

# Météo et saisons influencent-elles notre cœur ?

**RÉSUMÉ :** L'impact de la météo, des saisons et de la pollution sur les maladies cardiovasculaires a fait l'objet de nombreuses publications. La fréquence de la mortalité et des hospitalisations suit les variations saisonnières avec une augmentation l'hiver, particulièrement pour les maladies coronariennes et l'insuffisance cardiaque, aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud.

L'exposition à long terme à la pollution augmente le risque de maladie coronarienne. Par ailleurs, le lien entre exposition aiguë à la pollution et mortalité et/ou hospitalisation pour insuffisance cardiaque a été démontré. La conséquence de ces impacts est une prise en charge adaptée en fonction de la saison et/ou du pic de pollution.



→ P. GIBELIN

Service de Cardiologie, CHU, NICE.

**L**es maladies cardiovasculaires sont une des principales causes de mortalité dans le monde, avec 32 % de tous les décès chez la femme et 27 % chez l'homme [1]. En Europe, la mortalité est 16 % plus élevée en hiver qu'en été. La mortalité due aux maladies respiratoires montre une variation saisonnière évidente attribuée à la grippe et à différentes infections.

L'impact des saisons et de la pollution sur les maladies cardiovasculaires a fait l'objet de très nombreuses publications. La conséquence de ces impacts est une prise en charge adaptée en fonction de la saison ou du pic de pollution, avec en toile de fond la lutte contre le réchauffement climatique.

## Variation saisonnière des maladies cardiovasculaires

### 1. Facteurs de risque

À l'origine de la plupart des maladies cardiovasculaires, il y a des facteurs de risque. Il a été démontré tout récemment qu'il existe une variation saisonnière des facteurs de risque [2]. Cette étude a porté

sur plus de 230 000 participants recrutés dans 15 pays, tant dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Les facteurs de risque étudiés ont tendance à être plus élevés en hiver et plus bas pendant les mois d'été.

Dans l'hémisphère nord, les variations saisonnières enregistrées sont de 0,26 kg/m<sup>2</sup> pour l'IMC (indice de masse corporelle), 0,6 cm pour le tour de l'abdomen, 2,9 mmHg pour la PAS (pression artérielle systolique), 1,4 mmHg pour la PAD (pression artérielle diastolique), 0,02 mmol/L pour les triglycérides, 0,10 mmol/L pour le cholestérol total et 0,11 mmol/L pour le LDL-cholestérol (*Low Density Lipoprotéine Cholestérol*), et enfin de 0,07 mmol/L pour la glycémie. Ces résultats sont quasi identiques, que le bilan biologique soit réalisé à jeun ou pas. Des résultats similaires sont retrouvés dans l'hémisphère sud, à l'exception du tour de taille et du LDL-cholestérol.

### Qu'en est-il de l'impact des saisons sur les maladies cardiovasculaires ?

Tout récemment, Marti-Soler *et al.* [3] ont étudié la mortalité mensuelle de 19 pays sur environ 54 millions de décès. Les

## REVUES GÉNÉRALES

### Environnement

auteurs ont calculé le nombre de décès attendus sans variation saisonnière. La mortalité toutes causes (cardiovasculaire et non cardiovasculaire/non cancer) montre une variation saisonnière. Dans les deux hémisphères, le nombre de décès est plus élevé qu'attendu en hiver. Dans les pays proches de l'équateur, les variations saisonnières de la mortalité toutes causes sont moins importantes. Pour la mortalité cardiovasculaire (CV), la différence entre pic et nadir va de 0,185 à 0,466 dans l'hémisphère nord, de 0,087 à 0,108 près de l'équateur et de 0,219 à 0,409 dans l'hémisphère sud. Il n'a pas été retrouvé de variation saisonnière pour la mortalité par cancer dans la plupart des pays.

Toujours dans le registre des grandes études parues tout récemment, il faut citer celle de B. Xu *et al.* [4], réalisée en Chine et portant sur 626 950 patients à partir des données de 32 hôpitaux à Pékin. Cette étude montre que les patients cardiaques hospitalisés sont plus âgés pendant les mois d'hiver, avec un risque de mortalité augmentant de 30 à 50 % ( $p < 0,01$ ) par rapport à ceux hospitalisés les autres mois. Cette variation saisonnière n'est pas retrouvée chez les patients les plus jeunes. L'augmentation des décès en hiver chez les patients âgés est associée aux maladies ischémiques (risque relatif [RR]: 1,22), au cœur pulmonaire (RR: 1,42), aux troubles du rythme (RR: 1,67), à l'insuffisance cardiaque (RR: 1,30), aux AVC (accident vasculaire cérébral) et autres maladies cérébrales (RR: 1,3). On retrouve la variabilité saisonnière que le patient ait une maladie pulmonaire ou pas.

