

ÉTUDE DE L'ASSOCIATION ENTRE L'INCIDENCE DE GASTRO-ENTÉRITE AVEC HOSPITALISATION CHEZ LES ENFANTS DE MOINS DE 5 ANS ET LA QUALITÉ DE L'EAU CONSOMMÉE DANS LES MUNICIPALITÉS AVEC SURPLUS DE FUMIER

1. OBJECTIFS

Les objectifs du projet étaient les suivants:

1. Investiguer l'étiologie des cas de gastro-entérite infantile dans la région de Chaudière-Appalaches;
2. Étudier les facteurs de risque de cette maladie chez les enfants hospitalisés;
3. Évaluer le lien entre la qualité de l'eau desservant les résidences et l'incidence de gastro-entérite;
4. Évaluer l'association entre l'intensité des activités de productions animales et l'incidence de gastroentérite.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Type d'étude

Il s'agit d'une étude de type cas-témoins menée chez les enfants âgés de 6 mois à 4 ans résidant dans la région de Chaudières-Appalaches (à l'exclusion de la ville de Lévis) et hospitalisés pour diarrhée de novembre 2004 à juin 2007.

2.2 Définition des cas et des témoins

- *Définition des cas* : enfants âgés de 6 mois à 4 ans et 11 mois, résidant dans la région ciblée, et hospitalisés pour gastro-entérite dans l'un des quatre hôpitaux de la région ou au CHUL. Les critères d'exclusion suivants étaient utilisés : cas avec diarrhée chronique ou déficit immunitaire, prise d'antibiotiques dans les 48 heures avant le début de la diarrhée, ou présence d'un frère ou d'une sœur déjà enrôlés dans le projet.

- *Définition des témoins* : enfants de même âge que les cas, résidant sur le même territoire et n'ayant pas eu de gastroentérite dans les derniers deux mois. La liste des familles éligibles était sélectionnée de façon aléatoire. Les frères ou sœurs d'enfants déjà enrôlés dans le projet ont été exclus. Deux enfants étaient choisis comme témoins pour chaque cas. Aucun autre appariement que pour l'âge n'était réalisé.

2.3. Analyses de selles

Chaque participant devait avoir 3 échantillons de selles lors de son hospitalisation:

- un échantillon qui était analysé sur place pour les *bactéries* suivantes : *Campylobacter sp.*, *E coli O157:H7.*, *Salmonella sp.*, *Yersinia enterocolitica*.

- un prélèvement était congelé à - 20 °C pour analyse subséquente de *virus entériques*. L'analyse virale fut effectuée à l'INRS-Institut Armand-Frappier par microscopie électronique à transmission. Les principaux virus entériques suivants pouvaient être identifiés par cette méthode: adénovirus, calcivirus, coronavirus, norovirus, parvovirus, picornavirus, rotavirus, virus de Norwalk et autres.

- un prélèvement était gardé avec un agent de conservation à température de la pièce et était adressé pour analyse de *parasites* au laboratoire de l'Hôpital général de Montréal (Université McGill). Les protozoaires *Cryptosporidium* et *Giardia* étaient recherchés par méthodes ELISA.

2.4 Entrevue des parents des cas et des témoins

Les parents des enfants ayant donné leur consentement pour participer ont été ensuite contactés par téléphone dans les jours suivants l'hospitalisation de l'enfant. L'entrevue d'une durée moyenne de 20 minutes contenait des questions sur les variables suivantes :

- symptômes et durée de l'hospitalisation
- état de santé préalable de l'enfant
- état de santé des frères et sœurs et des parents de l'enfant
- type et source d'eau utilisée par l'enfant
- voyages à l'étranger et baignade à l'extérieur
- contact avec les animaux domestiques, de ferme ou sauvages
- aliments consommés dans les jours précédant la maladie
- scolarité des parents

