

Influences du territoire sur la qualité de l'eau et développement de modèles prédictifs

Serge Hébert et Daniel Blais

Direction générale du suivi de l'état de l'environnement
Direction de l'expertise en biodiversité

Forum TCRLSP 2016

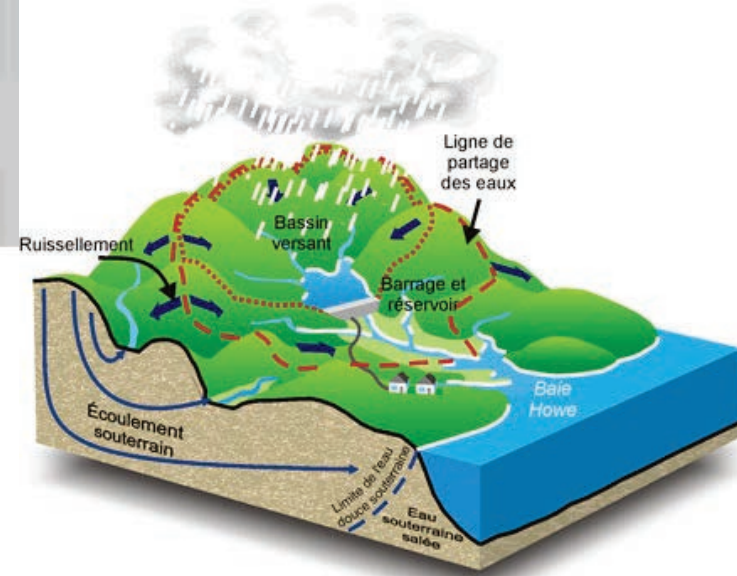
Louiseville, 21 septembre 2016

*Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques*

Québec 

Plan de la présentation

- Objectifs
- Qualité de l'eau et caractéristiques du bassin versant
- Modèles prédictifs
- Estimation des concentrations de phosphore dans les bassins orphelins
- Conclusions



Objectif général

- Comprendre les liens et définir des relations empiriques entre les différents paramètres de la qualité de l'eau et :
 - l'utilisation du territoire;
 - ses caractéristiques physiques (géologie, pédologie, relief, pente, etc.);
 - leur organisation spatiale dans le bassin versant.

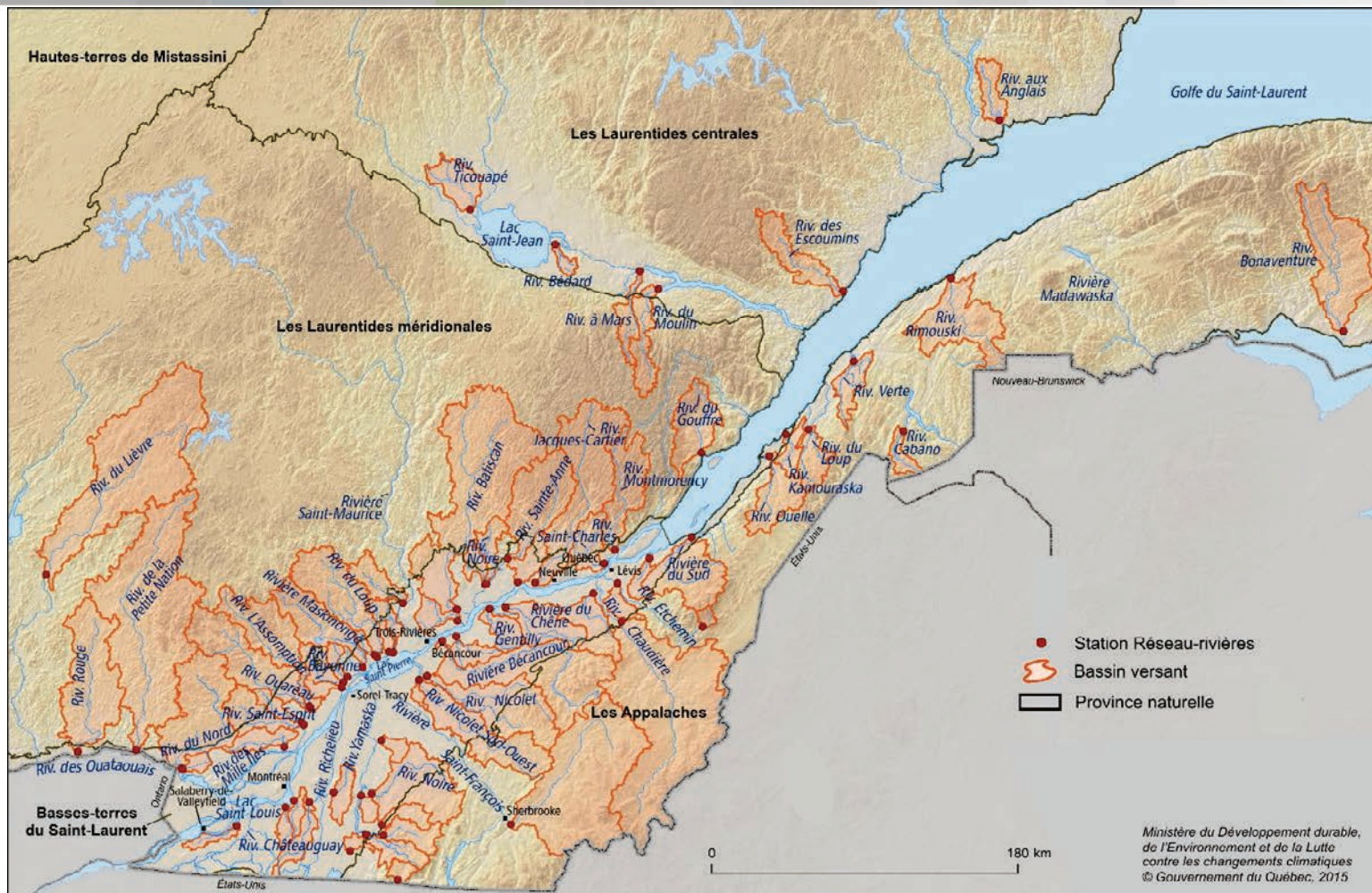
Objectifs spécifiques

- Identifier les facteurs-clés responsables du dépassement de la capacité de support des rivières en ce qui a trait au phosphore;
- Prédire les concentrations médianes des différents paramètres de la qualité de l'eau à partir de l'utilisation du territoire et de ses caractéristiques;
- Déterminer les conditions de référence, en absence d'activités humaines, pour les différents paramètres de la qualité de l'eau.

