



# ACADÉMIE NATIONALE DE PHARMACIE

SANTÉ PUBLIQUE - MÉDICAMENT - PRODUITS DE SANTÉ - BIOLOGIE - SANTÉ ENVIRONNEMENTALE

*Fondée le 3 août 1803 sous le nom de Société de Pharmacie de Paris*

*Reconnue d'utilité publique le 5 octobre 1877*

## « Évaluation des expositions humaines aux micro-organismes : progrès récents en expologie environnementale »

### *Séance thématique*

**Mercredi 13 avril 2016**

### **Compte rendu**

#### **Ouverture de la séance par Claude MONNERET, Président de l'Académie nationale de Pharmacie**

En préambule de cette journée qui traite de l'exposition environnementale, le président s'attache à définir ce qu'est l'expologie en reprenant sa définition telle qu'elle figure dans le dictionnaire de la pharmacie.

*« Discipline scientifique faisant appel aux mesurages physicochimiques et biologiques ainsi qu'à la modélisation pour évaluer les expositions individuelles ou collectives des êtres vivants aux polluants et contaminants microbiologiques, quelle que soit leur nature. Elle s'applique tout particulièrement aux expositions humaines. L'expologie ou science des expositions s'étudie dans les conditions réelles de la vie et de l'activité des individus ».*

#### **Introduction de la séance par Isabelle MOMAS et Yves LÉVI, animateurs du Groupe Projet Santé environnementale**

Les animateurs de cette séance rappellent que cette séance se situe dans la suite des deux journées déjà consacrées à ce thème. Ils font valoir que les pharmaciens, par leurs compétences multiples, sont à leur juste place dans ce domaine et donc bien formés pour promouvoir cette science, d'emplois potentiels. Tout le monde a pris conscience de la problématique de multi-expositions (air, eau, cosmétique...) à des agents biologiques chimiques très variés susceptibles d'induire des pathologies. Il faudra, dans le futur, être capable de faire le lien entre ces expositions avec l'aide de modélisation et les différentes affections pouvant atteindre les individus en prenant en compte leur condition de vie. Nous avons antérieurement parlé des expositions professionnelles et celles aux agents chimiques : aujourd'hui, nous nous concentrerons sur les expositions microbiologiques.

#### **« Pourquoi la microbiologie a-t-elle un intérêt en environnement ? »**

*Fabien SQUINAZI, membre de l'Académie nationale de Pharmacie*

Les micro-organismes présents dans l'environnement regroupent un grand nombre d'agents, comme les bactéries, les virus, les parasites ou les moisissures. Ils ont la particularité d'augmenter leur nombre en se multipliant sur divers supports ou dans des organismes-hôtes et d'émettre divers composants biologiques et chimiques. Nous ne parlerons ni des affections liées aux différents micro-organismes, ni des allergènes.

Si la plupart de ces micro-organismes sont considérés comme inoffensifs, voire bénéfiques pour la fabrication de produits, d'autres conduisent à des dégradations des supports sur lesquels ils se développent ou à des effets indésirables pour la santé humaine ou animale. Ces agents biologiques sont répartis en quatre groupes. Leurs impacts technico-économiques et humains peuvent être lourds de conséquences.

La contamination microbiologique de l'environnement peut avoir différentes origines comme les fluides (l'air, l'eau), les supports inertes (les surfaces, les matériels, les équipements, les textiles, les aliments,...) ou les personnes. Des transferts peuvent se faire entre ces différentes sources par des vecteurs de contamination, sous formes de bio-aérosol ou de contacts directs (eau, supports, peau et muqueuses).

Divers systèmes de prélèvements microbiologiques d'aérosols (bio-collecteurs), d'eau et de surfaces sont proposés pour évaluer les niveaux de contamination des milieux de l'environnement, souvent par le choix d'indicateurs microbiens

(flore fécale, flore mycélienne, bactéries gram négatifs...). Les méthodes d'analyse microbiologique sont soit des méthodes dites conventionnelles (ou culturales) ou des méthodes alternatives, liées à la croissance microbienne, la viabilité, la détection de composants cellulaires. Les perspectives consistent en une meilleure connaissance du microbiome humain, du microbiote intestinal et de leur interaction.