2.5 Étude de la qualité de l'eau desservant la résidence

- analyse de la qualité de l'eau des puits privés

Lorsque le parent interviewé rapportait comme source d'eau potable un puits privé, un technicien se rendait dans chaque résidence des participants. Un échantillon d'eau froide était alors pris au robinet de la cuisine après 5 minutes d'écoulement. Trois bouteilles de 250 ml (contenant du thiosulfate de sodium comme neutralisant du chlore) étaient prélevées et conservées pendant le transport dans une glacière (température maintenue à environ 4°C) au laboratoire du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Les indicateurs suivants ont été recherchés selon les méthodes standards : coliformes totaux, *E. coli*, entérocoques et virus coliphages. De plus, lorsqu'une des bactéries pathogènes recherchées dans les selles était détectée chez un cas ayant un puits privé, ces mêmes bactéries étaient recherchées dans l'eau du puits du cas et de deux témoins consécutifs ayant un puits domestique. Ces dernières analyses ont été réalisées par méthode d'amplification génétique (PCR) au laboratoire du ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation.

- évaluation de la qualité de l'eau délivrée par un réseau d'aqueduc

Lorsque les parents rapportaient que l'eau de la résidence d'un cas ou d'un témoin provenait d'un réseau d'aqueduc, une étudiante à la maîtrise en aménagement du territoire évaluait la vulnérabilité de ce réseau à la contamination microbienne lors d'une visite à l'usine de traitement d'eau. Des échantillons de *E. coli* étaient collectés à la prise d'eau brute. L'approche était de type multi-barrières et utilisait les critères suivants : type de source d'eau, vulnérabilité de la source à la contamination microbienne, efficacité du traitement, gestion du réseau de distribution, gestion globale. À partir de ces informations, une cote globale de vulnérabilité du réseau à la contamination microbienne était donnée. Pour tous les paramètres et la cote globale, l'échelle de codification variait de 1 à 100 selon l'importance de la vulnérabilité.

2.6 Étude de l'influence des activités d'élevage

L'influence des activités d'élevage a été évaluée de deux façons :

- d'une part la *densité d'élevage* dans les municipalités des cas et des témoins a été prise en compte. Les données découlant du recensement réalisé par le ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation pour les années 2006 ont été utilisées. Les données de densité animale ont été présentées en unités animales par hectare (u.a./ha).
- l'influence des activités de production animale sur la qualité de l'eau des *puits privés* a été évaluée lors de la visite d'un étudiant à la maîtrise en épidémiologie vétérinaire qui évaluait visuellement et par questionnaire les variables suivantes : type de captage et dénivellation du sol, type d'installation septique, activités agricoles environnantes (élevage ou épandage) dans un rayon de 500 m.

- par ailleurs, l'influence des activités de production animale dans la zone d'influence de la source d'eau d'un réseau d'aqueduc a été prise en compte dans l'évaluation de la vulnérabilité de cette source lors de l'évaluation de la qualité de l'eau délivrée par les réseaux desservant la résidence de nos participants.

2.7 Éthique

Le projet de recherche a été approuvé par les comités d'éthique de la recherche de l'Université Laval, du CHUQ et de l'Hôtel-Dieu de Lévis ainsi que par les comités suivants : comité central d'éthique du ministère de la santé et des services sociaux, et comités d'éthique des Hôpitaux de St-George et de Thedford Mines. De plus, l'accès à une liste de témoins via la RAMQ a été approuvé par la Commission d'accès à l'information du Québec.

3. RÉSULTATS OBTENUS

A) volet principal de l'étude.

Participation : cas et témoins

Deux cent quatre vingt seize (296) enfants hospitalisés furent admissibles à l'étude durant la période de recrutement (novembre 2004 à juin 2007). Compte tenu de divers contraintes, le projet a été présenté à 235 parents et, de ce nombre, 209 (89 %) ont accepté de participer à la recherche. Les entrevues téléphoniques ont pu être effectuées, dans les jours suivant l'hospitalisation de l'enfant, avec les parents de 198 (84 %) enfants.

Cinq cent onze (511) parents d'enfants admissibles comme témoins ont été sélectionnés. De ce nombre, compte tenu des critères d'exclusion et des contraintes pour rejoindre les familles identifiées, 424 ont été considérés comme éligibles. Parmi les parents de 424 enfants considérés comme témoins admissibles, 392 (92 %) ont accepté de participer à l'étude.

Caractéristiques des cas et témoins.

