

Etude de l'influence de la pollution par les poussières fines (PM10) sur les hospitalisations d'urgence entre 2001 et 2006

Rapport succinct

Etabli sur mandat des cantons

**Bâle-Campagne, Bâle-Ville, Berne, Genève, Lucerne, Nidwald,
Obwald, Schwyz, Soleure, St-Gall, Tessin, Uri, Vaud, Valais, Zoug et
Zurich**

Rédigé par:

Dr. phil. Christian Schindler, IMSP Bâle
Dr. phil. Leticia Grize, IMSP Bâle
Reto Schüpbach, AWEL
Gian-Marco Alt, AWEL
Dr. sc. techn. Robert Gehrig, Empa

Bâle/Zurich, juin 2009

 **Baudirektion
Kanton Zürich**

AWEL Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft

Résumé

La présente étude montre comment une augmentation de la pollution par les poussières fines (PM10) se répercute sur le nombre d'hospitalisations d'urgence. En effet, des valeurs de PM10 plus élevées provoquent à court terme une hausse du nombre d'hospitalisations d'urgence. Les effets des PM10 sur la santé se font ressentir principalement au niveau du cœur et des poumons. Les résultats principaux de l'étude montrent en particulier qu'une hausse des concentrations de poussières fines se répercute rapidement, le jour même ou le lendemain, sur le nombre d'urgences cardiaques. A l'inverse, le nombre d'urgences respiratoires n'augmente pas immédiatement mais quelques jours après (2 à 6 jours) un accroissement des concentrations de PM10. Les personnes âgées (> 65) sont particulièrement touchées. Les effets des PM10 sont également visibles dans les régions faiblement polluées. Par ailleurs, les corrélations entre l'ensemble des hospitalisations d'urgence dues à des problèmes médicaux et la pollution aux PM10 étaient plus fortes en hiver qu'en été. Par contre, pour les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires, la situation était inversée.

Introduction

La présente étude a été élaborée par l'Institut de médecine sociale et préventive de l'Université de Bâle et le Service des déchets, de l'eau, de l'énergie et de l'air du canton de Zurich sur mandat d'un groupe de cantons (Zurich, Bâle-Ville, Bâle-Campagne, Berne, St-Gall, Soleure, Lucerne, Zoug, Schwyz, Uri, Obwald, Nidwald, Vaud, Genève, Valais et Tessin). Le point de départ du projet était de savoir en quoi une augmentation à court terme des concentrations de poussières fines influence le nombre d'hospitalisations d'urgence en Suisse. Jusqu'à présent, les résultats de l'étude européenne APHEA2^[1], qui intègre des données concernant plus de 30 villes européennes, avaient seulement révélé que des concentrations plus élevées de poussières fines conduisaient en Suisse aussi à une augmentation des décès. Dans l'étude APHEA, la Suisse était représentée par ses trois plus grandes agglomérations urbaines, à savoir Zurich, Genève et Bâle. Cependant, l'étude APHEA^[2,3] n'analysait les effets à court terme des poussières fines sur les hospitalisations d'urgence que dans les grandes villes européennes. Les évaluations

parallèles des données d'hôpitaux suisses effectuées par l'un des auteurs de la présente étude ont certes permis de donner des indications concernant les possibles effets des poussières fines sur les hospitalisations à Zurich, Bâle et Genève entre 1990 et 1996^[4]. Mais en raison de la qualité limitée des données, ces résultats n'ont pas permis de tirer de conclusions fiables.

La présente étude est une contribution pionnière en Suisse. Pour la première fois, des chiffres fiables et complets concernant les hospitalisations ont pu être mis en parallèle avec les moyennes journalières de PM10. Cela a été possible grâce à l'introduction de la statistique hospitalière nationale en 2000 et au passage en 1998 de la mesure du total des particules en suspension à la mesure des PM10. En ajoutant les zones non urbaines, la présente étude pourrait acquérir une certaine valeur à l'échelle internationale, étant donné que les études de ce type étaient jusqu'à présent limitées surtout aux grandes villes.

Une attention toute particulière a été accordée aux hospitalisations dues à des problèmes cardiaques, vasculaires et pulmonaires, qui sont fortement influencés par les variations à court terme de la qualité de l'air. Les évaluations reposent principalement sur les données hospitalières des années 2001 à 2005 qui ont été fournies par l'Office fédéral de la statistique. Puisque ce sont les conséquences sanitaires des épisodes de smog survenus en hiver 2006 qui ont poussé les cantons à mettre sur pied le «Concept intercantonal d'intervention PM10», ceux-ci ont également fait l'objet, dans le cadre d'une évaluation séparée, d'une analyse approfondie des mois de janvier et février 2006.

Les lecteurs souhaitant s'informer en détail des résultats de l'étude pourront consulter le rapport complet ^[5] publié sur le site internet <http://www.feinstaub.ch> (rapport à disposition en allemand seulement).

Les termes issus des domaines de la protection de l'air, de la médecine et de la statistique sont expliqués dans le glossaire à la fin du présent rapport.