## « Habitat et développement de moisissures »

*Stéphane MOULARAT, CSTB*

Les moisissures sont des bio-contaminants courants des environnements intérieurs mis en cause dans la biodégradation des matériaux qu'ils colonisent et également dans la survenue de diverses pathologies, notamment respiratoires telles que des allergies, des infections ou des toxi-infections.

En raison de ces impacts, la maîtrise de la contamination fongique constitue une préoccupation majeure pour des secteurs aussi divers que les industries agro-alimentaires, pharmaceutiques, les hôpitaux ou encore les établissements patrimoniaux. Il faut noter qu'un quart des bâtiments historiques en France sont contaminés, et que celle-ci peut conduire à la dégradation des biens eux-mêmes. Actuellement, les techniques utilisées pour surveiller ces environnements sensibles reposent sur la mesure de particules biologiques en suspension dans l'air émises après sporulation des moisissures (méthodes culturales, techniques biomoléculaires, dosages d'éléments constitutifs, ou dosages de mycotoxines). Afin de prévenir les effets de la prolifération de moisissures, le CSTB a développé un indice de contamination fongique basé sur la détection de COV spécifiques émis dès le début de cette croissance microbienne avant même l'émission dans l'air de particules délétères. Cet outil a été employé lors de différentes campagnes de mesures dans l'habitat, les bureaux, les écoles, les crèches, les musées...

Depuis, le CSTB a élaboré une balise de surveillance intégrant cet indice et constituée de modules miniaturisés de chromatographie gazeuse. L'ensemble de ces outils permet de compléter les mesures classiques en ajoutant la possibilité de diagnostiquer les cas de contaminations fongiques récentes et cachées. De plus, l'information en temps réel permet de mettre en place une stratégie de surveillance vis-à-vis du risque fongique.

## QUESTIONS - RÉPONSES - COMMENTAIRES

Claude MONNERET (Q) : il y a sans doute une multitude de moisissures, y en a-t-il certaines plus fréquentes ou plus pathogènes ?

*(R) : la flore fongique évolue dans le temps. Il y a toujours des moisissures majoritaires. Nous pensons que toutes les moisissures sont potentiellement pathogènes.*

Yves LÉVI(Q) : est-ce que le diagnostic est pertinent ? Est-il laboratoire-dépendant ou les méthodes standardisées permettent-elles un diagnostic uniforme ? Les spores viables non cultivables sont-elles susceptibles d'induire des pathologies après inhalation ?

*(R) : les spores fongiques, de par leurs structures, peuvent globalement être irritantes et peuvent provoquer des allergies. Les spores non cultivables n'ont pas de spécificité particulière en termes de pathologie, elles présentent plus un problème de méthodologie. Il n'y a pas de diagnostic standardisé. Il faut savoir quel objectif on a dans cette démarche.*

Yvan TOUITOU (Q) : il y a des supports inertes de type billet de banque et pièces de monnaies ? Sont-ils contaminés par des moisissures ou des bactéries et si oui sont-ils dangereux ?

*(R) : des moisissures il y en a partout. Dans les logements il y a souvent des concentrations énormes de moisissures. Sur les billets de banque il y a sûrement des moisissures comme sur toutes les surfaces, mais ce que l'on retrouve surtout, ce sont des bactéries.*

Fabien SQUINAZI (C & Q) : il y a quelques années nous avons étudié certains billets de banque et nous avons trouvé des différences selon les pays d'origine et selon la texture des billets. Nous avons trouvé des indicateurs de contamination environnementale mais également des bactéries d'origine fécale.

Est-ce que l'indice COV couvre les différentes espèces présentes dans l'habitat ? Si le COV est positif vous couvrez effectivement l'exposition aux moisissures mais si l'indice COV est négatif êtes vous sûr qu'il n'y a pas de moisissures ?

*(R) : au début de nos travaux nous sommes partis de trois espèces. Ensuite nous avons travaillé dans le domaine du patrimoine sur un plus grand nombre d'espèces et nous restons aujourd'hui sur un indice de contamination global. Cet indice indique la présence d'au moins l'un des agents pris en compte par l'indice.*

Bernard FESTY (Q) : a-t-on effectué des détections ou des mesurages de moisissures dans l'enceinte du métropolitain de Paris ?

*(R) : nous avons travaillé sur les bactéries et pas sur les moisissures.*

Pascale PANETIER (Q) : quelle stratégie et quelles méthodes convient-il de mettre en œuvre pour disposer d'une « image » de l'exposition aux moisissures de la population générale dans son habitat au regard du grand nombre de types d'habitat ?

