

Impacts de l'exposition humaine aux cyanobactéries

Février 2012



Équipe de recherche



Chercheurs et collaborateurs:

- Benoît Lévesque^{1,2,3}
- Geneviève Brisson²
- Denis Gauvin²
- Marie-Christine Gervais²
- Pierre Chevalier²
- Elhadji Laouan Sidi³
- Karine Dubé¹
- Suzanne Gingras²
- David F. Bird⁴
- Nathalie Fortin⁵
- Charles Greer⁵
- Benoît Barbeau⁶
- Michel Savard⁷
- Éric Dewailly^{1,2,3}

Organisations

1. Université Laval
2. Institut national de santé publique du Québec
3. Axe santé des populations et environnement,
Centre Hospitalier Universitaire de Québec
4. Université du Québec à Montréal
5. Institut de recherche en biotechnologie
6. École Polytechnique, Université de Montréal
7. Direction de santé publique des Laurentides

L'Équipe



Biens livrables

➤ 3 biens livrables:

- Une ou des définitions de cas compatibles avec une exposition probable aux cyanobactéries (M. Savard)
- L'élaboration d'un protocole d'investigation suite à une éclosion suspectée en relation avec l'exposition aux cyanobactéries (M. Savard)
- **Une étude de cohorte prospective**
 - **Volet 1, santé: effets sur la santé (B. Lévesque)**
 - **Volet 2, social: intention d'observance des recommandations de santé publique (G. Brisson)**

Plan

- Volet 1: santé (Problématique)
- Volet 2: social (Problématique et étude)
- Volet 1: santé (Étude)

Problématique santé

Volet 1



Problématique (santé)

Toxines (non exhaustif)

- Plusieurs toxines: Effets au foie (hépatotoxines), au système neurologique (neurotoxines) et irritant/allergène
- Hépatotoxines: **microcystines**
 - Eau potable: 1,5 µg/L (LR, Santé Canada; LR tox équiv, INSPQ, 2005)
 - Eau récréative: 16 µg/L (LR- tox équiv, INSPQ, 2005)
- Neurotoxines: Anatoxine-a et homoanatoxine-a
- Irritant/allergène: **endotoxines**

Problématique (santé)

- Bilan des études épidémiologiques
 - Peu d'études épidémiologiques de qualité, surtout des série de cas.
 - Principaux symptômes documentés : **symptômes gastro-intestinaux** , symptômes s'apparentant à la grippe, irritations cutanées et oculaires, maux de tête, ulcères buccaux

Volet 2: « Dimensions sociales »

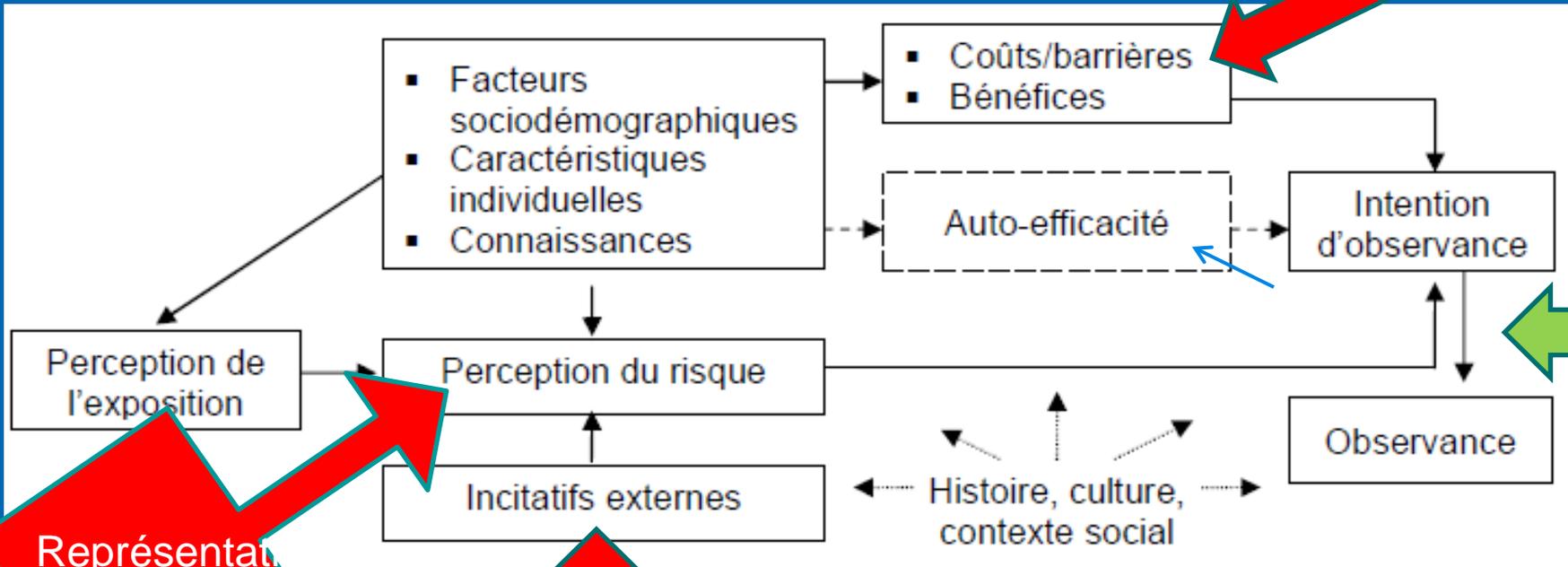


Méthode

- Recherche qualitative:
 - Groupes de discussion (3 lacs)
 - Étude de cas plus approfondie au lac William (entrevues et observation participante)
 - Au total: 61 participants
- Collecte des données auprès des principaux groupes d'acteurs concernés par le phénomène des cyanobactéries au niveau local



