



HAL
open science

Étude qualitative par entretiens individuels de l'expérience des médecins généralistes de l'Hérault quant à la pollution atmosphérique dans la prévention cardiovasculaire

Marion Mealier

► **To cite this version:**

Marion Mealier. Étude qualitative par entretiens individuels de l'expérience des médecins généralistes de l'Hérault quant à la pollution atmosphérique dans la prévention cardiovasculaire. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03325235

HAL Id: dumas-03325235

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03325235>

Submitted on 24 Aug 2021

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Par

MEALIER Marion
le 10 juin 2021

**« ETUDE QUALITATIVE PAR ENTRETIENS
INDIVIDUELS DE L'EXPERIENCE DES MEDECINS
GENERALISTES DE L'HERAULT QUANT À LA
POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LA
PREVENTION CARDIOVASCULAIRE »**

Directeur de thèse : Dr BOURDREL Thomas

JURY

Président : Pr LAMBERT Philippe - Professeur des Universités de Médecine Générale (PU-MG)

1^{er} Assesseur: Pr FESLER Pierre – PUPH – responsable du service de Médecine Interne et hypertension artérielle

2^{ème} Assesseur : Dr LOPEZ Antonio – Maître de conférences associé de Médecine Générale

4^{ème} membre du jury : Dr BOURDREL Thomas - Médecin Radiologue – PH du service de radiologie - Fondateur du collectif StrasbourgRespire

UNIVERSITE DE MONTPELLIER
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

THESE

Pour obtenir le titre de
DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement
Par

MEALIER Marion
le 10 juin 2021

**« ETUDE QUALITATIVE PAR ENTRETIENS
INDIVIDUELS DE L'EXPERIENCE DESMEDECINS
GENERALISTES DE L'HERAULT QUANT À LA
POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LA
PREVENTION CARDIOVASCULAIRE »**

Directeur de thèse : Dr BOURDREL Thomas

JURY

Président : Pr LAMBERT Philippe - Professeur des Universités de Médecine Générale (PU-MG)

1^{er} Assesseur: Pr FESLER Pierre – PUPH – responsable du service de Médecine Interne et hypertension artérielle

2^{ème} Assesseur : Dr LOPEZ Antonio – Maître de conférences associé de Médecine Générale

4^{ème} membre du jury: Dr BOURDREL Thomas - Médecin Radiologue – PH du service de radiologie - Fondateur du collectif StrasbourgRespire

ANNEE UNIVERSITAIRE
2020 - 2021 PERSONNEL
ENSEIGNANT

Professeurs Honoraires

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

Professeurs Émérites

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

PU-PH de Classe exceptionnelle

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

HEDON Bernard	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
HERISSON Christian	Médecine physique et de réadaptation
JABER Samir	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
JEANDEL Claude	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
JONQUET Olivier	Médecine intensive-réanimation
JORGENSEN Christian	Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie
KOTZKI Pierre Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
LABAUGE Pierre	Neurologie
LARREY Dominique	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
LEFRANT Jean-Yves	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
LUMBROSO Serge	Biochimie et Biologie moléculaire
MARTY-ANE Charles	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MERCIER Jacques	Physiologie
MESSNER Patrick	Cardiologie
MONDAIN Michel	Oto-rhino-laryngologie
MORIN Denis	Pédiatrie
PAGEAUX Georges-Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PUJOL Pascal	Biologie cellulaire
QUERE Isabelle	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
RENARD Eric	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale
REYNES Jacques	Maladies infectieuses, maladies tropicales
RIPART Jacques	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
ROUANET Philippe	Cancérologie ; radiothérapie
SOTTO Albert	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
TAOUREL Patrice	Radiologie et imagerie médicale
VANDE PERRE Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
YCHOU Marc	Cancérologie ; radiothérapie

PU-PH de première classe

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

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

TOUITOU Isabelle	Génétique
TRAN Tu-Anh	Pédiatrie
VERNHET Hélène	Radiologie et imagerie médicale

PU-PH de Seconde Classe

BOURDIN Arnaud	Pneumologie ; addictologie
CANAUD Ludovic	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
CAPDEVIELLE Delphine	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
CLARET Pierre-Géraud	Médecine d'urgence
COLOMBO Pierre-Emmanuel	Cancérologie ; radiothérapie
COSTALAT Vincent	Radiologie et imagerie médicale
CUVILLON Philippe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAIEN Vincent	Ophthalmologie
DORANDEU Anne	Médecine légale et droit de la santé
FAILLIE Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
FUCHS Florent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
GABELLE DELOUSTAL Audrey	Neurologie
GAUJOUX Viala Cécile	Rhumatologie
GODREUIL Sylvain	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
GUILLAUME Sébastien	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
GUILPAIN Philippe	Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement; addictologie
GUIU Boris	Radiologie et imagerie médicale
HERLIN Christian	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlologie
HOUEDE Nadine	Cancérologie ; radiothérapie
JACOT William	Cancérologie ; Radiothérapie
JUNG Boris	Médecine intensive-réanimation
KALFA Nicolas	Chirurgie infantile

KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MAURY Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier	Néphrologie
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire

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

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

1^{re} classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

2^{ème} classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine Générale

1^{re} classe :

LAMBERT Philippe

2^{ème} classe :

AMOUYAL Michel

PROFESSEURS ASSOCIES – Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

PROFESSEURS ASSOCIES – Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

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

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

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

Maitres de Conférences des Universités – Praticiens HospitaliersMCU-PH Hors Classe

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

MCU-PH de 1^{ère} Classe

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BOURGIER Céline	Cancérologie ; Radiothérapie
BRET Caroline	Hématologie biologique
COSSEE Mireille	Génétique

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

MCU-PH de 2nde Classe

CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénérologie
GOUZI Farès	Physiologie
HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
JEZIORSKI Éric	Pédiatrie
KUSTER Nils	Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

Maîtres des Conférences – Médecine Générale MCU-MG de 1^{ère} Classe

COSTA David

MCU- MG de 2nde Classe

FOLCO-LOGNOS Béatrice

OUDE ENGBERINK Agnès

Maîtres de Conférences Associés – Médecine Générale

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

Praticiens Hospitaliers Universitaires

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

Remerciements

Cette thèse est dédiée à :

À Dr BOURDREL Thomas, pour ton aide et son investissement dans ce travail de thèse. Merci pour avoir inspiré mon sujet de thèse lors d'une conférence au Congrès des Jeunes Médecins d'Avignon.

Au Pr LAMBERT Philippe, de me faire l'honneur de présider cette soutenance de thèse. Merci pour votre aide et votre implication.

Aux membres du Jury, Pr FESLER Pierre, Pr LOPEZ Antonio pour leur présence à cette soutenance et leur intérêt pour mon travail.

À tous les médecins qui ont participé au questionnaire afin que cette thèse puisse voir le jour.

À toutes les équipes médicales des différents lieux de stage dans lesquels j'ai évolué. Une pensée toute particulière au service de pneumologie à Nouméa, à Faïza pour ta bonne humeur et tes compétences, à Sandrine et Jennifer qui ont rendu ce semestre exceptionnel.

À Catherine qui a essayé d'avancer mon heure d'arrivée au dispensaire tous les matins. À Yannick et Amélie pour nos moments de détente à l'îlot tout petit. Au service de médecine de Guyane, grâce à qui j'ai connu l'importance d'un esprit d'équipe, merci de m'avoir écouté et soutenu quand j'avais des doutes. Un merci particulier à Élise, pour ce beau duo de Tic et Tac, pour ton énergie et l'intérêt que tu mets au service de tes patients.

À l'équipe médicale de Lunel, à tous mes collègues médecins, Philippe, Célia, Cyril, Camille et Didier, ainsi qu'à Hélène pour votre accueil et votre gentillesse. Merci de me permettre de travailler dans la bonne humeur.

À mes parents qui m'ont toujours soutenue lors de mes études de médecine et pour bien d'autres projets de vie. À Papa, pour tous ces allers-retours entre Saint Etienne et Dunières lors de ma première année pour seulement boire un petit café et me consoler. À maman pour tous tes efforts, afin que je réussisse, pour tous ces placards fermés avec précaution, et pour toutes ces heures à angoisser pour mes résultats. Merci pour votre amour qui me permet d'avancer dans toutes les épreuves de ma vie.

À ma sœur Salomé qui a été présente lors de toutes les étapes importantes de ma vie, merci pour toute cette complicité. Merci pour cette bougie senteur crème brûlée qui me réchauffe toujours le cœur dans les moments difficiles. À Rodolphe, pour faire partie de cette famille depuis toutes ces années, pour rendre ma sœur heureuse.

À mon frère Stéphane, pour m'avoir supporté quand j'étais petite, puis m'avoir accompagné tout au long de ma vie. Merci pour tous ces déménagements, et ta présence à mes côtés en toute circonstance.

À mes frères Thomas et Remy, pour cette enfance heureuse à vos côtés. Merci pour m'avoir initiée aux soirées, pour m'avoir accompagnée lors de mes premiers pas sur les pistes de danse, ce qui m'a permis d'acquérir des compétences festives bien utiles pour mes études de médecine. Merci aussi pour tous les beaux enfants que vous avez faits, d'avoir fait de moi une heureuse tatie ; Nael, Manoha, Tiago, Alba que j'aime à la folie.

À Mamie, merci pour toutes ces heures de relecture de tous mes devoirs ; promis, c'était le dernier. Merci pour m'avoir transmis ton goût du voyage. J'espère pouvoir devenir aussi douée que toi pour les mots croisés. Merci pour ta confiance en moi, qui me permet d'avancer dans la vie avec un peu plus d'assurance. À mon regretté Papi qui m'a couvert d'amour, merci pour les valeurs que tu m'as transmises.

À Mame, qui n'est malheureusement pas présente aujourd'hui, tu aurais tant aimé être à mes côtés en ce jour si important, tu m'aurais répété à quel point tu étais fière de moi. Tu me manques.

À toute la famille Fayolle, pour tous les repas de famille animés et joyeux. Et merci pour avoir suivi toutes les étapes de mes longues études.

À Gérard, mon tonton, tu es toujours présent dans les moments importants de ma vie. A Liliane pour sa gentillesse.

À la famille Ruffault, qui est dans ma vie depuis mon enfance. À Sylvie pour ces tours de lac difficiles, merci d'être aussi adorable, à tonton Jean Yves pour tous ses moments de rires. À Damien, je garderai toujours en souvenir les débuts de notre amitié en stage à Vieux Boucau. Et à Yoann pour ton soutien, ton amitié, ta joie de vivre, pour toute cette complicité partagée.

Aux amis de Saint Etienne, pour toutes nos soirées d'externe. À Geoffrey, en souvenir de tous nos piques niques entre deux révisions dans le hall de la BU, sans oublier tous nos fous rires dans l'amphi. À Théau, pour toutes ces questions posées en P1. À Laurène, à notre belle frayeur sur les plages mauriciennes, et nos beaux coups de soleil. À Alexia, que de bonnes soirées passées chez toi.

Aux amis mendois, tellement d'amour, je n'aurais jamais pu imaginer meilleur début d'internat avec vous.

À Redha, mon coloc favori, pour ta bienveillance et notre amitié depuis cette fameuse soirée au Babylone, à Sabrina pour tous nos brunchs passés et futurs. À Alban, à nos vacances au ski, à tes mignonnes râleries et à tous nos verres trinqués et à Bertille pour son sourire. À Maillys, ma compagne de voyage italien, à nos piqûres de moustique. À Anne Cha, à ton humour qui m'a permis de décompresser dans cette salle commune d'internat, à ta spontanéité, ta folie, et à ton Romain tout aussi chaleureux. À Sophie, à ton optimisme et ta légèreté, je te souhaite une belle vie à Aix avec Pierre. À Quentin, en souvenir du footing (ou plutôt de l'escalade) que tu m'as motivé à faire à Mende, à Élise pour ton sens de l'accueil et ton hédonisme. À Agnès, pour notre passion de la Haute Loire. Et bien sûr à Pauline notre infirmière préférée, à ton soutien.

À la team du cinquième, le meilleur étage,

À Jojo, ma co-interne de cœur, à toute cette joie que tu inspires autour de toi, à tous tes rires, à ton enthousiasme. À Jason, à ta prévenance envers tes proches.

À Fatiha pour ta désinvolture, ton talent pour la danse et toute cette liberté d'esprit.

À Ben pour tous tes bons petits plats préparés à Pacifique Arcade, à tous nos apéros calédoniens. À Ingrid, pour mon initiation aux jeux de sociétés. Merci à tous les deux pour votre sympathie et votre bonté. Plein de bonheur avec votre petit Raphaël.

Aux amis de Guyane, appelés aussi « les Bretons »,

Une équipe de choc, nos relations ont été si faciles, une amitié inéluctable.

À Marie, qui comprend toujours mon intolérance à la chaleur, ma collègue de boisson, à ton rire, à ta bonne humeur. À Aline, qui essaye tant bien que mal de nous canaliser, à tes qualités de chanteuse de karaoké. À Mamat, pour tous tes saumons, et merci pour ton soutien en médecine, tes compétences, et ta confiance en moi. Je ne peux pas oublier Rougail, pour la nuit passée sur votre clic-clac. À Mélina, merci d'être toujours aussi motivée, enjouée et sincère. À Sam et Marine, merci de nous faire encore rêver avec vos photos à l'autre bout du monde, hâte de rencontrer votre nouveau compagnon. À Quentin, tes conseils botaniques, toutes tes petites attentions, et tous les litres de bière à venir. À Greg, mon colloque, pour nos petits cafés en terrasse, nos apéros entre voisins improvisés, pour ta tolérance et ton empathie. À Mel, à nos discussions interminables sur la terrasse, je ne peux pas synthétiser en quelques mots toutes tes qualités, je suis extrêmement chanceuse de te compter parmi mes amies, garde ton grand cœur et ta générosité.

À ma belle-famille,

À Patrice et Claudine, pour tous nos débats autour d'un verre de Vouvray.

À Maryse, à ton accueil adorable, à tous ces travaux pendant le confinement, à toutes nos soirées autour de la piscine.

À Thibault, à toutes tes convictions altruistes, et à nos parties de pétanque. À Stéphanie, à toute la sueur partagée pendant nos séances de sport, à tous nos délires. À ce confinement joyeux et amusant partagé avec vous.

À Thomas, mon amour, mon compagnon de vie. Nous avons parcouru beaucoup de chemin ensemble depuis ce fameux coucher de soleil à l'Anse-Vata. Je veux tout simplement te dire à quel point je suis heureuse à tes côtés, tous les jours je n'aspire qu'à te retrouver le soir pour me réfugier dans tes bras. J'aime nos soirées tisanes, nos petites habitudes de couple. J'aime être la seule personne à rire à tes blagues. J'aime que tu m'épaules, que tu me rassures au quotidien. J'aime nos voyages exceptionnels, nos vies tumultueuses, nos envies soudaines de nouveaux projets. J'aime la personne que tu es, toute entière, tu es la plus belle âme que je connaisse. Je te remercie pour ton amour et ta patience. Merci de ton soutien sans faille. Merci de m'avoir poussé tous les jours à écrire cette thèse... je sais que tu y as mis beaucoup d'énergie. A tous nos projets futurs, à commencer par de nouvelles aventures en van, à notre future union par Pacs, à notre futur chien (dans moins de deux ans). Je t'aime.

SOMMAIRE

LISTE DES ABRÉVIATIONS :	22
I. INTRODUCTION	24
II. REVUE DE LA LITTÉRATURE	26
1. Les différents polluants atmosphériques	26
2. Réglementation gouvernementale	30
3. Lien entre la pollution atmosphérique et la morbi-mortalité cardio vasculaire	33
4. Physiopathologie	42
5. Modification des concentrations en polluants en fonction des conditions météo :	46
6. Efficacité des mesures d'atténuation	48
7. Les outils de surveillance de la pollution atmosphérique	52
8. Les connaissances des médecins généralistes	55
III. MÉTHODE	57
1. Recherche qualitative	57
2. Recherche bibliographique	58
3. Recrutement de l'échantillon	60
4. Recueil de données	61
5. Retranscription des données	64
6. Analyse des données	65
IV. ANALYSE DES DONNÉES	66
1. Présentation de l'échantillon	66
2. Résultats	67
V. DISCUSSION	111
1. Les points clés de la revue de littérature	111
2. Les limites des études épidémiologiques	112
3. Limite de notre étude qualitative (98)	113
4. Discussion sur les résultats de l'étude	115
5. Le rôle du médecin généraliste	123
VI. CONCLUSION	125
VII. BIBLIOGRAPHIE	127
VIII. ANNEXES	140
ANNEXE 1 : les conseils en période de pic de pollution (16)	140
ANNEXE 2 : Conseils de la fédération française de cardiologie (76)	143
ANNEXE 3 : Tract de l'association WONCA	144
ANNEXE 4 : Guide d'entretien	145
ANNEXE 6 : Lettre adressée aux médecins généralistes	148
ANNEXE 7 : indice ATMO	149
SERMENT	150

Liste des Abréviations :

AASQA : Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME : agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'énergie
AEE : Agence européenne pour l'environnement
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ASEF : Association Santé Environnement France
ATMO : indicateur journalier de la qualité de l'air
AVC : accident vasculaire cérébral
CAFE : Clean Air For Europe
CES : colloque en environnement et santé
CISMEF : catalogue et index de sites médicaux francophones
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
CO² : dioxyde de carbone
COV : composé organique volatil
CRBM : Constructeur de requêtes bibliographiques Médicales
DES : diplôme d'études spécialisées
DIU : diplôme interuniversitaire
DPC : développement professionnel continu
DU : diplôme universitaire
GEMM : Global Exposure Mortality Model
HAM : hydrocarbure aromatique monocyclique
HAP : hydrocarbure aromatique polycyclique
HDL : high density lipoproteins
HEPA : high-efficiency particulate air
HTA : hypertension artérielle
IDM : infarctus du myocarde
INPES : institut de prévention et d'éducation pour la santé
INSES : institut national de la statistique et des études économiques
LDL : low density lipoproteins
NO : oxyde nitrique
NO₂ : dioxyde d'azote
O₃ : ozone
OMS : organisation mondiale de la santé
PM : matière particulaire

PM2,5 : particules fines

PM10 : particules grossières

PM0,1 : particules ultrafines

ROS : espèce réactive de l'oxygène

SO2 : dioxyde de soufre

TCS : test de concordance de scrip

UPEC : université Paris Est Créteil

VMC : ventilation mécanique contrôlée

I. Introduction

Les maladies cardiovasculaires provoquent plus de 4 millions de décès chaque année à travers l'Europe, représentant 45% de tous les décès. Il s'agit de la première cause de morbidité chronique dans le monde. Selon l'OMS, 31 % de la mortalité mondiale totale serait imputable aux pathologies cardio-vasculaires (1).

De nombreuses études établissent le rapport entre les maladies cardio-vasculaires et la pollution de l'air. L'impact mondial de la pollution de l'air, est estimé à 3,1 millions sur 52,8 millions de décès toutes causes et tous âges confondus en 2010. La pollution de l'air est classée parmi les facteurs de risques modifiables et indépendants de maladies cardiovasculaires par les sociétés de cardiologie.

Un consensus d'experts au nom de la Société européenne de cardiologie explore les mécanismes et les relations entre la pollution de l'air ambiant et les maladies cardiovasculaires (2). Ils mettent en évidence un effet néfaste de la pollution atmosphérique sur les maladies cardiovasculaires préexistantes mais aussi sur le développement de ces maladies.

Les polluants de l'air ambiant entraînent une inflammation chronique et un stress oxydatif important. Ils sont responsables de la formation d'athérome, d'évènements thrombotiques, de processus d'ischémie (3).

Les différentes études montrent un impact de la pollution à court terme et à long terme sur les maladies cardiovasculaires, même en dessous des normes fixées par les différents gouvernements (4)(5)(6)(3)(7). Il s'agit d'un problème de santé publique majeur. Le problème du trafic routier est particulièrement étudié car il est l'acteur principal de l'impact cardio vasculaire par l'émission de particules carbonées (8)(9).

D'autres études mettent en évidence une diminution de l'impact sanitaire suite à une amélioration de la qualité de l'air (10)(11).

Le lien causal, entre l'exposition aux polluants atmosphériques et la morbi-mortalité cardiovasculaire est bien documenté par de nombreuses études épidémiologiques et toxicologiques. Il est admis par la communauté scientifique.

Il paraît essentiel de prendre en compte ces données dans la pratique médicale quotidienne afin de mesurer les facteurs de risques cardiovasculaires d'un patient en médecine générale.

Lors d'un congrès des jeunes médecins auquel je me suis rendue à Avignon, j'ai participé à une conférence sur ce sujet majeur animée par Dr BOURDREL Thomas. Les évidences

annoncées m'étaient totalement inconnues. Lors de ma formation médicale je n'ai pas reçu ces informations, je n'avais pas conscience des dégâts sanitaires que pouvaient causer les différents polluants extérieurs sur le système cardiovasculaire.

La prévention primaire et secondaire est un des rôles primordiaux du médecin généraliste. Il doit être capable de donner une information précise sur les facteurs de risques de pathologies chroniques et de mortalité.

Devant ce tel fardeau pour la santé des patients, je me suis interrogée sur le vécu des médecins face aux questions des patients à ce sujet ? Sont-ils sensibilisés à ce problème ? Quel est leur niveau d'information ? Ont-ils des outils de prévention à proposer à leurs patients? D'après certaines études citées plus tard, les médecins généralistes déclarent pour la plupart n'avoir reçu que peu de formation à ce sujet et ne sont pas satisfaits des réponses apportées aux patients (12). Nous avons donc décidé de réaliser ce travail de thèse qualitative, afin d'explorer l'expérience des médecins généralistes de l'Hérault dans la prévention cardiovasculaire vis-à-vis des facteurs de risques environnementaux, et plus particulièrement de la pollution de l'air extérieur.

Comment intègrent-ils les notions épidémiologiques et toxicologiques sur la pollution de l'air extérieur dans la prévention primaire ou secondaire des maladies cardiovasculaires ?

Pour répondre à cette question, des médecins généralistes de bassins de populations différents ont été interrogés. L'hypothèse est de penser que les médecins ont peu d'expériences et peu de connaissances vis à vis des effets cardiovasculaires de la pollution atmosphérique. Pour attester cette hypothèse, nous avons exploré les vécus personnels et les pratiques des médecins généralistes. L'hypothèse secondaire est que ceux exerçant dans des zones plus densément peuplées sont plus avertis, plus sensibilisés que les médecins exerçant en zone peu dense ou en milieu rural.

La rédaction des questions du guide d'entretien a nécessité un état des lieux des connaissances à travers une revue de littérature non exhaustive, qui va être présentée dans la première partie. De plus ce premier travail a permis d'appréhender la qualité des informations recueillies auprès des médecins et de les analyser. On débutera par quelques définitions sur la pollution de l'air suivies d'un état des lieux des connaissances scientifiques validées. Le questionnaire sera détaillé plus loin dans la partie méthode. Cette revue sera mise en perspective dans la discussion des résultats, à la suite de l'analyse des données recueillies dans les entretiens.

II. Revue de la littérature

1. Les différents polluants atmosphériques

Au quotidien nous respirons l'air environnant. Celui-ci est chargé en particules. Tout le monde est donc concerné par les polluants atmosphériques.

On ne présentera que les polluants de l'air extérieur car 60 % de la morbi-mortalité en lien avec l'air intérieur provient en réalité de particules fines issues de l'air extérieur et diffusant dans l'air intérieur (3).



Fig1 : sources de pollution de l'air en image.

Source : <https://www.scalair.nc/images/phocagallery/Sources/UneSources.jpg>

a. Les particules désignées PM pour matières particulaires (13) :

Le terme particule désigne un mélange de polluants solides et/ou liquides en suspension dans un milieu gazeux (14).

Les particules PM sont classées en fonction de leur granulométrie et donc de leur diamètre. Ce dernier a un impact sur la capacité de pénétration de l'aérosol dans l'organisme. Il existe les PM10 soit des particules qui ont un diamètre de 10 μm , ce sont les particules grossières. Les PM2,5 ont un diamètre inférieur à 2,5 μm , on parle de particules fines. Les particules ultrafines ont un diamètre de 0,1 μm , les PM0,1.

Les stations fixes d'analyse de la qualité de l'air mesurent le plus souvent les PM10 et PM2,5. Les particules ultrafines ne sont pas encore mesurées dans l'air ambiant alors qu'elles représentent 90% des particules issues du trafic routier.

Les particules diffèrent également de par leur composition et leurs sources :(14)(15)

- Le trafic routier est responsable d'émissions de PM0,1, PM2,5 et PM10 : il génère des particules ultrafines par la combustion de carburant mais aussi par l'usure des routes, des pneus (PM10) et des freins (PM2,5). C'est la principale source de particules ultrafines, inférieures à 0,1 µm de diamètre (PM 0,1), dans les environnements urbains. Les particules d'échappement diesel sont principalement des particules ultrafines PM0,1. Contrairement aux particules fines et grossières, les particules ultrafines ne sont pas stoppées par la barrière pulmonaire.

La particule de diesel est la particule de combustion la plus connue. Son centre est composé d'atomes de carbone pur. La périphérie de la particule est recouverte de nombreuses molécules très toxiques essentiellement composées de métaux lourds, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et également de sulfates.

- Les centrales à charbon, les centrales collectives au bois, et le chauffage au bois ainsi que les feux de forêt sont d'autres sources importantes de particules de combustion de composition similaire à une particule de diesel.
- Les embruns marins, les poussières désertiques, les érosions sont responsables de l'émission de particules peu carbonées. Les éruptions volcaniques sont aussi des sources de particules naturelles primaires, surtout de grosses particules.
- Les particules fines dites secondaires d'origine agricole sont responsables classiquement de pics de pollution de mars à mai lors des épandages agricoles. Ces particules secondaires agricoles représentent la source la plus importante d'émissions de particules fines PM2.5 en Europe. Ces particules sont composées essentiellement de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium.

On peut aussi classer les PM selon leur processus de formation. Les particules primaires sont émises directement sous forme particulaire depuis leur source dans l'atmosphère, contrairement aux particules secondaires, qui sont issues de la transformation de gaz en particules ou de l'évolution d'une particule primaire. Elles sont donc générées dans l'atmosphère.

b. Les polluants gazeux (16):

- Les oxydes d'azote

Ils comprennent le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote. Ils participent à la création par phénomène photochimique de polluants secondaires comme l'ozone. Ils ont une toxicité directe, notamment le NO₂.

Les phénomènes de combustions sont leur principale source, notamment dans le trafic routier, le chauffage, les centrales thermiques et électriques. Le NO₂ est au cœur du scandale des moteurs truqués du Dieselgate par le groupe Volkswagen, de 2009 à 2015. La France a été condamnée par la Cour de Justice de l'Europe pour non-respect des concentrations en NO₂ dans 9 villes françaises et en PM10 dans 2 agglomérations.

- Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est issu, le plus souvent, de la combustion incomplète du carbone des gaz d'échappement des voitures. La mauvaise installation des systèmes de chauffage est une deuxième source majeure (17).

- Le dioxyde de soufre (SO₂)

Le SO₂ est issu de la combustion des énergies fossiles riches en soufre, à savoir le diesel et le charbon. Le trafic routier, les raffineries de pétrole, le chauffage industriel et domestique ainsi que la production d'électricité en sont les principales sources. Le trafic maritime est de plus en plus responsable d'émission de SO₂ (18). Il conduit à la formation de particules secondaires. Lorsqu'il se transforme en acide sulfurique, il est responsable de pluies acides.

- Les composés organiques volatiles (COV)

On distingue le méthane qui est le principal COV d'origine naturelle. Les COV non méthaniques sont essentiellement issus de la combustion de carburants ou de l'évaporation de solvants.

Ils comprennent les aldéhydes, les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) comme le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les HAP peuvent être formés naturellement lors des feux de forêt, de prairies, lors de processus d'écobuage ou lors des éruptions volcaniques. Mais l'activité anthropique en est la source majeure par la combustion de carburant diesel ou essence (transports, industries), l'incinération des déchets et la combustion de bois et de charbon (domestique : cuisine et chauffage).

Lors de températures froides, les HAP gazeux se transforment en HAP particulaires (17).

Les HAP ont la capacité de se fixer sur des particules ultrafines qui deviennent alors un vecteur pour ces dernières.