(R) : nous sommes en train de faire l'évaluation d'un panel de logement, et en particulier les nouveaux logements à basse consommation qui sont plus confinés. Nous avons environ 10 % de plus de logements contaminés dans ce nouvel ensemble de logement par rapports aux logements anciens. Pour les méthodes, si vous souhaitez avoir une image globale l'indice COV répond à cette question. Ceci étant cet indice ne mesure pas l'exposition. C'est une première approche qui doit être complétée.

François BOURILLET (Q) : quand vous achetez un local, y a-t-il des obligations ou des incitations règlementaires sur le contenu de moisissures?

(R) : avec la loi Allure, nous avons une obligation de déclarer en mairie des contaminations de type « méréule ». Pour les autres moisissures il n'y a pas d'obligation particulière.

### « Expositions microbiennes liées aux piscines »

Françoise ANKIRI, Laboratoire d'Hygiène de la ville de Paris

L'eau, les surfaces et l'air ambiant des piscines, considérées comme des bassins artificiels étanches, peuvent être des lieux de contamination microbienne. Seule une faible proportion de ces micro-organismes est d'origine environnementale ; la majeure partie de ces contaminants est amenée par les usagers. Lorsque les mesures d'hygiène et le traitement de l'eau et de l'air ne sont pas optimaux, la contamination par inhalation, ingestion ou contact s'intensifie et peut être à l'origine de pathologies variées (infections cutanées, affections de la sphère ORL, gastro-entérites...).

Les dangers d'origine microbiologique de type fécale, cutanée, ou environnementale (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dermatophytes, molluscipoxvirus, *Acanthamoeba*, dermatophytes, kystes de *Cryptosporidium*, *Aspergillus*...) sont essentiellement identifiés sur la base de résultats épidémiologiques et de publications scientifiques. Toutefois, la plupart des pathologies liées à la fréquentation des piscines étant communes, non spécifiques et d'un caractère bénin, leur incidence est certainement sous-estimée. Les facteurs d'amplification sont de plusieurs natures : déficience dans le traitement de l'eau des bassins, gestion inadaptée des installations techniques, dysfonctionnement de la centrale de traitement de l'air, manquements vis-à-vis des règles d'hygiène par les usagers, dérives dans les bonnes pratiques en hygiène par le personnel.

La caractérisation du risque microbiologique s'avère complexe au regard des nombreuses variables liées à l'hôte, à l'agent pathogène et au milieu considéré. En outre, le manque d'information concernant les niveaux d'émission, d'exposition et d'infectiosité ne facilite pas cette démarche.

Néanmoins, certains éléments d'appréciation ont pu être dégagés et ont permis à L'Anses d'apporter des recommandations dans la gestion du risque microbiologique. Ces mesures portent sur l'hygiène des baigneurs, l'agencement et le bio-nettoyage des locaux, le traitement de l'eau et de l'air et les paramètres du contrôle sanitaire de l'eau en particulier les conditions de prélèvement. L'Anses a proposé, lors du contrôle sanitaire, la recherche, dans l'eau des bassins, d'*Escherichia coli*, des entérocoques intestinaux, des spores de bactéries sulfite-réductrices, des staphylocoques pathogènes, de *Pseudomonas aeruginosa*, de la flore aérobie à 36°C et, pour les bains à remous, de *Legionella pneumophila*. L'Anses y a bien entendu associé des seuils de gestion.

### QUESTIONS - RÉPONSES - COMMENTAIRES

Claude MONNERET (Q) : qu'en est-il des piscines privées et de la résistance de certaines bactéries du biofilm ?

(R) : la situation des piscines privées est souvent plus difficile, mais les micro-organismes appartiennent à des familles moins diversifiées en relation avec une population plus confidentielle. En ce qui concerne la résistance de certaines bactéries il faut associer une action mécanique à une action de désinfection. Il faut vidanger puis frotter les surfaces et faire agir ensuite un désinfectant. Au préalable un détergent et un détartrant peuvent être également utilisés pour éliminer toutes les substances organiques susceptibles de réagir avec le chlore.