Modèle théorique et objectifs



Représentations sociales

Représentations sociales

Représentation	Basée sur :	Présente chez :
Dégoûtant	<i>Expérience sensorielle</i>	Tous les groupes d'acteurs ; tous les lacs
Signe de dégradation environnementale	Informations diffusées	Autorités locales et groupes environnementaux; tous les lacs
Risque potentiel pour la santé	Informations diffusées	Tous les groupes d'acteurs ; lac William et un secteur de la baie Missisquoi
	<i>Expériences : symptômes</i>	Tous les groupes d'acteurs ; lac Roxton et un autre secteur de la baie Missisquoi
Inoffensif	<i>Expériences : absence de symptômes</i>	Tous les groupes d'acteurs ; tous les lacs (excepté un secteur de la baie Missisquoi)
Manifestation naturelle	Informations diffusées	Groupes environnementaux du lac William et résidents des deux autres lacs
Mal connu : ignorance sur sa nature, son aspect, son risque	Surabondance ou absence d'informations Contradiction des messages	Tous les groupes d'acteurs (excepté groupes environnementaux) ; tous les lacs

Effets personnels et sociaux

Impacts réels ou ressentis :

- Diminution des activités nautiques;
- Diminution de la pêche et de la consommation de poissons;
- Diminution de la qualité de vie (crainte, déception, etc.).

Autres impacts appréhendés :

- Réduction de la valeur immobilière;
- Baisse de l'achalandage touristique;
- Contamination de l'eau potable (un site).

Effets sur les communautés :

- Tensions entre certains groupes.

Opinions sur la gestion du risque

Risque sanitaire:

- Mises en garde : assurent la protection des citoyens, mais pas assez précises et n'arrivent pas toujours au bon moment;
- Variation dans les modes annuels d'intervention (2007 vs 2008): crainte, inquiétude, doutes.

Risques env. et gouvernement:

- Confusion au sein de la population quant aux rôles de chacun des intervenants;
- Manque de communication entre les ministères;
- Gouvernement trop tolérant envers les pollueurs;
- Manque de connaissance des réalités agricoles;
- Manque de cohérence : actions vs soutien.

Retombées de la recherche

- Raffiner les méthodes de gestion et de communication des risques
 - coordonner messages
 - prendre conscience des impacts créés vs le risque réel pour la santé
 - éviter l'ostracisme de certains
 - Prendre en compte les souhaits des parties locales
 - Améliorer les interactions entre les partenaires et face au public
 - Augmenter l'observance lorsque requis
- 

Volet 1

L'étude épidémiologique



Étude prospective, volet 1

➤ Objectif général

Documenter chez une population riveraine de lacs affectés par des cyanobactéries, les symptômes potentiellement liés à l'exposition aux cyanobactéries et à leurs toxines

➤ Objectifs spécifiques

- Évaluer la relation entre l'exposition aux **cyanobactéries** et l'incidence de symptômes chez les riverains
- Évaluer la relation entre l'exposition aux **cyanotoxines (microcystines et endotoxines)** et l'incidence de symptômes chez les riverains

Méthodologie

Sélection des plans d'eau

➤ 3 lacs:

- Lac Roxton (Montérégie)
- Lac William (Centre du Québec)
- Baie Missisquoi (Montérégie)



Méthodologie

Population à l'étude

- Critères d'admissibilité
 - 5 ans et plus
 - Max: 3 participants/famille
 - Résider en bordure du plan d'eau et avoir un accès privilégié au lac

Méthodologie

Recrutement

- Sélection de 400 résidences/lac
- Lettre d'information sur le projet, recrutement par téléphone

