

Cas groupés de légionellose

Novembre 2003 - janvier 2004 ⁽¹⁾

Harnes – [Pas-de-Calais]

France

Légionelles
Aérosols
Tours
aéroréfrigérantes
Vidange
Nettoyage
Désinfection
Victimes
Réglementation

Dès fin novembre 2003, plusieurs cas de légionellose frappent le Nord de la France. Malgré les mesures techniques prises en décembre, de nouveaux malades sont recensés jusqu'à la fin janvier et plusieurs décès sont à déplorer.

LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

Situation géographique



Les installations susceptibles d'être à l'origine de l'émission d'aérosols contaminés par des légionelles se situent dans la région de Lens-Harnes. Les investigations se sont ainsi portées sur les tours aéroréfrigérantes (TAR) humides, les stations de lavage, les stations d'épuration, les jets d'eau et fontaines, les forages....

Figure 1 - Nord-Pas-de-Calais

<http://www.q-net.net.au/~legion/legionnaires.disease.2003.html>

LES ACTEURS DE LA GESTION DE CRISE

Services de l'Etat

Différents services de l'Etat sont impliqués dans la gestion de crise de l'événement : préfecture, inspection des installations classées (IIC), direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS), institut national de veille sanitaire (InVS), cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire), ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD), ministère chargé de la santé.

Centre national de référence des légionelles

Le Centre National de Référence des Légionelles (CNRL) a différentes missions : expertise biologique, surveillance épidémiologique, entretien d'une collection bactérienne et d'une sérothèque. Au titre de l'expertise biologique, il reçoit des sérums, des urines et des produits pathologiques accompagnés d'informations sur les cas pour confirmation de diagnostic ou diagnostic de première intention. Le CNRL contribue à la surveillance épidémiologique par un rôle d'alerte en signalant

¹ Période correspondant à la contamination des individus donc à la survenue des cas de légionellose (cf. Rapport d'investigation : Épidémie communautaire de légionellose Pas-de-Calais France, Novembre 2003 – janvier / InVS)

l'identification de souches présentant le même profil génomique. Il confirme également la nature groupée (même souche) de cas liés épidémiologiquement.

Chaque cas de légionellose diagnostiqué au CNRL est notifié à l'InVS pour compléter les informations disponibles et retrouver des cas non déclarés. Toutes les souches d'origine clinique isolées en France doivent être envoyées au CNRL pour mettre en place une collection unique nationale qui, grâce au typage moléculaire systématique des souches de légionelles, permet d'identifier l'extension de la transmission bactérienne et l'origine des cas groupés. Le typage en parallèle de souches d'origine environnementale permet l'identification des sources de contamination.

Enfin, le CNRL participe au réseau européen EWGLI (European Working Group of Legionellosis Infection) de surveillance des légionelloses liées au voyage: échange et comparaison de souches, travaux de recherche....

Mission d'appui

Une mission d'appui est constituée à la demande des Ministres chargés de la santé et de l'environnement pour apporter un soutien technique au Préfet du Pas-de-calais, aider à mieux cerner les origines de « l'épidémie » et proposer un éclairage et des orientations complémentaires éventuels.

LA CRISE, SON DÉROULEMENT, SES EFFETS ET SES CONSÉQUENCES

« L'épidémie »

Le **28/11/2003**, la DDASS informe la Cire Nord, l'InVS et la DRIRE Nord Pas de Calais de l'apparition les 11 et 15/11 de 2 cas communautaires de légionellose dont l'un mortel. Les victimes, 2 hommes âgés souffrant d'insuffisance respiratoire, vivent à Harnes à 400 m l'un de l'autre et à 800 m de la zone industrielle. L'un aurait été contaminé entre le 1er et le 11 novembre, le second entre le 9 et 29 novembre. C'est le signalement du 2^{ème} cas qui alerte les autorités, le 1^{er} cas ayant été considéré au départ comme sporadique. Les professionnels de santé du secteur concerné sont alors avertis du risque de contamination encouru par la population, pour attirer leur attention sur tout signe clinique susceptible d'apparaître. L'IIC, contactée par la DDASS, signale que deux établissements industriels (agroalimentaire et pétrochimique) implantés à Harnes disposent de TAR :

- Les dernières mesures effectuées dans les TAR de **l'établissement agroalimentaire** montrent des concentrations en légionelles inférieures à 50 UFC/l.
- L'exploitant du **site pétrochimique** spécialisé dans les alcools et les acides gras informe mi-novembre la DRIRE qu'un autocontrôle effectué le 15/10 révélait une concentration en légionelles de 730 000 UFC/l. Après un traitement choc avec des biocides, de nouvelles analyses réalisées le 30/10 indiquaient une concentration inférieure à 100 UFC/l. Les résultats présomptifs d'analyses effectuées le 20/11 indiquent une teneur en légionelles de 600 000 UFC/l.

Les 2 cas de légionellose identifiés et la découverte de circuits de refroidissement contaminés conduisent à prendre différentes mesures. La DDASS effectue ainsi des enquêtes environnementales au domicile des malades, dans de nombreux établissements recevant du public (ERP).... L'existence **d'autres sources éventuelles de contamination n'est cependant pas exclue**.

Le **29/11/03**, après concertation avec le Préfet et le MEDD, l'IIC demande **l'arrêt des TAR de l'usine pétrochimique** au vu des résultats d'analyses. L'arrêt est effectif le 2 décembre au soir. Les TAR de l'usine pétrochimique apparaissant rapidement comme source de contamination possible, elles sont arrêtées pour vidange et nettoyage du 3/12 au 20/12/03.

A partir du **03/12/03**, **plusieurs autres cas** apparaissent échelonnés dans le temps dans une dizaine de communes avoisinantes (cf. Fig. 2).

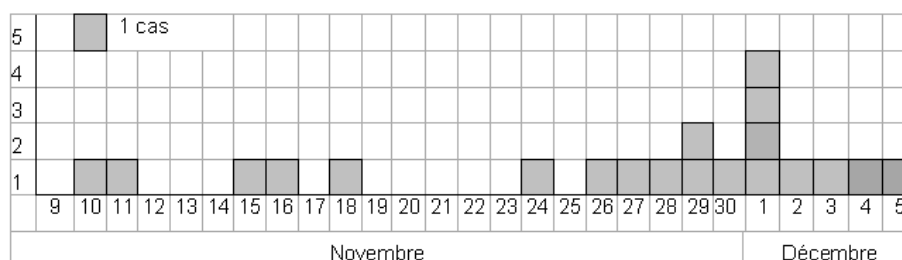


Figure 2 - Distribution des cas de légionellose selon la date de début d'apparition des signes entre novembre et décembre 2003

http://members.dodo.net.au/~jamgreen/legionellose_france.index.htm

La DDASS et la Cire effectuent une enquête épidémiologique pour confirmer la nature « épidémique » du phénomène, mesurer son importance, identifier l'origine et la source de contamination, puis mettre en œuvre des mesures de contrôle adaptées.