Utilisation du territoire – Caractéristiques du territoire

- Forêt
- Eau
- Milieux humides
- Coupes et régénération
- Sol dénudé
- Agriculture
- Cheptel
- Anthropique
- Densité réseau routier
- Densité humaine
- Rejets stations épuration
- Rejets papetières
- Superficie du BV
- Densité du réseau hydro
- Densité des rives de lacs
- Pente moyenne du BV
- Altitude moyenne du BV
- Ruissellement annuel
- Géologie
- Dépôts de surface
- Drainage du sol

Localisation des 69 bassins versants sélectionnés



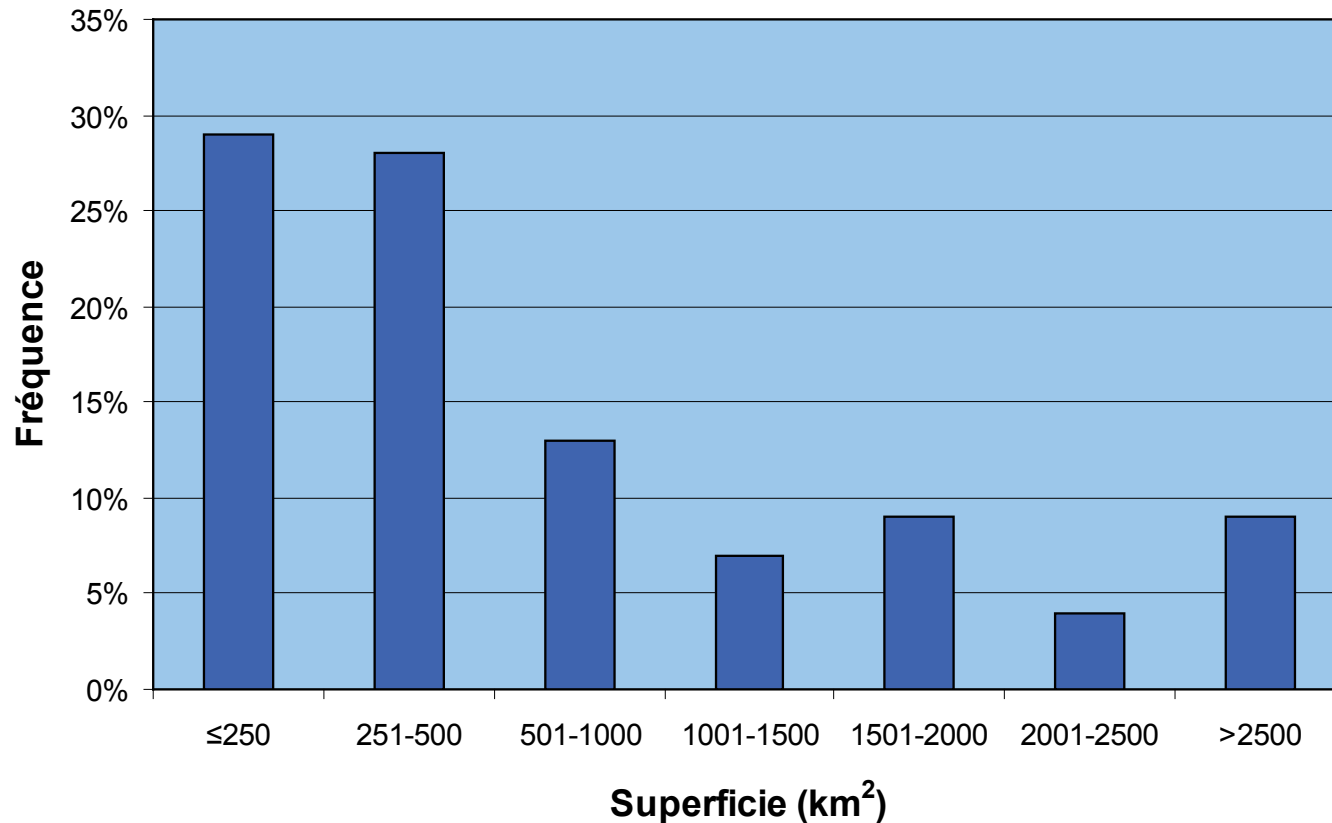
**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec



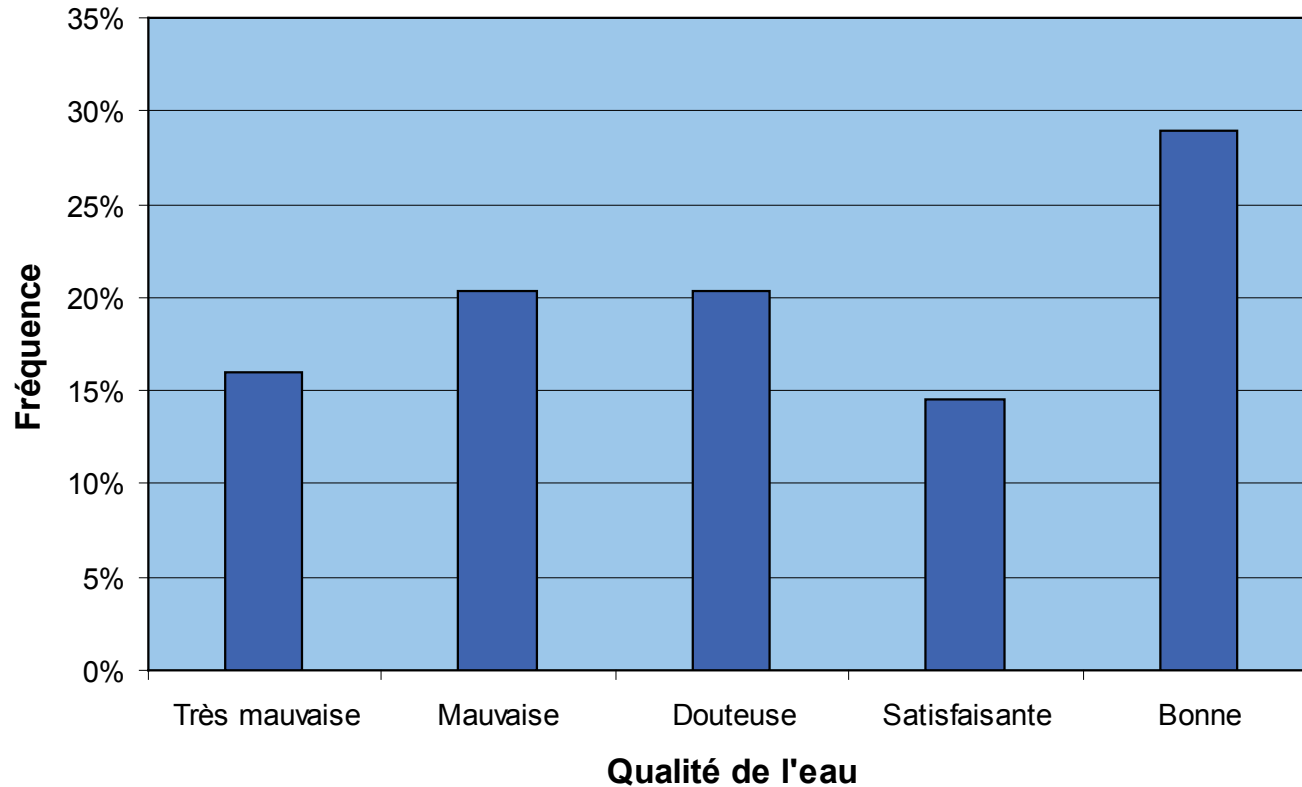
Superficie drainée – stations pour modélisation

