

Évaluation et gestion du risque légionellose

Pierre-André CABANES*

NDLR : Article paru dans le n° 1 (96) / Vol. 11 (mars 2000) de « Énergies Santé » et reproduit avec son aimable autorisation.

Les légionelles sont des bactéries capables de se développer dans l'eau, notamment lorsque la température se situe entre 25 et 40 °C. Elles trouvent donc naturellement un milieu propice à leur développement dans l'eau des tours aéroréfrigérantes et au niveau des systèmes de production d'eau chaude (dans le bas des ballons) et de distribution (au sein du biofilm recouvrant la paroi interne des canalisations et plus particulièrement au niveau des boucles de circulation, des bras morts et de certaines structures caoutchouteuses). Toutefois, pour qu'il y ait contamination humaine, il faut certaines conditions supplémentaires, comme la pathogénicité de la souche et l'exposition à ce milieu colonisé via la formation d'un aérosol. Les marqueurs de pathogénicité d'une souche et la relation dose-effet étant aujourd'hui inconnus, il est donc difficile, voire impossible de fixer une norme de qualité de l'eau distribuée au robinet en ce qui concerne la présence de légionelles. Afin d'assurer une bonne gestion de ce risque au sein des entreprises EDF et Gaz de France, le Réseau santé « action » a été missionné pour préciser les actions à entreprendre.

Les légionelles sont des bacilles à Gram négatif présents naturellement dans les cours d'eau, les lacs et parfois dans le sol [1-6]. Le plus souvent, les concentrations mesurées sont importantes, notamment après pollution thermique (de 10^3 à 10^7 CFU/l**), pour une échelle de températures très large : de 5,7 °C à 63 °C dans l'étude de Fliermans [4]. Depuis 1976, date de la première épidémie reconnue de maladie des légionnaires [7], de nombreux travaux microbiologiques, des études épidémiologiques et le développement de méthodes diagnostiques ont permis de mieux connaître cette pathologie. Il reste toutefois de nombreuses inconnues portant notamment sur l'évaluation de l'exposition, la pathogénicité des souches et la relation dose-effet.

Rappels médicaux

Le terme de légionellose regroupe l'ensemble des syndromes liés à l'infection par la légionelle. On distingue essentiellement la fièvre de Pontiac et la maladie des légionnaires.

La maladie des légionnaires se présente sous la forme d'une pneumopathie aiguë, parfois précédée de céphalées, de douleurs musculaires et de malaise général. Après cette période d'incubation de trois à huit jours, apparaissent une altération de l'état général avec fièvre élevée (39-40 °C) et des symptômes pulmonaires : toux sèche, douleur thoracique. Des troubles digestifs à type de nausées, de vomissements, de douleurs abdominales ou de diarrhée, sont fréquents. On peut aussi observer des symptômes neurologiques, notamment une agitation, des hallucinations ou une confusion.

Le diagnostic s'appuie sur la sérologie et/ou la mise en évidence des bactéries par culture, après prélèvement de crachats, ou mieux, lavage alvéolaire, ponction pleurale (le rendement est toutefois faible) et plus récemment sur la recherche d'antigènes urinaires, spécifiques de l'espèce *Legionella pneumophila*.

Bien qu'il existe des formes frustes, la plupart des cas nécessitent une hospitalisation et un traitement adapté, notamment par l'érythromycine, parfois en association à la rifampicine, pendant trois semaines (quatre à six chez l'immunodéprimé). Un retard au diagnostic peut entraîner un syndrome de détresse respiratoire aiguë, en particulier en cas d'immunosuppression. Le taux de décès varie, selon les études, de 5 à 10 %.

* Service des Études Médicales d'EDF et de Gaz de France.

** CFU/l : colonie formant unité par litre. Unité issue de la technique de mesure par mise en culture, équivalente à un nombre de légionelles par litre.

À côté de cette forme grave, on décrit la **fièvre de Pontiac**, qui débute de la même façon (syndrome pseudo-grippal, myalgies, céphalées), mais ne s'accompagne pas d'atteinte pulmonaire et ne met pas en jeu le pronostic vital. La guérison survient spontanément en deux à trois jours.

On dénombre actuellement entre 400 et 1 000 cas de maladie des légionnaires chaque année aux États-Unis (on estime à plus de 100 000 le nombre des cas de fièvre de Pontiac) et environ 500 en France, selon les données du Centre national de référence. Toutefois, il est vraisemblable que ces chiffres sont bien en dessous de la réalité (2 000 à 3 000 cas estimés en France) : de nombreux cas sont vraisemblablement traités avant l'établissement d'un diagnostic bactériologique. Ainsi plusieurs équipes ont montré que chez les personnes hospitalisées pour pneumonie, la recherche systématique de *Legionella* était positive dans 5 à 10 % des cas.

Les conditions d'apparition de cas de légionelloses

Pour qu'il y ait contamination humaine, plusieurs conditions doivent être réunies. Il faut tout d'abord un milieu colonisé par des souches pathogènes de *Legionella* et à un niveau suffisant de concentration. Comme on ne sait encore rien du nombre de légionelles nécessaire pour induire une maladie, et qu'il dépend lui-même de la pathogénicité de la souche en question, on ne peut se prononcer sur ce niveau de concentration. Mais en tout cas, cela ne suffit pas, il faut qu'il y ait une exposition, c'est-à-dire inhalation d'un aérosol formé à partir du milieu colonisé par ces légionelles. La taille des gouttes de cet aérosol doit être microscopique ($< 10 \mu\text{m}$, voire $5 \mu\text{m}$) pour que les légionelles arrivent jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Enfin, il est classique de dire que les personnes exposées doivent être « réceptrices », c'est-à-dire présentant un affaiblissement des défenses immunitaires. Ce critère n'est toutefois pas une condition nécessaire, puisqu'on ne retrouve un tel facteur de risque que dans une petite moitié des cas diagnostiqués. En revanche, sur un tel terrain, on peut penser que la maladie sera plus grave.

Les milieux colonisés par les légionelles

Tout milieu hydrique peut héberger des légionelles et parfois en quantités importantes.