Enfin, en mai 2015, dans l'*European Heart Journal*, L. Yang *et al.* [5] ont observé les variations saisonnières de la pression artérielle et de la mortalité CV chez les patients ayant un antécédent de maladie CV. Ils ont étudié 23 000 sujets ayant des antécédents CV, recrutés dans une dizaine de régions de Chine, entre 2004 et 2008. Après

7 ans de suivi, 1 484 décès CV sont survenus. La PAS était significativement plus élevée en hiver qu'en été (145 vs 136 mmHg;  $p < 0,001$ ). Au-dessous de 5 °C, chaque chute de 10 °C de la température extérieure était associée à une élévation de 6,2 mmHg. Par ailleurs, la PAS prédit la mortalité CV: toutes les augmentations de 10 mmHg de la PAS étaient associées à 21 % d'augmentation du risque de mortalité CV. Les auteurs retrouvent une augmentation de la mortalité en hiver (+ 41 %) chez ces patients. Ainsi, chez les sujets aux antécédents CV, il y a une augmentation de la PAS et de la mortalité CV en hiver. Les auteurs suggèrent d'augmenter le traitement pour HTA (hypertension artérielle) l'hiver. Les résultats nous encouragent à préconiser l'automesure avec surveillance de la PA toute l'année. Les personnes âgées ou très âgées sont plus sensibles, de même que les patients aux faibles revenus (pas de chauffage central en hiver).

#### 2. Variation saisonnière dans l'insuffisance cardiaque

Dès 1999, nous avons publié dans *Circulation* un article portant sur l'effet des saisons, en France, sur la mortalité et les hospitalisations chez les patients en insuffisance cardiaque [6]. En collaboration avec le service d'épidémiologie de Nice, nous avons étudié tous les décès pour insuffisance cardiaque entre 1992 et 1996 en France, soit 138 602 patients, et toutes les hospitalisations dans les hôpitaux publics de 1995 à 1997, soit 324 013 patients

La fréquence des décès pour insuffisance cardiaque chronique en France suit une périodicité saisonnière, avec un pic en hiver (de décembre à janvier) dans toutes les populations de patients. La différence entre le pic en hiver (+ 20 %) et le nadir en été (– 15 % au-dessous de la moyenne au mois d'août) est de 35 %. Il en est de même pour les décès pendant l'hospitalisation (différence de 28 %).

La différence est encore plus nette pour les patients de plus de 85 ans, avec une différence de 43 % entre le pic hivernal (+ 26 % en janvier) et le nadir en août (– 17 %). Pour les hospitalisations, on retrouve des variations similaires avec une différence de 30 % (+ 10 % en janvier et – 20 % au mois d'août).

Nous avons alors évoqué plusieurs hypothèses: variations saisonnières de l'HTA et des maladies coronariennes, variations saisonnières des facteurs déclenchants (fibrillation atriale [FA] et infections pulmonaires), augmentation du tonus sympathique l'hiver responsable d'une augmentation de la postcharge, baisse de la déperdition d'eau et de sel (transpiration) l'hiver, variations saisonnières des fonctions thyroïdiennes et surrénaliennes (durée du jour), augmentation de calories et de sel en hiver, et enfin pollution... (*fig. 1*)

Ces résultats ont été confirmés par la suite en Italie. Plus récemment, Gallerani *et al.* [7] ont réalisé une étude semblable avec une méthodologie voisine (database, ID – 9 code) de janvier 2002 à décembre 2009, portant sur 15 900 patients. L'hospitalisation pour IC (insuffisance cardiaque) est plus fréquente en Italie en hiver (28,4 %) et plus faible en été (20,4 %). Il existe un pic significatif en janvier pour tous les groupes. En effet, les auteurs n'ont pas retrouvé de différence selon le sexe, l'âge, la sévérité, la présence d'une HTA ou d'un diabète. Il n'est pas non plus retrouvé de différence selon que le code insuffisance cardiaque est en premier diagnostic ou en diagnostic secondaire. Pour ces auteurs, la faible admission peut être en rapport avec la fermeture de lits en été et la réduction de la population partie en vacances (mais l'étude a inclus les touristes).