N = 69



Qualité de l'eau – stations pour modélisation

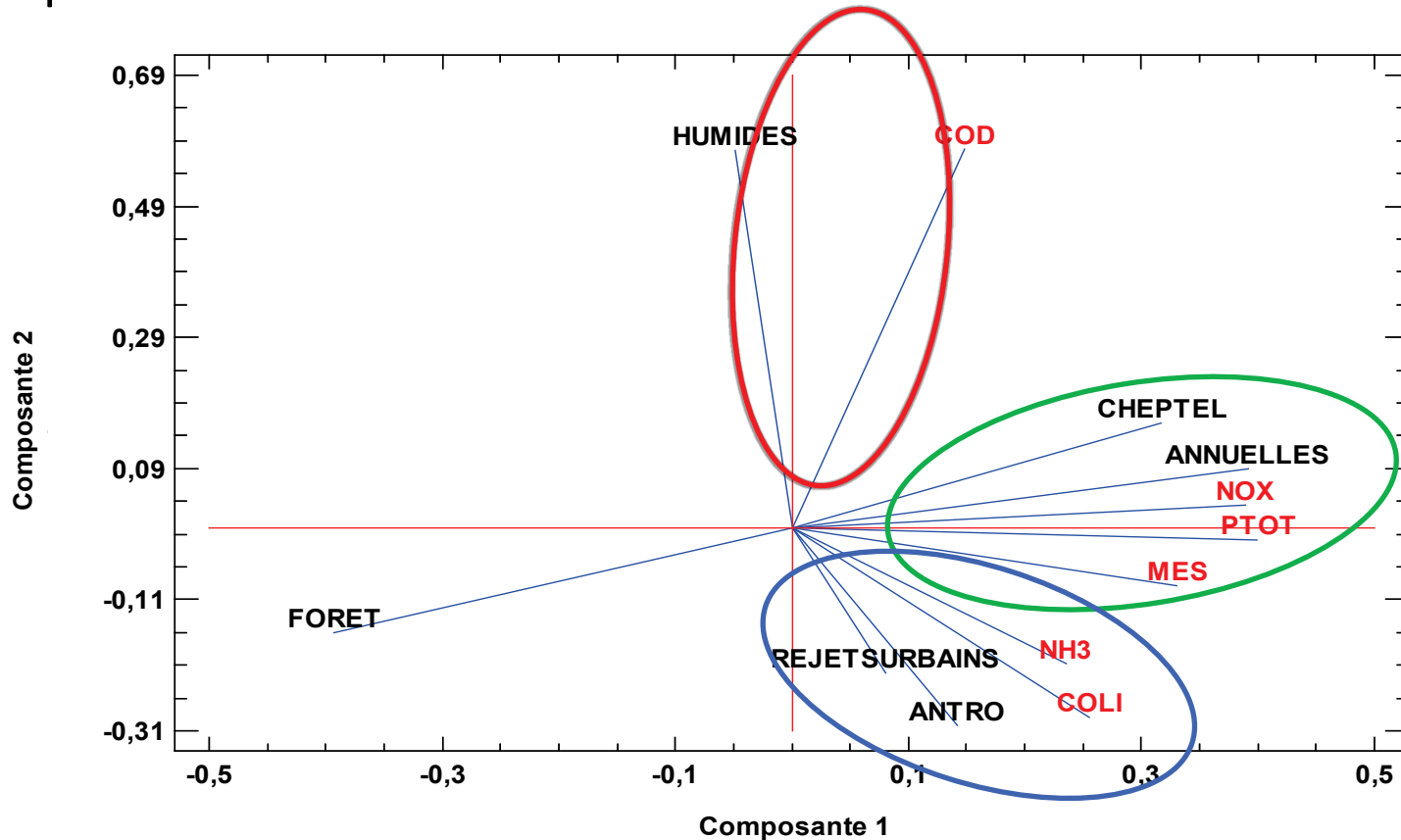
N = 69



Influence de l'utilisation du territoire

Occupation du sol

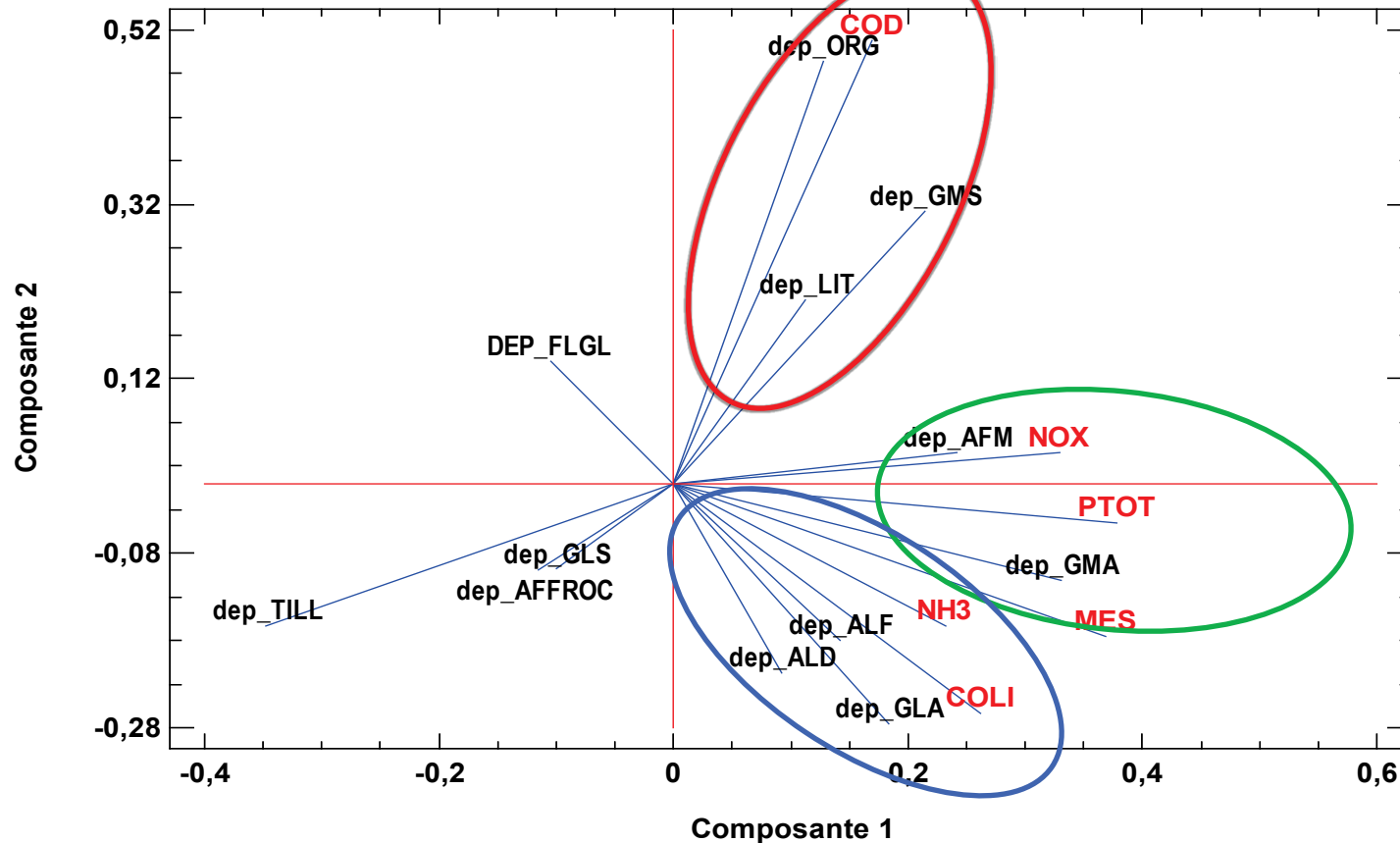
Analyse en composantes principales



Influence des caractéristiques du territoire

