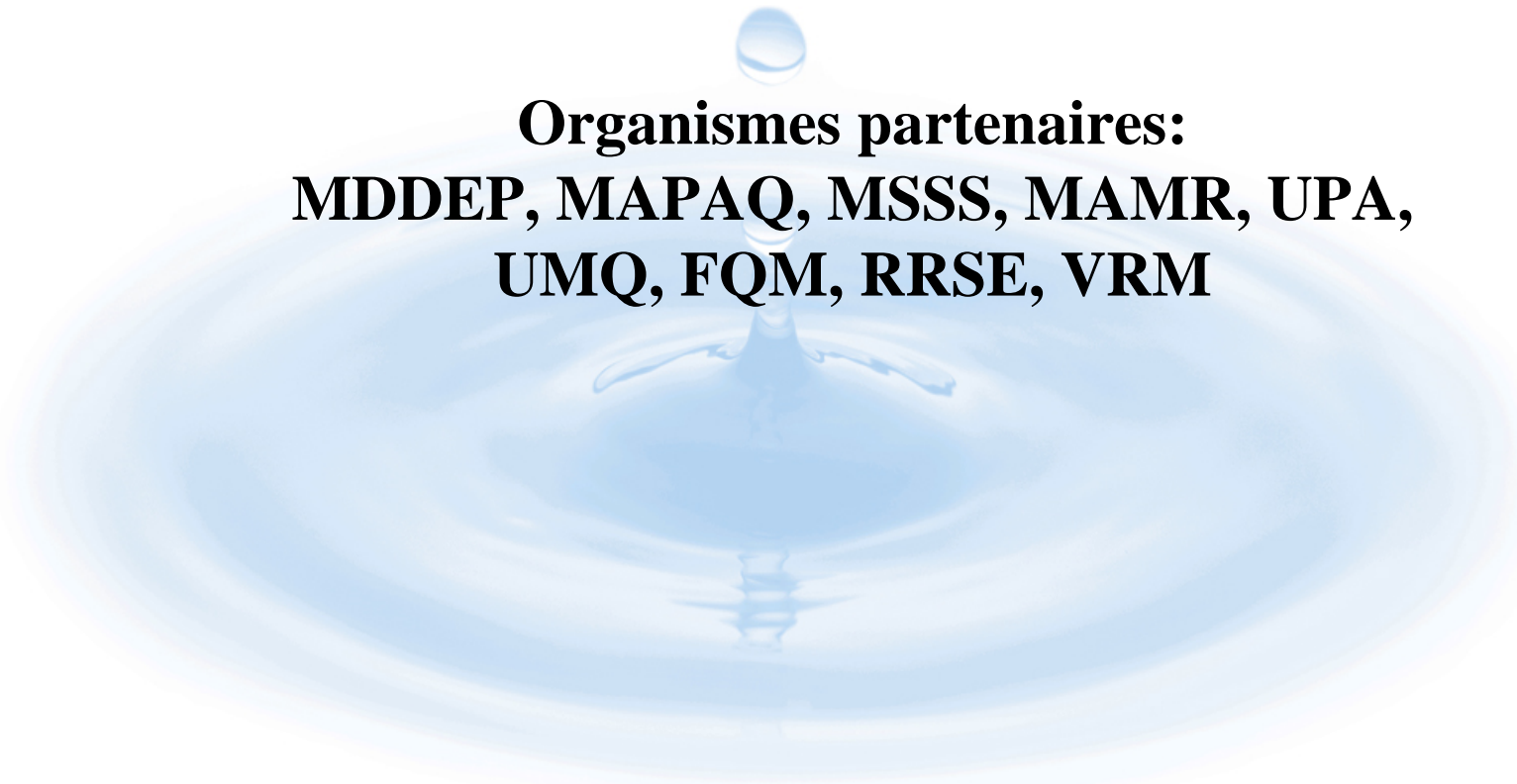




**Qualité des sources publiques d'eau potable
en milieu rural: impact de l'agriculture
intensive et stratégies de protection**

*Forum de transfert des travaux de recherche sur
l'environnement rural*

Trois-Rivières, 7 avril 2009



**Organismes partenaires:
MDDEP, MAPAQ, MSSS, MAMR, UPA,
UMQ, FQM, RRSE, VRM**

CHERCHEURS

Manuel Rodriguez, U. Laval
Alain Rouleau, UQAC
Christian Bouchard, U. Laval
Robert Tardif, U. de Montréal
Jean Sérodes, U. Laval
Patrick Levallois, U. Laval
Marius Thériault, U. Laval
Sophie Larochelle, U. Laval
Frédéric Lasserre, U. Laval
Marc Gignac, MDDEP

ÉTUDIANTS-CHERCHEURS

Alexandre Bonton (doctorat)
Sandrine Chébékoue (maîtrise)
Sylvette Awho (maîtrise)
Bruno Sylvestre (maîtrise)
Hugo Tremblay (maîtrise)
Christian Gravel (maîtrise);
Aurélie Thouet (stagiaire)
Valérie Pelletier (stagiaire)
Nicolas Henriques (stagiaire)
Charles Bienvenu (stagiaire)
Luis Miranda (post-doctorat)

Environ **20-25 % de la population du Québec** utilise l'eau souterraine comme source d'approvisionnement.

L'eau souterraine est utilisée comme source primaire d'approvisionnement par environ **65 % des municipalités du Québec.** (MENV, 2002)

1er mai, 2000:

Le rapport de la Commission Beauchamp sur la gestion de l'eau au Québec.

La commission recommande:

- La publication et la promulgation par le gouvernement des modifications au *Règlement sur l'eau potable* datant de 1984.
- L'approbation par le gouvernement du projet de politique de protection et de conservation des eaux souterraines et l'élaboration de la réglementation s'y rattachant.

2 semaines plus tard:

Walkerton, Ontario: Le système d'aqueduc est contaminé par la bactérie *E. Coli* 0157:H7. **Morts: 7** **Malades: 2300**

(Commission d'enquête sur Walkerton, 2002)
Forum de transfert en environnement rural – 7 avril 2009

Peu après... :

28 juin 2001: Le Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable
(RQEP) (Gouvernement du Québec, 2001)

15 juin 2002: Le Règlement sur le captage des eaux souterraines
(RCES) (Gouvernement du Québec, 2002)

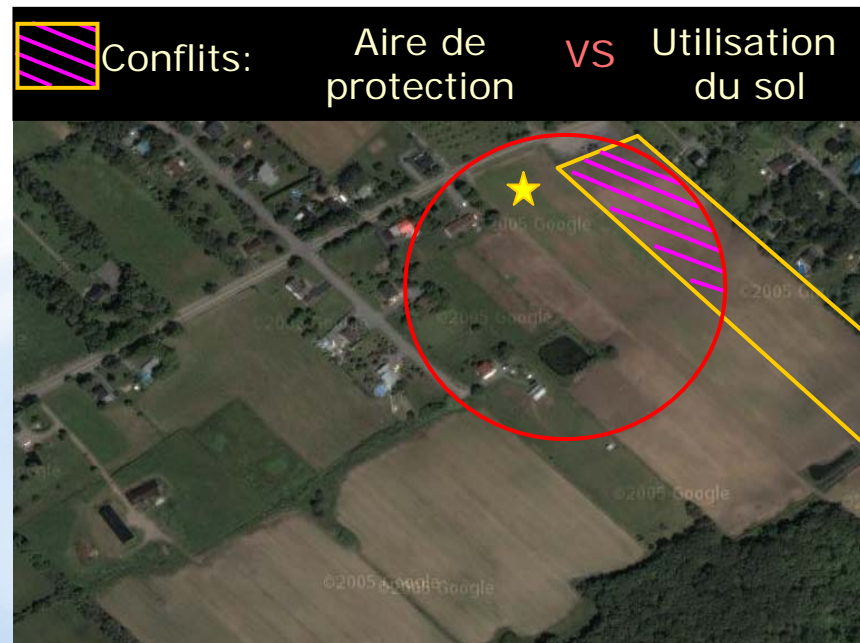
- Protection de l'eau souterraine à la source.
- Les municipalités doivent prendre des mesures afin de protéger leurs captages municipaux d'eau souterraine.