Les variations de la température dans la journée semblent également jouer un rôle. En effet, Qiu *et al.* [8] ont étudié les

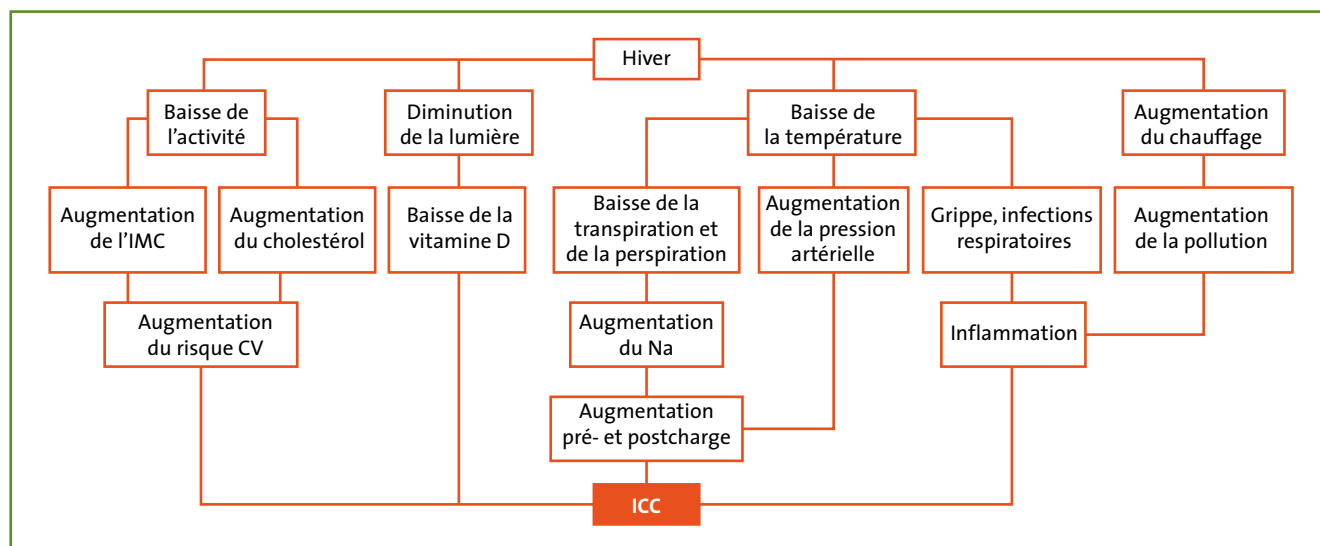


FIG. 1 : Hypothèse de l'augmentation des décès et des hospitalisations de l'insuffisance cardiaque en hiver.

résultats météo journaliers et les hospitalisations pour IC, entre 2000 et 2007 à Hong Kong. L'étude a porté sur 95 000 patients. Les auteurs retrouvent un pic d'hospitalisation pour IC en hiver mais, surtout, ils constatent qu'un grand changement de température dans la journée est associé à une augmentation des hospitalisations. Toute variation de température de 1 °C augmente le risque d'hospitalisation de 0,86 %, particulièrement pendant la saison froide. Le phénomène est plus marqué chez les femmes et les personnes âgées. Ainsi, les grands changements de température dans la journée en hiver sont associés à une augmentation des hospitalisations pour IC. À Hong Kong, l'hiver est clément, avec des températures moyennes de 19,5 °C. Les habitants sont peut-être plus sensibles aux changements de température pendant la journée. Il n'y a pas de chauffage dans la plupart des maisons. En revanche, pendant la saison chaude, les gens vivent avec l'air conditionné et font moins d'activité à l'extérieur. Ils réduisent ainsi le risque de variation importante de la température. Cela pourrait expliquer l'absence d'impact du changement de température l'été.

