-2002. Arch Intern Med 2006;166:2348–55.
[14] de Mestral C, Stringhini S, Guessous I, Jornayvaz FR. Thirteen-year trends in the prevalence of diabetes according to socioeconomic condition and cardiovascular risk factors in a Swiss population. BMJ Open Diabet Res Care 2020;8:e001273.
[15] Bennett M, Pistillo A, Recalde M, Reyes C, Freisling H, Duarte-Salles T. Time trends in the incidence of cardiovascular disease, hypertension and diabetes by sex and socioeconomic status in Catalonia, Spain: a population-based cohort study. BMJ Open 2023;13:e066404.
[16] Bilal U, Hill-Briggs F, Sánchez-Perruca L, Del Cura-González I, Franco M. Association of neighbourhood socioeconomic status and diabetes burden using electronic health records in Madrid (Spain): the HeartHealthyHoods study. BMJ Open 2018;8:e021143.
[17] Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: from the *système national d'information interrégimes de l'Assurance Maladie* (SNIIRAM) to the *système national des données de santé* (SNDS) in France. Rev Epidemiol Sante Publique 2017;65(4):S149–S167. Suppl.
[18] Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, et al. Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. Int J Public Health 2019;64:441–50.
[19] Rey G, Jougla E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997–2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health 2009;9:33.
[20] Pace M, Lanzieri G, Glickman M, Zupanič T. Revision of the european standard population. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2013.
[21] Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. Ann Instit Stat Math 1991;43:1–20.
[22] Rue H, Martino S, Chopin N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. J Royal Stat Soc: Ser B (Statist Methodol) 2009;71:319–92.
[23] Agardh E, Allebeck P, Hallqvist J, Moradi T, Sidorchuk A. Type 2 diabetes incidence and socio-economic position: a systematic review and meta-analysis. Int J Epidemiol 2011;40:804–18.
[24] Alkerwi A, Vernier C, Sauvageot N, Crichton GE, Elias MF. Demographic and socioeconomic disparity in nutrition: application of a novel Correlated Component Regression approach. BMJ Open 2015;5:e006814.
[25] Stalsberg R, Pedersen AV. Are differences in physical activity across socioeconomic groups associated with choice of physical activity variables to report? Int J Environ Res Public Health 2018;15:922.
[26] Agardh EE, Ahlbom A, Andersson T, Efendic S, Grill V, Hallqvist J, et al. Explanations of socioeconomic differences in excess risk of type 2 diabetes in Swedish men and women. Diabet Care 2004;27:716–21.
[27] Tang M, Chen Y, Krewski D. Gender-related differences in the association between socioeconomic status and self-reported diabetes. Int J Epidemiol 2003;32:381–5.
[28] Tajdar D, Lühmann D, Fertmann R, Steinberg T, van den Bussche H, Scherer M, et al. Low health literacy is associated with higher risk of type 2 diabetes: a cross-sectional study in Germany. BMC Public Health 2021;21:510.
[29] Vinke PC, Navis G, Kromhout D, Corpeleijn E. Socio-economic disparities in the association of diet quality and type 2 diabetes incidence in the Dutch Lifelines cohort. EClinicalMedicine 2020;19:100252.
[30] Paulweber B, Valensi P, Lindström J, Lalic NM, Greaves CJ, McKee M, et al. A European evidence-based guideline for the prevention of type 2 diabetes. Horm Metab Res 2010;42(Suppl 1):S3–36.
[31] Marmot M, Allen J, Goldblatt P, Boyce T, McNeish D, Grady M. Fair society, healthy lives: the Marmot Review: strategic review of health inequalities in England post-2010. London: Institute of Health Equity; 2019. 2010.
[32] Lailler G, Fuentes S, Kab S, Piffaretti C, Guion M, Czernichow S, et al. Prevalence and risk factors associated with prediabetes and undiagnosed diabetes in France: the national CONSTANCES cohort. Diabet Epidemiol Manag 2023;10:100121.
[33] Lailler G, Piffaretti C, Fuentes S, Nabe HD, Oleko A, Cosson E, et al. Prevalence of prediabetes and undiagnosed type 2 diabetes in France: results from the national survey ESTEBAN, 2014-2016. Diabet Res Clin Pract 2020;165:108252.
[34] Fuentes S, Hrzic R, Haneef R, Kab S, Cosson E, Fosse-Edorh S. Identifying type 1 /type 2 diabetes in medico-administrative database to improve health surveillance, medical research and prevention in diabetes: algorithm development and application. Diabet Epidemiol Manag 2023;10:100137. -04-01.

Do not copy — Copyright protected

Annexe 16 : Nombre de décès et âge moyen au décès par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Article 2

		Hommes avec un diabète				**Femmes avec un diabète**			
Années	FDep	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée
2013	Q1	5 937	76,2	28,8	25,2	4 193	81,0	26,8	17,6
	Q2	7 095	75,5	31,4	27,6	4 941	80,7	26,7	17,6
	Q3	8 197	75,7	32,8	28,9	6 104	80,6	28,2	18,5
	Q4	9 159	75,4	34,1	29,8	6 977	80,4	28,8	18,9
	Q5	10 562	74,6	34,4	31,2	8 660	79,5	29,1	20,4
2014	Q1	6 059	76,3	28,8	24,8	4 195	81,1	26,4	16,8
	Q2	7 014	75,9	30,3	26,0	5 016	80,8	26,6	17,2
	Q3	8 415	75,6	32,8	27,8	6 059	80,6	27,4	17,7
	Q4	9 171	75,7	33,3	28,3	7 154	80,4	28,9	18,7
	Q5	10 648	74,8	33,7	30,3	8 526	79,7	28,1	19,4
2015	Q1	6 368	76,7	29,4	24,5	4 492	81,4	27,5	17,2
	Q2	7 739	76,2	32,2	27,7	5 612	81,3	29,0	18,3
	Q3	9 029	76,1	33,8	28,7	6 874	80,9	30,1	19,3
	Q4	10 166	76,2	35,6	30,1	7 868	80,7	30,9	19,8
	Q5	11 521	75,4	35,2	31,1	9 073	80,1	29,1	19,8
2016	Q1	6 684	76,9	29,6	24,5	4 534	81,6	26,7	16,7
	Q2	7 891	76,5	31,4	26,4	5 733	81,3	28,6	18,1
	Q3	9 522	76,2	34,1	28,3	7 041	81,3	29,8	18,8
	Q4	10 584	76,3	35,6	29,7	7 977	81,0	30,4	19,0
	Q5	11 847	75,4	35,0	30,5	9 556	80,2	29,9	20,2
2017	Q1	7 073	77,4	30,4	24,7	4 760	82,0	27,3	16,7
	Q2	8 331	76,9	32,1	26,5	5 867	81,4	28,5	17,8
	Q3	9 765	76,6	33,7	27,8	7 240	81,3	30,0	18,5
	Q4	10 800	76,4	35,1	28,9	8 212	81,0	30,6	19,3
	Q5	12 346	75,6	35,3	30,2	9 808	80,2	30,2	20,2
2018	Q1	7 237	77,5	30,6	24,4	4 864	81,8	27,5	16,7
	Q2	8 434	76,8	31,7	26,0	5 760	81,5	27,5	17,0
	Q3	9 998	76,7	33,9	27,5	7 335	81,4	29,9	18,6
	Q4	11 065	76,6	35,2	28,8	8 200	81,3	30,2	18,7
	Q5	12 693	75,7	35,6	30,3	9 781	80,3	29,8	19,9
2019	Q1	7 490	77,8	31,1	24,4	5 123	81,9	28,5	17,2
	Q2	8 657	76,9	31,8	25,9	6 165	82,0	29,0	17,5
	Q3	10 325	77,0	34,3	27,4	7 306	81,4	29 4	18,2
	Q4	11 110	76,5	34,6	28,1	8 292	81,5	30,1	18,3
	Q5	12 710	75,8	35,1	29,5	9 816	80,4	29,5	19,7

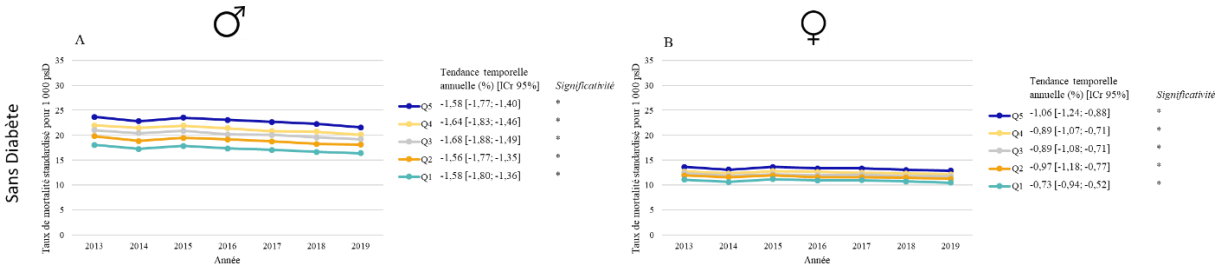
Décès : Nombre de décès toutes causes au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès toutes causes (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité toutes causes pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité toutes causes standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 17 : Nombre de décès et âge moyen au décès par année et quintiles de FDep et taux de mortalité globale bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et femmes âgés de 45 ans ou plus sans diabète, entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Article 2

		Hommes sans diabète				Femmes sans diabète			
Années	FDep	**Décès**	**Age moyen**	**Mortalité brute**	**Mortalité standardisée**	**Décès**	**Age moyen**	**Mortalité brute**	**Mortalité standardisée**
2013	Q1	25 856	76,1	14,2	18,1	29 094	82,1	12,3	11,1
	Q2	27 924	75,2	15,7	19,8	29 998	81,5	13,1	11,9
	Q3	33 171	75,2	18,0	21,0	36 068	81,9	14,9	12,4
	Q4	36 158	75,4	19,4	22,0	38 495	81,9	15,8	12,7
	Q5	38 842	74,5	20,8	23,7	40 838	81,5	16,9	13,6
2014	Q1	25 499	76,1	13,8	17,3	28 571	82,2	11,9	10,6
	Q2	27 427	75,3	15,2	18,9	29 971	81,8	12,9	11,6
	Q3	33 038	75,5	17,6	20,4	35 554	82,0	14,5	11,9
	Q4	36 153	75,5	19,1	21,5	38 396	82,0	15,6	12,3
	Q5	38 225	74,8	20,3	22,8	39 931	81,5	16,4	13,1
2015	Q1	27 498	76,8	14,5	17,9	31 425	82,5	12,8	11,2
	Q2	29 557	75,9	15,8	19,5	32 503	82,3	13,6	11,9
	Q3	35 463	76,0	18,3	20,9	38 581	82,6	15,3	12,2
	Q4	38 723	76,0	19,8	21,9	41 842	82,4	16,6	12,8
	Q5	41 072	75,4	21,3	23,5	43 767	82,1	17,7	13,7
2016	Q1	28 254	76,9	14,2	17,4	32 446	82,7	12,6	10,9
	Q2	30 831	76,2	15,7	19,2	33 297	82,3	13,3	11,6
	Q3	36 035	76,2	17,8	20,2	39 770	82,6	15,1	12,0
	Q4	39 448	76,0	19,5	21,4	43 249	82,6	16,6	12,6
	Q5	41 523	75,5	21,1	23,1	44 265	82,2	17,5	13,4
2017	Q1	28 986	77,2	14,2	17,1	34 164	83,1	13,0	11,.
	Q2	31 550	76,6	15,6	18,7	34 801	82,6	13,6	11,6
	Q3	37 403	76,7	17,9	20,1	41 880	83,0	15,6	12,1
	Q4	39 899	76,5	19,1	20,8	44 488	82,9	16,7	12,5
	Q5	42 213	75,7	20,9	22,7	45 651	82,5	17,7	13,4
2018	Q1	29 080	77,6	14,0	16,7	34 248	83,3	12,8	10,7
	Q2	31 712	76,8	15,4	18,3	35 558	82,8	13,6	11,5
	Q3	37 322	76,6	17,6	19,6	41 478	83,1	15,2	11,8
	Q4	40 527	76,6	19,2	20,7	44 506	82,9	16,5	12,4
	Q5	42 039	75,8	20,6	22,3	44 988	82,4	17,3	13,1
2019	Q1	29 375	77,8	13,9	16,4	34 297	83,4	12,6	10,5
	Q2	32 200	76,9	15,4	18,1	35 663	83,0	13,4	11,3
	Q3	37 367	76,9	17,4	19,2	42 017	83,0	15,2	11,8
	Q4	39 936	76,7	18,8	20,1	44 464	83,1	16,3	12,2
	Q5	41 039	76,0	20,1	21,6	45 027	82,6	17,3	12,9

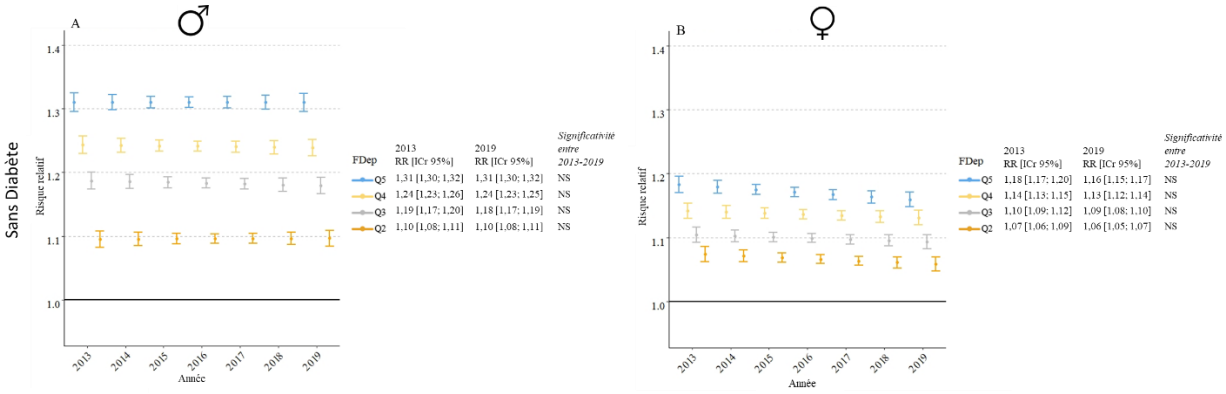
Décès : Nombre de décès toutes causes au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès toutes causes (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité toutes causes pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité toutes causes standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 18 : Taux de mortalité toutes causes standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans un diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Article 2



** : significatif, NS : non significatif ; psD : personnes sans diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 19 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité toutes causes associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Article 2



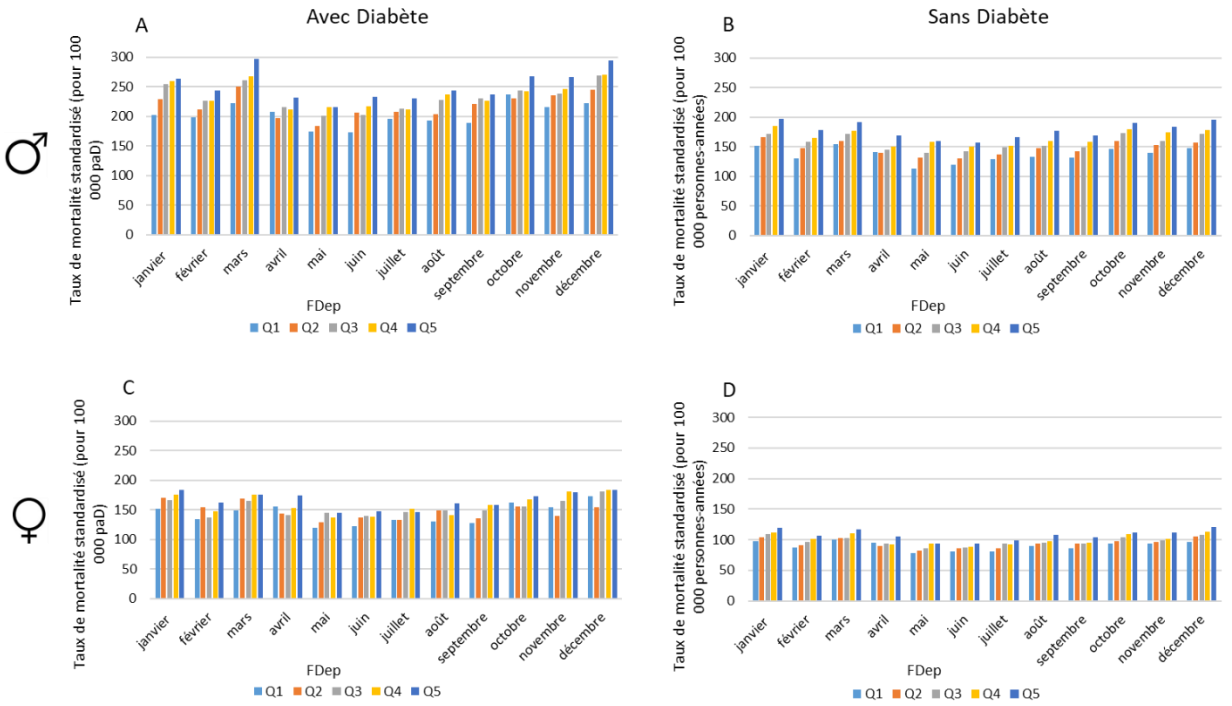
** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 20 : Taux brut de mortalité COVID-19 et nombre de décès par sexe, statut diabétique et groupe d'âge, France hexagonale. Résultats Article 3