Au **19/12/03**, on recense depuis le début de la contamination, 29 malades résidant dans le Pas de Calais ; un homme résidant dans un autre département a également contracté la légionellose lors de son séjour à Harnes.

La DRIRE propose que **toutes les entreprises soumises à la réglementation ICPE** (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) de la zone concernée, **détectent la présence éventuelle de légionelles** dans leurs circuits d'eau de refroidissement (TAR) et **mettent en œuvre des mesures préventives pour réduire les concentrations en légionelles** sans attendre les résultats des analyses effectuées, une à deux semaines étant en effet nécessaires pour obtenir un résultat définitif. Le Préfet reprend ces propositions dans l'arrêté préfectoral du 30/12/2003, remplacé le 09/01/2004 par un nouvel arrêté élargissant le périmètre des recherches aux 45 communes concernées.

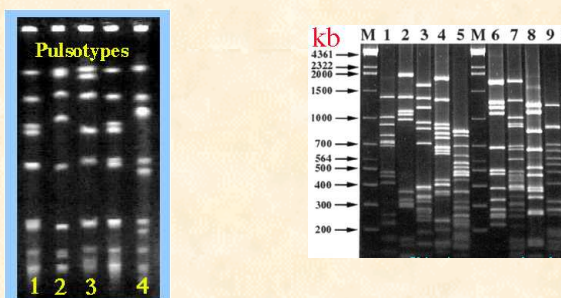
Ainsi, un prélèvement effectué le 05/01 et dont les résultats sont connus le 14/01 montre un important développement de légionelles dans le circuit d'une TAR **d'un entrepôt frigorifique** situé à Vendin le Vieil alors que les précédentes analyses des 5, 22 et 29/12/2003 n'avaient pas révélé la présence de légionelles. L'entreprise arrête, vidange et nettoie le circuit concerné.

Le **18/01/2004**, le préfet du Pas-de-Calais impose l'arrêt des circuits de refroidissement de **l'établissement agroalimentaire** à Harnes. Cette décision est motivée par les résultats du prélèvement effectué le 29/12/2003 et connu le matin même. Le CNRL de Lyon indique la présence dans les circuits de refroidissement de l'établissement de la même souche épidémique que celle identifiée chez des patients. Les concentrations en légionelles dans ces circuits ont toujours été faibles (moins de 100 UFC/l) : les prélèvements du 5 janvier donnent des valeurs inférieures aux seuils de détection. Compte tenu de la détection dans l'installation de la souche identifiée chez les patients, il est apparu nécessaire de procéder, par précaution, au nettoyage des installations après avis des ministères chargés de la santé et de l'environnement et des experts de la mission d'appui. Il est à noter que la présence de légionelles dans les circuits de refroidissement est sans impact sur la qualité sanitaire des produits alimentaires fabriqués par l'usine agroalimentaire.

Le **1^{er}/01/2004**, les résultats des pulsotypes établissent un lien entre 3 patients de la **2^{ème} vague de contamination** par la souche retrouvée dans l'usine pétrochimique et les expertises des modalités de nettoyage utilisées par **l'entreprise pétrochimique** (cf. Fig.3). En application du principe de précaution, les installations sont arrêtées et mises en sécurité le jour même. Cette décision fait l'objet de l'arrêté pris par le Préfet du Pas-de-Calais le 02/01/2004. L'arrêt de l'installation doit permettre d'affiner les investigations pour s'assurer que le risque de contamination est bien géré et de mieux comprendre comment cette 2^{ème} vague de contamination a pu se produire malgré l'arrêt et le nettoyage de la TAR en cause. Les experts évoquent la possibilité, lors de ce nettoyage, d'une diffusion de légionelles qui, même peu probable, ne peut être formellement exclue dans les premiers jours de la reprise d'activité de l'usine le 22/12/2003.

Pulsotypes

L'Electrophorèse en champ pulsé (ECP) ou "Pulsed Field Gel Electrophoresis" (PFGE) est une technique basée sur l'analyse de l'ADN bactérien qui permet d'associer à chaque souche son empreinte génétique caractéristique, appelé dans ce cas pulsotype. Après digestion de l'ADN bactérien par des enzymes de restriction, celui-ci peut être séparé par une technique particulière d'électrophorèse en un nombre de bandes variables caractérisant un certain profil. L'intérêt est de pouvoir comparer les ADN entre eux et donc les souches bactériennes.



<http://www.microbes-edu.org/glossaire/glossaire.html>

<http://www.pasteur-lille.fr/fr/expertises/alimentaire/electrophorese.htm>

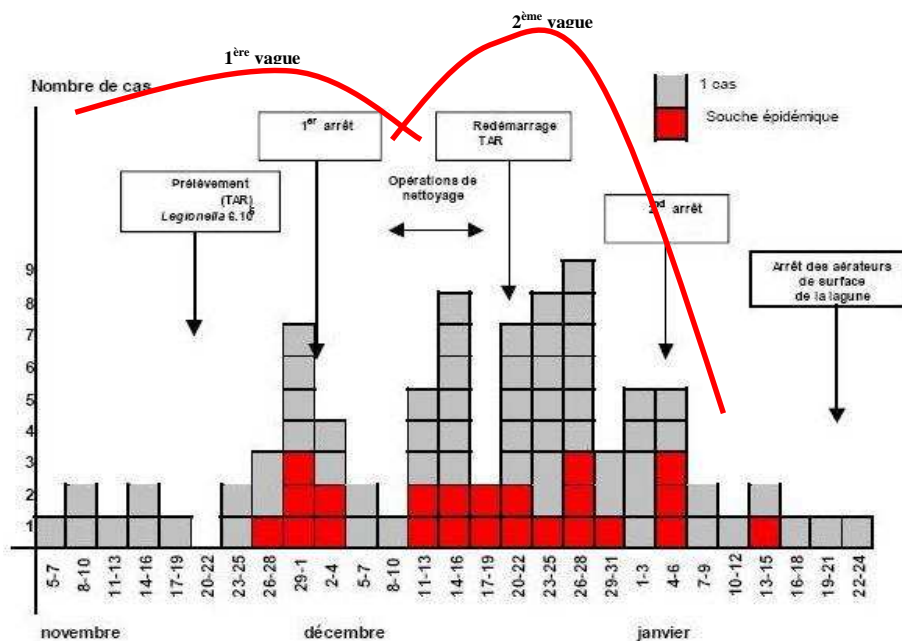


Figure 3 - Distribution des cas et chronologie des activités à risque de dispersion d'aérosols contaminés par des légionelles mises en œuvre sur le site de l'usine pétrochimique (novembre 2003-janvier 2004)

Si la présence de bactéries dans une lagune est habituelle et souhaitée, une lagune n'est normalement pas génératrice d'aérosols. La présence d'aérateurs de surface doit cependant être prise en compte pour une éventuelle dispersion d'aérosols. Des investigations montrent ainsi qu'une forte concentration de légionelles est détectée dans la **lagune**ensemencée par des boues biologiques de l'usine pétrochimique. Des analyses révèlent des teneurs très élevées en légionelles dans ces boues ($> 10^8$ UFC/l). Des investigations pour évaluer les risques de contamination liés aux opérations nécessaires à cet ensemencement et au fonctionnement de la lagune sont entreprises.