Le RCES, article 25 (cas fictif):

3 – Délimitation de l'aire d'alimentation des eaux souterraines (DRASQUE)



Répercussions possibles de la nouvelle réglementation



PROJET DE RECHERCHE EN 4 VOLETS

VOLET 1: Impacts des pressions agricoles sur la qualité de l'eau des captages municipaux

VOLET 2: Évaluation des mesures de protection et analyse des outils juridiques en place pour encadrer la protection des captages

VOLET 3: Modélisation de la qualité de l'eau sur l'aire d'alimentation et application à la gestion des pratiques agricoles

VOLET 4: Analyse du risque à la santé publique associé analyse à la consommation d'eau de puits municipaux



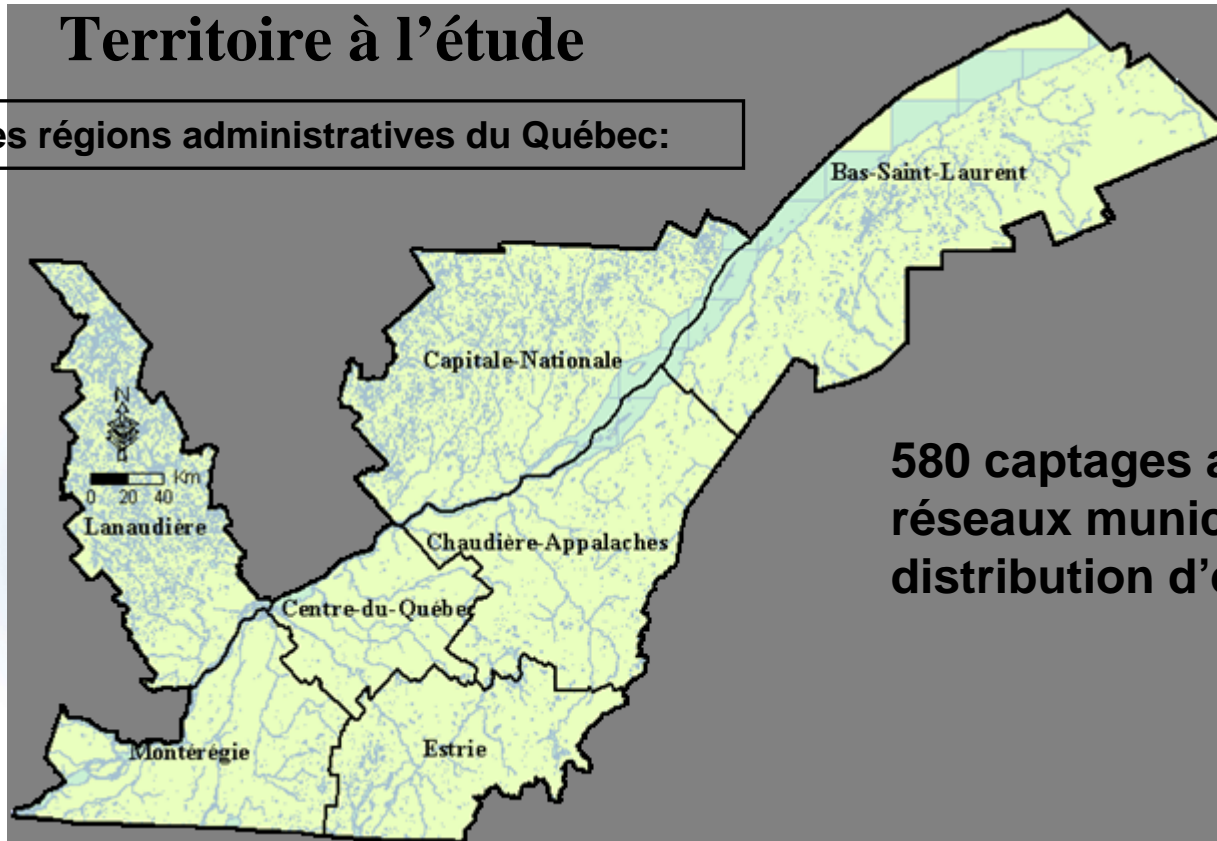
VOLET 1

***Documenter l'impact des pressions agricoles sur la
qualité de l'eau potable des municipalités desservies
par des sources souterraines***



Territoire à l'étude

7 des régions administratives du Québec:



**580 captages alimentant 265
réseaux municipaux de
distribution d'eau potable**

Quelques bases de données utilisées

- *Banque informatisée Eau Potable (MDDEP)*
- *Fiche d'enregistrement des producteurs agricoles (MAPAQ)*
- *Système d'information et de gestion en Aménagement du territoire (SIGAT)*
- *Cadre écologique de référence(MDDEP)*
- *Image satellite de l'utilisation du sol (CIC, MRNFP, MAPAQ, SCF, FAUNE Québec, AAC, CSL)*
- *Richesse foncière uniformisée (MAMR)*
- *Système d'information hydrogéologique (SIH)*
- *Banque nationale de données topographiques (BNDT)*

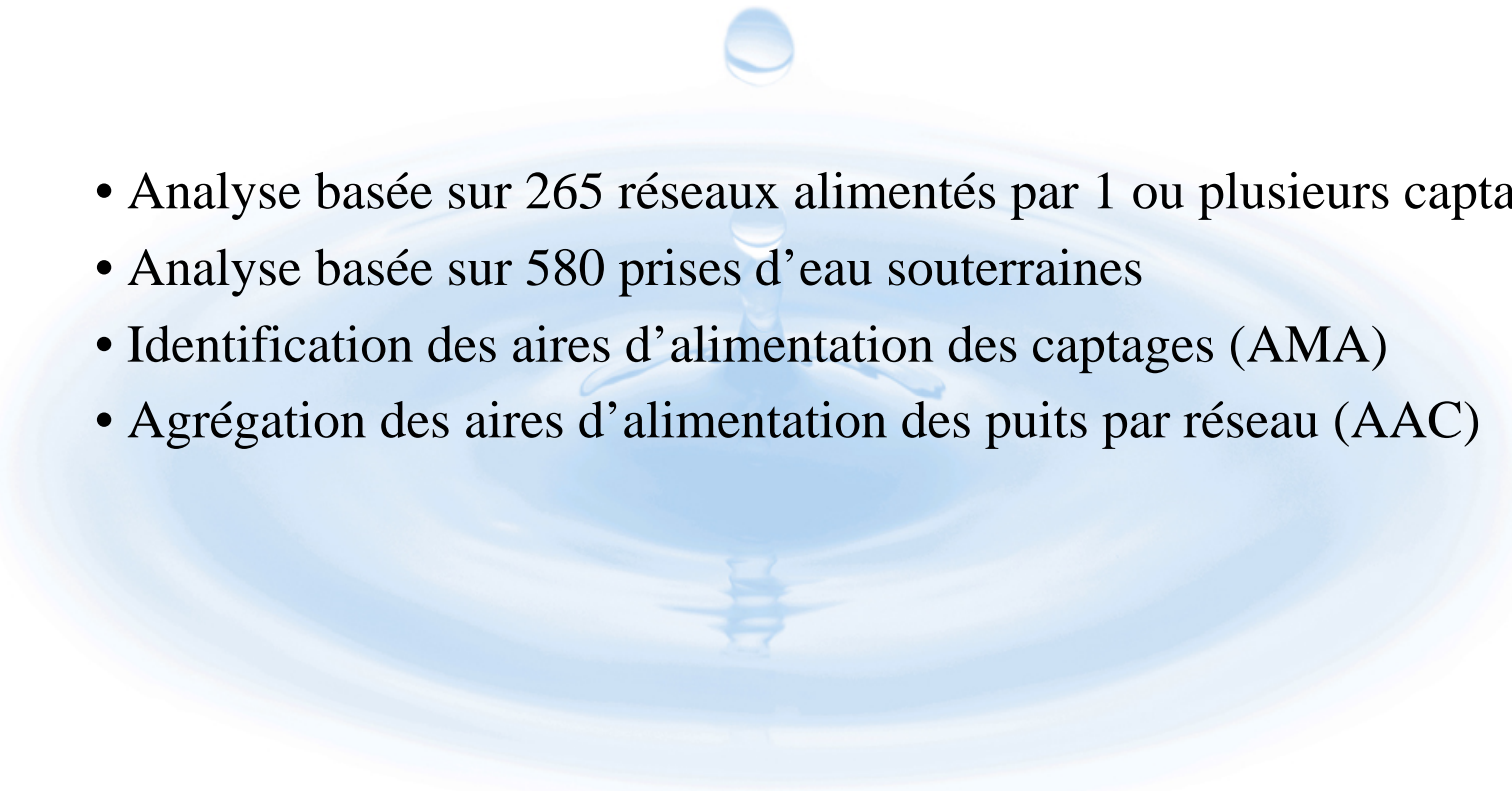
Impact des pressions agricoles sur la qualité de l'eau potable - analyse empirique-