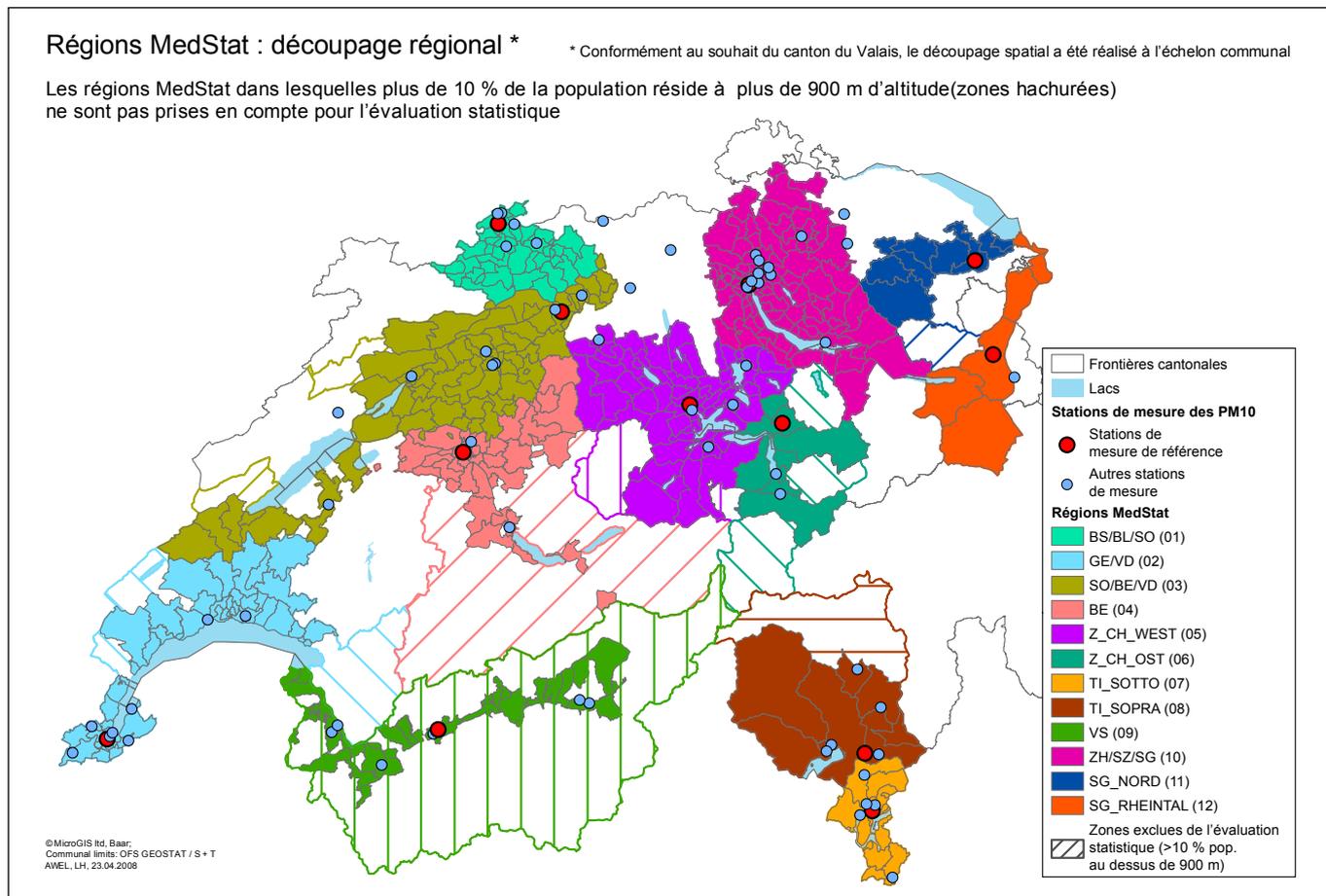


Figure 1. Les 12 régions d'étude et les stations de référence de mesure des polluants atmosphériques correspondantes.

Méthodes d'étude

Pour ces évaluations, 12 régions d'étude ont été définies sur la base de différents critères (figure 1). Chacune de ces régions devait présenter des évolutions de PM10 les plus similaires possibles au sein de leur périmètre et disposer d'une station de mesure fixe représentative de l'ensemble de la zone et capable de fournir des données journalières de haute qualité. Les zones devaient en outre être composées des régions MedStat utilisées par l'Office fédéral de la statistique pour le découpage géographique des données hospitalières. Seules les régions MedStat dans lesquelles au moins 90 % de la population vit en dessous de la limite d'inversion moyenne de 900 m d'altitude ont été prises en compte. Cette règle n'a cependant pas été appliquée au canton du Valais car il aurait fallu exclure de l'analyse trop

de régions MedStat. Les données médicales ont donc été fournies pour chaque commune par l'Office de la statistique du canton du Valais.

L'évaluation statistique des données d'hospitalisation a été réalisée sur la base de modèles de régression qui intègrent différents facteurs connus pour influencer le nombre d'hospitalisations d'urgence. Ils'agit notamment des variations systématiques liées au temps, à la saison, au jour de la semaine et à la météo (figure 2). Etant donné que le nombre d'hospitalisations augmente considérablement lors des périodes de grippe, les données y relatives recueillies par le réseau Sentinella ont également été utilisées.