2. Réglementation gouvernementale

La réglementation des seuils à partir et en dessous desquels la concentration en polluants atmosphériques est considérée comme acceptable, est basée sur les recherches épidémiologiques et toxicologiques. Les valeurs seuils varient entre l’OMS, l’Europe et la France. Ces valeurs concernent les MP10, les PM2,5, le SO₂, le NO₂, et l’O₃.

Réglementation de l’OMS : Guidelines for air quality, WHO, Geneva 2000 et 2006 (19)

Polluant	Moyenne annuelle	
PM2,5	10 µg/m ³	25 µg/m ³ sur 24h (ne pas dépasser plus de 3 jours par an)
PM10	20 µg/m ³	50 µg/m ³ sur 24h (ne pas dépasser plus de 3 jours par an)
NO ₂	40 µg/m ³	200 µg/m ³ par heure
O ₃		100 µg/m ³ par 8 heures
SO ₂	20 µg/m ³	500 µg/m ³ par 10 minutes

Des études montrent qu’en 2018, encore 9 personnes sur 10 respirent un air vicié contenant des niveaux de polluants atmosphériques élevés (20). Les concentrations dépassent dans les pays européens les valeurs seuils fixées par l’OMS.

Réglementation de l’Europe : directive européenne du 21 mai 2008 (21)

Polluants	Moyenne annuelle	
PM10	40 µg/m ³	
PM2,5	20 µg/m ³	
O ₃		120 µg/m ³ par 8 heures (ne pas dépasser plus de 25 jours par an)

NO ₂	40 µg/m ³	200 µg/m ³ par heure (ne pas dépasser plus de 18h par an)
SO ₂		125 µg/m ³ par 24h (ne pas dépasser plus de 3 jours par an)

La réglementation française : les valeurs sont définies dans le code de l'environnement le 19 avril 2017 (22)

Polluants	Moyenne annuelle	
PM10	40 µg/m ³	50 µg/m ³ par 24h (ne pas dépasser plus de 35 jours par an)
PM2,5	25 µg/m ³	
NO ₂	40 µg/m ³	200 µg/m ³ par heure (ne pas dépasser plus de 18h par an)
SO ₂		125 µg/m ³ par 24h (ne pas dépasser plus de 3 jours par an)
O ₃		120 µg/m ³ par 8 heures (ne pas dépasser plus de 25 jours par an)

Des mesures de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) en 2016 permettent d'observer qu'environ 90% des citoyens en Europe vivent dans des zones où recommandations de l'Organisation mondiale de la santé pour la qualité de l'air, notamment les concentrations des particules de taille inférieure à 2,5 µm (PM2,5), ne sont pas respectées (23).

Situation de l'Hérault (24)(25) :

Dans le département de l'Hérault, selon le rapport sur la qualité de l'air, en 2019, nous avons connu 7 jours d'épisodes de pollution par l'ozone. Le plus souvent ces pics ont eu lieu en été.

Par contre les valeurs cibles pour la protection de la santé humaine ne sont pas respectées de façon chronique pour le centre et l'est de l'Hérault (26).

Les concentrations en NO₂ et en particules sont élevées le long des grands axes routiers (A75 et A750), et exposent les habitants vivant à moins de 150m à des effets néfastes pour leur santé.

La région Occitanie a subi en 2019, 11 épisodes de pics de pollution en PM10.

Les seuils de déclenchement de pic de pollution en Occitanie sont basés sur les recommandations du code de l'environnement :

- Pour les PM10 au-dessus de 50 µg/m³ par 24h
- Pour le dioxyde d'azote le seuil est fixé à 200 µg/m³ par heure
- Pour l'ozone la valeur limite est de 180 µg/m³ par heure.

Pour effectuer les mesures en polluants il existe 9 stations fixes de mesure dans l'Hérault.

3. Lien entre la pollution atmosphérique et la morbi-mortalité cardio vasculaire

Les pathologies cardio-vasculaires sont la première cause de morbidité chronique dans le monde. Selon l’OMS, plus de 30% de la mortalité mondiale totale est imputable aux pathologies cardio- vasculaires. Il s’agit donc de la première cause de décès dans le monde.

Les pathologies en lien avec la pollution atmosphérique représentent en France 48000 décès par an soit environ 9 % de la mortalité totale (27).

Dans le monde environ neuf millions de décès sont dus à des facteurs environnementaux dont la moitié à la pollution de l’air extérieur.

En Europe, 269 000 décès liés aux maladies cardiovasculaires par an sont attribuables à la pollution atmosphérique.

La pollution est considérée comme la troisième cause de mortalité prématurée en France.

Des études estiment la perte d’espérance de vie moyenne de 1 an pour les habitants en Europe, due à la mortalité cardiovasculaire liée à la pollution atmosphérique (28).

Selon un rapport de l’ANSES en 2019, l’exposition à la pollution atmosphérique en lien avec l’activité humaine est responsable d’une perte d’espérance de vie de 15 mois à 30 ans (29)(30). Selon l’OMS chaque augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM10 est associée à une baisse de l’espérance de vie de 6 mois.

Depuis de nombreuses années, les preuves de l’impact de la pollution de l’air sur le système cardio- vasculaire s’accumulent (31)(32)(33). Les particules fines et ultrafines semblent jouer un rôle primordial. Les effets néfastes dus à la pollution par le trafic routier sont les plus étudiés.

Les études épidémiologiques ont montré que 80% des pathologies en lien avec la pollution de l’air sont des maladies cardio-vasculaires.

Les impacts sur la santé sont divisés en deux catégories : les effets à long terme et les effets à court terme.

a. Les Effets à court terme :

Il s’agit des conséquences en termes de morbidité et mortalité cardio-vasculaires dans les suites d’un pic de pollution atmosphérique, dans les heures ou les jours qui suivent l’évènement.

- Mortalité cardiovasculaire :

Une augmentation du monoxyde de carbone aigüe est fortement associée à un risque accru de décès par insuffisance cardiaque.

A court terme l'exposition au dioxyde d'azote est associée à un surcroît de mortalité même à des concentrations respectant les valeurs seuils européennes (34).

Un pic de PM_{2,5} ou de PM₁₀ augmente l'incidence de la mortalité cardiovasculaire (35)(36).

Il existe une association entre une exposition à court terme à la pollution atmosphérique particulaire et une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque, considérée comme un marqueur de déséquilibre du système nerveux autonome et un facteur de risque de mortalité cardiovasculaire (18).

D'après la revue de la littérature par Bourdrel Thomas publiée dans réalités cardiologiques (3), la hausse des décès par insuffisance cardiaque est associée aux variations des particules atmosphériques mais aussi à l'augmentation des polluants gazeux. Par exemple : chaque augmentation de 10 µg/m³ en PM_{2,5} s'accompagne d'un risque deux fois plus important d'hospitalisation ou de décès par insuffisance cardiaque dans les 24 à 48 heures suivantes .

L'augmentation des PM_{2,5} et de l'ozone est significativement associée à une multiplication des arrêts cardiaques en dehors du milieu hospitalier.

- Augmentation des hospitalisations pour insuffisance cardiaque :

Le monoxyde de carbone est responsable d'une augmentation des hospitalisations pour insuffisance cardiaque. Les conclusions sont les mêmes pour le dioxyde de soufre et dioxyde d'azote. L'association la plus forte était dans les 24h suivant l'exposition.

Les pics de PM_{2,5} et PM₁₀ participent à l'élévation du nombre d'hospitalisations pour insuffisance cardiaque (35)(36).

Les excès à court terme des concentrations en PM et en composants gazeux (NO₂, SO₂, CO) sont assortis à un risque accru d'hospitalisation ou de décès par insuffisance cardiaque congestive.

- Accidents vasculaires cérébraux (AVC) :

Le Journal de l'American Heart Association publie en 2015, une relation positive entre les AVC ischémiques et l'augmentation des concentrations moyennes de particules le jour des

événements. Cette association est d'autant plus forte chez les sujets vivant à moins de 75 m d'une route principale (38) (39). Les particules ultrafines sont les plus concernées (40).

Cette information est reprise par le Dr Bourdrel Thomas : les AVC sont augmentés dans les heures ou les quelques jours qui suivent un pic de pollution de l'air avec une participation plus importante des particules ultrafines. Il existe une relation entre les pic de pollution extérieure et la survenue d'AVC (41).

- Hypertension artérielle :

L'exposition à court terme au SO₂, aux particules PM_{2,5} et PM₁₀ est significativement corrélée à une hypertension artérielle selon une méta analyse publiée en 2016 (42).

- Infarctus du myocarde (3):

Selon l'international journal of cardiologie (30) :

- Il y a une relation significative entre les particules atmosphériques, l'exposition au trafic routier et la survenue d'infarctus du myocarde
- Les augmentations de PM_{2,5}, PM₁₀ et NO₂ sont suivies d'une augmentation des infarctus avec sus décalage du segment ST; indépendamment des facteurs de risque cardiovasculaire classiques et malgré des niveaux d'exposition à la pollution de l'air conformes à la législation européenne sur la qualité de l'air.

Une revue de la littérature publiée en 2017 (43), met en évidence un risque de syndrome coronarien aigu majoré suite à une augmentation à court terme des polluants atmosphériques.

Donnons quelques chiffres :

- Une augmentation de 10 µg / m³ des PM_{2,5} au cours des 24 heures précédant l'événement coronarien était associée à un risque accru de 2,8%,
- Une augmentation similaire du NO₂ était associée à un risque accru de 5,1%.

Le surcroît de la concentration de l'ozone est aussi associé à un risque accru d'infarctus coronariens.

Une étude de l'European Heart Journal met en évidence le rôle majeur des nanoparticules dans les effets vasculaires néfastes liés à l'inhalation de gaz d'échappement des moteurs diesel (8).

Des études en double aveugle exposaient des volontaires à des gaz d'échappement diesel dilués et à de l'air filtré alternativement (44)(45) :

- Les gaz d'échappement augmentent le risque d'ischémie myocardique et inhibe la

capacité fibrinolytique endogène chez les hommes atteints d'une maladie coronarienne stable.

- Ils provoquent une activation plaquettaire in vivo chez l'homme compatible avec la survenue d'infarctus du myocarde.

- Arythmie :

Des études montrent une corrélation entre l'inflation des PM_{2,5} et du NO₂ et les hospitalisations pour arythmie.

Il existe une association entre une exposition à court terme à la pollution atmosphérique particulaire et une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque, considérée comme responsable d'arythmie. Il a été prouvé que les patients porteurs de défibrillateur cardiaque implantable présenteraient plus d'arythmie ventriculaire dans les heures et jours suivant une augmentation des polluant que les patients sains.

Il y a une augmentation des admissions hospitalières pour fibrillation auriculaire lors de pics de pollution (18).

b. Les effets à long terme :

Les articles font référence aux complications cardiovasculaires suite à une exposition chronique à la pollution de l'air ambiant. Le plus souvent l'augmentation de la mortalité et de la morbidité est calculée par année. La pollution atmosphérique est actuellement considérée comme un facteur de risque cardio vasculaire aussi important que le diabète et l'hypertension artérielle (46).

Une méta analyse Européenne se focalise sur l'effet à long terme de l'exposition au dioxyde d'azote (NO₂) (47). Elle est associée à une augmentation significative des maladies cardiovasculaires. Mais l'effet des PM_{2,5} est plus important (avec une augmentation de 20% contre 13% pour le NO₂)

- Mortalité cardiovasculaire :

L'accroissement des concentrations annuelles en NO₂ a un effet sur l'augmentation de la mortalité cardiovasculaire. La relation entre la mortalité cardiovasculaire et l'augmentation annuelle des concentrations en ozone est retrouvée dans quelques études menées sur les

saisons chaudes. Quel que soit le polluant en cause, le trafic routier est un facteur de risque de mortalité cardiovasculaire, notamment de risque de mort cardiaque subite (43).

L'augmentation du NO_2 de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ est liée à une hausse de 13% du risque de mortalité cardiovasculaire (7). La proximité avec un axe routier est un facteur supplémentaire (environ 38% de risque si le lieu de vie est à moins de 50m d'un axe routier principal) (3).

Le taux de surmortalité par pollution atmosphérique, liée aux maladies cardiovasculaires, s'élève à 2,4 millions par an dans le monde, dont 269 000 en Europe.

Selon le GEMM, Global Exposure Mortality Model, le taux de mortalité mondial attribuable à la pollution de l'air ambiant par les $\text{PM}_{2,5}$ et O_3 est de 4,55 millions en 2015 (28).

Une association entre une exposition à long terme à la pollution atmosphérique particulaire et une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque, est considérée comme un facteur de risque de mortalité cardiovasculaire (43).

- Les pathologies coronariennes :

L'étude ESCAPE en 2014 met en évidence de manière significative (48) qu'une accumulation de $\text{PM}_{2,5}$ et PM_{10} est responsable d'une augmentation importante des incidents coronariens. Les concentrations étaient en dessous des valeurs seuils fixées par l'Europe.

Une accentuation de la mortalité cardiovasculaire est associée à une augmentation de la concentration annuelle de $\text{PM}_{2,5}$. Les associations les plus fortes ont été observées pour la mortalité associée aux maladies coronariennes (43).

Les PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ sont les polluants les plus impliqués dans la survenue d'infarctus du myocarde. En ce qui concerne l'artériosclérose prématurée et l'augmentation du score calcique de l'artère coronaire, seuls les $\text{PM}_{2,5}$ sont incriminées (49). L'exposition à long terme à un trafic routier intense est associé à un développement de l'athérosclérose coronarienne (9).

La pollution de l'air est donc associée au risque de cardiopathies ischémiques (7). En effet une augmentation de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ entraîne un risque accru de 11 %. Quel que soit le type de polluant, le lieu de vie à moins de 50m d'un axe routier augmente de 63 % le risque d'infarctus du myocarde (34% si le lieu de vie est entre 50m et 100m) (3).

- AVC :

La pollution de l'air est un facteur majeur d'augmentation du risque d'AVC à long terme (50).

D'après le Lancet, les polluants atmosphériques sont responsables de 29 % des AVC dans le monde (43).

Une exposition chronique aux particules fines peut entraîner un infarctus du myocarde, une hypertension artérielle, un accident vasculaire cérébral et une insuffisance cardiaque (28). La pollution chronique est un facteur de risque d'AVC même à des concentrations basses (51).

- Insuffisance cardiaque :

En 2019, l'American journal of Epidemiology étudie l'association positive entre l'exposition à long terme aux particules ultrafines et la survenue d'insuffisance cardiaque congestive et infarctus

du myocarde. De plus, l'exposition au long court au dioxyde d'azote est associée à une augmentation des insuffisances cardiaques congestives (52).

- HTA :

Selon une méta analyse du Journal de l'American Heart Association (42), une exposition à long terme au NO₂ et aux PM10 serait significativement associée avec une hypertension. L'exposition au trafic routier augmente le risque d'hypertension artérielle (3).

- Troubles du rythme :

Une augmentation du segment QT est retrouvée pour les expositions à long terme des particules atmosphériques (43). Des études ont trouvé des associations significatives entre la pollution de l'air par les particules et les troubles du rythme (7).

- Diabète (28):

Les mécanismes des effets néfastes de la pollution sur l'organisme humain facilitent le développement de l'hypertension, du diabète et de l'athérosclérose (53).

La pollution de l'air déclencherait ou aggraverait des maladies non transmissibles comme le diabète ou l'hypertension artérielle. Ceux sont des facteurs majeurs de pathologies cardiovasculaires.

c. Effets du trafic routier :

Parmi toutes les études, beaucoup mettent en évidence un lien entre l'intoxication aux polluants atmosphériques et la résidence à proximité d'un axe principal de circulation. Les habitants proches des périphériques et des autoroutes ont une santé dégradée. Les populations défavorisées habitant souvent au pied de ces grandes artères se trouvent plus exposées à la pollution (54).

Le trafic routier, de par la forte densité en véhicules diesel, est le premier responsable d'émissions de dioxyde d'azote et de microparticules. Les particules ultrafines sont majoritairement issues des gaz d'échappement diesel et sont celles qui ont l'impact le plus important sur la mortalité cardiovasculaire.

L'étude APHEKOM (55), a étudié 10 villes européennes pour confirmer cette association.

Cette découverte a un impact sanitaire conséquent car environ 50 % de la population urbaine vit à moins de 150 mètres d'un fort trafic routier. L'exposition à la pollution y est donc majeure.

La vie à proximité de ces axes serait responsable de plus de 30 % de pathologies coronariennes aiguës. En effet la diminution de la distance entre le lieu résidentiel et un trafic intense est associée positivement à une formation croissante de l'athérosclérose coronarienne(9).

Une étude a démontré que vivre à moins de 50 m d'une route principale était associé à une augmentation de 38 % du risque de mort cardiaque subite par rapport à une vie à plus de 500 m d'un axe où la circulation est dense (43). L'exposition chronique aux particules fines du trafic routier est responsable d'une élévation du score calcique de l'artère coronaire (63% pour les personnes vivant à moins de 50 m et 34% pour les habitants proches de 50-100 m d'une route principale, par rapport aux personnes vivant à 200 m). Vivre à proximité d'un axe de circulation principal expose aussi à une majoration du risque d'accident vasculaire cérébral ischémique.

Une méta analyse permet de définir l'exposition à la pollution de l'air et au trafic routier comme les facteurs déclencheurs principaux d'infarctus du myocarde (56) (l'ampleur est aussi importante que celle retrouvée pour une consommation de café, d'alcool ou encore lors d'un effort physique. Mais la prévalence de l'exposition aux gaz d'échappement est plus importante dans la population).

Plusieurs études indiquent que les particules issues de la combustion fossile sont plus toxiques que les particules inorganiques (issues de l'agriculture). La circulation routière et le chauffage résidentiel sont considérés comme les principales sources de microparticules responsables de la mortalité en lien avec la pollution de l'air (57).

Ces particules carbonées sont constituées d'hydrocarbures aromatiques polycycliques qui leur confèrent leur grande toxicité. Les ions métaux en surfaces ont aussi un potentiel dans la formation de radicaux libres (ROS)(58)(8) .

Toutes les pathologies cardiovasculaires liées à la pollution atmosphérique semblent être majorées chez les patients présentant des antécédents cardio-vasculaires ou des facteurs de risque comme le diabète (59).

d. Impact économique :

Depuis plusieurs années les gouvernements mettent en place des mesures pour diminuer les concentrations des différents polluants de l'atmosphère. Les pays de l'union européenne ne respectent malheureusement pas les normes fixées par l'OMS ni par l'Europe (60). De plus, même à des niveaux réglementés de pollution, il existe encore des impacts sanitaires majeurs (61). Il n'existe pas d'effet seuil.

Le CAFE est le projet Air Pur pour l'Europe (62). Il permet, entre 2000 et 2020, une estimation des coûts induits par la pollution de l'air. Les microparticules seraient responsables de 348 000 décès prématurés et 100 000 hospitalisations par an. Le coût estimé serait entre 276 et 790 milliards d'euros soit entre 191 et 397 euros par an par personne.

Les efforts pour réduire les concentrations particulières auraient permis un gain entre 87 et 181 milliards d'euros par an en 20 ans. Des conclusion similaires ont été obtenues par le CNRS en 2017 lors de l'évaluation économique des impacts de l'exposition chronique aux particules fines en France (63).

Le projet APHEKOM (4) permettait d'évaluer les gains économiques et sanitaires de la réduction des différents polluants selon deux scénarios différents.

Dans le premier, une réduction de 5 µg/m³ des PM_{2,5} et des PM₁₀ engendrerait une économie de 14,5 milliards d'euros par an et 11 millions d'euros respectivement.

Alors qu'un respect des normes prévues par l'OMS (soit des concentrations annuelles

inférieures à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ et à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10}) permettrait une épargne de 31 milliards d'euros et 19 millions d'euros.

On peut noter que les bénéfices engendrés par la réduction des PM_{10} est 200 fois moins importante que celle permise par la diminution des $\text{PM}_{2,5}$.

Si on estime seulement les coûts des pathologies imputables au trafic routier, l'impact financier s'élève à 300 millions d'euros par an (55).

Une mesure législative européenne consistait à réduire les niveaux de soufre dans les carburants. Ceci a permis une réduction importante de dioxyde de soufre en Europe, se traduisant par une baisse des dépenses de santé de 192 millions d'euros.

Ces chiffres montrent bien que la pollution de l'air est un problème majeur de santé publique (10).

4. Physiopathologie

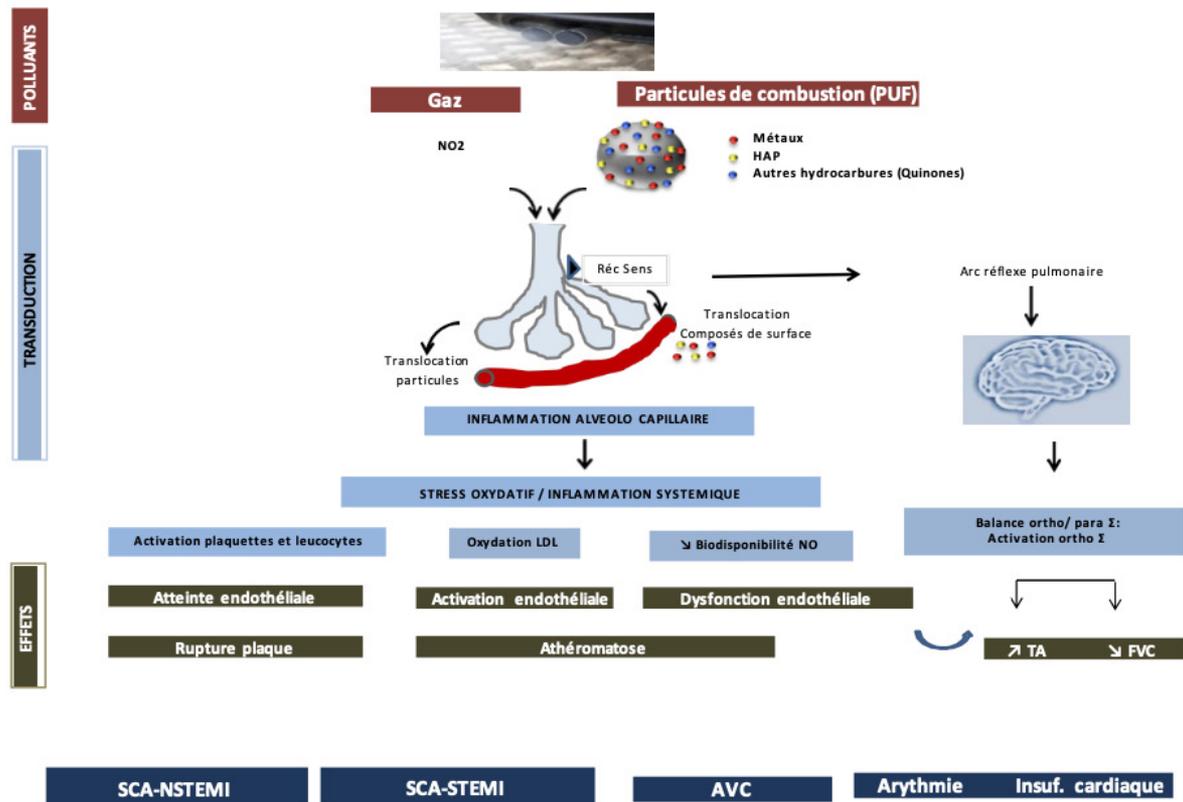


Fig2 : Mécanismes physiopathologiques impliqués dans les effets cardiovasculaires de la pollution de l'air. Exemple de la pollution du trafic routier. (64) Légendes : PUF : particules ultrafines; TA : tension artérielle; FVC : fréquence de variabilité cardiaque; SCA : syndrome coronarien aigu; STEMI : élévation du segment ST; AVC : accident vasculaire cérébral ; HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques; Réc Sens: récepteurs sensitifs; NO₂: dioxyde d'azote ; O₃: ozone; PM : matière particulaire (particules); Insuf cardiaque: insuffisance cardiaque; Σ : Système sympathique; ortho-Σ: système orthosympathique; para-Σ : système parasymphatique

De plus en plus d'études cherchent à élucider les mécanismes des effets néfastes de la pollution sur le système cardiovasculaire. Au départ les expérimentations étaient surtout animales (42). Mais les expériences sur les humains en chambre d'exposition ont permis de mettre en relation les résultats biologiques et physiopathologiques (65)(44)(45). On peut distinguer plusieurs voies de réactions impliquées dans la survenue de pathologies cardiovasculaires (66) (18):

a. Activation du système nerveux autonome :

L'inhalation de particules issues des gaz d'échappement diesel sensibilise les voies neuronales pulmonaires (67). Elle entraîne un dysfonctionnement de la régulation centrale de l'homéostasie.

Ce déséquilibre du système nerveux autonome est en faveur du système orthosympathique sur le système parasympathique.

Les conséquences sont :

- Une hypertension artérielle ;
- Une diminution de la variabilité de la fréquence cardiaque conduisant à l'augmentation de la mortalité par arythmie et des morts subites par arrêt cardiaque.

Les mécanismes suivants, font suite à un stress oxydatif créé au niveau alvéolo capillaire par l'entrée des particules dans les poumons. Il induit un stress oxydatif systémique suite à la stimulation de différentes voies enzymatiques et une inflammation vasculaire systémique (58) (3).

b. Le dysfonctionnement de la fonction vasomotrice endothéliale vasculaire

Le stress oxydatif se traduit par la production de radicaux libres nommés ROS (reactive oxygen species). Ces éléments se lient à l'oxyde nitrique (NO) sous endothélial pour former des peroxy-nitrites. Ceci a pour conséquence une diminution de la biodisponibilité en NO, qui régule normalement la tonicité vasculaire. Il y a alors une altération de la fonction vasomotrice de l'endothélium (64).

De nombreuses complications suivent cette cascade :

- La baisse du seuil ischémique chez les patients coronariens stables. Ce qui implique une dérégulation du débit sanguin myocardique.
- Une augmentation de la résistance vasculaire pulmonaire, une baisse de la distensibilité des vaisseaux pulmonaires à un débit cardiaque élevé. Ceci est responsable d'épisodes d'insuffisance cardiaque aigüe.
- Une vasoconstriction artérielle systémique aigüe.

- Tous ces évènements sont des marqueurs précoces d'un processus d'athérosclérose.
- On note aussi un phénomène de diminution de sodium pendant la journée impactant sur la réduction normale de la tension artérielle nocturne, provoquant ainsi de l'hypertension artérielle au long terme (68).

c. Modification des lipides en circulation (64)

L'inhalation de particules de diesel entraîne une augmentation des lipoprotéines (LDL) oxydées et des phospholipides hautement oxydés (ce sont des molécules pro-athérogènes). L'activation des cellules endothéliales induite permet une libération de molécules d'adhésion pro-inflammatoires. Il y a donc un recrutement intensif des monocytes ainsi que leur différenciation en macrophages. De plus, on note aussi l'altération des molécules antiathérogènes (HDL) et une réduction de leur capacité anti-oxydante.

Il en découle :

- Une augmentation de l'inflammation vasculaire
- Une accumulation de macrophages chargés en lipides qui sont responsables de formations de plaques de thromboses.
- Une progression des plaques athéromateuses. C'est le processus d'athérogenèse.

d. Phénomènes pro-thrombotiques

L'exposition à la pollution par les microparticules produit plusieurs mécanismes qui ont tous pour effet, la création de thrombose (44) (45):

- L'activation plaquettaire par le processus inflammatoire entraîne avec la formation d'agrégats plaquettes-leucocytes la formation de thrombus.
- Inhibition des capacités fibrinolytiques endogènes par diminution de la quantité du facteur d'activation tissulaire du plasminogène (réduction de sa synthèse et de sa libération) (69).
- L'apoptose des cellules endothéliales, ajoutée à la diminution de production de cellules pro génitrices endothéliales et à la dégradation des protéines de la jonction serrée, favorise les lésions de la barrière endothéliale.

- L'interleukine6 et d'autres molécules médiatrices de l'inflammation génèrent la libération de fibrinogène de facteur VIII et de facteur tissulaire.

Une étude mesure par des angiographies coronariennes répétées, la présence et le volume de plaques d'athérome à haut risque, en fonction de l'exposition aux PM2,5.

Une augmentation de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2,5 était associée à une augmentation de 59 % de l'incidence des plaques à haut risque (70). Si les plaque étaient préexistantes alors le volume total des plaques était augmenté.

5. Modification des concentrations en polluants en fonction des conditions météo

La dispersion des polluants atmosphériques peut être soit horizontale grâce aux vents. Ou elle peut être verticale due à des cellules de convection plus ou moins élevées en fonction du différentiel entre la température du sol et de l'atmosphère (71).

a. Variations au cours d'une journée

En fin de nuit : le sol est plus froid que l'air. Les polluants se concentrent proche du sol.

