

**Caractérisation géochimique et minéralogique
et évaluation du potentiel gazéifère
des shales de l'Utica et du Lorraine,
Basses-Terres du Saint-Laurent**

Robert Thériault

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Résumé de la présentation

- **Géologie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Géologie régionale
 - Corridors potentiels de shales gazéifères
 - Caractéristiques lithologiques
 - Carte isopache et de profondeur
- **Minéralogie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données de diffraction à rayons X
- **Géochimie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données Rock-Eval
 - Cartes géochimiques (COT, IH, IRE)
- **Conclusions**

Remerciements

Compagnies :

- Talisman Energy
- Forest Oil
- Junex
- Gastem
- Encana

Gouvernements :

- CGC-Calgary
- CGC-Québec (D. Lavoie)
- INRS (R. Bertrand)
- MRNF (S. Beauséjour;
production de cartes)

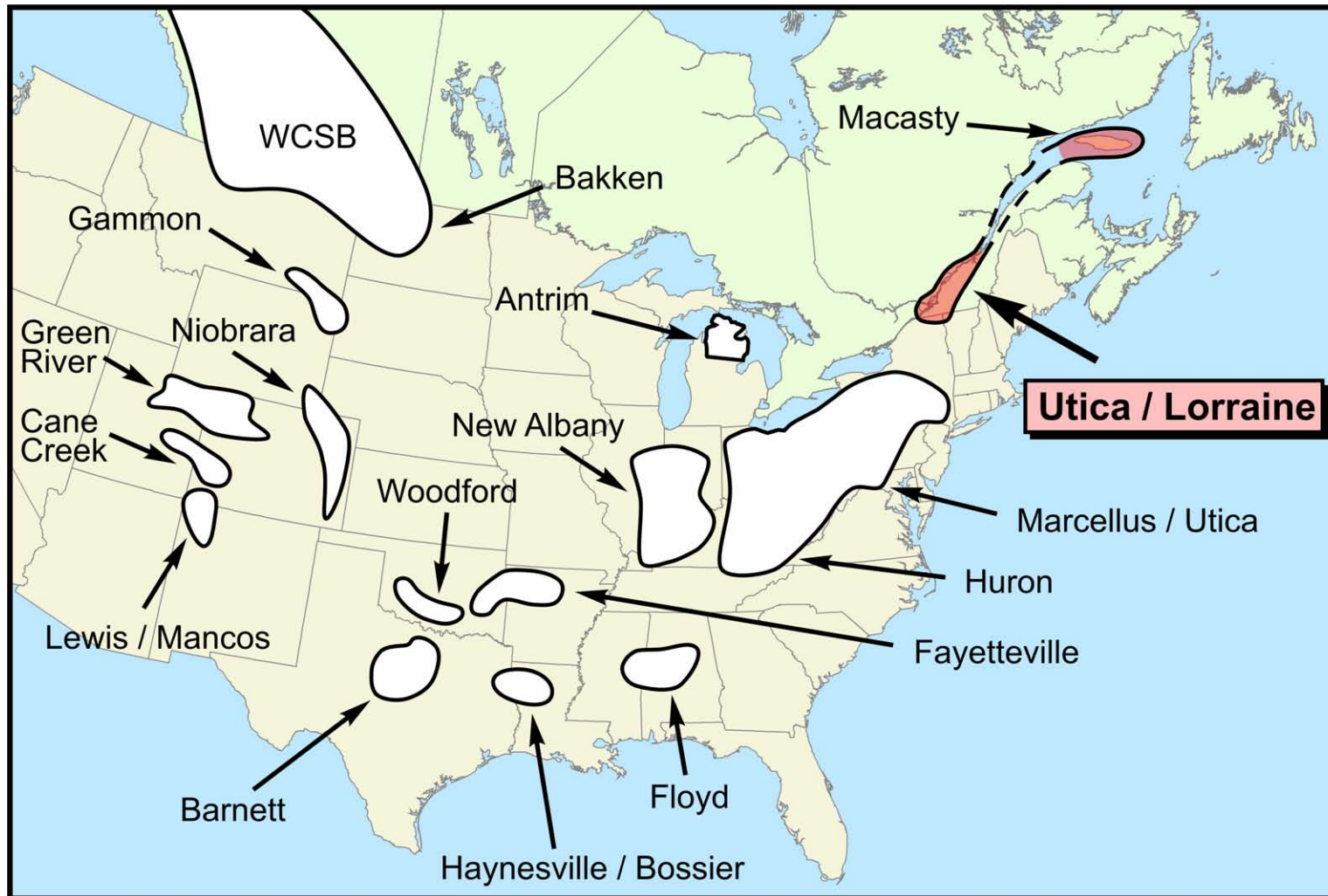


**PLUS DE 600 ANALYSES DE ROCK EVAL
FOURNIES PAR LES ENTREPRISES**

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Shales gazéifères de l'Amérique du Nord