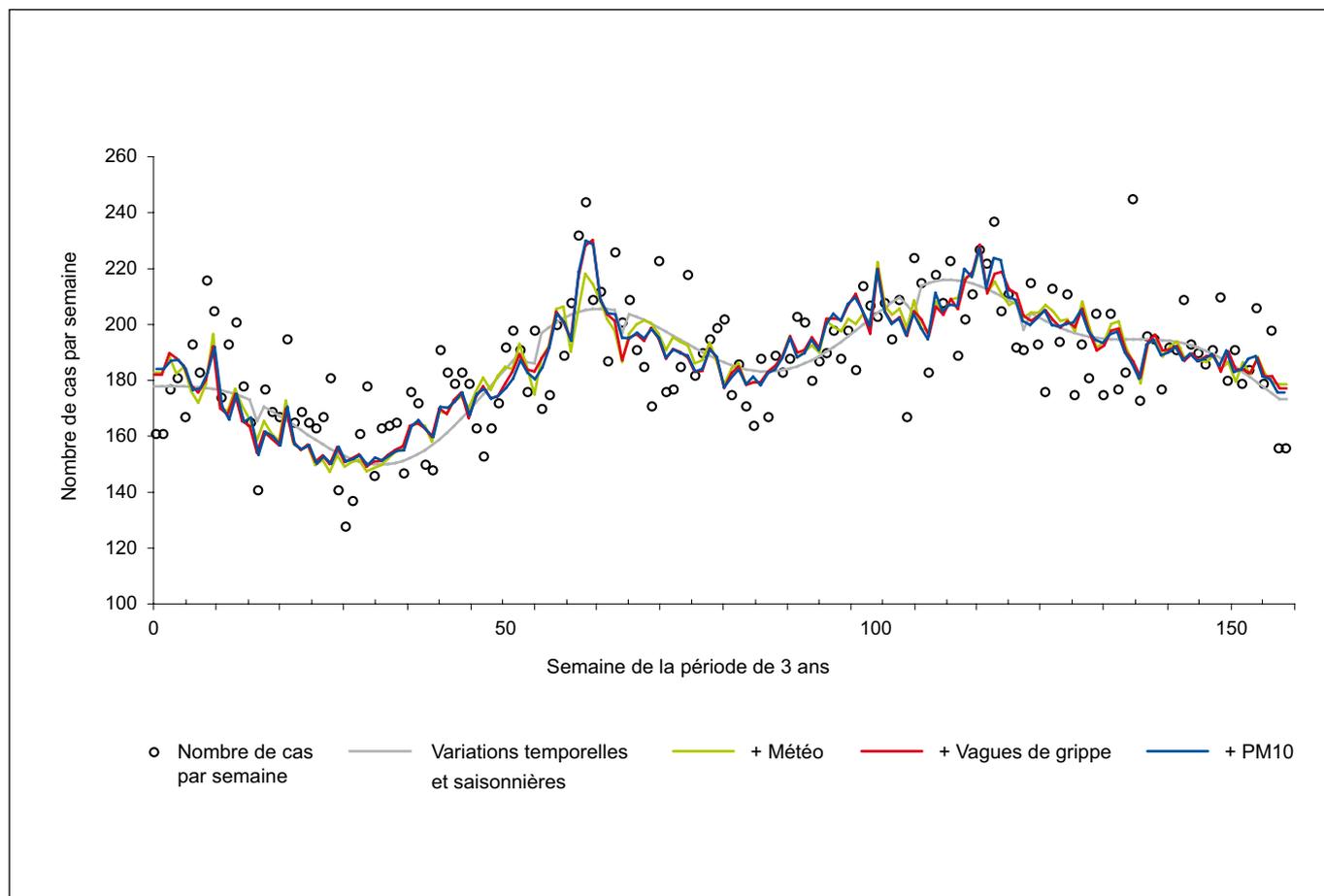


Figure 2. Nombre hebdomadaire de cas d'hospitalisations d'urgence dans la région du Sottoceneri sur la période 2004–2006.

Ce graphique illustre la structure de notre modèle d'hospitalisations d'urgence en prenant l'exemple de la région du Sottoceneri. Les chiffres correspondant au nombre de cas par semaine sont représentés par les petits cercles. La ligne grise illustre le modèle le plus simple, qui décrit uniquement les variations temporelles et saisonnières du nombre d'hospitalisations. La ligne verte représente le modèle qui tient aussi compte de l'influence de la météo. Si l'on intègre également l'influence des vagues de grippe, on obtient le modèle correspondant à la ligne rouge. Enfin, la ligne bleue décrit le modèle complet, qui reflète aussi l'influence des PM10. Contrairement aux trois premiers facteurs d'influence (variations temporelles et saisonnières, météo et vagues de grippe), la charge de PM10 a une influence relativement faible sur les hospitalisations d'urgence.

Différentes valeurs moyennes relatives à la pollution par les PM10 ont été prises en compte:

- a) la moyenne sur deux jours (c.-à-d. la pollution moyenne par les PM10 enregistrée lors de l'hospitalisation et le jour précédent),
- b) la moyenne sur quatre jours (c.-à-d. la pollution moyenne par les PM10 enregistrée lors de l'hospitalisation et les trois jours précédents) et
- c) la moyenne sur sept jours (c.-à-d. la pollution moyenne par les PM10 enregistrée lors de l'hospitalisation et les six jours précédents).

Sur le modèle de l'étude APHEA^[1], la moyenne de PM10 sur deux jours a ensuite été prise en compte.

En outre, trois groupes d'âge différents ont été définis pour les évaluations:

- a) l'ensemble de la population
- b) les personnes de plus de 65 ans
- c) les personnes de plus de 75 ans

Résultats

Variations régionales en termes d'hospitalisations et de pollution par les PM10

Les moyennes journalières de pollution par les PM10 ont, par nature, fortement varié d'une région à l'autre (figure 3). Pendant la période d'étude qui s'étendait de 2001 à 2005, les moyennes régionales de concentration en PM10 étaient situées entre 19,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dans la région SG_Nord (11)) et 33,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dans la région TI_SOTTO (07)). Les taux d'hospitalisations d'urgence

ont également affiché des écarts régionaux. Les taux les plus bas correspondaient en moyenne à environ 10 cas par jour et par groupe de 100 000 habitants et les plus hauts à environ 13 cas. Les taux d'hospitalisations dues à des urgences cardiovasculaires étaient compris entre 2 et 3 cas par jour et par groupe de 100 000 habitants et les taux d'hospitalisations liées à des urgences respiratoires entre 1 et 1,5 cas (figure 4). Les taux d'urgences cardiovasculaires étaient particulièrement élevés dans le canton du Tessin.