Méthodologie

Collecte données

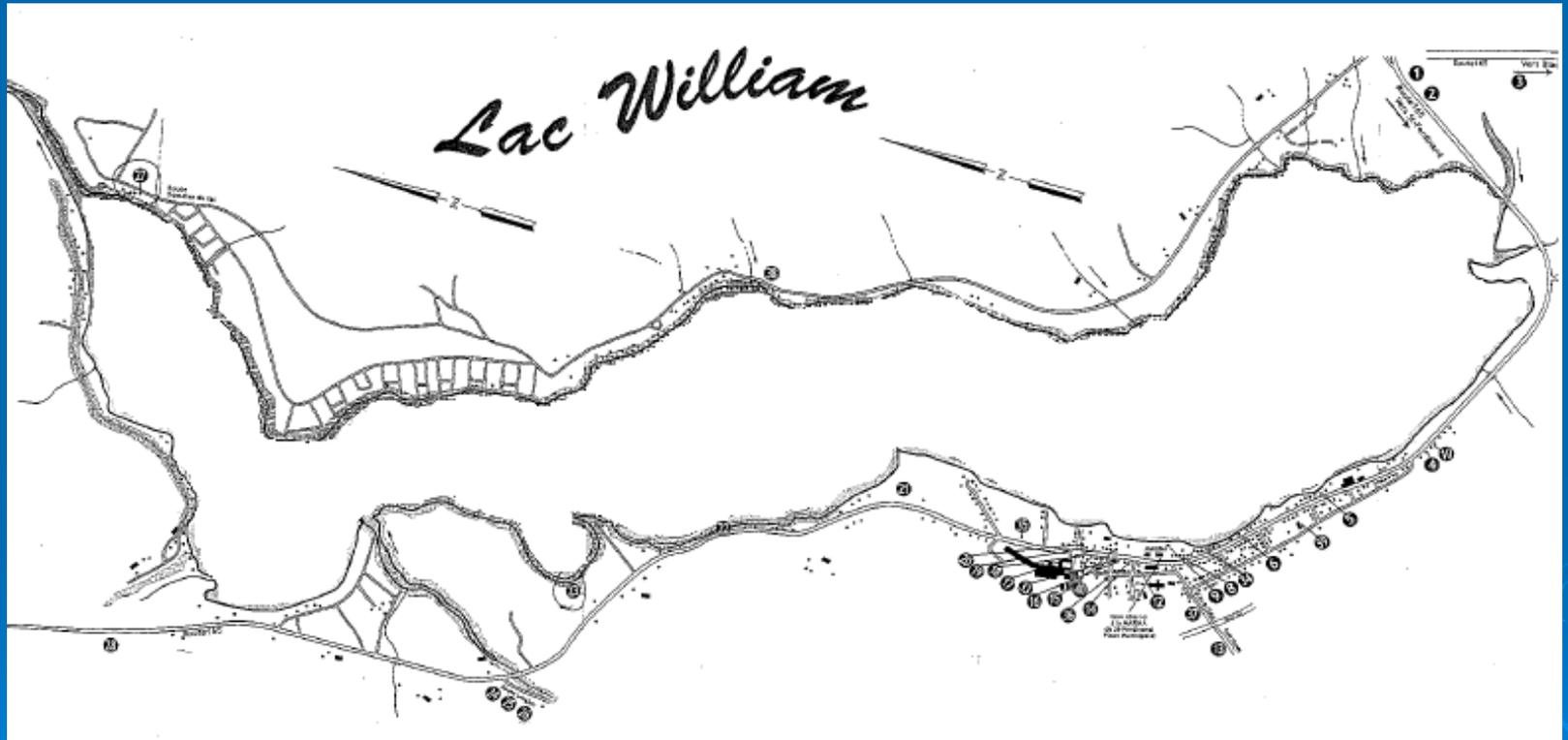
- Deux outils
- **1. Questionnaire familial** (Levallois et al., 2004)
 - Caractéristiques socio-démographiques;
 - Histoire médicale;
 - Approvisionnement en eau potable;
 - Activités pertinentes à l'extérieur du domicile (travail, voyages...)
 - Possession d'animaux domestiques

Méthodologie

Collecte de données (suite)

- **2. Journal familial quotidien** (Stewart et al., 2004)
 - À compléter du 27 juin au 21 août
 - Symptômes recherchés:
oculaires, respiratoires, gastro-intestinaux, cutanés, oreille, autres (ulcères buccaux, maux de tête, d. musculaires)
 - Exposition à l'eau du lac
 - contact direct (baignade, ski nautique, planche à voile, chute, embarcation avec mise à l'eau...) ou indirect (pêche, embarcation sans mise à l'eau...) avec le plan d'eau

Collecte de données (suite)