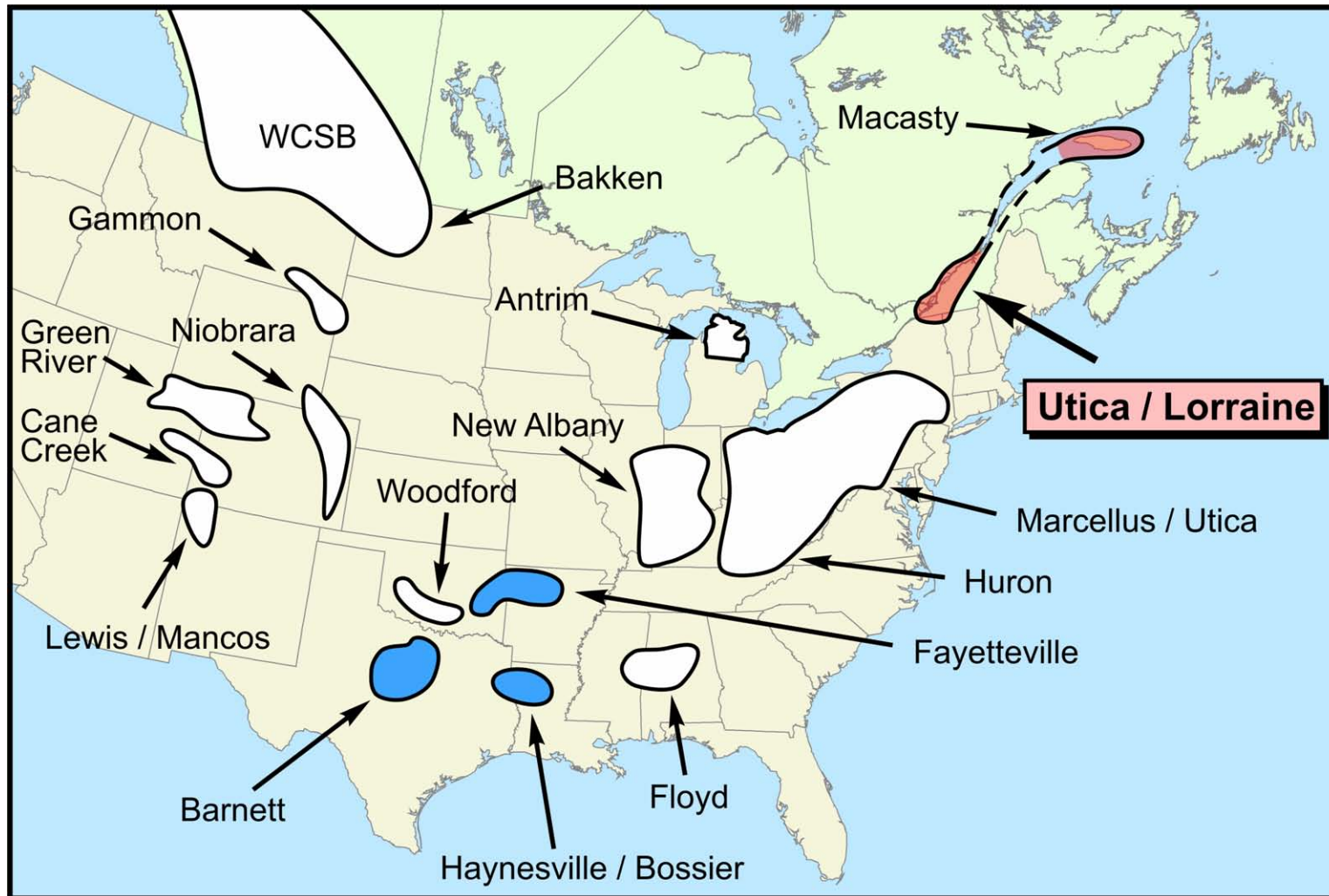


Ressources naturelles
et Faune

Québec



Shales gazéifères de l'Amérique du Nord