Sur proposition de la DRIRE et après le 2^{ème} arrêt des installations début janvier, l'entreprise pétrochimique met en place un plan d'action particulier destiné à maîtriser le risque légionelles. Une analyse de risques sur les installations de traitement des effluents permet de découper les réseaux d'effluents liquides en « zones » physiquement identifiées sur le site présentant des risques de contamination différents. Les opérations susceptibles de provoquer une contamination des TAR sont supprimées ou modifiées (arrêt définitif des aérateurs de surface, nettoyages sans jets sous pression, pompages sans création d'aérosols...). La conception des circuits est modifiée : élimination des bras morts et des zones de faible circulation, installation de drains sur les points bas restants, mise en place de piquages en entrée et sortie de certains équipements pour permettre des nettoyages préventifs en boucle et éviter l'accumulation éventuelle de dépôt bactérien sur les échangeurs connus pour s'encrasser facilement. Pour lutter contre les développements microbiologiques, les conditions de mise en œuvre des traitements préventifs et curatifs sont définies de façon à garantir leur efficacité :

- modification du point d'injection du biocide oxydant utilisé en continu,
- déplacement du lieu de prélèvement des échantillons d'eau pour analyses d'oxydant résiduel en amont de l'injection des produits chimiques,
- redimensionnement du volume du brominateur,
- augmentation de la concentration en oxydant résiduel et installation d'un analyseur en continu d'oxydant résiduel,
- nettoyage permanent de toutes les surfaces en contact avec l'eau (injection d'un biodispersant en continu) et suppression du produit anti-mousse qui affectait l'efficacité du biodispersant.

En complément d'une série de paramètres physico-chimiques contrôlés, des indicateurs biologiques sont suivis : légionelles, flore totale et ATP. Les prélèvements sont réalisés en différents points de l'installation pour garantir un contrôle sur toute l'eau du circuit. Les fréquences d'analyses et les actions types à mettre en œuvre en cas de dérive d'un paramètre de contrôle sont clairement définies.

La mission d'appui qui prend connaissance de ce plan notamment lors de la réunion du **25/01/2004**, émet avec quelques réserves mineures un avis favorable au redémarrage de l'installation (cf. avis du 9 mars 2004).

Après avis du Comité départemental d'hygiène le **15/03/2004** fondé sur un rapport de la DRIRE du 12/03/2004, le préfet du Pas-de-calais autorise le redémarrage de l'usine pétrochimique par arrêté préfectoral du 19/03/2004 (cf. Fig.4). Cependant, l'établissement décide pour des raisons internes de ne pas reprendre les activités de son site de Harnes.

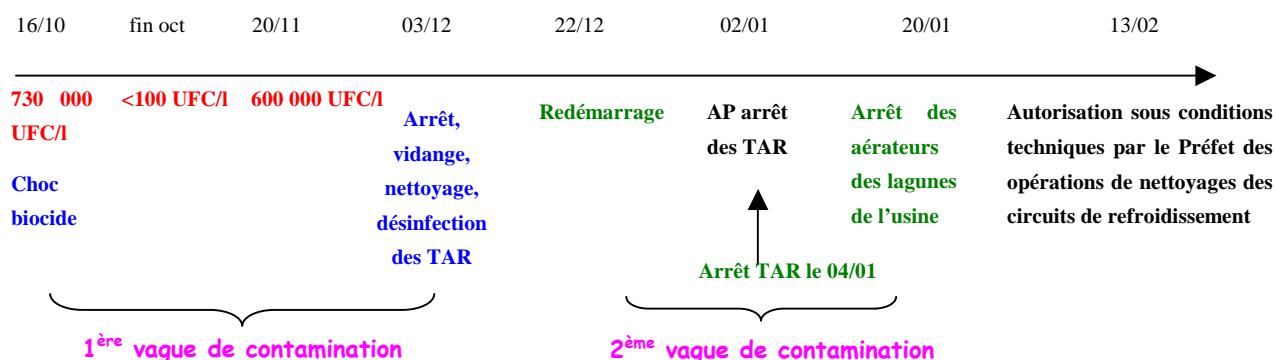


Figure 4 - Chronologie des événements survenus dans l'usine pétrochimique

Enquêtes environnementales sur les installations à risques

Des investigations complémentaires sont entreprises sur tous les sites industriels, ERP, stations de lavage de voitures, réseaux public de distribution d'eau potable, forages privés et industriels, stations d'épuration (STEP), jets d'eau, fontaines décoratives, véhicules de nettoyage de voiries et canaux recevant les effluents, implantés dans le périmètre des 45 communes concernées.

Installations industrielles

A partir des 725 établissements recensés dans le périmètre, l'IIC identifie 33 sites comme susceptibles d'être sources de contamination. Ces 33 établissements exploitent 105 TAR dont 93 en service qui feront l'objet de plus de 700 prélèvements et analyses entre fin novembre et mi-février 2004.

ERP

Dans ce même périmètre, 28 ERP disposant de systèmes de climatisation sont contrôlés : 25 d'entre eux ont un système sec, 2 sont à l'arrêt, le dernier a un système par voie humide, mais des analyses effectuées se révéleront négatives.

19 supermarchés sont inspectés pour rechercher des sources éventuelles de diffusion des légionelles : 10 n'ont pas de climatisation, 6 disposent d'installations avec système sec, les analyses en légionelles donnent des concentrations inférieures au seuil de détection pour les 3 autres.

Stations de lavage

137 stations de lavage de voitures sont recensées dans un rayon de 12 km autour de Harnes.

Les prélèvements réalisés le 15/12 dans une station proche d'un supermarché sur la commune de Harnes donnent une concentration en *Legionella pneumophila* sérotype 1 (Lp1) de 1 600 UFC/l ; cette souche est identique à celle retrouvée chez les malades. Dès le 24/12, l'installation est fermée, vidangée, détartrée, désinfectée 12 h durant et rincée puis remise en service le 27/12. Un nouveau contrôle effectué 48 h plus tard ne révèle aucune anomalie.