Le cas des systèmes de climatisation

Les systèmes de traitement de l'air et les tours aéroréfrigérantes qui leur sont associées ont été les premiers mis en cause dans la multiplication et/ou le transport de ces bactéries. De nombreuses zones humides sont susceptibles d'héberger *Legionella* :

- il s'agit essentiellement de l'eau circulant au niveau des tours aéroréfrigérantes et ce d'autant plus que la

température y est favorable et qu'il y a contact avec l'air ;

- la condensation d'eau au niveau des batteries froides peut être un milieu favorable à leur développement, bien que la température ne soit pas idéale, ainsi que l'eau recueillie dans le bac ;
- les techniques d'humidification de l'air ont pu également être en cause, notamment l'humidification par pulvérisation ou par lavage d'air, techniques qui ne sont plus développées actuellement.

Le cas des systèmes de production et de distribution d'eau chaude sanitaire

Les prélèvements effectués dans les systèmes de production et de distribution d'eau, notamment au niveau de la purge des ballons d'accumulation d'eau, des pommes de douches ou des robinets, montrent la présence assez générale de légionelles : de 6 à 40 % des prélèvements positifs, selon les études [8-16], y compris au niveau de l'arrivée d'eau froide [17]. En France, une seule étude écologique a été menée en région parisienne [15]. *Legionella* a été isolée dans les échantillons d'eau prélevés à l'intérieur des immeubles (44,4 % de prélèvements positifs). Parmi ces prélèvements, les pourcentages de contamination les plus élevés concernaient les échantillons d'eau chaude sanitaire (63,9 %) et les ballons d'eau chaude (75 %).

La production d'eau chaude

Le rôle de la température semble être un des facteurs déterminants de la présence de légionelles. Diverses études menées en milieu hospitalier ont montré que la colonisation du système était plus fréquente lorsque la température de consigne était inférieure à 50°C [18] ou 60°C [8, 19]. Ces bactéries colonisent fréquemment les parties basses des ballons d'eau chaude où règnent des températures plus favorables à leur développement.

Les ballons horizontaux sont plus colonisés que les ballons verticaux, ce qui est lié à la présence d'une zone non ou mal chauffée plus importante [19].

Plusieurs études ont mis en évidence le rôle de l'âge des ballons [8, 19] : les chauffe-eau de plus de cinq ans sont plus souvent contaminés. Ceci est dû en partie aux dépôts de tartre et de sédiments dans les installations vieilles et/ou mal entretenues.

En outre, des publications nord-américaines [8, 10, 13, 16] ont suggéré que les chauffe-eau électriques favorisaient la croissance des légionelles. Il semble qu'il y ait eu confusion à ce niveau entre la source d'énergie apportée et le fait d'avoir un stockage d'eau chaude. Par ailleurs, les prélèvements étaient faits au niveau de la purge des ballons. Cette relation n'a pas été mise en évidence en France où la conception des chauffe-eau est différente. En effet, le volume des réservoirs est en moyenne plus petit, le fond ne comporte généralement pas d'angle mort propice à la croissance de *Legionella*, et les résis-

tances sont placées le plus souvent dans le bas de l'appareil.

La distribution

Les plus fortes concentrations en légionelles, pour les prélèvements d'eau effectués en périphérie, sont retrouvées lorsqu'il existe des tuyauteries avec eau stagnante et/ou un circuit d'eau chaude en boucle avec température inférieure à 50 °C, ce qui est surtout le cas pour des installations collectives.

Le rôle de certains métaux et substances chimiques a été étudié : le fer, le zinc et le potassium, même à basse concentration, favorisent leur développement [20]. Parmi les matériaux utilisés dans les réseaux de distribution, la colonisation est moindre au niveau du cuivre et plus importante au niveau de certains caoutchoucs synthétiques et du chlorure de polyvinyle (PVC) [21-24]. L'étude combinée entre température et nature des matériaux [25] a montré que, quelle que soit la température, la colonisation est moindre sur le cuivre. À 50 °C, les légionelles ne survivent plus sur les surfaces en cuivre ; il faut atteindre 60 °C pour les autres matériaux (polybutylène et PVC). Par ailleurs, la présence de thiuram seul ou dans les caoutchoucs serait inhibitrice de la croissance des légionelles [24].

Une autre équipe a mis en avant le rôle des robinets à aérateurs comme réservoirs pour *Legionella* [26]. Des absorbeurs de chocs ont été également incriminés dans la persistance de la colonisation d'une installation [27].

Des prélèvements effectués sur les biofilms des installations ont montré leur colonisation par *Legionella* jusqu'à des concentrations de 10⁵ CFU/cm² [23, 28]. Ces études montrent qu'il y a là un réservoir important de légionelles qui peuvent ensuite être détachées et entraînées avec le courant. Par ailleurs, ce biofilm les protège également de l'action des traitements biocides [29, 30]. Sa présence explique l'échec, à moyen terme, des procédures de désinfection engagées.

C'est à ce niveau que le rôle de l'eau froide intervient : elle peut être une source de contamination, non seulement pour le chauffe-eau mais également pour le circuit de distribution.

Au niveau des autres équipements

Des appareils individuels d'humidification de l'air peuvent également être colonisés par *Legionella*, notamment les nébuliseurs. Parmi les autres dispositifs incriminés, citons les bains bouillonnants, les fontaines décoratives et les équipements des établissements thermaux et de thérapie respiratoire. Ces derniers semblent jouer un grand rôle dans les cas nosocomiaux*, du fait de l'instillation directe d'eau dans les bronches.

Le cas des aéroréfrigérants industriels

Les conditions sont également remplies pour que les légionelles puissent se développer dans l'eau ou au contact des parois des aéroréfrigérants industriels. Peu de données sont disponibles actuellement. EDF a effectué des campagnes de mesures ces dernières années. Les concentrations mesurées sont analogues à celles retrouvées dans l'eau des petites tours utilisées pour produire le froid dans le tertiaire.

Les situations d'exposition

La maladie des légionnaires se présente sous la forme de cas isolés ou de cas groupés qui correspondent à des épidémies provenant d'une même source contaminante. La transmission inter-humaine n'a jamais été observée. La connaissance que nous avons des sources possibles de contamination par les légionelles provient principalement des investigations d'épidémies, même si celles-ci ne représentent pas la majorité des cas, car il est plus facile de mettre en évidence une source d'exposition commune à plusieurs malades.

Les différentes modalités d'exposition sont l'aérosolisation, la micro-aspiration et l'instillation directe au niveau des bronches. Cette dernière concerne essentiellement les malades sous thérapie respiratoire et ne sera pas abordée ici.