Dépôts de surface

Analyse en composantes principales



Phosphore

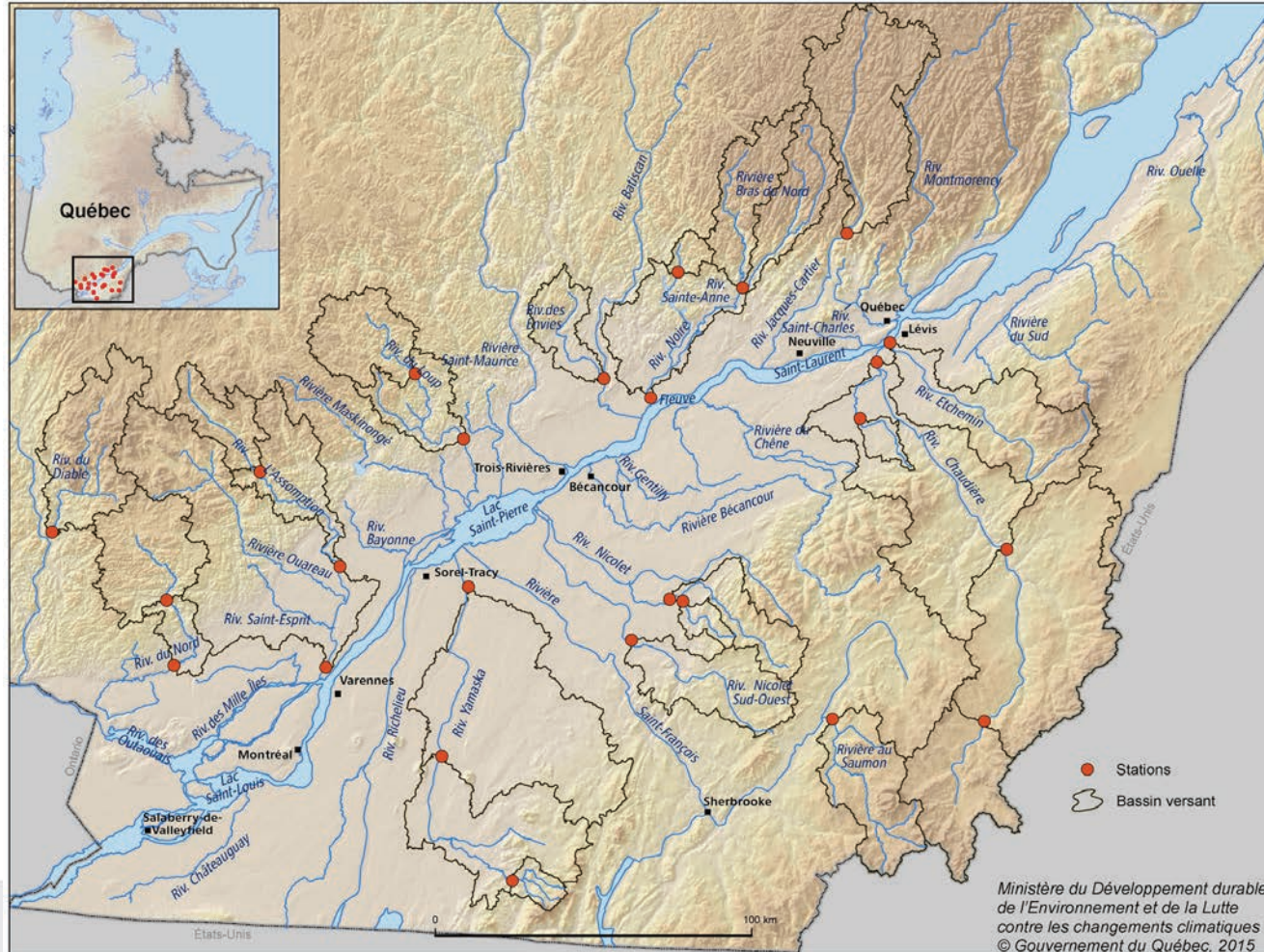
$$\text{LN}(\text{PTOT}) = -4,846 + 0,0203(\text{ANNUEL}) + 0,131\text{LN}(\text{CHEPTEL} + 1) \\ + 0,236\text{LN}(\text{STEPSP8} + 1) + 0,0124(\text{DEPGMA}) + 0,00837(\text{DEPGMS})$$