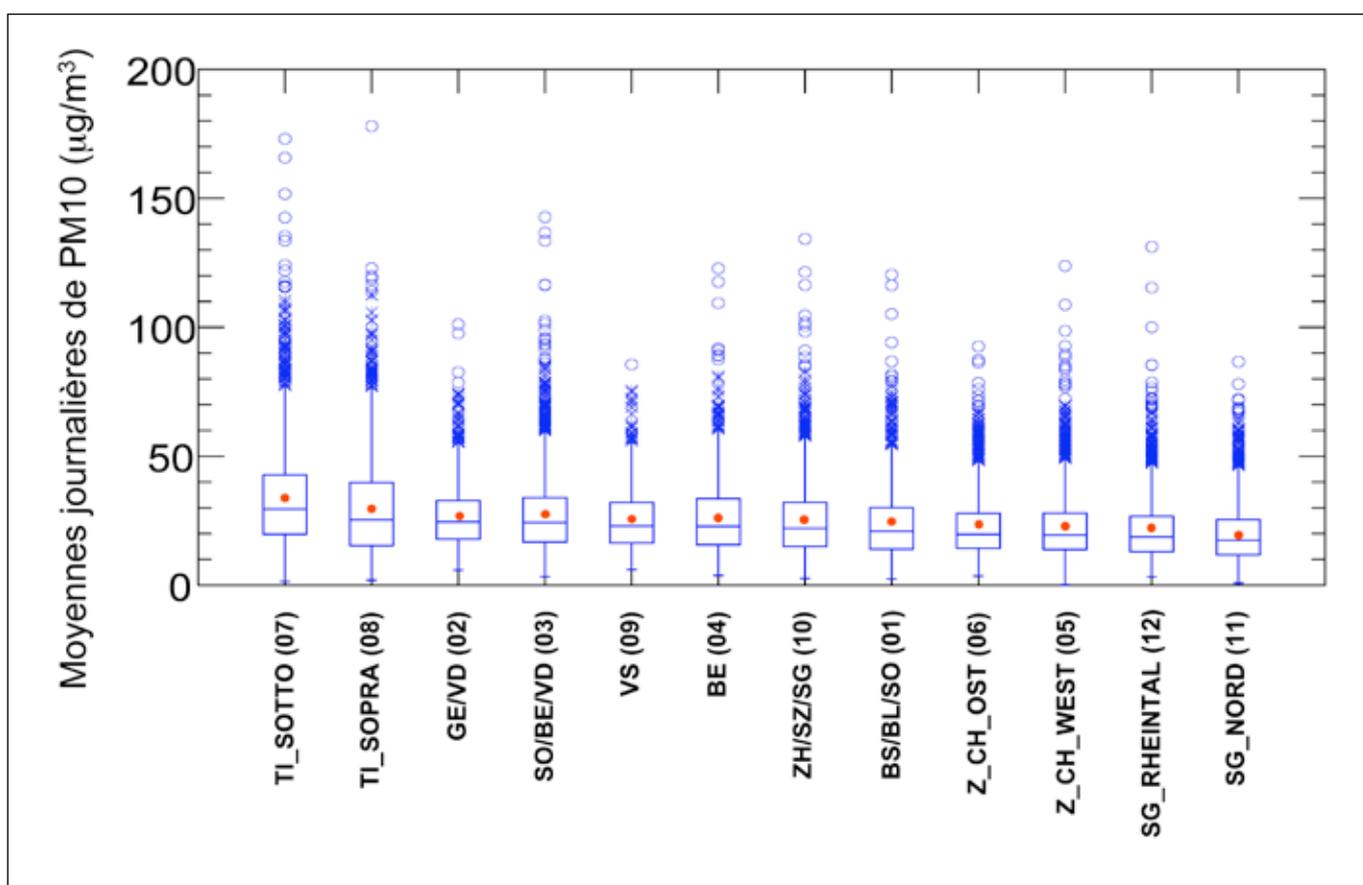


Figure 3. Variation géographique de la pollution par les poussières fines (2001–2005).

Le diagramme en boîte présente la dispersion des valeurs journalières de poussières fines pour chaque région. La boîte elle-même comprend les 50 % centraux des valeurs. Le bord inférieur de la boîte correspond au 25^e percentile et le bord supérieur au 75^e percentile des données. La médiane est représentée par la ligne horizontale située à l'intérieur de la boîte. Le point rouge correspond à la valeur moyenne. Les valeurs éloignées du bord de la boîte de plus de 1,5 longueur de boîte sont représentées individuellement.

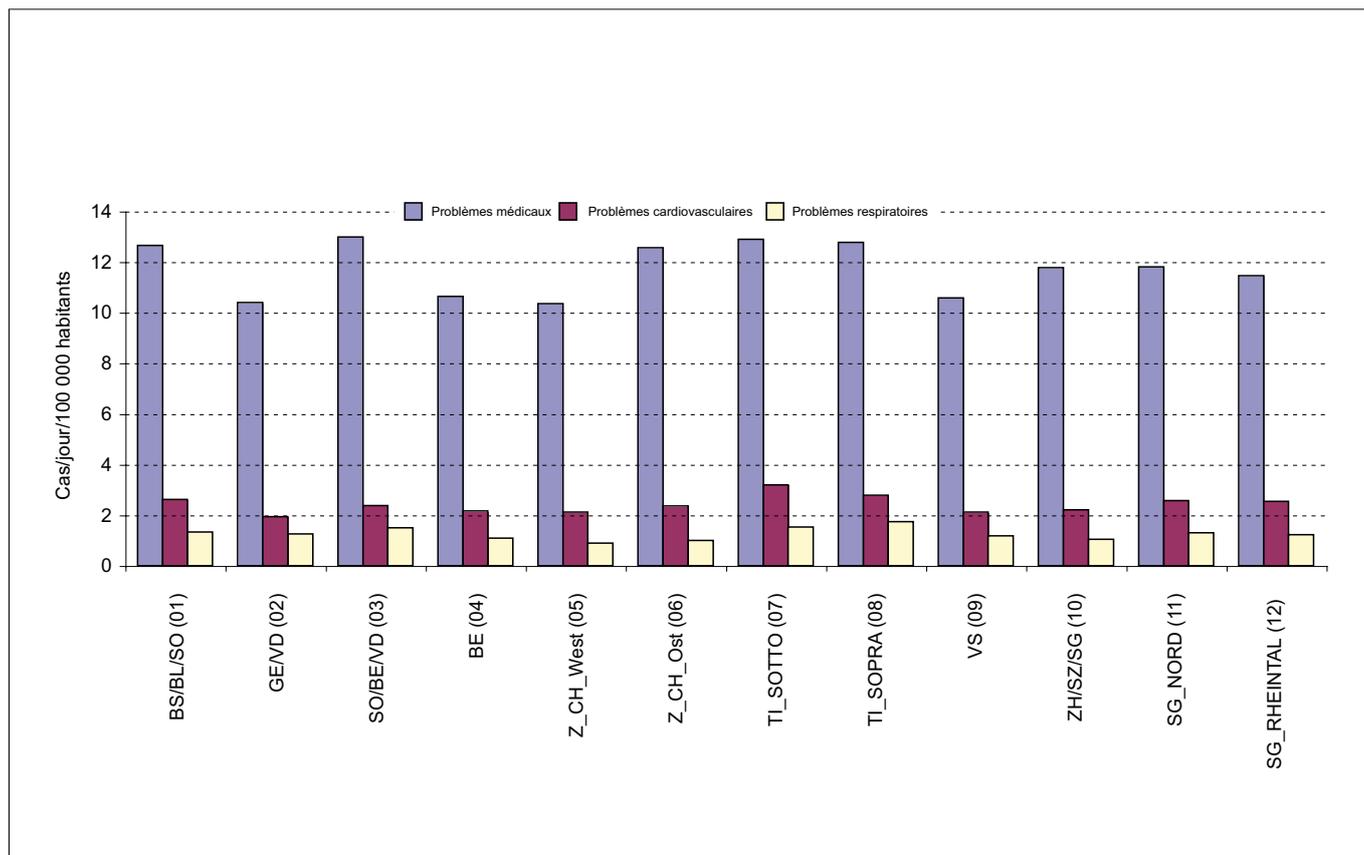


Figure 4. Variation géographique des hospitalisations d'urgence en 2004.