Aérosolisation

En dehors des contaminations hospitalières, fréquemment décrites, les sources de transmission de la maladie ont pu être situées dans des hôtels ou pensions [7, 31-33], sur des bateaux de croisière [34], dans des commerces [35, 36], sur le lieu de travail [37-39] ou à l'extérieur près de sources libérant des aérosols infestés [40-42].

Les investigations d'épidémies et de cas sporadiques ont permis d'associer la maladie des légionnaires à deux principales sources : les tours de refroidissement et aérocondenseurs [40-46] et les systèmes de distribution d'eau chaude sanitaire [31, 32, 47-59].

L'exposition via les tours aéroréfrigérantes

Les légionelles peuvent coloniser l'eau des tours puis être véhiculées dans l'air extérieur par le panache qui s'en échappe.

Les premières études ayant mis en évidence la relation entre des cas de maladie des légionnaires et la contamination de tours de refroidissement ou d'aérocondenseurs sont pour la plupart des investigations d'épidémies nosocomiales, où la prise d'air neuf d'un des bâtiments de l'hôpital se trouvait placée sous le vent d'une tour aéroréfrigérante du système de climatisation d'un autre bâtiment, comme l'illustre la figure 1, p. 552 [43-46].

L'autre cas, illustré par la figure 2, p. 552, est celui de personnes passant à proximité d'un

* cas survenant à l'hôpital.

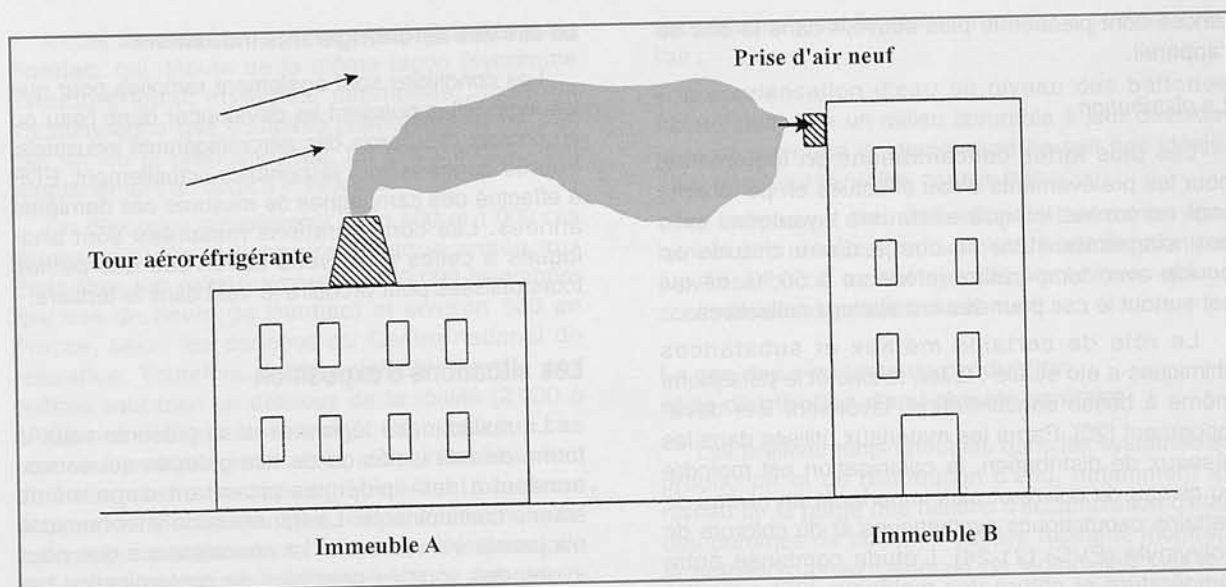


Figure 1.

Exposition potentielle des personnes de l'immeuble B dont la prise d'air neuf se situe sous le vent de la tour aéroréfrigérante de l'immeuble A.

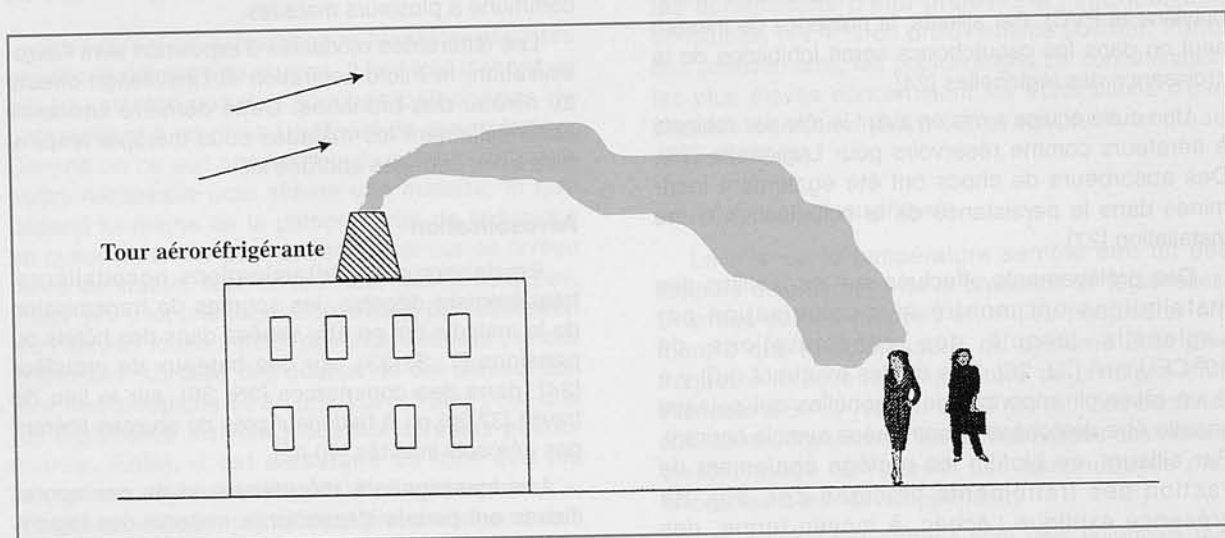


Figure 2.