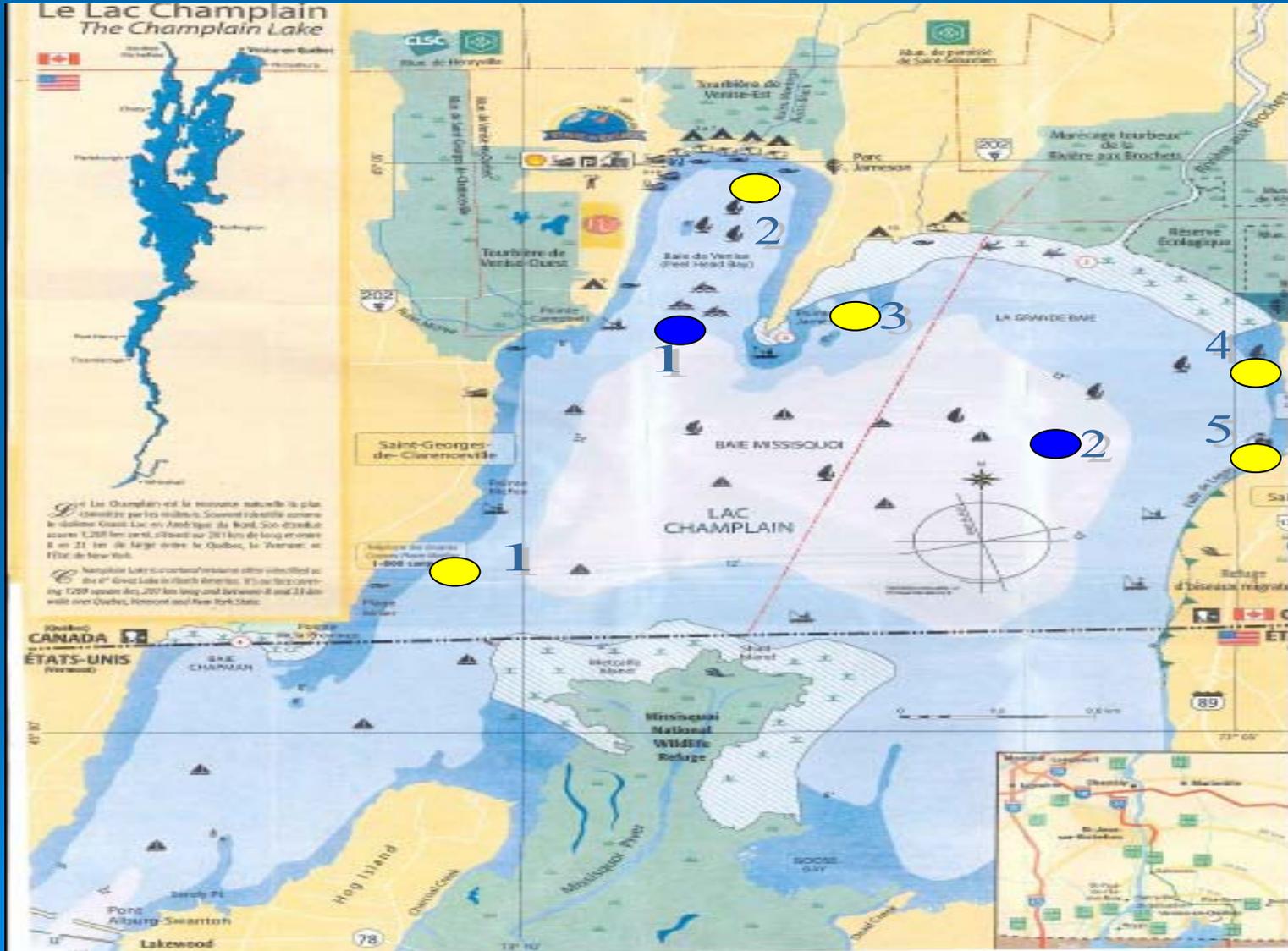
Méthodologie

Collecte de données

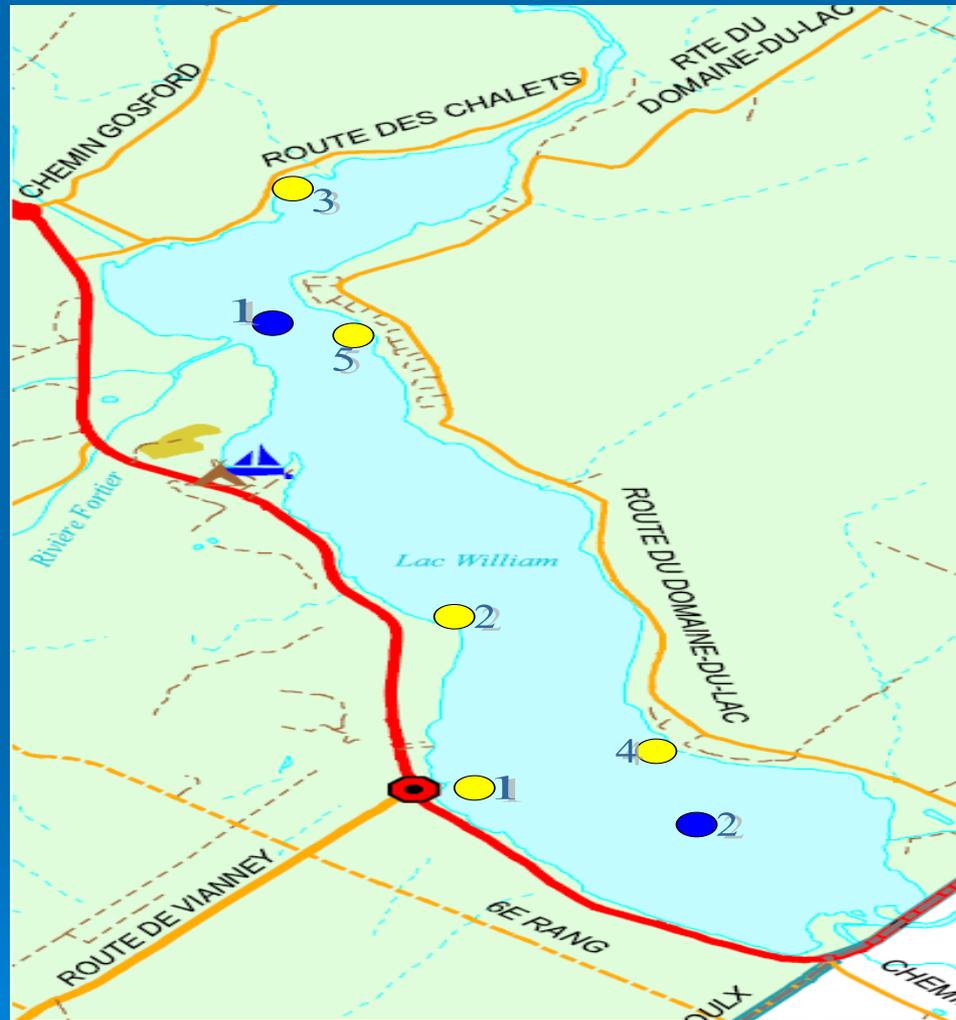
- Surveillance environnementale des plans d'eau (David Bird, UQAM; Charles Greer, Nathalie Fortin IRB)
 - Baie Missisquoi: 5 stations littoral; 2 limnétiques
 - Lac Roxton: 4 stations littoral; 1 limnétique
 - Lac William: 5 stations littoral; 2 limnétiques



POINTS D'ÉCHANTILLONNAGES



POINTS D'ÉCHANTILLONNAGES



Stations en rivage



Stations en milieu pélagique

Méthodologie

Collecte de données

➤ **Cyanobactéries et toxines:**

- Stations littoral : échantillon quotidien
- Stations Limnétiques : 2x/sem.
- Décompte cyanobactéries, microcystines, endotoxines

➤ ***Escherichia coli* :**

- Littoral et limnétique: 1x/sem.



