

Rôles des activités humaines

Période : février 2010 à février 2011

Brigitte ENRIQUEZ

Inserm U 955 ; équipe 03 – ENVAIfort – Maisons-Alfort

Mots clés : Antibiotiques, Chaîne alimentaire, Circulation de bactéries pathogènes, Développement de bactéries pathogènes, Environnement, Passage animal domestique-animal sauvage, Passage animal-Homme, Pollution, Portage humain et portage animal, *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM)

Notre champ de veille porte sur le devenir des bactéries pathogènes dans l'environnement.

Cette thématique est née de la prise de conscience de la faiblesse de la barrière d'espèce au regard de la transmission interspécifique de maladies d'origine animale et des connaissances sur l'adaptation de pathogènes à différentes espèces y compris l'Homme (Influenza aviaire, encéphalopathie bovine spongiforme, SRAS, maladies à vecteurs, etc.) même si la circulation de bactéries peut se faire d'un milieu physique à un autre sans transfert animal ou humain obligatoire.

Si le plus souvent des maladies virales ou parasitaires étaient mises en cause, il était légitime de s'intéresser dans un contexte de veille, à un risque similaire d'origine bactérienne, les bactéries pouvant voir leur écologie modifiée par les activités humaines.

Nous allons développer deux axes qui montrent comment les activités humaines peuvent interférer avec le comportement de bactéries pathogènes dans l'environnement, favoriser leur transmission et générer des maladies humaines ou/et animales : 1) environnement aquatique d'une part avec l'exemple des huîtres, sentinelles de la pollution de ce milieu tout en étant pollutolérantes ; 2) environnement terrestre avec le contexte du risque professionnel dans des conditions de pratique d'élevage intensif (fréquentes utilisations de molécules antibactériennes, conditions d'hygiène relatives compte tenu du regroupement d'individus) ou extensif et sous des latitudes différentes (promiscuité plus ou moins importante et lien social différent suivant les pratiques pastorales entre hommes et animaux).

Interactions entre la contamination par le cadmium et des conditions hypoxiques sur les réponses métaboliques et la charge en bactéries des huîtres *Crassostrea virginica* Gmelin

Ivanina AV, Froelich B, Williams T, Sokolov EP, Oliver JD, Sokolova IM. Interactive effects of cadmium and hypoxia on metabolic responses and bacterial loads of eastern oysters *Crassostrea virginica* Gmelin. *Chemosphere*. 2011 ; 82 : 377-389.

Analyse

La difficulté à déterminer les causes de la mortalité récurrente de naissains d'huîtres et d'évaluer le risque d'intoxication des consommateurs a stimulé la recherche de causes infectieuses et d'origine environnementale. Cet article s'intéresse aux effets toxiques liés à des interactions entre dangers de différentes origines.

Dans les conditions environnementales les huîtres sont en effet soumises à la pollution organique et microbiologique des zones costales ou d'estuaires (blooms algaux et déplétion en oxygène du milieu ; présence de bactéries halophiles fixées au phytoplancton et apportées par voie alimentaire chez ces mollusques filtreurs) et à une pollution par les métaux lourds en particulier le cadmium (Cd) qui inhibe le métabolisme anaérobie chez les mollusques bivalves et diminue leur capacité à récupérer d'un stress anoxique.

Cet article expérimental analyse les conséquences sur une population de bivalves d'estuaires, *Crassostrea virginica*, de conditions de déplétion en oxygène (stress anoxique), et d'exposition au Cd par l'eau, les sédiments et la nourriture (via

un apport d'algues contaminées) à la fois sur leur métabolisme énergétique et sur la flore bactérienne digestive composée de Vibrionacées (bactéries Gram négatif du genre *Vibrio* spp. comme *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio parahaemolyticus* et *Vibrio alginolyticus*) potentiellement pathogènes pour d'autres espèces animales, y compris l'espèce humaine (*V. cholerae* est responsable du cholera, les autres de gastroentérites parfois sévères) mais bien tolérées chez ces mollusques.