### Qu'en est-il dans l'hémisphère sud ?

En 2008, Inglis *et al.* [9] ont retrouvé, sur 2 961 patients étudiés de 1994 à 2005 en Australie, une morbidité plus élevée en hiver (juillet) et plus faible en été (février) : 70 (intervalle de confiance [IC] 95 % : 65 à 76) vs 33 (IC 95 % : 30 à 36) admissions pour 1 000 patients ( $p < 0,001$ ). 2010 patients sont décédés. La mortalité est plus élevée en hiver (août) par rapport à l'été (février) : 23 % (IC 95 % : 20 à 27) vs 12 % (IC 95 % : 10 à 15) de décès pour 1 000 patients ( $p < 0,001$ ). Les patients âgés de plus de 75 ans ont une variation saisonnière plus marquée, comme dans notre étude.

Enfin, il faut signaler que de récentes publications ont retrouvé également un pic en été dans l'hémisphère nord. Pour ces études, l'admission en été serait, au même titre que l'admission en hiver, un facteur de mauvais pronostic indépendant.

### 3. Variation saisonnière de la maladie coronarienne

En ce qui concerne l'infarctus, dès 1985, Muller *et al.* [10] rapportaient une

variation circadienne de la fréquence des infarctus du myocarde avec un pic à 6 heures jusqu'à midi ( $\times 3$  à 9 heures). Vingt ans plus tard, Morabito *et al.* [11] ont montré une relation entre la météo et l'infarctus. En effet, ces auteurs indiquent que la fréquence de l'infarctus du myocarde augmente avec la chute de la température. Une chute de 10 °C dans la journée est associée à une augmentation de 19 % des infarctus chez les patients de plus de 65 ans. Inversement, une température élevée pendant plus de 9 heures augmente également significativement l'admission pour infarctus. Les auteurs s'attachent surtout à la notion de disconfort ou de gêne sévère causés par les conditions climatiques chaudes ou froides plutôt qu'à la température.

Enfin, tout récemment (février 2015), Caussin *et al.* [12], à partir des registres CARDIO-ARSIF (Registre Agence Régionale de Santé Ile-de-France) avec l'aide de Météo France, GROG (Groupe Régionaux d'Observation de la Grippe) et Airparif (pollution de l'air), ont analysé l'association entre une brève exposition (entre 1 et 7 jours) aux paramètres environnementaux et l'apparition d'un infarctus. Entre 2003

## REVUES GÉNÉRALES

### Environnement

et 2008, 11 987 patients présentant un syndrome coronarien aigu (SCA) avec sus-décalage de ST ont été étudiés. Ces auteurs ont retrouvé une augmentation de 5 % des risques d'infarctus du myocarde (IDM) par chute de 10 °C de température maximale, et de 8,9 % pendant une période d'épidémie de grippe après ajustement avec les week-ends et les jours de congés. Ainsi, l'association entre les basses températures et l'IDM est plus forte en période d'épidémie de grippe. Une exposition brève à la pollution n'est pas associée à un IDM. Seule la chute de température est associée à l'IDM. En effet, les auteurs ne retrouvent pas d'effet de la chaleur malgré le fait que la période étudiée inclut les années de canicule (2003 et 2006). Pendant une épidémie de grippe, 5 à 15 % de la population est touchée et 62 % de la population des patients à risque sont vaccinés.

Ces résultats concernant le lien entre IDM et grippe ont été décrits dans d'autres pays, en particulier en Angleterre et en Écosse (augmentation de la mortalité par IDM de 3,1 % et 3,4 % respectivement), ainsi qu'à Hong Kong (+ 3,9-5 %), avec également une corrélation avec les hospitalisations par IDM (+ 3-3,3 %).

L'explication avancée est l'inflammation aiguë sévère pendant la grippe responsable de rupture de plaques et d'hypercoagulabilité. Pour la chute de la température, la stimulation sympathique et du système de la coagulation est évoquée, les récepteurs cutanés de la peau stimulant le système sympathique. La température basse augmente la PA du fait d'une vasoconstriction. Une augmentation du système sympathique va entraîner une tachycardie, une augmentation du travail cardiaque, de la consommation d'oxygène et une réduction du flux coronaire ainsi qu'un effet prothrombotique en rapport avec une augmentation de l'hématocrite, de la viscosité sanguine, du fibrinogène, de la CRP (*C Reactive Protein*).