Les caractéristiques des cas et témoins étaient comparables pour plusieurs caractéristiques : âge, sexe, fréquentation d'une garderie, type de source d'eau potable. Par contre les cas avaient un poids de naissance légèrement plus faible et étaient plus souvent atteints d'une maladie chronique. De plus, les parents des cas avaient une plus faible scolarité que les témoins.

Étiologie microbienne des cas de gastro-entérite.

L'analyse microbienne des selles a pu être effectuée chez 164 cas (83 %). Soixante-seize pour cent (76,3%) des cas avaient des virus dans leurs selles (principalement des rotavirus), 6 % avaient une bactérie pathogène (*Campylobacter*, *E. coli* ou *Salmonella*) et 3 % un parasite (*Cryptosporidium* ou *Giardia*). L'examen plus spécifique des souches bactériennes retrouvées dans les selles (espèce, sérogroupe, sérotype, lysotype ou génotype) a permis de mettre en évidence les éléments suivants : un seul enfant avait des selles contaminées par *C. jejuni*; trois avec *E. coli* appartenant au sérotype O157:H7 (tous du même lysotype, mais de génotypes différents); quatre cas avec *Salmonella* (2 avec le sérotype Typhimurium, un avec Heidelberg et un avec Thompson – lysotypes différents). Compte tenu que ces enfants ont été hospitalisés à des dates différentes et que les souches bactériennes n'étaient pas les mêmes, aucun lien ne semblait à l'origine de ces infections. Par ailleurs, pour les cas qui étaient approvisionnés par un puits privé, une recherche des bactéries pathogènes a été effectuée dans leur eau d'approvisionnement comme expliqué précédemment; cette recherche a révélé l'absence de l'une ou l'autre des quatre bactéries pathogènes, tant dans l'eau des cas infectés par l'une d'elles que des témoins qui leur ont été appariés.

Facteurs de risque de la diarrhée

Sur la base des réponses au questionnaire soumis aux parents, peu d'éléments sur l'environnement ou le milieu de vie des enfants sont apparus comme des facteurs de risque de gastro-entérite. En particulier, la fréquentation d'une garderie et la consommation d'aliments crus à risque de contamination (viandes, laitages, œufs) étaient comparables entre les deux groupes. Étonnamment, le contact professionnel des parents avec des animaux et les déplacements à l'extérieur du pays étaient plus fréquemment retrouvés chez les témoins.

Qualité de l'eau potable.

La qualité de l'eau consommée était similaire pour les cas et les témoins; ainsi, 10 % des puits privés approvisionnant les témoins contenaient des micro-organismes indicateurs de contamination fécale (*E. coli* ou entérocoques), comparativement à 11 % chez les cas. En ce qui concerne les réseaux d'aqueducs évalués, la situation était similaire, bien que le risque microbien était un peu plus important pour les cas (33 %) que pour les témoins (23 %), sans être significativement différent sur le plan statistique.

Exposition au bétail.

Habiter sur une ferme, le contact des enfants avec des animaux de ferme ainsi que la densité de l'élevage (bovin ou porcin) ne différaient pas de manière importante entre les cas et les témoins. De plus, suite à une visite des cas et témoins s'alimentant à un puits, il a été jugé que l'environnement agricole des cas n'était pas différent que celui des témoins.

Analyse multivariée.

Les variables significativement différentes entre les cas et les témoins (ex. : antécédents de maladie chronique, niveau d'éducation des parents, contacts professionnels des parents avec des animaux, voyages à l'extérieur) ont été incluses dans une analyse de régression logistique qui a révélé les éléments significatifs suivants: 1) les enfants atteints de maladie chronique avaient près de 4 fois plus de risque d'être hospitalisé pour diarrhée; 2) les parents ayant un degré de scolarité inférieur au niveau collégial (pré-universitaire) avaient deux fois plus de risque d'avoir un enfant hospitalisé pour diarrhée. Par ailleurs, la densité animale n'était pas associée à la survenue de gastroentérite menant à une hospitalisation. Ces observations étaient notées autant lorsque l'on considérait l'ensemble des cas et des témoins, que lorsqu'on limitait l'analyse à uniquement aux participants disant utiliser l'eau du robinet pour la consommation de l'enfant ou lorsqu'on limitait l'analyse aux cas ayant eu un pathogène non viral (bactérie ou parasite).