Entre autres les auteurs testent si une exposition au cadmium peut accroître l'abondance des vibrions dans ces mollusques et ainsi modifier dans les estuaires pollués la dynamique de ces bactéries, véhiculant ces pathogènes potentiels pour les autres espèces animales et l'Homme.

Pour des raisons de concision, c'est ce dernier point qui sera étayé dans cette analyse en lien avec le thème de survie des espèces bactériennes pathogènes présentes dans l'environnement.

L'expérimentation a été bien menée au regard des pratiques en écotoxicologie et microbiologie : utilisation de tanks, périodes d'acclimatation suivies d'exposition, enfin isolement des tissus mous et mise en contact sur milieux de culture sélectifs pour les vibrions.

Nous retenons parmi les multiples analyses :

- les concentrations en cadmium mesurées respectivement à partir de prélèvements du manteau⁽¹⁾ et du muscle adducteur des huîtres ; le nombre de colonies calculé pour les quatre espèces de vibrions ;
- les résultats obtenus en matière de variation de la population de bactéries potentiellement pathogènes montrent que les deux situations de stress (« hypoxie⁽²⁾ ou/et Cd ») modifient de façon significative et sélective les charges tissulaires uniquement

pour *V. vulnificus* (le plus abondant) et pour *V. parahaemolyticus* (seulement en normoxie⁽²⁾).

Or, les auteurs rappellent que *V. vulnificus* peut causer des septicémies dans des cas de contamination alimentaire ou de contamination de blessures.

Actuellement, les mécanismes responsables de l'augmentation ciblée de l'abondance de *V. parahaemolyticus* et de *V. vulnificus* en présence de Cd ne sont pas connus alors que le genre *Vibrio* dans son ensemble est connu pour sa tolérance au cadmium (production de métallothionéines). De plus, le développement de certaines espèces de *Vibrio* tolérantes à des conditions d'anaérobiose serait lié à une compétition avec d'autres bactéries saprophytes de la flore des huîtres au contraire sensibles à l'hypoxie. Ainsi, une exposition au Cd ou à des conditions hypoxiques pourrait apporter un avantage compétitif aux *Vibrio* spp. (et en particulier à *V. parahaemolyticus* et *V. vulnificus*) sur les bactéries commensales des huîtres.

Cet effet pourrait avoir des implications importantes sur la dynamique de ces agents pathogènes dans les estuaires pollués et ce d'autant plus que la tolérance au Cd est couplée à la résistance à d'autres facteurs de stress chimique (tributylétain), thermique ou de jeûne.

Commentaire

Il s'agit d'une étude originale qui illustre la sensibilité des flores issues de la contamination du milieu à des facteurs environnementaux avec la sélection de germes les plus « adaptables ». Ce fait mérite d'être confirmé par d'autres essais aux objectifs plus ciblés que dans cette étude, dans une optique mécanistique et sur d'autres mollusques bivalves filtreurs (moules) car il ne s'agit à ce stade de connaissance que d'une hypothèse. On entrevoit le risque que, du fait de conditions environnementales « favorables », des bactéries potentiellement pathogènes pour les vertébrés occupent une niche écologique laissée libre par des espèces moins adaptées.

Le risque alimentaire d'intoxication bactérienne par consommation d'huîtres élevé en milieu contaminé par des métaux lourds et/ou une contamination organique consommatrice d'oxygène trouve ici une source potentielle d'explication.

De façon plus générale cette étude apporte une contribution à la réflexion sur la dépendance et les interrelations entre les composantes des milieux depuis les organismes filtreurs; bactéries pathogènes/bactéries saprophytes jusqu'aux espèces animales, avec une prise en compte de la forte adaptabilité des formes moins complexes (bactéries) pouvant conduire à des modifications des équilibres écologiques.