Sexe	Groupe d'âge (ans)	Nombre de décès avec diabète	Nombre de décès sans diabète	Population avec diabète	Population sans diabète	Mortalité brute avec diabète	Mortalité brute sans diabète	Ratio mortalité
Hommes	0-29	0	29	29 714	11 053 388	0,0	0,3	0,0
	30-44	21	133	69 685	5 566 164	30,1	2,4	12,6
	45-49	24	133	67 355	2 009 169	35,6	6,6	5,4
	50-54	75	269	114 162	1 917 582	65,7	14,0	4,7
	55-59	170	483	177 468	1 799 980	95,8	26,8	3,6
	60-64	352	844	244 663	1 586 833	143,9	53,2	2,7
	65-69	669	1 328	305 159	1 432 421	219,2	92,7	2,4
	70-74	1 137	1 879	312 532	1 236 173	363,8	152,0	2,4
	75-79	1 263	2,423	205 966	749 073	613,2	323,5	1,9
	80-84	1 465	4 006	149 121	590 455	982,4	678,5	1,4
	85-89	1 479	4 974	84 208	388 342	1756,4	1280,8	1,4
	≥ 90	816	4 923	28 620	205 603	2851,2	2394,4	1,2
Femmes	0-29	<5	15	29 091	11 164 352	6,9	0,1	51,2
	30-44	13	83	61 098	6 146 463	21,3	1,4	15,8
	45-49	12	90	47 918	2 139 482	25,0	4,2	6,0
	50-54	32	150	79 856	2 064 851	40,1	7,3	5,5
	55-59	73	230	121 820	1 994 546	59,9	11,5	5,2
	60-64	149	389	169 009	1 849 973	88,2	21,0	4,2
	65-69	268	560	210 157	1 742 627	127,5	32,1	4,0
	70-74	450	889	220 565	1 550 560	204,0	57,3	3,6
	75-79	564	1 380	166 275	991 715	339,2	139,2	2,4
	80-84	966	3 135	149 533	892 669	646,0	351,2	1,8
	85-89	1 281	5 791	110 071	729 257	1163,8	794,1	1,5
	≥ 90	1 151	9 622	55 495	568 148	2074,1	1693,6	1,2

Nombre de décès avec diabète : nombre de personnes avec un diabète décédées pour COVID-19 ; Nombre de décès sans diabète : nombre de personnes sans diabète décédées pour COVID-19 ; Population avec diabète : nombre de personnes avec un diabète en vie au 1er janvier 2020 ; Population sans diabète: nombre de personnes sans diabète en vie au 1er janvier 2020 ; Mortalité brute avec diabète : taux brut de mortalité par COVID-19 des personnes avec un diabète pour 100 000 personnes-années ; Mortalité brute sans diabète : taux brut de mortalité par COVID-19 des personnes sans diabète pour 100 000 personnes-années ;Ratio mortalité : taux brut de mortalité par COVID-19 des personnes avec un diabète sur le taux brut de mortalité par COVID-19 des personnes sans diabète.

Annexe 21 : Taux de mortalité toutes causes hors COVID-19 standardisés selon l'âge chez les hommes avec un diabète (A) et sans diabète (B) et chez les femmes avec un diabète (C) et sans diabète (D) âgés de 45 ans et plus pour chaque mois de 2020 dans chaque quintile du FDep en France hexagonale. Résultats Article 3



paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social *français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les* plus favorisées*).*

Annexe 22 : Article 2, objectif 2

Contextual impact of socioeconomic inequalities on health: A case study of COVID-19 mortality among populations with and without Diabetes in France

Marie Guion[1,2], Sarah Goria[3], Sandrine Fosse-Edorh†[1], Emmanuel Cosson†[2,4]

[1]Department of Non-Communicable Diseases and Trauma, Santé Publique France, 94410 Saint-Maurice, France

[2]Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (EREN), Université Sorbonne Paris Nord and Université Paris Cité, INSERM, INRAE, CNAM, Center of Research in Epidemiology and StatisticS (CRESS), Bobigny, France

[3]Data Science Division, Santé Publique France, 94410 Saint-Maurice, France

[3]Department of Endocrinology-Diabetology-Nutrition, Avicenne Hospital, University of Paris 13, Sorbonne Paris Cité, CRNH-IdF, CINFO, AP-HP, 93000 Bobigny, France

†EC and SF-E contributed equally to this work

Corresponding author:

Marie Guion, Department of Non-Communicable Diseases and Trauma, Santé Publique France, 12 rue du Val d'Osne, 94415 Saint-Maurice cedex, France

marie.guion@santepubliquefrance.fr

Abstract:

Background:

The COVID-19 pandemic caused many deaths, particularly among people with diabetes. In response, numerous preventive measures were taken, but without measuring their impact on the population.

The aim was to describe the impact of socioeconomic inequalities (SEI) on COVID-19 mortality in people aged 45 years and over living with or without diabetes, during the two epidemic waves of 2020 (Wave 1 (W1): March-May; Wave 2 (W2): September-December) in European France.

Methods:

People living with pharmacologically-treated diabetes were identified using a validated algorithm from the French National Health Data System. COVID-19 mortality in 2020 was obtained from the French Medical Causes of Death database. SEI were measured using the French Deprivation index at municipality level (FDep; with Q1 corresponding to people living in the least deprived). Age-standardised COVID-19 mortality was calculated by FDep quintiles for each month of the year and by sex. The relative risk of COVID-19 mortality associated with FDep quintiles (with Q1 as the reference) by diabetes status and epidemic wave were estimated by sex using a log-linear Poisson model adjusted for age, municipal population density and region.

Results:

During W1, when only collective measures were available (lockdown), no social gradient was observed, and it was even the least deprived women with diabetes (Q1) who had a higher risk of COVID-19 mortality. Among men with diabetes, only the most deprived (Q5) had a slightly higher risk of COVID-19 mortality than the least deprived (Q1). The same results were overall found in people without diabetes.

During W2, after the implementation of the first individual preventive measures (mask), a positive gradient of SEI on COVID-19 mortality was observed among men and women with or without diabetes,

to the detriment of the most deprived (Q5). Moreover, the influence of SEI was greater in women without diabetes in the most deprived groups (Q3, Q4 and Q5) than in women with diabetes.

Conclusions:

Our study underscores the impact of the preventive measures deployed during emerging disease on SEI, and highlights the importance of integrating the principles of equity, which give consideration to the most vulnerable, into the development of individual prevention measures.

Keywords:

Health administrative database; mortality; COVID-19; socioeconomic inequality; epidemic waves; diabetes

Abbreviations

aRR adjusted relative risk

CépiDc *(Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès)* Center for Epidemiology of Medical Causes of Death

CI confidence intervals

CrI credibility interval

ICD-10 International Classification of Diseases 10th Revision

COVID-19 coronavirus disease 2019

DCIR *(Données de consommation inter-régimes)* Inter-Scheme Consumption Data

FDep French Deprivation Index

INLA integrated nested Laplace approximation

INSEE (*Institut national de la statistique et des études économiques*) National Institute of Statistics and Economic Studies

PY person-years

RR relative risk

SMR standardised mortality ratio

SNDS *(Système national des données de santé)* French National Health Data System

WHO World Health Organization

W1 first wave of the COVID-19 epidemic

W2 second wave of the COVID-19 epidemic

Do not copy – Copyright protected

Declarations

Ethics approval and consent to participate

The study was not a research involving human beings. It was carried out only with an existing database: *Système national des données de santé* (French National Health Data System) which is a database funded by the law. According to the law, Santé publique France, the national public health agency, has permanent access to the database in order to carry out its mission of public insterest and is committed to publishing its findings.

Consent for publication

Not applicable

Availability of data and materials

The aggregated data are accessible to researchers upon reasonable request to the corresponding author. Requests for data require the approval of Santé Publique France.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests

Funding

This research was carried out as part of a doctoral thesis funded by the Fondation de France, which had no role in the study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript

Authors' contributions

MG, SF-E and EC formulated the research question and designed the study. SG and MG conducted the analyses. MG, SF-E and EC wrote the first draft of the manuscript. SG revised the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgements

We would like to thank the Fondation de France and Santé publique France for funding the doctoral thesis of MG. We would also like to thank Thomas Rohban for guiding us in drafting these results.

Introduction

Inequalities in mortality are present throughout the world, including in countries where access to healthcare is facilitated, such as France. In this country, inequalities in mortality could even be exacerbated compared to other European countries [1]. Yet for certain populations at risk, such as people living with diabetes, the socioeconomic inequalities are even greater [2]. The prevention messages aimed at the general population are more beneficial to the least deprived [3], who are more likely to have a higher level of health literacy [4]. The social inequalities in health could therefore be aggravated when insufficiently targeted preventive measures are deployed, as is described in the theory of fundamental causes [3, 5].

Taking the recent example of the COVID-19 pandemic [6], we hypothesized that the effects of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality may have worsened in France between the two epidemic waves of 2020. During the first wave (W1), general preventive measures were deployed (total lockdown), whereas during the second (W2), more individual preventive measures were introduced (mask wearing, frequent handwashing). Indeed, the theory of fundamental causes [5], states that socioeconomic status is a fundamental cause of inequalities in mortality, in the sense that it 'embodies an array of resources, such as money, knowledge, prestige, power, and beneficial social connections' which can be used 'to avoid disease risks or to minimise the consequences of disease once it occurs' so that 'as opportunities for avoiding disease expand so health inequalities continue to exist' [3]. This analysis is therefore essential to better anticipate potential future health crises [6, 7], particularly among the most vulnerable populations.

As such, the aim of this study was to compare the influence of social inequalities on COVID-19 mortality during the two epidemic waves of 2020 in European France. More specifically, analyses were performed in the population living with diabetes, a major risk factor for COVID-19 mortality [8-10], and in which social inequalities have already been identified [11], and compared to people without diabetes.

Methods

Database

The French National Health Data System (*Système national des données de santé*, SNDS), a medical-administrative database, collects individual and anonymised healthcare data on the beneficiaries of the country's various health insurance schemes, covering virtually its entire population [12]. The SNDS encompasses several databases, including the Inter-Scheme Consumption Data (*Données de consommation inter-régimes*, DCIR) and the Medical Causes of Death.

The DCIR contains information on the reimbursement of outpatient care (i.e. medical procedures, biological tests, medical devices, drugs) and sociodemographic information on the beneficiaries, such as age, sex, date of death and municipality of residence.

The French Medical Causes of Death database, managed by the Center for Epidemiology of Medical Causes of Death (*Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès*, CépiDc) contains an exhaustive list of all people who have died in France [13], as well as their underlying and associated causes of death, and other sociodemographic variables, such as municipality of residence, year of birth, date of death and sex. The underlying causes of death are defined by the World Health Organization (WHO) codes as "the disease or injury which initiated the train of morbid events leading directly to death, or the circumstances of the accident or violence which produced the fatal injury" [14], with the WHO rules International Classification of Diseases 10th Revision (ICD-10). The other causes mentioned on the certificate are the associated causes.

The DCIR and French Medical Causes of Death databases were probabilistically matched on several variables (years, months and days of death, sex; years, months and days of birth; department and municipality of residence), in order to link the information in the two databases. The match rate between the two databases, which varies according to the year studied, was 87.2% for 2020 [15].

Study population

The population studied includes all people living in European France who have had at least one healthcare reimbursement per year, known as consumers. It represents around 65.5 million people. For our analyses, we retained only those individuals for whom we had complete data for our variables of interest (i.e. age, sex, French Deprivation Index (FDep), municipal population density).

Concerning the underlying causes of death, we selected death caused by COVID-19 with the ICD-10 codes U07.2 and U07.1.

Diabetes indicators

People with diabetes were identified using a validated algorithm based on reimbursements for antidiabetic drug (class A10 of the Anatomical Therapeutic Chemical Classification) on at least three separate dates in a calendar year, or on two dates if at least one large package of antidiabetic drug had been dispensed [16].

The COVID-19 mortality rates for people with diabetes, both annual and by wave, were calculated as the ratio between the number of people with diabetes who died from COVID-19 during the year 2020 or during W1 or W2 and the number of person-years (PY) with diabetes alive on 1 January 2020.

The monthly COVID-19 mortality rates were also calculated in relation to the people who were alive on the first day of each month in order to take account the mortality over time during this period.

Socioeconomic indicators

Socioeconomic inequalities were measured using an ecological indicator of deprivation, called the French Deprivation Index (FDep) version 2015 [17]. Social disadvantage measured by FDep is defined as an accumulation of material and social disadvantages, measured at the municipal level in European France (which has 36 000 municipalities). It is made up of four indicators (unemployment rate, percentage of blue-collar workers in the active population, percentage of high school graduates and median household income) from routinely measured spatial data. FDep population-weighted quintiles

Do not copy – Copyright protected

were considered. Thus, the first quintile (Q1) includes people living in the least deprived areas, and the last quintile (Q5) includes those living in the most deprived areas. FDep quintiles were assigned to each people based on their municipality of residence.

Statistical analyses

All analyses were stratified by sex. We included people over 45 years of age because it is from this age that our event of interest, COVID-19 mortality, is highest (very few cases before 45 years) (Supplementary Table 1). Crude rates of mortality from COVID-19 over the whole period and for W1 and W2 were estimated for each five-year age group from 45 to 89 years and then for those aged 90 years and over. Age-standardised COVID-19 mortality rates by FDep quintile for the whole period and by month were estimated using the 2013 European standard population [18]. The excess mortality of people with diabetes compared to people without diabetes was calculated using the standardised mortality ratio (SMR) and 95% confidence intervals (CI95%). The SMR was defined as the ratio between the observed number of deaths of people with diabetes and the expected number of deaths of people with diabetes obtained by using the mortality rate of the population without diabetes.

To explore the association between COVID-19 mortality, diabetes status (people with or without diabetes), time period (W1: March to May 2020, W2: September to December 2020 and W3: all other months in 2020, results not shown) and FDep of the municipality of residence (five quintiles), we defined a log-linear Poisson model in a hierarchical Bayesian framework. The model took into account age, with a second-order random walk, population density of the municipality of residence (1: large urban center; 2: intermediate urban center, urban belts and small towns, 3: rural towns, rural with dispersed housing and rural with very dispersed housing [19]), time period, diabetes status and FDep quintiles (with Q1 as the reference) and the interaction between these last three terms. The offset term included in the model was the population living at the beginning of each month by age, FDep quintiles, region and population density. Spatially structured and unstructured random effects at the regional level were included to account for overdispersion and were modelled using the Besag-York-

Mollié model [20]. Adjacency was used to define neighbours: all regions sharing a border with the region of interest were defined as neighbours. The integrated nested Laplace approximation (INLA) approach was used to compute the posterior marginals of all the parameters of interest [21].

Analyses were performed using the SAS Enterprise Guide (version 4.3, SAS, Cary, USA) for the descriptive results and the R software environment using the INLA and CARBayes packages.

Results are presented as relative risks (RR) of COVID-19 mortality associated with FDep quintiles by diabetes status and period, and their 95% credibility intervals (CrI 95%).

Results

Study population

On 1 January 2020, there were 3 275 million people living with pharmacologically-treated diabetes in European France and 62 218 million people living without diabetes. In 2020, a total of 56 190 people in our study population died from COVID-19.