Contamination de personnes passant à proximité d'un panache contenant des légionelles.

immeuble équipé d'une tour colonisée par *Legionella* et exposées au panache. Une étude portant sur des cas non épidémiques et non hospitaliers a mis en évidence une relation inverse entre la distance du domicile des cas à une tour de refroidissement et le risque de légionellose. Les auteurs ont estimé qu'au moins 28 % de ces cas devaient être liés aux tours contaminées [41]. Plus récemment, deux épidémies communautaires ont pu être rattachées à des tours de refroidissement contaminées grâce à l'utilisation des nouvelles techniques moléculaires permettant de comparer les souches de légionelles retrouvées dans les tours à celles isolées chez les malades [40, 42]. Une de ces études a montré que la contamination d'une tour pouvait entraîner un risque de transmission dans une large partie du quartier lors d'un temps

venteux et surtout lors d'un climat chaud et humide propice à la multiplication et à la survie des légionelles [40]. On peut en rapprocher les deux épidémies survenues à Paris en 1998 et 1999.

Enfin, la circulation de l'air dans les conduites peut générer un aérosol si un milieu humide est traversé, comme une zone de condensation, ou un bac de recueil d'eau. Jusqu'à présent il n'y a pas eu de publication de cas de transmission certifiée selon cette modalité.

L'exposition via l'eau chaude sanitaire

La contamination via un aérosol généré par l'utilisation d'eau chaude sanitaire est également à l'origine d'un grand nombre de cas de maladie des

légionnaires. Plusieurs études [60, 61] ont permis de confirmer la possibilité physique de cette source de contamination : les auteurs ont mis en évidence la présence de légionelles dans l'air d'une salle d'eau pendant le fonctionnement de la douche et les études granulométriques ont confirmé la présence de gouttes de taille inférieure à 5 µm.

La contamination des systèmes de distribution d'eau chaude a été associée à un nombre important d'épidémies nosocomiales [47-54], à quelques épidémies contractées lors d'un séjour dans un hôtel ou une pension [31, 32, 55] et à des cas isolés liés à une contamination survenue en milieu résidentiel [56-59]. D'après le Centre anglais de surveillance des maladies transmissibles, 19 des 20 épidémies nosocomiales observées dans leur pays entre 1980 et 1992 étaient liées à la contamination du système d'eau hospitalier [51]. Le principal mode de transmission évoqué à partir de ces systèmes d'eau est l'inhalation de microgouttelettes d'eau chaude en particulier lors de la prise de douches [47, 50, 54, 56, 61].

Le facteur de risque communément retrouvé concerne la température de l'eau au robinet, toujours inférieure lorsque l'on compare les installations à l'origine de cas à des installations indemnes de cas [62]. Si les études écologiques citées précédemment mettaient en cause l'âge du chauffe-eau dans la colonisation d'un système, en revanche, des installations neuves ont parfois été incriminées dans la survenue de cas de légionellose [53].

Une étude cas-témoins américaine a mis en évidence deux facteurs de risque de contamination domestique de maladie des légionnaires par le système de distribution d'eau chaude sanitaire : un approvisionnement privé en eau (non municipal) et de récents travaux de plomberie [59]. L'eau non municipale serait un facteur de risque en raison d'une concentration plus faible de chlore liée à un défaut de traitement par les propriétaires. L'augmentation du risque de transmission lié aux travaux de plomberie avait déjà été rapportée lors d'épidémies nosocomiales [53, 63]. Les travaux déclenchant un détachement de biofilms contenant des légionelles seraient responsables d'une concentration momentanément très élevée de bactéries dans le système de distribution, augmentant alors le risque de contamination.

Les autres expositions par aérosolisation

Les autres sources par aérosolisation pouvant concerner les bâtiments sont les bains à remous [34, 36], les humidificateurs [35], les fontaines décoratives [33], et plus récemment des machines à glace (elles ont été incriminées dans la survenue de cas nosocomiaux [64, 65]). Deux épidémies récentes ont été occasionnées par l'exposition à l'eau d'un bain à remous présenté lors de grandes expositions. La première est survenue en 1998 aux Pays-Bas et a touché plusieurs centaines de personnes. Ceci illustre le fait que lorsque les conditions sont réunies

cette maladie fait preuve d'un réel potentiel épidémique.

Le cas des aéroréfrigérants industriels

Jusqu'à présent aucune publication ne fait mention de cas dont la contamination aurait pu être le fait d'une exposition au panache d'un aéroréfrigérant industriel, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y en ait pas eu. En effet, on ne connaît l'origine de la contamination que dans un faible pourcentage de cas. Les légionelles étant présentes dans tout milieu hydrique il est très difficile de faire la preuve de l'origine de la contamination. Pour cela il faut isoler la souche chez le malade (20 à 30 % des cas) et la comparer, avec des méthodes d'analyse génétique, aux diverses souches environnementales prélevées. En l'absence de cas groupés géographiquement, cette recherche peut s'avérer rapidement fastidieuse. Néanmoins, plusieurs arguments techniques peuvent être avancés pour expliquer cette apparente différence de risque de contamination :

- d'une part, chaque tour est équipée d'un séparateur de gouttelettes permettant de retenir les gouttes d'eau qui pourraient être emportées avec le panache. L'efficacité de ces systèmes est excellente dans le cas des aéroréfrigérants industriels (0,005 %), ce qui n'est pas toujours le cas pour les petites tours (au pire 1 %) ;
- d'autre part, le panache monte à une hauteur très élevée (> 500 m) et le coefficient de dispersion atmosphérique est important, ce qui n'est pas le cas pour les tours associées aux générateurs de froid des immeubles ;
- enfin, ces aéroréfrigérants ne sont pas situés en ville et les situations d'exposition sont donc largement différentes.

La micro-aspiration

On parle également du risque possiblement lié aux fausses routes alimentaires lorsque l'on boit de l'eau contenant des légionelles, en aspirant. Il pourrait se former un aérosol contaminant lors de ces « micro-aspirations » [66].

Les incertitudes

La pathogénicité des espèces

On ne connaît actuellement ni les marqueurs génétiques ni les marqueurs phénotypiques de pathogénicité. On a ainsi pu être confronté à des situations d'exposition persistantes en milieu hospitalier sans qu'il y ait jamais eu apparition de cas alors que le même sérotype s'avérait pathogène ailleurs.

