

Conférence de Rémy Slama - Influence de l'environnement sur la santé des populations de l'Anthropocène

De la pollution atmosphérique au changement climatique

Pôle Développement Durable

3 avril 2019

Rémy Slama est directeur de recherche en épidémiologie environnementale à l'INSERM. Son équipe étudie l'effet des perturbateurs endocriniens sur la santé des populations.

1 Introduction

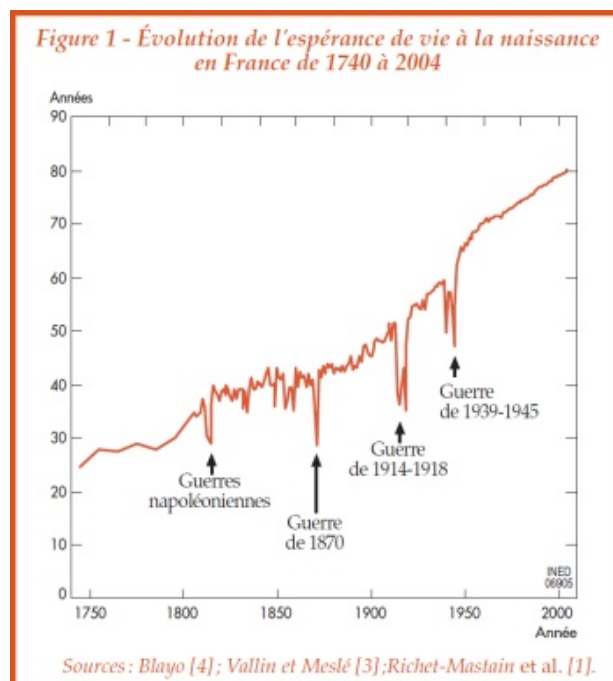
À long terme, l'espèce humaine, comme toute espèce, est le fruit de son environnement. Une sélection (par le climat, la présence de virus et de bactéries, la température, la faune et la flore) s'est effectuée sur des milliards d'années.

À plus court terme, l'être humain a grandement influencé son environnement ces dernières centaines d'années, au point d'évoquer une entrée dans une nouvelle époque géologique, l'Anthropocène, dont la rupture avec l'Holocène¹ est visible à l'échelle des temps géologiques.

Dans quelles mesures ces modifications peuvent à leur tour influencer la santé ?

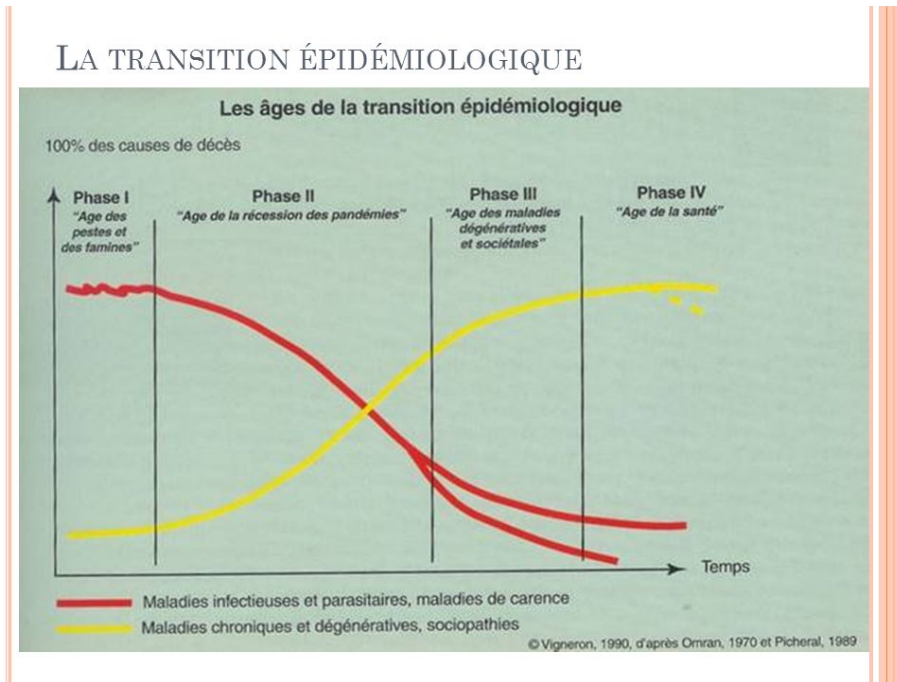
2 La santé au cours des 3 derniers siècles