Les conditions sont défavorables à une dispersion car souvent il y a peu de vent. De plus le trafic peut être important à cette période du jour.

Levé du jour : Le brassage vertical débute et augmente progressivement jusqu'en milieu de journée. La température des sols augmente progressivement. Et les concentrations en polluants au sol sont diminuées.

En fin de journée : la situation est similaire à la fin de nuit car les températures au sol diminuent et le trafic routier augmente à nouveau. La concentration en polluants est donc plus importante proche du sol. La dispersion est moindre.

b. Les épisodes de pollution



Fig3 : rôle de la météo : aggravant ou dispersif.

Source : <https://www.airparif.asso.fr/methodes-surveillance/previsions>

Il s'agit d'une période de plusieurs jours pendant lesquels les concentrations en polluants restent élevées. Il faut des conditions météorologiques stagnantes. Elles sont souvent associées à des émissions de pollution inhabituelles.

Situation anticyclonique d'hiver : l'anticyclone apporte des températures froides. Les conditions de forte pression sont associées à un vent faible. Le sol refroidi de façon importante entraînant une inversion des températures. L'air est froid au sol alors qu'il est chaud dans l'atmosphère. L'air froid est plus dense et ne peut donc pas s'élever. Les polluants restent près du sol. De plus lors de ces événements les habitants utilisent plus de chauffages qui sont fortement émetteurs de particules fines.

Situation anticyclonique de printemps : la stagnation est moins marquée car le sol est plus chaud mais les sources de pollutions peuvent aggraver la situation

Les épandages agricoles ainsi que l'utilisation de différents traitements des sols génèrent une fraction volatile des composés riches en ammoniac pendant les jours et semaines qui suivent. Elles s'évaporent et réagissent avec les particules de pollution déjà présentes dans l'atmosphère créant des sulfates et nitrates d'ammonium.

Situation anticyclonique d'été : les températures très élevées favorisent la production rapide de polluants gazeux et de particules à partir des oxydes d'azote et des composés organiques volatils (COV) dont la source est principalement urbaine. Le transport de l'air de la ville vers l'extérieur s'effectue en quelques heures. De plus la végétation émet des COV très réactifs lors des températures très chaudes, ce qui accentue ce phénomène. La concentration en azote augmente alors rapidement.

6. Efficacité des mesures d'atténuation

a. Mesures collectives

Il existe plusieurs études sur les effets positifs de la réduction de la pollution extérieure (72).

Une étude européenne différenciait deux scénarios (4). Le premier faisait l'hypothèse de l'abaissement de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{2,5} et PM₁₀. Dans le second, les concentrations de PM_{2,5} et PM₁₀ respectaient les normes de l'OMS.

Le premier scénario permettait d'éviter 3000 hospitalisations en lien avec la diminution des PM₁₀. L'espérance de vie était augmentée de 3 à 5 mois à 30 ans avec la réduction des PM_{2,5}. Celle-ci empêchait 9000 décès par an dont 6400 attribuables aux pathologies cardiovasculaires.

Le deuxième scénario économisait 8000 hospitalisations dues au PM₁₀ et 19000 décès dus aux PM_{2,5} améliorant l'espérance de vie de 22 mois à 30 ans.

Une étude française plus récente, imaginait plusieurs scénarios d'atténuation des émissions extérieures de moins en moins strictes (73).

Si toutes les communes de France présentaient des concentrations de pollution atmosphérique identiques aux zones les moins polluées de France (soit le sommet des montagnes), on éviterait 48000 décès par an.

Dans le second scénario, toutes les communes présentaient des concentrations en polluants identiques aux communes de même type d'urbanisation les moins polluées. Alors, 34000 décès imputables à la pollution de l'air seraient épargnés.

Le troisième schéma proposait que toutes les communes respectent les valeurs recommandées par l'OMS (74). Il y aurait une diminution de 17 700 décès par an.

Un quatrième script annonçait que toutes les communes suivraient les recommandations du Grenelle de l'environnement (soit PM_{2,5} < 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ceci permettrait une réduction de 3000 décès par an.

Enfin, si toutes les communes respectaient les valeurs recommandées par la Commission Européenne (soit PM_{2,5} < 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 10 décès par an seraient évités.

Il n'y a pas d'effet seuil retrouvé pour les effets néfastes sur la santé des émissions de pollution atmosphérique. Mais cette étude prévoit une épargne sanitaire d'autant plus

importante que les réductions d'émissions sont élevées.

A Tokyo, au Japon, (75) le gouvernement a mis en place une ordonnance de contrôle des émissions de diesel. Une étude de l'impact de cette loi entre 2000 et 2012 indiquait une diminution importante des émissions de PM_{2,5}.

On observait une baisse de 6 % des mortalités toutes causes. Sur cette même période la mortalité par maladies cardiovasculaires avait chuté de 11 %, et par cardiopathie ischémique de 10 %.

Le contrôle des émissions dues au trafic routier est associé à une amélioration de la santé.

- b. La prévention individuelle des maladies cardiovasculaires imputables à la pollution de l'air.

Plusieurs études ont permis de mettre en évidence un effet positif rapide sur la santé de la baisse de l'exposition personnelle aux polluants atmosphériques (3).

Nous distinguons deux types de conseils à donner pour limiter l'exposition aux polluants :

- Les conseils pour éviter une exposition chronique
- Les conseils lors des pics de pollution et dans les jours qui suivent.

Lors des pics de pollution (16)(76)(77):

- Éviter le sport en extérieur pratiqué de manière intensive et en compétition. La pratique modérée du vélo est acceptable. Une activité intense lors d'un pic de pollution diminue les paramètres hématologiques et donc les compétences des athlètes (78).
- Éviter dans la mesure du possible l'activité proche des sources majeures de pollution comme les grands axes routiers. Certaines applications sur internet peuvent aider les individus à trouver des itinéraires alternatifs.
- Si l'activité sportive est pratiquée en intérieur, vérifier la bonne ventilation de la salle.
- Penser à se renseigner sur les taux de pollution au cours de la journée, et privilégier les sorties lors des heures où la pollution est moins importante.

- Prendre des renseignements sur les niveaux de pollution sur des sites d'expert comme ATMO OCCITANIE avant toute sortie longue ou toute activité sportive.
- Éviter au maximum de prendre sa voiture, privilégier les transports en commun ou le vélo.
- Privilégier les sorties les plus brèves.
- En cas de sortie en voiture, il est important d'aérer son véhicule en dehors des heures où le niveau de pollution est le plus élevé et loin des sources de pollution comme le trafic routier dense, les tunnels.
- Dans les tunnels ou les bouchons de voitures, fermer les fenêtres et modifier l'aération de la voiture en circuit fermé. Dès la sortie, remettre l'aération de l'habitacle et aérer en ouvrant les fenêtres.
- Rester vigilants sur les signes cliniques d'alerte et contacter un médecin si nécessaire.
- Rester à l'intérieur lors des forts taux de pollution atmosphérique.

Pour limiter l'exposition chronique aux facteurs de risque :

- La filtration de la pollution de l'air avec un filtre de type HEPA (associé à une VMC ou un purificateur d'air) permet une amélioration de la santé cardiovasculaire(79).
- D'après une revue de la littérature publiée dans Nutrients en 2015 : la consommation de certains nutriments et vitamines pourrait avoir un effet protecteur sur les effets néfastes de la pollution particulaire, et permettrait de prévenir la survenue de pathologies cardiovasculaires(80). D'autres études sur la supplémentation en vitamines et antioxydants n'ont pas montré de bénéfice.
- Les filtres à particules des moteurs diesel n'ont pas prouvé leur efficacité (81)
- Selon Environmental Health (23): la pollution intérieure (due à 60 % à la pollution extérieure notamment par les PM_{2,5}) et le taux de ventilation le plus efficace sont les deux facteurs variables majeurs permettant une amélioration de la santé. Même si les sources de pollution intérieures ne peuvent pas être éliminées, la filtration de l'air extérieur permet d'éviter l'augmentation des risques pour la santé.
- Le port d'un masque facial hautement efficace (FFP2 ou 3) permet une amélioration de la symptomatologie cardiaque, une réduction de la dépression maximale du segment ST, une baisse de la pression artérielle et une augmentation de la variabilité de la fréquence cardiaque (11).
- La résidence doit être si possible éloignée d'un axe routier majeur (9)(82)(83)

- En 2015, le Journal of Thoracic Disease pose la question de la possibilité des actions individuelles pour réduire son exposition aux polluants atmosphériques.

Il en ressort une baisse de l'exposition lorsqu'on sort le moins possible, il faudrait vivre la majeure partie du temps en intérieur. Mais ceci implique une baisse de l'activité et une augmentation de la sédentarité qui seraient incompatibles avec une amélioration de la santé cardiovasculaire.

De même réduire l'activité sportive permet une réduction de son exposition aux polluants atmosphériques mais les bienfaits de l'exercice sur les maladies cardiovasculaires l'emportent sur les risques de maladies cardiovasculaires liés à une exposition accrue à la pollution de l'air (84).

- L'utilisation de filtre à air HEPA (air à particules à haute efficacité) dans toute la maison permettrait une réduction des décès prématurés et des visites à l'hôpital et aux urgences (77).
- Limiter l'exposition au trafic routier au quotidien. Dès que le trajet est court, privilégier un transport en commun ou à vélo. Dans la mesure du possible travailler proche du lieu d'habitation.
- En ce qui concerne les patients à risque, il est bien évidemment nécessaire d'avoir un traitement optimal de leur pathologie chronique.
- Malgré des preuves mécaniques convaincantes on ne peut pas recommander de chimio prévention par l'aspirine (77).

Pour conclure, les actions préventives doivent être menées par les collectivités, par les gouvernements car elles ont bien plus d'efficacité sur notre santé que les mesures individuelles.

La Cour de Justice Européenne a condamné la France pour non-respect de la qualité de l'air en justifiant que le dépassement chronique des normes de pollutions mettait en danger la population française.

7. Les outils de surveillance de la pollution atmosphérique

- La surveillance de la qualité de l'air est régionale en France :

Elle est confiée aux AASQA qui sont les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air. Elles se regroupent dans la fédération ATMO France au niveau national. Ces organismes mesurent chaque polluant atmosphérique au niveau local par l'intermédiaire de stations de mesures (85). Les associations ont aussi pour rôle principal, la présentation d'un plan régional pour la surveillance de la qualité de l'air (86).

Les Stations sont fixes ou mobiles :

- Les stations de fond : elles sont disposées dans des lieux plus ou moins éloignés d'une source de pollution connue. Elles sont urbaines, périurbaines ou rurales.
- Les stations de proximité permettent la mesure de la pollution de sources de pollution connues.
- Les stations mobiles permettent des mesures lors de campagnes ponctuelles

La fédération ATMO regroupe 38 associations et 650 stations de mesure de l'air en France.

Le rôle majeur des AASQA est l'information du public sur tous les événements qui concernent la qualité de l'air ambiant. Elle met en place les dispositifs d'alerte sur chaque territoire et communique avec les médias en cas de dépassement des seuils autorisés de polluants. Elle permet aussi une consultation publique des prévisions quotidiennes de la qualité de l'air. Pour cela elle utilise l'indice ATMO.

L'indice ATMO (87) est un moyen simple et reproductible de qualifier la qualité de l'air. Il permet aux citoyens de connaître la qualité de l'air près de chez eux. Les mesures sont réalisées sur les stations de mesure de fond urbaines et périurbaines.

Les mesures intéressent 5 types de polluants :

- Les particules fines PM10
- L'ozone

- Le dioxyde d'azote
- Le dioxyde de soufre

En 2021, le nouvel indice ATMO intègre les PM_{2,5}.

Il y a 6 niveaux de qualification de la qualité de l'air : de Bon à Extrêmement mauvais.

L'ajout des PM_{2,5} est très importante quand on sait qu'une évaluation récente a classé la pollution atmosphérique par les PM_{2,5} comme l'une des principales causes de décès et d'invalidité dans le monde (35).

Tout ceci est rendu possible depuis la loi LAURE de 1996 du code de l'environnement qui prévoit une surveillance de la qualité de l'air de l'ensemble du territoire et qui reconnaît à chacun le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé (88).

- Au niveau individuel :

Il existe des capteurs plus basiques qui fournissent des valeurs moins précises mais qui permettent d'obtenir une idée globale de la qualité de l'air ambiant. Certains capteurs permettent spécifiquement de mesurer la pollution intérieure comme le monoxyde de carbone, les COV, les particules fines.

- ADEME (89): l'agence de transition écologique agit sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Elle permet la recherche de financement pour aider à l'amélioration de la qualité de l'air. Elle sensibilise la population par la mise en place de campagnes de communication. Elle permet aussi d'apporter une expertise aux décideurs d'actions pour l'environnement afin de les aider dans leurs choix et leurs projets.

- Certaines applications permettent un suivi de la pollution atmosphérique :
 - Plume Air Report : elle propose des prévisions pour la pollution heure par heure. Et donne des conseils pour les sorties et activités sportives
 - AirParif ainsi que AirParif Itin'Air: le bulletin concerne seulement la région parisienne et permet de calculer un itinéraire piéton ou pour les sorties en vélo avec une meilleure qualité de l'air.
 - AirToGo présente les mêmes possibilités mais concerne la région auvergne Rhône Alpes.

En espérant que les autres associations régionales prennent exemple pour proposer ce type d'application dans toutes les régions.

- Assistance Air est proposée par la Maaf : elle affiche les indices de pollution dans différentes villes de France, avec d'éventuels conseils.
- Qualité de l'air mondiale ou AirVisual: fournissent des informations sur la pollution de l'air et sur la météo, en temps réel et en prévisionnel dans le monde entier.
- Air Quality Now : les prévisions concernent les villes Européennes.

8. Les connaissances des médecins généralistes

Il y a peu d'études qui cherchent à connaître le ressenti des médecins généralistes vis-à-vis de la question environnementale et notamment de la pollution atmosphérique. Malgré le rôle majeur des médecins généralistes dans la prévention primaire et secondaire, dans l'information et l'éducation thérapeutique vis-à-vis des facteurs de risque, ils restent très mal informés sur les impacts de la pollution de l'air.

En 2005, en haute Normandie, 59 % des médecins libéraux déclarent une augmentation des demandes des patients sur les causes environnementales des pathologies (12).

- 86% des enquêtés disent n'avoir reçu aucune formation en santé environnementale
- 65 % pensent ne pas apporter de réponses satisfaisantes

En 2010 les médecins généralistes de Marseille et Fos sur Mer sont interrogés (12):

- Le problème environnemental perçu comme le plus important est celui de la pollution atmosphérique due aux industries et aux voitures.
- Ils considèrent que les risques sanitaires liés aux problèmes environnementaux sont très peu traités dans la presse médicale.
- Ils ont un sentiment d'impuissance devant le questionnement grandissant des patients face aux risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique et aux facteurs environnementaux en général.

En 2012, l'INPES enquête sur la formation des médecins généralistes en santé environnementale (90):

- Au cours de leur formation initiale, seuls 5 % des MG ont reçu une formation ou suivi un diplôme universitaire (DU) en santé environnementale.
- Ils se déclarent majoritairement mal informés sur les problèmes de santé liés à l'environnement, seul 2% se disent très bien formés.
- Quand on leur parle de facteurs environnementaux, 22% pensent spontanément et en premier à la pollution.

Il ressort de cette étude que les médecins sont mal informés sur la question de la santé environnementale notamment due à la pollution atmosphérique mais qu'ils souhaitent suivre

une formation continue à ce sujet.

En Allemagne, une spécialité de médecine environnementale est possible à la suite du DES de médecine générale. Cette spécialisation est également en voie de développement aux États-Unis et en Angleterre.

Actuellement en France, la santé environnementale n'est pas enseignée dans le cursus initial. Le doyen de l'UPEC (université de Paris est Créteil) affirme qu'il n'y a pas de formation sur l'environnement dans les études de médecine.

Il existe un diplôme universitaire (DU de médecine environnementale) qui peut être fait dans différentes régions de France. La première session a eu lieu en octobre 2018 en Aquitaine.

Mais la spécialité n'est pas encore reconnue par manque de formation et de reconnaissance scientifique.

A ce jour il existe d'autres moyens de s'informer au sujet des risques sanitaires liés à la pollution de l'air :

- Recherche scientifique dans diverses bases de données (notamment PubMed ou UptoDate)
- Dans les revues destinées aux médecins généralistes, même si peu de sujet y sont consacrés, la question de la santé environnementale est de plus en plus abordée (12).
- Les conférences et les congrès organisés par les associations (par exemple l'ASEF).
- Le e-learning : le site AirDucation propose des TCS (Test de Concordance de Scrip) et des vidéos de divers intervenants experts.
- L'ASEF met à disposition du public et des médecins des petits guides sur les différents facteurs environnementaux, ce qui permet de proposer des conseils de prévention aux patients. L'association met aussi à disposition des cours sur la pollution de l'air animés par des médecins spécialistes (91).

III. Méthode

1. Recherche qualitative

Les recherches quantitatives sont bien plus connues que les études qualitatives mais ne permettent pas de répondre à toutes les questions soulevées dans la pratique quotidienne de l'exercice de la médecine. La recherche qualitative étudie les expériences, les vécus des populations étudiées, dans notre cas l'expérience des médecins généralistes (92).

Cette méthode est particulièrement adaptée lorsque le facteur étudié est difficile à mesurer. Dans notre étude, la pollution de l'air ne peut pas être objectivement dosée pour un patient que ce soit par une anamnèse précise, la clinique, biologiquement ou par mesure radiologique.

Il s'agit bien sûr d'une démarche scientifique, car elle tient sa validité interne de la rigueur avec laquelle elle est menée. Tout comme les études quantitatives, elle commence par l'élaboration d'une question, d'une hypothèse de recherche et d'une méthode adaptée pour y répondre.

Dans notre étude, cette méthode semble bien adaptée car elle permet l'étude d'un phénomène subjectif, étudie les médecins dans leur environnement, leur pratique.

Elle permet le lien entre la réalité quotidienne du médecin généraliste face à son patient et les données scientifiques des études épidémiologiques.

Ce travail est réalisé à partir des expériences vécues par les médecins généralistes, pour comprendre les phénomènes qui interviennent entre la pollution atmosphérique et la prise en charge des facteurs de risques cardiovasculaires des patients et pour comprendre ce qui freine l'intégration des données toxicologiques et épidémiologiques sur la pollution de l'air dans leur pratique quotidienne.

Notre étude permet la compréhension de l'expérience globale de la population de l'étude. Elle permet de considérer le médecin généraliste dans son ensemble : ses connaissances, ses expériences, ses perceptions. Elle autorise l'entrée dans le champ subjectif de la personne.

2. Recherche bibliographique

La recherche bibliographique a débuté par la recherche de termes « MeSH » pour la construction des équations dans les différentes bases de données.

Tout d'abord les mots clés utilisés étaient : pollution de l'air / pollution / facteur de risque / cardiovasculaire / médecine générale / prévention.

La recherche s'est effectuée dans deux bases de données : les sites CISMEF et CRBM (*Constructeur de requêtes bibliographiques Médicales* avec comme base de données *Pubmed*). Plusieurs équations étaient essayées pour une recherche large des articles :

- Pollution et prévention primaire
- Pollution et facteur de risque cardiovasculaire
- Pollution de l'air
- Pollution de l'air et prévention
- Prévention cardiovasculaire et pollution
- Médecine générale et pollution de l'air

329 résultats étaient recensés par CISMEF et 651 par PubMed. Après une lecture des titres, de nombreux résultats ont été écartés. Parmi ceux restant (75 dans CISMEF et 65 dans PubMed), j'ai lu les résumés proposés. Ceci avait permis une sélection de 37 articles dans CISMEF et 31 dans PubMed.

Les articles datant de plus de 15 ans ont été éliminés. Ceux parlant de maladies congénitales, de pathologies respiratoires, d'allergie, de cancers ont été exclus. Les titres faisant référence aux autres facteurs environnementaux comme le tabac, les métaux lourds, les perturbateurs endocriniens, les produits chimiques, les pesticides et autres expositions professionnelles n'ont pas été retenus. Les revues de littérature et les métaanalyses ont été privilégiées.

A partir des 68 liens sélectionnés pour la bibliographie, une lecture approfondie et complète des articles a été faite.

La visite de sites de références des cardiologues français a permis d'ajouter quelques

références : réalités cardiologiques et cardiologie pratique. Ils ne sont malheureusement pas référencés dans PubMed.

Des liens bibliographiques des articles choisis ont permis de compléter ma bibliothèque. D'autres recherches dans le moteur de recherche « Google » ont été faites pour avoir accès aux informations des associations, à des documents d'agences gouvernementales. Enfin d'autres documents sont introduits à la bibliographie concernant la méthodologie. Au total, 82 références bibliographiques sont utilisées pour la réalisation de cette thèse.

3. Recrutement de l'échantillon

La population étudiée correspond aux médecins généralistes. L'échantillon se situe dans le département de l'Hérault. Il est large afin d'explorer la diversité des comportements, des vécus.

En 2011 l'Europe a mis en place une nouvelle définition des espaces ruraux et urbains basée sur la densité et la population (94).

En somme, les villes de plus de 1500 habitants par km² sont considérées comme à forte densité de population et font donc parti des zones urbaines.

Les villes avec une densité de population inférieure à 300 habitants par km² sont définies comme peu denses. Elles appartiennent au milieu rural.

A l'aide de recensement du département de l'Hérault, nous avons fait la liste de toutes les villes de forte densité et de faible densité. Nous avons procédé ainsi car l'hypothèse secondaire est que les médecins généralistes avec une activité urbaine sont peut-être plus informés car leurs patients plus exposés et donc plus sensibilisés à la question de la pollution.

Dans les villes de forte densité, un tirage au sort à partir des pages jaunes a été effectué, conduisant à 78 appels pour 5 participations aux entretiens.

Dans les villes de moins de 300 habitants par km², un tirage au sort aléatoire des villes avait permis la sélection de 33 villes. La liste des pages jaunes de chacune de ces villes a été appelée. Sur 43 appels, seuls 4 médecins ont donné suite et participé aux entretiens.

Les médecins ont été contactés directement ou des messages ont été laissés par leur secrétariat.

Le démarchage téléphonique a débuté le 20 novembre 2020. Les entretiens se sont déroulés du 24 novembre 2020 au 08 janvier 2021.

4. Recueil de données

Nous avons choisi de recueillir des informations au cours d'entretiens individuels. Ils apportent une situation de face à face très intéressante pour créer un climat d'intimité et de confiance entre les deux protagonistes. De plus le sujet de la pollution est peu connu des médecins généralistes vis-à-vis des pathologies cardiovasculaires, ils ont peu de formations. Nous voulions éviter un sentiment de mise en échec devant les questions et une compétition de connaissances entre les médecins interrogés. Nous avons donc éliminé la possibilité d'entretiens en groupe, afin d'obtenir plutôt des informations concernant le ressenti, le vécu, l'expérience des personnes interrogées.

Les entretiens étaient directifs. Ils permettaient de faire une interview pendant une période limitée, raisonnable. L'analyse statistique n'étant pas prévue pour ce travail de thèse qualitative, nous n'avions pas besoin d'un guide de questions structuré. Le mode directif rend un vrai échange possible entre les interlocuteurs sur leur ressenti et leur vécu.

Les entretiens respectaient l'anonymat. Pour cela les médecins interrogés étaient nommés par ordre chronologique de MG1 à MG9.

Dans un premier temps, les participants recevaient une lettre d'information précisant le contexte de la recherche. Elle confirmait le respect de la confidentialité des données recueillies.

L'entretien individuel dirigé était alors réalisé selon un guide d'entretien construit à l'avance. La structure du guide observait plusieurs règles. Les questions étaient au départ plutôt générales, puis de plus en plus précises. Il y avait une trame de fond pour envisager plusieurs thèmes de réponse. Tout d'abord des questions administratives permettaient de connaître notre interlocuteur. Puis, les questions étaient orientées pour faire un état des lieux des connaissances générales des médecins au sujet du système cardiovasculaire et de la pollution de l'air. Des cas cliniques ensuite essayaient d'évaluer l'expérience des praticiens dans leur activité au quotidien, face à des situations mettant en jeu la pollution comme facteur de risque cardiovasculaire. Une question rhétorique permettait de conclure sur le sujet. Et enfin, il y avait des questions sur la motivation et la satisfaction à la participation à cet entretien. Plusieurs

thèmes étaient abordés : quel est le problème ? quel en sont les causes ? quels sont les impacts ? quels sont les outils disponibles ? quelles sont les solutions, les conseils ?

La construction de ce guide s'est faite tout au long de la recherche bibliographique. Les cas pratiques sont inspirés de questions de TCS (test de concordance de script) lors d'un DPC (développement professionnel continu) mené par des experts en pathologies cardiovasculaires. LeTCS est en vidéo en ligne sur le site de AirDucation.

Les questions étaient toutes ouvertes à l'exception d'une question rhétorique de conclusion mais qui avait pour but de motiver une opinion, un avis sur l'ensemble du sujet. Elles étaient dans la mesure du possible neutres, n'orientaient pas les réponses. Mais le mode dirigé me permettait parfois d'introduire une autre question pour guider les médecins répondants sur le sujet de la pollution, afin de recueillir des informations nécessaires à l'analyse. Les questions étaient simples et faciles à comprendre. Elles étaient toutes posées dans le but de répondre à l'hypothèse de la question de recherche. Il y avait une alternance de questions factuelles et de questions d'opinion.

Avant de commencer, il était toujours précisé que les réponses étaient ouvertes, avaient pour but de mieux connaître leur vécu, qu'il n'y avait pas de bonne ni mauvaise réponse. Les entretiens débutaient tous par des questions administratives pour connaître la personne interrogée, notamment pour décrire son type d'activité. Par la suite une question simple, générale permettait de contextualiser le travail de recherche et d'introduire la pollution comme sujet principal.

Quels sont les facteurs de risques cardiovasculaires modifiables reconnus par la société Française de cardiologie ? Si le médecin ne propose pas la pollution, lui demander s'il pense qu'elle peut en faire partie ?

Ce type de question permet une réponse ouverte mais aussi d'orienter pour développer un avis concernant notre sujet. Elle laisse la possibilité à l'interviewé de parler de la pollution et de donner ses opinions.

Tout au long des questions, j'ai adopté un comportement d'écoute, de patience, de curiosité par rapport à l'histoire des médecins, de leur vécu, de leurs expériences, de leur ressenti. Ceci permettait une relation de confiance primordiale. Mais il fallait rester aussi neutre que possible dans mon attitude, mes réponses, être empathique. J'essayais de ne pas donner d'éléments de réponse pour ne pas influencer les données recueillies. Le plus souvent, quand la personne interrogée semblait en manque d'inspiration face aux questions ou en demande d'informations complémentaires, je proposais d'envoyer en fin d'interview des éléments de réponse avec quelques liens bibliographiques. Et régulièrement les entretiens finissaient par des questionnements au sujet des différents thèmes abordés, des recherches épidémiologiques ; je devenais l'interrogée. Ces fins d'entretiens n'ont pas été analysées car ne faisaient pas parti de l'étude et ne répondaient pas à l'hypothèse principale.

Je reformulais des réponses données, des idées. Je faisais des pauses actives après un commentaire. Le but était de motiver le développement d'idées nouvelles, d'essayer de faire préciser un avis, d'approfondir une pensée.

Après l'accord des médecins, un rendez-vous était fixé. Nous avons choisi de réaliser ces entretiens en vidéoconférence. Le contexte épidémique de COVID19 motivait à éviter au maximum les déplacements et les rencontres entre les gens. La vidéo à distance nous a semblé être une bonne alternative. Si le réseau internet était défaillant ou que le médecin participant n'arrivait pas à utiliser les logiciels nécessaires, alors l'entretien était fait par téléphone en haut-parleur pour permettre l'enregistrement. Ils ont tous une durée raisonnable, de 12 minutes à 35 minutes pour le plus long.

La conversation était enregistrée par le logiciel Audacity. Puis une conversion en mp3 était archivée.

La saturation des données au 8^{ème} entretien a été confirmée au 9^{ème}. L'absence de nouvelles idées, a décidé la fin des questionnaires.