Les relations dose-effet et dose-réponse

On ne connaît pas la dose nécessaire pour provoquer une infection chez l'homme. Chez l'animal [67] on a pu déterminer une dose létale 50* de $1,4 \cdot 10^5$ bactéries

* dose associée à 50 % de mortalité.

viables, par aérosolisation. En revanche, dès 129 bactéries, la moitié des cochons d'Inde étaient malades. La détermination d'une relation dose-réponse chez l'homme pour de faibles doses d'exposition pourrait être effectuée à partir des données animales observées à fortes doses, par modélisation. Il reste que le déclenchement d'une infection dépend fortement de la pathogénicité de la souche et, potentiellement, de l'état immunitaire de la personne exposée. Par ailleurs une même bactérie a pu être à l'origine de diverses formes de la maladie. On peut donc également raisonner en termes de dose-effet, une faible dose pouvant entraîner une forme de légionellose bénigne, type fièvre de Pontiac, et une dose plus importante une maladie des légionnaires. D'autres auteurs pensent qu'intervient plutôt ici la réceptivité de la personne, et d'autres encore, que tout cela serait lié à la taille des gouttelettes de l'aérosol : les plus grosses resteraient au niveau des bronches et n'entraîneraient qu'une forme bénigne. En fait, tous ces facteurs interviennent vraisemblablement de façon concomitante.

L'exposition

Les incertitudes concernant l'évaluation de l'exposition sont grandes et se situent à plusieurs niveaux.

Relation entre dose inhalée et concentration dans un milieu

Quand bien même on connaîtrait la relation entre le nombre de légionelles et le risque de maladie des légionnaires, il resterait à rapporter cette dose à une concentration dans le milieu colonisé, donc à modéliser l'exposition, en fonction des différents systèmes, ce qui n'a pas encore été fait. Cette relation dépend des modalités d'aérosolisation, de la physiologie de la personne exposée et de la durée d'exposition.

Représentativité spatio-temporelle de l'échantillonnage

Mesurer la colonisation d'un système complexe n'est pas chose facile. Prenons par exemple le cas d'un prélèvement au robinet : puisque les légionelles sont surtout présentes dans les bras morts et au niveau du biofilm, le long de la paroi interne des canalisations, on comprend aisément que si un fragment de biofilm se détache au moment du prélèvement, la concentration observée va être artificiellement élevée et dépendra du volume d'eau prélevée. Le moment du prélèvement va également jouer sur les résultats : la première eau recueillie le matin sera le reflet éventuel d'une colonisation distale (tuyauterie, robinet) alors qu'un prélèvement après écoulement sera plutôt le reflet de la colonisation de l'eau stockée. Que doit-on prendre en compte lorsque l'on envisage d'évaluer l'exposition humaine ? De même, quelle est la valeur d'un prélèvement effectué au niveau de la purge d'un ballon, si la colonisation reste stabilisée à cet endroit ? Elle ne sera alors jamais le reflet possible de l'exposition des personnes.

Incertitude sur les mesures à partir de l'échantillon

La méthode habituelle est la mise en culture sur milieu spécifique, après filtration de plusieurs volumes d'eau. À ce niveau, la pousse des légionelles peut être entravée par d'autres micro-organismes, essentiellement lorsqu'il s'agit d'eau brute. Par ailleurs on peut se poser la question de sa validité en ce qui concerne l'eau froide. En effet, un résultat négatif en culture au niveau de l'eau froide ne signifie pas forcément que l'eau ne contient pas de légionelles. Plus de 99 % des légionelles présentes dans un échantillon sont viables mais non cultivables, notamment au niveau d'une eau brute et/ou froide. Des tests en immunofluorescence ont permis de montrer la présence de légionelles alors que la mise en culture de l'eau de distribution était négative [17]. Ces bactéries semblaient donc incapables de se multiplier, mais les auteurs ont mis en évidence le fait qu'un réchauffage à 45 °C leur permettait de retrouver cette capacité. D'autres techniques par cytométrie, après marquage moléculaire ou immunologique, sont à l'étude. Leur sensibilité serait bien supérieure, mais il reste à évaluer leur spécificité. De plus que signifie, sur un plan médical, la présence de bactéries viables mais non cultivables ? Qu'en est-il de leur pathogénicité ?

On comprend donc qu'il est actuellement difficile, voire impossible, de fixer une norme de qualité de l'eau distribuée au robinet en ce qui concerne la présence de *Legionella*.

La gestion du risque

On peut schématiquement dissocier les actions de gestion de risque selon qu'on se situe en présence d'un cas de légionellose (prévention secondaire) ou pas (prévention primaire).

Attitude à adopter lors de la survenue d'un cas de légionellose

Rechercher d'éventuels autres cas

Cette recherche permettra, en plus d'un traitement précoce et adapté, de retrouver plus facilement l'origine de la contamination. Inversement, lorsque l'origine de la contamination sera découverte, la recherche d'autres cas s'avérera plus aisée...

Retrouver l'origine de la contamination

Pour remonter à l'origine de la contamination, les services compétents effectueront des mesures dans l'eau des systèmes auxquels les malades auront été exposés. Il sera d'autant plus facile de retrouver une source potentielle qu'il y aura plusieurs malades. En effet, il suffit dans ce cas de retrouver un périmètre géométrique ou un lieu commun aux malades. S'il n'y a qu'un cas, il faudrait si l'on souhaite l'investiguer (ce qui n'est pratiquement jamais fait sauf dans le cadre d'une étude bien précise ou si le cas s'est déclaré au cours d'une hospitalisation ou d'un séjour

en établissement thermal), effectuer de multiples prélèvements environnementaux (tous les lieux fréquentés par le malade dans les 15 jours avant le début de sa maladie). Si l'on a la souche clinique (retrouvée dans 20 à 30 % des cas seulement), seule la comparaison génomique avec les souches environnementales (effectuée par le Centre de référence) permettra d'affirmer l'origine de la contamination.

L'annexe I de la circulaire du 24 avril 1997 donne les éléments pour la réalisation d'une enquête technique, portant notamment sur la description et la gestion des équipements des bâtiments (réseau d'eau, système de traitement d'air et tours aéro-réfrigérantes...).

En cas de contamination via une installation de production et de distribution d'eau chaude sanitaire

L'annexe II donne des consignes de décontamination du réseau d'eau chaude sanitaire :

- changement des éléments de robinetterie anciens et désinfection des plus récents et de ceux que l'on va installer ;
- vidange, nettoyage, détartrage des ballons et rinçage des canalisations ;
- désinfection de l'ensemble du système par choc chloré (15 mg de chlore libre/l pendant 24 h ou 50 mg/l) ou choc thermique (70 °C avec rinçage pendant une demi-heure. La capacité du réservoir doit être suffisante ; penser éventuellement à faire couler à débit réduit, mais en vérifiant que la température est bien à 70 °C).

Toutefois, comme l'a montré la dernière revue de littérature (Énergies Santé n° 93), la recolonisation du système intervient au bout de quelques semaines si un traitement préventif n'est pas mis en place dans la foulée.