Monique ADOLPHE (Q) : quelle est la législation en termes de « fréquence surveillance » et de contrôle des piscines. Par ailleurs faites-vous une différence entre l'eau des pédiluves et l'eau des bassins puisqu'il paraît que les pédiluves sont en général plus contaminés ?

(R) : normalement l'ARS départementale fait un contrôle une fois par mois. Sauf cas particulier le contrôle ne concerne que l'eau des bassins. Les pédiluves doivent être « surchlorés », pour éviter les problèmes. Comme il n'y a pas de dispositifs de chloration automatique, lorsqu'il y a deux pédiluves nous préconisons souvent la chloration alternée de ceux-ci.

Monique SEILLER (Q) : pour les piscines privées, y aurait-il des méthodes physico-chimiques simples de caractérisation bactérienne permettant de s'assurer de la bonne qualité de l'environnement de ces piscines privées.

(R) : aujourd'hui il n'y a pas de méthodes simples. Ceci étant le risque n'est pas le même dans un environnement privé ou familial, par rapport aux piscines publiques où la diversité de la population apporte une grande diversité de germes. On ne trouve pas de pathologies très graves dans un environnement privé. Le risque n'est pas le même.

Pierre BOURLIOUX (C) : savez-vous l'origine de l'expression « il ne faut pas jeter le bébé avec l'eau du bain ». En fait dans les temps anciens, à la campagne les bains étaient pris dans un environnement familial, et commençaient par les adultes, les enfants et finalement les bébés, et l'eau n'était changée qu'en fin de course, ... d'où l'expression !

Yves LÉVI (C) : il y a un test rapide qui existe pour les germes coliformes. Il s'agit d'une poudre que l'on met en présence de l'eau du bassin et que l'on maintient à 35°C (ceci est sans doute le plus difficile à réaliser). Pour le lien présumé entre les verrues et l'eau des piscines il y a encore des questions et il est difficile d'imputer systématiquement l'apparition des verrues à l'eau des bassins. D'autres raisons, comme le manque d'hygiène peuvent également être imputées. Ce sujet nécessiterait plus d'investigations. Quant à la filtration dite bio-naturelle, par des végétaux de type roseaux ou autres, la contamination microbienne est souvent importante et des améliorations doivent être apportées à ces systèmes.

### « Systèmes de climatisation et expositions microbiennes »

Sylvie PARAT, Air & Bio, Chambéry

Les systèmes de climatisation et de traitement de l'air, qu'il s'agisse de gros systèmes ou de systèmes dédiés muraux, peuvent être à l'origine d'une contamination microbiologique de l'air ambiant et avoir des répercussions sur la santé des occupants. L'objectif de l'intervention est de présenter :

- les différents composants d'un système de traitement d'air : principes techniques et facteurs de risque de développement microbiologique associés à chaque composant (prises d'air, filtres, humidificateurs, recyclage etc.) ;
- les différents micro-organismes et produits dérivés susceptibles d'être générés par ces systèmes, et les pathologies associées (bactéries, moisissures, endotoxines, Aspergillose, Legionellose, Sick Building Syndrome, entre autres...);
- les outils diagnostiques et méthodes de mesure d'une bio-contamination et de ses causes : aspects quantitatifs (concentrations par mètre cube), qualitatifs (espèces pathogènes, allergisantes...), interprétation intégrée des différents éléments techniques, microbiologiques et médicaux ;
- les éléments concrets dérivant de ces informations : actions curatives, moyens préventifs et solutions techniques.

Dans la littérature, de nombreuses publications traitent des études expérimentales sur des matériaux, sur des sites réels, sur des situations à large échelle, ou sur la diversité microbienne.

Pour améliorer la situation, il serait souhaitable de développer des outils de mesure de l'exposition (temps réel, méthodes moléculaire), de conduire des études à large échelle (inclusion des détails techniques ± mesures internes aux systèmes), d'améliorer la formation hygiène et santé pour les métiers du traitement d'air, de promouvoir une réglementation avec des contrôles périodiques (élargir aux systèmes individuels < 12 kW), et de conduire des travaux expérimentaux sur des matériaux sains / nouveaux.

### QUESTIONS - RÉPONSES - COMMENTAIRES

Alain GOUYETTE (Q) : est-ce que les concepteurs ont envisagé ou envisagent des systèmes de destruction des micro-organismes dans les systèmes de conditionnement d'air (UV ou autres) ?