5. Retranscription des données

La retranscription était effectuée à partir de l'enregistrement audio des entretiens. Ceci permettait d'éviter l'interprétation personnelle suggestive d'une discussion et de garantir l'exactitude des propos recueillis. L'exploitation des données était strictement confidentielle.

Les enregistrements ont été retranscrits mot à mot ou selon le mode Verbatim sur des fichiers Word. L'ensemble des mots prononcés était écrit et les remarques annexes aux questions étaient prises en compte. Cette méthode est souvent utilisée pour comprendre un phénomène comme c'est le cas ici. Il fallait aussi noter les attitudes comme les rires, les hésitations, la colère...

Les retranscriptions étaient réalisées dans un endroit calme, rapidement après les entretiens pour garder en mémoire le ressenti global de la discussion.

Elles étaient faites par moi-même pour plusieurs raisons : la gratuité, la satisfaction d'avoir fait le travail dans son ensemble et l'investissement d'un temps utile pour l'analyse des données par la suite.

6. Analyse des données

Les données recueillies au cours des entretiens ont été rapidement analysées après chacun d'entre eux. Les entretiens ont cessé lorsqu'il n'y avait plus de nouvelles idées, de nouveaux éléments de réponse. Nous avons donc attendu la saturation des idées.

L'analyse a toujours été faite en gardant en tête la question de recherche ainsi que l'hypothèse établie en avance.

Le travail de codage était manuel. La lecture des retranscriptions plusieurs fois m'a permis de fragmenter les textes en idées et de faire émerger des thèmes à chaque question. Les catégories de réponses apparaissaient en fonction des phrases prononcées et des comportements.

Dans un second temps, nous avons réalisé une analyse plus générale de ces thèmes et nous avons essayé de mettre en avant des associations.

Ensuite nous avons procédé à la théorie explicative, nous avons tenté de mettre du sens au travail de codage réalisé.

Ce travail a été fait par une seule personne, moi-même. L'échantillon étant trop petit, nous avons décidé de ne pas utiliser la triangulation des données. Nous n'avons pas demandé de retour de la part des participants aux entretiens sur les résultats de l'étude.

Pour chaque question, les résultats sont rédigés en utilisant des citations précises des médecins interrogés pour illustrer les thèmes. Pour respecter la confidentialité, les phrases citées sont identifiées par MG suivi du numéro du médecin généraliste.

Chaque thème est présenté de façon claire afin de repérer les résultats importants. Il y a une cohérence entre les données recueillies et les résultats donnés afin d'améliorer la validité interne de l'étude.

L'échantillon a été décrit et pris en compte au mieux dans l'analyse des données.

Pour analyser au mieux les résultats un travail de recherche réalisé en amont des entretiens nous a permis d'avoir les connaissances nécessaires pour juger de la qualité des informations fournies par les médecins et d'en déduire une analyse objective.

IV. ANALYSE DES DONNÉES

1. Présentation de l'échantillon

Médecin	Age	Sexe	Lieu d'exercice	Durée d'exercice	Formation en médecine environnementale
MG1	32 ans	Femme	Montpellier	6 ans	Non
MG2	60 ans	Femme	Saint Bauzille du Putois	35 ans	Oui, CES de santé publique et quelques DU sur l'environnement. (Dont santé et environnement à l'ICM de Montpellier)
MG3	32 ans	Femme	St Thibery	5 ans	Non
MG4	52 ans	Femme	Ceyras	9 ans	Non
MG5	55 ans	Homme	Montpellier	30 ans	Non « Je ne connais pas ce sujet. Mais ça parle de quoi exactement ces formations ? »
MG6	33 ans	Homme	Montpellier	6 ans	Non
MG7	34 ans	Femme	Montpellier	5 ans	Non
MG8	55 ans	Homme	Villeneuve les Béziers	20 ans (Ancien urgentiste)	Non « C'est quoi la médecine environnementale ? »
MG9	34 ans	Femme	Montpellier	3 ans	Non

2. Résultats

Question 1 : Selon vous, quels sont les facteurs de risques cardiovasculaires modifiables reconnus par la société française de cardiologie ? Si le médecin ne cite pas la pollution : La pollution de l'air est-elle selon vous un facteur de risque cardiovasculaire modifiable

Parmi les facteurs de risques enseignés dans le cursus universitaire de médecine :

- 7 médecins ont cité le tabac
- Tous les médecins ont pensé à l'obésité
- 3 médecins ont parlé de l'hypertension artérielle
- Le cholestérol et le diabète ont été évoqués par 4 médecins

Un seul médecin a introduit la pollution dans sa liste de facteurs de risque cardiovasculaire modifiables : MG4 : « La pollution par l'essence », « La pollution par le trafic »

Pour les autres interlocuteurs, une question complémentaire était posée concernant le facteur pollution :

La pollution de l'air est-elle selon vous un facteur de risques cardiovasculaires modifiables ?

MG1 et MG2 n'ont pas eu la question complémentaire car je n'avais pas encore modifié mon questionnaire. Elles n'ont donc pas donné leur avis concernant l'inclusion de la pollution comme facteur de risque cardiovasculaire modifiable.

La pollution était pour 3 médecins seulement un facteur de risque :

- MG3 : « Je sais que c'est un facteur de risque cardiovasculaire, mais est-ce que cela peut être considéré comme un facteur de risque modifiable. Je ne suis pas sûre. » « C'est surtout les particules fines qui sont le principal facteur de risque »
- MG6 : « oui » « Sans conviction, sans savoir s'il y a d'études »
- MG8 : « absolument »

Pour 3 autres médecins, la pollution n'avait pas d'effet sur le système cardiovasculaire :

- MG5 : « Non, je dirais moyen »
- MG7 : « j'aurais plutôt dit un facteur de risque pulmonaire, ou sur certains cancers, mais sur le cardiovasculaire je n'aurais pas pensé »
- MG9 : « Au niveau pneumo on y pense peut-être mais au niveau cardiovasculaire, non »

→ Pour résumer, la moitié des médecins généralistes interrogés considèrent la pollution de l'air comme un facteur de risque cardiovasculaire. Deux autres praticiens admettent son implication dans la santé mais plutôt sur le système pulmonaire.

Question 2 : Quels sont d'après vous les principaux polluants atmosphériques majeurs responsables d'effets néfastes sur la santé ?

Après analyse des réponses, nous avons discerné 3 thèmes :

- Les noms de polluants :

- Le CO² a été cité par MG1 et MG7
- 4 médecins ont pensé aux particules :

MG3 : « On va reparler des particules fines avec les voitures » MG5 : « Les microparticules essentiellement »

MG6 : « Sous des termes génériques, il y a les particules fines mais je pense que ça regroupe tout un tas de substances différentes, notamment les rejets des gaz d'échappement »

MG7 : « Les nanoparticules »

- L'azote a été souligné par MG7 seulement
- 3 médecins ont énoncé les composés organiques volatiles (les

COV) : MG3 : « peut-être Les COV »

MG7 : « il y a tout ce qui est COV dans les peintures » MG8 : « les COV »

- Les sources de pollution :

- Les polluants issus des usines, des processus industriels ont été évoqués par 5 médecins : MG1 : « Je ne connais pas bien le nom des composants mais les polluants des usines »

MG2 : « Les polluants industriels, toute la pollution de nos vêtements, tous les résidus des textiles. Il y en a beaucoup », « il n'y a aucune norme fixée pour les industriels. »

MG3 : « L'industrie forcément » MG8 : « tous les dérivés du pétrole »

MG9 : « probablement tout ce qui est quand on est près des grosses usines »

- Les polluants issus de la combustion ont été désignés par 7 médecins :

MG1 : « des voitures, ce qu'il y a avec de l'essence et du carbone, le pétrole. La circulation de

l'homme. »

MG3 : « On va reparler des particules fines avec les voitures »

MG4 : « Je ne connais pas les molécules mais j'imagine plutôt la pollution par l'essence, le trafic

» MG6 : « Mais sous des termes génériques, il y a les particules fines mais je pense que ça regroupe tout un tas de substances différentes, notamment les rejets des gaz d'échappement »

MG7 : « Tout ce qui est essence, gasoil, le charbon, je ne sais pas ce que ça libère. » MG8 : « tous les dérivés du pétrole », « tous les dérivés de combustion »

MG9 : « La ville avec toute la circulation des voitures. »

- Désherbants/ pesticides : seul MG2 les a mis en avant

MG2 : « L'oignon doux des Cévennes avec des désherbants, des pesticides, il y a des familles décimées par les cancers »

- Les autres facteurs environnementaux qui ne sont pas des polluants atmosphériques :

- Les polluants intérieurs : 3 médecins ont évoqué des sources de pollution que l'on peut retrouver dans les domiciles :

MG3 : « Est-ce qu'on peut compter les polluants ménagés comme les solvants ? » MG4 : « Il y a beaucoup de pollution à l'intérieur. Les peintures, ... »

MG7 : « Il y a tout ce qui est COV dans les peintures »

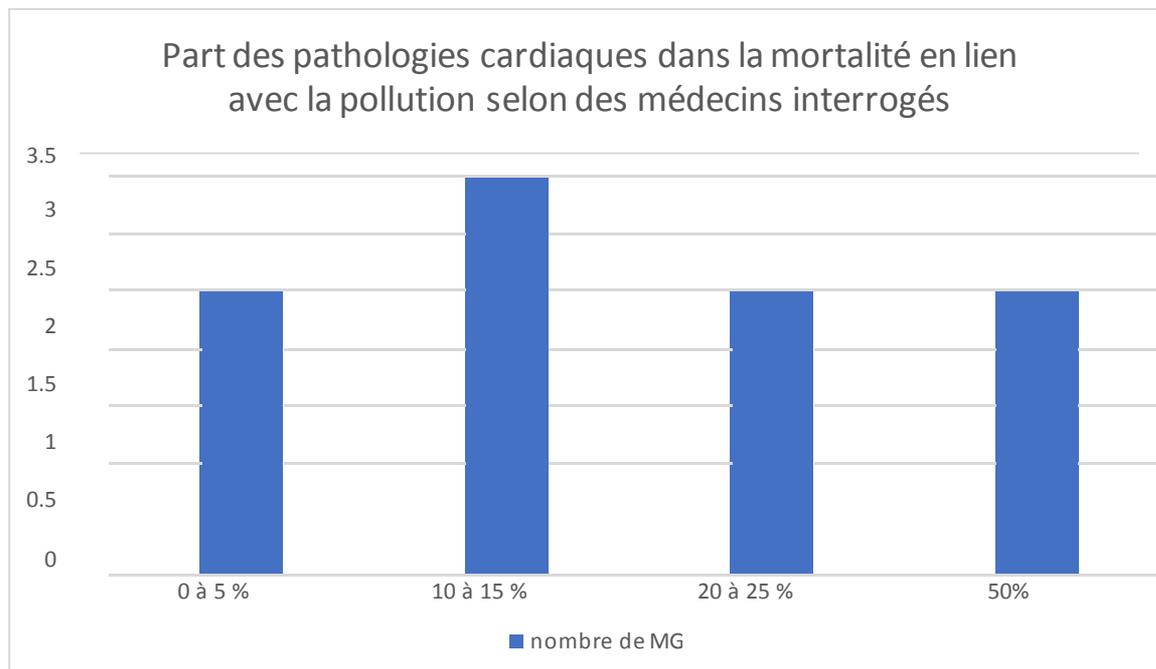
- La pollution de l'eau a été mentionnée par MG 2
- Les perturbateurs endocriniens ont été signalés par MG2 aussi :

MG2 : « Le consensus est établi qu'il y a des facteurs environnementaux qui ont un effet très néfaste pour notre santé, notamment les perturbateurs endocriniens »

➔ Pour conclure, lorsqu'on demande aux médecins de définir le terme de pollution, certains citent des noms de polluants, notamment un participant qui en liste les principaux. Sept médecins vont définir la pollution par les sources. Les usines et le trafic routier sont majoritairement énoncés.

- ➔ Des substances appartenant à la pollution environnementale globale sont envisagées comme les perturbateurs endocriniens, les pesticides, la pollution de l'eau.
- ➔ Trois médecins généralistes ajoutent les polluants intérieurs.

Question 3 : D'après vous, quelle est la part des maladies cardiovasculaires dans la mortalité en lien avec la pollution de l'air ? (Si aucune réponse : Propositions : 20, 50 ou 80 % ?)



Ce diagramme met en évidence une diversité des opinions entre les médecins concernant la place de la pollution de l'air dans la mortalité cardiovasculaire.

Si on essaye de faire une corrélation entre les réponses à la question 1 et la question 3, 3 des 4 médecins validant la place de la pollution de l'air dans les facteurs de risques cardiovasculaires ont donné des chiffres supérieurs à 20 %

Les 3 médecins plus sceptiques ont donné des chiffres plus bas :

- MG5 : 10%, MG7 : 5% et MG9 1% (en précisant : « si je suis obligée de donner un chiffre... »)

→ Pour résumer, aucun médecin n'a une représentation réelle de l'impact de la pollution sur le système cardiovasculaire. Mais une partie du panel, soit 45% lui accorde du crédit quant à son effet majeur sur la santé cardiovasculaire.

Question 4 : Pouvez-vous citer des impacts des polluants atmosphériques sur le système cardiovasculaire ?

Nous pouvons mettre en évidence 3 catégories de réponses :

- Les pathologies :

- La morbidité cardiovasculaire en général :

2 médecins ont envisagé l'implication de la pollution dans plusieurs pathologies :

MG1 : « Tous évènements cardiovasculaires », « Ça peut jouer sur les évènements, les accidents cardio-vasculaires aigus. »

MG3 : « Donc tous les risques cardiovasculaires qu'on connaît au niveau cardiaque »

- Les accidents vasculaires cérébraux ont été cités par MG1 et MG3
- L'ischémie des membres inférieurs était une conséquence pathologique pour MG1
- L'infarctus a été nommé 3 fois :

Par MG3 : « Il me semble que ça créait de l'inflammation et que ça augmentait le risque cardiovasculaire avec tout ce qui est infarctus »

Par MG4 : « Dans mon expérience de médecin urgentiste en montagne j'ai remarqué qu'il y avait plus d'infarctus lors des dépressions. »

Et par MG1

- La pollution était responsable de diabète de type 2 pour MG1
- L'hypertension artérielle a été mentionnée par 2 médecins : MG6 : « Je ne sais pas si ça peut augmenter la tension, je ne sais pas » MG9 : « Peut-être sur la tension, sur la rigidité des artères »

- Les processus de physiopathologie :

- L'athérome a été rapporté par MG1 seulement
- MG1 a pensé que la pollution influe sur les dyslipidémies : MG1 : « Ça peut être aussi, à court terme, majorées les dyslipidémies »
- L'inflammation systémique a été un impact désigné par 1 interrogé :

MG3 : « Ça doit entraîner une inflammation au niveau des vaisseaux et donc de l'athérosclérose et donc tous les risques cardiovasculaires qu'on connaît au niveau cardiaque »

- L'athérosclérose a été nommée tant dans la formation que dans son aggravation par

MG3 : « Ça doit entraîner une inflammation au niveau des vaisseaux et donc de l'athérosclérose et donc tous les risques cardiovasculaires qu'on connaît au niveau cardiaque », « Ça doit aggraver l'athérosclérose »

- L'atteinte micro vasculaire rénale a été répertoriée par MG3 : « Ça doit entraîner une inflammation au niveau des vaisseaux, et même au niveau micro vasculaire par exemple au niveau des reins »
- 2 médecins ont évoqué la rigidité des artères :

MG7 : « Je pense que ça peut entraîner des rigidités des artères » MG9 : « Peut-être sur la tension, sur la rigidité des artères »

- Un lien entre le cœur et le poumon, sans mécanisme précis a été indiqué par 3 médecins interrogés :

MG2 : « Cœur poumon c'est quand même un couple. Effet constricteur, pollution pulmonaire. »,

« A mon avis, les pollutions qui nous arrivent par les poumons retentissent sur le cœur »

MG7 : « Alors peut être les conséquences des pathologies pulmonaires comme l'hypertension artérielle pulmonaire. »

MG8 : « Impact pulmonaire donc répercussion cardiovasculaire », « C'est que des dérivés, des pathologies respiratoires qui ont une répercussion vasculaire », « Donc tout ce qui dénote d'une atteinte pulmonaire peut avoir une répercussion cardiovasculaire. »

- Pas de connaissance :

Plusieurs médecins disaient ne pas avoir de connaissance, ne pas pouvoir répondre : MG2 : « Non je ne peux pas la connaître. », « Je ne vois pas comment je le saurais »

MG5 : « Non, je ne sais pas du tout, Franchement je n'en sais rien. (Après une pause) Je ne vois pas, non. »

MG6 : « Non, j'aurais plutôt dit des problèmes pulmonaires. », « Je n'ai jamais lu d'article sur ce point de vue. »

MG9 : « Non », « Il y a des textes officiels des effets cardio-vasculaires ? » Parmi ces 4

personnes interrogées, seul 1 médecin n'avait proposé aucune piste.

→ En somme, MG1 et MG3 sont les seuls cliniciens à connaître les pathologies et les processus physiopathologiques engendrés par la pollution sur la santé cardiovasculaire. Pour trois autres médecins, la pollution évoque plutôt une action pulmonaire avec éventuellement des complications cardiaques indirectes.

Question 5 : Si un patient de 45 ans sans antécédent particulier souhaite courir un marathon à New Delhi alors qu'un pic de pollution est prévu le jour de l'épreuve et que l'on vous demande un certificat médical de non contre-indication, quel est votre conseil en tant que professionnel de la santé ?

Cette analyse peut être faite en 3 parties :

Tout d'abord en faisant la différence entre les médecins qui voulaient contre-indiquer la pratique du marathon et ceux qui étaient prêts à signer le certificat de sport.

Dans un deuxième temps, nous allons exposer les différents thèmes de conseils et prise en charge proposés par les médecins.

En troisième, nous allons mettre en évidence que le lien avec la pollution n'a pas beaucoup été suggéré.

- Le certificat de non contre-indication :

5 médecins ne l'auraient pas donné au patient contre 4 médecins qui n'interdisent pas la pratique du marathon.

Les médecins contre :

MG1 : « Je lui déconseille de faire un marathon »

MG2 : « Je fais des pieds et des mains pour expliquer à ma fille de renoncer à courir dans Paris »

« évident que je ne le laisserai pas courir et je ne lui ferai pas son certificat » MG3 : « Je lui dis de ne pas faire son marathon »

MG7 : « En tout cas ce n'est pas moi qui prendrais la responsabilité de faire le certificat. »

MG8 : « En tant que médecin du sport, en temps qu'urgentiste, je ne lui fais pas. »

Les médecins pour :

MG4 : « Je ne vais pas pouvoir lui faire changer d'avis s'il s'est entraîné »

MG5 : « Déjà je ne vois pas comment j'aurais pu savoir pour le pic de pollution », « faire seulement le semi-marathon, de courir moins », « je n'aurais pas donné de conseil particulier

car je n'aurais pas été sensibilisé »

MG6 : « Je dirai d'aller moins vite »

MG9 : « En fait, dans mon esprit, s'il n'a pas d'antécédent, je dirai que son corps pourrait plutôt bien réagir et que les effets seront transitoires »

- Les conduites à tenir :

- 4 médecins auraient indiqué un bilan cardiaque à leur patient :

MG1 : « je l'adresse vers un cardiologue, peut-être pour une réponse, parce que moi, je n'ai pas les réponses ni les connaissances en termes de pollution sur le plan cardiovasculaire, je ne sais pas quels sont les risques. Je l'adresse à un médecin du sport ou un cardiologue, un spécialiste. » MG3 : « de base pour une grosse activité physique chez quelqu'un de 45 ans chez qui je n'ai pas de notion d'activité physique ancienne je l'envoie chez le cardiologue au moins le point, au moins pour faire l'ECG »

MG7 : « D'aller voir un cardiologue, un bilan, une épreuve d'effort, ou un électrocardiogramme »

MG9 : « On peut appeler un cardiologue avant de faire un marathon. »

- Des mesures d'atténuation personnelles ont été proposées par 5 médecins :MG3 : « De ne pas faire de sport pendant les pics de pollution »

MG8 : « Je contre-indique le marathon ce jour-là par rapport au pic de pollution »

MG4 : « je vais essayer de le sensibiliser. De lui dire de prendre des traitements ayurvédiques, chez un spécialiste là-bas. Ou de dépolluer ses poumons en rentrant en France par du souffre. J'ai appris que le souffre dépollue les poumons par un collègue ostéopathe à Paris. »

MG5 : « faire seulement le semi-marathon, de courir moins »

MG6 : « de ne pas courir s'il y a un pic de pollution », « d'aller à une fréquence sous maximale par rapport à ses entraînements »

- Le lien entre la pollution et l'effort sportif :

6 médecins ont soumis cette idée.

Les 3 médecins qui ont pensé que la pollution pouvait être une raison de contre indiquer cette pratique sont :

MG3 : « Mon conseil serait de ne pas le faire ce marathon parce que je pense que le pic de pollution augmente grandement le risque cardiovasculaire »

MG2 : « Je fais des pieds et des mains pour expliquer à ma fille de renoncer à courir dans Paris »
MG1 : « je lui déconseille de faire un marathon et je l'adresse vers un cardiologue, peut-être pour une réponse, parce que moi, je n'ai pas les réponses ni les connaissances en termes de pollution sur le plan cardiovasculaire, je ne sais pas quels sont les risques »

Les 3 autres ont plutôt pensé que l'impact de la pollution n'avait pas de raison d'empêcher cette course :

MG6 : « Je ne sais même pas si ça peut avoir un impact sur les performances, si tu as plus de risque de faire un arrêt. »

MG9 : « je dirai que son corps pourrait plutôt bien réagir et que les effets seront transitoires »

MG4 : « je vais essayer de le sensibiliser. De lui dire de prendre des traitements ayurvédiques, chez un spécialiste là-bas. Ou de dépolluer ses poumons en rentrant en France par du soufre »

→ Les avis concernant un lien entre la pollution et l'activité sportive sont partagés en deux catégories bien distinctes :

Un pic de pollution au moment de la course à pied est synonyme de danger pour six médecins.

Les trois autres médecins ne sont pas alertés par cette pratique inadéquate du sport. Cinq médecins font appels à des souvenirs de consultations, de situations qu'ils ont pu rencontrer.

Question 6 : Si ce même patient souhaite courir dans Paris mais qu'une forte pluie est prévue la veille de la course, quelle est votre attitude ?

L'étude de cette question nous a permis de dégager deux axes. Certains comprenaient l'influence de la pluie sur la pollution, d'autres non.

Quelques médecins ont modifié leur avis concernant le certificat médical de non contre-indication :

- Influence de la pluie :

Deux médecins se sont posés la question de l'effet néfaste de l'humidité :

- MG1 : « Dans des conditions humides. 45 ans, il n'a jamais vu un cardiologue. Je pense que c'est bien de faire un examen avant. »
- MG9 : « je ne sais pas si la pluie a un lien avec la pollution. Est-ce que ça diminue la pollution ou est-ce que l'humidité a plus de conséquence ? C'est une chose que je ne sais pas. »

Cinq médecins ont pensé que la pluie avait un impact sur la concentration en polluants :

- MG2 : « La pluie doit faire retomber des tas de trucs »
- MG3 : « J'aurais tendance à dire que la pluie abaisse le seuil de pollution mais alors en me basant sur aucune notion. »
- MG4 : « il y a moins de pollution et encore moins avec la pluie »
- MG7 : « Mais la pluie est connue pour diminuer les risques au polluant. »
- MG9 : « je ne sais pas si la pluie a un lien avec la pollution. Est-ce que ça diminue la pollution ou est-ce que l'humidité a plus de conséquence ? C'est une chose que je ne sais pas. »

Trois médecins n'ont pas conclu à une influence de la pluie sur leur réflexion et leur décision :

- MG5 : « Non ça ne modifie pas ma réflexion »
- MG6 : « je ne lui donnerai pas de conseil particulier par rapport à la pluie. »

- MG8 : Ne parle pas du tout de la pluie dans son commentaire
- Impact sur le certificat médical

3 médecins ont modifié leur attitude :

MG3 : pas de contre-indication

- « Je lui dit qu'il peut faire son marathon s'il n'y a pas d'autre contre-indication sur l'ECG ou l'examen clinique »

MG7 : pas de contre-indication

- « Après à partir qu'il y a un marathon il faut un bilan cardio vasculaire. Mais la pluie est connue pour diminuer les risques au polluant. »

MG8 : pas de contre-indication

- « C'est l'atmosphère de la ville qui change mon attitude. », « La différence avec New Delhi, c'est comme la Chine, on ne voit pas le bleu du ciel, il y a les COV de classe les plus lourdes »

Six médecins sont restés sur leur position :

MG1 : contre-indication

- « Je pense que c'est bien de faire un examen avant

MG2 : contre-indication

- « Il y a toujours une forte pollution donc qu'il ne court pas, du tout. »
- « Les gens n'en ont absolument pas conscience, ma position serait donc militante. »

MG4 : pas de contre-indication

- « A Paris, il peut aller courir, il y a moins de pollution et encore moins avec la pluie »

MG5 : pas de contre-indication

- « Non ça ne modifie pas ma réflexion »

MG6 : pas de contre-indication

- « Je dirai qu'il peut courir son marathon »

MG9 : pas de contre-indication

- « Non, effectivement même dans cette hypothèse, je ne sais pas si la pluie a un lien

avec la pollution »

On peut noter que pour le marathon de Paris, seulement 2 médecins sur 9 maintiennent la contre-indication.

→ On ne décèle pas dans ces éléments de réponses de nouveau thème concernant l'opinion des praticiens vis-à-vis de la pratique du sport en milieu pollué. Le lien entre les variations climatiques et la pollution n'est pas maîtrisé.

Question 7 : Vous revoyez un patient de 55 ans récemment victime d'un infarctus qui vous dit s'être mis au sport sur les conseils de son cardiologue et vous annonce qu'il court très régulièrement le long du périphérique (ou de l'autoroute), que lui conseillez-vous ?

- Les conseils qui concernent la pollution :

Tous les médecins ont eu une opinion sur la pollution dans ce cas clinique.

- Éloignement des zones de pollution : Tous les médecins l'ont évoqué :

MG1 : « Je lui conseille de courir plutôt à la campagne, pas là où il y a autant de pollution »,

« Qu'il essaie de faire ça où il y a un air plus pur »

MG2 : « De changer de parcours ou de ne pas courir du tout »

MG3 : « Je peux raisonnablement lui dire de changer de parcours »

MG4 : « D'éviter le long des autoroutes, surtout pas sur le bitume. Donc courir en campagne »

MG5 : avec ironie : « Je lui dis de courir devant sa voiture sur l'autoroute pour courir plus vite. Non, Je lui suggère de courir dans des lieux plus verts. »

MG6 : « Peut-être de limiter ces endroits là parce que c'est là qu'il y a le plus de risque de particules fines. Donc privilégier des parcs »

MG7 : « D'essayer de trouver un autre endroit. »

MG8 : « Alors qu'il aille courir dans le bois de Vincennes ou dans le bois de Boulogne, dans les parcs. »

MG9 : « De chercher un endroit où il y a moins de risque de pollution. Plus dans la nature »

- Modification des horaires de courses : 2 médecins y ont pensé :

MG7 : « Je lui conseille d'y aller plus tôt le matin, plutôt que dans les heures de pointe » MG8 : « Et on lui dit qu'on ne court pas aux heures de pointe. »

- Un seul médecin a suggéré un avis spécialisé :

MG1 : « J'aimerais bien qu'il voit quelqu'un qui connaît les effets de la pollution. Peut-être son cardiologue ou un médecin du sport »

- Un médecin a préféré que le patient stoppe son activité à l'extérieur :

MG2 : « On lui conseille d'arrêter de courir »

- Les conseils complémentaires :

Trois médecins ont donné un avis qui ne concernait pas la pollution atmosphérique :

MG1 : « Je lui conseille de faire du sport, c'est très important »

MG4 : « Je vais lui dire qu'il continue de courir c'est très important », « . Et de faire attention à son alimentation. Au stress »

MG6 : « C'est une bonne chose de courir, l'encourager à courir »

→ Cette question sur les conseils de prévention permet de mettre en évidence un avis partagé des médecins sur la notion de pollution due au trafic routier. Ils sont tous en mesure de proposer aux patients de changer de lieux d'exercice si celui-ci pose la question. Par contre aucun des participants n'a évoqué le fait qu'il est essentiel de s'interroger sur le lieux de pratique d'une activité sportive.