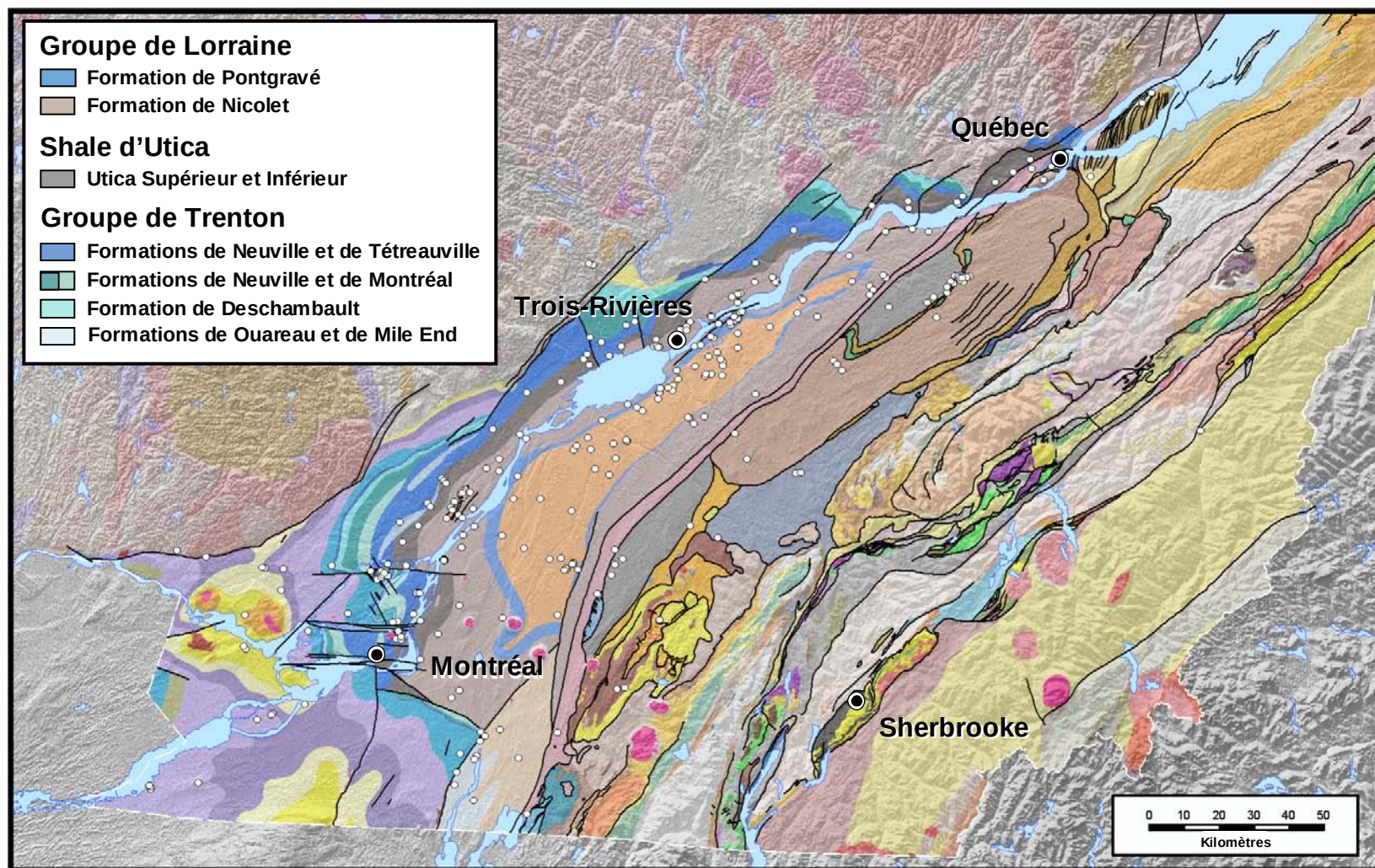


Ressources naturelles
et Faune

Québec



Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent

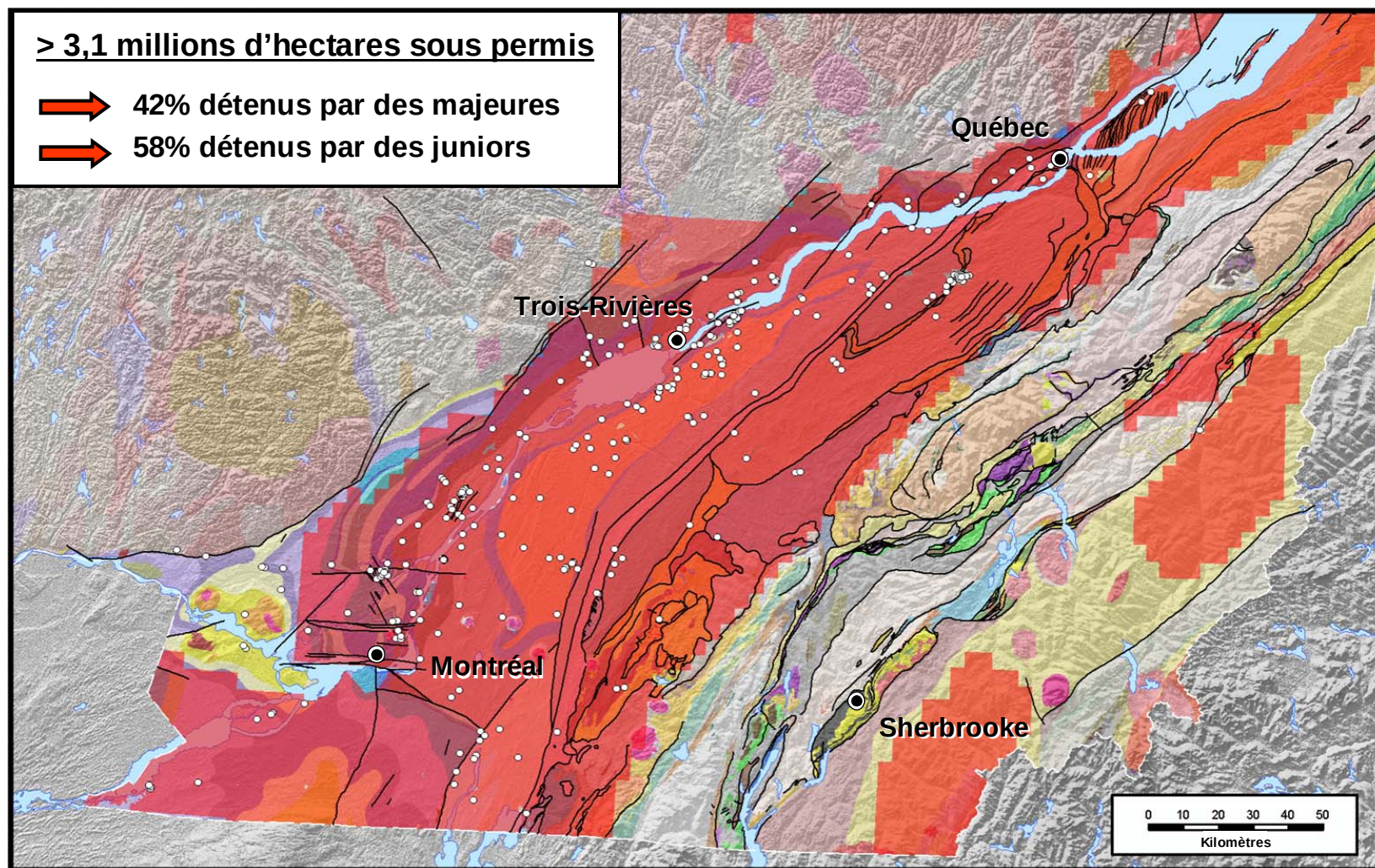


Ressources naturelles