Un protocole de désinfection rédigé puis validé par les experts nationaux conditionne la réouverture des stations de lavage.

Réseaux publics de distribution d'eau potable, forages en nappe

Lors des prélèvements, les concentrations en chlore mesurées dans l'eau potable distribuée par le réseau public sont comprises entre 0,3 et 0,4 mg/l, conformément aux directives du plan Vigipirate en vigueur lors des faits. Le 12/01/2004, les distributeurs augmentent, par précaution, le taux de chlore actif à 0,5 mg/l en sortie de réservoir.

Toutes les analyses effectuées sur les 8 forages en activité des 16 recensés sont inférieures au seuil de détection.

LEGIONELLA PNEUMOPHILA

Les légionelles forment une famille de 46 espèces et 64 sérogroupes. *L. pneumophila* est l'espèce la plus importante en pathologie humaine, responsable de plus de 95 %. *L. pneumophila* sérotype 1 (Lp 1) est associé à plus de 80 % des cas.

<http://www.microbes-edu.org/etudiant/Legionella/legion.html>

<http://dm3.univ-lyon1.fr/legio/LEGIONELLES3.htm>

Stations d'épurations

Les fortes concentrations de légionelles mesurées dans les boues de la lagune de l'entreprise pétrochimique conduisent à contrôler les niveaux de contamination éventuels des autres STEP implantées dans la zone. Entre les 12 et 30/01/2004, dans chaque station d'épuration de la zone, 2 prélèvements sont réalisés : l'un dans le clarificateur et le second au niveau de l'aérateur. La présence de légionelles ne peut être mise en évidence dans ces prélèvements, mais pour plusieurs d'entre eux, une flore interférente trop importante ne permet pas d'apporter une réponse concluante.

Jets d'eau et fontaines décoratives

Tous les résultats des analyses sont inférieurs au seuil de détection.

Engins de nettoyage des réseaux d'assainissement et des voiries

Les résultats sont inférieurs au seuil de détection, mais les responsables de la gestion de ces engins doivent cependant désinfecter leurs cuves embarquées (eau propre et eau sale).

Canaux

A la suite de concentrations élevées en légionelles et de la présence de la souche épidémique dans le bassin de l'usine pétrochimique, des prélèvements sont effectués dans les canaux recevant effluents de ce bassin. La présence d'une flore interférente empêche cependant toute détection de Lp1.

Atmosphère

Deux équipements expérimentaux de mesures de légionelles dans l'air sont utilisés pour compléter les recherches. Dès le 14/01/04, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) effectue des prélèvements dans plusieurs sites dont les 2 sites pétrochimique et agroalimentaire. Les prélèvements réalisés à proximité des lagunes des entreprises agroalimentaire et pétrochimique, de la station d'épuration de Fouquières-les-Lens et des TAR d'autres industries à Wingles mettent en évidence la présence de légionelles. Les seuls prélèvements cultivables sont réalisés à proximité de la lagune de l'usine pétrochimique : 5 400 UFC/m³ en aval immédiat de la lagune et 330 UFC/m³ à 200 m en aval, la souche épidémique ayant pu être isolée dans ces prélèvements.

Les résultats de la 2^{ème} campagne du 02/03 à proximité de la lagune de l'entreprise pétrochimique, aérateurs de surface à l'arrêt, montrent que la quantité d'aérosols mesurée au droit de la lagune est deux fois supérieure à celle mesurée 200 m en aval de cette lagune (bruit de fond atmosphérique). Il faut préciser que les conditions ont changé entre les 2 campagnes : la concentration de légionelles disséminées par le lagunage est passée de 3.10³ UFC/m³ à une concentration inférieure à la limite de quantification de la méthode FISH² et de 5 400 à 62 UFC/m³ par culture. Ces résultats indiquent que les aérateurs de fond de la lagune sont probablement générateurs d'aérosols de légionelles, bien que leur contribution soit moindre que celle engendrée par les aérateurs principaux.

Modélisation des panaches émis par l'usine pétrochimique

Dans le cadre de la mission d'appui, des travaux de modélisation de dispersion des légionelles dans l'atmosphère réalisés par un tiers expert donnent les informations suivantes :

- Les caractéristiques géométriques et thermodynamiques de la source d'émission potentielle, constituée par les deux TAR, et les conditions météorologiques enregistrées pendant cet épisode permettent de considérer que les panaches émis peuvent couvrir une zone s'étendant à une dizaine de kilomètres autour des TAR. Par ailleurs, les résultats du modèle indiquent un recouvrement des lieux de résidence des cas (cf. figures 5 et 6).

² La FISH (Fluorescence in Situ Hybridization) consiste à repérer une région particulière du chromosome, grâce à une sonde oligonucléotidique complémentaire qui va s'hybrider avec l'ADN. Des antigènes sont couplés à certains des nucléotides et vont fixer des anticorps fluorescents. Grâce à un microscope UV, la lumière ultra violette met en évidence des spots de couleur.
<http://www.snof.org/maladies/aniridie.html>

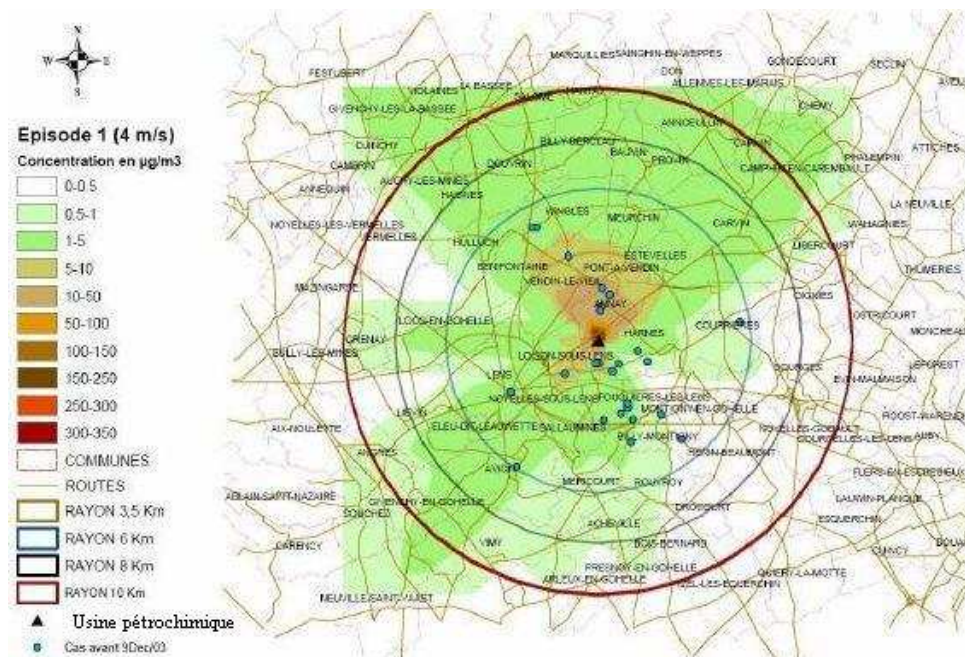


Figure 5 - Modélisation de la dispersion atmosphérique des aérosols émis par les TAR de l'entreprise pétrochimique pendant la première vague de l'épidémie