Question 8 : Un patient de 50 ans se présente en consultation à votre cabinet pour la première fois. Il ne présente aucun antécédent mais sur un scanner thoracique réalisé dans le cadre d'une suspicion de COVID, le scanner révèle d'importantes calcifications aortiques et coronariennes. Ce patient ne fume pas et n'a pas de facteur de risque cardiovasculaire familiaux. Quels facteurs de risques recherchez-vous ? Vous apprenez que pour son travail, il passe 5 heures par jour en voiture, fréquemment dans les bouchons et ce depuis plus de 10 ans, cela modifie-t-il votre réflexion ?

Cette question est en deux parties. Tout d'abord la conduite à tenir vis-à-vis de la découverte des calcifications. Puis il y a la réflexion des médecins vis-à-vis des conditions de travail du patient.

1^{ère} Partie :

- Tous les médecins ont été d'accord pour une recherche de facteurs de risques cardiovasculaires. Notamment 5 ont pensé à faire un bilan biologique à la recherche de dyslipidémie et d'hyperglycémie.

- Le facteur de risque pollution est évoqué par seulement deux personnes :

MG1 : « Les pollutions extérieures non ; là je suis sensibilisée mais sur le coup je ne poserais pas la question de la pollution »

MG4 : « Je vais chercher tous les facteurs environnementaux »

- Un médecin interrogé a évoqué les antécédents familiaux :

MG1 : « Dans la famille est ce qu'il n'y a pas de problème identique, aortique »

- Trois médecins ont suggéré une recherche de facteur professionnel :

MG1 : « Je lui demanderai s'il n'a pas travaillé avec les produits chimiques, quel métier il a fait, s'il a été en contact avec des produits chimiques, dans quoi il a travaillé. »

MG4 : « Ses habitudes de vie: son travail, s'il passe du temps en voiture, où est-ce qu'il habite? »

MG9 : « Le travail, s'il est en contact avec des substances. »

- Deux interrogés ont été sensibles à la qualité de vie du patient :

MG3 : « Je suis un peu orientée par votre sujet mais je m'intéresserai probablement à ses habitudes de vie, son mode de vie, son alimentation et son activité physique. »

MG4 : « Le stress, »

- L'avis à un spécialiste a été évoqué par 3 médecins :

MG1 : « Je l'envoie chez le spécialiste par ce que calcifications de l'aorte, pour être sûre, je l'envoie chez un cardiologue »

MG6 : « Je verrai s'il y a besoin d'un avis cardiologique. » MG7 : « Bilan cardio vasculaire complet »

2^{ème} Partie :

Tous les médecins sauf un, ont inclu les conditions de travail du patient dans un risque professionnel de calcifications vasculaires :

- 3 médecins ont évoqué la sédentarité comme facteur de risque cardiovasculaire :MG5 : « Il est sédentaire donc je lui dis de faire du sport »

MG6 : « Ça me fait dire qu'il est assez sédentaire et ça depuis longtemps », « je vais lui proposer de faire un peu plus d'activité physique »

MG9 : « Après je dirai plutôt la sédentarité »

- 6 médecins ont intégré la pollution comme facteur de risque de calcification ou plus généralement de pathologies cardiovasculaires :

MG1 : « confronté à la pollution », « Je l'adresse à un cardiologue en espérant qu'il connaisse les impacts de la pollution »

MG2 : « Il a donc subi pas mal de pollution, il va donc falloir pas mal le surveiller »

MG3 : « ça modifie ma réflexion oui, ça rentre en compte dans l'apparition de ses signes cardiovasculaires »

MG4 : « si je peux le faire changer son travail mais peut être lui proposer de prendre le vélo pour y aller en évitant les autoroutes. »

MG8 : « on va s'orienter vers des pathologies d'intoxication extérieure. Donc on dissèque le trajet, on dissèque les usines sur son trajet, l'environnement au travail et l'environnement dans sa voiture. Et l'environnement dans sa maison et proche de sa maison. »

MG9 : « Pour les polluants, il y a les bouchons »

Parmi les actions proposées suite à cette nouvelle information, il y a :

- Le reclassement professionnel : il a été cité 3 fois

MG2 : « Peut-être reclassement professionnel même si ça va être difficile de lui expliquer. »

MG3 : « je lui dis de prendre contact avec sa médecine du travail pour voir comment on peut réduire cette exposition, ça pourrait être une piste intéressante. Donc voir avec la médecine du travail si on peut l'adapter. »

MG4 : « Je l'envoie chez le médecin du travail pour une éventuelle reconnaissance en maladie professionnelle, peut-être pour lui proposer une reconversion »

- La demande d'avis spécialisé, cardiologique : elle a été conseillée par 2 médecins

MG1 : « Je l'adresse à un cardiologue en espérant qu'il connaisse les impacts de la pollution »

MG2 : « S'il a des calcifications c'est qu'il a quand même des plaques d'athérome. On fait donc une expertise sur le plan cardiaque. »

- La sensibilisation du patient : 2 généralistes ont voulu donner des conseils à leur patient : MG3 : « En deuxième temps comment on peut intervenir sur cette situation là pour la changer. Malheureusement je ne suis pas sûre qu'on ait beaucoup de moyen pour changer ça. Si lui il doit travailler et faire ses 5h de route, ce serait intéressant de le mettre en avant et de lui expliquer que ça fait probablement parti du risque. Mais je ne sais pas si lui il pourrait changer cette donnée. »

MG4 : « Je ne sais pas si je peux le faire changer son travail mais peut être lui proposer de

prendre le vélo pour y aller en évitant les autoroutes. »

1 seul médecin n'a pas eu de modification de réflexion vis-à-vis de l'annonce de son mode de travail :

MG7 : « je n'aurais pas changé ma conduite à tenir. »

- ➔ **Nous sommes à la 8^{ème} question concernant la pollution de l'air, pourtant deux médecins généralistes ont spontanément suggéré de questionner le patient présentant des désordres vasculaires sur son exposition à la pollution.**
- ➔ **Si le patient fait part de ses conditions de travail alors les deux tiers des praticiens sont interpellés par l'importance de son exposition à la pollution. Pour trois d'entre eux, il semble nécessaire de conseiller et de sensibiliser le patient sur ce problème.**

Question 9 : Un patient de 50 ans vient vous consulter dans les suites d'un infarctus, il n'avait jusque-là aucun antécédent particulier. Il vous demande s'il peut retourner travailler comme caissier au péage autoroutier de Montpellier. Sur quels facteurs de risques cardiovasculaires allez-vous le sensibiliser ? (Si le médecin interrogé ne l'envisage pas : Vous semble-t-il nécessaire de lui proposer de prendre contact avec son médecin du travail pour demander un aménagement du poste de travail ou une demande de reclassement professionnel ?)

Dans un premier temps les médecins ont recherché les facteurs de risques pour sensibiliser le patient :

- 6 médecins généralistes ont cité la pollution : seuls 5 sur 6 l'ont considérée comme potentiellement responsable de son infarctus :

MG1 : « Ça me paraît pertinent de le sensibiliser à la pollution puisqu'il s'agit de son seul FDR. », « je n'en parlerai pas car je n'ai pas assez de connaissance »

MG3 : « c'est du risque environnemental c'est du risque professionnel aussi. », « lui donner des conseils techniques pour limiter le risque dans sa petite cabine de l'autoroute je serais bien embêtée »

MG5 : « questions environnementales »

MG8 : « De toute façon il n'y a plus de caissier sur l'autoroute. Oui voilà, la médecine du travail pour voir s'ils font bien leur boulot, s'ils acceptent ou pas. Après sur les benzènes et tout ça, je n'ai pas lu grand-chose dessus, sur les risques cardiaques donc c'est bien de faire votre thèse dessus. »

MG9 : « Une visite avec le médecin du travail qui sera peut-être plus formé à ces risques-là. C'est un contact quotidien, donc oui c'est compliqué. Il faut savoir déléguer. »

MG6 : il a évoqué ce facteur devant la question mais ne croit pas en l'implication dans son incident cardiaque.

« Après j'imagine que là le problème c'est le péage, avec les particules fines des voitures. »

« Je ne sais pas si c'est un facteur de risque cardiovasculaire en tant que tel. Moi spontanément j'en'irai pas le sensibiliser là-dessus. »

- 1 médecin a évoqué les conditions de travail autre que l'exposition à la pollution

liée au trafic routier

MG4 : « Le stress sur le péage est sûrement important. Et le confinement dans des sas est stressant/ Les adaptations aux conditions de froid chaud – clim ... sont importantes »

- 3 médecins ont recherché d'autres facteurs de risque cardiovasculaire :

MG1 : « Je le sensibilise bien sûr sur les autres facteurs de risque cardiovasculaire, le diabète, l'hypertension, la dyslipidémie, l'alimentation, la sédentarité, l'obésité ; il a déjà fait un infarctus donc il peut refaire un événement cardiovasculaire »

MG6 : « Sensibiliser sur l'activité physique et d'avoir des consultations régulières surtout si c'est dans les suites immédiates. »

MG7 : « Faire de l'activité physique, avoir une bonne hygiène de vie, manger équilibré, pas de tabac et après je n'aurai pas sensibilisé sur autre chose. »

- 2 médecins auraient sensibilisé à l'alimentation
- 3 médecins auraient proposé une activité sportive
- 1 médecin aurait alerté sur le tabac

Ensuite 4 médecins auraient déconseillé au patient de retourner sur son lieu de travail :

MG1 : « Je lui déconseille de retourner travailler. »

MG2 : « Il faut en discuter, 50 ans n'est pas la bonne période, ce n'est pas top, mais il faut envisager un reclassement professionnel. »

MG3 : « Je pense effectivement que passer la journée au péage de l'autoroute ça doit forcément ne pas être recommandé »

MG4 : « Peut-être lui conseiller un travail où il sera en extérieur comme jardinier. Et peut-être un travail un peu plus pépère pour moins d'adaptation, moins de stress. »

Une question complémentaire sur la nécessité de faire intervenir le médecin du travail était posée dans un second temps, si le médecin interviewé n'y pensait pas de lui-même.

- Nous pouvons voir que 6 médecins en ont parlé spontanément :

MG2 : « Il faut envisager un reclassement professionnel »

MG3 : « J'espère que ça fait partie du rôle du médecin du travail de pouvoir évaluer en fonction du risque cardiovasculaire et de sa maladie maintenant qu'on est en prévention secondaire, si c'est toujours compatible avec son poste »

« Lui donner des conseils techniques pour limiter le risque dans sa petite cabine de l'autoroute je serais bien embêtée car je ne sais pas ce que ça représente sur le terrain pour lui son travail. Je l'adresserai à la médecine du travail pour qu'il adapte au mieux le poste. »

MG4 : « Je l'envoie chez le médecin du travail pour une éventuelle reconnaissance en maladie professionnelle, peut-être pour lui proposer une reconversion. »

MG5 : « Je l'envoie chez le médecin du travail », « Le médecin du travail doit avoir plus de connaissance pour savoir si le poste est toujours adapté à sa pathologie ; Il doit être plus sensibilisé à ces questions environnementales. »

MG8 : « Je l'envoie à la médecine du travail », « Il n'y a plus de caissier sur l'autoroute. », « Ou voilà, la médecine du travail pour voir s'ils font bien leur boulot, s'ils acceptent ou pas. »

MG9 : « Une visite avec le médecin du travail qui sera peut-être plus formé à ces risques-là. »

- Un médecin a trouvé que c'était une bonne idée après lui avoir posé la question : MG1

- Par contre 2 médecins n'ont pas pensé utile de le contacter :

MG6 : « je ne contacterai pas le médecin du travail directement », « il va avoir sa consultation du travail pour la reprise de son poste et il est censé lui donner ses antécédents. »

MG7 : « qu'il est en bonne santé, je ne penserai pas à lui faire voir un médecin du travail, pas en prévention en tout cas. »

➔ Pour conclure, l'exposition professionnelle à la pollution semble être considérée comme un facteur de risque d'infarctus pour seulement quatre médecins de l'échantillon.

Question 10 : Quels sont pour vous les différents conseils de prévention primaire et secondaire que vous pouvez donner à un patient concernant le risque cardiovasculaire lié à la pollution atmosphérique extérieure ?

Nous avons soulevé 9 conseils après la lecture des réponses.

- Limitation de l'exposition à la pollution

Ce conseil de prévention a été admis par 7 médecins sur 9. Il se divise en 2 sous catégories :

- Éviction des zones les plus polluées :

MG1 : « éviter les zones où il y a un fort trafic routier », « en étant le moins en contact avec la pollution issue du trafic routier. »

MG3 : « aussi éviter l'activité physique dans une zone à fort taux de pollution » MG4 : « limiter les trajets en voiture »

MG6 : « ce n'est peut-être pas bon de faire du sport en extérieur notamment aux endroits fortement exposés. »

MG7 : « Privilégier les sorties en dehors des lieux où il y a beaucoup de circulation »

MG8 : « D'habiter à la campagne, loin des usines. », « habiter, vivre et travailler dans un environnement loin des COV, mais c'est quasiment impossible », « loin du tabac et les polluants de combustion extérieurs, les voitures et compagnie. »

MG9 : « limiter le temps passé au contact de la circulation, des bouchons. »

- Limiter les sorties aux heures de pointes et pendant les pics de pollution :

MG3 : « la première chose serait d'éviter l'exposition aux gaz d'échappement, donc de limiter les sorties aux heures de pointe des voitures, limiter les pics de pollutions. »

MG4 : « Je connais une application sur le téléphone qui permet de connaître les pics de pollution dans les différentes villes. Je lui dirais de se renseigner pour ne pas sortir lors des pics de pollution. »

MG7 : « et en dehors des heures de pointe. », « si possible changer de localisation. »

MG8 : « loin des polluants de combustion extérieurs, les voitures et compagnie. »

- Le port du masque en extérieur :

Il a été proposé par un médecin : MG1 : « porter un masque quand il est dans la rue »

- L'intégration de la pollution dans l'anamnèse :

Un seul médecin a souhaité intégrer les facteurs environnementaux dans son interrogatoire :

MG2 : « cela fait partie de mon interrogatoire et pas seulement pour le tabac. »

- 1 médecin a été sensibilisé à la prévention de la pollution dans le domicile :

MG3 : « la pollution à l'intérieur des domiciles c'est très important. Donc bien aérer son domicile et peut être limiter son exposition aux solvants et aux toxiques plus particuliers. »

- Limiter l'exposition professionnelle :

MG3 : « l'exposition professionnelle doit être très importante pour les risques d'exposition aux facteurs environnementaux pour les patients. »

- Surveillances des autres facteurs de risque cardiovasculaire :

Pour 1 médecin, les autres facteurs cardiovasculaires sont à rechercher en prévention primaire si le patient est exposé à la pollution :

MG5 : « Il faut bien surveiller les autres facteurs de risque cardiovasculaire parce qu'au moins on peut agir dessus. »

- Avoir une activité sportive :

MG9 : « Peut-être qu'il y a un équilibre à trouver entre : si on passe plus de temps dans une atmosphère plutôt polluée, il faut essayer de faire de l'activité physique »

- Surveillance de l'eau que l'on boit :

Ce conseil a été présenté une seule fois par MG4

- Sensibiliser le patient au risque de la pollution :

MG2 : « J'essaie de sensibiliser les gens à la pollution environnementale dans mon quotidien », « C'est un message que j'essaie de faire passer »

Pour 2 médecins, la modification de l'exposition à la pollution doit être menée par les institutions gouvernementales avant tout :

MG3 : « En fait c'est un risque modifiable par la société et par le gouvernement. », « Ce n'est pas lui en soi qui peut modifier son risque d'exposition aux gaz d'échappement. », « C'est tellement indépendant de lui. »

MG9 : « Je n'ai pas l'impression que c'est quelque chose qu'on peut individuellement contrôler. »

- ➔ **Ces différents thèmes de réponses me permettent de comparer quatre médecins pour qui la question de la pollution peut faire partie des conseils qu'ils donnent en consultation et quatre autres pour qui cette notion était complètement étrangère jusqu'ici.**
- ➔ **Pour deux médecins les conseils de prévention personnelles semblent limités car les actions collectives sont à privilégier**

Question 11 : Connaissez-vous des outils pour vous aider dans votre pratique concernant les mesures de polluants atmosphériques ?

Nous pouvons observer que 5 outils ont été proposés. 1 seul médecin n'a eu aucune idée.

- Internet :

7 médecins sur 9 ont suggéré qu'une recherche sur internet permettrait de trouver l'information sur la concentration en polluants :

MG1 : « je leur dis de se renseigner sur internet pour connaître les zones polluées. » MG2 : « qu'on peut avoir accès aux données de la pollution sur une ville, sur internet »

MG3 : « il y a un site du gouvernement qui mesurait les taux, je ne sais plus quel taux. Avec une carte de France. »

MG5 : « je pourrais aller voir sur internet pour chercher le taux de pollution. »

MG6 : « j'imagine qu'il y a les bilans de l'air qui sont accessibles sur internet pour les grandes agglomérations ou même pour tout le territoire », « sur le site de météo France »

MG7 : « Je sais qu'il y a un site internet qui permet de mesurer la qualité de l'air. » MG9 : « Google nous donne pas mal de réponse quand on cherche »

- Les panneaux routiers

Deux médecins ont constaté les messages de prévention sur les axes de circulation :

MG2 : « des panneaux sur les périphériques qui donnent des indications sur la pollution de l'air » MG4 : « lors des baisses de vitesse sur la route, c'est une alerte à la pollution »

- Les capteurs individuels :

Un médecin a suggéré leur existence.

MG4 : « J'imagine qu'il existe des capteurs individuels »

- Les applications sur les téléphones portables :

Un médecin a dit connaître une application lui permettant de retracer les concentrations

enpollution localement.

MG4 : « Je connais une application sur le téléphone qui permet de connaître les pics de pollution dans les différentes villes. »

- La diffusion des alertes sur les médias :

Un médecin a entendu des messages de pics de pollution sur la chaîne météo à la télévision.

MG4 : « Lors de la météo à la télé, le monsieur météo prévient des pics de pollution »

Le médecin qui n'a pas eu d'idée sur les outils d'aide a annoncé :

MG8 : « Après la médecine c'est du bon sens, ce qu'on oublie souvent. »

→ Nous pouvons constater qu'un seul médecin du panel connaît quelques outils d'aide à sa pratique concernant la mesure des polluants. Le reste de l'échantillon n'en connaît aucun.

Question 12 : Quels sont les freins dans votre pratique actuelle à ne pas inclure la pollution extérieure comme facteur de risque cardiovasculaire modifiable majeur ?

Après le décodage des réponses données, nous pouvons voir 7 idées de freins ressortir.

- Manque de connaissances :

C'est l'idée principale mise en avant lors des entretiens. Deux notions s'en dégagent :

- Le manque d'apprentissage : 5 médecins ont déclaré ne pas avoir reçu de formation concernant la place de la pollution dans le fonctionnement pathologique du système cardiovasculaire.

MG1 : « manque d'apprentissage aussi quand on est à la faculté » MG4 : « Le manque de connaissance sur ce sujet. »

MG5 : « ma non formation à cela »

MG7 : « je suis même passé en stage en hypertension artérielle et ça ne faisait pas du tout partie de mon interrogatoire. »

MG9 : « Dans la formation je pense qu'on n'en a jamais parlé », « on reçoit les sujets des formations continues mais je n'ai pas le souvenir non plus qu'il y ait beaucoup de formation là- dessus »

- Le manque d'accès aux données scientifiques : 8 médecins ont avoué manquer d'information ou ne pas avoir eu l'occasion de lire des articles scientifiques à ce sujet :

MG1 : « Sur le plan cardiovasculaire on ne cite jamais ce facteur de risque cardiovasculaire »

MG3 : « je n'aurais pas les données scientifiques pour informer correctement le patient. Les informations que j'ai viennent plus des médias, la radio comme France Inter que des revues médicales »

MG4 : « le manque d'information »

MG6 : « Je ne suis pas tellement au courant de la situation », « A partir du moment où s'est reconnu et que je suis au courant que ça peut avoir un impact pour la santé bien sûr qu'il faut en parler » MG7 : « C'est surtout le manque d'information »

MG8 : « Je suis très formé là-dessus, pas sur le cardiaque mais sur le reste oui, », « je n'ai pas lu grand-chose dessus, sur les risques cardiaques », « Il n'y a pas beaucoup d'article dans les différentes revues médicales. Je fais partie du comité d'écriture de Prescrire et je n'ai pas vu passer grand-chose non plus. »

MG9 : « Quand on n'a pas les connaissances on n'aborde pas le sujet »

- Le manque de discours officiels :

Ce manquement a été déploré par 3 médecins :

MG4 : « L'assurance maladie ne fait pas assez de communication concernant »

MG2 : « Il faudrait des discours relayés de façon officielle. », « nécessité de légiférer et de relayer par le gouvernement »

MG3 : « dépendante de la société et du gouvernement qui devraient prendre ce problème à bras le corps », « évoqué dans la nouvelle loi santé et que Agnès Buzyn avait mis l'accent sur les facteurs environnementaux. En pratique je ne sais pas du tout ce que ça donne. »

- Le critère non modifiable du facteur pollution : Cette opinion a été soulignée par deux médecins :

MG3 : « ce n'est pas vraiment modifiable par le patient. », « ce n'est même pas temps son rôle en fait »

MG7 : « il y a l'impuissance aussi. C'est un peu de l'exposition passive donc on ne peut pas vraiment changer ces facteurs-là »

- Le scepticisme de la population : Ce constat a été décrit par 1 médecin.

MG2 : « Mais les gens ne veulent pas le croire. », « On ne convainc que les déjà convaincus, par exemple ceux qui mangent déjà bio, ceux-là vont bien sûr vous écouter », « On a l'air très vite d'un militant écolo. »

- L'exigence demandée aux patients : Ce problème a été soulevé par 3 médecins.

MG3 : « cela demande beaucoup au patient. Si on lui demande de déménager, si on lui demande de moins prendre sa voiture, de changer de travail ; c'est quand même très

contraignant comme facteur de risque modifiable. Oui déménager toute sa famille ou arrêter de fumer ce n'est pas le même niveau d'investissement pour le patient. »

MG4 : « Le manque d'argent pour modifier les habitudes de vie »

MG6 : « un surplus d'informations sur ce qu'on leur dit déjà sur plein de choses et qu'ils écoutent à moitié. Il faut sans cesse ressasser. »

- Le manque de temps en consultation : Cette idée a été partagée par 2 médecins.

MG4 : « Le manque de temps lors d'une consultation pour faire l'état des lieux de l'ensemble des facteurs de risque cardio vasculaire. La pollution passe au second plan »

MG6 : « un surplus d'informations sur ce qu'on leur dit déjà sur plein de choses et qu'ils écoutent à moitié. Il faut sans cesse ressasser. »

- La COVID 19

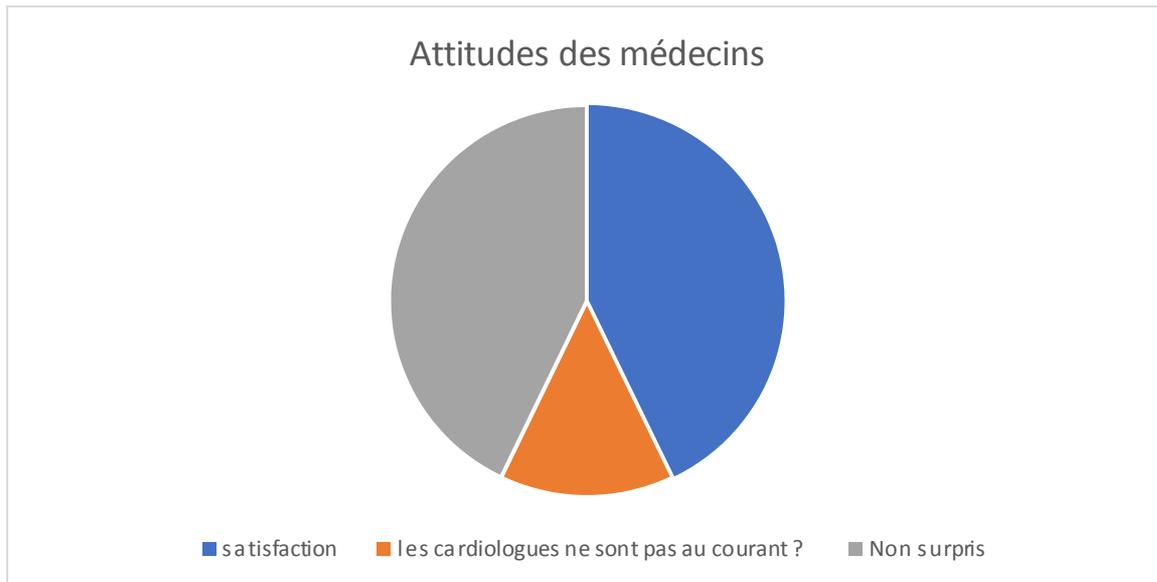
Un seul médecin a évoqué la crise sanitaire actuelle.

MG4 : « Le COVID, on ne fait plus du tout attention au risque cardiovasculaire. Les patients et les facteurs cardiovasculaires sont au second plan. »

- ➔ **Pour conclure, tous les médecins se disent mal informés.**
- ➔ **Le manque d'actions gouvernementales est déploré par trois participants**
- ➔ **Un intervenant trouve que ses propos sont jugés comme opinion politique par les patients**
- ➔ **Pour trois cliniciens les efforts demandés aux patients ne sont pas raisonnables, et pour deux autres le manque de temps en consultation peut être un frein à discuter de l'exposition à la pollution.**

Question 13 : La question rhétorique : Saviez-vous que les sociétés Nord-Américaine et Européenne de cardiologie considèrent désormais la pollution de l'air comme un facteur de risque cardio vasculaire indépendant et majeur en termes de santé publique ?

L'idée de cette question était de recueillir des avis, des opinions sur cette déclaration. Elle devait permettre une discussion libre.



Finalement elle n'a pas eu l'effet escompté. Nous pouvons quand même observer trois attitudes.

Comme indiqué sur ce graphique, 3 médecins sur 9 n'ont pas été surpris par cette annonce :

MG2 : « Je sais que les sociétés en parlent mais je ne savais pas que c'était reconnu. »

MG3 : « Je m'en doutais mais je ne savais pas que ça avait été acté par les sociétés de cardiologie. »

MG8 : « mais ça ne m'étonne pas. »

Cette nouvelle connaissance a été bien accueillie par 3 médecins :

MG1 : « Mais c'est bien à savoir »

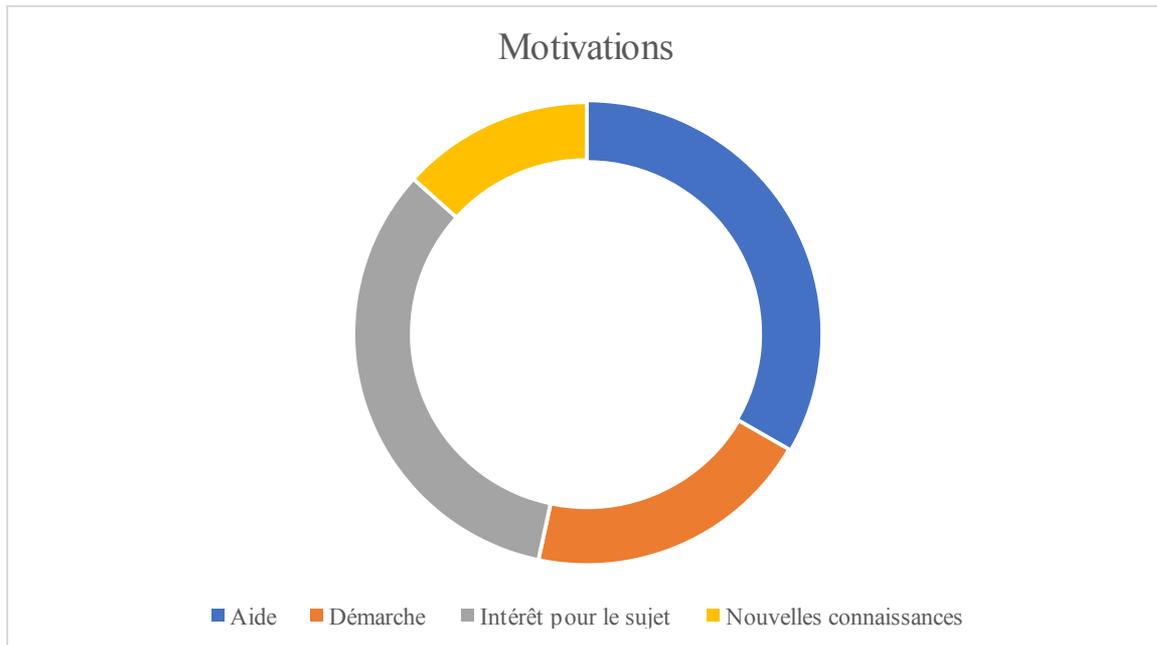
MG2 : « c'est très bien. »

MG4 : « je suis très contente. »

Un médecin a remarqué la non compétence des cardiologues sur cette question de pollution.
MG1 : « On n'a pas l'impression que les cardiologues ne l'incluent ni ne sensibilisent les patients en France. »

→ Nous reconnaissons par les réponses et les comportements, que 55% des médecins semblent intéressés par la notion de pollution dans la prévention cardiovasculaire.