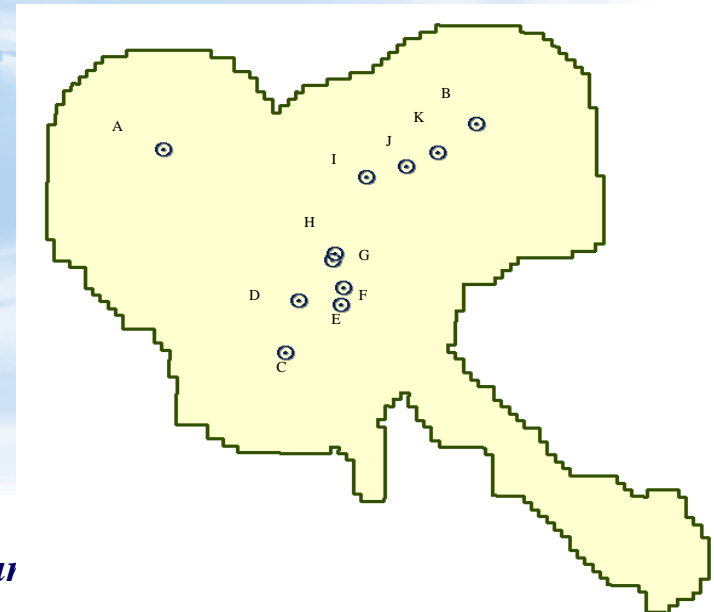
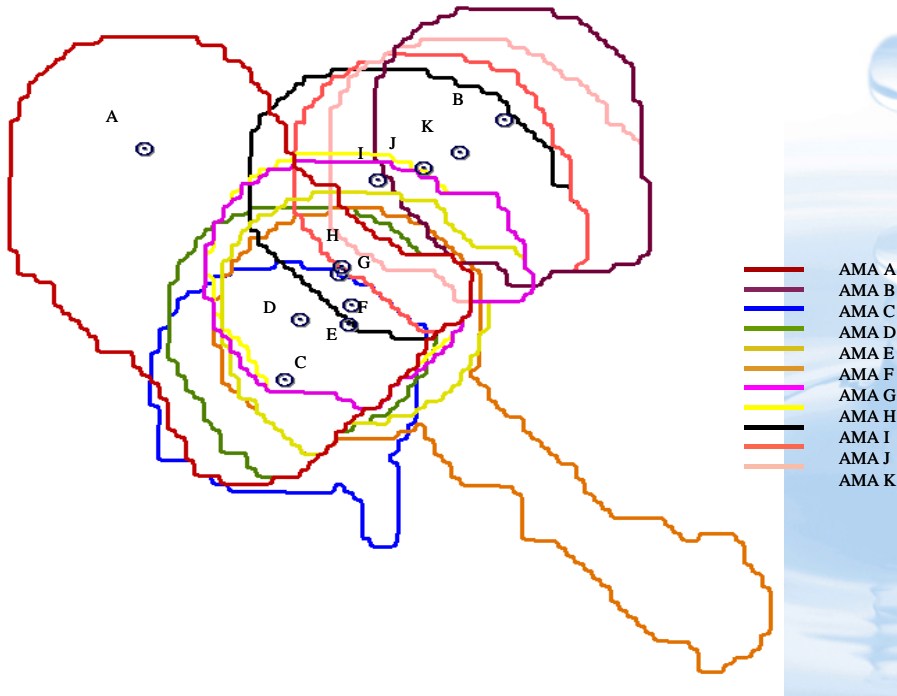
Évaluer l'impact de la présence d'agriculture intensive sur la qualité de l'eau distribuée par les captages d'eau souterraine

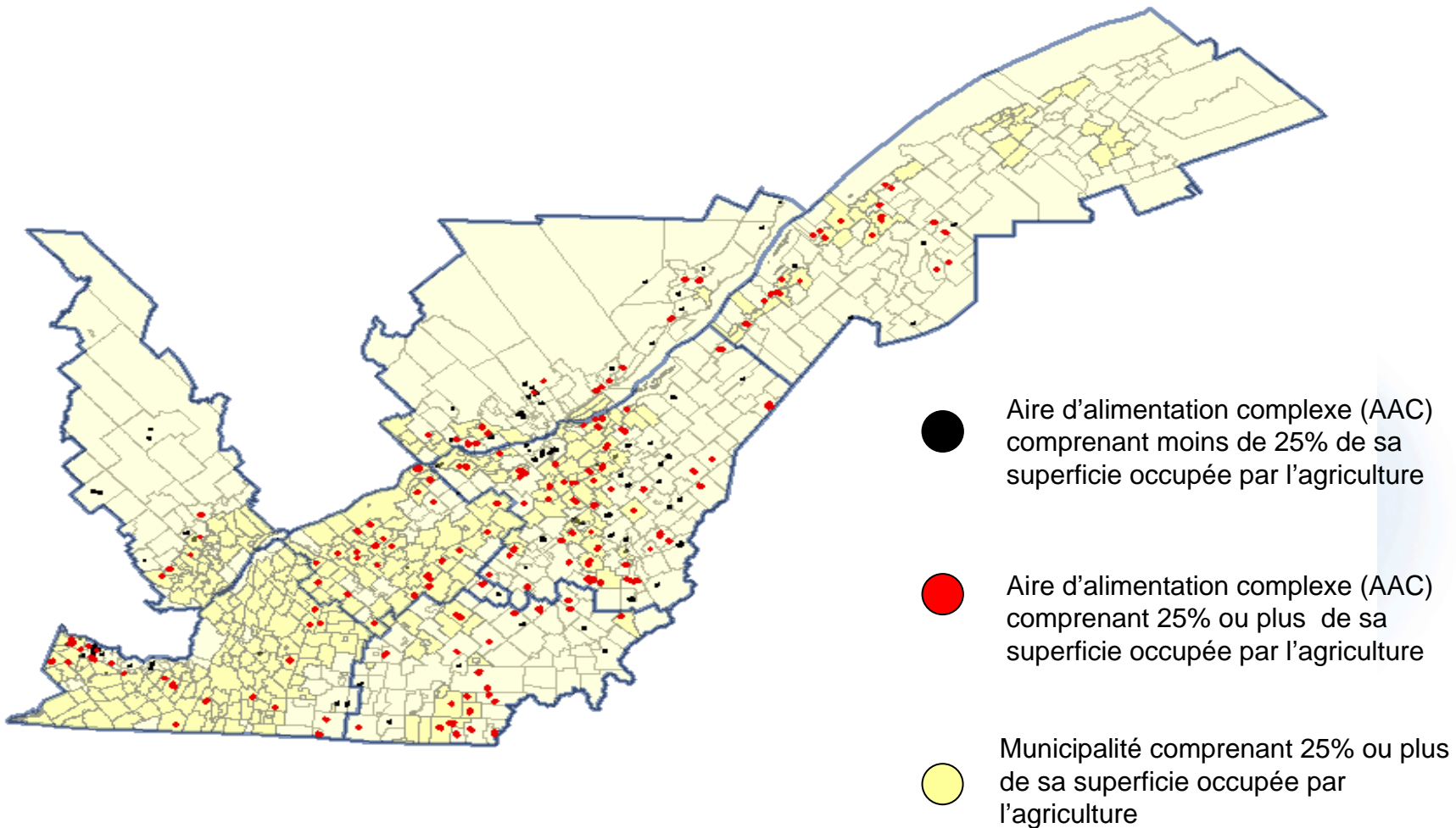
- Nitrates dans l'eau de consommation
- Vulnérabilité du milieu à la contamination
- Caractéristiques des puits
- Utilisation du territoire
- Présence d'agriculture intensive

Impact des pressions agricoles sur la qualité de l'eau potable - analyse empirique-