Les *Staphylococcus aureus* résistants à la méthicilline ST398⁽³⁾ dans les élevages de veaux : portage humain des SARM en lien avec l'utilisation des antibactériens et de l'hygiène d'élevage

Graveland H, Wagenaar JA, Heesterbeek H, Mevius D, van Duijkeren E, Heederik D. Methicillin resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in veal calf farming: Human MRSA carriage related with animal antimicrobial usage and farm hygiene. PLoS ONE. 2010; 5: e10990.

Analyse

Les *Staphylococcus aureus* résistants à la méthicilline (SARM) étaient jusqu'à récemment considérés comme des bactéries nosocomiales. Depuis 2003 un clone particulier de SARM a émergé, qui a été observé chez des animaux producteurs de denrées et des éleveurs et de ce fait nommée LA-MRSA « livestock associated MRSA ». Ce clone est caractérisé par l'impossibilité de le typer par la méthode classique (électrophorèse en champs gel pulsé - « Pulsed Field Gel Electrophoresis with Smal » - d'où l'appellation de « MRSA non-typable » (NT-SARM).

Tous ces NT-SARM, lorsqu'ils sont typés par MLST (Multi Locus sequence Typing = séquençage de 7 gènes de ménage), appartiennent au même complexe clonal - le type 398 (ST398). Ils peuvent également être typés par séquençage de la région répétée du gène spa codant pour la protéine A⁽⁴⁾ (spa-typing)⁽⁵⁾. Cette étude s'intéresse à la présence de SARM dans des élevages de veaux, aussi bien chez les animaux que chez les membres de la famille et comprend l'identification de déterminants potentiels d'occurrence des SARM tels que l'utilisation d'antibactériens et les spécificités des élevages dont le niveau d'hygiène.

L'étude a porté sur 2151 veaux répartis sur 102 fermes (octobre 2007 à mars 2008). Les veaux (nombre sélectionné par élevage égal à la racine carrée du nombre d'animaux du cheptel), les éleveurs (n = 97), les membres de la famille (n = 259) et les employés (n = 34) ont subi des prélèvements de sécrétions nasales (n = 390), qui ont été analysés sous 4 heures au laboratoire. Un questionnaire a permis d'explorer leurs habitudes de vie (tabagisme, etc.) les modalités de contact avec les animaux, complété par un état descriptif de la structure d'élevage, un état des lieux des thérapeutiques antibactériennes et des mesures d'hygiène mises en œuvre.

Microbiologie: Toutes les colonies bactériennes ont été identifiées comme étant des *Staphylococcus aureus* (morphologie typique et essai à la coagulase avec du sérum de lapin). La présence du gène *mecA*⁽⁶⁾ a été confirmée par PCR. Une sélection randomisée aléatoire de colonies *mecA*-positive (n = 208) a été confirmée comme étant composée de SARM (par PCR du fragment spécifique de l'ADN du *S. aureus*). Neuf types de séquence spa dans les isolats humains et 13 chez les veaux ont été observés. Chez les hommes, les souches des différents spa-type appartiennent aux ST 398 à l'exception de quatre. Chez les veaux, les souches prédominantes sont de type spa t011 et du ST398 (80 %).

Chez les hommes: la prévalence des SARM chez les éleveurs est de 33 % et de 8 % chez les membres de la famille. Cette différence peut s'expliquer par la différence de temps passé au contact des

animaux et persiste après ajustement sur l'âge, le sexe et le statut tabagique. Le risque d'être un porteur de SARM augmente avec le nombre d'heures passées par semaine dans les stabulations (Odds Ratio (OR) = 1,4, pour 10 heures/semaine). De plus, ceux qui passent plus de temps à nourrir les animaux (OR = 1,5), à leur administrer des traitements (OR = 1,6) et à gérer la structure (OR = 2,0) sont des porteurs de SARM.

Le portage de SARM chez les hommes est associé à la prévalence de SARM chez les veaux.

La prévalence estimée chez les Hommes est d'environ 1 % quand moins de 20 % des veaux sont porteurs. Dans des fermes à plus forte prévalence animale, la prévalence humaine peut dépasser 10 %.