(R) : *il y a aujourd'hui des approches de ce type qui sont en développement. Ceci étant, les volumes d'air traité sont très importants et le traitement UV fait partie des solutions envisagées. Ceci étant les UVs fonctionnent sur les micro-organismes mais pas sur les COVs (Contaminants Volatils Organiques). Il y a d'autres systèmes ciblant ces derniers éléments. Des développements sont en cours sur ces sujets.*

Monique ADOLPHE (Q) : dans les appartement, avez-vous étudié les refroidissements à eau. Ces systèmes ne sont pas branchés sur l'air extérieur mais sur l'eau à l'intérieur de l'habitation.

(R) : *en réalité le mode de refroidissement importe peu par rapport à la contamination de micro-organismes. L'eau n'est pas en contact avec l'air et la contamination se fait dans la condensation de l'air à l'extérieur du système et il n'y a pas de passage, donc pas de risque.*

Henri-Philippe HUSSON (Q) : le cuivre est décrit pour avoir un effet bactéricide (poignée de porte). Est-il utilisé aujourd'hui ?

(R) : *à ma connaissance cela a été utilisé dans les cumulus pour limiter des affections de type légionelloses. Je ne pense pas que cela soit utilisé aujourd'hui.*

Claude MONNERET (C) : dans certaines EHPAD ou hôpitaux, le cuivre a été utilisé effectivement sur des rampes ou sur des poignées de portes. Cela permet de réduire les contaminations par le toucher.

Bernard FESTY (Q) : Est-ce que l'on commence à s'intéresser aux bâtiments à faible consommation d'énergie, réputés pour comporter des degrés plus importants de contamination ?

(R) : *oui nous avons constaté des contaminations dans ce genre de construction. Il y a moins d'aération et l'ambiance est plus confinée. Il faudrait mener des études sur ces environnements particuliers.*

Pierre BOURLIOUX (C) : en dehors du cuivre, l'argent a été utilisé pour les frigidaires (pour limiter la contamination bactérienne) notamment comme revêtements des parois internes des frigidaires (rappel du rôle du nitrate d'argent).

## « Diversité des micro-organismes dans les réseaux de distribution d'eau »

Jean-Claude BLOCK, Professeur émérite, Université de Lorraine, LCPME - UMR CNRS-UL, Nancy

La liste de contaminants microbiologiques impliqués dans des problématiques sanitaires liées à l'eau de distribution compte environ 500 pathogènes vrais ou opportunistes (EPA Candidate Contaminant List CCL 3) qui se distribuent entre virus, bactéries, protozoaires, fungi. Ils sont soit transportés par l'eau (en particulier les germes d'origine fécale quasi incapables de se multiplier dans ces milieux), soit adaptés à l'écosystème que représentent les unités de production et de transport d'eau (*Mycobacteria*, *Legionella*, ...).

La présence de microorganismes indésirables dans les eaux au robinet du consommateur est liée à 4 causes majeures : traitement insuffisant de la ressource, contamination accidentelle lors du transport en réseaux, multiplication dans le réseau (biofilm et sédiments) en particulier dans les réseaux intérieurs privés, et enfin contamination au point d'usage.

Chaque année des cas de gastro-entérites associées à l'usage d'eau de consommation sont identifiés (e.g. 10 à 20 millions de personnes aux USA), mais ce sont les problèmes de type légionellose, otites externes, et infections à mycobactéries qui semblent surtout peser sur le tableau épidémiologique (40 000 hospitalisations aux USA et un coût annuel de 970 millions de dollars).

La France n'échappe pas à ce tableau épidémiologique même si le contrôle microbiologique des eaux qui s'appuie sur les indicateurs de contamination fécale dont *Escherichia coli* montre une faible fréquence de résultats non-conformes (3 % au niveau national souvent associés à de petits captages difficiles à protéger ou à modifier). De fait, les paramètres coliformes, *Escherichia coli*, et entérocoques ne permettent pas d'évaluer tous les dysfonctionnements et en particulier l'impact des installations privées sur les caractéristiques microbiologiques des eaux au robinet.