Of the 29 million people aged 45 years and over alive on 1 January 2020 (3 019 million people with pharmacologically-treated diabetes), 55 894 died from COVID-19. Of these, 12 396 (60% men, mean age of death from COVID-19 for men 78.5 years and for women 82.4 years) were receiving pharmacological treatment for diabetes and 43 498 (49% men, mean age of death from COVID-19 for men 81.5 years and for women 86.5 years) were without diabetes. Figure 1 shows the flow chart for the study.

During W1 (March to May 2020), 5 366 people with diabetes (60.5% men) and 19 245 people without diabetes (49.4% men) died from COVID-19. During W2 (September to December 2020), 6 779 people with diabetes (59.9% men) and 23 262 people without diabetes (48.7% men) died from COVID-19.

COVID-19 mortality rates

Over the whole of 2020, the crude COVID-19 mortality rates for men and women aged 45 years and over with diabetes were 441 and 372 per 100 000 PY, respectively. During W1, these rates were 769 and 637 per 100 000 PY, respectively and during W2 they were 721 and 613, respectively.

For men and women without diabetes aged 45 years and over, these rates were 178 and 153 per 100 000 PY in 2020, 319 and 268 per 100 000 PY in W1, and 285 and 247 per 100 000 PY in W2, respectively.

Figure 2 shows the crude mortality rates for COVID-19 in the different age groups for men and women from age 45 years according to their diabetes status, as well as the ratios for people with versus (vs.) without diabetes for the entire 2020 period (Fig. 2A and 2D) and for W1 (Fig. 2B and 2E) and W2 (Fig. 2C and 2F). COVID-19 mortality increased with age in both sexes, and was higher in men than in women. Mortality was also higher in people with diabetes than without, regardless of age group, with a higher ratio of diabetes vs. non-diabetes in the younger age groups. This ratio was higher during W1 than W2 in women (Fig. 2E and 2F).

Standardised COVID-19 mortality rates and excess mortality by socioeconomic level for the two epidemic waves

Overall, for the whole of 2020, the age-standardised mortality rates for COVID-19 in men aged 45 years and over with or without diabetes were 339 and 200 per 100 000 PY, respectively. In women, they were 215 and 110 per 100 000 PY, respectively. The SMR adjusted for age by sex of people with diabetes related to people without diabetes was approximately 1.7 in men (1.69 [95%CI:1.66;1.73]) and women (1.75 [95%CI:1.70;1.80]).

Figure 3 shows the age-standardised COVID-19 mortality rates by socioeconomic level in men and women according to their diabetes status for each month in 2020. Regardless of sex, people aged 45 years and over with diabetes (Fig. 3A and 3C) had higher COVID-19 mortality rates across all FDep quintiles than those without diabetes (Fig. 3B and 3D), during W1 and W2. Men had higher mortality

rates than women, regardless of diabetes status, across all FDep quintiles. During W1, regardless of sex and diabetes status, people living in Q1 had higher mortality rates than people living in the other quintiles, with the exception of the month of May for men with diabetes. In contrast, during W2, it was generally people living in Q5 who had higher mortality rates.

Influence of social deprivation on COVID-19 mortality according to diabetes status during the two epidemic waves

Figure 4 shows the influence of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality according to sex and diabetes status during the two epidemic waves.

During W1, in men, the RR of mortality did not differ from Q2, Q3 and Q4 vs. Q1, and increased significantly in Q5 regardless of diabetes status (Fig. 4A). In women, the RR of mortality was significantly lower in Q2, Q3 and Q4 vs. Q1 regardless of diabetes status, and also significantly lower in Q5 for those without diabetes (Fig. 4C). In contrast, during W2, regardless of sex and diabetes status, the RR of mortality vs. Q1 differed significantly and increased according to a positive gradient from Q2 to Q5 (Fig. 4B and 4D). Finally, in W1 and W2, the RR of mortality for all deprivation quintiles vs. Q1 was similar in men and women with or without diabetes, except for women in W2 (Fig. 4D), where the RR of mortality for Q3, Q4 and Q5 vs. Q1 was higher in women without diabetes than in women with diabetes.

Discussion

Principal results

This study, based on virtually all deaths from COVID-19 in people aged 45 years and over in European France in 2020, shows that COVID-19 mortality was much more severe in people with diabetes, in men and in people over the age of 75 years. In addition, we show that the effect of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality differed during W1 and W2. During W1, these inequalities had little effect on COVID-19 mortality in men and disadvantaged women living in the least deprived

Do not copy – Copyright protected

municipalities, regardless of diabetes status. During W2, a socioeconomic mortality gradient emerged, to the disadvantage of the most deprived, regardless of sex or diabetes status.

Comparisons of results

Risk factors for COVID-19 mortality

The vast majority of studies have shown that people with diabetes had a greater risk of dying from COVID-19 than those without diabetes. Similarly to our study, some studies have shown a two-fold increased risk of COVID-19 mortality in people with diabetes [22]. However, this increased risk tended to reduce with advancing age, probably because the populations without diabetes were also accumulating an increasing number of other comorbidities [9].

It has also been widely shown that increasing age and male sex were risk factors for COVID-19 mortality in the populations with or without diabetes [10, 11, 23].

Socioeconomic inequalities and COVID-19 mortality in people with diabetes

Few studies have examined the association between socioeconomic inequalities and COVID-19 mortality in the population with diabetes. A study in England showed that COVID-19 mortality was significantly higher in people with diabetes in the most deprived quintiles than in the least deprived quintiles [11]. However, this study only covered the start of the COVID-19 pandemic (up to 11 May 2020) and did not address the evolution in these socioeconomic inequalities according to epidemic period. The difference observed with this study during the first wave of the epidemic can be explained by the fact that the behaviours of the populations, preventive measures and epidemic waves differed from country to country.

Socioeconomic inequalities and epidemic periods: what's happening around the world?

Studies in the general population are however more numerous. Studies in France have shown that the association between COVID-19 incidence and socioeconomic status varied according to the period of the epidemic [24, 25]. Indeed, the authors sought to compare the risk of COVID-19 infection before

and during lockdown according to socioeconomic status, and showed a higher risk of infection before lockdown among the least deprived compared to the most deprived; but that this risk fell more sharply during lockdown among the least deprived [25].

Moreover, if we look specifically at temporal changes in the influence of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality, a general population study in the U.S. showed that COVID-19 mortality rates varied over time, with the higher rates initially observed in the least deprived areas shifting to the most deprived areas [35]. Another U.S. population-based study [36] showed that COVID-19 incidence and mortality were higher among the least deprived, at the start of the epidemic (January to May 2020), but that this association inversed over time, to the detriment of the most deprived. The same dynamic has been seen in our study, which also has the advantage of showing national and stratified data on diabetes, which is one of the main risk factors for COVID-19 mortality [10, 11, 23].

Other general population studies have investigated the association between COVID-19 mortality and socioeconomic inequalities, but only during the first wave of COVID-19 (up to May 2020). Some studies showed higher mortality in the least deprived populations [26, 27], others studies showed no difference according to socioeconomic status [28], and the vast majority studies showed higher mortality in the most deprived populations [29, 30]. Given that COVID-19 was an emerging disease, knowledge of this disease and the measures put in place by governments developed gradually and in different ways depending on the countries, with one example being the United States, Brazil and Senegal whose governments have not embraced social distancing measures [31-33], making it more difficult to compare studies carried out in different countries [34].

Explanations of our results

1) **Differing influence of socioeconomic status on COVID-19 mortality between Wave 1 and Wave 2**

It has been hypothesised that the development of an emerging disease must be placed in a temporal context [37], because it evolves in the population through different phases according to the knowledge

and understanding of its risk factors, and of its prevention and treatment [34], which vary according to socioeconomic status [38].

In France in 2020, collective preventive measures were deployed during W1, with a near-total lockdown of the population (except for key roles). Before lockdown was introduced, exposure to the virus may have been higher among the most deprived because they live in densely populated areas and overcrowded housing [39], and have jobs that bring them into contact with the public (cashiers, bus drivers, etc.) [24]. However, this may have been earlier among the least deprived, because they have a greater social network and ability to travel, and their jobs as healthcare workers bring them into direct contact with people who are sick [40, 41]. This greater upstream exposure of the least deprived may then offer a partial explanation for the absence of a socioeconomic gradient during the first wave of the epidemic [25].

During W2 in France, greater awareness of the pandemic was associated with more individual preventive measures deployed: mask wearing in public places, social distancing, use of hand sanitiser gel etc. However, it has been shown that new health interventions are mainly adopted by the least deprived people when first deployed [4, 42-44]. Several reasons are often suggested to explain the difference in the adoption of new behaviours according to socioeconomic status, such as the understanding of messages, their acceptability and their application [42, 45], which are higher among the least deprived people who have better health literacy [46]. In contrast, one study showed that people with a high socioeconomic status engaged less in social distancing but were greater adopters of hygiene behaviours, although this conduct reduced as the number of hospitalisations increased. The authors suggested that adapting and habituation to risk should also be taken into account in studies of emerging diseases [47]. Lastly, during the second wave of the epidemic, the massive deployment of telework only benefited the least deprived, as the most deprived were more likely to have jobs requiring them to work outside the home [24]. Thus, the appearance of a socioeconomic gradient in COVID-19 mortality during the second wave can be explained by better understanding and application

of the prevention messages and lower exposure by the least deprived, compared with the most deprived.

2) Differing influence of socioeconomic status on COVID-19 mortality in men and women

In addition, our results show different dynamics in the effects of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality according to sex during the first wave of the epidemic. While the least deprived women had a greater risk of COVID-19 mortality than the other quintiles, the most deprived men had the highest risk. Potentially, the least deprived women may have been more exposed to the virus before the first lockdown, as they are the most likely to take on responsibilities in terms of childcare (extracurricular activities, childcare during teleworking) and household chores (shopping) [48].

We show that the influence of socioeconomic inequalities on COVID-19 mortality was similar in people with and without diabetes, except in women during the second period: the influence of socioeconomic inequalities was greater in women without diabetes than in women with diabetes. We can hypothesise that women with diabetes had been more sensitive to the prevention messages because they knew that their disease was a risk factor for COVID-19 complications. We also know that women are more attentive to their health and to preventive behaviours than men [47, 49], which could explain why this difference is not found in men.

Study perspectives

Our results raise the question of the genesis of socioeconomic inequalities during epidemics (in our study, that of COVID-19 in European France in 2020). Our study shows the dynamic between socio-economic inequalities and COVID-19 mortality at the start of the pandemic, but did not measure this dynamic later. For example, although vaccination is provided in high-income countries free of charge or at low cost (available free of charge in 2021 in France), vaccination programmes may have generated additional pandemic-related inequalities [29, 50, 51]. It is therefore vital to pursue research in this area in order to better understand and better prevent the negative impacts of the COVID-19 pandemic on

Do not copy - Copyright protected

these populations, particularly over the long term (loss of employment, cessation of treatment, mental health, violence, decompensation, etc.) [6].

Contributions to science and public health (guidelines)

Our findings will help to improve knowledge of the COVID-19 epidemic and other pandemics. In particular, they suggest that the impact of public policies is far from negligible when it comes to engendering social inequalities in health. There are at least four factors that explain these social inequalities in health during epidemics: exposure, transmission, vulnerability and access to healthcare [29, 52]. We would add that differential exposure to prevention messages must also be taken into account. The challenge for public policy is to adapt these action levers to the different social groups so that they are effective for everyone. This could be achieved through co-designing policies, by involving in the decision-making healthcare professionals and patients as closely as possible to their life context, or by developing interventions that respect the concept of 'proportionate universalism' [53, 54]. In urgent situations, such as during the COVID-19 health crisis, anticipating these principles, when implementing preventive measures as part of preparation of any health crisis would help to limit the occurrence or aggravation of social inequalities in health.

Benefits of the study

Our study has many strengths. The use of the SNDS databases made it possible to include virtually the entire population of European France [12]. The use of a validated algorithm to identify people with pharmacologically-treated diabetes [16] enabled us to quantify the mortality of pharmacologically-treated people with diabetes a quasi-exhaustive way. As the study focused on the year 2020, the results were not influenced by possible variants of the COVID-19 virus (with different severity), nor by potential differences in vaccination (available in 2021). Finally, by incorporating density into the model, we were able to take into account the more likely spread of the virus in densely populated municipalities.

Limitations of the study

However, our study has certain limitations. The SNDS databases do not contain information on certain risk factors strongly associated with diabetes, such as ethnic origin [55], family history of diabetes or body mass index [56, 57]. Yet it has been shown that some ethnic origins were more exposed to COVID-19 than others [7], and that this exposure varied according to the epidemic period studied [58]. Also, the algorithm used in the SNDS to identify people with diabetes has certain limitations. It does not distinguish between the different types of diabetes [59]. It also does not identify people with undiagnosed diabetes [57, 60], which probably underestimates the excess COVID-19 mortality of people with diabetes. Also, because the linkage between our two data sources was not 100%, we are also probably underestimate the number of people who died from COVID-19 with or without diabetes, but probably without differential bias according to diabetes status. Also, the care of some elderly people in institutions is not included in the SNDS, even though this population has been heavily affected by COVID-19 mortality. Finally, use of the FDep based on municipality of residence is not a simple approximation of individual characteristics, but also an approximation of the individual's living environment, inducing an ecological bias.

Conclusion

Our study underscores the effectiveness of the preventive measures deployed during the COVID-19 pandemic on the creation or reinforcement of social inequalities in health. We show that taking temporality into account is essential for understanding the dynamics between emerging pathologies and social inequalities in health in epidemiological studies. Taking COVID-19 as an example, during the first wave of COVID-19, when only collective interventions were deployed, there were few social inequalities in COVID-19 mortality. During the second wave, preventive measures were incorporated on a more individual basis, and a habitual gradient of inequality was found once more. Our study highlights the importance of incorporating principles of equity, which take into account the most vulnerable using the principle of proportionate universalism, into the development of individual prevention measures. These findings are crucial when preparing responses to new emerging diseases,

as well as developing strategies for preventing and controlling non-communicable diseases such as diabetes.

Supplementary information

Additional file 1 : Supplementary table 1

Figure 1: Flow chart

FDep : French Deprivation Index

Figure 2: 2020 COVID-19 mortality rate according to diabetes status by period and age group, European France

COVID-19 mortality rates by age group, according to diabetes status (with or without diabetes) and mortality ratios (diabetes vs. no diabetes) in men for the whole of 2020 (A), from March to May 2020 (B) and from September to December 2020 (C), and in women for the whole of 2020 (D), from March to May 2020 (E) and from September to December 2020 (F), people living in European France aged 45 years and over. PY: person-years

Figure 3: COVID-19 mortality rate by diabetes status for each month of 2020, European France

Age-standardized COVID-19 mortality rates in men with diabetes (A) and without diabetes (B) and in women with diabetes (C) and without diabetes (D) aged 45 years and over for each month of 2020 in each FDep quintile in European France. The red zone depicts the first wave, the blue zone the second wave and the grey zone the non-wave months. PY : person-years. FDep : French Deprivation Index (with Q1 corresponding to the least deprived municipalities).

Figure 4: Adjusted relative risks of COVID-19 mortality by period, diabetes status and socioeconomic status, European France

Adjusted relative risks (aRR) (95% credibility intervals (CrI)) of COVID-19 mortality associated with the quintiles of the French Deprivation Index (FDep) (Q1 : the reference) according to diabetes status (with or without diabetes) in men during Wave 1 (March to May 2020) (A) and Wave 2 (September to December 2020) (B) and in women in Wave 1 (C) and Wave 2 (D) aged 45 years and over in European France in 2020 (log-linear Poisson model). diab : people with diabetes; no-diab : people without diabetes. FDep : French Deprivation Index (with Q1 corresponding to the least deprived municipalities).