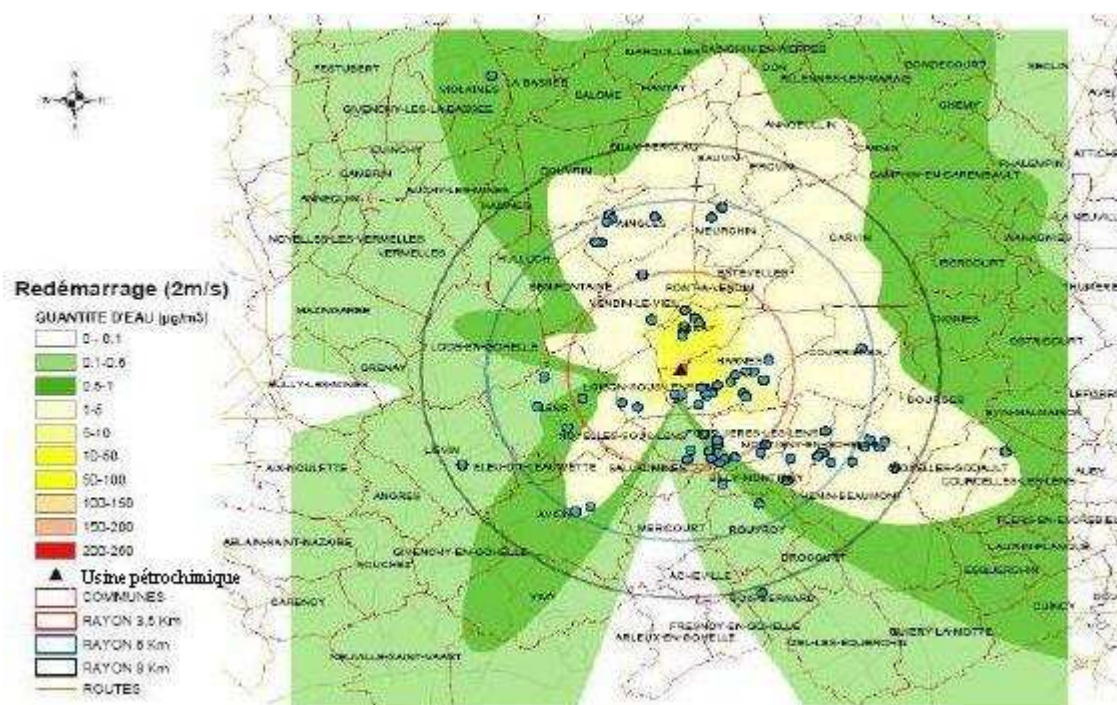


Figure 6 - Modélisation de la dispersion atmosphérique des aérosols émis par les TAR de l'entreprise pétrochimique lors du redémarrage des installations (22/12/2003 au 02/01/2004)

- Le nettoyage au jet à haute pression des systèmes de refroidissement et de la zone de nettoyage des camions est générateur d'aérosols potentiellement contaminés par des légionelles. L'étude de leur dispersion montre que ces opérations, notamment celles réalisées en hauteur, conduisent à l'émission de panaches pouvant impacter l'environnement dans un rayon de 5 à 6 km autour de la source d'émission.

- Les gouttelettes, générées par le processus d'aération de la lagune et potentiellement contaminées par des légionelles, peuvent se disperser sur une distance de l'ordre du kilomètre à partir de la source, ce qui doit logiquement mettre les TAR à portée de cette source, de même que la commune de Harnes.

Néanmoins, étant donné les incertitudes liées à ces calculs, il est important de limiter leur interprétation au champ qualitatif (probabilité de présence des bactéries à une certaine distance des installations). Les modèles de dispersion permettent seulement de confirmer ou d'infirmer la plausibilité de présence de légionelles dans un domaine fixé et d'estimer des distances d'impact probables.

Ces conclusions s'appuient sur cinq scénarii, correspondant à différents procédés potentiellement à risques de dissémination d'aérosols susceptibles d'être contaminés par des légionelles qui ont été modélisés :

- dissémination d'aérosols par les TAR pendant la période précédant le premier arrêt de l'usine,
- dissémination d'aérosols lors des opérations de nettoyage des circuits de refroidissement,
- dissémination d'aérosols lors des opérations de nettoyage sur site des camions transportant les boues destinées à l'ensemencement de la lagune,
- dissémination d'aérosols par les TAR pendant la période de remise en fonctionnement de la ventilation du circuit de refroidissement jusqu'au deuxième arrêt de l'usine,
- dissémination d'aérosols à partir de la lagune pendant la toute la durée de l'épidémie.

Les conséquences

86 personnes âgées de 32 à 92 ans ont été **contaminées dont 18 sont décédées**. Les cas sont apparus en deux vagues entre le 5/11/2003 et le 22/01/2004 :

- 1^{ère} vague de cas culminant au 1^{er}/12, puis diminuant jusqu'au 9/12,
- 2^{ème} vague de 60 cas avec son maximum les 25-26/12 diminuant ensuite progressivement jusqu'au 22/01.

Les 83 cas résident dans une zone de 12 km de rayon autour de Harnes comprenant 22 communes, 3 autres cas vivant à Béthune ou dans les départements de Seine-Maritime (chauffeur routier ayant livré l'usine pétrochimique le 14/11/2003) et du Nord. Le 18^{ème} décès est déclaré le 14/06/2004.