Question 14 : Quelle a été votre motivation à participer à ce travail de thèse



Nous avons pu découvrir 4 sources de motivations à la participation à ce travail de thèse.

Nous constatons que 5 médecins sur 9 avaient un intérêt pour le sujet de la thèse dès le départ. La présentation dans la lettre de motivation introduisait un questionnaire sur les facteurs de risques environnementaux en général vis-à-vis de la prévention cardiovasculaire.

MG2 : « La plupart du temps les sujets de thèse sont terriblement inintéressants »

MG3 : « c'est que j'étais un peu curieuse de savoir ce que vous alliez me poser comme questions par ce qu'en pratique quand vous m'avez donné le sujet je me suis dit que je n'aurais rien à dire. »

MG4 : « Le sujet est original et m'intéresse »

MG6 et MG7

5 médecins ont surtout voulu aider à l'avancée de mon travail de recherche.

Parmi les interlocuteurs, 2 étaient avides de nouvelles connaissances :

MG3 : « dès qu'on participe à une thèse c'est d'avoir les retours et les informations sur les sujets qu'on ne maîtrise pas. »

MG7 : « je suis contente de l'avoir fait maintenant je connais plein de choses. Et je serai intéressée que tu m'envoies tes réponses si possibles. »

Et enfin, 3 médecins ont apprécié la démarche de recrutement et la méthodologie des entretiens :

MG4 : « La démarche était très intéressante et originale. Le fait de téléphoner permet d'avoir un contact avec la personne contrairement aux mails que l'on reçoit tous les jours. Les questions ouvertes sont intéressantes, on peut donner notre avis, nous exprimer c'est très agréable. »

MG5 : « Parce que c'était un appel. »

MG8 : « Par ce que vous l'avez demandé gentiment »

→ Il apparaît que 5 médecins sur 9 sont impliqués dans la problématique environnement – santé.

Question 15 : Quelle est votre satisfaction à votre participation à cet entretien ?

Je souhaitais laisser libre court aux impressions des médecins interrogés concernant la question étudiée tout au long du questionnaire, à savoir l'implication de la pollution dans la morbi-mortalité cardiovasculaire.

Les médecins ont donné leur avis sur 5 thèmes différents :

- 2 médecins ont commenté la bonne méthode des entretiens :

MG1 : « Assez clair », « L'interview est assez fluide, il y a un peu de réflexion. »

MG3 : « Le format me paraît adapté aux vues du contexte », « Le fait de mettre des questions générales et des cas cliniques, ça permet de contextualiser le thème, et de se mettre en condition sur ce que je ferais au cabinet devant ce patient. »

- 2 médecins ont été ravis de mon intérêt pour ce sujet : MG2 : « Une jeune femme intéressée par de vrais problèmes »

MG4 : « Certains jeunes médecins restent éveillés, et ne suivent pas seulement les protocoles qu'ils ont appris »

- 4 médecins ont trouvé qu'ils avaient une meilleure connaissance du sujet à la fin de l'entretien :

MG5 : « C'est surtout que j'ai appris quelque chose. », « Je suis vraiment sensibilisé maintenant à cette idée de pollution par rapport au risque cardio vasculaire. »

MG7 : « Maintenant je connais plein de choses. », « Et je serai intéressée que tu m'envoies tes réponses si possibles. »

MG8 : « Je veux bien lire votre thèse si vous l'avez en version PDF »

MG9 : « Du coup ça m'a fait ma formation continue. », « Ce n'est pas un sujet sur lequel je prendrais le temps d'aller chercher l'information donc ça sensibilise. J'aurai un peu plus de connaissance comme ça à la fin de cet entretien. », « Ça m'intéresse si vous pouvez m'envoyer les liens de bibliographie. »

- 2 médecins ont souhaité une diffusion du message :

MG4 : « Il faut que ce sujet soit publié pour sensibiliser les autres médecins et les patients. »

MG5 : « Parce que les vieux machins comme moi qui ont 30 ans d'expérience, on est loin de la vérité à ce sujet. Merci. Je vais répandre la bonne nouvelle. »

- 2 médecins ont mis en évidence des biais :

MG1 : « J'ai peur que les MG ne t'accordent pas assez de temps, car tu as quand même des cas cliniques qui peuvent démotiver les MG »

MG3 : « C'est compliqué parce qu'on a toujours le sujet de thèse en tête, ça influence toujours nos réponses. Mais c'est le jeu du qualitatif. »

➔ Nous constatons que plus de la moitié des médecins sont en demande de plus d'informations à ce sujet.

Relation entre les résultats et l'échantillon :

Nous avons essayé de répondre dans un deuxième temps à notre hypothèse secondaire, à savoir : Les médecins généralistes ayant une activité urbaine sont plus sensibilisés à la question de la pollution car plus sollicités par des patients plus exposés à la pollution de l'air ambiant.

Dans aucune question l'âge n'a influé sur les réponses. L'impact des connaissances par une quelconque formation en médecine environnementale n'a pas été analysé car un seul médecin interrogé avait un diplôme universitaire dans ce domaine.

Dès la première question, il n'y avait pas de différence flagrante installée entre les deux types d'exercice.

Question 1 :

4 médecins étaient d'accord pour dire que la pollution est un facteur de risque cardiovasculaire dont 3 exerçaient en milieu rural et un à Montpellier. Mais deux médecins n'ont pas été inclus dans cette analyse.

Question 2 :

3 médecins montpelliérains ont trouvé des noms d'un des polluants majeurs responsables d'effet néfaste sur la santé cardiovasculaire contre 1 seul rural. Par contre ils ont tous cité au moins une source principale de pollution.

Question 3 :

Les 3 médecins sceptiques sur l'implication de la pollution de l'air sur la morbi-mortalité cardiovasculaire, avaient une activité urbaine.

Question 4 :

Les pathologies pouvant découler d'une intoxication aux polluants ont été suggérées par

3médecins dont 2 travaillant en campagne.

En revanche, les connaissances en physiopathologie étaient mises en avant par 2 médecins exerçant à Montpellier contre 1 médecin en milieu rural.

Question 5 :

Le lien entre l'influence de la pollution et l'activité physique a été souligné par seulement 4 médecins dont 3 pratiquaient dans des villes peu denses.

Question 6 :

L'influence de la pluie sur la pollution a été proposée par 5 médecins, 3 de zones peu denses et 2 de zones très denses.

Question 7 :

Tous les médecins ont donné un conseil au patient concernant son exposition à la pollution extérieure lors de sa pratique de la course à pied.

Question 8 :

Devant la découverte de calcifications vasculaires aortiques et coronariennes, 2 médecins auraient spontanément recherché une exposition à la pollution, 1 dans chaque milieu. Après connaissance du travail effectué au cours d'une journée de travail par le patient, 6 médecins ont inclus la pollution comme facteur influençant ces calcifications. 4 médecins sur 6 avaient une pratique en milieu rural.

Question 9 :

La responsabilité de la pollution dans l'infarctus du myocarde du patient a été évoquée par 5 médecins dont 3 exerçaient à Montpellier.

Question 10 :

Tous les interlocuteurs ont présenté au moins un conseil en rapport avec une atténuation de

l'exposition à la pollution de l'air sauf MG2.

Question 11 :

Les outils d'aide à la mesure de la concentration de la pollution n'ont pas été connus par les médecins sauf MG4 qui en a cité quelques-uns. Son activité est rurale.

Question 12 : Tous les médecins sauf MG2 ont avoué ne pas avoir assez de connaissance sur le sujet et ne pas avoir les ressources disponibles pour répondre aux questions des patients.

Question 13 :

Aucun des médecins interrogés n'était au courant de cette affirmation.

Si on fait le total, les médecins pratiquant en milieu rural ont eu de meilleures réponses dans 8 questions contre 3 pour ceux exerçant à Montpellier et donc en milieu urbain.

Notre hypothèse était donc fausse.

→ Il apparait donc que quelle que soit l'implantation du cabinet médical des médecins généralistes, les connaissances semblent manquantes sur le sujet et la formation absente.

Décryptage des attitudes, de l'état d'esprit et du ressenti des médecins généralistes au cours des entretiens :

Nous avons dans un second temps réécouté tous les entretiens afin de relever les informations nécessaires à l'évaluation des attitudes.

Nous avons pu décrypter plusieurs positionnements :

- Le sentiment d'être démuni face aux questions : Cet état d'esprit s'est révélé par des phases de réflexions assez longues, des « heuuuu » avant les réponses. Les rires gênés étaient très présents chez plusieurs médecins dénotant un manque d'assurance.

Nous pouvons repérer 3 médecins qui ne se sont pas sentis à l'aise avec les questions.

- Certains ont dénoncé tout au long de l'entretien leur manque de connaissance et ont projeté ce sentiment sur leurs futures consultations :

Il nous est apparu clairement que plus de la moitié des praticiens interrogés (soit 5 sur 9) ne se sentaient pas assez prémunis pour répondre aux éventuelles questions de leurs patients, avec des discours comme MG3 : « lui donner des conseils techniques pour limiter le risque dans sa petite cabine de l'autoroute je serais bien embêtée », MG6 : « Moi spontanément je n'irai pas le sensibiliser là-dessus », MG5 : « Je ne suis pas du tout sensibilisé à tout ça »

- D'autres médecins ont essayé de réorienter vers des médecins spécialistes et semblaient espérer que leurs connaissances soient plus importantes :

Deux médecins souhaitaient avoir recours à l'avis de spécialistes pour plusieurs questions, notamment quand nous avons abordé les cas cliniques : MG1 : « Je l'adresse à un cardiologue en espérant qu'il connaisse les impacts de la pollution » MG1 : « le cardiologue a dû évoquer la pollution » « Le médecin du travail qui sera peut-être plus formé », MG1 : « Peut-être son cardiologue toujours, qu'il a des idées sur ça ou un médecin du sport », MG3 : « J'espère que ça fait partie du rôle du médecin du travail de pouvoir évaluer en fonction du risque cardiovasculaire », MG9 : « Il faut savoir déléguer. »

- D'une façon générale, nous avons pu constater que 4 médecins de l'étude étaient plutôt sensibilisés à la question de la santé liée à la pollution, parfois sur d'autres systèmes que le cœur et les vaisseaux.

Certains nous ont d'ailleurs fait part de quelques expériences personnelles ou professionnelles : MG2 : « Je fais des pieds et des mains pour expliquer à ma fille de renoncer à courir dans Paris »

MG4 : « Mon expérience de médecin urgentiste en montagne j'ai remarqué qu'il y avait plus d'infarctus lors des dépressions. »

MG4 : « J'ai appris que le soufre dépollue les poumons par un collègue ostéopathe à Paris. »

MG4 : « Je me suis intéressé à une application car je récupère l'eau et je voulais faire un état des lieux des risques de pollution. »

MG4 : « Je vais souvent passer des vacances en Grèce, dans le fin fond de la Grèce. Et depuis des années je vois une nappe marronnée au loin. Je me disais que c'était plutôt de la buée mais les habitants m'ont dit que c'était la pollution des usines de l'est »

MG8 : « La différence avec New Delhi, c'est comme la Chine, on ne voit pas le bleu du ciel, COV de classe les plus lourdes les plus grosses, donc ce n'est pas bon »

MG8 : « Moi quand j'ai des patients asthmatiques, je leur dis que si déjà ils ont des climatiseurs réversibles, c'est déjà ça qui cause de l'asthme. Donc je ne sais pas si on vous en a parlé mais c'est les micro moisissures, c'est humide, c'est une hérésie. ».

- Un médecin a été perçu comme très impliqué dans la question de la santé environnementale, elle promouvait un militantisme vis-à-vis de la pollution atmosphérique et d'autres facteurs environnementaux. Les autres praticiens ne se présentent pas comme des lanceurs d'alerte et ne semblent pas vouloir promouvoir des actions sur le risque sanitaire lié à la pollution environnementale.
- Nous avons compté 3 médecins ne trouvant pas leur place, leur rôle en tant que médecin dans la prévention du risque sanitaire lié à la pollution. En effet ils avaient une réflexion commune sur la nécessité pour les institutions, le gouvernement de mettre en place des actions afin de prévenir les risques de façon collective. Mais pour ces trois médecins, il n'y avait pas de raison de demander un quelconque investissement personnel aux patients :

MG9 : « je n'ai pas l'impression que c'est quelque chose qu'on peut individuellement contrôler. », MG7 : « C'est un peu de l'exposition passive donc on ne peut pas vraiment changer ces facteurs-là », MG3 : « Malheureusement je ne suis pas sûre qu'on ait beaucoup de moyen pour changer ça », MG3 : « Ce n'est pas lui en soit qui peut modifier son risque d'exposition aux gaz d'échappement. » MG3 : « Ce risque est dépendant de la société et du gouvernement qui devraient prendre ce problème à bras le corps »

- Pour 5 médecins il nous a paru, qu'ils avaient pris conscience du problème au cours de l'entretien. Il y a même des moments de déclic qui ont pu être repérés pour certains:

MG5 : « Un air plus pur, mais bon par exemple à Paris c'est difficile, comment font les parisiens. J'ai vécu à Paris, comment j'ai fait ? Bin j'étais pollué ! il faut que j'aie me faire faire un Coro scanner en fait pour voir si j'ai les coronaires bouchées... », MG5 : « Je suis vraiment sensibilisé maintenant », MG7 : « je suis contente de l'avoir fait maintenant je connais pleins de choses. », MG6 : « ça va peut-être me sensibiliser et qu'il faudrait en parler », MG1 : « Tu nous apprends des choses, tant mieux. », MG9 : « Ce n'est pas un sujet sur lequel je prendrais le temps d'aller chercher l'information donc ça sensibilise ».

V. DISCUSSION

1. Les points clés de la revue de littérature

Les principales sources de pollution étudiées sont issues du trafic routier, notamment les particules issues des gaz d'échappement des véhicules diesel. Les particules fines et ultrafines sont les plus incriminées dans les effets néfastes sur le système cardiovasculaire (18).

La particularité de la particule de diesel est son noyau carbone. A la périphérie, elle présente des molécules très toxiques comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Beaucoup d'études sur la qualité de l'air ont prouvé le non-respect de la réglementation en vigueur concernant les concentrations en polluants de l'air ambiant (95)(85)(96). La Commission européenne condamne la France pour non-respect de la qualité de l'air et la mise en danger de la population.

L'effet néfaste de la pollution sur le système cardiovasculaire n'est plus à prouver. Les études toxicologiques et épidémiologiques mettent en avant depuis plusieurs années les conséquences en termes de morbidité et de mortalité cardiovasculaire de la pollution atmosphérique. Les données de physiopathologies viennent corroborer les statistiques. Les expérimentations humaines en chambres d'exposition ont permis de valider les explications des mécanismes responsables.

2. Les limites des études épidémiologiques

Nous allons mettre en avant quelques limites observées concernant les études épidémiologiques. Le biais de classement de l'exposition se définit par une absence de standardisation des mesures de l'exposition. Elles sont souvent fonction des mesures faites sur le système de mesure le plus proche du lieu de résidence des sujets étudiés.

De plus, les mesures sont donc des indicateurs indirects de l'exposition car les calculs de l'exposition de chaque personne se fait par l'extrapolation des concentrations mesurées sur les stations fixes et de la distance entre le patient et la station. Il n'existe pas à ce jour de capteur personnel fiable permettant de mesurer précisément les polluants au contact d'une personne tout au long de sa journée. Ce biais n'est pas présent dans les études en chambre d'exposition.

Il y a aussi un biais de confusion car il est difficile de tenir compte de tous les facteurs de confusions, qu'ils soient connus ou inconnus. Le plus difficile à extraire des résultats est le changement de température ambiante car nous savons qu'une température de l'air froide ou chaude favorise le risque d'infarctus et la mortalité cardiovasculaire (97). Il peut donc y avoir des défauts d'appréciation de l'association entre le facteur pollution et les pathologies cardiovasculaires. Pour éviter ce problème, les analyses statistiques utilisent plusieurs méthodes. Un ajustement sur le facteur de confusion, un appariement à posteriori permettent de contrer ce biais. Dans certaines études la conception croisée permet de prendre en compte le facteur confondant.

La plupart des études épidémiologiques n'étudient qu'un seul polluant vis-à-vis de la morbidité et de la mortalité, et plus rarement un ensemble de polluants. Or dans la réalité nous sommes confrontés le plus souvent à un cocktail de pollution et les effets de chaque polluant interagissent. La nature multifactorielle de la pollution atmosphérique n'est pas prise en compte.

Un autre biais d'information peut être repéré. L'exposition entre les individus d'une même étude n'est souvent pas identique car il est très difficile de retracer le parcours de chacun et de connaître l'exposition exacte en temps réel de chaque participant. Le biais de mémoire dans les études rétrospectives est irrémédiable devant la nécessité de faire appel aux souvenirs des sujets exposés. Les capteurs individuels pourraient à l'avenir apporter plus de précision.

Comme dans toute étude le biais de sélection est présent notamment à cause des « perdus de vue ». La randomisation présente dans la plupart des études citées dans notre bibliographie contrecarre ce biais de recrutement et d'échantillonnage.

Dans les métaanalyses, le biais de publication peut être présent, dû à la non exhaustivité de tous les articles référents au sujet de l'étude.

3. Limite de notre étude qualitative (98)

a. Validité interne

Dans notre étude qualitative il existe aussi plusieurs limites importantes. Nous pouvons d'abord affirmer que la méthode est appropriée pour apprécier le comportement humain face à un phénomène. Il est difficilement quantifiable. L'analyse qualitative nous permet de disposer de l'ensemble des perceptions et des conduites vis-à-vis des risques liés à la pollution atmosphérique. Nous pouvons constater certains biais liés à la non compréhension de l'autre ou à l'interprétation car il n'y avait pas d'observateur externe lors des entretiens pour analyser mon comportement, les mots utilisés pour les interroger. Mon inexpérience intervient aussi dans la stabilité de la collecte des données. La difficulté pour les médecins de mettre des mots sur des ressentis, des impressions, des vécus, des expériences, entraîne un biais de clarification. Il est en effet parfois compliqué de prendre de la distance avec soi-même. Pour éviter ce problème, j'ai essayé de faire répéter, de faire préciser les observations données par les médecins. Malheureusement le fait d'insister sur certains points a pu induire des réponses de la part des participants.

Le biais de temps doit être signifié aussi. Les médecins étaient toujours interrogés dans leur cabinet, et prenaient donc un temps entre les consultations pour répondre au questionnaire. Il fallait respecter un temps maximum pour ne pas interférer dans leur pratique. Nous pouvons ajouter le biais de concentration car beaucoup d'entretiens ont été interrompus par l'appel d'un confrère. Ce biais aurait pu être évité si nous avions fait les entretiens en présentiel, en fin de journée sans consultation prévue à la suite.

De plus, l'analyse des données n'a pas été faite selon un canevas prédéfini mais plutôt en fonction des réponses données, car les informations recueillies n'étaient pas en assez grand nombre.

Une étude avec plus de médecins interrogés aurait nécessité une analyse standardisée de toutes les données recueillies. Les entretiens étant effectués à distance, il y a probablement une moins bonne interprétation des comportements, du non-verbal.

b. Validité externe

La validité externe d'une étude qualitative dépend de la relation entre la problématique et les résultats. Pour cela l'échantillon de notre travail est justifié. Il fait partie d'un ensemble plus large, les médecins généralistes. Par contre, le contexte actuel de l'épidémie de COVID a entraîné un refus important de certains médecins travaillant seuls car la demande de consultation était plus importante par les patients au moment de mon démarchage téléphonique. Une partie des médecins généralistes isolés de campagne n'est donc pas représentée. Les entretiens par vidéo-conférence nécessitaient l'utilisation des technologies récentes. Elles ont peut-être été un frein au recrutement. L'ensemble des catégories d'âge est représenté dans notre panel. La proportion de médecins urbains est la même que celle des médecins ruraux.

Nos connaissances acquises lors la recherche bibliographique, nous ont permis d'estimer la qualité des informations recueillies et de les analyser.

Le guide d'entretien est basé sur des questions validées par un comité d'expert lors d'un TCS sur AirDucation, un dispositif de formation en ligne coordonné par l'Université de Paris Créteil et l'association AirParif.

Nous avons décidé d'une seule lecture des données devant le petit nombre de médecins interviewés. Il y a donc un biais de subjectivité, par la non triangulation des lectures.

L'attente de la saturation des idées pour interrompre les entretiens permet de limiter le biais d'interprétation.

Enfin, nous avons fait de notre mieux pour être objectif dans l'analyse des données recueillies. Nos valeurs personnelles sur un sujet polémique comme la pollution n'ont pas interféré dans notre travail.

4. Discussion sur les résultats de l'étude

c. Évaluation des connaissances

(i) *Les définitions*

Notre enquête commence par la question simple des facteurs de risques cardiovasculaires reconnus par la société de cardiologie. Depuis peu de temps, elle a inclus la pollution dans sa recherche de facteurs modifiables.

Si un seul médecin a pensé spontanément à la pollution atmosphérique comme facteur de risque cardiovasculaire, nous pouvons observer qu'elle est considérée par plus de la moitié des médecins interrogés pour cette question. Soit 57 % de notre échantillon a admis que la pollution a un effet néfaste pour la santé cardiovasculaire. Deux autres praticiens reconnaissent son implication dans la santé mais plutôt sur le système pulmonaire.

Nous avons ensuite demandé aux participants de définir la pollution. Les noms des polluants principaux sont connus par un médecin mais les particules qui sont les plus étudiées sont citées par 4 médecins. Sept médecins vont définir la pollution en citant leurs sources. Les principales sont repérées par presque tous les médecins. Seul le chauffage résidentiel responsable de particules fines n'a jamais été cité.

Dans l'étude portant sur les attitudes et connaissances des médecins généralistes face aux risques environnementaux (12), les médecins généralistes perçoivent la pollution atmosphérique due aux industries et aux voitures comme le principal problème de santé environnementale. Notre panel donne les mêmes propositions en majorité.

Nous pouvons conclure que la moitié de notre panel a une connaissance théorique sur la pollution extérieure en termes de source mais peu connaissent sa composition. Ils montrent un intérêt pour elle en termes de santé.

Nous pouvons parler de facteur modifiable car les études sur les mesures d'atténuation personnelles autant que collectives ont démontré un intérêt sur l'amélioration de la santé cardiovasculaire.

Les différents types de polluants ont été présentés plus haut dans la première partie. Les plus mesurés et les plus étudiés sont les PM10, les PM2,5 et l'azote.

(ii) *Les impacts sur le système cardiovasculaire*

Pour les médecins de notre étude, la pollution semble un problème important à prendre en compte mais ils n'ont pas la notion de l'importance de l'impact sur la mortalité cardiovasculaire. En effet, les études épidémiologiques nous indiquent que la part de la mortalité cardiovasculaire dans la mortalité en lien avec la pollution de l'air est de plus de 75%. Pas un seul des médecins interrogés n'avait le bon ordre de grandeur. Seulement deux ont osé dire 50 %. Nous admettons que 45 % du panel accorde du crédit à la pollution quant à son effet sur la santé cardiovasculaire.

Malgré l'ampleur des études sur les pathologies cardiovasculaires et la pollution extérieure, très peu de médecins connaissent les conséquences en termes de pathologie ou de physiopathologie. Seuls deux cliniciens ont une bonne représentation des conséquences de la pollution en termes de pathologie et de processus physiopathologiques. En effet les 2 mécanismes principaux ont été discutés : l'inflammation systémique et d'athérosclérose.

Deux autres médecins après un raisonnement de quelques minutes, ont été amenés à penser que la rigidité des artères pourrait être plausible.

Donc moins d'un tiers de notre population a une idée de l'impact réel de la pollution sur le cœur et les vaisseaux de notre organisme.

En d'autres termes, seuls deux médecins sur les 9 interrogés ont les connaissances théoriques sur la pollution, que ce soit la définition, les pathologies cardiovasculaires qui en découlent ou les mécanismes physiopathologiques responsables.

Nous avons constaté qu'un médecin est capable de citer la liste des polluants qui composent notre atmosphère mais n'a aucune idée de son impact cardiovasculaire.

Dans cette étude citée plus haut, tous les médecins mentionnaient en premier lieu les pathologies respiratoires comme les principales liées aux problèmes environnementaux.

Notre panel a avoué un certain nombre de fois aussi être plus sensibilisé aux pathologies respiratoires liées à la pollution.

d. Étude de l'expérience par l'évaluation de la pratique

Les cas cliniques proposés au cours des entretiens nous ont permis d'évaluer le degré et les sources d'information des médecins. Mais aussi d'explorer les vécus personnels et les pratiques. Comment se débrouillent ils des questions que peuvent leur poser des patients dans leur exercice quotidien ?

(i) Dans le milieu sportif

Après analyse des attitudes des médecins généralistes vis-à-vis d'un patient à risque de pathologies cardiovasculaires en milieu pollué, nous pouvons conclure que moins de 50 % de notre panel n'a remarqué le rapport entre la pollution et le risque cardiovasculaire surajouté au cours de la pratique d'une activité sportive.

Face à un milieu très pollué et un patient présentant déjà un facteur de risque cardiovasculaire (homme de plus de 45 ans), 5 médecins lui ont conseillé de ne pas faire son marathon. La plupart seulement compte tenu de son âge.

Parmi les médecins qui ont suggéré un rapport entre un risque d'incident cardiaque lors d'un effort sportif et la pollution de l'air, seulement trois auraient contre indiqué le marathon.

Ceci met bien en évidence la dualité entre le fait d'avoir conscience que la pollution soit mauvaise pour la santé et la non utilisation de cette information dans la recherche de facteurs de risques cardiovasculaires en prévention primaire.

Les modifications des concentrations en pollution en fonction des conditions climatiques ne sont pas maîtrisées par les praticiens de notre recherche.

Une fois sensibilisés au sujet avec quelques questions portant sur la pratique du sport en milieu très exposé, tous les médecins s'accordaient à dire que la pratique de la course à pied doit dès que possible se faire loin d'une source majeure de pollution.

Par contre aucun des participants n'a évoqué l'importance de s'interroger sur le lieux de pratique d'une activité sportive.

(ii) *Dans le milieu professionnel*

L'étude des conditions de travail est très importante car on peut être exposé toute la journée à des sources de polluants en fonction de notre poste. Par exemple, les garagistes, les routiers, les commerciaux respirent toute la journée des gaz d'échappement. Il est donc très important de faire l'état des lieux des trajets et de l'activité des patients pour évaluer au mieux leur exposition à la pollution.

Deux cas cliniques questionnaient sur l'exposition professionnelle à la pollution.

Chez un patient présentant un remaniement vasculaire, seuls deux médecins ont suggéré spontanément une recherche de l'exposition à la pollution.

Après avoir contextualisé les conditions de travail, en mettant en évidence une exposition chronique à la pollution issue du trafic routier, deux tiers des praticiens ont admis un risque plus important de pathologie cardiovasculaire dû à l'importance de son exposition professionnelle à la pollution de l'air. Peu d'entre eux semblent s'impliquer dans un rôle de sensibilisation sur ce problème.

En prévention secondaire, une exposition à des concentrations élevées de particules au travail aurait incité 6 médecins généralistes à contacter le médecin du travail pour adapter le poste. Mais la pollution est jugée comme facteur de risque d'infarctus pour seulement quatre d'entre eux.

e. Prévention primaire et secondaire

La recherche spontanée de l'exposition à la pollution de l'air en prévention primaire n'est proposée que par un seul médecin. Si on présente des conditions d'exposition chroniques aux gaz d'échappement, cinq médecins ont alors pensé que la pollution peut induire un incident cardiovasculaire.