Il faut donc effectuer une expertise complète de l'installation, en supprimer les défauts de conception et en améliorer la sécurité intrinsèque. Une maintenance régulière s'impose également. Par ailleurs, dans les hôtels ou les établissements recevant du public, pour réduire l'exposition à des légionelles qui auraient pu se développer dans les canalisations lorsque les chambres restent inoccupées pendant plusieurs jours, il convient de soutirer l'eau régulièrement aux exutoires et tout particulièrement avant la mise à disposition à un nouvel occupant.

En cas de contamination via une tour aéro-réfrigérante

L'annexe IV donne le détail des mesures de lutte à court terme qui comprennent :

- un nettoyage complet des surfaces et des composants pour enlever tous dépôts ou boues ;
- une désinfection par « choc chloré » (30 à 50 mg/l de chlore libre pendant 2 à 3 heures de circulation dans l'équipement suivie d'une vidange et d'un remplissage).

Les mesures de prévention à long terme s'imposent également, comme décrit plus bas.

Prévention du risque légionelle en l'absence de cas (prévention primaire)

Cas des installations de production et de distribution d'eau chaude sanitaire

En dehors de situations précises, rappelées dans la circulaire du 30 décembre 1998, il n'est pas recommandé d'effectuer des prélèvements à la recherche de *Legionella*. La circulaire du 24 avril 1997 ajoute même que cela n'est pas nécessaire lors de la survenue d'un cas isolé. Pourquoi ne pas faire cette recherche ? Plusieurs raisons complémentaires doivent être invoquées :

- les légionelles sont ubiquitaires, ce qui signifie que si on les cherche bien, on va les retrouver (et de plus en plus avec les nouvelles techniques) ;
- le moment, le lieu et les conditions du prélèvement sont déterminants sur le résultat, comme cela a été dit plus haut. Il faut donc être extrêmement prudent devant un résultat, aussi bien positif que négatif ;
- on n'a aucune idée de la relation dose-effet ni des facteurs de pathogénicité des espèces.

Ainsi, un résultat « négatif » n'est pas un gage de sécurité. Et inversement, un résultat positif ne signifie pas forcément que le risque est élevé.

En revanche, avec une installation bien conçue, bien entretenue et bien gérée, les risques seront moindres. L'annexe III de la circulaire du 24 avril 1997 précise ces éléments. Ils sont en priorité destinés aux installations de type collectif, mais l'entretien des installations individuelles devrait être effectué au moins une fois par an.

Cas des tours aéro-réfrigérantes et des systèmes de traitement de l'air

La circulaire du 24 avril 1997

Des mesures de prévention à long terme ont été préconisées et sont détaillées dans l'annexe IV de la circulaire. Elles comprennent :

- une maintenance régulière de préférence par une entreprise spécialisée visant à contrôler l'intégrité des dispositifs d'arrêt des gouttelettes et si nécessaire procéder à leur remplacement, à vérifier l'évacuation correcte des eaux de rejet à l'égout, à nettoyer périodiquement les circuits. Il faut savoir que pour certaines tours l'accès est des plus difficiles ;
- et si possible une mesure de chloration permanente (2 à 3 mg/l de chlore libre). Si elle n'est pas techniquement possible (corrosion), il peut être procédé régulièrement à des chocs chlorés.

Des mesures complémentaires sont à prendre pour modifier les installations si le débouché de la tour n'est pas suffisamment éloigné des prises d'air et ventilations des bâtiments (le règlement sanitaire départemental préconise au moins 8 m, ce qui peut s'avérer insuffisant) ou de lieux publics. De même, si

des travaux de remplacement sont programmés, un équipement à batterie sèche qui élimine le contact entre le fluide contaminé et l'air sera préféré.

Le personnel chargé de l'entretien portera un masque de type P3 et tiendra un carnet de maintenance.

Un chapitre traite des systèmes de climatisation à batteries. Notons la recommandation de l'inspection visuelle des batteries froides et des caissons d'humidification, qui doit être faite au minimum tous les trois mois.

Le projet d'arrêté préfectoral

Par ailleurs, une lettre du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Direction de la prévention des pollutions et des risques) invite les préfets à modifier par arrêtés les prescriptions applicables aux installations à pulvérisation d'eau dans un flux d'air visées par la rubrique 2920 de la nomenclature (soumise à autorisation si puissance supérieure à 500 kW, soumise à déclaration si puissance comprise entre 50 et 500 kW) et situées dans des zones d'habitation dense ou à proximité de populations particulièrement sensibles (hôpitaux, crèches...). Un modèle type a été rédigé. Il comprend des articles sur l'entretien et la maintenance, avec notamment vidange, nettoyage et désinfection avant la remise en service du système intervenant après un arrêt prolongé et au moins une fois par an. En cas d'impossibilité de cet entretien, un traitement efficace et validé par les analyses (article 4 II) d'eau sera mis en place. Il comprend un article sur la protection des personnels intervenant à l'intérieur ou à proximité du système (masque, gants...). Le livret d'entretien est défini et doit être tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées.

Les analyses pour la recherche de légionelles sont prescrites lorsque l'entretien n'est pas réalisable

(4 II), sans mention de fréquence, et à la demande de l'inspecteur des installations classées. Si la concentration dépasse 10^5 UFC/l, l'installation sera stoppée, vidangée, nettoyée et désinfectée. En cas de concentrations comprises entre 10^3 et 10^5 UFC/l, un contrôle sera effectué un mois plus tard ; il n'est pas prescrit dans ce cas de traitement particulier.

Par ailleurs des consignes sont données pour éviter qu'un panache puisse être aspiré par une prise d'air neuf d'un immeuble voisin.

Cas des aéroréfrigérants industriels

Comme nous l'avons vu plus haut, le risque de légionellose en cas de présence de légionelles dans l'eau des circuits de refroidissement industriels semble moindre que dans le cas des autres aéroréfrigérants. Par ailleurs, il s'agit fréquemment d'eau brute et de volumes très importants, ce qui signifie que la gestion de ce risque particulier doit très clairement être différenciée. Dans un premier temps il convient de compléter les connaissances sur ce risque (modélisation et approche épidémiologique). Une maintenance correcte de ces installations s'impose également. Quant aux traitements biocides (chimiques ou physiques), leur application devrait dépendre des résultats de l'évaluation spécifique de ce risque.