- 65 %** ANNUEL : Cultures annuelles (cultures à grand interligne + cultures à interligne étroit (%))
- 14 %** CHEPTEL : Charge en P₂O₅ (kg) du cheptel/superficie en amont (km²)
- 2 %** STEPSP8 : Charge moyenne en P (kg/an) calculée sur 8 mois de 2009 à 2012 des émissaires municipaux en amont/superficie en amont (km²)
- 2 %** DEPGMA : Dépôts glacio-marins argileux (%)
- 1 %** DEPGMS : Dépôts glacio-marins sableux (%)

$$R^2_{\text{ajus}} = 0,843$$

Appalaches : 0,008 mg/l
Yamaska : 0,010 mg/l

Localisation des 25 bassins versants ayant servi à la validation des modèles



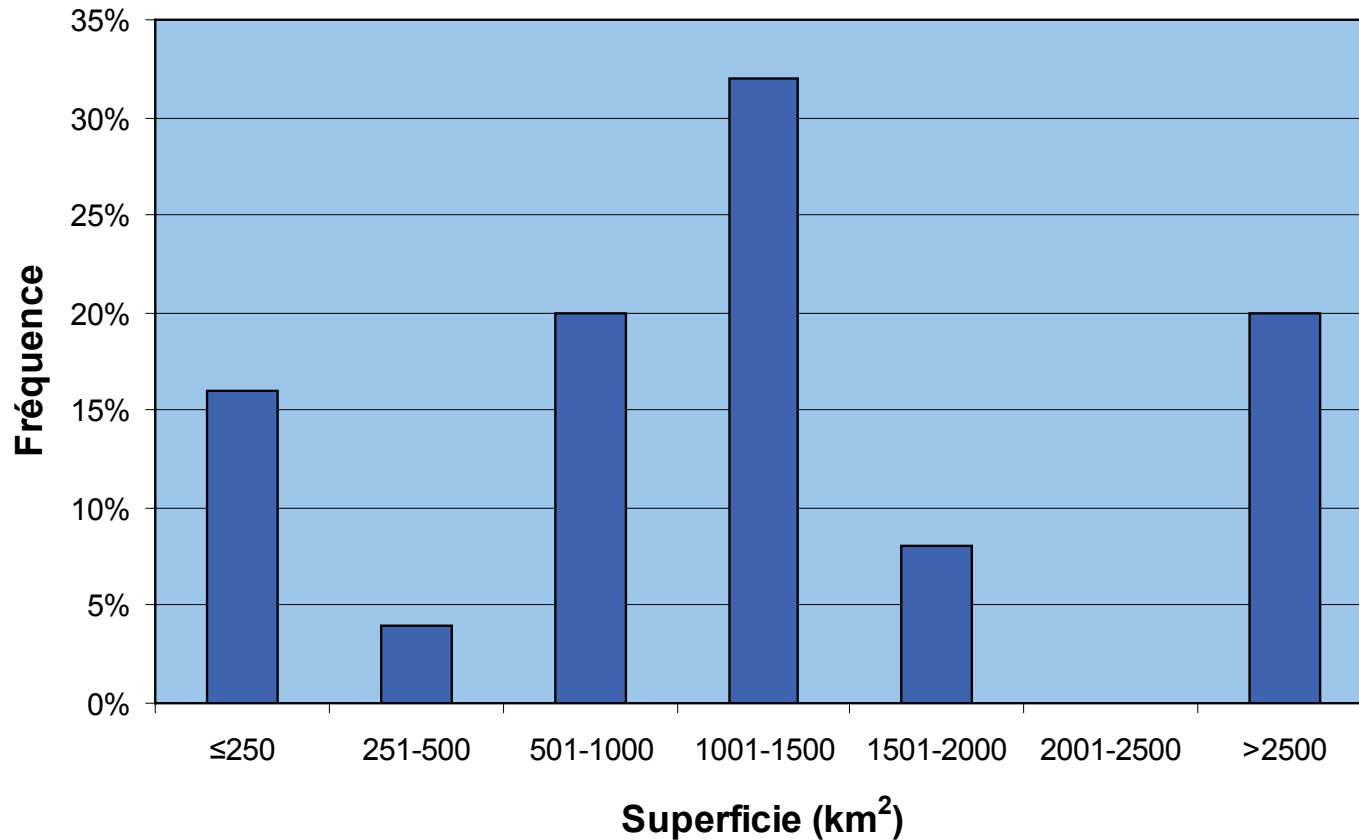
**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec



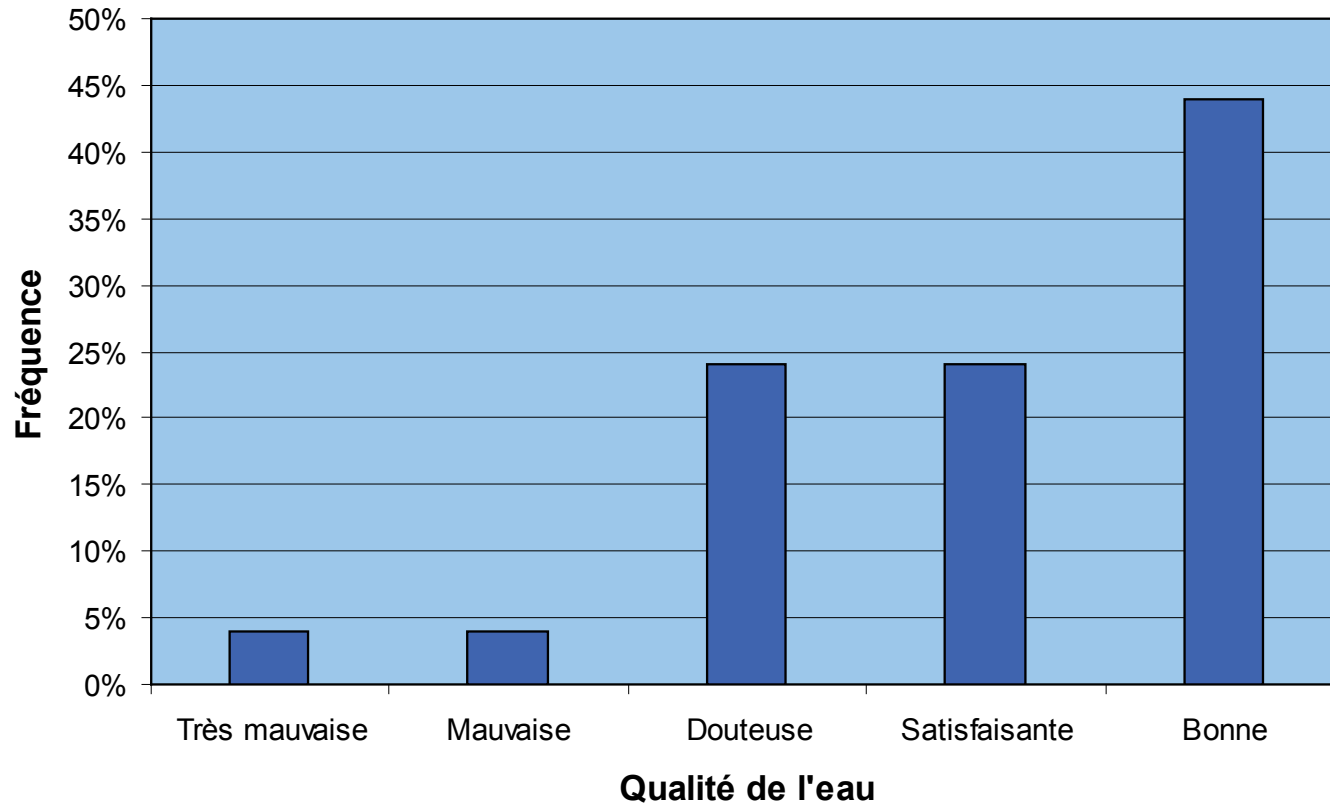
Superficie drainée – stations pour validation