Comme le nombre d'hospitalisations est largement influencé par la structure d'âge de la région concernée, les taux d'hospitalisations ont été standardisés en terme d'âge (c.-à-d. calculés sur la base d'une structure d'âge homogène). Il n'a cependant été possible de prendre en compte que les 4 catégories d'âge selon lesquelles les données d'hospitalisation étaient classées (0 – 15 ans, 15 – 65 ans, 65 – 75 ans et plus de 75 ans). Les taux d'hospitalisation se rapportent à une population de 100 000 habitants et à un intervalle de temps d'un jour.

Corrélations simples entre hospitalisations et pollution par les PM10

L'étude a révélé une corrélation statistiquement significative entre le nombre journalier d'hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires et la pollution par les PM10 moyenne du jour de l'hospitalisation et du jour précédent. Cette corrélation correspondait exactement à l'effet mis en lumière par l'étude multicentre européenne APHEA-2^[4]. Lorsque la moyenne de PM10 sur 2 jours augmentait de 50 µg/m³, le nombre d'urgences cardiovasculaires subissait une hausse d'environ 3 % en moyenne (tableau 1). Sur ce point, il n'y avait pas de différences majeures entre les régions.

Contrairement à l'étude APHEA-2, qui avait révélé que la pollution par les PM10 avait des effets plus importants sur le nombre d'urgences respiratoires, la présente étude révèle que le rapport moyen entre PM10 et hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires, tous groupes d'âge confondus, était moins évident que le rapport entre PM10 et hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires. Nous avons cependant constaté des variations régionales importantes en terme d'estimation des effets des PM10 sur les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires. Les corrélations les plus marquées ont été observées dans les deux régions du Tessin.

Elargissement de la période d'exposition aux PM10

Au cours d'une autre phase d'étude, les valeurs de PM10 des deuxième et troisième jours précédents ont été intégrées. Pour les principales catégories d'hospitalisation, on a même pris en compte les valeurs d'une semaine complète. Il s'est avéré que pour l'essentiel des hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires, seules les valeurs de PM10 du jour J (Jour = 0) et du jour précédent étaient pertinentes. Les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires étaient par contre liées à des pollutions aux PM10 plus anciennes (tableau 1 et figure 5). Les hospitalisations d'urgence liées à des problèmes

cardiovasculaires semblent ainsi être bien corrélées avec la moyenne de la pollution par les PM10 du jour J et du jour précédent. Les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires sont cependant moins bien corrélées avec ces moyennes. Il n'est pas impossible que les cas d'urgence dus à des problèmes respiratoires ne réagissent pas immédiatement à une augmentation de la pollution par les PM10. En effet, une grande partie de ces hospitalisations sont dues à des infections respiratoires qui se développent généralement sur plusieurs jours.

Groupe d'âge	Degré d'exposition aux PM10	Problèmes médicaux par jour	Problèmes cardiovasculaires par jour	Problèmes respiratoires par jour
		Variation du nombre de cas en %	Variation du nombre de cas en %	Variation du nombre de cas en %
Tous les groupes d'âge	Moyenne sur 2 jours	0.9	2.8*	1.3
	Moyenne sur 4 jours	2.0**	2.3*	2.6
	Moyenne sur 7 jours	1.4	0.2	2.2
≥ 65 ans	Moyenne sur 2 jours	1.6*	3.1**	3.2
	Moyenne sur 4 jours	2.7**	2.2	7.9*
	Moyenne sur 7 jours	1.9*	-0.6	9.8*
≥ 75 ans	Moyenne sur 2 jours	1.4	4.0**	3.7
	Moyenne sur 4 jours	2.7**	3.5**	9.7**
	Moyenne sur 7 jours	1.8	-0.2	12.8*

* Valeur p < 0.10

** Valeur p < 0.05

Tableau 1. Estimation du pourcentage moyen de variation du nombre de cas d'hospitalisations d'urgence causées par des problèmes médicaux, cardiovasculaires ou respiratoires, sur la base d'une augmentation de la valeur moyenne de PM10 de 50 µg/m³.

On admet par exemple, qu'avec une moyenne de pollution par les PM10 sur deux jours de 30 µg/m³, le nombre d'hospitalisations dues à des problèmes cardiovasculaires serait en moyenne de 100. Avec une moyenne sur deux jours augmentée de 50 µg/m³ (soit 80 µg/m³), le nombre d'hospitalisations serait donc en moyenne de 102,8 soit 2,8 % plus élevé (ligne du haut de la colonne du milieu). La même analyse a été effectuée avec une moyenne sur 4 jours ou sur 7 jours augmentée de 50 µg/m³ et pour les différents groupes d'âge.