References :

1. Mackenbach JP, Stirbu I, Roskam AJ, Schaap MM, Menvielle G, Leinsalu M, et al. Socioeconomic inequalities in health in 22 European countries. N Engl J Med. 2008;358(23):2468-81.https://doi.org/10.1056/NEJMsa0707519
2. Guion M, Mandereau-Bruno L, Goria S, Cosson E, Fosse-Edorh S. Eleven-year trends in socioeconomic inequalities in the prevalence and incidence of pharmacologically treated type 2 diabetes in France, 2010-2020. Diabetes Metab. 2024;50(2):101509.https://doi.org/10.1016/j.diabet.2024.101509
3. Mackenbach JP, Looman CWN, Artnik B, Bopp M, Deboosere P, Dibben C, et al. 'Fundamental causes' of inequalities in mortality: an empirical test of the theory in 20 European populations. Sociol Health Illn. 2017;39(7):1117-33.https://doi.org/10.1111/1467-9566.12562
4. Tajdar D, Lühmann D, Fertmann R, Steinberg T, van den Bussche H, Scherer M, et al. Low health literacy is associated with higher risk of type 2 diabetes: a cross-sectional study in Germany. BMC Public Health. 2021;21(1):510.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10508-2
5. Link BG, Phelan J. Social conditions as fundamental causes of disease. J Health Soc Behav. 1995;Spec No:80-94
6. Bambra C, Riordan R, Ford J, Matthews F. The COVID-19 pandemic and health inequalities. J Epidemiol Community Health. 2020;74(11):964-8.https://doi.org/10.1136/jech-2020-214401
7. Khalatbari-Soltani S, Cumming RC, Delpierre C, Kelly-Irving M. Importance of collecting data on socioeconomic determinants from the early stage of the COVID-19 outbreak onwards. J Epidemiol Community Health. 2020;74(8):620-3.https://doi.org/10.1136/jech-2020-214297
8. Hartmann-Boyce J, Rees K, Perring JC, Kerneis SA, Morris EM, Goyder C, et al. Risks of and From SARS-CoV-2 Infection and COVID-19 in People With Diabetes: A Systematic Review of Reviews. Diabetes Care. 2021;44(12):2790-811.https://doi.org/10.2337/dc21-0930
9. Barron E, Bakhai C, Kar P, Weaver A, Bradley D, Ismail H, et al. Associations of type 1 and type 2 diabetes with COVID-19-related mortality in England: a whole-population study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020;8(10):813-22.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30272-2
10. Semenzato L, Botton J, Drouin J, Cuenot F, Dray-Spira R, Weill A, et al. Chronic diseases, health conditions and risk of COVID-19-related hospitalization and in-hospital mortality during the first wave of the epidemic in France: a cohort study of 66 million people. Lancet Reg Health Eur. 2021;8:100158.https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2021.100158
11. Holman N, Knighton P, Kar P, O'Keefe J, Curley M, Weaver A, et al. Risk factors for COVID-19-related mortality in people with type 1 and type 2 diabetes in England: a population-based cohort study. Lancet Diabetes Endocrinol. 2020;8(10):823-33.https://doi.org/10.1016/s2213-8587(20)30271-0
12. Tuppin P, Rudant J, Constantinou P, Gastaldi-Ménager C, Rachas A, de Roquefeuil L, et al. Value of a national administrative database to guide public decisions: From the *système national*

Do not copy – Copyright protected

d'information interrégimes de l'Assurance Maladie (SNIIRAM) to the *système national des données de santé* (SNDS) in France. Rev Epidemiol Sante Publique. 2017;65 Suppl 4:S149–S67.https://doi.org/10.1016/j.respe.2017.05.004
13. Rey G. [Death certificate data in France: Production process and main types of analyses]. Rev Med Interne. 2016;37(10):685-93.https://doi.org/10.1016/j.revmed.2016.01.011
14. WHO. Cause of death [Accessed 26 june 2024]. Available from: https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases/cause-of-death.
15. De Roquefeuil L, Rey G, Bounebache K, Imbaud C. Documentation à l'attention des utilisateurs concernant l'intégration des causes médicales de décès dans le système national des données de santé - Version 4 2020 [3 sep 2024]. Available from: https://documentation-snds.health-data-hub.fr/snds/formation_snds/documents_cnam/guide_cepidc/Avant_propos.html#avant-propos
16. Fuentes S, Cosson E, Mandereau-Bruno L, Fagot-Campagna A, Bernillon P, Goldberg M, et al. Identifying diabetes cases in health administrative databases: a validation study based on a large French cohort. Int J Public Health. 2019;64(3):441–50.https://doi.org/10.1007/s00038-018-1186-3
17. Rey G, Jougla E, Fouillet A, Hémon D. Ecological association between a deprivation index and mortality in France over the period 1997–2001: variations with spatial scale, degree of urbanicity, age, gender and cause of death. BMC Public Health. 2009;9:33.https://doi.org/10.1186/1471-2458-9-33
18. Pace M, Lanzieri G, Glickman M, Zupanič T. Revision of the European standard population. In. Publications Office of the European Union; 2013 Luxembourg.
19. INSEE. [Available from: https://www.insee.fr.
20. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. Annals of the institute of statistical mathematics. 1991;43:1-20
21. Rue H, Martino S, Chopin N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. Journal of the royal statistical society: Series b (statistical methodology). 2009;71(2):319-92
22. Kumar A, Arora A, Sharma P, Anikhindi SA, Bansal N, Singla V, et al. Is diabetes mellitus associated with mortality and severity of COVID-19? A meta-analysis. Diabetes Metab Syndr. 2020;14(4):535-45.https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.044
23. Cariou B, Hadjadj S, Wargny M, Pichelin M, Al-Salameh A, Allix I, et al. Phenotypic characteristics and prognosis of inpatients with COVID-19 and diabetes: the CORONADO study. Diabetologia. 2020;63(8):1500-15.https://doi.org/10.1007/s00125-020-05180-x
24. Bajos N, Counil E, Franck JE, Jusot F, Pailhé A, Spire A, et al. Social inequalities and dynamics of the early COVID-19 epidemic: a prospective cohort study in France. BMJ Open. 2021;11(11):e052888.https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052888
25. Bajos N, Jusot F, Pailhé A, Spire A, Martin C, Meyer L, et al. When lockdown policies amplify social inequalities in COVID-19 infections: evidence from a cross-sectional population-based survey in France. BMC Public Health. 2021;21(1):705.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10521-5
26. Zaldo-Aubanell Q, Campillo ILF, Bach A, Serra I, Olivet-Vila J, Saez M, et al. Community Risk Factors in the COVID-19 Incidence and Mortality in Catalonia (Spain). A Population-Based Study. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(7).https://doi.org/10.3390/ijerph18073768
27. García CN. Socioeconomic, demographic and healthcare determinants of the COVID-19 pandemic: an ecological study of Spain. BMC Public Health. 2021;21(1):606.https://doi.org/10.1186/s12889-021-10658-3
28. Fortunato F, Lillini R, Martinelli D, Iannelli G, Ascatigno L, Casanova G, et al. Association of socio-economic deprivation with COVID-19 incidence and fatality during the first wave of the pandemic in Italy: lessons learned from a local register-based study. Int J Health Geogr. 2023;22(1):10.https://doi.org/10.1186/s12942-023-00332-9
29. McGowan VJ, Bambra C. COVID-19 mortality and deprivation: pandemic, syndemic, and endemic health inequalities. Lancet Public Health. 2022;7(11):e966-e75.https://doi.org/10.1016/s2468-2667(22)00223-7

30. Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, Bacon S, Bates C, Morton CE, et al. Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. Nature. 2020;584(7821):430-6.https://doi.org/10.1038/s41586-020-2521-4
31. Fridman I, Lucas N, Henke D, Zigler CK. Association Between Public Knowledge About COVID-19, Trust in Information Sources, and Adherence to Social Distancing: Cross-Sectional Survey. JMIR Public Health Surveill. 2020;6(3):e22060.https://doi.org/10.2196/22060
32. Algan Y, Cohen D, Davoine E, Foucault M, Stantcheva S. Trust in scientists in times of pandemic: Panel evidence from 12 countries. Proc Natl Acad Sci U S A. 2021;118(40).https://doi.org/10.1073/pnas.2108576118
33. Diallo AI, Faye A, Tine JAD, Ba MF, Gaye I, Bonnet E, et al. Factors associated with the acceptability of government measures to address COVID-19 in Senegal. Rev Epidemiol Sante Publique. 2022;70(3):109-16.https://doi.org/10.1016/j.respe.2022.03.123
34. Gadeyne S, Rodriguez-Loureiro L, Surkyn J, Van Hemelrijck W, Nusselder W, Lusyne P, et al. Are we really all in this together? The social patterning of mortality during the first wave of the COVID-19 pandemic in Belgium. Int J Equity Health. 2021;20(1):258.https://doi.org/10.1186/s12939-021-01594-0
35. Neelon B, Mutiso F, Mueller NT, Pearce JL, Benjamin-Neelon SE. Spatial and temporal trends in social vulnerability and COVID-19 incidence and death rates in the United States. PLoS One. 2021;16(3):e0248702.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248702
36. Clouston SAP, Natale G, Link BG. Socioeconomic inequalities in the spread of coronavirus-19 in the United States: A examination of the emergence of social inequalities. Soc Sci Med. 2021;268:113554.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113554
37. Clouston SA, Rubin MS, Phelan JC, Link BG. A Social History of Disease: Contextualizing the Rise and Fall of Social Inequalities in Cause-Specific Mortality. Demography. 2016;53(5):1631-56.https://doi.org/10.1007/s13524-016-0495-5
38. Quinn SC, Kumar S. Health inequalities and infectious disease epidemics: a challenge for global health security. Biosecur Bioterror. 2014;12(5):263-73.https://doi.org/10.1089/bsp.2014.0032
39. Gibson M, Petticrew M, Bambra C, Sowden AJ, Wright KE, Whitehead M. Housing and health inequalities: a synthesis of systematic reviews of interventions aimed at different pathways linking housing and health. Health Place. 2011;17(1):175-84.https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.09.011
40. Dubost C, Pollak C, Rey S. Les inégalités sociales face à l'épidémie de Covid-19. État des lieux et perspectives. Paris: Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques; 2020. 40 p. Disponible sur: https://drees solidarites-sante gouv fr/etudes-et-statistiques/publications/les-dossiers-de-la-drees/article/les-inegalites-sociales-face-al-epidemie-de-covid-19-etat-des-lieux-et.
41. Elliott J, Bodinier B, Whitaker M, Delpierre C, Vermeulen R, Tzoulaki I, et al. COVID-19 mortality in the UK Biobank cohort: revisiting and evaluating risk factors. Eur J Epidemiol. 2021;36(3):299-309.https://doi.org/10.1007/s10654-021-00722-y
42. OECD. Health for everyone?: social inequalities in health and health systems: OECD Publishing; 2019.
43. Riou J, Panczak R, Althaus CL, Junker C, Perisa D, Schneider K, et al. Socioeconomic position and the COVID-19 care cascade from testing to mortality in Switzerland: a population-based analysis. Lancet Public Health. 2021;6(9):e683-e91.https://doi.org/10.1016/s2468-2667(21)00160-2
44. Victora CG, Vaughan JP, Barros FC, Silva AC, Tomasi E. Explaining trends in inequities: evidence from Brazilian child health studies. Lancet. 2000;356(9235):1093-8.https://doi.org/10.1016/s0140-6736(00)02741-0
45. Metzger C, Yaï J, Nassany O, Randriamampianina S, Vernay M. Factors associated with compliance with barrier gestures and social distancing measures in France. J Epidemiol Popul Health. 2024;72(2):202194.https://doi.org/10.1016/j.jeph.2024.202194
46. Svendsen MT, Bak CK, Sørensen K, Pelikan J, Riddersholm SJ, Skals RK, et al. Associations of health literacy with socioeconomic position, health risk behavior, and health status: a large national

population-based survey among Danish adults. BMC Public Health. 2020;20(1):565.https://doi.org/10.1186/s12889-020-08498-8
47. Martin-Lapoirie D, McColl K, Gallopel-Morvan K, Arwidson P, Raude J. Health protective behaviours during the COVID-19 pandemic: Risk adaptation or habituation? Soc Sci Med. 2024;342:116531.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116531
48. Denton M, Prus S, Walters V. Gender differences in health: a Canadian study of the psychosocial, structural and behavioural determinants of health. Soc Sci Med. 2004;58(12):2585-600.https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2003.09.008
49. Montaut A. Santé et recours aux soins des femmes et des hommes: premiers résultats de l'enquête Handicap-Santé 2008. Études et résultats. 2010(717)https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications/etudes-et-resultats/sante-et-recours-aux-soins-des-femmes-et-des-hommes-premiers
50. Nagata JM, Hernández-Ramos I, Kurup AS, Albrecht D, Vivas-Torrealba C, Franco-Paredes C. Social determinants of health and seasonal influenza vaccination in adults ≥65 years: a systematic review of qualitative and quantitative data. BMC Public Health. 2013;13:388.https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-388
51. Bambra C. Pandemic inequalities: emerging infectious diseases and health equity. Int J Equity Health. 2022;21(1):6.https://doi.org/10.1186/s12939-021-01611-2
52. Blumenshine P, Reingold A, Egerter S, Mockenhaupt R, Braveman P, Marks J. Pandemic influenza planning in the United States from a health disparities perspective. Emerg Infect Dis. 2008;14(5):709-15.https://doi.org/10.3201/eid1405.071301
53. Affeltranger B, Potvin L, Ferron C, Vandewalle H, Vallée A. [Proportionate universalism: Towards "real equality" of prevention in France]. Sante Publique. 2018;30(1 Suppl):13-24.https://doi.org/10.3917/spub.184.0013
54. Marmot M, Allen J, Goldblatt P, Boyce T, McNeish D, Grady M. Fair society, healthy lives: the Marmot Review: strategic review of health inequalities in England post-2010. 2010. London: Institute of Health Equity. 2010:242http://www.parliament.uk/documents/fair-society-healthy-lives-full-report.pdf.
55. Wemrell M, Bennet L, Merlo J. Understanding the complexity of socioeconomic disparities in type 2 diabetes risk: a study of 4.3 million people in Sweden. BMJ Open Diabetes Res Care. 2019;7(1):e000749.https://doi.org/10.1136/bmjdrc-2019-000749
56. Ouedraogo E, Allard L, Bihan H, Goupil de Bouillé J, Giroux-Leprieur B, Sutton A, et al. The association of metabolic syndrome and COVID-19 deterioration. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2021;31(11):3236-42.https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.08.036
57. Lailler G, Fuentes S, Kab S, Piffaretti C, Guion M, Czernichow S, et al. Prevalence and risk factors associated with prediabetes and undiagnosed diabetes in France: The national CONSTANCES cohort. Diabetes Epidemiology and Management. 2023;10:100121.https://doi.org/10.1016/j.deman.2022.100121
58. Nafilyan V, Islam N, Mathur R, Ayoubkhani D, Banerjee A, Glickman M, et al. Ethnic differences in COVID-19 mortality during the first two waves of the Coronavirus Pandemic: a nationwide cohort study of 29 million adults in England. Eur J Epidemiol. 2021;36(6):605-17.https://doi.org/10.1007/s10654-021-00765-1
59. Fuentes S, Hrzic R, Haneef R, Kab S, Cosson E, Fosse-Edorh S. Identifying type 1 / type 2 diabetes in medico-administrative database to improve health surveillance, medical research and prevention in diabetes: Algorithm development and application. Diabetes Epidemiology and Management. 2023-04-01;10:100137.https://doi.org/10.1016/j.deman.2023.100137
60. Lailler G, Piffaretti C, Fuentes S, Nabe HD, Oleko A, Cosson E, et al. Prevalence of prediabetes and undiagnosed type 2 diabetes in France: Results from the national survey ESTEBAN, 2014-2016. Diabetes Res Clin Pract. 2020;165:108252.https://doi.org/10.1016/j.diabres.2020.108252

Fig 1.

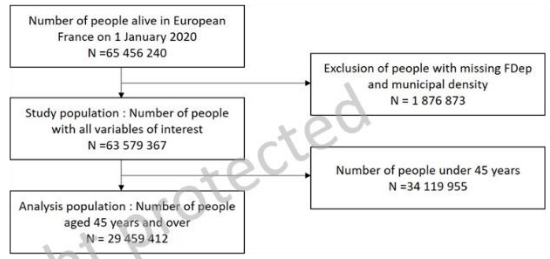
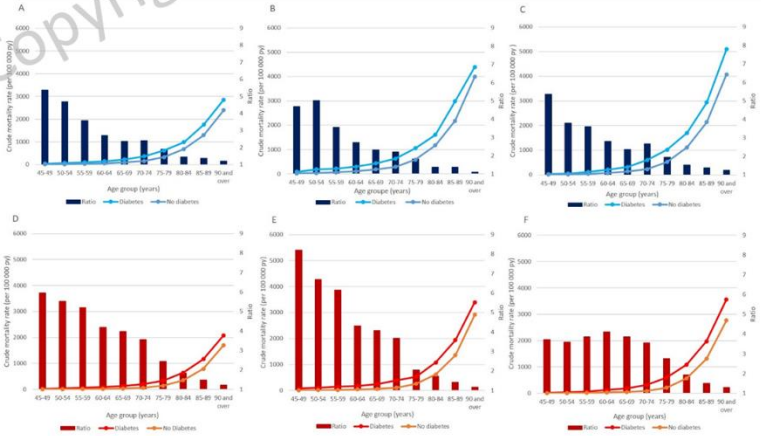


Fig 2.