Méthodologie

Analyse statistique

- Analyse des symptômes individuellement ou en catégories selon la fréquence:
 - Cutanés (Démang ou rougeur ou éruption)
 - Oculaires (Irritation ou rougeur ou écoulement)
 - Respiratoires (Écoule nasal ou mal gorge ou toux ou resp sifflante)
 - 2 indices: Resp haut (Écoule nasal ou mal de gorge); Resp bas (Toux ou resp sifflante) (Tager et Speizer, 1976)
 - Oreilles (écoulement ou mal d'oreille)

Méthodologie

Analyse statistique

- Analyse des symptômes individuellement ou en catégories selon la fréquence (suite):
 - Gastrointestinaux
 - 2 indices
 - GI1. Nausées ou diarrhée (3 selles liquides/jour) ou douleur abdominale ou vomissements.
 - GI2. Diarrhée ou vomissements ou (nausées et fièvre) ou (crampes abdominales et fièvre) (Wiedenmann et al., 2006)
 - Douleurs musculaires
 - Maux de tête
 - Plaies lèvres et bouche

Méthodologie

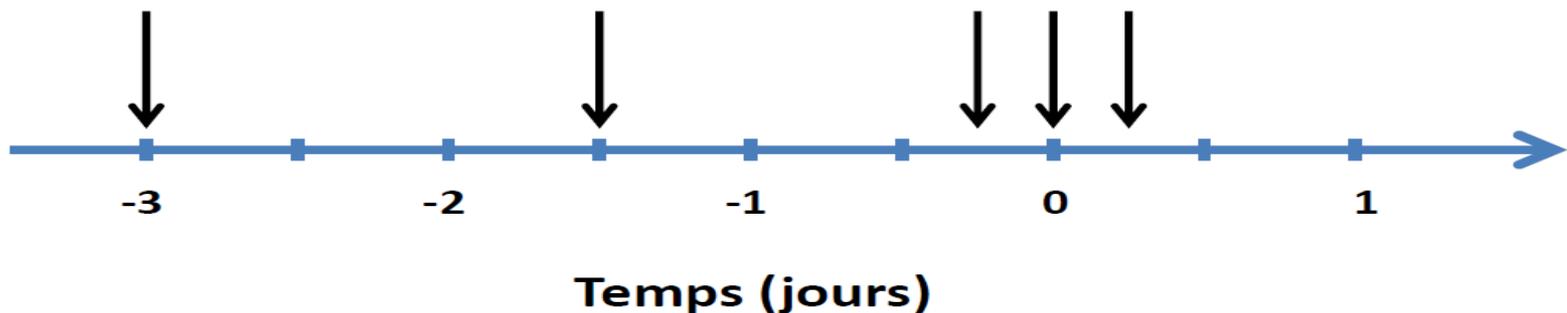
Analyse statistique

- Déterminer le nb. d'épisodes de chacune des catégories de symptômes (épisodes distincts, pas de symptômes pour 6 jours ou plus)
- Temps de latence: Contact -épisode

Contact retenu pour
les symptômes
digestifs et les
douleurs
musculaires

Contact retenu pour
les symptômes
autres que digestifs
et les douleurs
musculaires