La gestion du risque au sein des entreprises EDF et Gaz de France

Dans le cadre du Réseau santé des entreprises, le sous-réseau « action » a été missionné pour préciser les actions à entreprendre sur les installations concernées par la présence de *Legionella*. Le plan d'action sera disponible en janvier 2001.

Références

1. Tobiansky L, Drath A, Dubery B, Koornhof H. Seasonality of *Legionella* isolates from environmental sources. *Isr J Med Sci* 1986 ; 22 (9) : 640-3.
2. Solomon J, Christensen S, Tyndall R, Fliermans C, Gough S. Distribution of *Legionella pneumophila* in power plant environments. In : 2nd Int. Symp. ASFM ; 1983 ; Washington (USA) : American Society for Microbiology 1983 : 309-11.
3. Yamamoto H, Hashimoto Y, Ezaki T. Comparison of detection methods for *Legionella* species in environmental water by colony isolation, fluorescent antibody staining, and polymerase chain reaction. *Microbiol Immunol* 1993 ; 37 (8) : 617-22.
4. Fliermans C, Cherry W, Orrison L, Smith S, Tison D, Pope D. Ecological distribution of *Legionella pneumophila*. *Appl Environ Microbiol* 1981 ; 41 (1) : 9-16.
5. Fliermans C, Cherry W, Orrison L, Thacker L. Isolation of *Legionella pneumophila* from nonepidemic-related aquatic habitats. *Appl Environ Microbiol* 1979 ; 37 (6) : 1239-42.
6. Palmer C, Tsai Y, Paszko-Kolva C, Mayer C, Sangermano L. Detection of *Legionella* species in sewage and ocean water by polymerase chain reaction, direct fluorescent-antibodies and plate culture methods. *Appl Environ Microbiol* 1993 ; 59 (11) : 3618-24.

7. Fraser D, Tsai T, Orenstein W, et al. Legionnaires' disease : description of an epidemic of pneumonia. *N Engl J Med* 1977 ; 297 (22) : 1189-97.
8. Alary M, Joly J. Risk factors for contamination of domestic hot water systems by *Legionellae*. *Appl Environ Microbiol* 1991 ; 57 (8) : 2360-7.
9. Arnow P, Weil D, Para M. Prevalence and significance of *Legionella pneumophila* contamination of residential hot-tap water systems. *J Infect Dis* 1985 ; 152 (1) : 145-51.
10. Dewailly E, Joly J. Contamination of domestic water heaters with *Legionella pneumophila*: impact of water temperature on growth and dissemination of the bacterium. *Environ Toxicol Water Quality* 1991 ; 6 : 249-57.
11. Hedges L, Roser D. Incidence of *Legionella* in the urban environment in Australia. *Water Res* 1991 ; 25 (4) : 393-9.
12. Joly J, Dewailly E, Bernard L, Ramsay D, Brisson J. *Legionella* and domestic water heaters in the Quebec City area. *Can Med Assoc J* 1985 ; 132 : 160.
13. Lee T, Stout J, Yu V, et al. Factors predisposing to *Legionella pneumophila* colonization in residential water systems. *Arch Environ Health* 1988 ; 43 (1) : 59-62.
14. Stout J, Yu V, Yee Y, et al. *Legionella pneumophila* in residential water supplies : environmental surveillance with clinical assessment for Legionnaires' disease. *Epidemiol Infect* 1992 ; 109 : 49-57.
15. Desplaces N, Nahapetian K, Dournon E. Inventaire des *Legionella* dans l'environnement parisien. *Presse Méd* 1984 ; 13 (31) : 1875-9.
16. Witherell L, Duncan R, Stone K, et al. Investigation of *Legionella pneumophila* in drinking water. *J Am Water Works Assoc* 1988 ; 80 : 87-93.
17. Colbourne J, Dennis P. The ecology and survival of *Legionella pneumophila*. *J Instit Water Environ Manage* 1989 ; 3 : 345-50.
18. Plouffe J, Webster L, Hackman B. Relationship between colonization of hospital building with *Legionella pneumophila* and hot water temperature. *Appl Environ Microbiol* 1983 ; 46 (3) : 769-79.
19. Vickers R, Yu V, Hanna S, Muraca P, Diven W, Carmen N, et al. Determinants of *Legionella pneumophila* contamination of water distribution systems : 15 hospital prospective study. *Infect Control* 1987 ; 8 (9) : 357-63.
20. States S, Conley L, Ceraso M, Stephenson T, Wolford R, Wadowsky R, et al. Effects of metal on *Legionella pneumophila* growth in drinking water plumbing systems. *Appl Environ Microbiol* 1985 ; 50 (5) : 1149-54.
21. Bezanson G, Burbridge S, Haldane D, Marrie T. In situ colonization of polyvinyl chloride, brass and copper by *Legionella pneumophila*. *Can J Microbiol* 1992 ; 38 : 328-30.
22. Schofield G, Locci R. Colonization of components of a model hot water system by *Legionella pneumophila*. *J Appl Bacteriol* 1985 ; 58 : 151-62.
23. Rogers J, Dowsett A, Dennis P, Lee J, Keevil C. Influence of plumbing materials on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in potable water systems. *Appl Environ Microbiol* 1994 ; 60 (6) : 1842-51.
24. Nideveld C, Pet F, Meenhorst P. Effect of rubbers and their constituents on proliferation of *Legionella pneumophila* in naturally contaminated hot water. *Lancet* 1986 ; 8500 : 180-4.
25. Rogers J, Dowsett A, Dennis P, Lee J, Keevil C. Influence of temperature and plumbing material selection on biofilm formation and growth of *Legionella pneumophila* in a model potable water system containing complex microbial flora. *Appl Environ Microbiol* 1994 ; 60 (5) : 1585-92.
26. Ciesielski C, Blaser M, Wang W. Role of stagnation and obstruction of water flow in isolation of *Legionella pneumophila* from hospital plumbing. *Appl Environ Microbiol* 1984 ; 48 (5) : 984-7.
27. Memish Z, Oxley C, Contant J, Garber G. Plumbing system shock absorbers as a source of *Legionella pneumophila*. *Am J Infect Control* 1992 ; 20 (6) : 305-9.
28. Wright J, Ruseska I, Athar M, Corbett S, Costerton J. *Legionella pneumophila* grows adherent to surfaces in vitro and in situ. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1989 ; 10 (9) : 408-15.
29. Wright J, Ruseska I, Costerton J. Decreased biocide susceptibility of adherent *Legionella pneumophila*. *J Appl Bacteriol* 1991 ; 71 (6) : 531-8.
30. Cargill K, Pyle B, Sauer R, McFeters G. Effects of culture conditions and biofilm formation on the iodine susceptibility of *Legionella pneumophila*. *Can J Microbiol* 1992 ; 38 (5) : 423-9.
31. Schlech W, Gorman G, Payne M, Broome C. Legionnaires' disease in the Caribbean. An outbreak associated with a resort hotel. *Arch Intern Med* 1985 : 2076-9.
32. Mamolen M, Breiman R, Barbaree J, et al. Use of multiple molecular subtyping techniques to investigate a Legionnaires' disease outbreak due to identical strains at two tourist lodges. *J Clin Microbiol* 1993 ; 31 (10) : 2584-8.