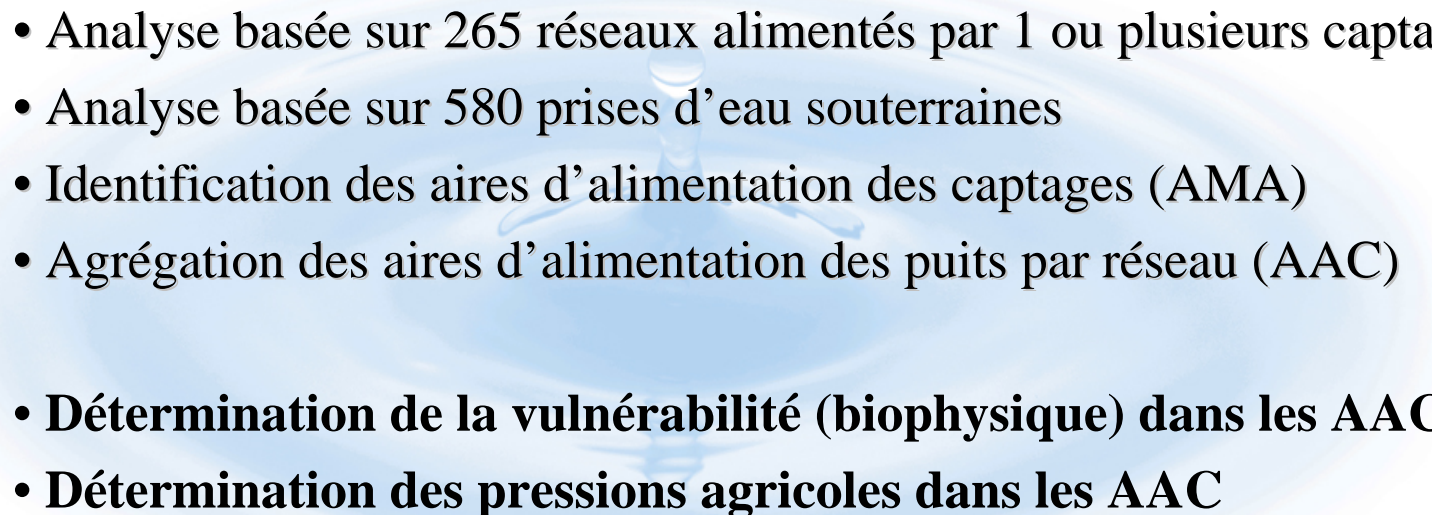
- 
- Analyse basée sur 265 réseaux alimentés par 1 ou plusieurs captages
 - Analyse basée sur 580 prises d'eau souterraines
 - Identification des aires d'alimentation des captages (AMA)
 - Agrégation des aires d'alimentation des puits par réseau (AAC)

Exemple de réseau municipal desservi par plusieurs puits

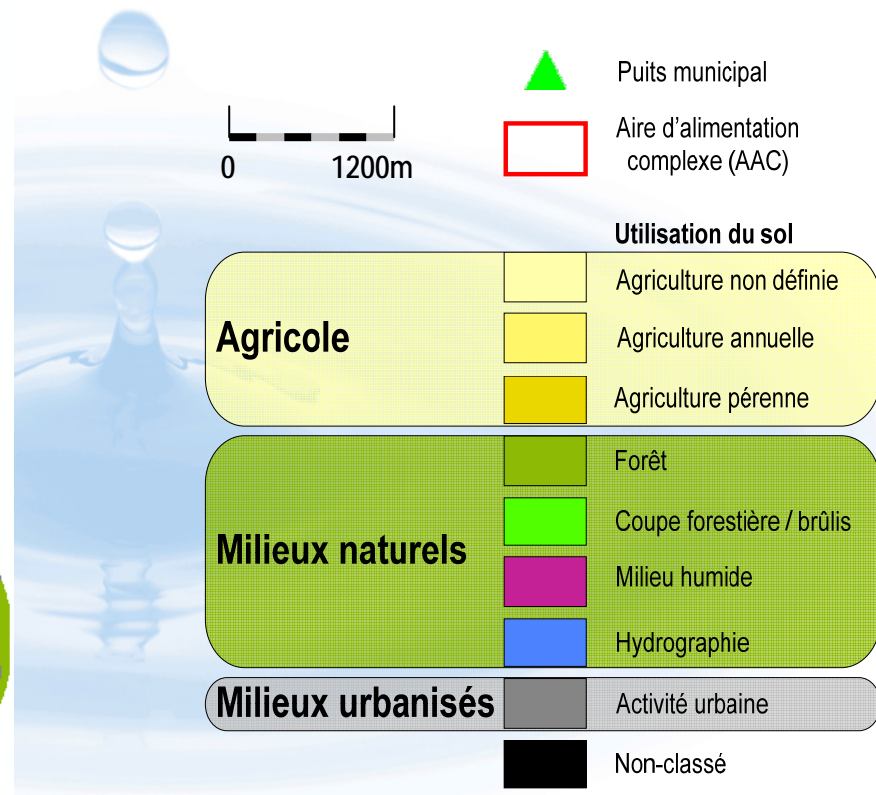
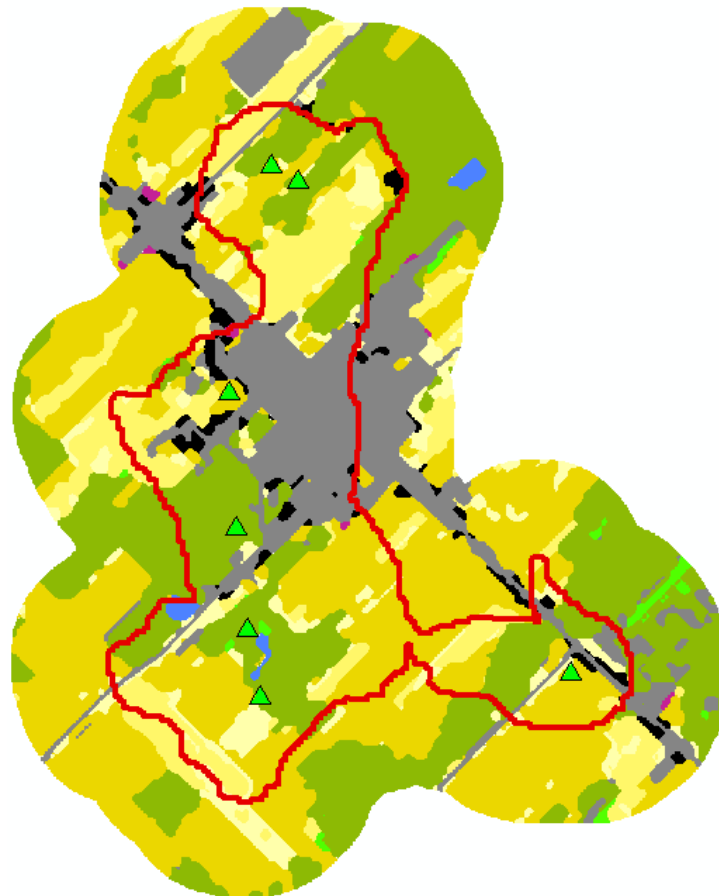


