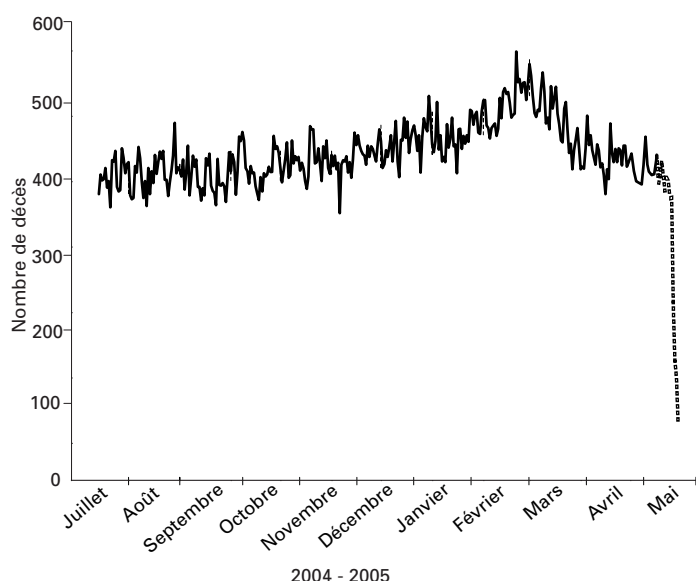


- des regroupements syndromiques permettant le suivi d'épidémies ou de pathologies sensibles pré-identifiées.

Du point de vue de la résolution spatiale de ces systèmes, l'expérimentation sur la base de deux niveaux géographiques (établissements d'Ile-de-France et hors Ile-de-France) met en évidence l'intérêt du regroupement régional. Le maillage serré d'une région démontre que la multiplicité des capteurs sur cette unité géographique améliore l'information finale, qui gagne en qualité, pertinence et fiabilité. Chaque établissement reste représentatif de lui-même et de son environnement direct, mais la somme de toutes les sources d'informations de même nature donne une image cohérente et synthétique de ce niveau régional. Cela peut être dû au fait que la population est exposée en même temps aux mêmes agents (infectieux ou environnementaux) et qu'elle a le même réflexe de recours aux urgences, ce qui apparaît moins nettement avec une agrégation nationale.

Figure 4

Évolution du nombre de décès journaliers dans 147 communes, juillet 2004-mai 2005



Afin de prendre en compte le délai de transmission, les 30 derniers jours sont représentés en pointillé (données non consolidées).

Ce système possède néanmoins un certain nombre de limites qu'il faut connaître pour mieux appréhender sa potentialité : au niveau hospitalier, seul est retenu le diagnostic principal. Or les diagnostics associés peuvent représenter un intérêt ; par ailleurs, les patients ne sont pas suivis à l'issue de leur passage aux urgences et s'ils sont hospitalisés le diagnostic final n'est pas connu. Au niveau pré-hospitalier le motif d'appel recueilli peut être différent de la pathologie réelle du patient. Quant à la mortalité, un décalage dans la transmission des données à l'InVS est observé.

A la différence des systèmes développés aux États-Unis, celui-ci n'est pas centré sur la recherche d'un acte de bioterrorisme. L'approche choisie ici a été volontairement celle de santé publique qui autorise maintenant une surveillance sous différents angles : pathologies, population, unités géographiques... Cette variété donne à cet outil toutes les capacités pour lui permettre la surveillance des rassemblements de population tels que les Jeux Olympiques, qui pourraient se dérouler à Paris en 2012, ou celle de phénomènes probables (canicule) ou inattendus. L'évaluation en cours devra permettre la validation ou non des options choisies initialement, mais aussi d'envisager une extension progressive de ce système à travers les régions, qui, à terme, devront constituer le niveau d'analyse des données.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des participants à cette expérimentation et Agnès Guillet, InVS Saint-Maurice, pour la cartographie.

RÉFÉRENCES

- [1] Vandentorren S, Pirard Ph, Delmas MC, Doanadiou J. Enquête sur les interventions sanitaires. BEH. 2003; 45-46:220.
- [2] Hémon D, Jougal E, Clavel J, et al. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 en France. BEH. 2003; 45-46:221-5.
- [3] Decludt B, Guilotin L, Van Gastel B, et al. Foyer épidémique de légionellose à Paris. Euro Surveill. 1999; 4(11):118-155.
- [1] Lober WB, Trigg L, Karras B Information System Architectures for Syndromic Surveillance. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2004. 53(Suppl):203-8
- [5] Tsui FC, Espino JU, Dato VM et al. Technical description of RODS: a real time public health surveillance system. JAM Med Inform Assoc. 2003; 10:399-408.
- [6] Steiner-Sichel L, Greenko J, Heffernan R, et al. Field investigations of emergency department syndromic surveillance signals-New York City. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2004; 53(Suppl):184-9.
- [7] Farrington P, Andrews N. Outbreak Detection: Application to Infectious Disease Surveillance. In: Monitoring the health of populations - statistical principles & methods for public health surveillance. R. Brookmeyer & D. F. Stroup (eds).