On note une association positive avec l'âge (OR = 1,2 par 10 ans) et le sexe masculin plus fréquemment colonisé (OR = 3,0). Le tabagisme est corrélé négativement (OR = 0,5) bien que de façon non significative.

Chez les veaux : la prévalence de SARM est de 28 %. Dans 88 % des élevages, les SARM sont détectés sur au moins un veau. Les porteurs de SARM sont plus souvent retrouvés chez les animaux ayant reçu des antibiotiques (OR = 1,8), en comparaison aux veaux non traités, chez des veaux issus de grands élevages comparés à ceux de fermes de petite importance (OR = 2,7 par 500 veaux d'élevage). De plus, les veaux plus âgés sont plus souvent SARM positifs que ceux plus jeunes (OR = 1,3 (par 10 semaines)). Une association négative existe entre le portage de SARM et l'hygiène de l'élevage (OR = 0,3) sur la base en particulier de mesures de nettoyage avant l'accueil de nouveaux animaux.

Cette étude bien menée montre que les personnes vivant ou travaillant au contact de veaux ont un risque élevé de portage de SARM et ce d'autant plus que leur temps de contact est long et qu'ils exercent des tâches nécessitant un contact rapproché. La prévalence de SARM est de 15,9 % dans cette population, pourcentage très élevé par rapport à la population générale aux Pays-Bas (moins de 1 %).

Enfin, les veaux porteurs de MRSA SARM étaient ceux le plus souvent traités par des antibactériens, alors qu'une bonne tenue de l'élevage est associée à une plus faible prévalence de SARM.

Commentaire

Cette étude illustre la question de l'évolution de la circulation et de la persistance des SARM entre populations animales et humaines en se focalisant sur l'espèce bovine qui, contrairement aux animaux monogastriques, avait été peu étudiée jusqu'en 2011. Il est probable que la prévalence des SARM chez les humains en contact étroit avec ces animaux de production suive celle des SARM chez ces animaux. Il semble donc que la transmission des SARM s'effectue de l'animal à l'Homme au contraire de ce qui a été montré avec des animaux de compagnie (voir publications de référence). L'association avec des traitements antibiotiques mériterait d'être approfondie par un historique précis des traitements mis en œuvre, comme cela devrait être possible grâce au registre d'élevage mis en place dans l'espèce bovine en France.

La prévalence des SARM dans les élevages appliquant la charte de l'agriculture biologique serait par exemple intéressante à comparer avec celle des élevages conventionnels compte tenu de leurs obligations en matière de limitation de traitements anti-infectieux et d'application stricte de mesures hygiéniques. La part de la transmission d'homme à homme reste encore à préciser, en accord avec la remarque des auteurs ainsi que la différence entre contamination simple (poussières chargées en SARM) et colonisation réelle. Enfin cette étude pourrait servir de modèle à la compréhension de la circulation d'autres germes pluri-résistants (*Acinetobacter*: Morgan, Liang et Smith, 2010; *Klebsiella*: Moellering, 2010).

Le comportement humain influe sur l'émergence de maladies à l'interface populations humaines-populations animales

Alexander KA and Mc Nutt J. Human behavior influences infectious disease emergence at the human-animal interface. *Front Ecol Environ.* 2010; 8: 522-526.

Analyse

Cette étude menée de 1989 à 1993 porte sur la nature des relations de l'Homme avec des animaux domestiques et par extension sur les interactions créées par cet ensemble (animaux de compagnie: ici chiens sédentaires des bergers botswanais ou chiens de berger des éleveurs kenyans; hommes: ici tribus pastorales de la réserve de Masai Mara au Kenya, éleveurs de la région du delta du fleuve Okavango au Botswana) avec les animaux sauvages (ici les lycaons, *Lycaon pictus*, espèce menacée d'extinction), l'environnement local et les communautés de micro-organismes pathogènes. Ces interactions sont représentées par le taux de mortalité chez les chiens et les lycaons (« african wild dogs ») en fonction des pratiques pastorales, avec utilisation ou non de leur chien comme gardien de troupeau. Ces données ont été fournies par un questionnaire administré aux éleveurs, permettant de connaître l'éventualité de contacts chiens-lycaons, de calculer le taux de mortalité des chiens adultes par maladie et à partir d'observations menées sur la faune sauvage (lycaons âgés de plus d'un an vus malades avant leur disparition de la zone étudiée).