Non-commercial use only – Copyright protected

Fig 3.

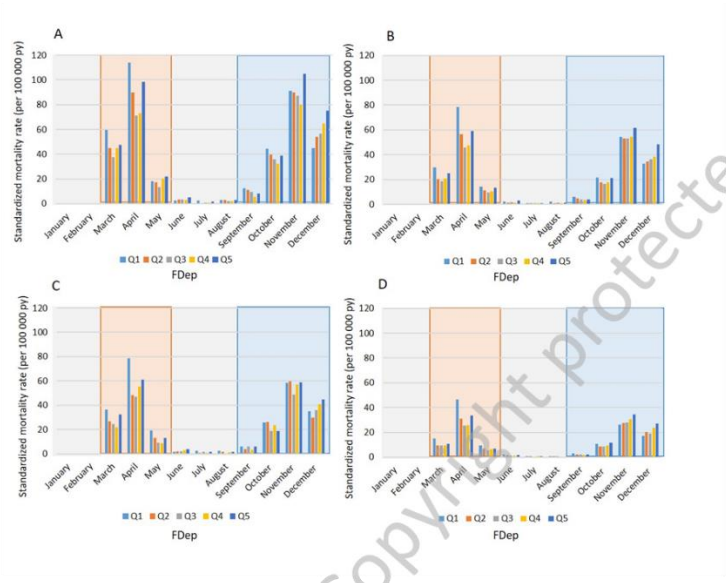
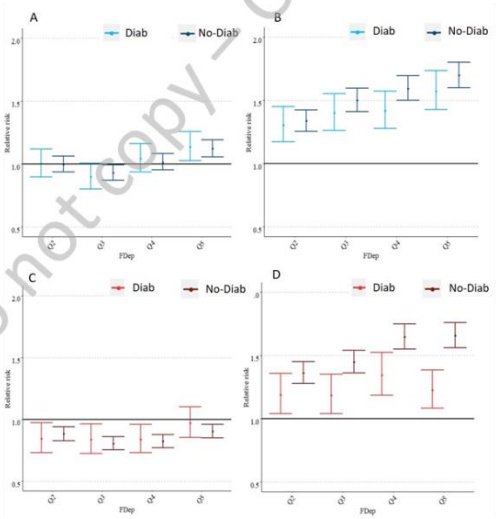


Fig 4.



Do not copy – Copyright protected

Annexe 23 : Nombre d'hommes et de femmes avec ou sans diabète décédés par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) ou tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) et pourcentage asssocié entre 2013 et 2019, en France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

	Maladies cardiovasculaires								**Tumeurs**							
	Hommes avec un diabète		Femmes avec un diabète		Hommes sans diabète		Femmes sans diabète		Hommes avec un diabète		Femmes avec un diabète		Hommes sans diabète		Femmes sans diabète	
Années	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès	Décès	% décès
2013	9376	24,8	8022	28,4	33561	22,6	42597	27,0	12697	33,6	6677	23,6	54272	36,5	42384	26,9
2014	9371	24,7	7999	28,1	32956	22,4	42132	26,9	13021	34,3	7059	24,8	55122	37,4	43666	27,9
2015	10134	24,5	8550	27,4	35532	22,4	44686	26,1	13635	32,9	7372	23,7	57025	36,0	45559	26,6
2016	10408	24,2	8671	27,1	35627	22,0	45516	25,9	14471	33,7	7815	24,4	58091	35,8	47788	27,2
2017	10614	23,7	8669	26,2	36366	21,9	46626	25,4	14659	32,7	7921	24,0	58279	35,1	48745	26,5
2018	11154	24,3	8665	26,1	35652	21,4	45777	24,9	14799	32,3	8045	24,2	58097	34,9	48416	26,3
2019	11175	24,0	9024	26,6	35147	21,1	45504	24,6	14939	32,1	8059	23,8	57647	34,7	49448	26,7

Décès : nombre de personnes décédées; % décès : pourcentage de personnes décédées parmi le nombre total de décès dans cette population.

Annexe 24 : Nombre de décès et âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

		Hommes avec un diabète				Femmes avec un diabète			
Années	FDep	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée
2013	Q1	1 294	78,4	6,27	5,59	963	83,5	6,15	3,60
	Q2	1 577	77,4	6,99	6,10	1 222	82,1	6,62	4,13
	Q3	1 857	77,8	7,43	6,51	1 638	82,3	7,57	4,64
	Q4	2 182	77,1	8,13	6,95	1 908	82,2	7,86	4,86
	Q5	2 466	76,3	8,03	7,32	2 291	81,3	7,69	5,06
2014	Q1	1 299	78,0	6,18	5,38	1 003	83,3	6,31	3,77
	Q2	1 634	78,1	7,07	6,14	1 244	82,8	6,61	4,02
	Q3	1 931	77,7	7,53	6,38	1 645	82,6	7,44	4,41
	Q4	2 104	77,2	7,65	6,57	1 869	82,5	7,54	4,53
	Q5	2 403	76,5	7,61	6,95	2 238	81,5	7,38	4,87
2015	Q1	1 351	78,3	6,23	5,14	1 041	83,2	6,37	3,74
	Q2	1 701	77,8	7,08	6,07	1 377	83,5	7,12	4,14
	Q3	2 079	77,9	7,79	6,54	1 745	83,0	7,65	4,39
	Q4	2 351	78,0	8,23	6,83	2 025	82,5	7,95	4,68
	Q5	2 652	77,0	8,11	7,15	2 362	82,0	7,59	4,81
2016	Q1	1 437	78,6	6,36	5,26	1 036	84,1	6,11	3,47
	Q2	1 668	78,0	6,63	5,48	1 412	83,4	7,04	4,08
	Q3	2 190	78,1	7,84	6,49	1 752	83,2	7,41	4,27
	Q4	2 414	78,4	8,12	6,69	2 050	82,9	7,81	4,53
	Q5	2 699	77,1	7,97	6,93	2 421	82,3	7,57	4,75
2017	Q1	1 475	79,2	6,34	5,23	1 078	84,1	6,19	3,44
	Q2	1 853	78,6	7,13	5,83	1 409	83,5	6,85	3,88
	Q3	2 111	78,3	7,30	5,94	1 762	83,0	7,29	4,21
	Q4	2 424	78,2	7,87	6,39	2 078	83,3	7,74	4,46
	Q5	2 751	77,1	7,87	6,71	2 342	82,2	7,20	4,48
2018	Q1	1 529	79,2	6,46	5,10	1 065	83,6	6,02	3,41
	Q2	1 879	78,5	7,06	5,77	1 376	83,4	6,58	3,82
	Q3	2 234	78,3	7,57	6,08	1 804	83,6	7,36	4,14
	Q4	2 557	78,3	8,13	6,59	1 992	83,7	7,33	4,06
	Q5	2 955	77,2	8,30	6,99	2 428	82,3	7,39	4,65
2019	Q1	1 577	79,2	6,56	5,06	1 142	84,2	6,35	3,42
	Q2	1 902	78,4	6,99	5,73	1 529	84,0	7,18	3,96
	Q3	2 345	78,7	7,79	6,04	1 843	83,2	7,41	4,23
	Q4	2 531	78,3	7,88	6,29	2 102	83,5	7,62	4,24
	Q5	2 820	77,1	7,78	6,47	2 408	82,5	7,23	4,45

Décès : Nombre de décès par maladies cardiovasculaires au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité par maladies cardiovasculaires pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 25 : Nombre de décès et âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes sans diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

		Hommes sans diabète				Femmes sans diabète			
Années	FDep	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée
2013	Q1	4 955	79,7	2,72	3,65	6 200	86,0	2,62	2,26
	Q2	5 726	79,4	3,22	4,33	7 144	85,6	3,12	2,73
	Q3	7 001	79,4	3,79	4,65	8 811	85,7	3,64	2,85
	Q4	7 782	79,4	4,16	4,93	10 086	85,7	4,14	3,12
	Q5	8 097	78,5	4,34	5,12	10 356	85,2	4,29	3,22
2014	Q1	4 794	80,1	2,60	3,44	6 008	86,2	2,50	2,11
	Q2	5 621	79,5	3,11	4,11	7 298	85,8	3,15	2,69
	Q3	6 920	79,5	3,69	4,45	8 857	85,9	3,61	2,76
	Q4	7 639	79,6	4,03	4,70	9 839	85,9	4,00	2,94
	Q5	7 982	78,8	4,24	4,93	10 130	85,2	4,17	3,09
2015	Q1	5 119	80,6	2,70	3,49	6 294	86,5	2,56	2,11
	Q2	5 989	79,5	3,20	4,13	7 645	86,1	3,21	2,67
	Q3	7 395	80,0	3,81	4,51	9 326	86,3	3,70	2,75
	Q4	8 416	79,8	4,31	4,89	10 441	86,0	4,14	2,94
	Q5	8 613	79,1	4,47	5,06	10 980	85,6	4,43	3,17
2016	Q1	5 265	80,6	2,65	3,37	6 589	86,6	2,56	2,09
	Q2	6 170	79,9	3,15	4,00	7 698	86,2	3,08	2,53
	Q3	7 295	80,1	3,61	4,20	9 364	86,4	3,57	2,61
	Q4	8 313	80,0	4,12	4,61	10 819	86,3	4,14	2,90
	Q5	8 584	79,4	4,35	4,87	11 046	85,8	4,36	3,06
2017	Q1	5 336	80,5	2,61	3,25	6 845	86,9	2,60	2,07
	Q2	6 219	80,3	3,07	3,86	7 882	86,6	3,07	2,47
	Q3	7 472	80,3	3,58	4,12	9 905	86,8	3,68	2,63
	Q4	8 547	80,2	4,10	4,54	10 878	86,6	4,07	2,81
	Q5	8 792	79,6	4,35	4,83	11 116	86,2	4,32	2,97
2018	Q1	5 359	80,9	2,58	3,17	6 793	87,2	2,54	1,98
	Q2	6 001	80,4	2,91	3,59	7 878	86,8	3,01	2,38
	Q3	7 417	80,3	3,49	3,97	9 635	86,8	3,53	2,53
	Q4	8 459	80,2	4,01	4,41	10 681	86,5	3,96	2,71
	Q5	8 416	79,3	4,13	4,53	10 790	86,0	4,16	2,87
2019	Q1	5 322	80,9	2,53	3,05	6 789	87,2	2,50	1,94
	Q2	6 132	80,4	2,93	3,58	7 886	86,8	2,97	2,34
	Q3	7 323	80,4	3,41	3,84	9 486	86,9	3,43	2,44
	Q4	8 174	80,2	3,84	4,18	10 593	86,8	3,88	2,64
	Q5	8 196	79,8	4,01	4,38	10 750	86,3	4,12	2,82

Décès : Nombre de décès par maladies cardiovasculaires au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès par maladies cardiovasculaires (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité par maladies cardiovasculaires pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 26 : Nombre de décès et âge moyen au décès par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes avec un diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

		Hommes avec un diabète				**Femmes avec un diabète**			
Années	FDep	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée
2013	Q1	1 772	73,7	8,58	6,96	919	76,9	5,87	4,21
	Q2	2 269	73,1	10,05	8,39	1 065	76,9	5,77	4,09
	Q3	2 596	73,5	10,39	8,52	1 295	76,7	5,98	4,26
	Q4	2 846	73,4	10,61	8,78	1 528	76,6	6,30	4,46
	Q5	3 214	72,5	10,46	8,92	1 870	75,6	6,28	4,77
2014	Q1	1 863	74,0	8,87	7,17	973	76,8	6,12	4,36
	Q2	2 279	73,5	9,86	7,96	1 193	77,2	6,34	4,49
	Q3	2 703	73,5	10,54	8,57	1 323	76,5	5,98	4,31
	Q4	2 870	73,7	10,44	8,44	1 631	76,6	6,58	4,65
	Q5	3 306	72,7	10,47	8,84	1 939	76,3	6,39	4,62
2015	Q1	1 871	74,6	8,63	6,84	1 043	77,2	6,39	4,48
	Q2	2 374	73,6	9,88	8,08	1 237	76,5	6,40	4,60
	Q3	2 734	73,8	10,24	8,17	1 497	76,3	6,56	4,80
	Q4	3 066	74,0	10,74	8,58	1 680	76,8	6,59	4,70
	Q5	3 590	73,1	10,98	9,01	1 915	76,4	6,15	4,49
2016	Q1	2 049	74,4	9,07	7,18	1 006	76,9	5,93	4,24
	Q2	2 546	74,6	10,12	8,08	1 323	76,6	6,60	4,67
	Q3	2 901	73,7	10,39	8,28	1 617	77,2	6,84	4,85
	Q4	3 319	74,2	11,17	8,83	1 726	77,3	6,57	4,47
	Q5	3 656	73,2	10,8	8,89	2 143	76,0	6,70	4,99
2017	Q1	2 104	74,7	9,05	7,09	1 004	77,1	5,77	4,08
	Q2	2 592	74,3	9,97	7,92	1 322	76,2	6,43	4,67
	Q3	2 953	74,3	10,21	7,94	1 595	77,3	6,6	4,55
	Q4	3 316	74,2	10,76	8,49	1 797	76,6	6,69	4,81
	Q5	3 694	73,4	10,56	8,58	2 203	76,3	6,77	4,89
2018	Q1	2 072	75,0	8,75	6,69	1 076	77,1	6,08	4,18
	Q2	2 609	74,4	9,81	7,58	1 291	77,0	6,17	4,30
	Q3	3 014	74,9	10,21	7,80	1 629	76,7	6,65	4,80
	Q4	3 395	74,3	10,8	8,41	1 839	76,9	6,77	4,80
	Q5	3 709	73,6	10,42	8,40	2 210	76,3	6,72	4,90
2019	Q1	2 196	75,3	9,13	6,83	1 104	77,0	6,14	4,33
	Q2	2 609	74,6	9,59	7,41	1 355	77,3	6,37	4,41
	Q3	3 084	74,5	10,25	7,85	1 621	77,0	6,52	4,53
	Q4	3 333	74,2	10,38	8,01	1 801	77,3	6,53	4,42
	Q5	3 717	73,7	10,26	8,18	2 178	76,2	6,54	4,77

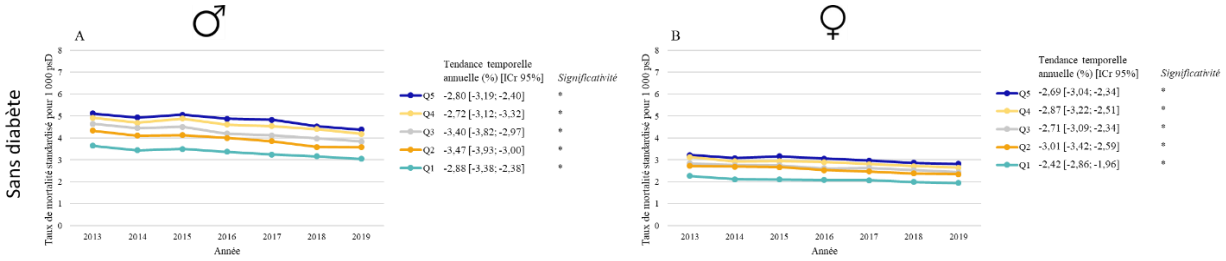
Décès : Nombre de décès par tumeurs au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès par tumeurs (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité pour tumeurs pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité pour tumeurs standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 27 : Nombre de décès et âge moyen au décès par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) par année et quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) et taux de mortalité bruts et standardisés selon l'âge pour les hommes et les femmes sans diabète âgés de 45 ans ou plus entre 2013 et 2019, France hexagonale. Résultats Mortalité par causes spécifiques