Jour de
l'épisode



Résultats

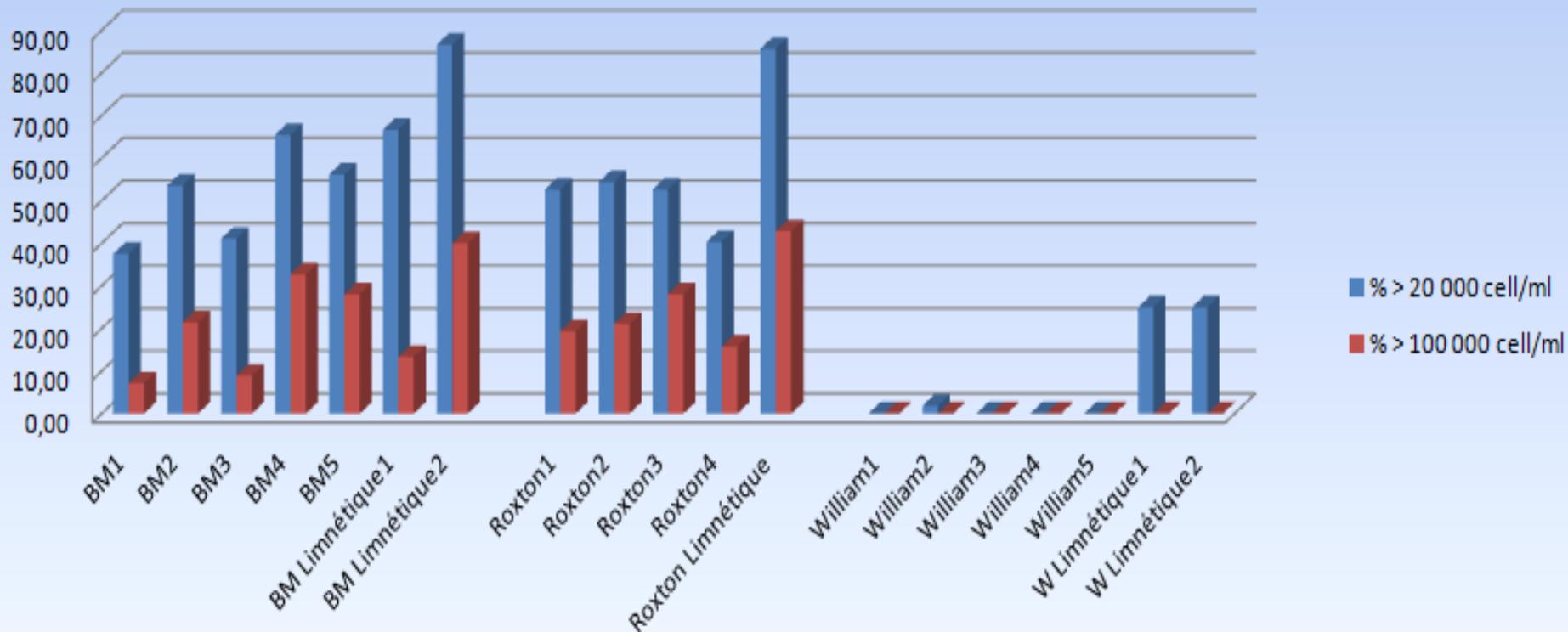
Exposition



Résultats

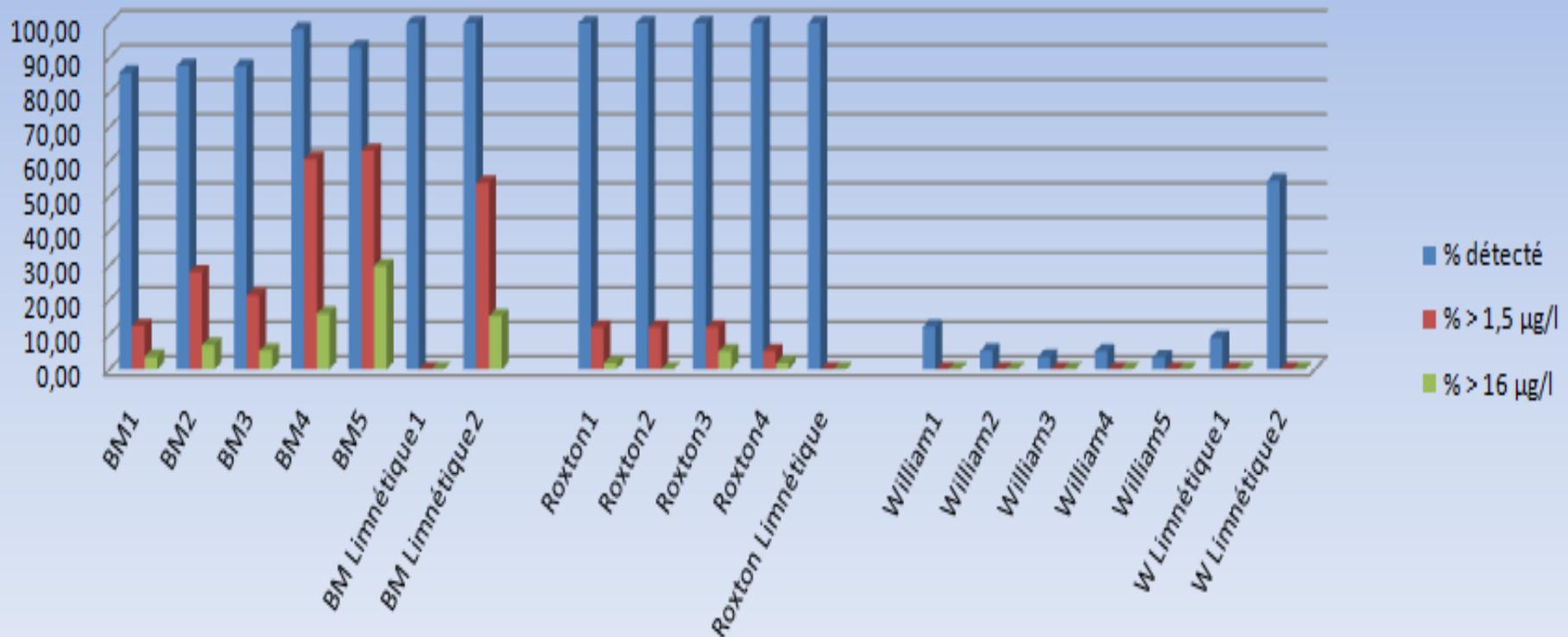
Dénombrement de cyanobactéries selon les lacs