Intérêt de la surveillance de la mortalité dans une perspective d'alerte

Céline Caserio-Schönemann, Isabelle Gailhard, Yann Le Strat, Corinne Le Goaster, Loïc Josseran

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

INTRODUCTION

Dans le cadre de ses missions, renforcées par la loi du 9 août 2004, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a entrepris une réflexion sur la mise en place de systèmes de surveillance et d'alerte fondés sur des indicateurs peu spécifiques. L'objectif de tels systèmes est de détecter rapidement toute modification de l'état de santé de la population.

La difficulté d'évaluer précocement l'impact sur la santé de la vague de chaleur du mois d'août 2003 en France a montré la nécessité de disposer d'un système de surveillance de la mortalité permettant d'obtenir des informations en temps réel sur l'évolution du nombre de décès.

L'objectif général de cette étude est de présenter une méthode statistique d'analyse des données de mortalité pouvant permettre, le cas échéant, de déclencher une alerte. En effet, compte tenu de la variabilité importante du nombre de décès journalier au niveau communal, l'identification d'événements inhabituels sur la base de l'analyse descriptive seule est difficile et néces-

sité d'être complétée par l'utilisation d'un outil statistique approprié. Ce type d'outil doit permettre d'identifier rapidement toute augmentation inhabituelle du nombre de décès et de générer une alerte statistique. Les seules données disponibles à courte échéance pour envisager un tel système sont des données quantitatives, correspondant aux décès enregistrés dans les bureaux d'état civil communaux et transmis à l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) par voie télématique.

Les objectifs spécifiques sont d'évaluer, d'une part, si un tel outil est capable de détecter la surmortalité survenue au décours de la canicule d'août 2003 et, d'autre part, sa réactivité quant à l'augmentation des décès.

Nous présentons dans cet article les résultats pour la ville de Paris en 2003. Les résultats complets pour les 14 villes étudiées entre 1970 et 2003 sont présentés dans un rapport sur la mortalité réalisé au sein de la Cellule de coordination des alertes de l'InVS (publication en cours).

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel

Les données journalières de mortalité, par date de décès et par agglomération, ont été fournies par l'Insee. Le caractère exhaustif des données et l'existence de données historiques sur une longue période ont permis la constitution d'une série chronologique des décès journaliers entre 1970 et 2003 inclus.

Méthode

Les séries ont été analysées en deux temps :

- une analyse descriptive d'identification des différentes composantes (tendance, saisonnalité et variations accidentelles) ;
- l'application d'une méthode statistique de détection d'événements inhabituels. Le modèle de régression log-linéaire décrit par Farrington [1,2] a été retenu, sur la base d'un comparaiso théorique avec d'autres méthodes [3]. Cette méthode est utilisée depuis 1996 en routine pour l'analyse hebdomadaire des données de surveillance de certaines maladies infectieuses par le *Communicable Disease Surveillance Center* (CDSC) au Royaume-Uni.

Ce modèle calcule un intervalle de prévision pour le jour j fondé sur l'analyse de données historiques (dans notre étude, fenêtre de 21 jours autour du jour étudié sur les cinq années précédentes). Un score d'alerte (X) est ensuite calculé. Une alerte statistique est émise si X est supérieur à 1 (valeur observée au-delà de la borne supérieure de l'intervalle de prévision).

Le modèle prend en compte la tendance, le cycle saisonnier et les épidémies passées. Il est fondé sur une hypothèse de distribution des données selon une loi de Poisson, avec ajustement en cas de non vérification de cette hypothèse.