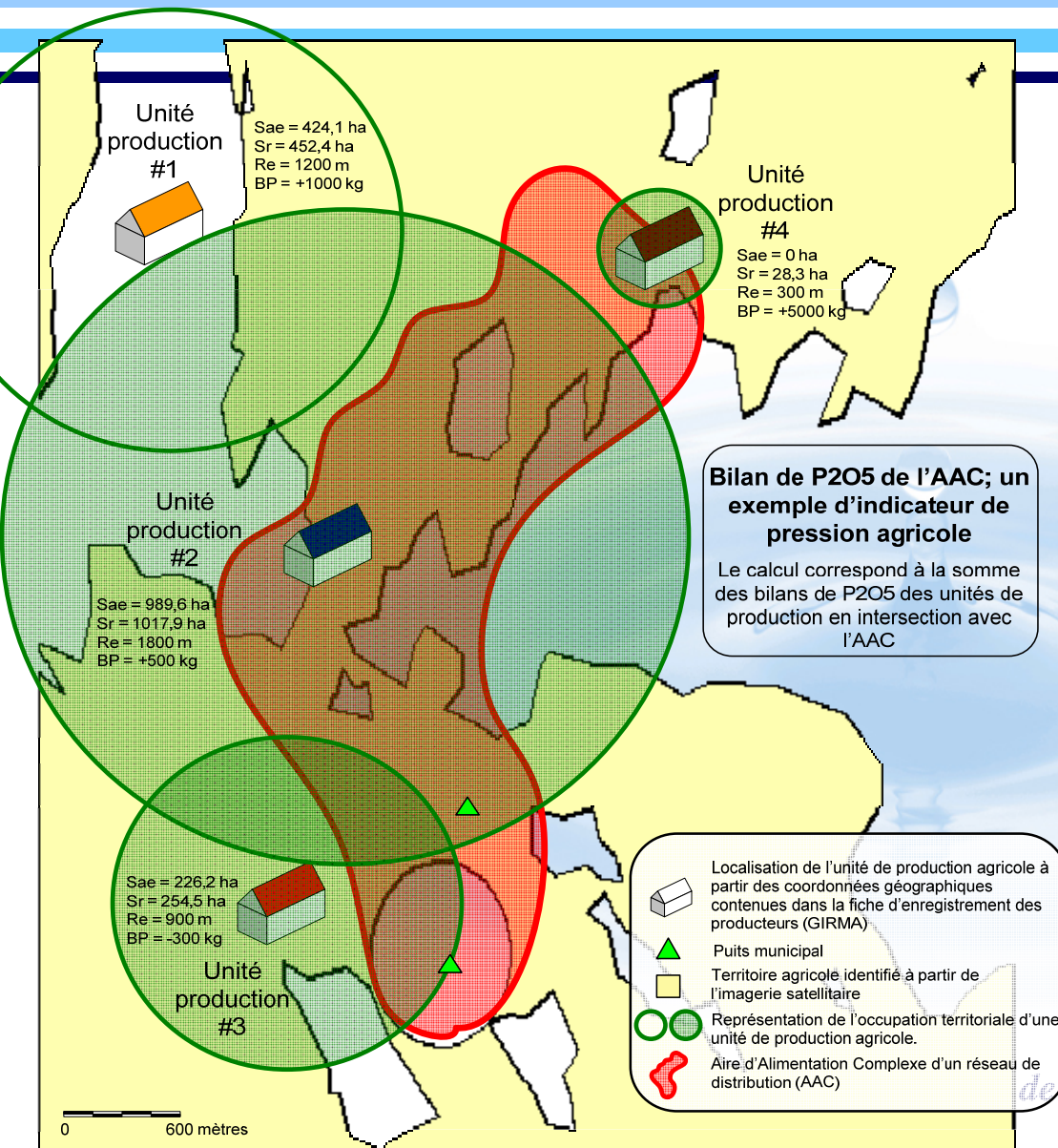


Impact des pressions agricoles sur la qualité de l'eau potable - analyse empirique-

- 
- Analyse basée sur 265 réseaux alimentés par 1 ou plusieurs captages
 - Analyse basée sur 580 prises d'eau souterraines
 - Identification des aires d'alimentation des captages (AMA)
 - Agrégation des aires d'alimentation des puits par réseau (AAC)
 - **Détermination de la vulnérabilité (biophysique) dans les AAC**
 - **Détermination des pressions agricoles dans les AAC**

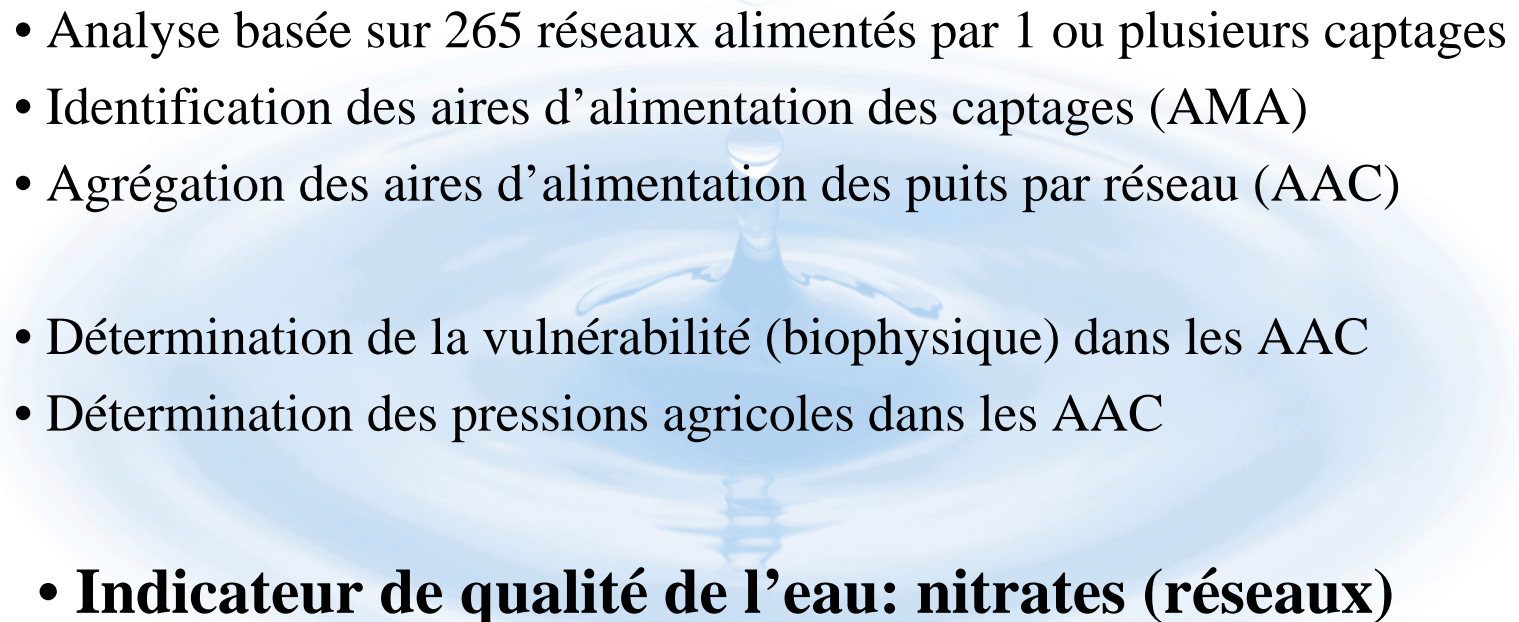
Détermination des pressions agricoles dans les AAC





Pressions agricoles spécifiques dans les AAC

Impact des pressions agricoles sur la qualité de l'eau potable - analyse empirique-

- 
- Analyse basée sur 265 réseaux alimentés par 1 ou plusieurs captages
 - Identification des aires d'alimentation des captages (AMA)
 - Agrégation des aires d'alimentation des puits par réseau (AAC)
 - Détermination de la vulnérabilité (biophysique) dans les AAC
 - Détermination des pressions agricoles dans les AAC
 - **Indicateur de qualité de l'eau: nitrates (réseaux)**

Y-a-t-il des facteurs de pressions agricoles qui expliquent la variabilité des niveaux de nitrates dans l'eau?

Variables significatives ($p < 0,05$)

- Superficie agricoles totales
- Superficie de cultures annuelles
- Densité d'unité animales porcines
- Bilan de phosphore à la surface du sol
- Superficie de sol bien drainé



VOLET 2

Stratégies de protection des ouvrages de captage d'eau souterraine

Stratégies de protection des ouvrages de captage d'eau souterraine

Documenter et comprendre les mesures mises de l'avant par les municipalités concernant la protection de leurs ouvrages de captage d'eau souterraine

1. Documenter la situation de la protection des captages d'eau souterraine
2. Identifier les conflits potentiels entre les aires de protection des ouvrages de captage municipaux et les autres utilisations du sol, notamment l'agriculture.
3. Expliquer les différences de « performance » entre les municipalités

Stratégies de protection des ouvrages de captage d'eau souterraine

Documenter et comprendre les mesures mises de l'avant par les municipalités concernant la protection de leurs ouvrages de captage d'eau souterraine

1. Enquête postale (60% de réponses)
2. Information sur le territoire et les puits (Volet 1)
3. Données sur l'historique de la qualité de l'eau (MDDEP)

Enquête: questionnaire

1. Identification du répondant
2. Identification de l'approvisionnement en eau
3. Identification des ouvrages de captage existants
4. Stratégies de protection
5. Contraintes à l'aménagement

16. Êtes-vous un municipalité déjà de limite de
avec de votre territoire les autres? OUI Non Ne sait pas

Section 4
Mesures de protection – Eau souterraine

11. Depuis le 15 juin 2001, est-ce qu'il y a eu des mesures
de protection mises en œuvre à l'endroit de

Captage #2
Localisation de l'ouvrage de captage :
(Fournir au moins un des 3 adresses de localisation suivantes)
Coordonnées géographiques : Longitude : _____
Latitude : _____

Section 3
Approvisionnement – Eau souterraine

Veuillez fournir les informations suivantes concernant l'approvisionnement en
souterraine de votre municipalité :

Section 1
Identification du répondant

1. Nom de la municipalité : _____

2. Êtes-vous un municipalité compté parmi les personnes (ou plus) dont la
charge est de la municipalité la gestion de l'eau? OUI Non

3. Fonction du répondant : _____ (cochez votre situation)
Inspecteur municipal/inspecteur de la ville
Inspecteur en aménagement
Inspecteur qui se lie à une entente ~~municipale~~
Inspecteur en bâtiment
Inspecteur général de la MEC
Autre, précisez : _____