Biomasse nb cell/ml
sur chacun des lacs
% au dessus de certains seuils



Microcystines totales selon les lacs

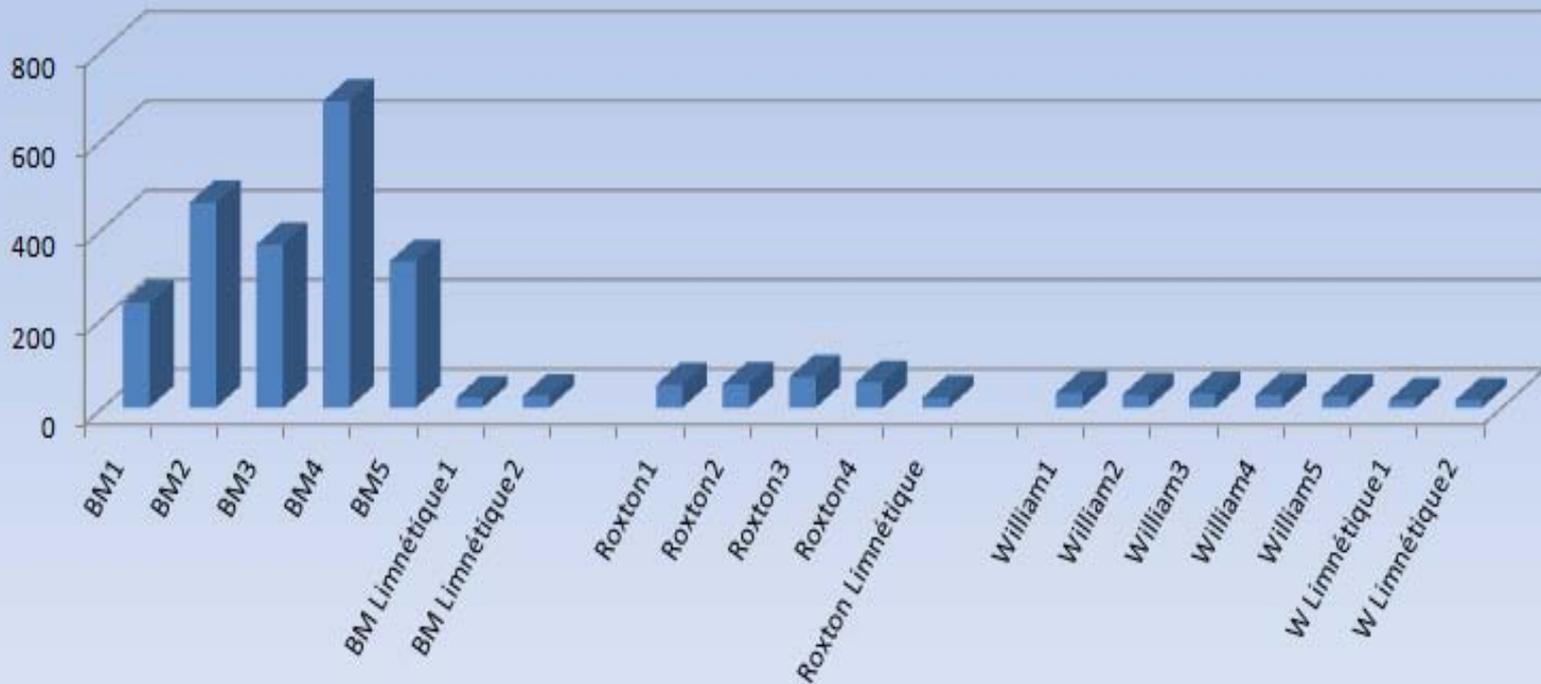
Microcystines totales
% détecté et au-dessus de certains seuils



Résultats

Endotoxines selon les lacs

Endotoxines par station et par lac
(Médiane EU/ml)



Résultats

Participation



Résultats

Âge, sexe, contacts

- 245 femmes (53%), 221 hommes (47%)
- Âge:
 - 0- 20: 11%
 - 21-40: 12%
 - **41-60: 39 %**
 - **> 60: 38%**
- Contacts:
 - Directs : 1548; Indirects: 1554; Inconnus: 61
 - **Total: 3163**

Résultats

Nb épisodes (6 jours entre épisodes)

- Respiratoires: 322
- Maux de tête: 228
- Gastro intestinal: GI1: 180; GI2:88
- Oculaires: 169
- Douleur musculaire: 130
- Cutanés: 124
- Oreilles: 55
- Plaies lèvres et bouche: 39

Résultats

Relation exposition et effets sur la santé



Relation exposition et effets santé (Lexique)

- Risque relatif : RR
 - Mesure le risque de survenue d'un évènement entre deux groupes (Ex. baigneurs, non baigneurs)
 - $RR = 2$. Le risque est 2 fois plus élevé chez les baigneurs.
 - $RR = 0,5$. Le risque est 2 fois plus faible
- Valeur p: permet de juger de la signification statistique, de baliser l'influence possible du hasard: $p < 0,05$, significatif

Résultats

Relation entre les contacts avec les plans d'eau et les symptômes gastrointestinaux



Contacts totaux G11 et G12

Variables	G11		G12	
	RR	p	RR	p
Contact BM vs pas contact BM	2,48	0,02	2,71	0,05
Contact Roxton vs pas contact Roxton	2,72	0,007	3,99	0,006
Contact William vs pas contact William	0,43	0,1	0,28	0,04
Eau de la maison: -Non à risque	1,00		1,00	
-Philipsburg	3,87	0,002	2,84	0,10
-Eau à risque (eau lac ou puits surface)	1,89	0,05	3,17	0,007

Ajusté pour le sexe, la déclaration de symptômes avant l'étude

Résultats

Relation entre les contacts avec les plans d'eau et les autres symptômes :

- Pas de relation détectée avec les contacts avec les lacs
- Relation pour certains symptômes avec la source d'eau de la maison

Douleurs musculaires

Variables	RR	p
Contacts avec les lacs vs pas de contacts	0,91	0,72
Eau de la maison: - Philipsburg	7,35	<,0001
- Les autres	1,00	

Ajusté pour l'âge , le lac et la déclaration de symptômes avant l'étude

Symptômes cutanés

Variables	RR	p
Contacts avec les lacs vs pas de contacts	1,20	0,45
Eau de la maison: - Philipsburg	2,65	0,03
- Les autres	1,00	

Ajusté pour la déclaration de symptômes avant l'étude

Symptômes oreilles

Variables	RR	p
Contacts avec les lacs vs pas de contacts	0,60	0,37
Eau de la maison: -Philipsburg	6,10	<,0001
- Les autres	1,00	

Ajusté pour la déclaration de symptômes avant l'étude

Résultats

Relation entre les types de contacts (indirect, direct) avec les plans d'eau et les symptômes gastrointestinaux

Possible de l'étudier globalement , mais pas en fonction des dénombrements de cyanobactéries ou des toxines en raison d'un manque d'effectifs