### Impact de la pollution

#### 1. Pollution : nouveau facteur de risque

Selon l'OMS, la pollution domestique [13], essentiellement au fioul, est responsable de 3,5 millions (2,7 à 4,4) de décès par an et de 4,5 % (3,4-5,3) d'années perdues par handicap ou décès prématuré (DALYs). La pollution par particules fines est, quant à elle, responsable de 3,1 millions (2,7-3,5) de décès et de 3,1 % d'années perdues. Les particules fines sont des nanoparticules composées de carbone et de molécules organiques qui forment des grappes en s'agglomérant les unes aux autres.

Toujours d'après l'OMS, la pollution fait partie du top 10 des facteurs de risque, avec 174 millions de vies perdues chaque année (YLL) dues à la pollution domestique et extérieure. Elle est en 2<sup>e</sup> position après les risques liés à l'alimentation (200 millions YLL) et devant l'HTA (167 millions YLL) et le tabac (138 millions YLL). Pour la pollution, 100 millions YLL sont en rapport avec la pollution domestique et 74 millions avec la pollution atmosphérique.

La pollution de l'air entraîne une augmentation de la PA. Une exposition aiguë à la pollution aux particules fines (PM 2,5 et 10) entraîne une augmentation rapide de la PA et cette augmentation peut persister de manière chronique pour les personnes habitant dans les régions les plus polluées. Ainsi, une exposition prolongée aux PM 2,5 et 10 peut être responsable d'une HTA chronique. Cela est moins clair pour les pollutions par l'ozone et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). La pollution de l'air est associée au développement de l'athérosclérose, comme l'ont bien montré des études sur l'épaisseur de la plaque intima-média des carotides, des artères coronaires, des calcifications de l'Ao.

Ainsi, la pollution augmente le risque de maladie CV. Il semble qu'une exposition

à long terme aux particules fines, même à faible concentration, entraîne un dysfonctionnement endothélial.

#### 2. Pollution et maladies cardiovasculaires

L'effet de la pollution sur les maladies cardiovasculaires n'est pas clair. Si, dans le travail parisien cité plus haut, il n'est pas retrouvé d'impact de la pollution, Milojevic *et al.* [14], à partir des données de la MINAP (*Myocardial Ischemia National Audit Project*) avec plus de 400 000 patients, de l'HES (*Hospital Episodes Statistics*) avec plus de 2 millions d'admissions en urgence pour maladies cardiovasculaires et de l'Office national des statistiques pour la mortalité avec plus de 600 000 décès par maladies cardiovasculaires, retrouvent un impact de certains polluants.

Les polluants étudiés étaient la concentration en monoxyde de carbone (CO), en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), les particules fines de moins de 10 µm (PM 10), de moins de 2,5 µm (PM 2,5), SO<sub>2</sub>, ozone (O<sub>3</sub>). En ce qui concerne la mortalité, il n'est pas retrouvé de corrélation avec la pollution, à l'exception des particules fines (PM 2,5) avec les troubles du rythme, la FA et l'embolie pulmonaire (EP). Pour les hospitalisations CV, seule la pollution au NO<sub>2</sub> est associée à une augmentation du risque : maladie CV (+ 1,7 %), maladie CV non IDM (+ 2 %), troubles du rythme (+ 2,9 %), FA (+ 2,8 %) et insuffisance cardiaque (+ 4,4 %) pour une augmentation du NO<sub>2</sub> du 10<sup>e</sup> au 90<sup>e</sup> centile. Sur MINAP, seul le NO<sub>2</sub> est associé à une augmentation du risque d'IDM, en particulier pour les SCA (syndrome coronarien aigu) non ST (+ 3,6 %).

Mais Xu *et al.* [15] retrouvent à Pékin une association entre l'augmentation des particules fines PM 10 et l'augmentation de la mortalité cardiovasculaire. Une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> de PM 10 est associée à une augmentation de 0,33 %

de mortalité par SCA par jour. Cela est surtout net en été, pour les hommes et les personnes âgées.