N = 25

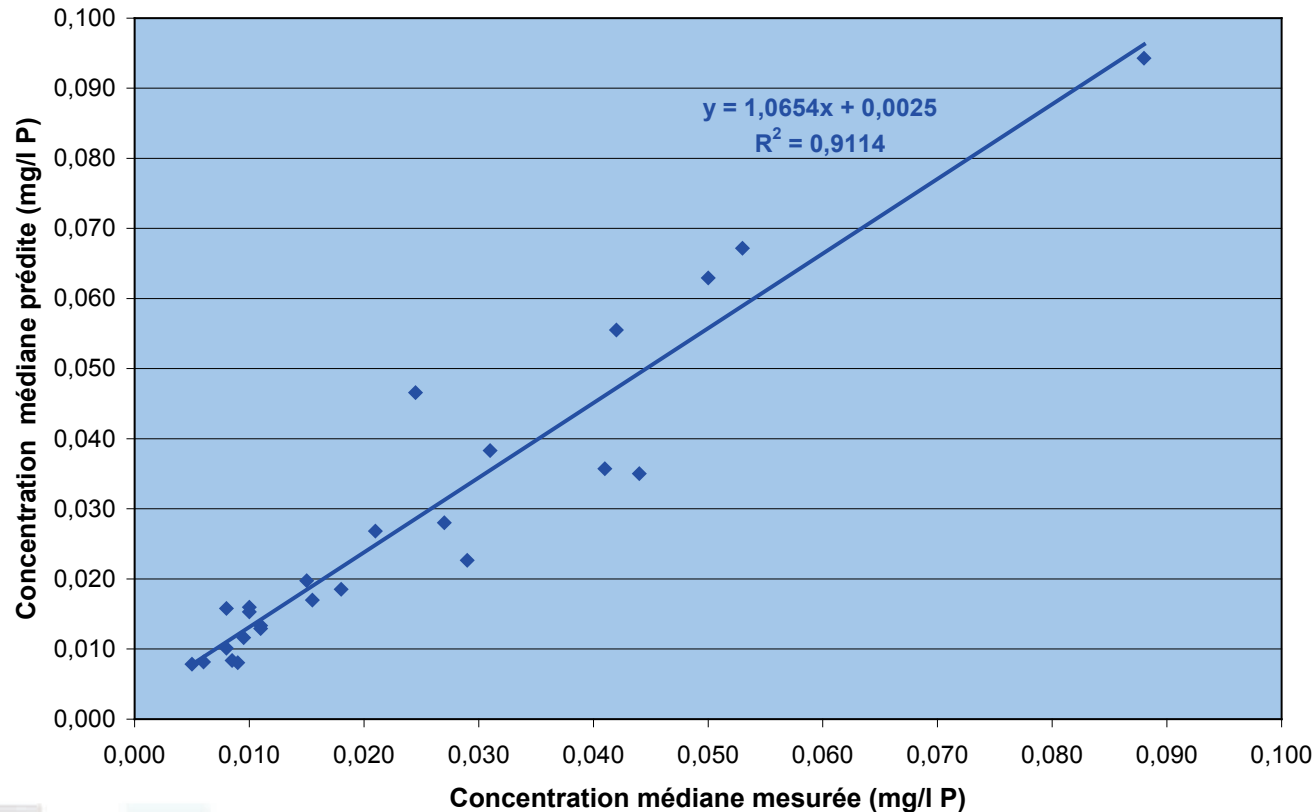


Qualité de l'eau – stations pour validation

N = 25



Phosphore – validation



Biais moyen : sur-estimation de 17 %

Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques

Québec



Nitrites et nitrates

$$\text{LN}(\text{NOX}) = - 2,673 + 0,0198(\text{CULTURTOTAL}) + 0,224\text{LN}(\text{CHEPTEL} + 1) \\ + 0,301(\text{DENSITERRP}) + 0,0158(\text{DEPGMS}) - 0,0649(\text{HUMIDE})$$

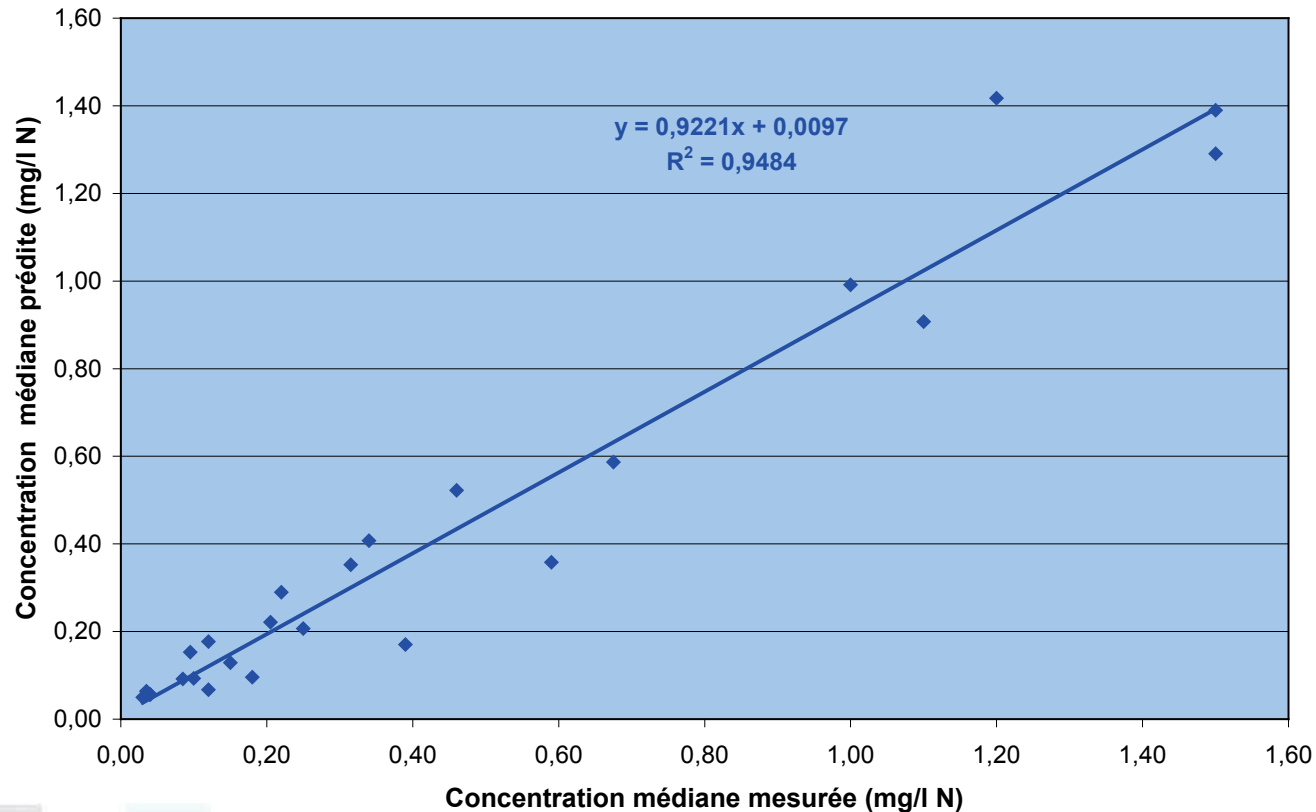
75 %	CULTURTOTAL :	Total des cultures (%)
7 %	CHEPTEL :	Charge estimée en P (kg) du cheptel amont /superficie amont (km ²)
3 %	DENSITERRP :	Densité (km/km ²) du réseau routier pavé
1 %	DEPGMS :	Dépôts glacio-marins sableux (%)
1 %	HUMIDE :	Marais, marécages et tourbières (%)