4. Date : _____

Section 2
Identification de l'approvisionnement en eau

5. Êtes-vous un municipalité est desservi entièrement ou en partie par une autre
municipalité? OUI Non

Si oui, laquelle? _____

Si oui, vous n'avez pas à répondre à ce questionnaire. Merci de votre collaboration.
(Cochez quand même votre réponse en entourant dans l'enveloppe pré-établie
pour des fins statistiques)

6. Êtes-vous un municipalité desservi en partie ou en totalité par une autre municipalité?
 OUI Non

Si oui, laquelle(s) ? _____

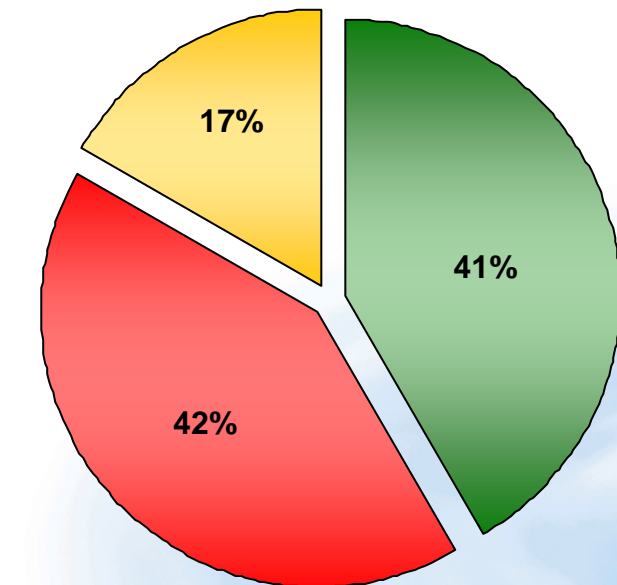
7. De quel(s) type(s) de source votre municipalité s'approvisionne-t-elle pour son eau
potable? OUI Non Ne sait pas


Eau souterraine


Eau de surface (lacs ou rivières)


Si vous ne répondez OUI aux deux, répondez à cause de la section
Si vous ne répondez OUI à Eau souterraine, répondre aux sections 3 à 5 des pages 2 à 7
Si vous ne répondez OUI à Eau de surface, répondre uniquement à la section 6 de la page 5

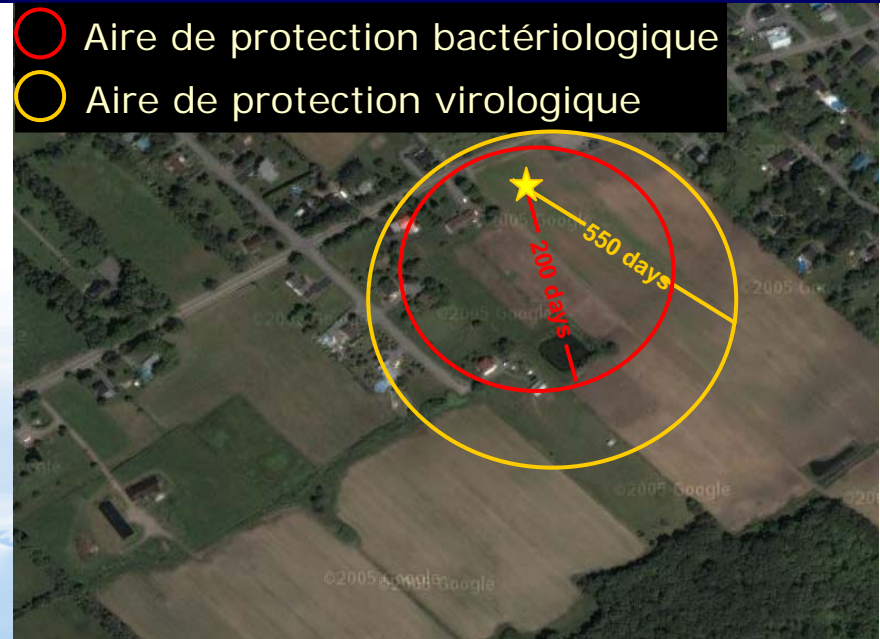
Périmètres de protection



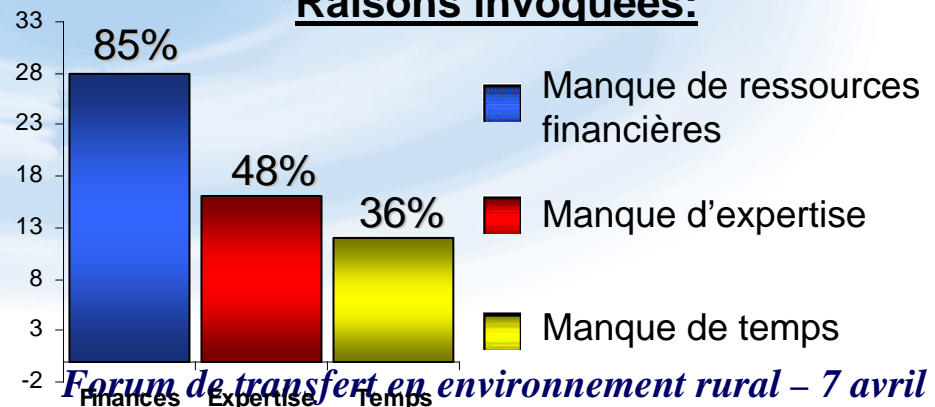
 Déjà effectuée

 Municipalités qui seront en mesure de la faire dans les délais prescrits

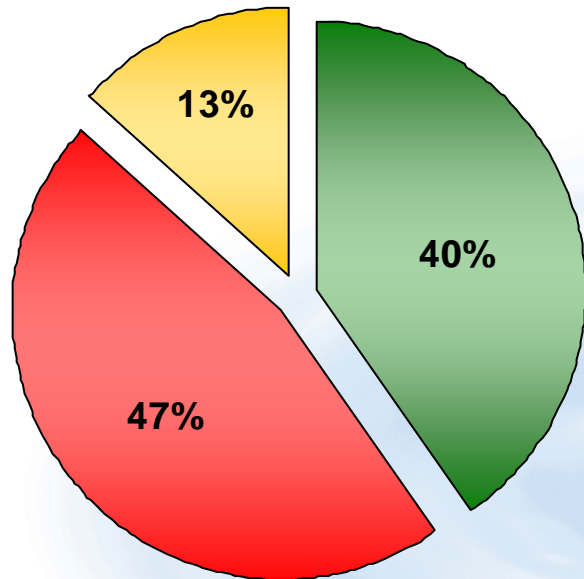
 Municipalités qui croient ne pas être en mesure de se conformer dans les délais prescrits*







*Raisons invoquées:

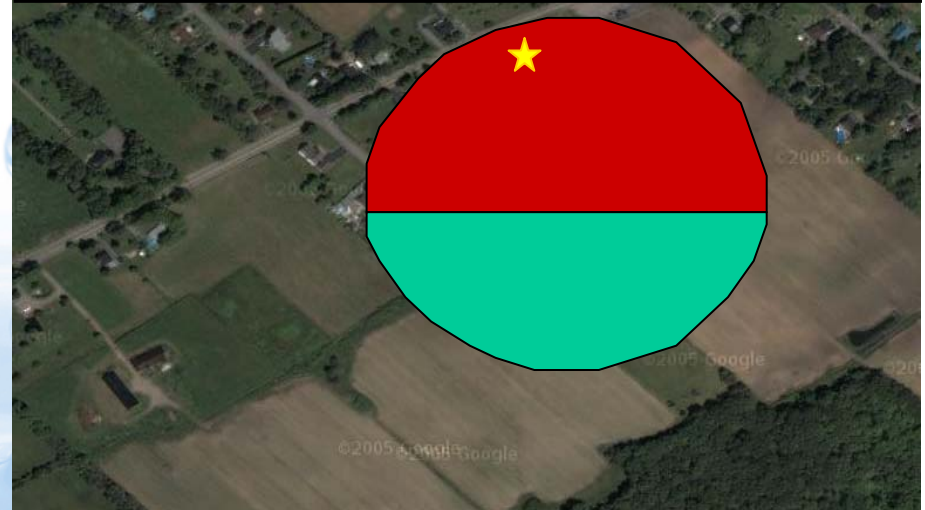


Vulnérabilité des eaux souterraines

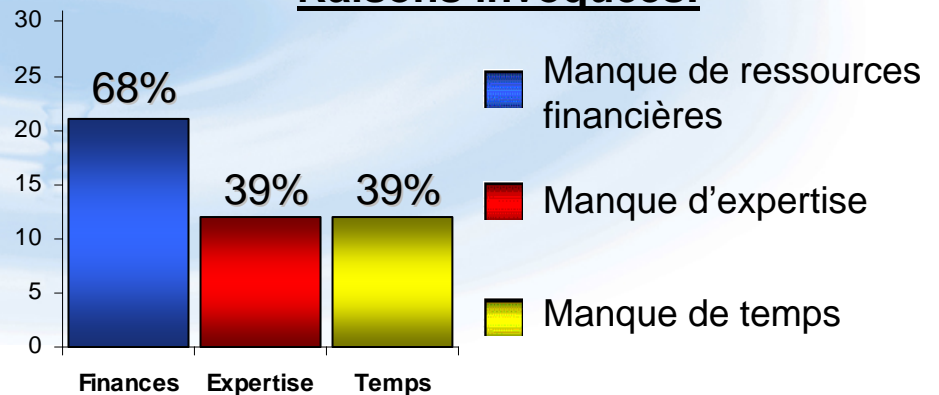


-  Déjà effectuée
-  Municipalités qui seront en mesure de la faire dans les délais prescrits
-  Municipalités qui croient ne pas être en mesure de se conformer dans les délais prescrits*