En 2015, une mise au point a été publiée par des experts dans l'*European Heart Journal* sur le lien entre pollution et maladies [16]. La pollution de l'air entraîne un stress oxydatif et une inflammation pouvant jouer un rôle sur la plaque d'athérome, d'endothélium, les plaquettes et le rythme cardiaque (rupture de plaques, vasoconstriction, thrombose, troubles du rythme) à l'origine d'un infarctus et/ou insuffisance cardiaque et décès. Pour ces experts, la majorité des études retrouvent un lien entre l'exposition à long terme à la pollution et une augmentation du risque de maladies coronariennes (fatales et non fatales). Deux études sont citées : une étude de 2007 [17], réalisée aux États-Unis sur plus de 65 000 femmes en post-ménopause, qui montre une augmentation de 21 % de l'incidence des maladies coronariennes pour toute augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en PM 2,5 ; l'autre étude, ESCAPE [18], retrouve une augmentation de 12 % du risque de maladie coronarienne pour toute augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM 10 et de 13 % pour une augmentation de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM 2,5 en Europe. Pour l'insuffisance cardiaque, les études ont porté essentiellement sur les expositions aiguës à la pollution. Les études sur les expositions à long terme manquent.

## POINTS FORTS

- ➔ Il existe une variation saisonnière des facteurs de risque des maladies cardiovasculaires.
- ➔ La mortalité cardiovasculaire est plus élevée pendant la saison froide, tant dans l'hémisphère nord (hiver) que dans l'hémisphère sud (été).
- ➔ Les grandes variations de températures journalières ont un impact.
- ➔ Il existe une variation saisonnière de la mortalité et des hospitalisations pour les patients insuffisants cardiaques et pour les patients coronariens. Ce phénomène est également retrouvé dans l'hémisphère sud (pics en hiver mais également en été).
- ➔ La pollution est un nouveau facteur de risque des maladies CV.
- ➔ Certains polluants ont un impact sur les maladies cardiovasculaires : PM 2,5 ; PM 10 ; CO ; SO<sub>2</sub> ; NO<sub>2</sub>.
- ➔ Importance des recommandations de l'OMS en matière de pollution et de leur respect par les pays européens pour la santé publique.

La méta-analyse de Shah fait le point sur l'association entre pollution et mortalité et hospitalisation par insuffisance cardiaque. Les résultats sont résumés dans le **tableau I**.

Ainsi, le problème est le suivant : comment réduire la pollution pour réduire le nombre de maladies CV [20] ? L'OMS a établi des recommandations quant à la qualité de l'air pour les gouvernements et la politique de l'air. L'Union européenne n'a pas suivi les recommandations et propose comme "standard" de

l'air 2 fois les normes de l'OMS, à savoir 40 au lieu de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour PM 10 et 20 au lieu de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour PM 2,5. Il a pourtant été démontré que le coût de l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé est beaucoup plus élevé que le coût du nettoyage de l'air. Les recommandations européennes mettent en péril le travail de l'ESC pour la prévention des maladies CV. Il est important de faire pression sur la Communauté européenne pour qu'elle respecte les normes édictées par l'OMS.

## Conclusion

Les conditions climatiques et les saisons ont une influence sur les maladies cardiovasculaires. Celles-ci sont plus fréquentes et plus sévères en hiver, en particulier l'insuffisance cardiaque et les maladies coronariennes, et cela aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Toutefois, les études récentes montrent que durant l'été les maladies cardiaques sont également sévères. Les modifications journalières de la température augmentent

| Polluants                                 | Nombre d'événements | % d'augmentation du risque (IC 95 %) |
|-------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Co (per 1 ppm)                            | 1 969 500           | 3,52 (2,52-4,54)                     |
| SO <sub>2</sub> (per 10 ppb)              | 771 471             | 2,36 (1,35-3,38)                     |
| NO <sub>2</sub> (per 10 ppb)              | 916 668             | 1,70 (1,25-2,16)                     |
| Ozone (per 10 ppb)                        | 887 531             | 0,46 (-0,10-1,02)                    |
| <b>Particules fines</b>                   |                     |                                      |
| PM 2,5 (per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 1 520 099           | 2,12 (1,42-2,82)                     |
| PM 10 (per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | 896 889             | 1,63 (1,20-2,07)                     |

**TABEAU I :** Association entre pollution et mortalité/hospitalisation pour insuffisance cardiaque. Modifié à partir de Shah [19]. Ppm (particules per millions), ppb (particules per billions), Co (monoxyde de carbone), SO<sub>2</sub> (dioxyde de soufre), NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote), PM (Particulate Matter, particules en suspension).

## REVUES GÉNÉRALES

### Environnement

le risque et l'hospitalisation, surtout en hiver. Les patients les plus sensibles à ces variations sont les femmes, les personnes âgées, les insuffisants cardiaques à fraction d'éjection préservée, les diabétiques, les hypertendus.