Après un infarctus du myocarde, si on expose un patient à un milieu très pollué 4 médecins vont penser que la pollution peut entraîner un nouvel incident cardiovasculaire.

En dehors d'une situation concrète avec un patient, les médecins questionnés sont certains du lien entre la limitation de l'exposition à la pollution et la santé des patients. Mais ils ne l'intègrent pas dans leur interrogatoire de recherche de facteurs de risques cardiovasculaire, ni en prévention primaire, ni en prévention secondaire.

f. Les conseils de prévention

Pour 75 % de nos protagonistes, la limitation de l'exposition à la pollution de l'air est considérée comme un bon conseil, soit par l'éviction des zones polluées, soit par l'absence de sorties aux heures de pointes et aux moments des pics de pollution.

Un médecin a évoqué le port du masque. Il n'y a pas d'autre conseil proposé en rapport direct avec la pollution atmosphérique.

Nous avons repéré quatre médecins susceptibles de proposer des conseils aux patients en consultation contre quatre pour qui la notion de risque cardiovasculaire dû à la pollution était inconnue jusqu'ici.

Les actions gouvernementales ont un poids plus important que la mise en place de moyen d'éviction de la pollution au niveau individuel pour deux médecins du panel.

Les médecins de l'Hérault ne connaissent pas les outils utiles à leur exercice quotidien notamment pour les aider à analyser la qualité de l'air pour conseiller au mieux les patients. Dans une société très informatisée, ils ont bien entendu tous pensé à faire une simple recherche internet dans le moteur de recherche Google qui leur aurait effectivement permis de trouver des réponses. Mais, le temps nécessaire à cette recherche est plus long. Un seul médecin est renseigné sur les outils à sa disposition pour connaître la qualité de l'air.

Les médecins ne sont pas très informés sur les conseils de prévention ni sur les outils utiles à leur pratique. Certains se disent incapables de répondre aux questions des patients. Pour d'autres, les efforts ne doivent pas être faits par les patients mais par le gouvernement.

g. Les freins et la formation des médecins généralistes

L'abord des freins a été enrichissant pour comprendre l'attitude des médecins de notre échantillon face aux questions de santé environnementale.

Ils sont pour la plupart démunis par leur manque de connaissance. Ils font transparaître un inconfort à répondre aux éventuelles questions des patients. Dans une étude de l'INPES sur les médecins généralistes et la santé environnementale (99), 35 % des médecins généralistes se

disent interrogés sur la pollution atmosphérique. Il s'agit donc bien d'une question de plus en plus présente en consultation de médecine générale. Trois médecins sont soucieux de l'absence de relais par le gouvernement d'un message aussi important.

Avant l'entretien nous constatons que la moitié des médecins sont intéressés par la notion de pollution dans la prévention cardiovasculaire. A la fin du questionnaire, les deux tiers des médecins se sentent concernés et demandent plus d'informations. Le souhait de formation est aussi mis en avant dans les études de l'INPES et sur les attitudes et connaissances des médecins généralistes face aux risques environnementaux.

Plusieurs médecins ont fait part de leur illégitimité à parler de prévention personnelle auprès de leur patient, puisque la vraie question se situe dans la prévention collective, et doit être mise en place par nos institutions.

Les efforts demandés aux patients sont pour certains médecins libéraux irraisonnables. Le temps consacré à la recherche de facteurs de risque pour la santé est déjà important en pratique quotidienne. Pour deux médecins, l'ajout de la recherche de l'exposition à la pollution est difficile à inclure dans leurs consultations.

Dans l'étude de l'INPES, médecins généralistes et santé environnement (99), 2 % des médecins se déclarent formés. Nous avons 2 médecins qui se trouvent correctement formés dans notre échantillon (soit 22 %). Cette différence est probablement due à la faiblesse de notre échantillon. Le manque d'articles dans la presse médicale est souligné par cette même étude. Elle est constatée plusieurs fois par nos médecins aussi.

Nous avons donc pu établir une différence nette entre, l'importance du sujet en termes de santé publique et la méconnaissance des médecins. Il y a pourtant un nombre conséquent de données scientifiques validées. Ceci peut expliquer le manque d'expériences en consultation et les difficultés pour en parler.

La formation initiale du diplôme de médecine générale ne propose actuellement pas de volet sur la médecine environnementale, plus particulièrement sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

Le caractère récent des études épidémiologiques et toxicologiques peut expliquer en partie l'absence de connaissance des médecins et l'absence de relais par la presse médicale. Nous pouvons espérer une place plus importante de la pollution à l'avenir dans nos lectures. Le DIU

desanté environnementale lui-même est très récent, la première session ayant eu lieu en 2018.

Les organismes proposant des formations dans le cadre de la formation continue ne présentent pas ce sujet.

La médecine environnementale n'est actuellement pas reconnue comme une spécialité en France. Certains pays comme l'Allemagne l'ont admise comme telle et proposent une spécialisation en sortie de cursus de médecine générale. Les sociétés savantes de cardiologies l'ont adopté comme facteur de risque cardiovasculaire indépendant et majeur.

Il faut noter aussi que les cardiologues n'ont pas dans leur référentiel de connaissances la nécessité d'appréhender ce problème et ne l'incluent donc toujours pas dans leur maquette de formation du DES (diplôme d'études spécialisées).

h. La motivation des médecins généralistes

A la fin des entretiens, deux questions étaient posées pour essayer de sonder les besoins des médecins en termes de formations et pour connaître au mieux leur avis sur la question de la pollution.

Nous pouvons constater qu'au départ, cinq médecins ont répondu à nos questions par intérêt pour le sujet. Ils semblent impliqués dans la relation entre les facteurs environnementaux et la santé. Parmi eux, nous retrouvons les 4 médecins qui connaissaient les définitions de la pollution et deux médecins qui semblaient l'intégrer dans la pratique quotidienne.

A la fin du questionnaire, quatre médecins sont satisfaits d'avoir amélioré leurs connaissances, deux souhaitent diffuser le message à leurs confrères et collègues. Avant que je ne le propose, trois médecins ont souhaité obtenir la version finale de mon travail de thèse. J'avais préparé quelques réponses aux questions posées en amont des interviews pour proposer de les envoyer aux médecins en attendant le rendu final de la thèse. Ils ont tous souhaité obtenir ces éléments. Il y a donc une demande générale de plus de connaissance sur le sujet de la pollution.

Tout ceci met bien en évidence l'envie de plus de formation au sujet de la pollution de la part de notre panel.

Ce résultat est cohérent avec ceux des deux études citées plus haut :

- La moitié des médecins généralistes souhaiterait suivre une formation continue en santé environnementale (12)
- Plus d'un tiers des médecins sont demandeurs de formation continue ou d'une revue

sur les questions de santé et environnement (99).

i. Hypothèse secondaire

Nous nous sommes posé une question sur l'influence du milieu dans lequel les médecins généralistes pratiquent. Les médecins ayant une activité urbaine sont-ils plus sensibilisés à la question de la pollution ? Cette question nous a parue légitime car ils sont peut-être plus sollicités par des patients, eux même plus exposés à la pollution de l'air ambiant.

Cette hypothèse s'est avérée fausse. En effet, quel que soit le lieu d'implantation du cabinet médical des médecins généralistes, les connaissances semblaient manquantes sur le sujet et la formation absente. Nous n'avons pas mis en avant de différence sur l'expérience ni la pratique.

5. Le rôle du médecin généraliste

Pourtant le rôle du médecin généraliste face à la question de la pollution de l'air est primordial. Il est le premier recours pour les patients, le médecin le plus facilement accessible pour les questions de santé. Il est d'ailleurs un médiateur légitime auprès de la population des problèmes de santé publique. Les médecins généralistes sont souvent amenés à conseiller les gens. Ce rôle de conseiller est de plus en plus présent car la médecine actuelle s'oriente de plus en plus vers une prise en charge préventive par rapport à une prise en charge curative. La demande croissante mise en avant dans certaines études (12) des patients sur la pollution va imposer aux médecins d'être informés. Ils sont considérés comme des experts des questions de santé. Leur rôle propre est de prévenir et éventuellement de décider de certaines prescriptions face à des facteurs de risques.

Face aux patients, leur discours fait « autorité ». Mais si le médecin n'a que des incertitudes, des questions et un manque d'information, sa parole va finalement conforter le point de vue du patient et ses doutes vis-à-vis de la pollution.

Le médecin a aussi comme toute autre personne, un rôle de citoyen, un rôle sociétal, qui les incite à être sensibilisés aux risques liés à une exposition à la pollution atmosphérique.

Le médecin tient une place sur le plan politique. Sa parole est entendue au niveau ministériel, car la plupart des ministres de la santé sont d'anciens médecins. Les pouvoirs publics font souvent appel aux médecins pour répondre à des sujets de santé, les considérant comme des experts. Le médecin est incontournable dans les décisions et les évaluations des politiques sanitaires. Ils sont donc les porte-paroles des intérêts des patients. Ils sont en droit d'interroger les pouvoirs publics sur une situation préoccupante. Au niveau local, les maires sont souvent en lien avec les médecins généralistes pour la mise en place d'actions de prévention pour la santé des habitants.

Par son réseau de professionnels de la santé, le médecin généraliste tient une place privilégiée de pivot, de coordination entre les différents acteurs de santé et les patients. Il peut donc communiquer facilement avec l'ensemble des spécialistes sur un problème majeur de santé et sensibiliser ses confrères et consœurs sur un enjeu de santé publique.

Son rôle est aussi d'orienter le patient vers le médecin du travail devant des problèmes

d'exposition professionnelle. Les deux protagonistes doivent donc avoir des connaissances sur le sujet pour prévenir le patient des risques encourus et lui faire des propositions pour limiter son exposition aux risques.

Il existe en France un dosage des métabolites des hydrocarbures aromatiques polycycliques pouvant être demandé en laboratoire seulement par les médecins du travail. Il permet une évaluation plus précise de l'exposition à la pollution par les particules issues de la combustion. Le rôle des médecins du travail est défini par le code du travail. Ils ont une mission de lutte contre la pollution des atmosphères de travail.

Selon Monsieur CHAPTAL Tom, secrétaire du DIU de médecine de santé au travail de l'université de Montpellier, cette formation n'intègre pas les notions de risques liés à la pollution.

Nous pouvons tout de même constater une augmentation de l'intérêt pour les impacts de la pollution sur la santé car il y a de plus en plus de thèses d'exercice de médecine générale qui concernent ce problème. Thomas Bourdrel, mon directeur de thèse et fondateur de l'association *Respire à Strasbourg*, dirige plusieurs thèses sur le thème de la pollution de l'air. Différentes associations régionales existent en santé environnementale et luttent pour une meilleure qualité de l'air. Elles comptent souvent dans leurs rangs des médecins. Nous pouvons citer par exemple le collectif *PEPSEL* en Rhône Alpes qui alerte sur les enjeux sanitaires de la convention climat. L'association *WONCA* a été fondée pour sensibiliser les médecins généralistes à la santé de l'environnement et les inciter à comprendre l'importance de cette notion dans la pratique des soins et les différents moyens d'action (97). Le Collège de Médecine Générale soutient cette initiative. L'association a fait une déclaration en septembre 2019 motivant les médecins généralistes à agir en faveur de la santé planétaire. Sur leur tract, elle se présente comme une organisation mondiale pluri-professionnelle pour travailler en faveur de la santé planétaire. Les intervenants sont engagés pour diffuser et sensibiliser sur cet enjeu. Ils expliquent ensuite la notion de santé planétaire et l'intérêt qu'ont les médecins généralistes à s'en préoccuper. Ils alertent sur les risques liés aux changements environnementaux, notamment l'augmentation des maladies non transmissibles comme les maladies cardiovasculaires. Pour finir, ils répondent à la question des médecins généralistes sur ce qu'ils peuvent faire en tant que professionnel de la santé dans leur pratique quotidienne mais aussi en tant que simple citoyen.

VI. CONCLUSION

Il est légitime de considérer la pollution de l'air comme un problème majeur de santé publique. Elle est responsable d'une augmentation des maladies non transmissibles comme les pathologies cardiovasculaires. Plus de 75 % des décès en lien avec la pollution de l'air, incrimine le système cardiovasculaire. Les sociétés savantes Américaines et Européennes de cardiologies l'estiment aujourd'hui comme un facteur indépendant et majeur de risque cardiovasculaire.

Les sources de polluants sont diverses. Si l'agriculture est celle qui émet le plus de particules, le chauffage résidentiel et le trafic routier sont celles qui émettent les particules les plus toxiques pour la santé cardiovasculaire (57). Elles sont 5 à 10 fois plus toxiques. En ville la principale source de cette pollution est le parc Diesel. Les particules ultrafines engendrées par le trafic routier contiennent des HAP à leur surface qui leur confèrent leur toxicité cardiovasculaire.

Malgré l'importance de cette information, les médecins généralistes semblent l'ignorer et ne pas l'inclure dans leur pratique quotidienne.

Si la moitié de notre panel a prouvé quelques connaissances sur les principes de la pollution, moins d'un tiers n'en appréhende les impacts sur le système cardiovasculaire.

En pratique, ils ne recherchent que très rarement la pollution comme facteur de risque cardiovasculaire ni en prévention primaire, ni en prévention secondaire. Certains n'abordent pas le sujet avec le patient par peur de ne pas pouvoir répondre aux questions. Ils ne se sentent pas compétents pour donner des conseils aux patients. Il existe pourtant de nombreux messages faciles à diffuser par les médecins généralistes pour limiter l'exposition à la pollution atmosphérique et notamment à celle issue des véhicules diesel. Ils ont un rôle essentiel dans la prévention des maladies cardiovasculaires.

Cette étude a mis en avant un manque de formation marqué chez les médecins généralistes. Mais le problème de santé environnementale est perçu comme important pour la plupart d'entre eux et ils souhaitent acquérir plus d'information sur ce problème majeur de santé publique.

Les effets néfastes sur la santé cardiovasculaire sont étayés par de nombreuses études épidémiologiques. Les mécanismes hypothétiques physiopathologiques sont expérimentés dans

denombreuses études toxicologiques sur animaux et sur les humains en chambre d'exposition.

Depuis quelques années les recherches cherchent à définir les polluants les plus toxiques. Elles s'intéressent plus à la composition des particules qu'à leur concentration.

Les études expérimentales ont mis en évidence les mécanismes physiopathologiques responsables de la morbidité cardiovasculaire. Jusqu'ici, seules les études sur les animaux ont conclu à un transfert des particules du système pulmonaire à la circulation sanguine.

Pour la première fois, une étude en Belgique utilise la lumière optique pour mesurer des molécules de « black carbon » (100). Ces dernières correspondent au carbone situé au centre des particules de combustion. L'étude démontre, d'une part que les particules de carbones inhalées se retrouvent dans les urines des enfants étudiés. D'autre part, la concentration urinaire en « black carbon » est corrélée à l'exposition à moyen et à long terme aux particules de combustion. Elle est aussi, significativement associée à la proximité de la résidence avec une route principale.

Cette nouvelle mesure ouvre des perspectives importantes pour les futures recherches toxicologiques afin de compléter les hypothèses physiopathologiques des particules fines et ultrafines issues du parc diesel sur la santé. A plus long terme, cette analyse urinaire pourrait s'avérer utile en pratique clinique pour estimer de façon plus précise l'exposition d'une personne tout au long de sa vie afin de prévenir les effets néfastes de la pollution de l'air sur le système cardiovasculaire.

VII. Bibliographie

1. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. [cité 28 févr 2020]. Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
2. Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, Baccarelli AA, Brook RD, Donaldson K, et al. Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 7 janv 2015;36(2):83-93.
3. BOURDREL T, Argacha JF. Pollution de l'air: la prévention cardiovasculaire face à son prochain défi [Internet]. *Réalités Cardiologiques*. 2018 [cité 1 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.realites-cardiologiques.com/2018/04/12/pollution-de-lair-la-prevention-cardiovasculaire-face-a-son-prochain-defi/>
4. Pascal M, Corso M, Chanel O, Declercq C, Badaloni C, Cesaroni G, et al. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: Results of the Aphekom project. *Sci Total Environ*. 1 avr 2013;449:390-400.
5. Evaluation de l'impact sanitaire à court et long termes de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations de Montpellier, Nîmes et Perpignan. Languedoc-Roussillon, 2007-2009 [Internet]. [cité 9 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/recherche/#search=%C3%89valuation+de+l'impact+sanitaire+%C3%A0+court+et+long+termes+de+la+pollution+atmosph%C3%A9rique+urbaine+dans+les+agglom%C3%A9rations+de+Montpellier,+N%C3%A9mes+et+Perpignan+Languedoc-Roussillon,+2007-2009>
6. Sanyal S, Rochereau T, Maesano CN, Com-Ruelle L, Annesi-Maesano I. Long-Term Effect of Outdoor Air Pollution on Mortality and Morbidity: A 12-Year Follow-Up Study for Metropolitan France. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. nov 2018 [cité 7 avr 2020];15(11). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6266056/>
7. Hoek G, Krishnan RM, Beelen R, Peters A, Ostro B, Brunekreef B, et al. Long-term air pollution exposure and cardio- respiratory mortality: a review. *Environ Health*. 28 mai 2013;12:43.

8. Mills NL, Miller MR, Lucking AJ, Beveridge J, Flint L, Boere AJF, et al. Combustion-derived nanoparticulate induces the adverse vascular effects of diesel exhaust inhalation. *Eur Heart J*. nov 2011;32(21):2660-71.
9. Hoffmann B, Moebus S, Möhlenkamp S, Stang A, Lehmann N, Dragano N, et al. Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis. *Circulation*. 31 juill 2007;116(5):489-96.
10. Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique [Internet]. [cité 7 avr 2020].
Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/documents/rapport-synthese/impacts-de-l-exposition-chronique-aux-particules-fines-sur-la-mortalite-en-france-continentale-et-analyse-des-gains-en-sante-de-plusieurs-scenarios>
11. Langrish JP, Li X, Wang S, Lee MMY, Barnes GD, Miller MR, et al. Reducing Personal Exposure to Particulate Air Pollution Improves Cardiovascular Health in Patients with Coronary Heart Disease. *Environ Health Perspect*. mars 2012;120(3):367-72.
12. Attané A, Bouchayer F, Mattei J-C, Langewiesche K, Gruénais M-É. Attitudes et connaissances des médecins généralistes face aux risques environnementaux. In: Vernazza-Licht N, Gruénais M-É, Bley D, éditeurs. *Sociétés, environnements, santé* [Internet]. IRD Éditions; 2010 [cité 17 nov 2020]. p. 147-70. Disponible sur: <http://books.openedition.org/irdeditions/3603>
13. Vaudrey B. Inflammation, pollution de l'air à court-terme et saisonnalité lors d'événements coronariens [Thèse d'exercice]. [2009- , France]: Université de Strasbourg; 2019.
14. Synthèse des connaissances sur les particules en suspension dans l'air et des travaux d'Airparif sur ces polluants. 2008;105.

15. Hime NJ, Marks GB, Cowie CT. A Comparison of the Health Effects of Ambient Particulate Matter Air Pollution from Five Emission Sources. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. juin 2018 [cité 2 juin 2020];15(6). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6024892/>
16. Conseils à donner en période de pics de pollution atmosphérique : 20 messages clés à destination des patients. Établis par un consensus d'experts. 2019.
17. Borgie M. Étude des particules fines et ultrafines en suspension dans l'air au Liban: caractérisation physicochimique et évaluation des effets toxicologiques sur des cellules pulmonaires humaines BEAS-2B. :328.
18. BOURDREL T, MEALIER M, Argacha JF. De la chimie des polluants à leur impact cardiovasculaire [Internet]. *realites cardiologiques*. 2020. Disponible sur: <https://www.realites-cardiologiques.com>
19. Airparif - Réglementation - Recommandations de l'OMS [Internet]. [cité 9 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/recommandations-oms>
20. Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde [Internet]. 2020 [cité 7 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>
21. Airparif - Réglementation - Normes européennes [Internet]. [cité 9 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/normes-europeennes>
22. Airparif - Réglementation - Normes françaises [Internet]. [cité 9 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/normes-francaises>
23. Asikainen A, Carrer P, Kephelopoulos S, Fernandes E de O, Wargocki P, Hämmnen O. Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe (HEALTHVENT project). *Environ Health* [Internet]. 8 mars 2016 [cité 1 juill 2020];15(Suppl 1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4895703/>

24. Evaluation de l'impact sanitaire à court et long termes de la pollution atmosphérique urbaine dans les agglomérations de Montpellier, Nîmes et Perpignan. Languedoc-Roussillon, 2007-2009 [Internet]. 2020 [cité 9avr2020]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/recherche/#search=%C3%89valuation+de+l'impact+sanitaire+%C3%A0+court+et+long+termes+de+la+pollution+atmosph%C3%A9rique+urbaine+dans+les+agglom%C3%A9rations+de+Montpellier,+N%C3%AEmes+et+Perpignan+Languedoc-Roussillon,+2007-2009>
25. ETU-2020-163 DiagnosticTerritorial Coeur d'Herault.pdf [Internet]. [cité 9 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.atmo-occitanie.org/sites/default/files/publications/2020-11/ETU-2020-163%20DiagnosticTerritorial%20Coeur%20d%27Herault.pdf>
26. 6-presentation_bilan_qualite_de_l_air_atmo_occitanie_-2.pdf [Internet]. [cité 9 févr 2021]. Disponible sur: http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/6-presentation_bilan_qualite_de_l_air_atmo_occitanie_-2.pdf
27. Pascal M. Analyse des gains en santé de plusieurs scénarios d'amélioration de la qualité del'air en France continentale. 16 mars 2016;8.
28. Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, et al. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *Eur Heart J*. 21 mai 2019;40(20):1590-6.
29. AIR2014SA0156Ra-Sante.pdf [Internet]. [cité 1 juin 2020]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0156Ra-Sante.pdf>
30. Argacha JF, Collart P, Wauters A, Kayaert P, Lochy S, Schoors D, et al. Air pollution and ST-elevation myocardial infarction: A case-crossover study of the Belgian STEMI registry 2009–2013. *Int J Cardiol*. 15 nov 2016;223:300-5.
31. Kettunen J, Lanki T, Tiittanen P, Aalto PP, Koskentalo T, Kulmala M, et al. Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in an area of

low air pollution levels. *Stroke*. mars 2007;38(3):918-22.

32. Sicard P, Perez S, Gualtieri M, De Marco A. Effect of O₃, PM₁₀ and PM_{2.5} on cardiovascular and respiratory diseases in cities of France, Iran and Italy. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2019;26(31):32645-65.

33. Dyntar D, Kutlar Joss M, Rapp R, Quinto C, Künzli N. Pollution atmosphérique et maladies cardio-pulmonaires: L'air vicié nuit à la santé. *Prim Hosp Care*. 25 févr 2015;15(04):60-5.

34. IMPACT À COURT TERME DU DIOXYDE D'AZOTE (NO₂) SUR LA MORTALITÉ DANS 18 AGGLOMÉRATIONS FRANÇAISES, 2010-2014 [Internet]. 2020 [cité 8 avr 2020].

Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/documents/rapport-synthese/impact-a-court-terme-du-dioxyde-d-azote-no2-sur-la-mortalite-dans-18-agglomerations-francaises-2010-2014>

35. Shah AS, Langrish JP, Nair H, McAllister DA, Hunter AL, Donaldson K, et al. Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 21 sept 2013;382(9897):1039-48.

36. Feigin VL, Roth GA, Naghavi M, Parmar P, Krishnamurthi R, Chugh S, et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Neurol*. 1 août 2016;15(9):913-24.

37. Collart P, Dubourg D, Levêque A, Sierra NB, Coppieters Y. Short-term effects of nitrogen dioxide on hospital admissions for cardiovascular disease in Wallonia, Belgium. *Int J Cardiol*. 15mars 2018;255:231-6.

38. Yitshak Sade Maayan, Novack Victor, Ifergane Gal, Horev Anat, Kloog Itai. Air Pollution and Ischemic Stroke Among Young Adults. *Stroke*. 1 déc 2015;46(12):3348-53.

39. Wellenius Gregory A., Schwartz Joel, Mittleman Murray A. Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic and Hemorrhagic Stroke Among Medicare Beneficiaries. *Stroke*. 1 déc 2005;36(12):2549-53.
40. Johnson JY, Villeneuve PJ, Pasichnyk D, Rowe BH. A retrospective cohort study of stroke onset: implications for characterizing short term effects from ambient air pollution. *Environ Health*. 6 oct 2011;10:87.
41. Vidale S, Bonanomi A, Guidotti M, Arnaboldi M, Sterzi R. Air pollution positively correlates with daily stroke admission and in hospital mortality: a study in the urban area of Como, Italy. *Neurol Sci*. 1 avr 2010;31(2):179-82.
42. Cai Y, Zhang B, Ke W, Feng B, Lin H, Xiao J, et al. Associations of Short-Term and Long-Term Exposure to Ambient Air Pollutants With Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Hypertension*. juill 2016;68(1):62-70.
43. Bourdrel T, Bind M-A, Béjot Y, Morel O, Argacha J-F. Cardiovascular effects of air pollution. *Arch Cardiovasc Dis*. nov 2017;110(11):634-42.
44. Mills NL, Törnqvist H, Gonzalez MC, Vink E, Robinson SD, Söderberg S, et al. Ischemic and thrombotic effects of dilute diesel-exhaust inhalation in men with coronary heart disease. *N Engl J Med*. 13 sept 2007;357(11):1075-82.
45. Lucking AJ, Lundback M, Mills NL, Faratian D, Barath SL, Pourazar J, et al. Diesel exhaust inhalation increases thrombus formation in man. *Eur Heart J*. déc 2008;29(24):3043-51.
46. Kim H, Kim J, Kim S, Kang S, Kim H, Kim H, et al. Cardiovascular Effects of Long-Term Exposure to Air Pollution: A Population-Based Study With 900 845 Person-Years of Follow-up. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis [Internet]*. 8 nov 2017 [cité 12 nov 2020];6(11). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5721790/>
47. Faustini A, Rapp R, Forastiere F. Nitrogen dioxide and mortality: review and meta-analysis of long-term studies. *Eur Respir J*. 1 sept 2014;44(3):744-53.