Détermination de la vulnérabilité {  Faible  Élevée




*Raisons invoquées:

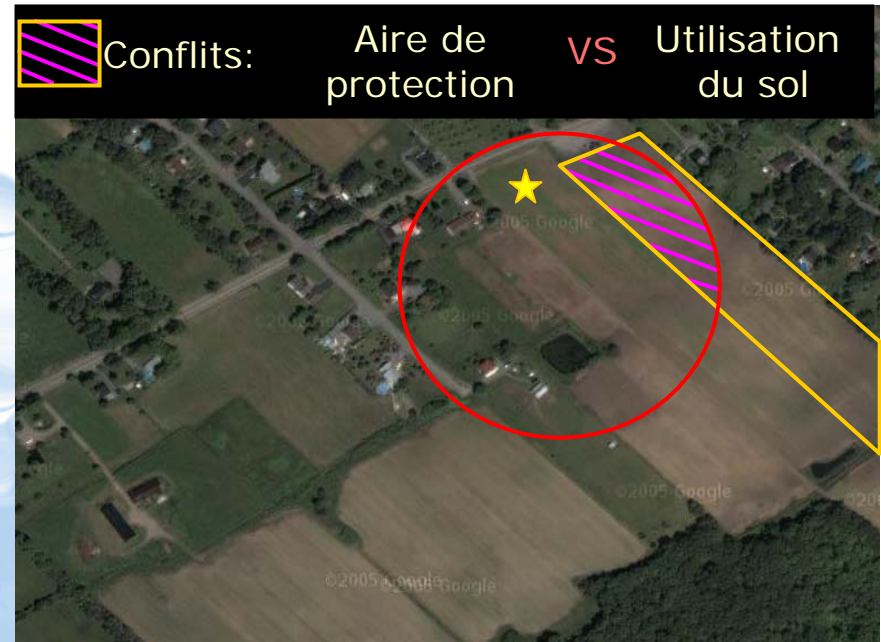
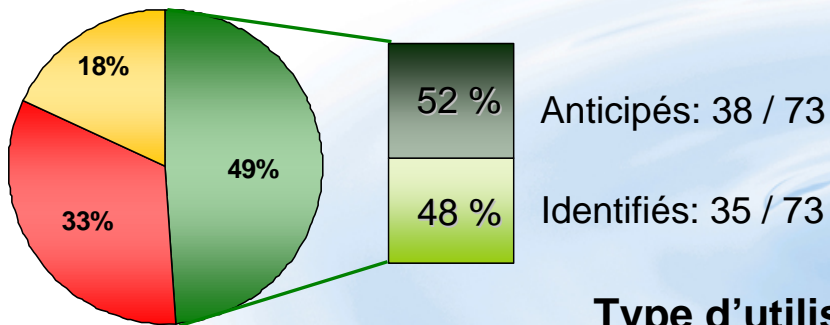


Conflits entre l'utilisation du sol et les aires de protection

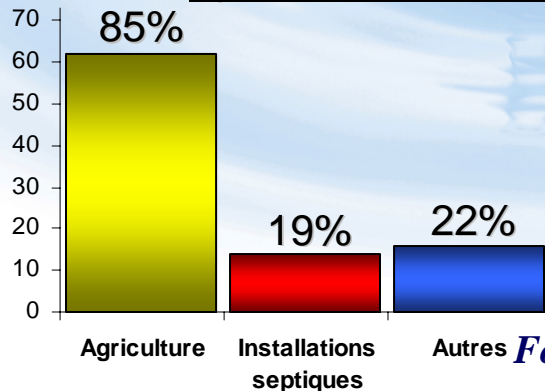
 Oui: 73 / 149 (49%)


 Non: 49 / 149 (33%)


 Ne sait pas/Ne répond pas: 27 / 149 (18%)




Type d'utilisation du sol ou d'activité en conflit:



 Agriculture: 62 / 73 (85%)

 Installation septiques: 14 / 73 (19%)

 Autres: 16 / 73 (22%)

Différences de « performance » entre les municipalités

But: Comparer les municipalités d'après leur niveau de protection des ouvrages de captages et tenter d'expliquer la variation dans ces niveaux de protection.

Comment: En créant un système de pointage basé sur les mesures de protection prises par les municipalités.

Initiatives posées avant l'adoption du *RCES*.
(ex.: restreindre l'accès à l'ouvrage de captage, limiter les usages à proximité, informer et sensibiliser les résidents et les agriculteurs, etc.)

Étendue du pointage


Entre 0 et 7

Gestes posés conformément au *RCES*:

- Délimitation de l'aire d'alimentation;
- Délimitation des aires de protection;
- Détermination de la vulnérabilité;
- Inventaire des activités ou ouvrages.

Entre 0 et 12

Différences de « performance » entre les municipalités

- 
- Socio-économiques (3)
 - Historiques de contamination (7)
 - Caractéristiques des puits/traitement (5)
 - Biophysiques (2)
 - Gestion de l'eau / territoire (9)
 - Utilisation du sol / agriculture (3)

Facteurs/variables expliquant les différences de « performance » entre les municipalités

Variables significatives ($p < 0,05$)

Initiatives avant le RCES

Var. significatives	p
Historique de coliformes	<0,05
Présence d'un responsable de l'eau potable	<0,05
Présence d'épandage à l'intérieur de 300 m dans l'AA	<0,05

Gestes posés conformément au RCES

Var. significatives	p
Richesse foncière uniformisée	<0,05
Comité de bassin	<0,10
Région – Eau souterraine	<0,01
Nombre de captage – Zone agricole	<0,05

Analyse de la pertinence et de la portée des outils réglementaires en place pour protéger les eaux souterraines captées par les municipalités

Analyse des outils juridiques en place pour encadrer le captage des eaux souterraine au Québec

- le régime juridique de la protection de la source est trop centralisé
- la portée du régime pourrait être étendue
- la hiérarchisation de certains usages pourrait être modifiée
- efficacité des mesures de protection pourrait être augmentée
- intégration des outils réglementaires doit être poursuivie



VOLET 3

**Modélisation des nitrates sur l'aire
d'alimentation et application à la gestion
des pratiques agricoles**



VOLET 4

**Analyse du risque à la santé publique
associé à la consommation d'eau de puits
municipaux**

Estimation, pour la population des sept régions considérées, du risque cancérogène associé aux niveaux de nitrates et nitrites retrouvés dans les réseaux qui s'approvisionnent en eau souterraine.

Basée sur les concentrations de NO_3^- mesurées et modélisées dans chacun des divers réseaux et la consommation journalière d'eau (estimée à 1,5 L/Jr).