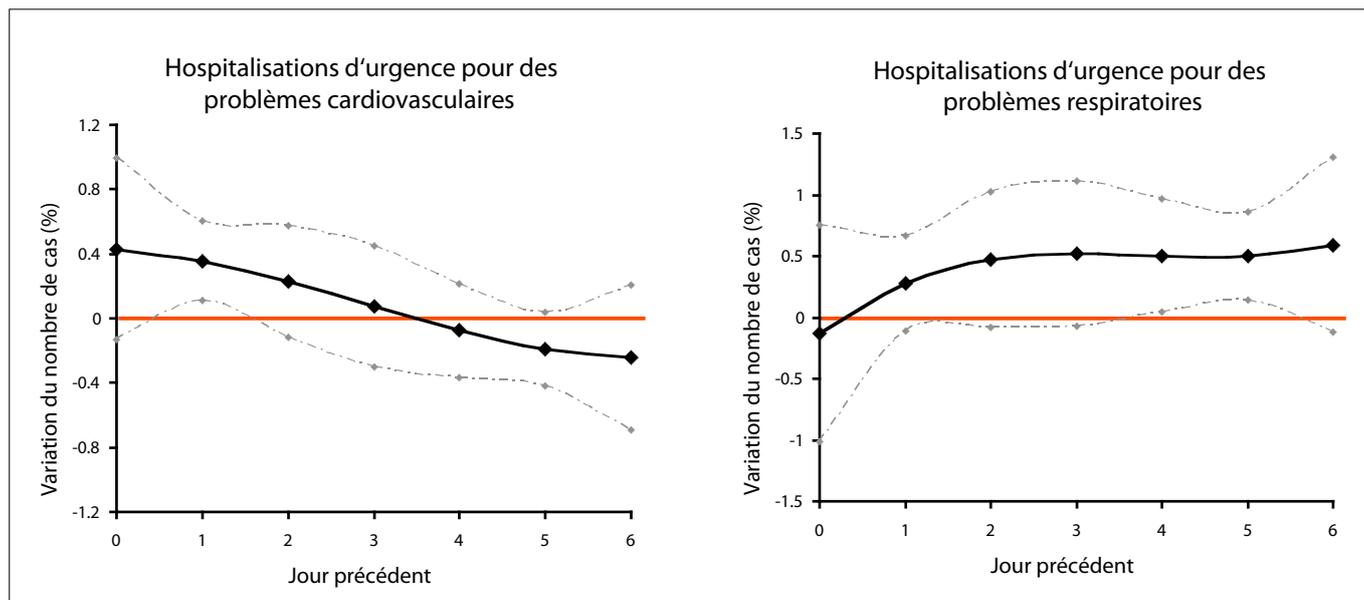


Figure 5. Estimation (en %: courbe noire) et intervalle de confiance de 95 % (courbes grises) des effets sur le nombre d'hospitalisations d'urgence de la pollution par les PM10 du jour J (Jour = 0) et des 6 jours précédents. Les données concernent le groupe des plus de 75 ans.

Le graphique montre comment le nombre d'hospitalisations d'urgence le jour J est déterminé par une hausse de la pollution par les PM10 de 10 µg/m³ de la moyenne journalière, survenant le même jour ou l'un des six jours précédents (courbe noire). Les points situés sur la courbe noire, au dessus de l'axe horizontal, indiquent qu'une augmentation des valeurs de PM10 le jour J ou l'un des jours précédents conduit à une hausse du nombre d'hospitalisations d'urgence le jour J (= Jour 0). Il est possible d'expliquer la diminution des cas d'hospitalisations au jour J lorsque la hausse de pollution est survenue le quatrième, le cinquième ou le sixième jour précédent le jour J (graphique de gauche) par le fait que l'augmentation de la pollution par les PM10 a précipité les hospitalisations d'urgence qui auraient peut-être eu lieu seulement le jour J.

Sous-catégories d'hospitalisations d'urgence

La figure 6 montre la fréquence des différents motifs d'hospitalisation d'urgence pour l'ensemble des cas observés. Comme constaté dans la figure 4, les urgences cardiovasculaires représentent environ 20 % des urgences médicales et les urgences respiratoires environ 10 %.

Une analyse plus précise des motifs d'hospitalisation spécifiques a permis d'obtenir le résultat suivant: les corrélations observées entre les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires et la pollution par les PM10 concernaient principalement le domaine des maladies cardiaques ischémiques et de l'insuffisance cardiaque. Ainsi, dans le groupe des plus de 75 ans, le nombre d'hospitalisations d'urgence dues à des infarctus a connu une hausse moyenne de 9 % lorsque la pollution par les PM10 a augmenté de 50 µg/m³.

Cependant, l'occurrence d'attaques cérébrales ou de troubles du rythme cardiaque n'était pas plus élevée pendant les phases de concentration accrue de PM10.

Les corrélations observées entre les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires et la pollution par les PM10 concernaient principalement la sous-catégorie des hospitalisations liées à des infections respiratoires. Le modèle décrit plus haut, montrant des effets décalés dans le temps d'une augmentation de la pollution par les PM10, est typique de cette sous-catégorie. Dans le cas des hospitalisations d'urgence dues à une aggravation de maladies chroniques des poumons (BPCO et asthme), les corrélations concernaient en revanche plutôt le court terme.