$$R^2_{\text{ajus}} = 0,878$$

Appalaches : 0,07 mg/l

Yamaska : 0,07 mg/l

Nitrites et nitrates – validation

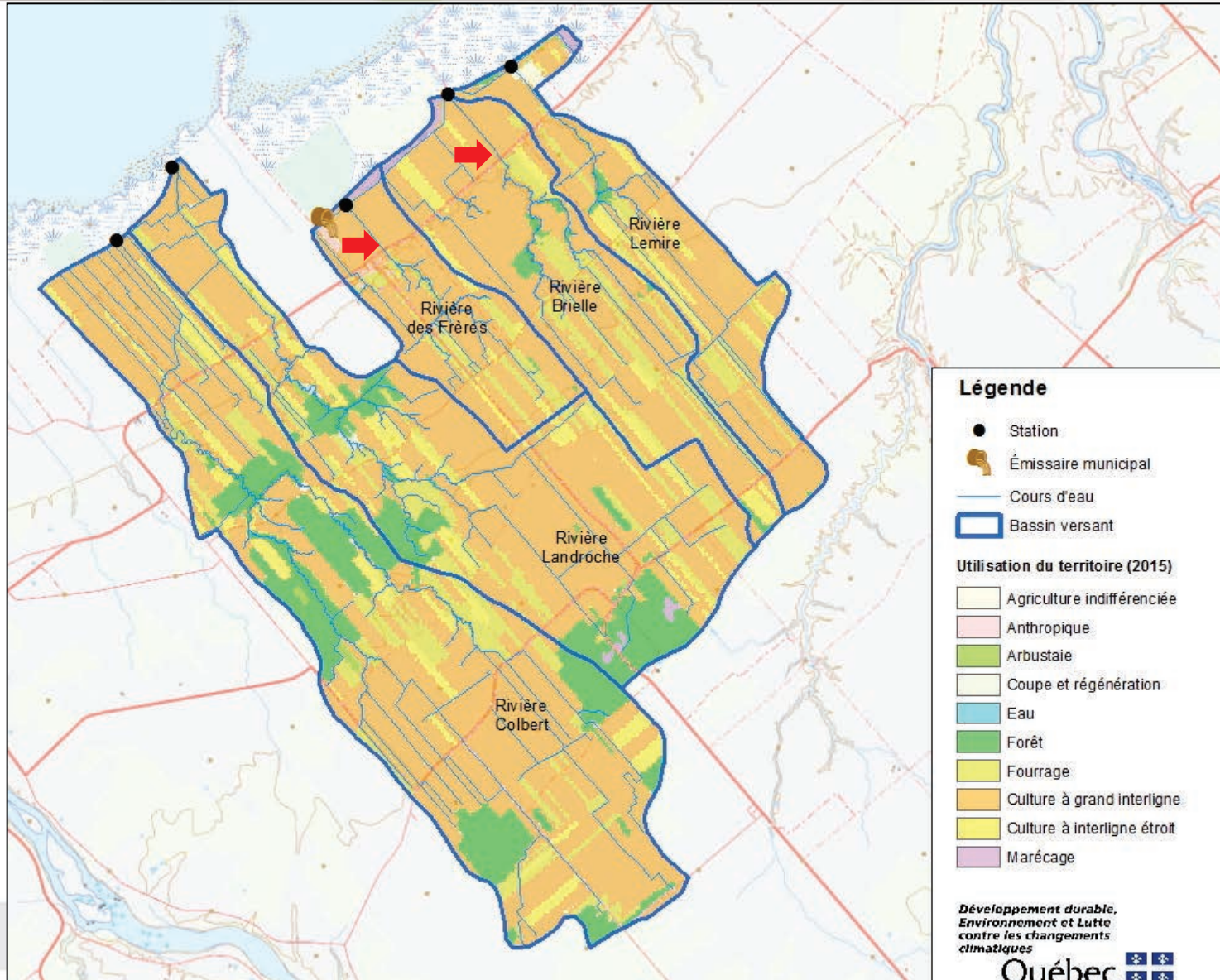


Biais moyen : sous-estimation de 5,5 %

Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques

Québec 

Estimation Phosphore – bassins orphelins



Caractéristiques et utilisation du territoire

Cours d'eau	Superficie du bassin (km ²)	Cultures annuelles (%)	Dépôts glacio-marins argileux (%)	Dépôts glacio-marins sableux (%)	Rejets urbains (kg P/km ²)	Charge Cheptel (kg P ₂ O ₅ /km ²)
Colbert	37,7	70	47	30	–	1555
Landroche	28,12	72	64	5	–	3306
Brielle	15,65	80	77	4	–	1908
des Frères	8,51	81	73	3	12,33	973
Lemire	11,01	85	100	0	–	1103
David-Houle	13,08	86	59	30	–	393