La santé est un ensemble de caractéristiques complexes. On peut pour la caractériser s'intéresser à l'espérance de vie. Cette dernière a triplé en France depuis 1750. Cette augmentation est due en partie à la diminution de la mortalité infantile².



1. Époque géologique précédente s'étendant sur les 10 derniers milliers d'années
2. En 1750, un enfant sur 3 ne survivait pas la première année

On peut aussi observer une évolution des causes de mortalité :



En 1900, dans les pays du Nord, les maladies infectieuses étaient la principale cause de décès. Aujourd'hui, ce sont les maladies chroniques, dont un tiers sont des maladies cancéreuses et un autre tiers des maladies cardiovasculaires. Ces maladies sont multifactorielles, les causes ne sont ni nécessaires ni suffisantes à l'échelle de l'individu. Elles sont mises en évidence grâce à des statistiques à l'échelle de population. Il existe tout de même toujours des épisodes de grippe et des pandémies.

Les leviers principaux de cette transition ont été tout d'abord la prévention (vaccination et hygiène dont assainissement notamment) puis la thérapie (antibiotiques découverts par A. Fleming et utilisés à partir des années 30).

3 Santé et révolution industrielle

La période pendant laquelle s'est effectuée la transition épidémiologique correspond aussi à la révolution industrielle. Cette révolution s'accompagne d'une transition énergétique avec l'utilisation massive d'énergies fossiles (charbon puis pétrole) conduisant à un relargage dans l'atmosphère de plomb, de dioxyde de soufre, de particules en suspension.. Dans les années 40, cette révolution industrielle se double d'une révolution chimique : on observe un pic d'utilisation de pesticides organochlorés (dont le DDT³ et les PCB⁴ notamment). Ces composants sont réglementés dès les années 70 par la convention de Stockholm suite aux effets visibles sur la faune et la flore et leur persistance.

Ils sont alors remplacés par des substances moins persistantes (DEHP⁵, composés organophosphorés, bisphénol A⁶, Néonicotinoïdes). La loi européenne REACH⁷ oblige le test de ces produits chimiques. Actuellement, on estime que 22000 produits chimiques sont sur le marché européen. Ces molécules sont peu persistantes (ce qui n'est pas un marqueur de toxicité), ce qui constitue un défi car les prélèvements et les dosages ne renseignent pas sur l'exposition globale mais uniquement sur l'exposition lors des dernières heures. D'autres contaminants de l'environnement comme le CO₂ et autres gaz à effet de serre ont un fort impact sur la santé. Ces produits conduisent à des modifications environnementales profondes.

3. pesticide organochloré interdit dès les années 1970 dans la plupart des pays en raison de son impact environnemental et sanitaire élevé et de sa persistance

4. famille de composés organochlorés particulièrement toxiques, utilisés pour l'isolation électrique notamment et interdits en France en 1987

5. Phtalate, assouplissant plastique utilisé par exemple pour les rideaux de douche et les tuyau d'intubation. N'étant pas fixé, il se retrouve facilement dans l'air, et donc dans les bronches.

6. monomère de polycarbonate

7. «Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals», règlement de l'Union européenne adopté pour mieux protéger la santé humaine et l'environnement contre les risques liés aux substances chimiques

4 Impact des métaux

Les métaux sont utilisés depuis des milliers d'années. Ils font partie des substances sur lesquelles les connaissances sont les plus précises, et leurs effets sur la santé sont connus depuis longtemps. Par exemple, suite à des conventions, l'utilisation du mercure⁸ commence à diminuer après une forte augmentation due à la révolution industrielle.