Ainsi, le contact chien domestique-lycaon a été identifié seulement sur le site kenyan en relation avec les pratiques pastorales où le troupeau est en contact fréquent et rapproché avec les bergers et leur chien de garde (88 % des pratiques). Dans ce cas, les contacts chiens-lycaons sont plus fréquents et la mortalité des lycaons par maladie augmente (sans doute en lien avec les maladies canines). Au contraire les éleveurs botswanais pratiquent un élevage plus distancé (moins interventionniste) de leur troupeau (93 % des pratiques). Il est rare que leur chien les accompagne et que ces derniers aient des contacts avec les lycaons ou qu'on n'y enregistre des mortalités par maladie chez ces canidés sauvages sensibles aux mêmes agents pathogènes que leurs homologues domestiques.

À partir de ces résultats les auteurs élaborent un modèle du rôle du comportement humain sur l'émergence de pathogènes à

l'interface homme - animaux domestiques – animaux sauvages. Ainsi les activités humaines peuvent modifier l'adaptation des agents pathogènes à l'hôte, la distribution géographique et l'écologie des populations d'hôtes ainsi que leur probabilité de contact avec ces agents infectieux.

Commentaire

La possibilité que des comportements humains locaux ou particuliers puissent déterminer la distribution spatiale de certains agents pathogènes et le risque de développement de maladies émergentes fait certainement partie des sujets d'actualité en matière d'infectiologie.

Il faut donc prévoir et comprendre ces interactions homme - animaux pour établir des plans de surveillance ciblés en particulier afin d'éviter de multiplier les causes d'extinction d'espèces sauvages du fait des interventions ou pratiques humaines.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous avons choisi de présenter dans cette note des aspects très différents de la thématique choisie mais cadrant avec une vision vétérinaire puisque touchant à : la santé des consommateurs, la santé publique (professionnels et personnes au contact des animaux), la santé animale (préservation des populations animales domestiques et sauvages). Deux conclusions ressortent :

- la vigilance s'impose en matière d'effets résultant de multi-expositions à des facteurs de pollution du milieu afin d'éviter des intoxications d'origine alimentaire (toxines des vibrions par exemple) ;
- l'exposition, par contact direct, à des bactéries d'origine animale (éleveurs, agents d'abattoirs, vétérinaires citadins ou ruraux) en lien avec la circulation des germes des animaux à l'Homme, et réciproquement, tend à être mieux connue : elle suscite plus de publications originales que les autres aspects compte tenu de l'incidence directe sur la santé des travailleurs et de leur potentiel de multi-résistance à des agents antibactériens.

Il est à noter que la majorité des publications hors contact professionnel concerne surtout des agents viraux. Cependant, dans le dernier numéro du journal « Animal Pharm » du 21 janvier 2011, il est fait mention du premier cas de maladie humaine potentiellement mortelle recensé en Australie, transmise à l'Homme par les puces de chats (due à la bactérie *Rickettsia felis*) !

Quant au dernier aspect à résonance plus « environnementale », l'intérêt est certainement moins anecdotique et non limité à l'Afrique sub-saharienne mais les publications originales sur la circulation de germes pathogènes concernent surtout les maladies virales ou parasitaires à arthropodes vecteurs.