B) Évaluation de la vulnérabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable (aqueducs) à la contamination microbienne (travaux de l'étudiante Geneviève Cool)

L'évaluation de la vulnérabilité à la contamination microbienne des systèmes d'approvisionnement en eau potable dans les régions d'agriculture intensive a été développée dans le cadre d'une approche multi-barrière «de la source au robinet» prenant en compte les éléments suivants : susceptibilité de la source (souterraine ou de surface) à une contamination microbienne, efficacité du traitement, gestion du système de distribution et pratiques de gestion générales. Pour caractériser ces facteurs, près de 30 indicateurs de vulnérabilité à la contamination ont été utilisés. Ils ont été classifiés, regroupés et pondérés selon une méthodologie multicritères appelée MACBETH (Measuring Attractiveness by Categorical Based Evaluation Technique), afin d'obtenir une moyenne pondérée comparable pour tous les indicateurs.

Sur les 51 usines/réseaux de distributions de la région Chaudière-Appalaches admissibles à cette évaluation, 39 ont été évalués (refus ou données insuffisantes pour les autres).

L'évaluation a révélée que 21 usines/réseaux de distribution étaient dans la catégorie « vulnérable à la contamination » (à divers degrés) et 18 dans la catégorie « moins vulnérable ». Les usines/réseaux s'approvisionnant en eau souterraine se sont révélés moins sensibles à la contamination comparativement à ceux approvisionnés par une eau de surface. La validation de ces résultats a été faite en la comparant à la vulnérabilité historique des usines/réseaux à la contamination microbienne ainsi qu'aux avis d'ébullition de l'eau qui ont pu être émis pour certains d'entre eux. L'étude a permis d'identifier les indicateurs ayant le plus d'impact sur la qualité microbienne de l'eau: la présence de phosphore dans l'eau d'approvisionnement (souterraine ou de surface), la présence de lieux d'entreposage des déjections animales à proximité, l'environnement immédiat de la source d'eau (souterraine ou de surface) et l'efficacité du traitement (à l'usine) de l'eau potable comptent parmi les facteurs influençant le plus la qualité microbienne de l'eau.

C) Relation entre le géopositionnement des puits d'approvisionnement en eau, la qualité de l'eau et l'incidence de la gastro-entérite et les activités agricoles (travaux de l'étudiant Sébastien Simard)

Dans le cadre d'un travail de maîtrise, les données sur l'intensité et le type d'activité agricole à proximité des puits domestiques, ainsi que des informations concernant certaines caractéristiques des systèmes d'évacuation des eaux usées et de puits d'eau de consommation pour toutes les résidences des cas et témoins ont été recueillies (Simard, 2007) La collecte d'information a été faite par géopositionnement d'une série de variables proximales aux résidences et à l'aide d'un appareil GPS.

Des données ont été obtenues pour 122 puits; 62,5 % pour des résidences de témoins et 37,5 % à celles de cas. Des informations ont été colligées quant à la profondeur des puits, le type de construction, la présence d'installations septiques ainsi que plusieurs autres données sur les activités agricoles (proximité de bâtiments d'élevage ou d'entreposage de déjections animales, types de cultures, etc.). Au total, une cinquantaine de variables indépendantes ont été prises en compte dans l'étude.

Une analyse de régression multivariée (modèle logistique) concernant la qualité microbienne des puits privés a révélé que le nombre de lieux d'entreposage, ou de gestion des déjections animales (plateformes à fumiers, fosses à lisiers, etc.), dans un rayon de 250 mètres d'un puits pouvait avoir un impact sur la qualité de l'eau, plus précisément sur la présence de micro-organismes indicateurs d'une pollution d'origine fécale potentielle. Cependant, aucun type de gestion en particulier ne pouvait être mis en cause, le nombre total de lieux d'entreposage étant le seul facteur de risque identifié. En ce qui concerne le lien potentiel des activités agricoles avec la gastro-entérite, l'analyse de régression logistique a suggéré, parmi toutes les variables étudiées, un lien entre la présence de gastroentérite et l'ensemble des champs agricoles situés dans un rayon de 500 m du puits d'eau. Cette association n'était pas robuste et restait non significative après une modélisation des données.