En ce qui concerne le plomb, il était présent en petite quantité sous différentes formes mais la révolution industrielle a conduit à une augmentation considérable de sa présence. Le plomb agit sur le système nerveux, mais aussi la circulation, le système cardiaque, les reins et les organes reproducteurs.

Le plomb a toujours été utilisé dans de nombreux domaines. Dès l'Égypte Antique, Néfertiti utilisait l'acétate de plomb comme maquillage. Pendant l'Antiquité Romaine, on adoucissait les vins en les faisant chauffer dans des récipients en plomb. L'acétate de plomb adoucissait certes le vin, mais le rendait toxique. Ceci pourrait expliquer la folie et la stérilité de certains empereurs romains. Au XVIIIe, une réglementation interdit l'utilisation de l'acétate de plomb pour adoucir les vins en Allemagne suite à l'observation de la corrélation entre des étés courts (qui incitent les viticulteurs à adoucir leur vin) et l'augmentation de maladies ces mêmes années. Le même phénomène est aussi responsable de l'augmentation des cas de maladie de la goutte chez les aristocrates anglais consommant du Porto.

Le plomb était aussi utilisé dans la peinture. Le procédé employé dans les usines parisiennes, toxique, fut dénoncé par Clémenceau. À partir de 1925, General Motors, pour proposer un produit qui concurrence son rival Ford, incorpore du plomb à l'essence. Ceci entraîne une augmentation importante de la dispersion de plomb dans l'atmosphère. Il existait en fait une alternative, l'éthanol, qui ne pouvait pas être breveté. L'argument commercial a donc prévalu face à la santé publique.

Une vaste littérature indique une relation de causalité entre le taux de plomb dans l'air et la prévalence de retard mentaux chez l'enfant 12 ans plus tard.

L'utilisation du plomb est arrêtée dans les années 80, malgré les arguments des entreprises qui l'utilisent et défendent que leur impact est minime. Le suivi déjà en place montre en réalité une division par 10 du taux de plomb chez les enfants suite à cet arrêt. Le problème est toujours d'actualité dans les pays en voie d'industrialisation. De plus, il existe un fort gradient social d'exposition : les pauvres sont plus exposés à cette pollution que les plus aisés (comme lors de la contamination de l'eau au plomb à Flint dans le Michigan entre 2014 et 2016⁹).

5 Impact des particules fines

La pollution de l'air est causée par deux facteurs principaux : les gaz à effet de serre, "tueurs indirects", qui ont une demi-vie dans l'atmosphère longue (env. 100 ans) et les particules en suspension, qui ont un effet direct sur les organismes, et qui ont une demi-vie de quelques heures à quelques jours. Ces particules sont visibles depuis l'espace (feu de forêt par exemple).

En 1952, un épisode de smog (smoke + fog) a lieu à Londres. Cet épisode de pollution est corrélé à une augmentation quasi immédiate de la mortalité hebdomadaire. Cet épisode est reconnu pour son intérêt d'un point de vue épidémiologique : l'évènement est visible sur des photos, des mesures ont été directement mises en place, on observe un effet sanitaire immédiat et systématique et il n'y avait pas d'épisode de grippe ou de froid majeur qui aurait pu interférer. Une étude de quelques cas de smog suffit donc à établir un modèle causal de cause nécessaire et suffisante.

Cet évènement a conduit à la mise en place du Clean Air Act au Royaume-Uni en 1956.

6 Méthodologies en épidémiologie

Il est nécessaire de caractériser efficacement l'exposition, d'identifier la survenue d'un évènement de santé (il n'y a actuellement pas de suivi en temps réel malgré des améliorations notables) et de prendre en compte les facteurs de confusion (infusion, météo, causes simultanées) qui peuvent biaiser les résultats.