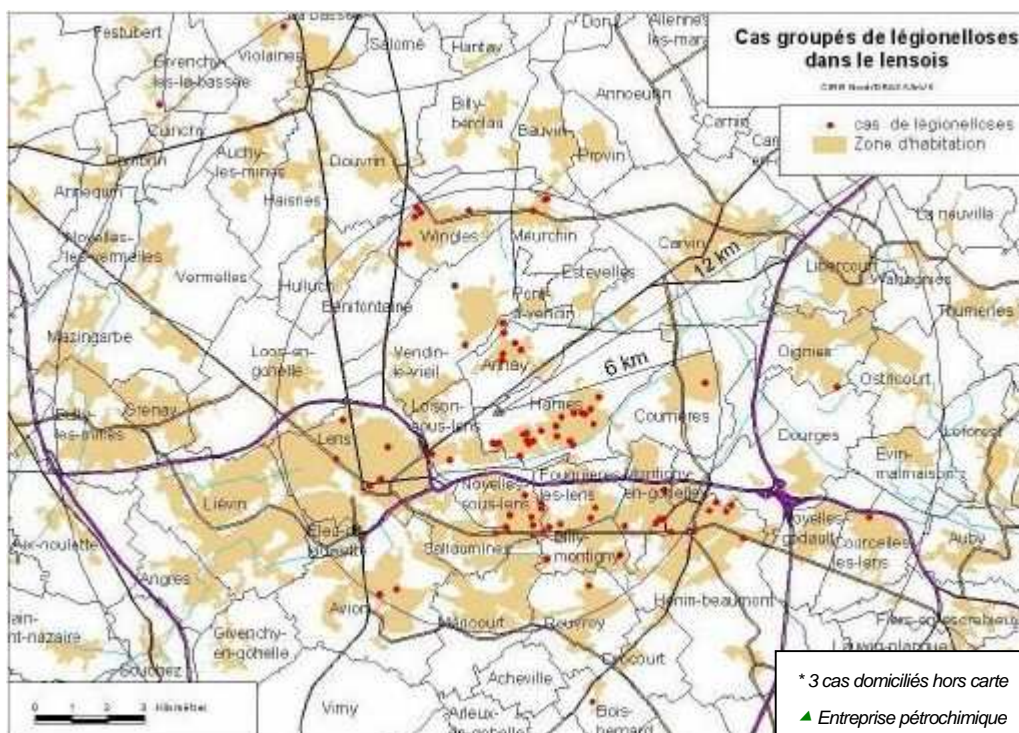


Figure 7 - Positionnement géoréférencé des cas selon l'adresse de résidence (N=83*)

Les souches bactériennes présentes dans les circuits de refroidissement non nettoyés et désinfectés sont envoyées au CNRL de Lyon. L'implication de l'usine pétrochimique est confirmée par communiqué du 23/12 : "le même profil de macrorestriction de l'ADN des souches de *Legionella pneumophila* séro-groupe 1 a été retrouvé chez deux patients porteurs de la maladie et dans les échantillons du prélèvement réalisé dans le bassin d'eau chaude d'une tour aéroréfrigérante de l'entreprise (...). Il existe donc bien un lien épidémiologique entre les souches de malades et environnementales".

Les pertes pour l'usine pétrochimique, liées à un arrêt de production de 14 semaines, s'élèveraient à plusieurs à plusieurs millions d'euros. A ce coût, s'ajoute celui dû à l'arrêt de plusieurs autres entreprises (stations de lavage...).

Échelle européenne des accidents industriels

Pour caractériser ces épisodes de cas de légionelloses qui s'apparentent cependant davantage à un défaut de maîtrise de procédés ayant entraîné de graves conséquences qu'à un accident proprement dit, les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle des accidents officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO', peuvent être utilisées comme ci-dessous.

Matières dangereuses relâchées		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences humaines et sociales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences économiques		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les paramètres composant les quatre indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>

Si l'on considère les 18 décès, le paramètre H3 de l'indice « conséquences humaines et sociales » devrait être 6 (H6 ≥ 6 morts parmi les personnes du public). Mais on ne peut pas lier avec certitude les décès et l'origine industrielle de la contamination. On ne considère donc que les 23 patients pour lesquels les souches prélevées sont similaires à celles présentes dans la TAR de l'usine pétrochimique. Le paramètre H4 de l'indice « conséquences humaines et sociales » est alors coté 5.

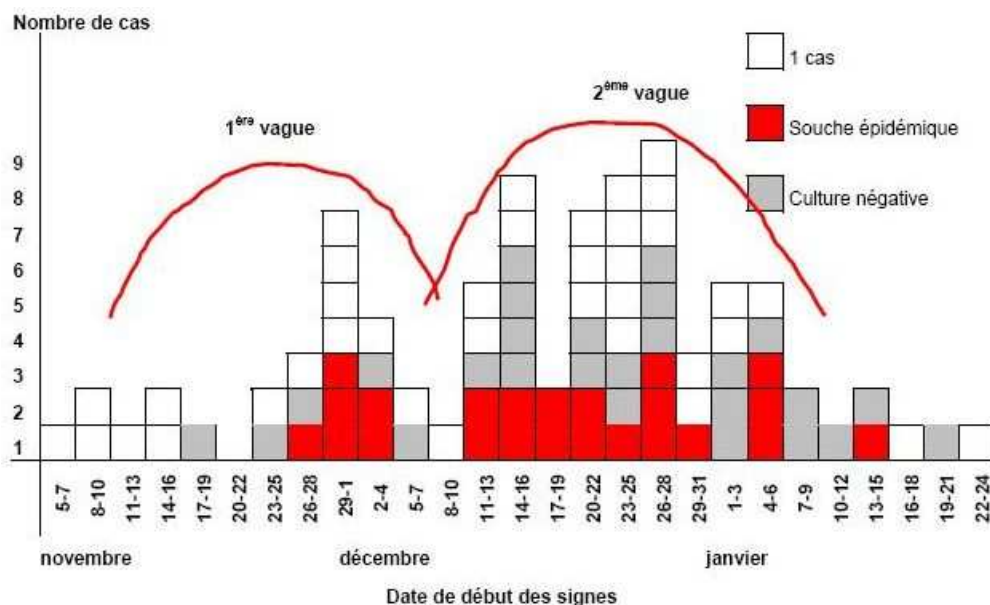


Figure 8 - Courbe épidémique par période de 3 jours selon la date de début des signes et l'isolement de la souche épidémique