		Hommes sans diabète				Femmes sans diabète			
Années	FDep	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée	Décès	Age moyen	Mortalité brute	Mortalité standardisée
2013	Q1	8 483	72,5	4,66	5,58	7 164	74,8	3,03	2,99
	Q2	9 495	71,7	5,33	6,29	7 490	73,9	3,27	3,21
	Q3	11 128	71,8	6,02	6,76	8 676	74,5	3,58	3,35
	Q4	12 156	72,0	6,51	7,12	9 317	74,7	3,82	3,50
	Q5	13 010	71,2	6,98	7,64	9 737	74,7	4,03	3,67
2014	Q1	8 786	72,6	4,76	5,65	7 439	74,7	3,10	3,05
	Q2	9 676	71,9	5,35	6,28	7 791	74,3	3,36	3,30
	Q3	11 344	72,2	6,05	6,77	8 982	74,8	3,66	3,39
	Q4	12 260	72,1	6,47	7,07	9 511	75,0	3,86	3,49
	Q5	13 056	71,2	6,93	7,55	9 943	74,7	4,09	3,70
2015	Q1	9 048	73,1	4,77	5,60	7 848	74,9	3,19	3,13
	Q2	10 131	72,3	5,42	6,31	8 109	74,6	3,40	3,31
	Q3	11 567	72,4	5,96	6,57	9 251	75,3	3,67	3,34
	Q4	12 697	72,3	6,50	7,01	9 966	75,0	3,95	3,53
	Q5	13 582	72,0	7,04	7,61	10 385	74,8	4,19	3,75
2016	Q1	9 263	73,3	4,67	5,46	8 295	75,2	3,23	3,13
	Q2	10 402	72,4	5,31	6,14	8 494	74,5	3,40	3,29
	Q3	11 721	72,6	5,79	6,36	9 766	75,2	3,72	3,39
	Q4	13 048	72,5	6,46	6,94	10 434	75,3	4,00	3,56
	Q5	13 657	71,9	6,93	7,42	10 799	75,1	4,26	3,80
2017	Q1	9 344	73,9	4,57	5,33	8 350	75,2	3,17	3,04
	Q2	10 350	72,8	5,11	5,85	8 782	74,7	3,42	3,29
	Q3	12 170	73,1	5,82	6,37	10 170	75,1	3,78	3,44
	Q4	12 959	72,7	6,22	6,64	10 716	75,1	4,01	3,57
	Q5	13 456	72,1	6,66	7,11	10 727	75,1	4,17	3,70
2018	Q1	9 156	74,0	4,41	5,08	8 331	75,4	3,11	2,98
	Q2	10 268	73,1	4,97	5,67	8 776	74,7	3,36	3,21
	Q3	12 071	73,3	5,69	6,19	9 912	75,5	3,63	3,28
	Q4	13 012	73,1	6,17	6,54	10 585	75,3	3,92	3,47
	Q5	13 590	72,1	6,67	7,10	10 812	75,1	4,17	3,69
2019	Q1	9 070	74,1	4,31	4,92	8 467	75,4	3,12	2,97
	Q2	10 488	73,5	5,01	5,68	8 856	75,2	3,33	3,15
	Q3	11 974	73,5	5,58	6,04	10 488	75,2	3,79	3,42
	Q4	12 929	73,3	6,08	6,42	10 776	75,7	3,95	3,47
	Q5	13 186	72,5	6,46	6,83	10 861	75,1	4,17	3,67

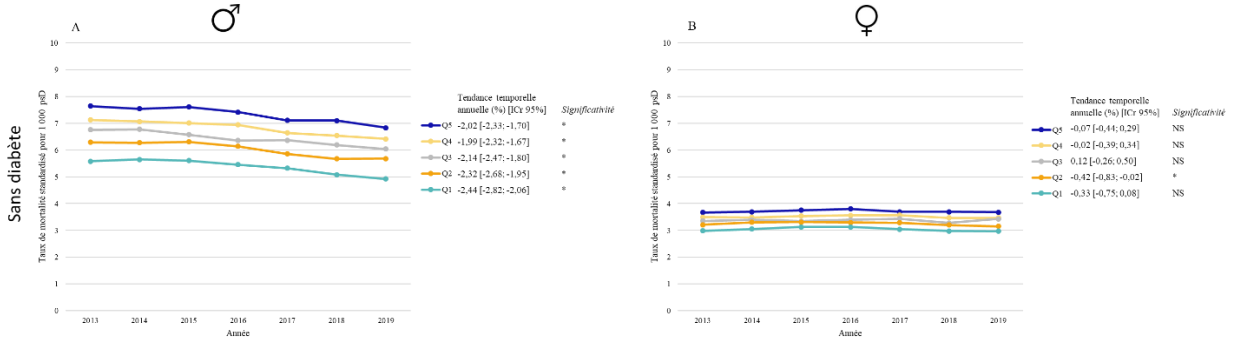
Décès : Nombre de décès par tumeurs au cours de l'année ; Âge moyen : Âge moyen au décès par tumeurs (années) ; Mortalité brute : Taux brut de mortalité pour tumeurs pour 1 000 personnes-années ; Mortalité standardisée : Taux de mortalité pour tumeurs standardisé pour 1 000 personnes-années (standardisé selon l'âge de la population européenne standard de 2013) ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 28 : Taux de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques



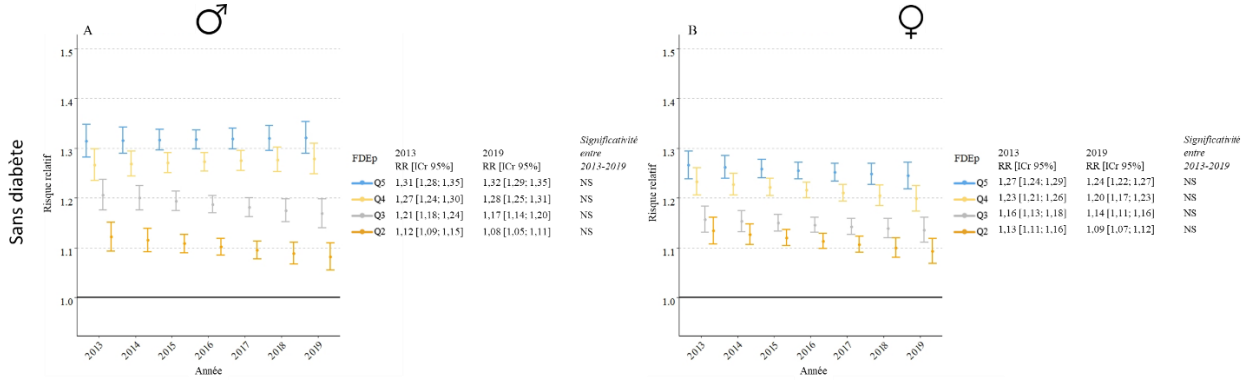
** : significatif, NS : non significatif ; psD : personnes sans diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 29 : Taux de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) standardisés selon l'âge par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) pour les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson), parmi les personnes âgées de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019. Résultats Mortalité par causes spécifiques



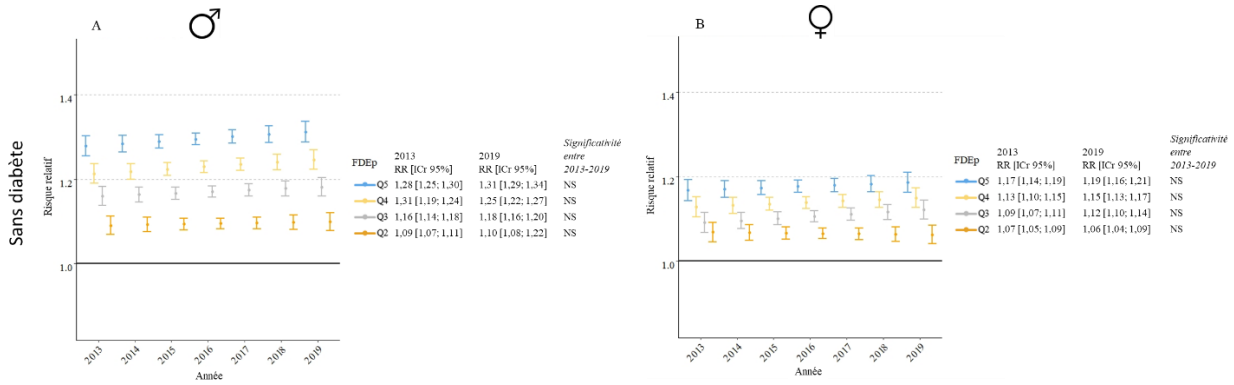
** : significatif, NS : non significatif ; psD : personnes sans diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 30 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par maladies cardiovasculaires (Classification internationale des maladies, 10ème édition : I00-I45 et I47-I99) associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques



** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 31 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de mortalité par tumeurs (Classification internationale des maladies, 10ème édition : C00-D48) associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence) chez les hommes (A) et les femmes (B) sans diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale de 2013 à 2019 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Mortalité par causes spécifiques



** : significatif, NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 32 : Nombre et âge moyen des hommes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires

		Hommes avec un diabète *(complications cardiovasculaires partie 1/2)*							
Année	FDep	Nombre de diabète	Age moyen diabète	Nombre d'AVC	age moyen AVC	Nombre de SCA-ST+	Age moyen SCA-ST+	Nombre d'insuffisance cardiaque	Age moyen insuffisance cardiaque
2012	Q1	228 181	67,2	1 275	73,8	664	69,1	2 915	75,6
	Q2	249 134	67,0	1 482	72,9	727	67,4	3 336	75,6
	Q3	275 887	67,3	1 665	73,0	884	68,9	3 993	75,5
	Q4	296 315	67,3	1 827	73,0	950	68,2	4 647	75,6
	Q5	335 790	66,7	2 102	72,5	1 088	67,7	5 401	74,8
2013	Q1	232 697	67,4	1 313	73,5	670	68,3	2 988	76,0
	Q2	255 583	67,2	1 523	73,3	734	68,6	3 577	75,8
	Q3	283 576	67,5	1 774	73,3	842	68,7	4 126	75,6
	Q4	303 824	67,5	1 924	73,3	948	68,4	4 748	75,9
	Q5	345 113	66,9	2 194	72,5	1 128	68,4	5 639	75,0
2014	Q1	240 408	67,6	1 430	73,3	672	68,0	3 206	76,2
	Q2	265 504	67,5	1 654	73,1	801	68,0	3 788	75,9
	Q3	294 781	67,7	1 762	73,5	903	69,1	4 360	76,1
	Q4	315 509	67,7	2 034	73,2	995	68,4	5 151	76,0
	Q5	357 301	67,1	2 318	73,0	1 189	67,8	6 077	75,0
2015	Q1	250 532	67,8	1 577	74,1	696	68,5	3 537	76,6
	Q2	277 947	67,7	1 725	73,7	786	68,8	3 927	76,0
	Q3	308 596	67,9	1 959	73,3	981	68,4	4 739	75,9
	Q4	328 228	67,9	2 063	73,6	989	68,0	5 450	75,8
	Q5	369 847	67,3	2 376	72,5	1 210	67,5	6 279	75,3
2016	Q1	257 884	68,1	1 667	74,1	758	68,4	3 602	76,3
	Q2	287 480	67,9	1 799	74,1	877	68,0	4 202	76,3
	Q3	319 579	68,0	2 146	73,9	1 032	68,2	5 026	76,3
	Q4	340 182	68,1	2 268	73,6	1 093	68,0	5 665	76,2
	Q5	381 828	67,4	2 544	72,4	1 273	68,1	6 571	75,2
2017	Q1	262 959	68,2	1 746	73,5	821	69,0	3 744	77,1
	Q2	294 200	68,1	1 853	73,5	890	68,5	4 371	76,2
	Q3	326 284	68,2	2 111	73,4	1 023	68,6	5 095	76,4
	Q4	347 150	68,2	2 322	73,6	1 146	68,3	5 766	76,2
	Q5	389 051	67,6	2 623	72,9	1 358	67,7	6 689	75,3
2018	Q1	267 697	68,5	1 804	74,2	793	68,2	3 873	76,9
	Q2	301 056	68,2	1 920	73,4	906	68,5	4 377	76,4
	Q3	332 897	68,4	2 170	73,5	1 050	68,7	5 234	76,0
	Q4	354 773	68,4	2 396	73,7	1 162	69,0	5 879	76,3
	Q5	396 419	67,8	2 658	72,6	1 364	68,3	6 792	75,5

				Hommes avec un diabète *(complications cardiovasculaires partie 2/2)*					
Année	FDep	Nombre de diabète	Age moyen diabète	Nombre d'AVC	age moyen AVC	Nombre de SCA-ST+	Age moyen SCA-ST+	Nombre d'insuffisance cardiaque	Age moyen insuffisance cardiaque
2019	Q1	271 281	68,6	1 753	74,1	847	68,8	3 897	77,3
	Q2	306 606	68,4	1 947	73,9	975	68,4	4 476	76,8
	Q3	338 041	68,5	2 371	73,9	1 077	68,5	5 454	76,4
	Q4	360 209	68,5	2 344	73,9	1 113	68,4	6 039	76,5
	Q5	402 931	67,9	2 796	72,5	1 334	68,3	7 042	75,9
2020	Q1	275 807	68,8	1 694	74,1	745	68,0	3 676	76,9
	Q2	314 745	68,6	2 030	74,0	893	68,4	4 408	76,6
	Q3	347 455	68,7	2 359	73,1	1 051	68,3	5 177	76,3
	Q4	370 650	68,6	2 488	73,2	1 140	67,6	5 731	76,3
	Q5	412 568	68,0	2 640	72,5	1 322	67,7	6 705	75,7
2021	Q1	282 730	68,8	1 859	74,0	776	68,4	3 749	76,9
	Q2	323 514	68,7	2 104	73,6	905	68,1	4 571	76,9
	Q3	356 999	68,7	2 377	73,5	1 110	68,2	5 541	76,4
	Q4	381 359	68,7	2 500	73,1	1 133	68,0	6 186	76,4
	Q5	423 203	68,1	2 707	72,5	1 318	67,0	6 954	75,5
2022	Q1	289 157	69,0	1 744	73,9	758	68,4	3 650	77,1
	Q2	331 884	68,8	2 034	73,9	916	68,9	4 423	77,2
	Q3	366 255	68,9	2 349	73,3	1 063	68,8	5 270	76,9
	Q4	390 977	68,9	2 492	73,4	1 120	68,1	5 956	76,7
	Q5	432 759	68,2	2 733	72,8	1 299	67,5	6 760	75,8

Nombre de diabète : nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Age moyen diabète : âge moyen des personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Nombre d'AVC : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour accident vasculaire cérébral au cours de l'année ; Age moyen AVC : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour AVC au cours de l'année ; Nombre de SCA-ST+ : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST au cours de l'année ; Age moyen SCA-ST+ : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour SCA-ST+ au cours de l'année ; Nombre d'insuffisance cardiaque : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; Age moyen insuffisance cardiaque : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 33 : Nombre et âge moyen des femmes avec un diabète de 45 ans et plus et leurs hospitalisations pour chaque complication cardiovasculaire par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications cardiovasculaires