RÉSULTATS

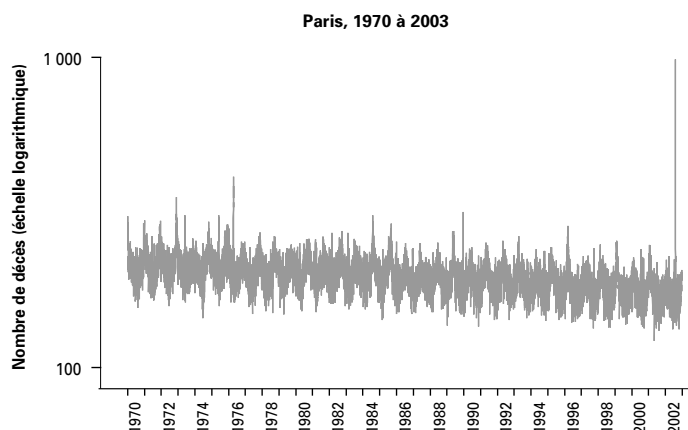
Analyse descriptive, Paris, 1970-2003 (figures 1 et 2).

L'étude de la série chronologique permet de mettre en évidence une tendance à long terme décroissante depuis 1970 ($p=0$).

La mortalité est soumise à un cycle dominant annuel, avec une périodicité semestrielle de type hiver/été, qui peut masquer d'autres cycles mineurs (e.g. un éventuel cycle hebdomadaire). La période hivernale (octobre à mars) se caractérise par une tendance à la surmortalité, qui se présente sous forme de cloche avec un nombre journalier de décès maximum en décembre et janvier. La mortalité est à son niveau minimum pendant la période estivale (avril à septembre).

Figure 1

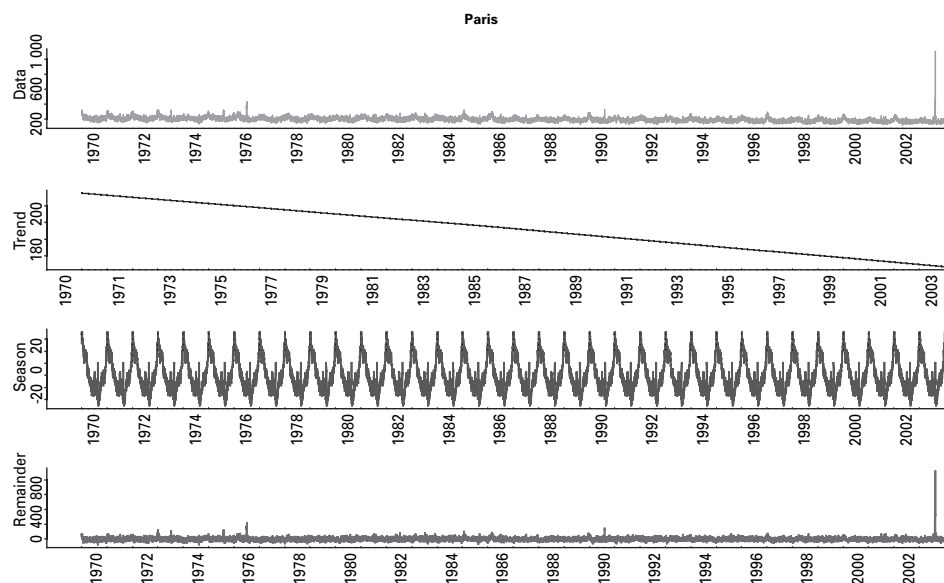
Série temporelle de la mortalité journalière pour Paris entre 1970 et 2003. Compte-tenu de l'amplitude des données, due principalement au pic de surmortalité de 2003, la série a été représentée selon une échelle logarithmique, qui permet d'en observer les caractéristiques tout en conservant les pics



Source : InVS

Figure 2

Extraction des principales composantes des séries chronologiques de la mortalité journalière par la méthode STL de Cleveland. Sur le graphique sont représentés la série initiale (*data*), la tendance (*trend*), le cycle saisonnier (*season*) et le bruit (*remainder*), qui correspond à la série corrigée



A ce cycle se surajoutent des variations accidentelles ponctuelles qui peuvent correspondre, en fonction de leur amplitude, soit à des artéfacts (bruit de fond), soit à des épisodes réels de surmortalité liés à des phénomènes morbides passés (épidémies, vagues de chaleur, accidents...). Le pic de très forte amplitude en 2003 correspond à la surmortalité de +130 % par rapport à la mortalité attendue, enregistrée au décours de la canicule [4]. A noter que, si la mortalité est à son niveau moyen minimum en été, on retrouve quasiment chaque année, principalement en juillet et août, l'existence de pics de surmortalité de faible à moyenne amplitude.

Une fois les principales composantes extraites subsiste un « bruit de fond » important qui correspond à la variabilité journalière de la mortalité.

Application du modèle de régression log-linéaire, Paris, 2003 (figure 3)

Entre 1976 et 2003, la méthode a généré 252 alertes statistiques, soit une moyenne de 9 alertes par an.