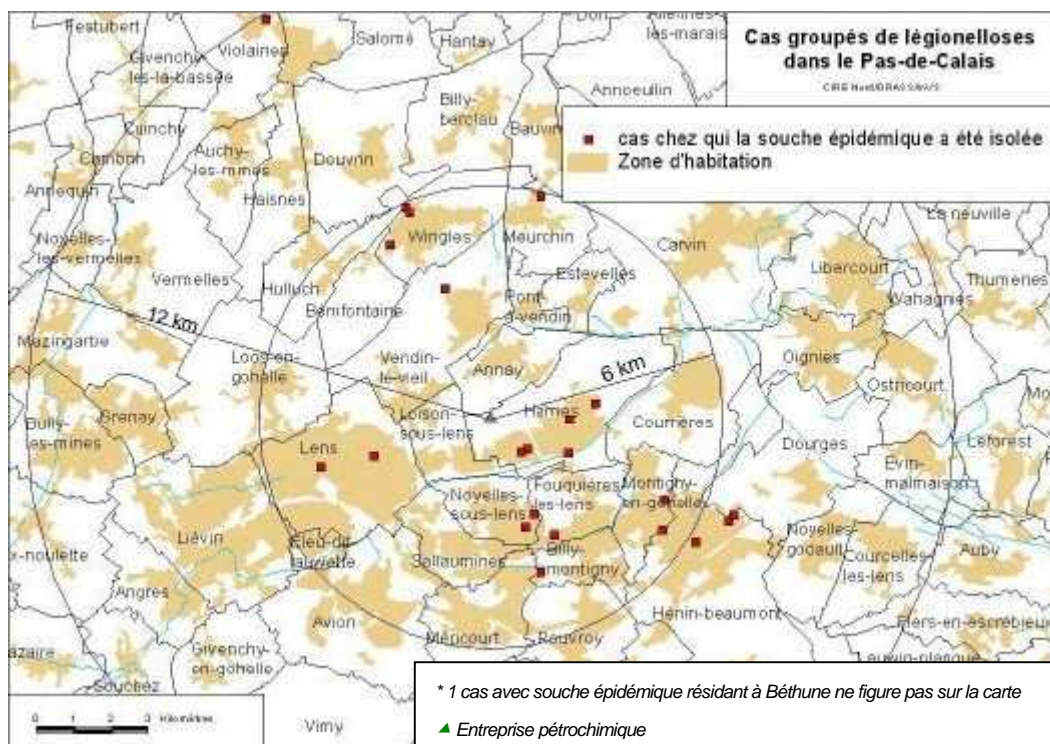


Figure 9 - Distribution géographique des cas selon la commune de résidence et l'isolement de la souche épidémique

Le paramètre €16 de l'indice « conséquences économiques » est coté 4 : le montant des pertes de production est estimé à plusieurs millions d'euros M€ (€16 compris entre 10 et 50 M€).

LES CAUSES ET CIRCONSTANCES DE LA PROLIFÉRATION DES LÉGIONELLES

L'analyse détaillée des procédures de maîtrise du risque « légionelles » mises en œuvre par l'entreprise pétrochimique montre que les traitements préventifs et curatifs de lutte contre la prolifération et la dissémination des légionelles ne permettaient pas de réduire le risque sanitaire à son minimum :

- Avant l'arrêt de décembre 2003, des défauts de conception du circuit favorisaient la formation de biofilm : stagnation d'eau, vitesses d'écoulement trop faibles dans de nombreuses portions du circuit, absence de purges pour drainer les dépôts sur les points bas, difficultés pour assurer le nettoyage mécanique complet de certains points du circuit.

Le traitement et le nettoyage des TAR de l'établissement ne permettaient pas d'éviter la formation du biofilm et son élimination. En fonctionnement normal, l'ensemble du circuit n'était pas parfaitement nettoyé. L'efficacité des désinfections était ponctuelle et la contamination de l'eau à partir du biofilm persistant était récurrente. De plus, les conditions de mises en œuvre des traitements chimiques préventifs et curatifs n'étaient pas adaptées : interaction entre biocides, faibles concentrations en oxydants résiduels, appareillages sous dimensionnés. Sur un circuit aussi complexe avec une hydraulique difficile à maîtriser, seule l'injection du biodispersant en continu et sans complément de produit anti-mousse aurait permis l'élimination progressive du biofilm et évité de nouvelles formations.

- Lors du 1^{er} arrêt en décembre, le nettoyage mécanique d'une partie du circuit (tour, condenseurs) n'a eu qu'une efficacité partielle : **les dépôts n'ont pu être totalement éliminés.** Les conditions de mise en œuvre du nettoyage chimique ont certainement fragilisé par endroit les dépôts biologiques (injection ponctuelle de biodispersant associé à un anti-mousse). Par ailleurs, des aérosols fortement chargés en légionelles ont pu être émis lors de l'utilisation de jets d'eau haute ou basse pression, notamment en hauteur (10 à 15 m).
- Dès le 22/12, lors du redémarrage des installations, des **légionelles voire des morceaux de biofilm**, fragilisés par les traitements chimiques successifs peu ou pas efficaces, ont pu être facilement **libérés dans l'eau sous l'effet des forces hydrauliques.**

- La **contamination des installations par la souche épidémique** a pu se produire à partir des aérosols contaminés générés **par les aérateurs de la lagune ou lors des opérations effectuées autour de cette lagune** (dépotages et pompages, lavages des camions).

L'étude des possibilités de contamination des TAR par la souche épidémique écarte celles de l'alimentation en eau d'appoint par forage ou de la remontée des eaux usées jusqu'à la purge de la lagune, mais prend en compte d'autres sources potentielles :

- systèmes d'aération de la lagune,
- aire de lavage de citernes à 300 m des TAR, notamment pour les camions de livraison des boues d'ensemencement,
- dégazage des citernes de camions lors des pompages de boues de divers bassins,
- nettoyage du filtre-presse (pressage de boues),
- dépotage de boues d'ensemencement provenant de l'usine chimique de Beuvry-la-Forêt (59), située à 25 km de Harnes.

Une contamination directe du bassin des TAR par le flexible lors du pompage des boues paraît également possible.

LES SUITES DONNÉES

Modification de la réglementation

Dans la continuité des actions engagées depuis 2003, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable crée la rubrique 2921 consacrée aux TAR humides dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (cf. décrets n°2004-1331 du 01/12/2004 et n°2004-1479 du 23/12/2004) et publie deux arrêtés ministériels (cf. arrêtés du 13/12/2004), l'un pour les installations soumises à autorisation et l'autre pour celles soumises à déclaration.

Des plans d'actions pluriannuels mis en place pour l'IIC se déclinent dès 2004 par le recensement des TAR humides, l'information des organismes professionnels, ainsi que par le renforcement du contrôle de la réglementation. L'action s'est poursuivie en 2005 par l'information des exploitants des TAR pour faciliter la mise en œuvre de la nouvelle réglementation entrée en vigueur le 1er mai 2005, avec en particulier l'élaboration et la diffusion de deux guides de méthodologie et de formation sur le risque « légionelles ». En 2006, l'inspection des installations classées :

- veillera au respect des prescriptions réglementaires en contrôlant par sondage, y compris de façon inopinée : en particulier la réalisation de l'analyse de risques de prolifération des légionelles, les plans d'entretien et de surveillance des installations,
- vérifiera la transmission des résultats des analyses,
- informera les CDH des résultats des actions menées (présentation de bilans).

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Adopter des mesures préventives

La maîtrise du risque « légionelles » pour l'usine pétrochimique s'est avérée inadaptée. La contamination d'une TAR par l'apport d'une boue d'épuration dans son environnement proche est mise en évidence. La prise de conscience du risque biologique par certains industriels et traiteurs d'eau intervenant sur les circuits de refroidissement avec TAR apparaît encore insuffisante.