		Femmes avec un diabète *(complications cardiovasculaires partie 1/2)*							
Année	FDep	Nombre de diabète	Age moyen diabète	Nombre d'AVC	age moyen AVC	Nombre de SCA-ST+	Age moyen SCA-ST+	Nombre d'insuffisance cardiaque	Age moyen insuffisance cardiaque
2012	Q1	165 223	69,7	850	78,6	274	77,3	2 245	80,3
	Q2	194 493	69,7	1 036	77,8	352	75,0	2 828	80,1
	Q3	228 197	69,9	1 239	78,1	446	75,9	3 335	80,3
	Q4	255 955	70,0	1 389	78,1	506	75,5	4 028	79,9
	Q5	312 501	69,1	1 666	77,3	716	74,5	5 052	79,0
2013	Q1	167 865	69,9	868	78,2	265	75,9	2 209	80,5
	Q2	198 201	69,9	1 081	78,0	349	74,9	2 759	80,7
	Q3	233 054	70,0	1 350	78,0	432	75,2	3 495	80,4
	Q4	261 183	70,1	1 423	77,8	489	75,9	4 196	80,0
	Q5	318 305	69,2	1 796	77,1	624	74,5	5 121	79,5
2014	Q1	172 342	70,0	915	78,6	249	74,2	2 426	80,6
	Q2	203 584	70,0	1 104	78,9	327	74,5	2 982	80,6
	Q3	240 262	70,2	1 355	77,6	450	74,8	3 593	80,6
	Q4	268 705	70,3	1 540	78,5	492	75,7	4 297	80,6
	Q5	326 719	69,4	1 788	77,3	709	74,4	5 309	79,6
2015	Q1	178 984	70,1	1 027	78,0	298	74,5	2 558	80,5
	Q2	211 341	70,1	1 186	78,1	337	75,8	3 165	80,8
	Q3	249 191	70,3	1 351	78,4	465	75,6	3 858	80,8
	Q4	276 936	70,4	1 618	77,7	527	74,5	4 563	80,5
	Q5	335 310	69,4	1 927	77,3	652	74,1	5 639	79,6
2016	Q1	183 550	70,3	1 032	78,8	316	75,4	2 590	81,1
	Q2	216 701	70,2	1 234	78,6	378	73,8	3 358	80,8
	Q3	254 645	70,4	1 450	78,1	438	75,5	4 019	80,7
	Q4	283 086	70,5	1 639	77,7	508	75,5	4 781	80,5
	Q5	341 363	69,6	1 965	77,2	672	73,5	5 630	79,7
2017	Q1	186 690	70,4	1 080	78,4	286	77,3	2 657	81,1
	Q2	220 257	70,4	1 246	78,5	365	76,3	3 302	80,7
	Q3	258 084	70,5	1 412	78,3	478	73,9	4 015	80,8
	Q4	286 450	70,5	1 651	77,7	570	75,6	4 667	80,5
	Q5	344 974	69,6	1 961	77,1	695	74,0	5 666	79,8
2018	Q1	189 584	70,5	1 020	78,9	278	74,9	2 687	81,3
	Q2	223 933	70,5	1 253	78,6	380	74,7	3 228	80,9
	Q3	261 899	70,6	1 576	78,4	421	75,1	4 005	80,8
	Q4	290 395	70,6	1 708	78,3	536	74,9	4 639	80,8
	Q5	349 380	69,7	2 004	77,4	666	73,8	5 847	80,1

Femmes avec un diabète *(complications cardiovasculaires partie 2/2)*

Année	FDep	Nombre de diabète	Age moyen diabète	Nombre d'AVC	age moyen AVC	Nombre de SCA-ST+	Age moyen SCA-ST+	Nombre d'insuffisance cardiaque	Age moyen insuffisance cardiaque
2019	Q1	192 785	70,6	1 076	78,9	308	75,8	2 765	81,5
	Q2	227 778	70,6	1 297	78,0	352	75,8	3 410	81,0
	Q3	265 604	70,6	1 578	78,8	493	74,7	4 199	81,1
	Q4	294 642	70,7	1 675	78,2	562	74,3	4 768	80,9
	Q5	354 275	69,8	2 010	77,5	688	73,4	6 049	79,8
2020	Q1	195 933	70,7	1 061	78,2	294	75,0	2 427	81,1
	Q2	232 628	70,6	1 184	78,9	372	74,2	3 073	81,0
	Q3	271 220	70,7	1 522	78,2	462	74,7	3 667	80,8
	Q4	300 228	70,8	1 676	77,5	517	74,3	4 360	80,8
	Q5	359 979	69,9	1 942	77,2	637	72,9	5 429	80,1
2021	Q1	201 165	70,7	1 146	78,4	289	76,0	2 567	81,3
	Q2	239 196	70,6	1 282	78,2	378	73,8	3 087	80,7
	Q3	277 867	70,7	1 545	77,9	479	73,6	3 944	81,0
	Q4	307 538	70,8	1 733	78,2	491	74,4	4 518	80,7
	Q5	367 681	69,9	2 022	76,4	678	72,5	5 705	79,8
2022	Q1	206 152	70,7	1 109	78,4	255	73,1	2 533	81,3
	Q2	244 945	70,7	1 212	77,6	374	74,5	3 122	81,1
	Q3	283 768	70,8	1 516	77,6	431	74,4	3 629	80,8
	Q4	313 580	70,8	1 679	78,0	453	74,3	4 392	80,8
	Q5	374 441	70,0	1 968	76,7	682	72,9	5 503	80,0

Nombre de diabète : nombre de personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Age moyen diabète : âge moyen des personnes avec un diabète vivantes au 1er janvier de l'année ; Nombre d'AVC : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour accident vasculaire cérébral au cours de l'année ; Age moyen AVC : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour AVC au cours de l'année ; Nombre de SCA-ST+ : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour syndrome coronarien aigu avec élévation du segment ST au cours de l'année ; Age moyen SCA-ST+ : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour SCA-ST+ au cours de l'année ; Nombre d'insuffisance cardiaque : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; Age moyen insuffisance cardiaque : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour insuffisance cardiaque au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 34 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des hommes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques

Hommes avec un diabète *(complications podologiques partie 1/2)*									
Année	FDep	Nombre de plaies du pied	Age moyen plaies du pied	Nombre d'amputation	Age moyen amputation	Nombre d'amputation majeure	Age moyen amputation majeure	Nombre d'amputation mineure	Age moyen amputation mineure
2012	Q1	1 362	70,2	609	70,1	151	69,2	504	70,4
	Q2	1 729	70,5	786	71,2	205	70,7	655	71,6
	Q3	2 024	70,2	1 000	71,1	285	72,3	823	70,9
	Q4	2 380	70,8	1 114	71,0	305	71,8	921	70,9
	Q5	3 017	69,4	1 387	69,4	406	70,1	1 108	69,4
2013	Q1	1 583	70,2	676	70,3	172	71,9	571	70,2
	Q2	1 913	70,4	854	71,1	244	72,5	701	71,0
	Q3	2 297	70,4	1 050	70,7	314	70,9	858	70,8
	Q4	2 634	70,9	1 185	71,2	313	72,6	987	71,0
	Q5	3 116	69,7	1 357	69,7	386	70,7	1 107	69,5
2014	Q1	1 746	70,8	699	71,0	164	71,7	593	71,0
	Q2	2 065	70,7	867	70,7	227	71,8	720	70,5
	Q3	2 477	70,8	1 070	70,7	297	71,1	875	70,5
	Q4	2 821	71,2	1 244	71,4	368	72,6	1 002	71,2
	Q5	3 479	70,0	1 439	69,7	393	70,1	1 171	69,6
2015	Q1	1 854	70,9	736	71,7	185	73,3	627	71,5
	Q2	2 307	70,8	934	70,6	238	70,1	775	70,8
	Q3	2 844	71,0	1 199	70,9	300	71,4	1 006	70,8
	Q4	3 123	71,4	1 264	71,2	358	71,2	1 045	71,3
	Q5	3 904	70,2	1 514	70,1	474	71,0	1 203	70,0
2016	Q1	1 965	71,9	746	71,2	192	70,8	633	71,5
	Q2	2 530	71,8	955	71,7	275	72,1	787	71,8
	Q3	3 095	71,5	1 171	71,1	308	71,6	995	71,3
	Q4	3 385	71,3	1 312	71,5	357	71,4	1 081	71,6
	Q5	4 045	70,5	1 591	69,4	462	69,2	1 284	69,5
2017	Q1	2 122	71,7	764	71,3	203	72,5	635	71,2
	Q2	2 677	71,1	1 041	70,9	283	72,0	853	70,8
	Q3	3 221	71,3	1 204	71,2	336	71,0	985	71,4
	Q4	3 596	71,6	1 404	71,7	376	72,6	1 153	71,6
	Q5	4 299	70,7	1 595	70,1	460	69,5	1 288	70,3
2018	Q1	2 265	71,8	805	71,5	180	71,4	684	71,6
	Q2	2 795	71,7	1 034	71,2	267	71,2	869	71,2
	Q3	3 388	71,7	1 229	71,5	316	71,4	1 035	71,6
	Q4	3 689	71,9	1 336	71,2	377	71,6	1 088	71,2
	Q5	4 424	70,8	1 716	70,3	483	70,2	1 407	70,6

Hommes avec un diabète *(complications podologiques partie 2/2)*

Année	FDep	Nombre de plaies du pied	Age moyen plaies du pied	Nombre d'amputation	Age moyen amputation	Nombre d'amputation majeure	Age moyen amputation majeure	Nombre d'amputation mineure	Age moyen amputation mineure
2019	Q1	2 349	72,1	817	71,7	213	73,5	675	71,3
	Q2	2 908	72,2	1 074	71,8	257	71,4	913	72,0
	Q3	3 617	71,9	1 263	71,4	329	72,0	1 054	71,3
	Q4	3 908	71,9	1 394	70,9	352	70,8	1 172	71,0
	Q5	4 750	71,2	1 642	70,0	461	70,0	1 340	70,2
2020	Q1	2 355	72,0	745	71,8	200	70,9	614	72,4
	Q2	2 921	72,3	986	71,6	239	71,3	830	71,8
	Q3	3 553	71,6	1 184	71,3	289	71,0	992	71,4
	Q4	4 116	71,6	1 398	71,3	370	70,8	1 144	71,5
	Q5	4 723	71,2	1 633	70,5	471	70,5	1 323	70,8
2021	Q1	2 590	72,3	805	71,6	199	70,2	674	72,0
	Q2	3 397	72,4	1 099	72,2	232	71,4	946	72,6
	Q3	3 895	71,8	1 352	71,5	351	70,5	1 120	71,8
	Q4	4 619	71,9	1 534	71,4	381	70,9	1 276	71,6
	Q5	5 243	70,9	1 786	70,7	471	70,4	1 480	70,9
2022	Q1	2 725	72,1	884	71,5	199	70,6	750	71,7
	Q2	3 568	72,1	1 193	72,0	277	72,0	1 012	72,1
	Q3	4 171	72,2	1 403	71,7	357	71,0	1 162	71,8
	Q4	4 734	71,8	1 550	71,2	381	70,6	1 316	71,5
	Q5	5 446	71,2	1 855	70,5	490	70,4	1 547	70,5

Nombre de plaies du pied : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Age moyen plaies du pied : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Nombre d'amputation : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Age moyen amputation : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Nombre d'amputation majeure: nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure (au dessus de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation majeure: âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure au cours de l'année ; Nombre d'amputation mineure : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure (en dessous de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation mineure : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

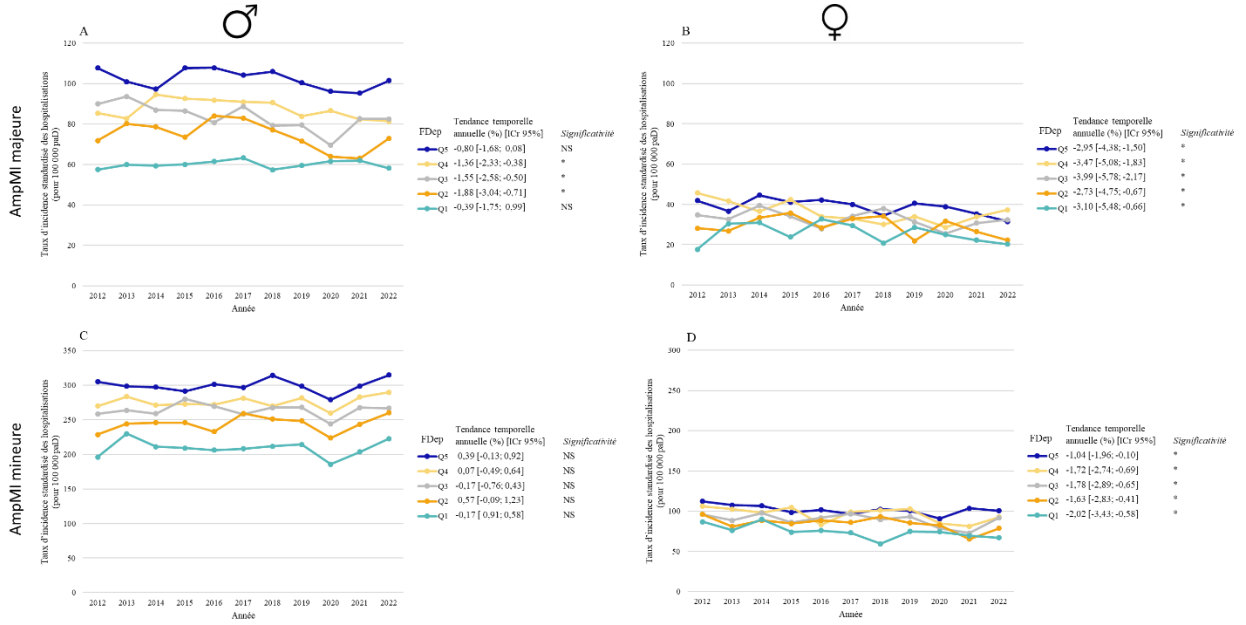
Annexe 35 : Nombre et âge moyen pour chaque hospitalisation pour complications podologiques des femmes avec un diabète de 45 ans par quintile de l'indice de désavantage français (FDep) de 2012 à 2022, France hexagonale. Résultats Complications podologiques

		Femmes avec un diabète *(complications podologiques partie 1/2)*							
Année	FDep	Nombre de plaies du pied	Age moyen plaies du pied	Nombre d'amputation	Age moyen amputation	Nombre d'amputation majeure	Age moyen amputation majeure	Nombre d'amputation mineure	Age moyen amputation mineure
2012	Q1	777	75,6	201	75,3	42	77,6	177	74,9
	Q2	1 082	76,3	283	74,7	71	76,5	235	74,4
	Q3	1 275	76,1	340	75,0	109	78,2	250	74,0
	Q4	1 579	75,6	396	73,2	129	72,9	305	73,3
	Q5	2 111	75,0	517	73,2	167	74,1	403	73,1
2013	Q1	854	76,2	193	75,6	61	76,0	147	75,4
	Q2	1 077	76,2	259	76,6	77	77,4	206	76,7
	Q3	1 357	76,2	337	75,3	99	76,2	271	75,3
	Q4	1 594	76,5	419	74,5	135	75,2	323	74,4
	Q5	2 182	74,9	504	72,9	152	74,7	395	72,5
2014	Q1	945	76,5	229	74,6	72	77,7	172	73,2
	Q2	1 175	76,3	279	74,3	88	75,5	217	73,7
	Q3	1 416	75,9	336	73,2	107	74,5	255	72,5
	Q4	1 762	76,7	405	74,5	126	75,7	317	74,5
	Q5	2 438	75,4	517	72,6	186	75,0	379	71,7
2015	Q1	993	76,8	199	75,2	55	75,7	159	75,0
	Q2	1 316	76,9	299	74,5	89	74,5	230	74,4
	Q3	1 626	76,7	358	75,7	113	76,8	269	75,4
	Q4	1 951	76,0	436	74,2	143	75,2	343	73,8
	Q5	2 513	75,6	493	72,8	163	73,9	377	72,4
2016	Q1	1 067	77,1	216	73,9	61	73,3	175	74,1
	Q2	1 363	77,3	299	76,1	86	76,4	239	75,8
	Q3	1 653	76,8	356	74,9	96	75,4	285	74,8
	Q4	2 069	77,1	386	75,3	130	76,0	287	75,0
	Q5	2 702	76,1	497	72,8	158	73,6	384	72,4
2017	Q1	1 138	77,4	217	74,6	63	72,1	169	75,1
	Q2	1 364	77,3	278	75,0	78	74,1	227	74,9
	Q3	1 741	77,3	374	74,6	96	74,4	303	74,9
	Q4	2 119	77,1	433	75,0	117	74,7	345	74,9
	Q5	2 860	76,1	543	74,4	176	75,5	402	74,1
2018	Q1	1 095	77,9	186	75,0	52	75,3	145	74,9
	Q2	1 486	76,6	335	74,8	92	74,9	274	75,1
	Q3	1 802	77,3	365	73,5	114	73,1	282	73,6
	Q4	2 174	77,0	422	74,2	107	75,1	331	73,7
	Q5	2 823	76,4	510	72,3	146	74,1	402	72,0