En 2003, 17 alertes ont été émises, dont 16 entre le 1^{er} juillet et le 31 août et 15 consécutives pour le seul mois d'août. La première alerte a été émise le 5 août, dès le début de l'augmentation du nombre de décès (257 décès enregistrés le 5 août pour une moyenne en août de 160 décès par jour, calculée sur la période 1999-2002). Le score d'alerte associé était élevé d'emblée (2,6 pour une valeur seuil à 1).

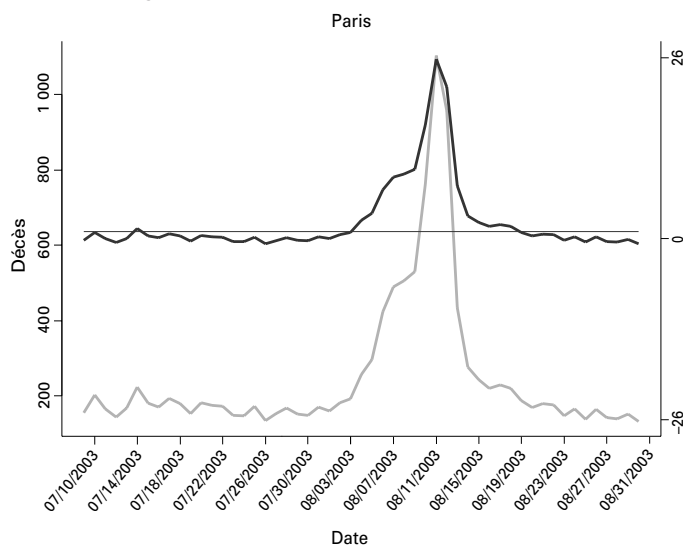
Les scores d'alerte étaient compris entre 1,7 (le 19 août, dernier jour d'alerte) et 25,8 (le 12 août, date à laquelle le nombre de décès journalier a culminé à 1 103). Les scores d'alerte ont augmenté jusqu'au 12 août puis diminué jusqu'au 19 août en suivant de façon étroite parallèle la courbe de la mortalité journalière. La valeur des scores d'alerte était proportionnelle au nombre de décès.

DISCUSSION

A Paris, les températures ont commencé à augmenter dès le 1^{er} août, et ce jusqu'au 12 août. Les températures maximales se sont maintenues au-dessus de 35°C durant 9 jours consécutifs à partir du 4 août [5]. *A posteriori*, dans l'hypothèse d'une connaissance des données de mortalité en temps réel et de l'utilisation de cette méthode en 2003, il aurait été possible de détecter une augmentation de la mortalité le 5 août, dès le début de l'augmentation des températures. La date identifiée par la méthode aurait ainsi précédé d'une journée le premier signal d'alerte sanitaire en provenance de la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) du Morbihan le 6 août [5]. De plus, dans notre étude, la date du 6 août correspondait à deux jours d'alerte statistique consécutifs avec un score d'alerte à 3,7. Ce premier signal a été complété par d'autres, transmis à l'InVS et la Direction générale de la santé (DGS) entre le 6 et le 8 août, période qui correspondait dans notre étude, à quatre jours d'alerte statistique consécutifs avec un score d'alerte de près de 9.

Figure 3

Représentation du nombre de décès (courbe en gris clair) et du score d'alerte journalier associé calculé par le modèle de Farrington (courbe en noir), Paris, période du 10 juillet au 31 août 2003. La droite en gris foncé est la ligne de référence à 1 (valeur seuil)



Intérêt

Cette étude montre l'intérêt du suivi de la mortalité dans la mise en place d'un système d'alerte non spécifique. La méthode testée présente une bonne sensibilité (alertes ininterrompues avec scores d'alerte étroitement liés à la courbe de la mortalité journalière) et une réactivité précoce, qualités essentielles pour l'alerte. Ces qualités sont retrouvées également sur des épisodes moins exceptionnels, en intensité et/ou en étendue, que la canicule de 2003 : canicules de 1976, 1983 ou 1990, vague de froid de 1985... (cf rapport InVS). En 1990, sur les huit alertes émises (résultats pour l'ensemble des 14 villes étudiées), toutes ont pu être reliées rétrospectivement à un phénomène morbide connu (épidémie de grippe en janvier et vague de chaleur en août). Cette méthode permet l'analyse automatique d'une grande quantité d'informations et ne nécessite aucun paramétrage subjectif de la part de l'utilisateur. Elle propose en sortie un score de lecture facile, dont la valeur est proportionnelle à l'ampleur de la surmortalité détectée. Enfin, sa robustesse et son adaptation aux petits effectifs pourraient permettre d'envisager son utilisation en routine pour l'analyse de la mortalité à l'échelon communal.