33. Hlady W, Mullen R, Mintz C, et al. Outbreak of Legionnaires' disease linked to a decorative fountain by molecular epidemiology. *Am J Epidemiol* 1993 ; 138 (8) : 555-62.
34. Jernigan D, Hofmann J, Cetron M, et al. Outbreak of Legionnaires' disease among cruise ship passengers exposed to a contaminated whirlpool spa. *Lancet* 1996 ; 347 : 494-9.
35. Mahoney F, Hoge C, Farley T, et al. Community wide outbreak of Legionnaires' disease associated with a grocery store mist machine. *J Infect Dis* 1992 ; 165 (4) : 736-9.
36. Legionnaires' disease associated with a whirlpool spa display, Virginia, September-October, 1996. *MMWR. Morb Mortal Wkly Rep* 1997 ; 46 (4) : 83-6.
37. Muraca P, Stout J, Yu V, Yee Y. Legionnaires' disease in the work environment : implications for environmental health. *Am Ind Hyg Assoc J* 1988 ; 49 (11) : 584-90.
38. Esposito A. Pulmonary infections acquired in the workplace. A review of occupation-associated pneumonia. *Clin Chest Med* 1992 ; 13 (2) : 355-65.
39. Conwill D, Werner S, Dritz S, et al. Legionellosis-the 1980 San Francisco outbreak. *Am Rev Respir Dis* 1982 ; 126 (4) : 666-99.
40. Castellani Pastoris M, Ciceroni L, Lo Monaco R, et al. Molecular epidemiology of an outbreak of Legionnaires' disease associated with a cooling tower in Genova-Sestri Ponente, Italy. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 1997 ; 16 : 883-92.
41. Bhopal R, Fallon R, Buist E, et al. Proximity of the home to a cooling tower and risk of non-outbreak Legionnaire's disease. *BMJ* 1991 ; 302 (6773) : 378-83.
42. Keller D, Hajjeh R, De Maria A, et al. Community outbreak of Legionnaires' disease : an investigation confirming the potential for cooling towers to transmit *Legionella* species. *Clin Infect Dis* 1996 ; 22 (2) : 257-61.
43. Fiore A, Nuorti J, Levine O. Epidemic Legionnaires' disease two decades later : old sources, new diagnostic methods. *Clin Infect Dis* 1998 ; 26 (2) : 426-33.
44. Dondero T, Rendtorff R, Mallison G, et al. An outbreak of Legionnaires' disease associated with a contaminated air-conditioning cooling tower. *N Engl J Med* 1980 ; 302 (7) : 365-70.
45. O'Mahony M, Stanwell-Smith R, Tillett H, et al. The Stafford outbreak of Legionnaires' disease. *Epidemiol Infect* 1990 ; 104 (3) : 361-80.
46. Breiman R, Cozen W, Fields B, et al. Role of air sampling in investigation of an outbreak of Legionnaires' disease associated with exposure to aerosols from an evaporative condenser. *J Infect Dis* 1990 ; 161 (6) : 1257-61.
47. Breiman R, Fields B, Sauden G, et al. Association with shower use with Legionnaires' disease. Possible role of *Amoebae*. *JAMA* 1990 ; 236 (21) : 2924-6.
48. Bornstein N, Vieilly C, Nowicki M, et al. Epidemiological evidence of legionellosis transmission through domestic hot water supply systems and possibilities of control. *Isr J Med Sci* 1986 ; 22 (9) : 655-61.
49. Helms C, Massanari R, Zeitler R, et al. Legionnaires' disease associated with a hospital water system : a cluster of 24 nosocomial cases. *Ann Intern Med* 1983 ; 99 (2) : 172-8.
50. Hanrahan J, Morse D, Scharf V, et al. A community hospital outbreak of legionellosis. Transmission by potable hot water. *Am J Epidemiol* 1987 ; 125 (4) : 639-49.
51. Joseph C, Watson J, Harrison T, Bartlett C. Nosocomial Legionnaires' disease in England and Wales, 1980-92. *Epidemiol Infect* 1994 ; 112 : 329-45.
52. Lepine L, Jernigan D, Pruckler J, et al. A recurrent outbreak of nosocomial Legionnaires' disease detected by urinary antigen testing : evidence for long-term colonization of a hospital plumbing system. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998 ; 19 (12) : 905-10.
53. Shands K, Ho J, Meyer R, et al. Potable water as a source of Legionnaires' disease. *JAMA* 1985 ; 253 (10) : 1412-6.
54. Tobin J, Dunnill M, French M, et al. Legionnaires' disease in a transplant unit : isolation of the causative agent from shower baths. *Lancet* 1980 ; 2 : 118-21.
55. Joseph C, Morgan D, Birtles R, et al. An international investigation of an outbreak of Legionnaires' disease among UK and French tourists. *Eur J Epidemiol* 1996 ; 12 (3) : 215-9.
56. Castellani Pastoris M, Vigano E, Passi C. A family cluster of *Legionella pneumophila* infections. *Scand J Infect Dis* 1988 ; 20 (5) : 489-93.
57. Stout J, Yu V, Muraca P, et al. Legionnaires' disease acquired within the homes of two patients: link to the home water supply. *JAMA* 1987 ; 257 : 1215-7.
58. Stout J, Yu V, Muraca P, et al. Potable water as a cause of sporadic cases of community-acquired Legionnaires' disease. *N Engl J Med* 1992 ; 326 (3) : 151-5.
59. Straus W, Plouffe J, File T, et al. Risk factors for domestic acquisition of Legionnaires' disease. *Arch Intern Med* 1996 ; 156 (15) : 1685-92.