		Femmes avec un diabète *(complications podologiques partie 2/2)*							
Année	FDep	Nombre de plaies du pied	Age moyen plaies du pied	Nombre d'amputation	Age moyen amputation	Nombre d'amputation majeure	Age moyen amputation majeure	Nombre d'amputation mineure	Age moyen amputation mineure
2019	Q1	1 140	77,7	232	74,8	64	74,8	184	74,9
	Q2	1 528	77,9	287	75,4	62	75,9	242	75,2
	Q3	1 866	77,0	337	73,8	99	74,3	278	73,6
	Q4	2 264	76,9	433	74,3	126	74,2	340	74,2
	Q5	3 061	76,3	515	72,6	161	72,7	401	72,4
2020	Q1	1 138	77,4	205	73,5	55	73,5	166	72,9
	Q2	1 457	77,2	305	75,1	86	72,8	250	75,6
	Q3	1 753	76,5	321	74,8	83	75,6	259	74,8
	Q4	2 163	77,0	387	74,8	107	74,9	310	74,5
	Q5	2 706	75,9	489	72,9	156	73,1	382	72,8
2021	Q1	1 194	77,2	211	74,3	52	73,9	170	74,9
	Q2	1 514	77,0	277	75,5	83	75,0	211	75,8
	Q3	1 871	77,1	328	74,4	92	73,0	253	74,8
	Q4	2 359	77,0	395	74,4	125	74,4	302	74,7
	Q5	2 912	75,9	538	73,0	155	72,3	427	73,3
2022	Q1	1 240	77,2	212	74,4	49	72,9	172	75,1
	Q2	1 666	76,7	292	74,9	71	73,9	242	75,0
	Q3	1 890	76,8	358	73,5	92	72,2	291	73,9
	Q4	2 396	76,8	438	73,6	122	73,1	350	74,1
	Q5	2 959	75,7	537	73,6	145	74,2	440	73,4

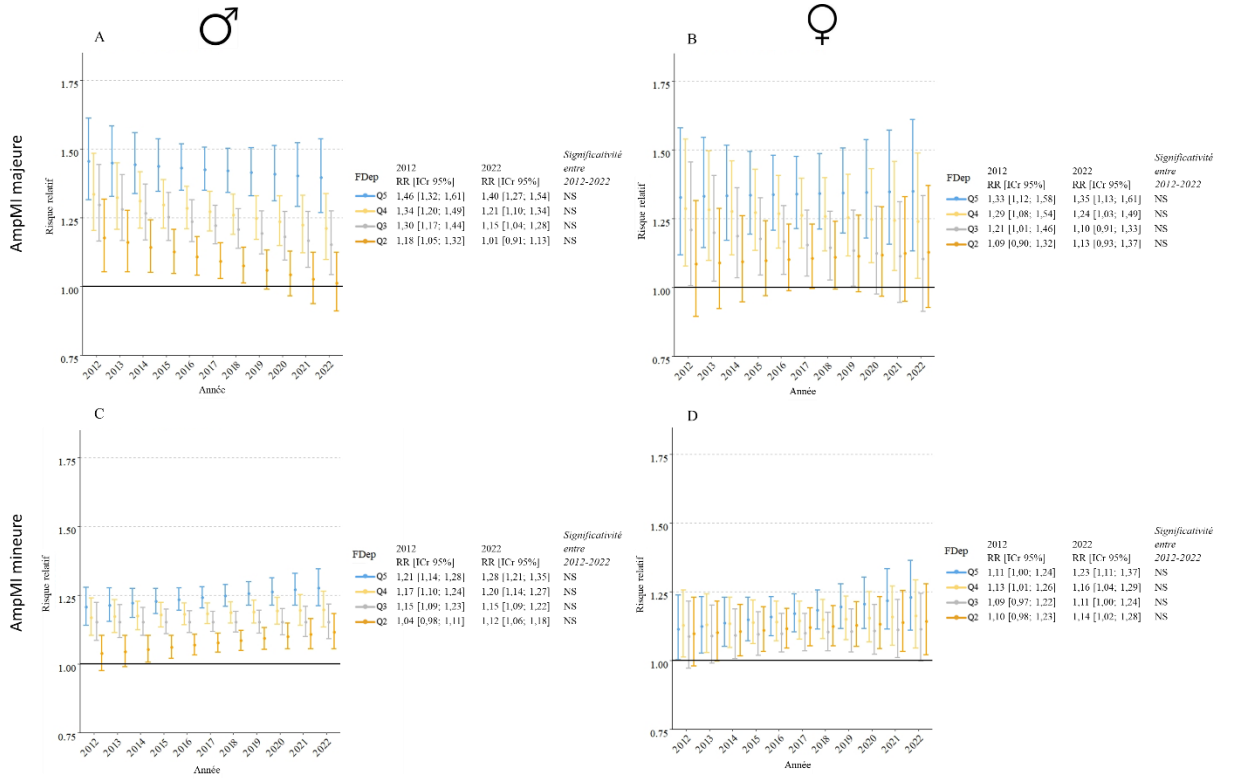
Nombre de plaies du pied : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Age moyen plaies du pied : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour plaies du pied au cours de l'année ; Nombre d'amputation : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Age moyen amputation : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs au cours de l'année ; Nombre d'amputation majeure: nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure (au dessus de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation majeure: âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs majeure au cours de l'année ; Nombre d'amputation mineure : nombre de personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure (en dessous de la cheville) au cours de l'année ; Age moyen amputation mineure : âge moyen des personnes avec un diabète hospitalisées pour amputation des membres inférieurs mineure au cours de l'année ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 36 : Incidences annuelles standardisées selon l'âge des hospitalisations pour amputation des membres inférieurs majeure chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres inférieurs mineure chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus résidant en France hexagonale, par quintile de l'indice de désavantage français (FDep), et le pourcentage d'évolution annuelle (intervalles de crédibilité à 95 %) (modèle log-linéaire de Poisson). Résultats Complications podologiques



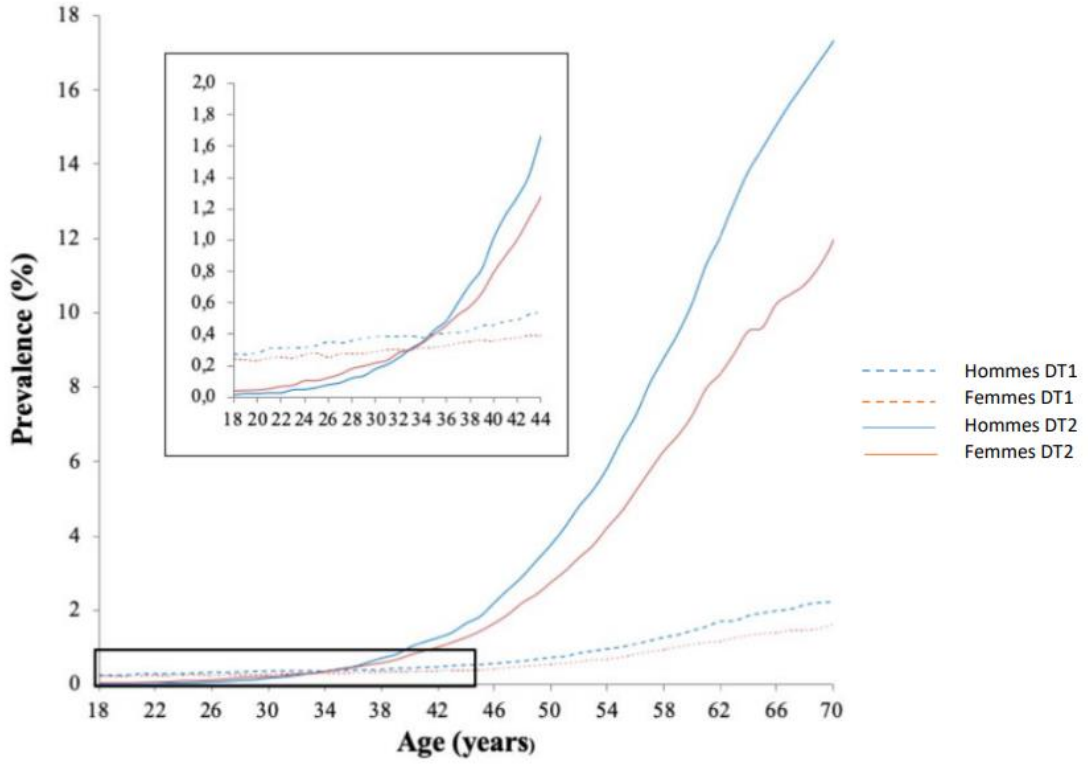
** : significatif, NS : non significatif ; paD : personnes avec un diabète ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).*

Annexe 37 : Risques relatifs ajustés (RR) (intervalles de crédibilité à 95 %) de l'hospitalisation pour amputation des membres inférieurs majeure chez les hommes (A) et les femmes (B) et pour amputation des membres inférieurs mineure chez les hommes (C) et les femmes (D) avec un diabète âgés de 45 ans et plus associés aux quintiles de l'indice de désavantage français (FDep) (Q1 comme référence), en France hexagonale de 2012 à 2022 (modèle de Poisson log-linéaire). Résultats Complications podologiques



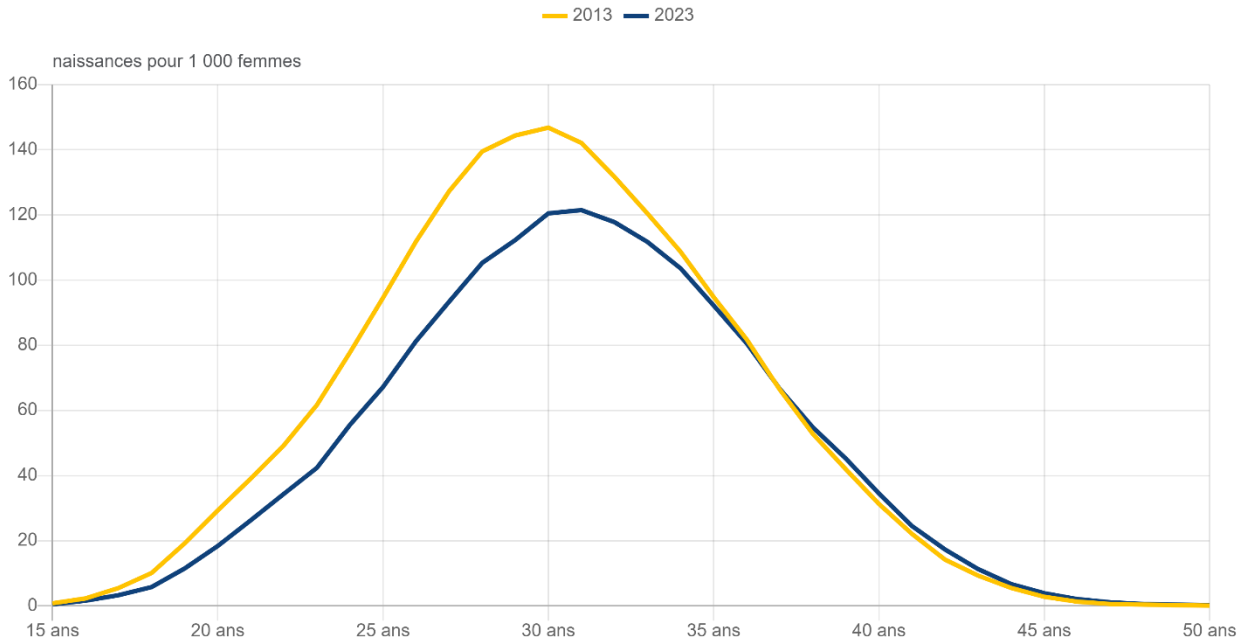
NS : non significatif ; FDep : Indice de désavantage social français (Q1 correspondant aux personnes résidant dans les communes les plus favorisées).

Annexe 38 : Estimation de la prevalence du diabète de type 1 et du diabète de type 2 en France chez les personnes âgées de 18 à 70 ans, par âge et sexe



Champs : France entière ; Source : SNDS ; Figure tirée de l'article de Fuentes S et al., 2023 [396].

Annexe 39 : Taux de fécondité selon l'âge de la femmes en France de 2013 à 2019



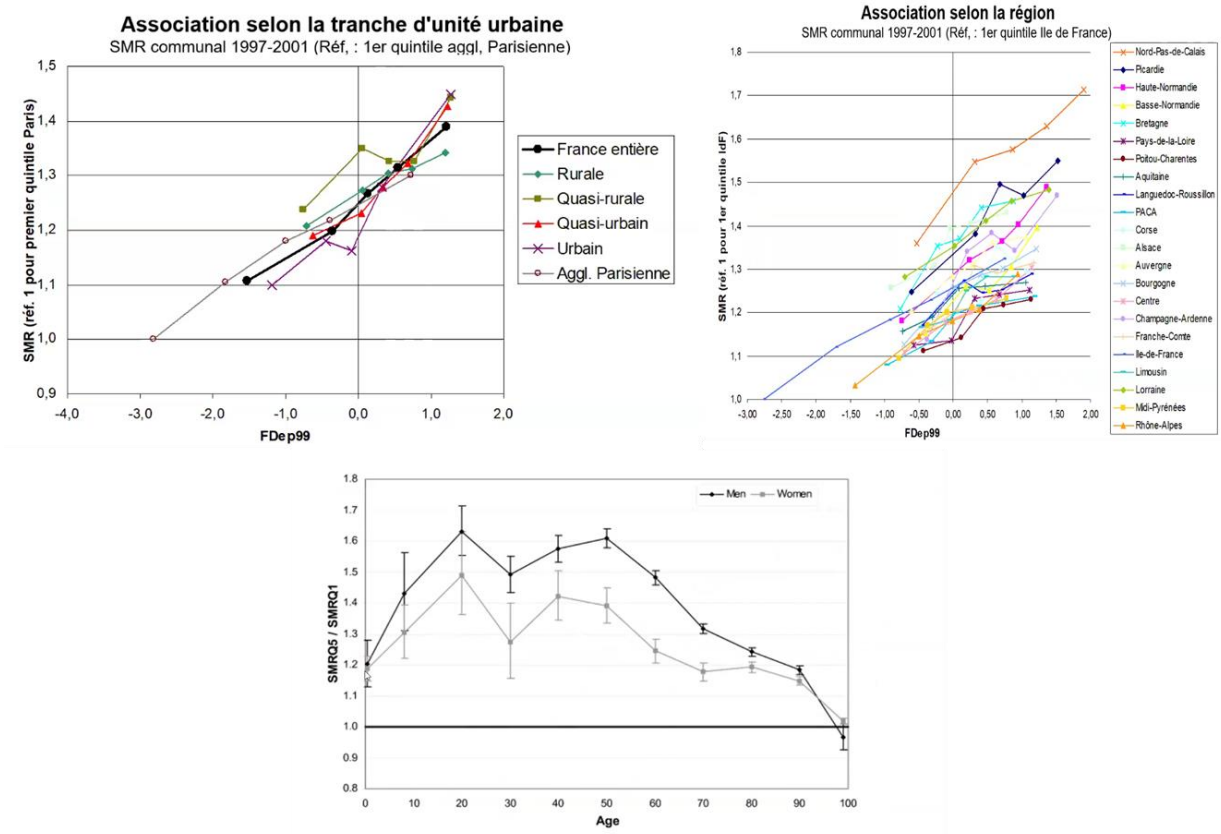
Champs : France hors Mayotte en 2013 et y compris Mayotte en 2023 ; Source : INSEE, estimations de population et statistiques de l'état civil ; Disponible sous : https://www.insee.fr/fr/outil-interactif/5367857/tableau/20_DEM/22_NAI.

Annexe 40 : Pourcentage de personnes avec un diabète en EHPAD ou USLD et pourcentage de personnes en EHPAD ou USLD traitées pour un diabète

Année	% de personnes avec un diabète traitées pharmacologiquement qui sont en EHPAD ou USLD	% de personnes en EHPAD ou ULSD qui sont traitées pharmacologiquement pour un diabète
2013	1,7	10,7
2014	2,0	10,5
2015	2,0	10,7
2016	2,0	10,9
2017	1,9	10,9
2018	1,9	11,0
2019	1,9	11,1
2020	1,7	11,1
2021	1,7	11,6

USLD :unité de soin de longue durée ; EHPAD : hébergement pour personnes âgées dépendantes.

Annexe 41 : Association entre le FDep et la tranche d'unité urbaine, la region et l'âge



Présentation de Grégoire Rey lors d'un séminaire « Les Jeudis de Santé publique France » porté sur « Cycle de séminaires sur les Inégalités sociales de santé et vulnérabilités territoriales » organisé pour Stéphanie Vandentorren le jeudi 14 mars 2024 à Santé publique France, Saint-Maurice. A noter que le FDep a été developpé pour Grégoire Rey et collaborateurs [180].