Lexique

- (1) Manteau : le manteau des mollusques est une enveloppe de peau qui abrite les autres organes ; il sécrète la coquille chez les espèces qui en sont pourvues (Wikipedia).
- (2) Normoxie/hypoxie : on appelle normoxie l'état du corps pour lequel le dioxygène en concentration normale dans le sang permet une activité normale. Dans la pression atmosphérique, la teneur en oxygène de l'air inhalé doit se situer dans la normale entre 19 et 21 % vol. et en aucun cas être inférieure à 18 % vol.
Hypoxie : terme issu du grec hupo : sous, et oxus : oxygène. Diminution de la quantité d'oxygène distribuée par le sang aux tissus. L'hypoxie est la conséquence de l'hypoxémie (diminution de la quantité d'oxygène contenue dans le sang). Dans le premier cas, il s'agit d'une diminution de l'oxygène dans les tissus, dans le deuxième cas d'une diminution de l'oxygène dans le sang.
- (3) ST398 : MRSA « lineage multi-locus » sequence type 398.
- (4) Protéine A : protéine A spécifique du *Staphylococcus aureus* : facteur de pathogénicité dont le gène codant, spa, présente une variation de longueur suivant les souches.
- (5) Spa-typing : typage des *Staphylococcus aureus* par séquençage de la région variable du gène spa.
- (6) MecA gene : le gène *mecA* est un gène retrouvé dans les bactéries ; la bactérie la plus connue pour le contenir est le SARM. Ce gène permet à la bactérie de résister aux antibiotiques de la famille des pénicillines en particulier au groupe M des pénicillines (chef de file : la Methicilline). Il inhibe la fixation des pénicillines sur les transpeptidases de la paroi des bactéries permettant ainsi le maintien de la synthèse de leur paroi et donc leur survie. Ce gène code pour la protéine PBP2A (*Penicillin binding protein 2A*) qui a une plus faible affinité pour les betalactamines et permet de maintenir l'activité transpeptidase.

Publications de référence

- Animal Pharm.** Cat flea typhus jumps to humans. 21 janvier 2011
- Cuny C, Nathaus R, Layer F et al.** Nasal Colonization of Humans with Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) CC398 with and without Exposure to Pigs. PLoS ONE. 2009 ; 4: e6800.
- Goldberg TL, Gillespie TR, Rwego IB et al.** Forest Fragmentation as Cause of Bacterial Transmission among Nonhuman Primates, Humans, and Livestock, Uganda. Emerg Infect Dis. 2008 ; 14: 1375-138.
- Gopalan S, Ausubel FM.** A Metasystem of Framework Model Organisms to Study Emergence of New Host-Microbe Adaptations. PLoS ONE, 2008 ; 3: e3891.
- Mahony R.O, Abott Y, Leonard FC et al.** Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) isolated from animals and veterinary personnel in Ireland. Vet Microbiol. 2005 ; 109: 285-296
- Schuch R, Fischetti VA.** The Secret Life of the Anthrax Agent *Bacillus anthracis*: Bacteriophage-Mediated Ecological Adaptations. PLoS ONE. 2009 ; 4: e6532.

Weese JS. Methicillin – resistant *Staphylococcus aureus*: an emerging pathogen in small animals. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2005; 41: 150-157.

Revue de la littérature

Abraham WR. Megacities as Sources for Pathogenic Bacteria in Rivers and Their Fate Downstream. *Int J Microbiol.* 2011; doi: 10.1155/2011/798292.

Dedmon RE. Broadening our perspectives as physicians: one world-one medicine-one health. *Asian Biomedicine.* 2010; 4: 497-502.

European Food Safety Authority. Analysis of the baseline survey on the prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in holdings with breeding pigs, in the EU, 2008. Part A: MRSA prevalence estimates. *EFSA Journal* 2009; 7: 1376; 1376-1457.

Jackson RW, Johnson LJ, Clarke SR et al. Bacterial pathogen evolution: breaking news. *Trends Genet.* 2011; 27: 32-40.

Keesing F, Belden LK, Daszak P et al. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature.* 2010; 468: 647-652.