Différentes approches sont menées :

- approche par série temporelle : suivre la mortalité et la pollution atmosphérique sur plusieurs années. Il existe cependant des biais de confusion, varient énormément au cours du temps mais sont connus donc on peut ajuster la série temporelle. On établit ainsi une relation entre particules fines et mortalité à court terme : il n'y a pas d'effet de seuil, donc pas de niveau sans risque.

8. inorganique et organique (Ethylmercure)

9. La ville étant pauvre et noire, les autorités ont mis plus d'un an avant de réagir.

- expérimentation au niveau individuel : on peut tester les effets à court terme chez l'humain (comparaison des fonctions cardiovasculaires entre une personne ayant marché dans Hyde Park et une personne ayant marché sur Oxford Street). Par ailleurs, on peut tester les effets à long terme chez des rats (toxicologie). On remarque la formation de plaques d'athérome¹⁰ suite à l'exposition, qui peuvent entraîner des infarctus du myocarde¹¹.
- études de cohorte : on étudie les effets à court et long terme et les mécanismes biologiques sous-jacents grâce à des stations de surveillance et un suivi des personnes sur le long terme, ce qui permet aussi une étude géographique.

À la suite de ces études, les recommandations de l'OMS placent le seuil du taux de particules fines acceptable à $10 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$. Grâce au Clean Air Act¹², les États-Unis sont actuellement à $12 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$, une analyse coût-bénéfice justifiant le fait de s'y tenir. L'Union Européenne est par contre aujourd'hui à $25 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$.

Recommandation de livre : Le Mal du Dehors, *Rémy Slama*, 2018

7 Questions - Réponses

Pourquoi les États-Unis sont en avance pour réguler le taux de particules fines ? L'hétérogénéité géographique est plutôt due à des questions sociales et politiques (les États-Unis sont en retard en ce qui concerne les pesticides). Peut-être que des épisodes de pollution majeurs ont entraîné une prise de conscience. De même, il y a eu une réaction rapide contre le DDT car des effets néfastes contre le pygarque à tête blanche¹³ ont été observés. De plus, la régulation est très forte et oblige la prise en compte du rapport le plus récent.

Problèmes des conflits d'intérêts

Oui, les conflits d'intérêts ont dangereux et peuvent freiner une régulation, comme pour le comité permanent amiante ou de l'industrie du tabac. Mais les progrès sont déjà très importants du point de vue scientifique (dans les revues, les auteurs sont maintenant obligés d'indiquer leurs conflits d'intérêts). Le problème réside dans la transparence des décideurs politiques : dans quelle mesure échangent-ils avec chaque partie prenante ? avec quelle permabilité ?

Question méthodologique : comment sait-on si la corrélation est une causalité ?

On utilise un ensemble d'approche pour valider les résultats et établir un niveau de preuve. On prend en compte les facteurs de confusion, on effectue des contrôles statistiques. Il est nécessaire aussi de creuser les mécanismes sous-jacents pour construire une théorie complète. On ne peut pas être sûr à 100% mais il vaut mieux considérer le risque de causalité. Cela tient plus à un consensus d'experts qu'à de la science dure.

Quel est votre avis sur la piétonisation ? C'est un levier majeur du transport pour améliorer la santé : il favorise l'activité physique et diminue l'émission de polluants. On ne peut qu'être favorable à la piétonisation si l'offre reste suffisante pour se déplacer, beaucoup d'études aujourd'hui quantifient les effets de cette mise en place.

Allonger l'espérance de vie, est-ce vraiment une bonne idée ? En tant que scientifique, mon objectif est de comprendre les mécanismes. Je ne peux pas vraiment donner un avis sur la question. Au niveau personnel, j'espère qu'on ne va pas avoir à limiter l'espérance de vie ou le taux de naissance, il existe pleins d'autres moyens pour établir des sociétés résilientes.

10. accumulation de molécules au niveau des parois des vaisseaux sanguins

11. tissu musculaire du coeur

12. loi fédérale américaine de 1970

13. espèce de rapaces qui vit en Amérique du Nord, symbole des États-Unis