Type contacts et GI1 – GI2

Variables	GI1		GI2	
	RR	p	RR	p
Contact direct avec les lacs vs pas de contact	0,92	0,80	0,86	0,74
Contacts indirects avec les lacs vs pas de contact	2,73	0,0004	3,08	0,003

Ajusté pour le sexe, la déclaration de symptômes avant l'étude, le lac et la source d'eau potable de la maison

Résultats

Relation entre les contacts avec les plans d'eau et les symptômes gastrointestinaux en tenant compte des dénombrements de cyanobactéries



Contacts et GI1 et G2 en tenant compte des dénombrements

Variables	GI1		GI2	
	RR	p	RR	p ^a
Pas de contact	1,00		1,00	
Contacts :				
- <20000 cellules	2,19	0,02	1,52	0,33
- 20000-100000 cellules	1,27	0,64	2,71	0,045
- >100000 cellules	2,26	0,006	3,28	0,0005

Ajusté pour le sexe, la déclaration de symptômes avant l'étude, le lac et la source d'eau potable de la maison

^a test de tendance significatif: $p = 0,001$

Résultats

Toxines en relation avec les effets sur la
santé



Résultats microcystines

➤ Microcystines totales:

- Analyse en tertile ($<0,001 \mu\text{g/l}$; $0,001 - 0,25 \mu\text{g/l}$; $> 0,25 \mu\text{g/l}$) : Coefficient de corrélation avec cellules = 0,83; équivalent au dénombrement
- $1,5 \mu\text{g/l}$:
 - GI1: $>1,5 \mu\text{g/l}$; RRaj = 1,13, $p = 0,83$;
 - GI2: $>1,5 \mu\text{g/l}$; RRaj = 1,54; $p = 0,42$.
- $> 16 \mu\text{g/l}$: Pas d'épisode

Résultats endotoxines

- Aussi corrélé avec dénombrements mais:
 - Coefficient de corrélation avec cellules plus faible= 0,57
 - Analyse pertinente
 - Pas de relation avec autre symptômes que digestifs

Résultats exposition aux endotoxines en relation avec GI1 et GI2

Variables	GI1		GI2	
	RR	p	RR	p ^a
Exposition endotoxines: - Pas de contacts	1,00		1,00	
- T1 (< 26 EU/ml)	1,62	0,21	1,14	0,82
- T2 (26 à 48 EU/ml)	1,48	0,34	2,14	0,14
- T3 (> 48 EU/ml)	2,61	0,0007	2,82	0,001

Ajusté pour le sexe, la déclaration de symptômes avant l'étude, le lac et la source d'eau potable de la maison

^a test de tendance significatif: **p= 0,003**

Discussion

- Pas de relation entre les contacts avec les lacs et les symptômes autres que gastrointestinaux
 - Pas d'hospitalisations , pas de consultations médicales pour symptômes gastrointestinaux en relation avec les plans d'eau: explication du peu d'évènements déclarés au système de santé?
- 

Discussion

- Divers symptômes (douleurs musculaires, symptômes cutanés, symptômes oreilles ,GI1) plus fréquents chez les participants de Philipsburg
 - attention au faible échantillon
 - biais de sélection (?)
 - connaissance limitée de l'exposition précise
- Prématuré de parler d'association causale, mais certaines associations très statistiquement significatives

Discussion

- Relation entre les contacts et les symptômes gastrointestinaux à lac Roxton et baie Missisquoi
- Augmentation de l'association en fonction du nombre de cellules pour les contacts pour GI2, moins évident pour GI1



Discussion

- Relation significative entre l'exposition aux endotoxines et les symptômes gastrointestinaux pour le troisième tertile.
- Association assez comparable qu'avec les dénombrements de cyanobactéries.
- Difficile de discriminer quel est le facteur prédominant , mais se rappeler qu'une forte proportion des endotoxines est due aux cyanobactéries

Discussion

- Risque plus élevé pour contacts indirects que directs?
 - Étude récente (Dorevitch et al., 2012) : risque significatif pour les gastroentérites pour des activités de contact indirect (canot, pêche, bateau à moteur)
 - Mauvaise compréhension des répondants (misclassification?): Chevauchement entre les contacts directs et indirects (embarcation avec ou sans mise à l'eau???)
 - Évitement volontaire des « blooms » pour les contacts directs et non pour les contacts indirects (effet GBS)

Résultats contacts directs et indirect et nb. cellules

Variables	Contacts directs		Contacts indirects	
	RR	p	RR	p
< 20000 cellules	1,00		1,00	
Cellules 20000-100000 vs < 20000	0,68	0,001	0,81	0,08
> 100000 cellules vs < 20000 cellules	0,62	0,002	1,09	0,48

Ajusté pour les précipitations et la température

Discussion

- Ampleur du risque:
- Wiedenman et al. (2006): 1 baignade de 10 minutes, 3X la tête dans l'eau, comparé à non baigneurs (suivi de 7 jours):
> 180 E. coli/ 100ml: RR; GI1, 1,96; GI2, 3,55.
- Étude actuelle: Contact > 100000 cellules: RR; GI1, 2,26; GI2, 3,28 (même ordre de grandeur)

Remerciements

Nous désirons remercier tous les partenaires qui nous ont permis de réaliser cette étude: municipalités, comités de bassin versant, comités de riverains... Des remerciements également à tous les étudiants qui ont travaillé avec cœur sur ce projet. Finalement, un merci sincère aux participants qui ont eu la patience de bien vouloir remplir au fil d'un été, nos questionnaires un peu « beaucoup » fastidieux.

Questions