D) Analyse des cas de gastro-entérite infantile hospitalisés dans les régions agricoles du Québec (travaux des étudiants Henri Kaboré et Yossi Febriani)

Une analyse rétrospective de tous les cas de gastro-entérites infantiles hospitalisés de 1996 à 2005 chez les enfants résidant dans la région Chaudière-Appalaches a été effectuée à l'aide du fichier d'hospitalisation (Med-Écho) (Kaboré, 2007). Les résultats de cette analyse révèlent que la majorité des cas de gastroentérite sont d'étiologie inconnue, notamment parce qu'une analyse de laboratoire n'est pas systématiquement demandée par le médecin traitant pour le diagnostic.

Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre la densité animale générale et les cas d'entérite infantile; cependant une relation positive a été observée avec la densité des volailles et des bovins. Si le premier lien est difficile à expliquer, celui avec la densité bovins confirme les résultats obtenus dans le cadre des travaux de monsieur Sébastien Simard. La conclusion de l'analyse est cependant qu'une étude basée sur les hospitalisations qui est restreinte à la seule région du Québec comporte trop de limites, particulièrement en termes de diagnostic et de nombre de cas. Par ailleurs, une étude a aussi été menée en parallèle sur l'ensemble des hospitalisations pour gastroentérite dans les régions agricoles du Québec (Febriani, 2009); elle a confirmé le lien entre la survenue de gastroentérite chez les enfants âgés de 0-4 ans et les activités de production animale. Une tendance était aussi notée entre la densité de volailles et la survenue d'infection à salmonelles chez les enfants âgés de moins de 4 ans. Le caractère écologique de cette étude ne permettait cependant pas la prise en compte d'autres facteurs pouvant expliquer les résultats observés.

5.3 Conclusions générales

Contrairement à ce qui avait été observé lors d'études limitées antérieures (études écologiques et rétrospectives), l'étude que nous avons réalisée avait plusieurs qualités dont son caractère prospectif et le contrôle de plusieurs variables potentiellement confondantes. L'étude menée auprès de près de 200 cas et de 400 témoins était de grande envergure. Elle a permis de démontrer que les virus sont la cause prédominante de gastroentérites chez les enfants hospitalisés et ceci même en milieu rural. Par ailleurs, les bactéries et les protozoaires sont des causes peu fréquentes des gastro-entérites sévères nécessitant une hospitalisation. Aucun lien n'a été observé entre la survenue de gastroentérite et la qualité de l'eau approvisionnant les résidences des cas et des témoins. De plus, aucun lien n'a été observé entre la survenue de gastroentérites et la densité du bétail dans les municipalités de nos participants. Un sous-projet a étudié l'environnement agricole des cas et témoins ayant un puits privé et une faible association a été observée entre la gastroentérite et la présence de champs agricoles dans l'environnement du puits. Ces résultats s'avèrent non concluants et ne prenaient pas en compte l'ensemble des facteurs de risque de gastroentérite.

En résumé, l'étude actuelle est rassurante quant à l'impact des activités de production animale sur l'environnement et la santé des enfants. La faible fréquence des infections bactériennes et parasitaires est en soit une bonne nouvelle. Cependant, le faible nombre de ces infections est aussi une limite de la présente étude. D'autres études devront donc être menées pour confirmer ces résultats.

Publications

Cool, G. (2007) *Évaluation de la vulnérabilité des systèmes d'approvisionnement en eau potable à la contamination microbiologique*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître en aménagement du territoire et aménagement régional, Université Laval, 34p. + annexes.

Febriani, Y., Levallois, P., Lebel, G., Gingras, S. *Association between indicators of livestock farming intensity and hospitalization rate for acute gastroenteritis*. *Epidemiol Infect.* 2009 Feb 26:1-13. [Epub ahead of print]

Kaboré, H. (2007) *Analyse des cas d'entérites infantiles hospitalisés entre 1996 et 2005 dans la région Chaudière-Appalaches*. Rapport de l'Unité de recherche en santé publique (Centre hospitalier universitaire de Québec), 10p.

Simard, S. (2007) *Impact des activités de production animale sur la gastro-entérite infantile et la contamination fécale des puits privés de la région Chaudière-Appalaches*. Rapport de maîtrise, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal, 143 pages + annexes.