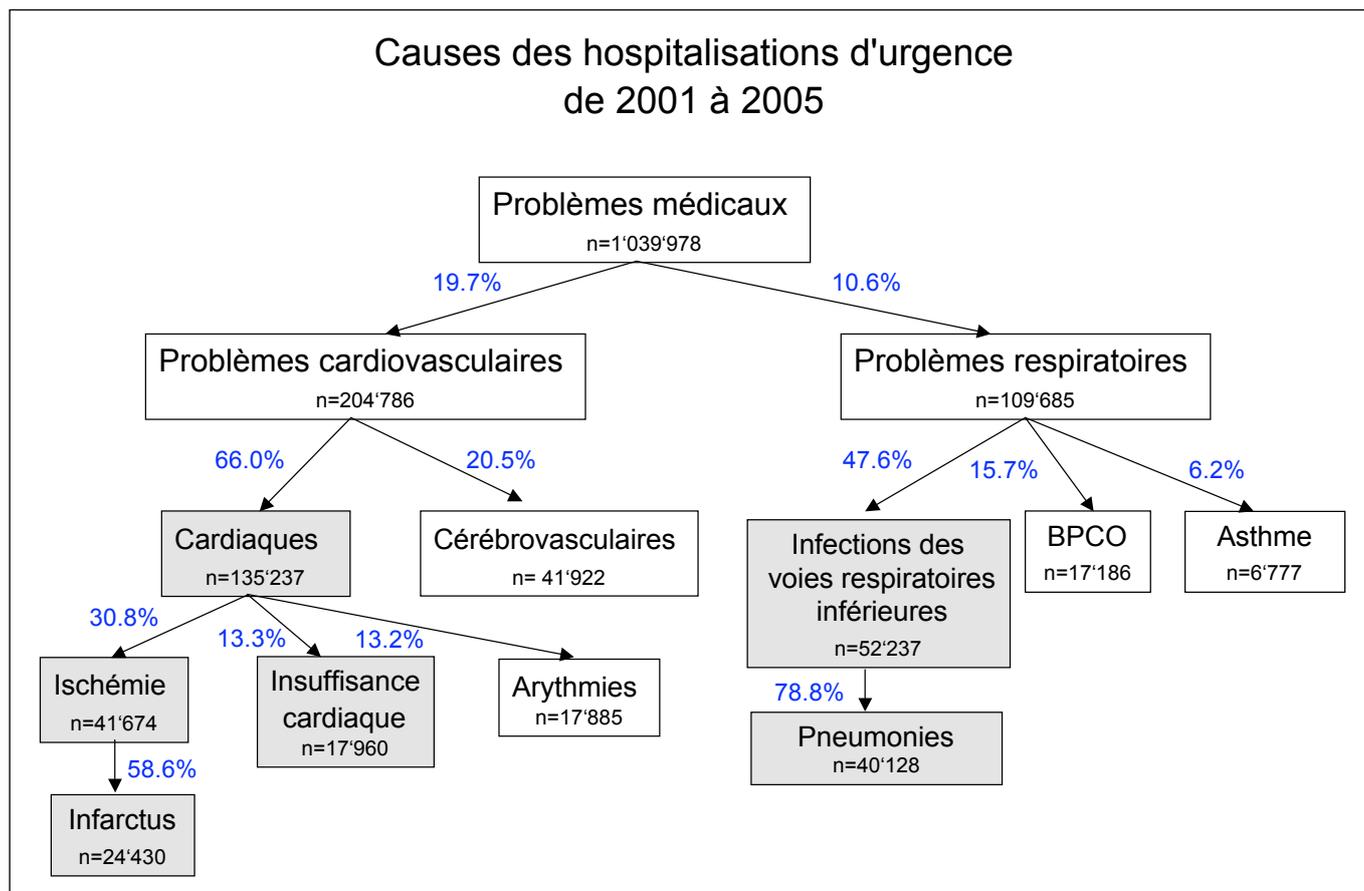


Figure 6. Sous-catégories d'hospitalisations d'urgence.

Les catégories d'hospitalisations pour lesquelles une corrélation a pu être démontrée avec la concentration en PM10 du jour de l'hospitalisation et des jours précédents sont représentées en gris dans le schéma. Les termes utilisés sont expliqués dans le glossaire à la fin du rapport.

Variations saisonnières en terme de corrélations

Dans l'ensemble, les corrélations entre les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes médicaux et les pollutions aux PM10 étaient plus fortes en hiver qu'en été. Dans le cas des hospitalisations d'urgence dues à des problèmes cardiovasculaires, la situation était par contre inversée.

Dans le cas des hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires, les résultats n'étaient pas homogènes. Si l'on tenait compte uniquement de la population âgée, les corrélations étaient également plus fortes en hiver. Pour l'ensemble de la population, elles étaient en revanche plus fortes en été.

Hospitalisations d'urgence pendant les épisodes de smog de janvier et février 2006

Les épisodes de smog de janvier et février 2006 ont été caractérisés par des phases prolongées de moyennes journalières de PM10 excédant les 50 µg/m³. Dans certaines régions, des pics de 200 µg/m³ ont été enregistrés.

Pendant ces épisodes de smog, une hausse significative du nombre d'hospitalisations d'urgence a été observée: + 6 % d'urgences médicales, + 9,5 % d'urgences liées à des problèmes cardiaques et vasculaires et + 6 % d'urgences liées à des problèmes respiratoires. Il s'est

avéré que le modèle statistique fondé sur les données des années 2001 à 2005 sous-estimait en moyenne le nombre d'hospitalisations enregistrées pendant les épisodes de smog. Cependant, des variations significatives existaient entre les différentes régions d'étude si bien que dans certaines d'entre elles, les prédictions élaborées par notre modèle statistique étaient systématiquement trop élevées.

Effets simultanés des PM10 et du NO₂

Pendant la dernière phase du projet, les possibles influences parallèles du NO₂ ont également été intégrées à l'étude. Comme on pouvait s'y attendre, les corrélations entre les concentrations de PM10 et les hospitalisations d'urgence démontrées plus haut ont du être atténuées par cette analyse sans pour autant en changer significativement la tendance d'ensemble. Une analyse fine des effets parallèles des PM10 et du NO₂ sur une semaine complète a montré une différence qualitative intéressante: alors que les effets du NO₂ pouvaient être observés plutôt à court terme, ceux de l'augmentation des pollutions aux PM10 semblaient l'être avec un décalage temporel de deux jours au moins. Il est toutefois difficile d'interpréter de telles différences, d'autant plus que les PM10 et le NO₂ revêtent des rôles différents. En effet, à moyen terme les PM10 correspondent à la partie des poussières fines qui n'est pas corrélée avec le NO₂ et dont il semble que seule une part assez faible provient du trafic motorisé local. Une explication quelque peu audacieuse à notre constatation pourrait être qu'en général, les polluants issus du trafic motorisé local ont des effets plutôt rapides, contrairement à ceux provenant d'autres sources, dont les effets accusent un certain retard.

Variations régionales en terme d'effets des PM10

Dans le cas des urgences respiratoires, les différences de résultats d'une région à l'autre pourraient s'expliquer par les interactions des PM10 avec d'autres polluants. C'est pourquoi nous avons analysé les corrélations existant entre les effets régionaux des PM10 et les valeurs à long terme de pollution au NO₂ et à l'ozone.

Cette analyse a permis de déceler une corrélation positive entre les effets des PM10 sur les hospitalisations d'urgence dues à des problèmes respiratoires en

été et les concentrations moyennes d'ozone de la même période dans les régions d'étude concernées. Cela pourrait indiquer que les effets des PM10 sont amplifiés lorsque les valeurs d'ozone sont en hausse. De fortes concentrations d'ozone pourraient donc être doublement nocives puisqu'elles agissent directement sur les voies respiratoires et conduisent à une amplification des effets des poussières fines.

Néanmoins, de nombreux autres facteurs pourraient être responsables des variations régionales observées. En effet, des différences en terme de procédures de mesure des PM10 ou de codage des motifs d'hospitalisation pourraient y avoir contribué.