En conséquence, les problèmes microbiologiques associés aux eaux de distribution publique sont de fait causés bien évidemment par la présence accidentelle de pathogènes mais aussi ceux générés par (i) des ultra-microbactéries qui passent des filtres de porosité 0,1 µm, (ii) des bactéries adhérentes sur des particules (et de ce fait difficiles à désinfecter), (iii) des protozoaires de type amibes non pathogènes mais véhicules de bactéries et de champignons intracellulaires, et (iv) des macro-invertébrés (*Asellus*, ...).

Connaître, maîtriser son réseau et prévenir les risques se réalise au travers de plusieurs stratégies bien différenciées : identification des points de faiblesse (Hazard analysis critical control point – HACCP), et évaluation quantitative des risques microbiologiques (EQRM). Cette dernière démarche est complexe et non aboutie pour nombre de microorganismes d'autant que la plupart des démarches actuelles n'implique pas l'évaluation des variations de concentrations des microorganismes et surtout leur distribution (dispersion random *versus* agrégation).

En conclusion les Bonnes pratiques d'exploitation et de surveillance des réseaux en France conduisent à peu de problèmes de non-potabilité. Il reste un dilemme qui consiste à respecter une qualité microbiologique en aval d'une installation privée. Les problèmes de qualité touchent certains usagers selon usage de l'eau (ultra-micro-bactéries, amibes, particules, stagnation, biofilms croissance et détachement). Enfin le calcul de l'exposition : en moyenne  $10^8$  bactéries/L + amibes + fungi / doit tenir compte du point d'usage, de l'heure, de la saison ... et de l'hétérogénéité de la distribution des bactéries (cf. Maul 2014)

En terme de recommandations, il s'agit de :

- caractériser le microbiome (outils biomoléculaires) des réseaux pour connaître les peuplements microbiens des eaux, leur dynamique dans le réseau, et l'exposition des usagers à des pathogènes potentiels (pathogènes dans la plupart des cas non cultivables) ;
- intensifier la recherche des amibes libres dans les réseaux d'eaux (amibes vectrices et réservoirs de pathogènes opportunistes) et définir leur intérêt comme nouvel indicateur de qualité des eaux potables ;
- rechercher les fungi des eaux de distribution et évaluer l'exposition en particulier dans les établissements avec des populations fragiles (hôpital, EHPAD, MARPA [Maison d'Accueil et de Résidence pour l'Autonomie], ...)
- mesurer l'hétérogénéité de la distribution des bactéries dans les eaux au robinet (cellules dispersées *versus* agrégats) pour améliorer les données de calcul d'exposition (et à terme de risque).

### QUESTIONS - RÉPONSES - COMMENTAIRES

Yvan TOUITOU (Q) : je suis frappé par l'amplitude des variations de la concentration en bactéries en fonction du temps, du jour, de la saison. Cela pose sans doute problème car l'information donnée n'est peut-être pas pertinente en fonction de ces variations ? Pouvez-vous commenter ? Par ailleurs qu'en est-il de l'impact des horaires sur le bain des personnes ?

(R) : j'ai présenté une certaine forme de connaissance disponible aujourd'hui. La mairie donne une information qui est transmise par le laboratoire. Pour un producteur d'eau responsable, je ne pense pas qu'il y ait de gros problèmes et de grosses variations, en particulier sur des agents comme *E. coli* ou des entérocoques. Dans un écosystème de transport d'eau, les paramètres évoluent en fonction du temps ce qui est a priori normal.

Pierre BOURLIOUX (Q) : l'expérience de Zurich démontre une différence entre la 48<sup>ème</sup> et la 49<sup>ème</sup> heure de l'étude. Pourquoi ?

(R) : ils ne savent pas pourquoi il y a ces différences. Ils n'ont pas compris pourquoi à un moment particulier il y avait cet événement.

Bernard FESTY (Q) : on s'est beaucoup intéressé aux entérovirus ; qu'en est-il aujourd'hui ?

(R) : *dans les eaux de robinet, il y a des virus qui peuvent passer par effraction ou par défaut de traitement. Sur un système normal je ne pense pas que cela soit possible ou décrit. Une personne a essayé avec des filtres de 20 nm et un marquage à l'aide de fluorochromes d'évaluer la présence de virus dans l'eau, mais cette approche n'était pas spécifique des virus, et les conclusions n'étaient pas faciles à faire. Mais il y en a sûrement !*

Pascale PANETIER (Q) : j'avais la même question sur les virus. Et qu'est ce qu'un bon biofilm ?