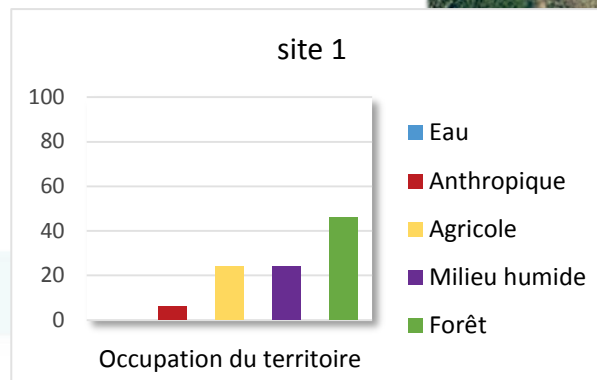
Prédiction de la concentration médiane en phosphore

Cours d'eau	P médian prédit (mg/l)	P médian mesuré (mg/l)	P médian prédit sans cheptel (mg/l)
Colbert	0,197		0,075
Landroche	0,224		0,077
Brielle	0,288	0,110	0,107
des Frères	0,254 - 0,467	0,120	0,103 - 0,190
Lemire	0,378		0,151
David-Houle	0,263	0,110	0,120

Déploiement des modèles

Caractérisation des sites de prédiction

Points de caractérisation
des rivières distribués à un
pas constant.

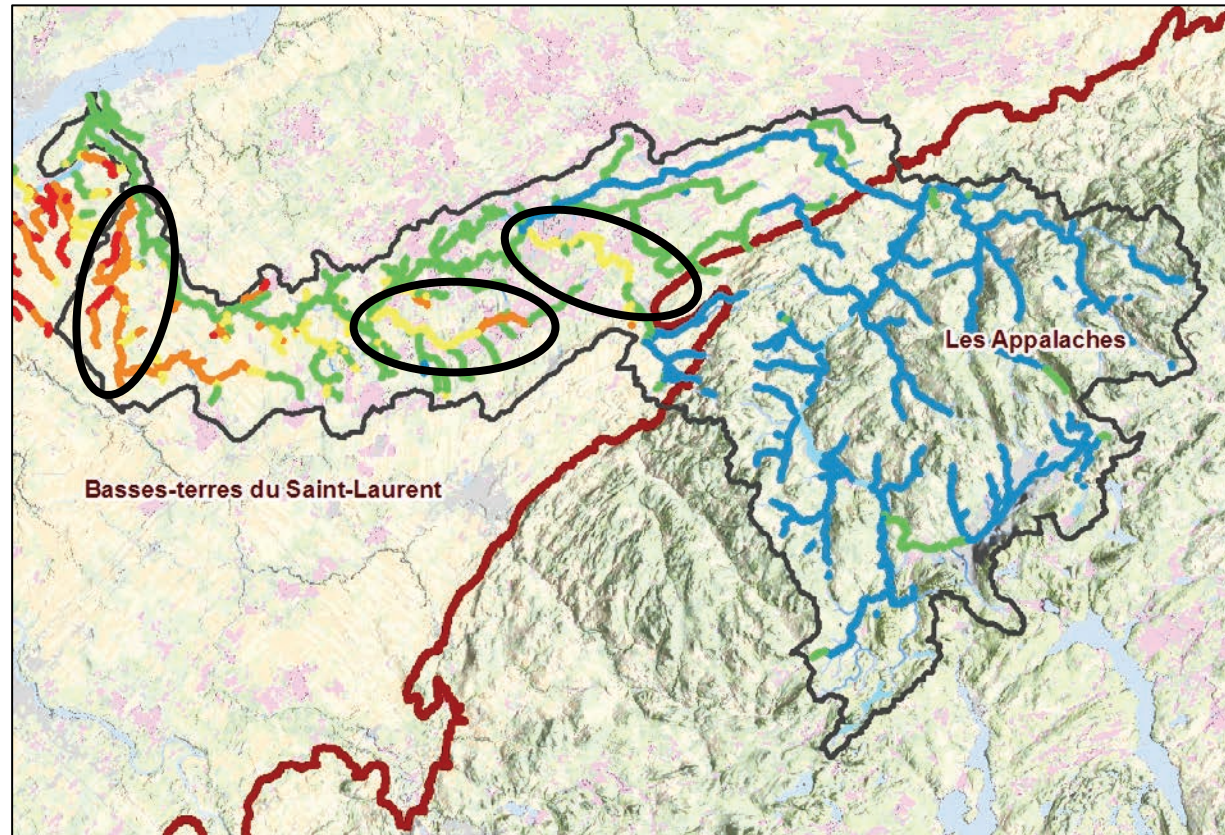
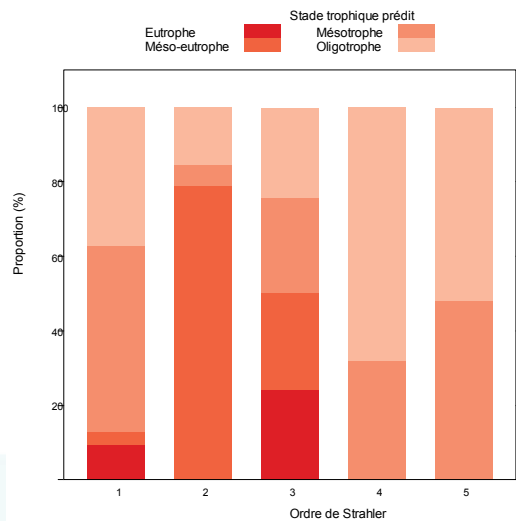


Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques

Déploiement des modèles

Application des modèles

Prediction systématique de la concentration médiane en phosphore (avril-nov) dans les rivières.



Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques

Québec



Conclusions

- Les activités agricoles constituent le facteur le plus important pour expliquer les concentrations d'azote et de phosphore :
 - Les cultures annuelles expliquent 65 % de la variabilité des concentrations médianes en phosphore; en considérant le cheptel, le % de la variance expliquée atteint 79 %
 - Les superficies totales en culture expliquent 75 % de la variabilité des concentrations médianes en nitrites-nitrates; en considérant le cheptel, le % de la variance expliquée atteint 82 %

Conclusions

- Le modèle développé pour le phosphore dans les bassins versants de plus de 78 km² doit être utilisé avec beaucoup de précautions dans les petits bassins de moins de 50 km².
- Il sera possible d'estimer les concentrations de phosphore sur une bonne partie du réseau hydrographique et d'ainsi cibler les secteurs prioritaires d'interventions.
- La prise en compte de l'organisation spatiale des différentes pressions anthropiques dans les bassins versants augmenterait encore la performance des modèles.

An aerial photograph showing a wide river with a dark, silty water flow, meandering through a vast, green agricultural landscape. The fields are arranged in a grid pattern, and the river's banks are visible. The overall scene is lush and green, with the river providing a central waterway.

Merci!

*Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques*

Québec 