Hypothèse de transformation de NO_3^- en NO_2^- et de NO_2^- en NDMA

Excès de risque additionnel d'environ $2,1 \times 10^{-6}$ (concentration moyenne);
 $3,4 \times 10^{-6}$ (concentration moyenne maximale de 18mg-N/L)

Analyse exploratoire sur les pesticides: la population québécoise alimentée par les sources souterraines d'eau potable est moins exposée aux pesticides (e.g atrazine, métolachlore et 2,4 D.) que celle alimentée par des eaux de surface

CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS

Analyse empirique démontre un lien entre les activités agricoles intensives et la variabilité de la qualité de l'eau desservie par les captages d'ES

Efforts supplémentaires à faire pour concilier la protection des sources et les activités agricoles sur le territoire

Une meilleure gestion des activités agricoles dans les aires d'alimentation des captages doit être favorisée

Portée du cadre réglementaire de protection des ES devrait être étendue

Les efforts pour améliorer la protection des sources d'ES des petites municipalités doivent se poursuivre, malgré les niveaux actuels de risque

Des supports financiers, techniques et la formation sont des moyens à préconiser pour faciliter la protection adéquate des captages

Remerciements

FQRNT

Organismes partenaires:

**MDDEP, MAPAQ, MSSS, MAMR, UPA,
UMQ, FQM, RRSE, VRM**

La municipalité de Pont-Rouge

**MM. Jean-Robert Doré, Gilles Pageau,
Paul-Eugène Parent, Sylvain Paquet, Michel Paquet (agriculteurs)**

M. Jocelyn Magnan, agronome

M. Guy Roy, agronome (Groupe Gosselin)







Table 3b
 Descriptive statistics for continuous variables

Variable name	10th percentile	Mean	90th percentile
<i>Socio-economical</i>			
Municipality revenue (in millions \$)	21.5	106.8	210.6
Population served by the network (<i>n</i> = 116)	201	1164	2800
Population	473	1952	3851
% population served per municipality (<i>n</i> = 135)	20	52.6	80
<i>Political</i>			
Importance of groundwater in the region (% of municipalities using groundwater)	18.4	43.3	56.7
<i>Biophysical</i>			
Drillings	22	123	273
Total area (km ²)	32.6	117.5	209.5
Wellheads close to cultivated land	0	1.23	3
Wellheads in the agricultural zone	0	1.12	3
Well depth (m) (<i>n</i> = 129)	0	30.12	76
Well flowrate (m ³ /day)	35.6	1014.3	1500
Wellhead total	1	2.23	4

n = 147 municipalities.

Table 3a
 Descriptive statistics for dichotomous variables (data represent % and number of surveyed municipalities supplied by groundwater)

Variable name	Status				Missing**
<i>Historical</i>					
Coliforms-1	Presence	61% (89)	Absence	18% (26)	22% (32)
Coliforms-10	Presence	37% (54)	Absence	41% (61)	22% (32)
Coliforms-1 before GWCR	Presence	34% (50)	Absence	44% (65)	22% (32)
Coliforms-10 before GWCR	Presence	10% (14)	Absence	69% (101)	22% (32)
Contamination/questionnaire*	Occurrence	50% (73)	No occurrence	48% (70)	3% (4)
Nitrates-05	Occurrence	37% (54)	No occurrence	41% (61)	22% (32)
Nitrates-1	Occurrence	26% (38)	No occurrence	52% (77)	22% (32)
Nitrates-3	Occurrence	12% (17)	No occurrence	77% (98)	22% (32)
Nitrates-10	Occurrence	1% (2)	No occurrence	77% (113)	22% (32)
<i>Political</i>					
Conflicts before GWCR*	Presence	24% (35)	Absence	66% (97)	10% (15)
Conflicts after GWCR*	Presence	50% (73)	Absence	33% (49)	17% (25)
Drinking Water Manager*	Presence	37% (54)	Absence	62% (91)	1% (2)
GWCR difficulties*	Yes	20% (29)	No	63% (92)	18% (26)
GWRC knowledge*	Yes	76% (111)	No	16% (23)	9% (13)
Planning framework	Presence	44% (64)	Absence	56% (83)	—
Priority watershed-7	Yes	45% (66)	No	55% (81)	—
Priority watershed-33	Yes	75% (110)	No	25% (37)	—
<i>Biophysical</i>					
Agriculture within 300m	Presence	63% (92)	Absence	37% (55)	—
At least one treatment	Yes	41% (60)	No	37% (55)	22% (32)
At least one without treatment	Yes	35% (52)	No	43% (63)	22% (32)
Excess of manure	Yes	44% (64)	No	56% (83)	—

Table 2
 Description of variables

	Variable name	Variable definition	Source of information	Type of variable
<i>Socio-economical</i>	Municipality revenue	Indicator of municipal capacity to generate revenue (in \$)	Municipal Affairs Ministry website	Continuous
	Population served by the network	Number of persons served by a municipal water distribution system in the municipality	Drinking water database	Continuous
	Population	Municipal populations in 2005	Municipalities directory	Continuous
	% population served per municipality	Percentage of the population served by a water distribution network in the municipality	Drinking water database	Continuous
<i>Historical</i>	Coliforms-1	Presence or absence of at least 1 total coliform per 100ml in at least 1 sample taken in the municipal water distribution system between January 2002 and July 2004	Drinking water database	Dichotomous
	Coliforms-10	Presence or absence of more than 10 total coliforms per 100 ml (the RQDR standard) in at least 1 sample in the municipals water distribution system January 2002 and July 2004	Drinking water database	Dichotomous
	Coliforms-1 before GWCR	Presence or absence of at least 1 total coliform per 100ml in at least 1 sample taken in the municipal water distribution system before the promulgation of the GWCR (between January 2002 and June 15th, 2002)	Drinking water database	Dichotomous
	Coliforms-10 before GWCR	Presence or absence of more than 10 total coliforms per 100ml in at least 1 sample in the municipal water distribution system before the promulgation of the GWCR (between January 2002 and June 15th, 2002)	Drinking water database	Dichotomous
	Contamination questionnaire	Occurrence or not of contamination relative to the RQDW standards since 2001, according to the respondent's knowledge	Survey	Dichotomous
	Nitrates-05	Occurrence or not of a nitrate concentration in municipal network exceeding 0.5 mg/L	Drinking water database	Dichotomous
	Nitrates-1	Occurrence or not of a nitrate concentration in municipal network exceeding 1mg/L	Drinking water database	Dichotomous
	Nitrates-3	Occurrence or not of a nitrate concentration in municipal network exceeding 3mg/L	Drinking water database	Dichotomous
	Nitrates-10	Occurrence or not of a nitrate concentration in municipal network exceeding 10mg/L (the RQDR standard)	Drinking water database	Dichotomous

Political

Conflicts before GWCR	Presence or absence of land use conflicts before the promulgation of the GWCR	Survey	Dichotomous
Conflicts after GWCR	Presence or absence of identified or expected land use conflicts since the promulgation of the GWCR	Survey	Dichotomous
Drinking Water Manager	Presence or absence of personnel in charge of dealing specifically with drinking water in the municipality	Survey	Dichotomous
GWCR difficulties	Municipalities reporting that they are or are not anticipating difficulties in implementing the GWCR	Survey	Dichotomous
GWRC knowledge	Municipalities reporting that they do or do not understand the implications of the GWCR	Survey	Dichotomous
Importance of groundwater in the region	Percentage of municipalities of a region that use groundwater as a primary source	Drinking water database	Continuous
Planning framework	Presence or absence of a planning framework in effect in the RCM to which the municipality belongs	Municipal Affairs Ministry website	Dichotomous
Priority watershed-7	Municipalities located in one of the seven high priority watersheds identified by the Environment Ministry of Quebec (MDDEP, 2004c)	Priority watershed list	Dichotomous
Priority watershed-33	Municipalities located in one of the 33 priority watersheds identified by the Environment Ministry of Quebec (MDDEP, 2002)	Priority watershed list	Dichotomous

Table 2 (continued)

	Variable name	Variable definition	Source of information	Type of variable
<i>Biophysical</i>	Agriculture within 300m	Presence or absence of at least 1 ha of agriculture in a radius of 300m around at least one wellhead in the municipality	Survey and satellite image	Dichotomous
	At least one treatment	Municipalities treating their raw water in at least one distribution network	Drinking water database	Dichotomous
	At least one without treatment	Municipalities not treating their raw water in at least one distribution network	Drinking water database	Dichotomous
	Drillings	Number of drillings per municipality identified in the Hydrogeological Information System (MDDEP, 2006)	Hydrogeologic Information System	Continuous
	Excess of manure	Municipalities facing a situation denoted as <i>Excess of manure</i> or not by the Environment Ministry	Farmers' registry database	Dichotomous
	Total area (km ²)	Total area of the municipality	Municipalities directory	Continuous
	Wellheads close to cultivated land	Municipalities reporting having or not at least one wellhead in less than 500m of a cultivated land	Survey	Dichotomous
	Well depth	Depth of the least deep well in the municipality	Survey	Continuous
	Well flowrate	Flowrate of the biggest well in the municipality	Survey	Continuous
	Wellheads in the agricultural zone	Number of wellheads in the municipality located inside the agricultural zone, as defined by the APALAA (Government of Quebec, 1978)	Survey	Continuous
	Wellhead total	Total number of wellheads in the municipality	Survey	Continuous