(R) : *le biofilm peut s'enrichir en fonction des nutriments qu'il va recevoir, mais en réalité il s'agit d'un équilibre. Ceci étant le biofilm peut être un intermédiaire de la contamination. Effectivement ce biofilm peut être un relais de bonnes ou de mauvaises entités bactériennes.*

Claude CHOISY (Q) : de temps en temps, le maire envoie des alertes sans qu'il y ait des contaminations avérées. On observe un trouble dans les eaux distribuées. Est-ce une remise en suspension du biofilm ? De quoi s'agit-il ?

(R) : *le léger flocculat peut provenir de différentes origines. Cela peut provenir de travaux sur un réservoir particulier. Si ce flocculat disparaît dans le temps, cela correspond sans doute à un phénomène très passager.*

Christiane GARBAY (Q) : les sédiments calcaires ou le tartre ont-ils un rôle ?

(R) : *personnellement je ne sais pas si le tartre peut avoir un rôle sur la qualité du biofilm, et si celui-ci favorise telle ou telle bactérie.*

Pierre BOURLIOUX (Q) : il y 20 ans, il y a eu une publication sur des mycobactéries en sortie de robinet. Est ce que l'on retrouve ces mycobactéries dans l'ensemble du système.

(R) : *je pense que oui. Il n'y a pas de raisons pour que ces contaminations ne soient présentes qu'au niveau des pommes de douches. Il y a une contamination générale qui ne s'arrête pas au seul niveau des robinets.*

### **Conclusions de la séance par Fabien SQUINAZI :**

Merci aux conférenciers. Les recommandations que je vais vous présenter, ne sont pas définitives. Toutefois, au vu de ce qui a été exposé, on constate des impacts sanitaires de divers types liés aux expositions à des contaminations environnementales, qu'il s'agisse de l'habitat, des installations publiques ou des réseaux de distribution d'eau. Ceci conduit à des pathologies diverses de type gastro-entérites, d'origine hydrique, infections de la sphère ORL ou cutanées (baignades), infections pulmonaires (bio-aérosols), syndrome des bâtiments malsains (métabolites et/ou fragments de paroi des micro-organismes)

Nous avons des indicateurs pour l'étude et le suivi de la qualité de l'environnement telles que les bactéries indicatrices de contamination fécale et/ou cutanéomuqueuse, mais aussi des indicateurs de dysfonctionnement d'installations techniques (flores bactérienne et fongique, *Legionella sp.*, *Pseudomonas sp*) et une recherche et identification de micro-organismes pathogènes opportunistes : *Legionella pneumophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus fumigatus*.

Nous avons des indicateurs par culture pour la mise en évidence de certaines contaminations notamment pour les installations techniques. On a constaté des difficultés et des insuffisances de mesures. Nos indicateurs sont qualitatifs et une réflexion serait nécessaire dans ce domaine pour avoir de nouveaux indicateurs. Les outils de biologie moléculaire deviendront nécessaires. Par ailleurs les résultats sont-ils vraiment représentatifs de ce qui se passe réellement ? Les prélèvements sont donc également à repenser. Nous avons besoin de nouvelles méthodes de mesurage. Nous n'avons pas de référencement par rapport à ces milieux. Nous avons des dispositifs qui souvent sont indépendants les uns des autres et qui adressent la qualité de l'eau de consommation, la qualité d'eau de baignade, ou la recherche de légionelles. Des enquêtes sur la qualité microbiologique de l'environnement intérieur sont également disponibles. Des bases de données spécifiques, gérées par des organismes distincts permettraient une meilleure évaluation de la situation.

En termes de recommandations nous devrions améliorer et développer le suivi temporel de la contamination de l'environnement, améliorer les connaissances des microbiomes environnementaux par des outils moléculaires, développer des dispositifs, fiables et miniaturisés, de mesurage en continu, et intégrer la dimension santé environnement dans la formation des professionnels (constructeurs, mainteneurs, exploitants/gestionnaires, personnel d'entretien), dans la sensibilisation des usagers au fonctionnement des installations techniques et dans l'enseignement en favorisant l'approche interdisciplinaire.

Le Président Claude MONNERET remercie Fabien SQUINAZI et les conférenciers et lève la séance à 17 h 00.

\* \*  
\*

Claude MONNERET  
Président

Agnès ARTIGES  
Le Secrétaire Général