La prévention de ce risque passe par :

- le recensement exhaustif et le renforcement du suivi des installations à risques (TAR...),
- une meilleure connaissance du risque biologique sur ces installations pour tous les intervenants (voies de contamination...),
- la mise en œuvre de méthodes de gestion adaptées si ce risque apparaît notable : suppression des bras morts, choix des matériaux adaptés évitant la prolifération des légionelles, traitement de l'eau d'appoint pour limiter la

Quelques sites sur les légionelles

Une synthèse « Légionelles : un risque à gérer » peut être consultée sur le site www.aria.ecologie.gouv.fr.

Différents documents sont présentés sur le site du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable dans la rubrique Risques et pollutions / Air / Les polluants atmosphériques et la lutte contre la pollution atmosphérique / Légionellose http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=936

présence de tout élément (tartre...) contribuant au développement de ces microorganismes, mise en œuvre de traitements thermique, physique ou chimique adaptés, réduction de l'entartrage et de la corrosion, limitation de l'entraînement vésiculaire à l'atmosphère, éloignement des prises d'air et de ventilations des bâtiments, minimisation du risque de colonisation secondaire d'une TAR par des aérosols émis à proximité...

- la diffusion des bonnes pratiques d'entretien des installations à risques aux exploitants de TAR et aux sociétés de maintenance : meilleure connaissance des produits préconisés et de leur efficacité, amélioration des conditions de mise en œuvre de traitements chimiques pour qu'ils soient efficaces et plus respectueux de l'environnement...
- l'application stricte des réglementations officielles en cas de dépassements en légionelles des seuils réglementaires,
- l'information systématique des autorités compétentes (DRIRE...) en cas de contamination identifiée dans des installations à risques,
- le renforcement de la vigilance des autorités sanitaires (DDASS, InVS, Cire...) autour des sources potentielles de contaminations communautaires.

Améliorer des outils de diagnostic

La connaissance rapide de la contamination de prélèvements d'eau par les légionelles est déterminante pour prendre au plus tôt les mesures correctives qui s'imposent. Des tests permettant de déterminer dans les meilleurs délais la présence d'une concentration élevée de légionelles dans l'eau devraient être mis au point et complétés par la technique de mesure des légionelles dans les aérosols de l'air ambiant qui reste à être validée. Parallèlement, l'attention des cliniciens et biologistes doit être attirée sur l'importance du signalement rapide des cas dans le cadre des maladies à déclaration obligatoire. Ces mesures contribuent à l'identification précoce des cas groupés et à la mise en œuvre efficace des investigations et des mesures de contrôle.

Il apparaît nécessaire de développer des outils pour modéliser le transfert atmosphérique des légionelles et évaluer l'extension des zones susceptibles d'être contaminées par des sources potentielles (modélisation directe) ou de rechercher une source à partir de la localisation de cas ou de prélèvements dans l'environnement (modélisation inverse).

Bien que depuis ces dernières années, la diminution constante de la proportion de souches cliniques isolées chez les malades s'explique par la performance, la facilité et la rapidité de mise en œuvre du diagnostic par antigénurie, la recherche des souches de *Legionella* dans les prélèvements cliniques est primordiale car cette méthode est la seule qui permette de caractériser et de comparer les souches cliniques entre elles pour détecter les cas groupés. En complément de cette analyse épidémiologique, la comparaison des souches cliniques avec les souches environnementales contribue à l'identification de la source de contamination.

Développer des connaissances

Les caractéristiques de la souche épidémique en cause dans la région de Harnes méritent d'être étudiées plus précisément, en l'état des connaissances, plusieurs questions restent sans réponse :

- détection en concentration non négligeable dans un circuit d'eau de refroidissement à température relativement basse (9 à 15 °C dans le circuit de l'usine pétrochimique début décembre) : la souche, peut-elle proliférer à basse température ou s'est-elle développée dans les échangeurs à température plus favorable ?
- dissémination sur de longues distances tout en conservant un potentiel de virulence : la souche, a-t-elle une résistance accrue aux conditions environnementales ? Ses relations avec des organismes hôtes (protozoaires) expliquent-elles une protection particulière ? Les conditions météorologiques (humidité relative de 90 %) étaient-elles favorables à la survie des bactéries dans l'air ? Les conditions physico-chimiques des milieux dans lesquels elles se sont développées étaient-elles favorables à leur survie dans l'air ?
- virulence particulière de la souche ? La fragilité de la population de ce bassin minier (silicose...) explique-t-elle en grande partie l'importance de l'épidémie ?
- facilité de culture de la souche à partir des prélèvements d'air : pourquoi ? y a-t-il un lien avec sa virulence ?
- durée d'incubation pouvant être élevée : pourquoi ?

A ce jour, les experts ne peuvent se prononcer avec certitude sur le temps de génération et de survie des légionelles dans les procédés, dans les aérosols de l'air, sur les sols et dans l'eau, ainsi que sur leur résistance aux divers traitements. Par ailleurs, les connaissances sur les paramètres de contamination des personnes (dose infectante) sont insuffisantes.

Enfin, il apparaît nécessaire de mieux connaître les risques liés aux équipements d'épuration des eaux usées, qu'il s'agisse du développement des légionelles ou de leur dissémination. Une évaluation des risques liés aux pratiques de valorisation des boues permettra d'apporter les éléments de réponse nécessaires.

Néanmoins, il faut souligner que malgré les caractéristiques exceptionnelles de cette « épidémie », la bonne coordination des investigations, des mesures de contrôle et de la communication a été essentielle dans la gestion de la crise et a probablement contribué à limiter le phénomène et ses conséquences sur la population.

BIBLIOGRAPHIE

1 ♦ INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

Rapport d'investigation : Épidémie communautaire de légionellose Pas-de-Calais France Novembre 2003 - janvier 2004, 2005, 80 p.

2 ♦ BRETIN P., CAPEK I., CABANES P.A., MARCEL F., MERCHAT M.

Rapport de mission d'appui : Épidémie de légionellose dans le Pas-de-Calais France / Novembre 2003 à janvier 2004, 2004, 57 p.

3 ♦ PREFECTURE DU PAS-DE-CALAIS

Communiqué de presse du 02/12/2003 au 16/04/2004

4 ♦ DRIRE DU NORD-PAS-DE-CALAIS

L'épidémie dans la région lensoise en 2003-2004, <http://www.nord-pas-de-calais.drire.gouv.fr>

5 ♦ CENTRE NATIONAL DE REFERENCE DES LEGIONELLES

Missions du CNR des légionelles, http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/hcl2004/CNR_legionelles/

6 ♦ CLIMESPACE – MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

- Guide méthodologique pour la réalisation d'une analyse de risque de prolifération de légionelles dans les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air, 2005, 84 p.
- Guide de formation à la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air, 3 modules, 2005, 295 p.