Conclusion

Les résultats de la présente étude correspondent en grande partie à ceux d'autres études européennes. Cela vaut en particulier pour les effets de la hausse des concentrations de PM10 sur le nombre d'hospitalisations dues à des problèmes cardiaques ou vasculaires. Une hausse des concentrations de poussières fines peut manifestement se répercuter très rapidement, c.-à-d. le jour même ou le suivant, sur le nombre d'urgences cardiaques. Ce nombre était particulièrement élevé pendant les épisodes de smog de janvier et février 2006. A l'inverse, en général, le nombre d'urgences respiratoires n'a pas augmenté immédiatement lorsque les valeurs des poussières fines s'élevaient. Il semble que les effets des poussières fines soient visibles de manière quelque peu décalée dans le temps. Cela est probablement lié au fait que les processus d'inflammation des poumons doivent atteindre une certaine ampleur avant que l'hospitalisation ne devienne inévitable.

Bien que les concentrations de poussières fines y soient plutôt faibles par rapport aux autres pays du monde, la Suisse constate des effets sur la santé de ce polluant. S'il existait un seuil en dessous duquel les concentrations en PM10 étaient sans danger pour la santé, il se situerait en dessous des valeurs PM10 relevées en Suisse. Cela souligne qu'il est important de poursuivre les efforts visant à diminuer les concentrations de poussières fines puisque dans de nombreuses régions de Suisse, ces dernières sont toujours bien supérieures aux valeurs limites légales, en termes de moyenne annuelle comme journalière.

Glossaire

Polluants atmosphériques:

Poussières fines:	Minuscules particules de poussière qui, du fait de leur petite taille, ont une longue durée de vie dans l'atmosphère. Les poussières fines peuvent être issues directement de sources polluantes (particules primaires) ou de la transformation chimique d'autres polluants atmosphériques gazeux (particules secondaires). Les particules primaires proviennent principalement des processus de combustion des moteurs, des machines et des installations de combustion, ainsi que des processus d'abrasion et de resuspension du trafic routier, dans les exploitations agricoles et sur les chantiers, ou bien sont issues de sources naturelles.
PM10:	Particules de poussière fines d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm. Elles peuvent pénétrer dans les voies respiratoires et atteindre les poumons, ce qui les rend particulièrement dangereuses pour la santé.
Smog:	On distingue le smog hivernal du smog estival. Le smog hivernal se forme lors de phases d'inversion au cours desquelles la diffusion des polluants est fortement perturbée. Les PM10 contenues dans le smog peuvent être issues directement de sources polluantes telles que les chauffages à bois ou le trafic, ou bien de la transformation chimique d'autres polluants atmosphériques gazeux.

Motifs d'hospitalisation:

Problèmes médicaux:	toutes les maladies, à l'exception des infections et des troubles psychiatriques
Problèmes cardiovasculaires:	relatifs au cœur ou à la circulation
Problèmes respiratoires:	relatifs aux organes respiratoires
Problèmes cardiaques:	relatifs au cœur
Problèmes cérébrovasculaires:	relatifs aux vaisseaux cérébraux
Ischémie:	baisse de l'oxygénation des tissus de l'organe concerné (dans le cas présent: le muscle cardiaque)
Insuffisance cardiaque:	débit cardiaque insuffisant
Arythmies:	troubles du rythme cardiaque
BPCO:	maladie pulmonaire obstructive chronique (bronchite ou emphysème chronique)
Asthme:	inflammation des voies respiratoires accompagnée d'une hypersensibilité durable pouvant conduire, dans certaines situations, à des crises de dyspnée
Pneumonies:	inflammations des poumons

Termes statistiques:

Valeur p:	probabilité que la corrélation observée puisse être attribuée au seul fait du hasard. Plus cette probabilité est faible, plus il est improbable que la corrélation observée soit purement le fruit du hasard. En général, on parle de résultat «statistiquement significatif» lorsque la valeur p est inférieure à 0,05.
Médiane:	valeur partageant l'ensemble des données observées en deux moitiés de taille égale, l'une comprenant les données supérieures à la médiane, l'autre les données inférieures à celle-ci (correspond au 50 ^e percentile).
25 ^e percentile:	valeur séparant le quart inférieur des données des trois quarts restants.
75 ^e percentile:	valeur séparant les trois quarts inférieurs des données du quart restant.

Régions d'étude:

BS/BL/SO (01):	Cantons BS et BL (y compris SO, au nord du Jura) Station de référence: NABEL Bâle, Binningen
GE/VD (02) :	Cantons GE et VD (VD, sauf régions situées près du lac de Neuchâtel) Station de référence: Genève, L'Île
SO/BE/VD (03):	Canton SO et régions du nord des cantons VD et BE, sauf SO au nord du Jura Station de référence: NABEL Härkingen
BE (04):	Canton BE (sans les parties nord du canton) Station de référence: Berne, Brunngasshalde
Z_CH_West (05):	Cantons LU, ZG, NW et OW Station de référence: Ebikon, Sedel
Z_CH_Ost (06):	Cantons UR et SZ, sans le district de March (SZ) Station de référence: Schwyz
TI_SOTTO (07):	Canton TI (Sottoceneri) Station de référence: NABEL Lugano
TI_SOPRA (08):	Canton TI (Sopraceneri) Station de référence: NABEL Magadino
VS (09):	Canton VS Station de référence: VS Sion
ZH/SZ/SG (10):	Cantons ZH, SG (March) et SZ (March) Station de référence: NABEL Zurich caserne
SG_NORD (11):	Canton SG sans Toggenburg, March, Sarganserland et Rheintal Station de référence: SG St-Gall, Rorschacherstrasse
SG_RHEINTAL (12):	Canton SG (Rheintal, Sarganserland) Station de référence: SG Grabs

Références bibliographiques:

1. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology*. 2001;12(5):521-31.
2. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. *Air Pollution and Health: a European Approach*. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164(10):1860-6.
3. Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health*. 2002;56(10):773-9.
4. Schindler C, Künzli N, Ackermann-Liebrich U. Day to day changes in air pollutant levels and fluctuations in daily mortality and hospital admissions in 3 cities of Switzerland (APHEA-2-Project). *Forum Med Swiss*. 2001;1(Suppl):205.
5. Grize L, Schindler C, Schüpbach R, Alt GM, Gehrig R. Untersuchung des Einflusses der Feinstaubbelastung (PM10) auf die notfallmässigen Spitaleinweisungen in den Jahren 2001 bis 2006. Schlussbericht. Basel/Zürich 2009. Site Internet: <http://www.feinstaub.ch>