L'effet de la pollution sur les maladies cardiaques n'est pas clair. L'exposition à long terme à la pollution augmente le risque de maladie coronarienne, en particulier pour la pollution par particules fines PM 10 et PM 2,5. À l'inverse, le lien entre l'exposition aiguë à la pollution et la mortalité ou l'hospitalisation pour insuffisance cardiaque a été démontré par plusieurs études, en particulier pour le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre. De larges études sans biais sont nécessaires, notamment pour les expositions chroniques à la pollution.

#### Bibliographie

1. World Health Organization. The global burden of disease. 2004 update. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2008.
2. MARTI-SOLER H, GUBELMANN C, AESCHBACHER S *et al.* Seasonality of cardiovascular risk factors: an analysis including over 230 000 participants in 15 countries. *Heart*, 2014;100:1517-1523.
3. MARTI-SOLER H, GONSETH S, GUBELMANN C *et al.* Seasonal variation of overall and cardiovascular mortality: a study in 19 countries from different geographic locations. *PLoS One*, 2014;9-22.
4. XU B, LIU H, SU N *et al.* Association between winter season and risk of death from cardiovascular diseases: a study in more than half a million inpatients in Beijing, China. *BMC Cardiovascular Disord*, 2013;13:93-100.
5. YANG L, LI L, LEWINGTON S *et al.* Outdoor temperature, blood pressure, and cardiovascular disease mortality among 23 000 individuals with diagnosed cardiovascular diseases from China. *Eur Heart J*, 2015;36:1178-1185.
6. BOULAY F, BERTHIER F, GIBELIN P *et al.* Seasonal variation in chronic heart failure hospitalizations and mortality in France. *Circulation*, 1999;100:280-286.
7. GALLERANI M, BOARI B, MANFREDINI F *et al.* Seasonal variation in heart failure hospitalization. *Clin Cardiol*, 2011;34:389-394.
8. QIU H, YU IT, AH TSE LA *et al.* Is greater temperature change within a day associated with increased emergency hospital admissions for heart failure? *Circ Heart Fail*, 2013;6:930-935.
9. INGLIS SC, CLARK RA, SHAKIB S *et al.* Hot summers and heart failure: seasonal variations in morbidity and mortality in Australian heart failure patients (1994-2005). *Eur J Heart Fail*, 2008;10:540-549.
10. MULLER JE, STONE PH, TURI ZG *et al.* Circadian variation in the frequency of onset of acute myocardial infarction. *N Engl J Med*, 1985;313:1315-1322.
11. MORABITO M, MODESTI PA, CECCHI L *et al.* Relationships between weather and myocardial infarction: a biometeorological approach. *Int J Cardiol*, 2005;105:288-293.
12. CAUSSIN C, ESCOLANO S, MUSTAFIC H *et al.* Short-term exposure to environmental parameters and onset of ST elevation myocardial infarction. The CARDIO-ARSIF Registry. *Int J Cardiol*, 2015;183:17-23.
13. MUNZEL T, SCHMIDT F, GORI T *et al.* Environmental hazards, air pollution and noise as novel cardiovascular risk factors. *Eur Heart J*, 2015;36:1777-1779.
14. MILOJEVIC AI, WILKINSON P, ARMSTRONG B *et al.* Short-term effects of air pollution on a range of cardiovascular events in England and Wales : case-crossover analysis of the MINAP database, hospital admissions and mortality. *Heart*, 2014;100:1093-1098.
15. XU M, GUO Y, ZHANG Y *et al.* Spatiotemporal analysis of particulate air pollution and ischemic heart disease mortality in Beijing, China. *Environmental Health*, 2014;13:109-121.
16. NEWBY DE, MANNUCCI PM, TELL GS *et al.* Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*, 2015;36:83-93b.
17. MILLER KA, SISCOVICK DS, SHEPPARD L *et al.* Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*, 2007;356:447-458.
18. CESARONI G, FORASTIERE F, STAFIOGGIA M *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. *BMJ*, 2014;348:f7412.
19. SHAH AS, LANGRISH JP, NAIR H *et al.* Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 2013;382:1039-1048.
20. KÜNZLI N. Reduce air pollution to reduce the burden of cardiovascular diseases! *Eur Heart J*, 2015;36:1779-1781.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.