Reperant LA. Applying the Theory of Island Biogeography to Emerging Pathogens: Toward Predicting the Sources of Future Emerging Zoonotic and Vector-Borne Diseases. *Vector-borne and zoonotic diseases.* 2010; 10: 105-110.

Townsend AR, Cleveland CC et al. Linking environmental nutrient enrichment and disease emergence in humans and wildlife. *Ecol Appl.* 2010; 20: 16-29.

Williams PD. Darwinian interventions: taming pathogens through evolutionary ecology. *Trends Parasitol.* 2009; 26: 83-92

Autres publications identifiées

Sheppard SK, Dallas JF, Wilson DJ et al. Evolution of an Agriculture-Associated Disease Causing *Campylobacter coli* Clade: Evidence from National Surveillance Data in Scotland. *PLoS ONE.* 2010; 12: 1-9.

Romi R. Arthropod borne diseases in Italy: from a neglected matter to an emerging health problem. *Ann Ist Super Sanità.* 2010; 46: 436-443.

Moellering RC. NDM-1- A Cause for Worldwide Concern. *N Engl J Med.* 2010; 363: 2377-2379.

Conséquence de modifications de l'environnement sur la circulation de germes pathogènes.

Burstiner LC, Faires M, Weese JS. Methicillin-resistant staphylococcus aureus colonization in personnel attending a veterinary surgery conference. *Vet Surg.* 2010; 39: 150-157.

Faires MC, Traverse M, Tater KC, Pearl DL, Weese JS. Methicillin-resistant and Susceptible *Staphylococcus aureus* Infections in Dogs. *Emerg Infect Dis.* 2010; 16: 69-75

Horgan, M, Abbott Y, Peadar GL et al. A study of the prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pigs and in personnel involved in the pig industry in Ireland. *Vet J.* 2010; doi: 10.1016/j.tvjl.2010.10.02.

Mulders MN, Haenen AP, Geenen PL, Vesseur PC et al. Prevalence of livestock-associated MRSA in broiler flocks and risk factors for slaughterhouse personnel in The Netherlands. *Epidemiol Infect.* 2010; 138: 743-755.

Soares Magalha RG, Loeffler A, Lindsay J et al. Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) infection in dogs and cats: a case-control study. *Vet Res.* 2010; 41: 55.

Van Cleef BA, Graveland H, Haenen AP et al. Persistence of livestock-associated MRSA after short term occupational exposure to pigs and veal calves. 2011 Jan 12. [Epub ahead of print] *Circulation de germes multirésistants de l'homme aux animaux de compagnie, des animaux de production aux salariés dans les élevages ou les abattoirs.*

Grundmann H, Aanensen DM, van den Wijngaard CC, et al. Geographic Distribution of *Staphylococcus aureus* Causing Invasive Infections in Europe: A Molecular-Epidemiological Analysis. *PLoS Medicine.* 2010; 1: 1-15 e1000215.

Lowy FD. Mapping the Distribution of Invasive *Staphylococcus aureus* across Europe. *PLoS Medicine.* 2010; 1: 1-2e1000205.

Données de circulation des germes pathogènes indépendamment d'interactions homme-animal.

Haamann F, Dulon M, Nienhaus A. MRSA as an occupational disease: a case series. *Int Arch Occup Environ Health.* 2010; DOI 10.1007/s00420-010-0610-7.

Mattner F, Biertz F, Ziesing S, Gastmeier P, Chaberny IF. Long-term persistence of MRSA in re-admitted patients. *Infection.* 2010; 38: 363-371.

Morgan DJ, Liang SY, Smith CL. Frequent Multidrug-Resistant *Acinetobacter baumannii* Contamination of Gloves, Gowns, and Hands of Healthcare Workers. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2010; 31: 716-721.

Les germes multirésistants persistants et circulants parmi les patients et le personnel hospitalier. Données cliniques et épidémiologiques.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Bacteria, Bovine, Cattle, Dogs, Emerging/emergence, Environnement, Human, MRSA, Pathogens, Pollution.