Limites

L'analyse rétrospective des données a permis de s'affranchir du délai de transmission des données, qui représente la principale limite à la mise en place de ce système. D'un point de vue légal,

ce délai est de 8 jours : il n'y a aucune obligation pour les mairies à transmettre plus rapidement. Par ailleurs, si 70 % des décès sont enregistrés au bout de 7 à 10 jours, ce délai est variable entre les communes et surtout pour une même commune dans le temps. L'application de méthodes de détection d'événements inhabituels nécessite que ce délai de transmission soit le plus court et le plus stable possible.

Il est important de rappeler que, si l'outil statistique apporte une aide à la décision, il est nécessaire, compte tenu du caractère quantitatif et non spécifique des données, de valider toute alerte statistique avant son éventuelle transformation en alerte épidémiologique. En attendant la mise en place de la certification électronique des décès, cette validation peut passer notamment par l'analyse combinée de signaux émanant d'autres systèmes de surveillance et d'alerte.

Perspectives

Cette étude préliminaire nécessite d'être poursuivie et complétée notamment par une évaluation de la sensibilité et de la spécificité du modèle depuis 1970 ainsi que par une analyse par âge et par sexe. Le développement d'un partenariat avec l'Insee a permis la mise en place d'une transmission automatisée des données journalières de mortalité de l'Insee vers l'InVS, depuis juillet 2004, pour 147 communes françaises. Elles ont été choisies parmi les quelques 850 communes informatisées sur la base des besoins des Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire), d'une répartition géographique nationale et d'un nombre de décès annuel supérieur à 1 000. Le travail prévu avec l'Insee devrait permettre de stabiliser le délai de transmission des deux à trois plus grosses communes de chaque région française, avec comme objectif de disposer d'un système présentant une réactivité infra hebdomadaire. Il sera alors possible d'envisager l'application en routine de méthodes telles que celle testée dans cette étude pour la veille prospective en France.

RÉFÉRENCES

- [1] Farrington CP, Andrews NJ, Beale AD, Catchpole MA. A statistical algorithm for the early detection of outbreaks of infectious disease. *J R Statist Soc A* 1996; 159(part 3):547-63.
- [2] Farrington CP, Beale AD. Computer-aided detection of temporal clusters of organisms reported to the Communicable Disease Surveillance Centre. *CDR Weekly* 1993; 3(6):R78-R82.
- [3] Farrington CP, Andrews NJ. Statistical aspects of detecting infectious disease outbreaks. In *Monitoring the Health of Populations*, edited by Brookmeyer, R. and D. F. Stroup Oxford University Press. 2004.
- [4] Hémon D, Jouglu E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Inserm, Paris, 2003:1-59.
- [5] Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France. Bilan et perspectives. Rapport InVS, Département maladies chroniques et traumatismes, Département santé environnement, octobre 2003: 2-117.

Les systèmes de surveillance de la mortalité à l'étranger, deux exemples

Céline Caserio-Schönemann, Loïc Josseran

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

La surveillance de la mortalité est un outil essentiel de la connaissance de l'état de santé d'une population. Plusieurs pays ont développé cette surveillance en temps proche du réel. Deux exemples sont présentés rapidement ici, chacun selon des choix organisationnels différents mais avec tous deux le même objectif initial : la surveillance de la mortalité par grippe.

LE SYSTÈME DE VEILLE SUR LA MORTALITÉ AU ROYAUME-UNI

Le dispositif anglais d'information sur les décès diffère du système français sur plusieurs points. D'une part, le circuit de

remontée de données de mortalité est unique et centralisé au niveau de l'*Office for National Statistics* (ONS). D'autre part, les causes de décès ne sont pas confidentielles : elles figurent en clair sur le certificat de décès et sont retranscrites par l'officier d'état civil sur le bulletin adressé à l'ONS.

Depuis 1993, la gestion des enregistrements des décès a évolué vers un système proche d'une automatisation complète : informatisation des bureaux des registres locaux (*Registrar Offices*), codage automatique des causes médicales de décès en CIM-10 (depuis 2001) au niveau de l'ONS. Ce système a ainsi permis de diminuer les délais de transmission et d'accroître la disponibilité des données avec une réactivité de l'ordre de la semaine [1].