48. Cesaroni G, Forastiere F, Stafoggia M, Andersen ZJ, Badaloni C, Beelen R, et al. Long term exposure to ambient air pollution and incidence of acute coronary events: prospective cohort study and meta-analysis in 11 European cohorts from the ESCAPE Project. *The BMJ* [Internet]. 21 janv 2014 [cité 19 juill 2020];348. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3898420/>
49. Dorans KS, Wilker EH, Li W, Rice MB, Ljungman PL, Schwartz J, et al. Residential proximity to major roads, exposure to fine particulate matter and aortic calcium: the Framingham Heart Study, a cohort study. *BMJ Open* [Internet]. 16 mars 2017 [cité 19 juill 2020];7(3). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5372069/>
50. Wang Y, Eliot MN, Wellenius GA. Short-term Changes in Ambient Particulate Matter and Risk of Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis* [Internet]. 7 août 2014 [cité 30 mars 2019];3(4). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4310387/>
51. Amancio CT, Nascimento LF. Environmental pollution and deaths due to stroke in a city with low levels of air pollution: ecological time series study. *Sao Paulo Med J*. déc 2014;132(6):353-8.
52. Bai L, Weichenthal S, Kwong JC, Burnett RT, Hatzopoulou M, Jerrett M, et al. Associations of Long-Term Exposure to Ultrafine Particles and Nitrogen Dioxide With Increased Incidence of Congestive Heart Failure and Acute Myocardial Infarction. *Am J Epidemiol*. 1 janv 2019;188(1):151-9.
53. Münzel T, Sørensen M, Gori T, Schmidt FP, Rao X, Brook FR, et al. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part II—mechanistic insights. *Eur Heart J*. 21 févr 2017;38(8):557-64.
54. Havard S. Contribution de la Pollution Atmosphérique aux Inégalités Socio-Spatiales de Santé: Analyse Écologique du Risque d'Infarctus du Myocarde dans l'Agglomération de Strasbourg [Internet] [phdthesis]. Université Rennes 1; 2008 [cité 9 févr 2021]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00362785>

55. get_file.pdf [Internet]. [cité 6 janv 2021]. Disponible sur: http://aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347
56. Nawrot TS, Perez L, Künzli N, Munters E, Nemery B. Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment. *Lancet Lond Engl*. 26 févr 2011;377(9767):732-40.
57. Lelieveld J, Evans JS, Fnais M, Giannadaki D, Pozzer A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*. sept 2015;525(7569):367-71.
58. Argacha JF, Bourdrel T, van de Borne P. Ecology of the cardiovascular system: A focus on air-related environmental factors. *Trends Cardiovasc Med*. 1 févr 2018;28(2):112-26.
59. Sun Q, Wang A, Jin X, Natanzon A, Duquaine D, Brook RD, et al. Long-term Air Pollution Exposure and Acceleration of Atherosclerosis and Vascular Inflammation in an Animal Model. *JAMA*. 21 déc 2005;294(23):3003-10.
60. Air quality in Europe - 2020 report — European Environment Agency [Internet]. [cité 9 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>
61. Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B, et al. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *The Lancet*. mars 2014;383(9919):785-95.
62. cba_baseline_results2000_2020.pdf [Internet]. [cité 11 janv 2021]. Disponible sur: https://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/activities/pdf/cba_baseline_results2000_2020.pdf

63. Chanel O. Evaluation économique des impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale. :7.
64. Bourdrel T, Bind M-A, Béjot Y, Morel O, Argacha J-F. Cardiovascular effects of air pollution. *Arch Cardiovasc Dis.* nov 2017;110(11):634-42.
65. Wauters A, Dreyfuss C, Pochet S, Hendrick P, Berkenboom G, van de Borne P, et al. Acute Exposure to Diesel Exhaust Impairs Nitric Oxide–Mediated Endothelial Vasomotor Function by Increasing Endothelial Oxidative Stress. *Hypertension.* août 2013;62(2):352-8.
66. Araujo JA. Particulate air pollution, systemic oxidative stress, inflammation, and atherosclerosis. *Air Qual Atmosphere Health.* 10 nov 2010;4(1):79-93.
67. Balestier-Stengel A. Effets à long terme de la pollution atmosphérique sur les maladies cardiovasculaires: revue de littérature. :70.
68. Netgen. La pollution a-t-elle un impact sur la pression artérielle? [Internet]. *Revue Médicale Suisse.* [cité 7 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2016/RMS-N-530/La-pollution-a-t-elle-un-impact-sur-la-pression-arterielle>
69. Mills Nicholas L., Törnqvist Håkan, Robinson Simon D., Gonzalez Manuel, Darnley Kareen, MacNee William, et al. Diesel Exhaust Inhalation Causes Vascular Dysfunction and Impaired Endogenous Fibrinolysis. *Circulation.* 20 déc 2005;112(25):3930-6.
70. Yang S, Lee S-P, Park J-B, Lee H, Kang S-H, Lee S-E, et al. PM2.5 concentration in the ambient air is a risk factor for the development of high-risk coronary plaques. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 1 déc 2019;20(12):1355-64.
71. Parcours Santé: TCS Cardiologie [Internet]. [cité 10 nov 2020]. Disponible sur: <https://servuction.fr/moodle/mod/scorm/view.php?id=302>
72. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific

statement from the American Heart Association. *Circulation*. 1 juin 2010;121(21):2331-78.

73. Pascal M, Tillier C, Bentayeb M, Blanchard M, Cochet A, Pascal L, et al. ANALYSE DES GAINS EN SANTÉ DE PLUSIEURS SCÉNARIOS D'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN FRANCE CONTINENTALE. *BEH - Bull Épidémiologique Hebd*. 16 mars 2016;28.

74. Rovira J, Domingo JL, Schuhmacher M. Air quality, health impacts and burden of disease due to air pollution (PM10, PM2.5, NO2 and O3): Application of AirQ+ model to the Camp de Tarragona County (Catalonia, Spain). *Sci Total Environ*. 18 nov 2019;135538.

75. Yorifuji T, Kashima S, Doi H. Fine-particulate Air Pollution from Diesel Emission Control and Mortality Rates in Tokyo: A Quasi-experimental Study. *Epidemiology*. nov 2016;27(6):769-78.

76. FEDECARDIO | Pollution: un risque de maladies cardio-vasculaires accru [Internet]. <https://www.fedecardio.org>. 2016 [cité 9 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.fedecardio.org/La-Federation-Francaise-de-Cardiologie/Presse/pollution-facteur-de-risque-aggravant-des-maladies-cardio-vasculaires>

77. Laumbach R, Meng Q, Kipen H. What can individuals do to reduce personal health risks from air pollution? *J Thorac Dis*. janv 2015;7(1):96-107.

78. Kargarfard M, Shariat A, Shaw BS, Shaw I, Lam ETC, Kheiri A, et al. Effects of polluted air on cardiovascular and hematological parameters after progressive maximal aerobic exercise. *Lung*. avr 2015;193(2):275-81.

79. Chuang H-C, Ho K-F, Lin L-Y, Chang T-Y, Hong G-B, Ma C-M, et al. Long-term indoor air conditioner filtration and cardiovascular health: A randomized crossover intervention study. *Environ Int*. 1 sept 2017;106:91-6.

80. Péter S, Holguin F, Wood LG, Clougherty JE, Raederstorff D, Antal M, et al. Nutritional Solutions to Reduce Risks of Negative Health Impacts of Air Pollution. *Nutrients*. 10 déc 2015;7(12):10398-416.

81. Hawley B, L'Orange C, Olsen DB, Marchese AJ, Volckens J. Oxidative stress and

aromatic hydrocarbon response of human bronchial epithelial cells exposed to petro- or biodiesel exhaust treated with a diesel particulate filter. *Toxicol Sci Off J Soc Toxicol*. oct 2014;141(2):505-14.

82. Kulick ER, Wellenius GA, Boehme AK, Sacco RL, Elkind MS. Residential proximity to major roadways and risk of incident ischemic stroke in the Northern Manhattan Study. *Stroke*. avr2018;49(4):835-41.

83. Hart JE, Chiuve SE, Laden F, Albert CM. Roadway Proximity and Risk of Sudden Cardiac Death in Women. *Circulation*. 21 oct 2014;130(17):1474-82.

84. Kubesch Nadine J., Therning Jørgensen Jeanette, Hoffmann Barbara, Loft Steffen, Nieuwenhuijsen Mark J., Raaschou-Nielsen Ole, et al. Effects of Leisure-Time and Transport- Related Physical Activities on the Risk of Incident and Recurrent Myocardial Infarction and Interaction With Traffic-Related Air Pollution: A Cohort Study. *J Am Heart Assoc*. 7 août 2018;7(15):e009554.

85. La surveillance de la qualité de l'air [Internet]. *Respire*. [cité 17 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.respire-asso.org/surveillance-de-la-qualite-de-lair/>

86. Notre projet: Plan Régional la Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQA) 2017-2021 [Internet]. *ATMO Occitanie*. 2020 [cité 14 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.atmo-occitanie.org/notre-projet-plan-regional-la-surveillance-de-la-qualite-de-lair-prsqa-2017-2021>

87. L'indice ATMO [Internet]. *Atmo France*. 2018 [cité 17 nov 2020]. Disponible sur: <https://atmo-france.org/lindice-atmo/>

88. Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air (Articles L221-1 à L221-5) - Légifrance [Internet]. [cité 17 nov 2020].

Disponible sur: <https://www.legifrance.gouv.fr/codes/id/LEGISCTA000006176481/2011-03-29/>

89. *ademe_cop_8757.pdf* [Internet]. [cité 14 janv 2020]. Disponible sur:

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_cop_8757.pdf

90. SPF. Médecins généralistes et santé environnement. [Internet]. [cité 17 nov 2020]. Disponible sur: [/notices/medecins-generalistes-et-sante-environnement](#)

91. Formation Pollution de l'air | Association Santé Environnement France [Internet]. [cité 8 févr 2021]. Disponible sur: <https://www.asef-asso.fr/videos/>

92. Aubin-Auger I, Mercier A, Baumann L, Lehr-Drylewicz A-M, Imbert P. Introduction à la recherche qualitative. 19:4.

93. Ribau C, Lasry J-C, Bouchard L, Moutel G, Hervé C, Marc-Vergnes J-P. La phénoménologie : une approche scientifique des expériences vécues. *Rech Soins Infirm.* 2005;N°81(2):21-7.

94. Les zonages d'étude de l'Insee | Insee [Internet]. [cité 21 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/information/2571258>

95. ATMO OCCITANIE RA 2018 HERAULT.pdf [Internet]. [cité 14 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.atmo-occitanie.org/sites/default/files/publications/2019-06/ATMO%20OCCITANIE%20RA%202018%20HERAULT.pdf>

96. Qualité de l'air ambiant et santé [Internet]. [cité 14 janv 2020]. Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

97. Déclaration-WONCA-VF.pdf [Internet]. [cité 23 janv 2021]. Disponible sur: <https://lecmg.fr/wp-content/uploads/2019/10/De%CC%81claration-WONCA-VF.pdf>

98. Gedda M. Traduction française des lignes directrices COREQ pour l'écriture et la lecture des rapports de recherche qualitative. *Kinésithérapie Rev.* janv 2015;15(157):50-4.

99. Ménard C, Léon C, Benmarhnia T. Médecins généralistes et santé environnement. (26):6.

100. Saenen ND, Bové H, Steuwe C, Roeffaers MBJ, Provost EB, Lefebvre W, et al. Children's Urinary Environmental Carbon Load. A Novel Marker Reflecting Residential Ambient Air Pollution Exposure? *Am J Respir Crit Care Med.* 7 juill 2017;196(7):873-81.

VIII. Annexes

ANNEXE 1 : les conseils en période de pic de pollution (16)

Conseils généraux :

Activités :

1. Déplacer dans la mesure du possible les compétitions prévues en extérieur
2. L'activité physique d'intensité modérée, dont le vélo, peut être pratiquée de façon modérée, est donc possible en cas d'épisode de pollution, mais de préférence à l'écart des sources majeures de pollution telles que les grands axes routiers et pendant les moments de la journée où le niveau de pollution est le moins élevé
3. La course à pieds le long des routes nationales et autres routes à forte circulation doit être déconseillée

Déplacements :

4. Réfléchir avant chaque déplacement au moyen d'éviter de prendre sa voiture, penser aux transports en commun, vélo, marche à pieds, covoiturage ...
5. Privilégier les sorties les plus brèves et celles qui demandent le moins d'effort

Symptômes :

6. En cas de gêne respiratoire ou cardiaque, prendre conseil auprès d'un professionnel de santé
7. Les patients souffrant d'une pathologie chronique, asthmatiques, insuffisants respiratoires ou cardiaques doivent respecter rigoureusement leur traitement de fond et être vigilants à toute aggravation de leur état de santé

Automobilistes :

8. De manière générale, il est recommandé d'aérer régulièrement son véhicule. En cas d'épisode de pics de pollution de l'air, il est préférable d'éviter d'aérer son véhicule à proximité d'autres sources de pollution, par exemple en zone de trafic dense, dans les tunnels et pendant les moments de la journée où le niveau de pollution est le plus élevé.

Établissements scolaires :

9. Pour les enfants connus comme étant sensibles ou qui présenteraient une gêne à

cette occasion, privilégiez les activités calmes

10. Il est conseillé aux parents d'asthmatiques de signaler l'asthme de leur enfant à la structure qui l'accueille. En milieu scolaire, l'enfant peut bénéficier d'un PAI.

Messages divers :

11. Ne pas aggraver les effets de cette pollution en s'exposant à des facteurs irritants supplémentaires : tabac, utilisation de solvants en espace intérieur, chauffage aux bois, exposition aux pollens
12. L'hiver lors des épisodes de pollution, évitez les feux de cheminée d'agrément
13. Il est interdit de brûler des déchets verts et autres ...

Conseils spécifiques en fonction du type de polluant : Ozone :

Activités :

14. **Populations sensibles et vulnérables** : Évitez les activités physiques et sportives intenses en extérieur, dont les compétitions ; celles peu intenses à l'intérieur peuvent être maintenues.

Particules, dioxydes d'azote et dioxyde de soufre :

Activités :

15. **Population générale** : Réduisez, voire reportez les activités physiques et sportives intenses en intérieur comme en extérieur, dont les compétitions
16. **Populations sensibles et vulnérables** :
 - Évitez les activités physiques et sportives intenses en intérieur comme en extérieur dont les compétitions : privilégiez les activités modérées
 - Il est préférable de pratiquer les activités physiques le plus possible à l'écart des sources majeures de pollution

Déplacements :

17. **Populations sensibles et vulnérables** :

- Limitez les déplacements sur les grands axes routiers et à leurs abords, aux périodes de pointe (horaires éventuellement précisés au niveau local)
- Les sorties à l'extérieur pour les nourrissons peuvent être maintenues. Cependant il est recommandé de les limiter dans la durée à proximité des sources majeures de pollution telles que les grands axes routiers et pendant les moments de la journée où le niveau de pollution est le plus élevé (début de matinée et en soirée)

Aération :

18. En période de pollution de l'air, il est recommandé d'aérer et de ventiler aux périodes de la journée les moins polluées

ANNEXE 2 : Conseils de la fédération française de cardiologie (76)

L'appel au bon sens citoyen de la FFC en attendant des actions emblématiques et durables :

- Limiter l'utilisation de la voiture pour se rendre au travail, utiliser les modes de transports adaptés (marche, vélo, transports en commun...)
- Réduire les déplacements sur les grands axes routiers, notamment pendant les heures de pointe.
- Éviter l'usage des produits à base de solvants (pesticides, peinture à l'huile, essence...).
- Utiliser les combustibles les moins polluants.
- Entretien et régler les appareils de chauffage et les véhicules.
- Préférer des appareils électroménager écologiques.
- Privilégier un véhicule hybride ou électrique plutôt qu'à essence.
- Éviter le gaspillage d'énergie (électricité, chauffage, gaz).
- Opter pour le tri sélectif, les produits recyclés.
- Ne pas fumer dans la maison car c'est la première source de pollution.

Les conseils de la FFC en cas de pics de pollution :

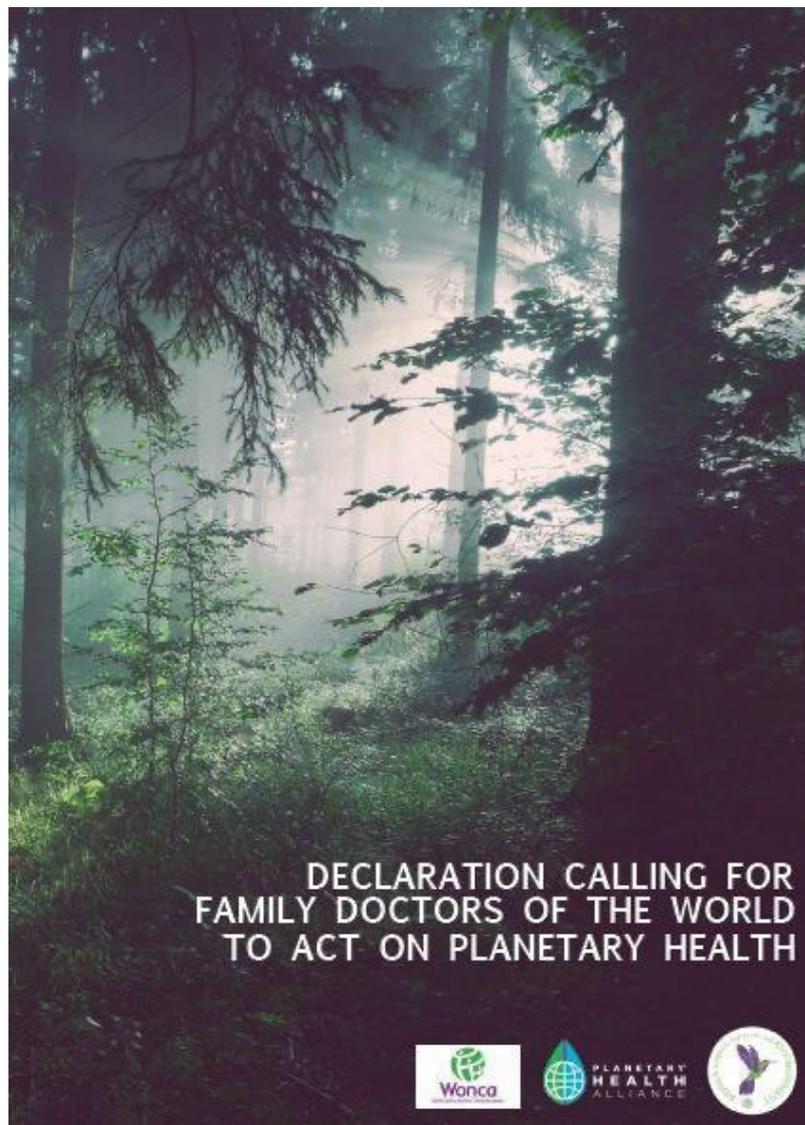
- Limiter les activités physiques et sportives intenses en intérieur ou extérieur.
- Vérifier la ventilation de la salle de sport (qui est chargée en polluants et allergènes).
- S'informer régulièrement via les sites experts (Airparif.fr par exemple) de l'état de la pollution avant tout type d'activité.
- A quelques jours d'un pic de pollution, renouveler l'air de la maison deux fois par jour pendant 10 minutes pour une bonne oxygénation des lieux, diminuer l'humidité et la concentration de polluants.
- Être vigilant sur les signes d'alerte tels que : malaises, maux de tête, sensation de faiblesse, vertiges, fièvre... Ils doivent être pris au sérieux et amener à consulter.

En cas de symptômes ou d'inquiétude, la Fédération Française de cardiologie invite le public à se rapprocher des professionnels de santé (pharmacien, médecin, cardiologue, urgentiste) ou contacter la permanence sanitaire locale (quand celle-ci est mise en place).

ANNEXE 3 : Tract de l'association WONCA

Déclaration appelant les médecins généralistes du monde entier à agir en faveur de la santé planétaire

Version Française - septembre
2019



ANNEXE 4 : Guide d'entretien

Questionnaire administratif :

- Quel est votre lieu d'exercice ?
- Quel est votre nombre d'années d'expériences en tant que médecin généraliste ?
- Quel est votre âge ?
- Avez-vous une formation en médecine environnementale ?

Questionnaire qualitatif :

1. Selon vous, quels sont les facteurs de risque cardiovasculaires modifiables reconnus par la société française de cardiologie ? Si le médecin ne cite pas la pollution : La pollution de l'air est-elle selon vous un facteur de risque cardiovasculaire modifiable
2. Quels sont d'après vous les principaux polluants atmosphériques majeurs responsables d'effets néfastes sur la santé ?
3. D'après vous quelle est la part des maladies cardiovasculaires dans la mortalité en lien avec la pollution de l'air ? Propositions : 20, 50 ou 80 % ?
4. Pouvez-vous citer des impacts des polluants atmosphériques sur le système cardiovasculaire ?
5. Cas clinique : si un patient de 45 ans sans antécédent particulier souhaite courir un marathon à New Delhi alors qu'un pic de pollution est prévu le jour de l'épreuve et que l'on vous demande un certificat médical de non contre-indication, quel est votre conseil en tant que professionnel de la santé ?
6. Cas clinique : Si ce même patient souhaite courir dans Paris mais qu'une forte

pluie est prévue la veille de la course, quelle est votre attitude ?

7. Vous revoyez un patient de 55 ans récemment victime d'un infarctus qui vous dit s'être mis au sport sur les conseils de son cardiologue et vous annonce qu'il court très régulièrement le long du périphérique (ou de l'autoroute), que lui conseillez-vous ?
8. Cas clinique : un patient de 50 ans se présente en consultation à votre cabinet pour la première fois. Il ne présente aucun antécédent mais sur un scanner thoracique réalisé dans le cadre d'une suspicion de COVID, le scanner révèle d'importantes calcifications aortiques et coronariennes. Ce patient ne fume pas et n'a pas de facteur de risque cardiovasculaire familiaux. Quels facteurs de risques recherchez-vous ? Vous apprenez que pour son travail, il passe 5 heures par jour en voiture, fréquemment dans les bouchons et ce depuis plus de 10 ans, cela modifie-t-il votre réflexion ?
9. Un patient de 51 ans vient vous consulter dans les suites d'un infarctus, il n'avait jusque-là aucun antécédent particulier. Il vous demande s'il peut retourner travailler comme caissier au péage autoroutier de Montpellier. Sur quels facteurs de risques cardiovasculaires allez-vous le sensibiliser ? (Si le médecin interrogé ne l'envisage pas : Vous semble-t-il nécessaire de lui proposer de prendre contact avec son médecin du travail pour demander un aménagement du poste de travail ou une demande de reclassement professionnel ?)
10. Quels sont pour vous les différents conseils de prévention primaire et secondaire que vous pouvez donner à un patient concernant le risque cardiovasculaire lié à la pollution atmosphérique extérieure ?
11. Connaissez-vous des outils pour vous aider dans votre pratique concernant les mesures de polluants atmosphériques ?
12. Quels sont les freins dans votre pratique actuelle à ne pas inclure la pollution extérieure comme facteur de risque cardiovasculaire

modifiable majeur ?

13.Saviez-vous que les sociétés Nord-Américaine et Européenne de cardiologie considèrent désormais la pollution de l'air comme un facteur de risque cardio vasculaire indépendant et majeur en termes de santé publique ?

Question de conclusion :

14.Quelle a été votre motivation à participer à ce travail de thèse ?

15.Quelle est votre satisfaction à votre participation à cet entretien ?

ANNEXE 6 : Lettre adressée aux médecins généralistes

Cher confrère, chère consœur,

Je suis actuellement médecin remplaçante. Je prépare ma thèse d'exercice sur l'évaluation de l'expérience des médecins généralistes, vis-à-vis des facteurs de risques environnementaux, dans la prévention cardiovasculaire.

Cette thèse est sous la direction du Dr BOURDREL Thomas, radiologue au centre radiodiagnostic de Strasbourg. Il est l'auteur de plusieurs publications scientifiques sur les effets cardio-vasculaire de la pollution de l'air et intervenant dans des DPC nationaux en santé environnementale.

Ce travail de recherche repose sur une étude qualitative. La population ciblée concerne les médecins généralistes de l'Hérault, des bassins de forte densité et de faible densité de population. Nous envisageons de réaliser des entretiens directifs individuels soit en présentiel, soit via une plateforme de vidéo conférence. Ils seront menés par moi-même et enregistrés. Les échanges seront retranscrits mot à mot. L'anonymat sera bien entendu respecté.

Certaines questions présentées sous forme de cas clinique sont inspirées par la formation Airducation et sont donc validées en amont par les experts du DPC.

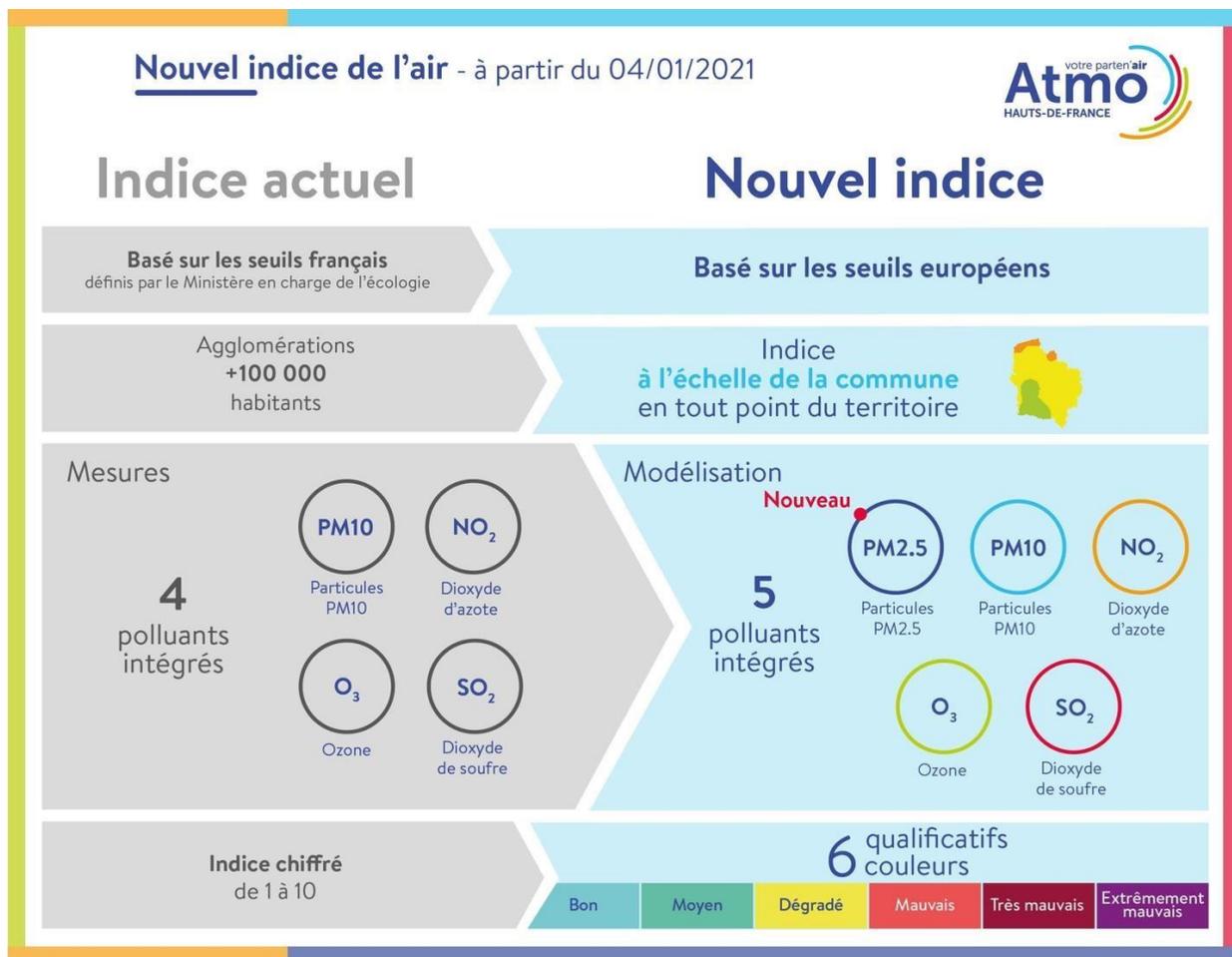
C'est pour cette raison que je me permets de vous solliciter.

Si vous le souhaitez, vous serez par la suite tenu au courant des résultats de cette étude.

Confraternellement,

MEALIER Marion

ANNEXE 7 : indice ATMO



SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.*
- *Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.*
- *Admis (e) dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*
- *Respectueux (se) et reconnaissant (e) envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*
- *Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

MEALIER MARION

« ETUDE PHENOMENOLOGIQUE DE L'EXPERIENCE DES MEDECINS GENERALISTES DE L'HERAULT QUANT À LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DANS LA PREVENTION CARDIOVASCULAIRE »

Mots clés : azote, médecine générale, particules, pathologies cardiovasculaires, pollution de l'air, prévention, recherche qualitative, trafic routier

Résumé :

Aujourd'hui la pollution de l'air est considérée comme un problème majeur de santé publique. Elle est responsable de 48000 décès par an en France. Elle est classée par les experts parmi les facteurs de risque cardiovasculaire modifiables majeurs. Les pathologies cardiovasculaires en lien avec la pollution de l'air sont étayées par de nombreuses études épidémiologiques. Les mécanismes biologiques et physiopathologiques sont mis en évidence par les études toxicologiques animales et humaines.

Il paraît donc essentiel de prendre en compte ces données dans la pratique médicale. Les médecins généralistes intègrent-ils les récentes données concernant l'implication des polluants sur la santé cardiovasculaire ? Nous explorons à travers notre étude qualitative le ressenti, les connaissances, le vécu des médecins généralistes de l'Hérault vis-à-vis de la pollution atmosphérique dans la prévention cardiovasculaire, par des entretiens directifs.

Si plus de la moitié de l'échantillon admet que la pollution peut avoir un effet néfaste sur la morbi-mortalité cardiovasculaire, aucun n'a conscience de son ampleur sanitaire.

Les questions sous forme de cas cliniques soulignent l'absence d'interrogation sur l'exposition à la pollution extérieure en pratique quotidienne. Plus de 50% des médecins interrogés ne s'estiment pas bien formés. Il apparaît clairement que les médecins se sentent concernés par cette question et souhaitent acquérir plus de connaissance à ce sujet.

Un ajout de cet item dans la maquette de formation du diplôme de médecine générale serait intéressant. Notre étude met aussi en avant un manque d'outil permettant l'utilisation de ces données.

Une mesure biologique du « black carbon » permettrait une évaluation plus objective de l'exposition à la pollution par les véhicules diesel. Elle serait un outil concret pour l'exercice de la médecine générale.