et Faune

Québec



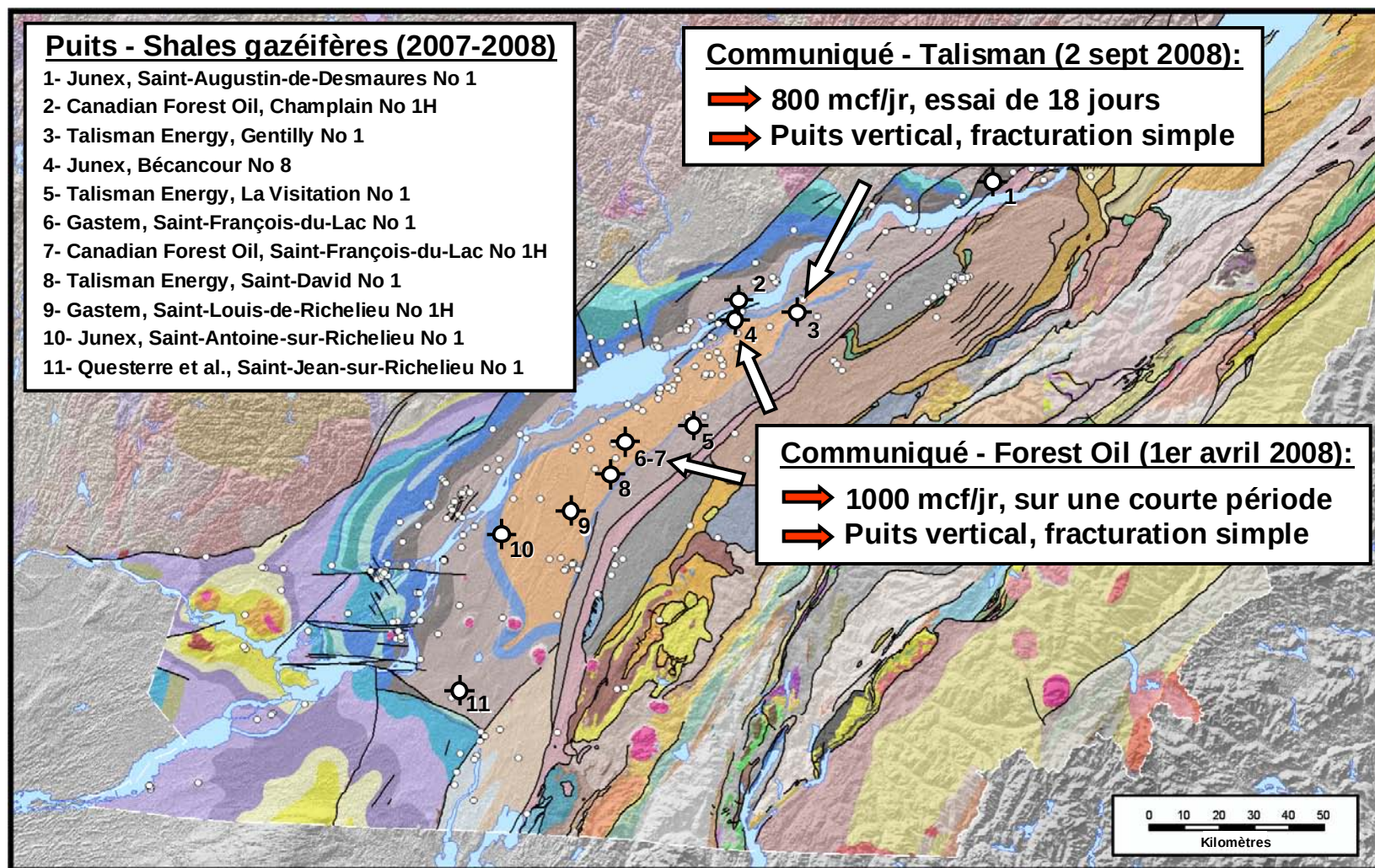
Permis d'exploration pétrolière et gazière



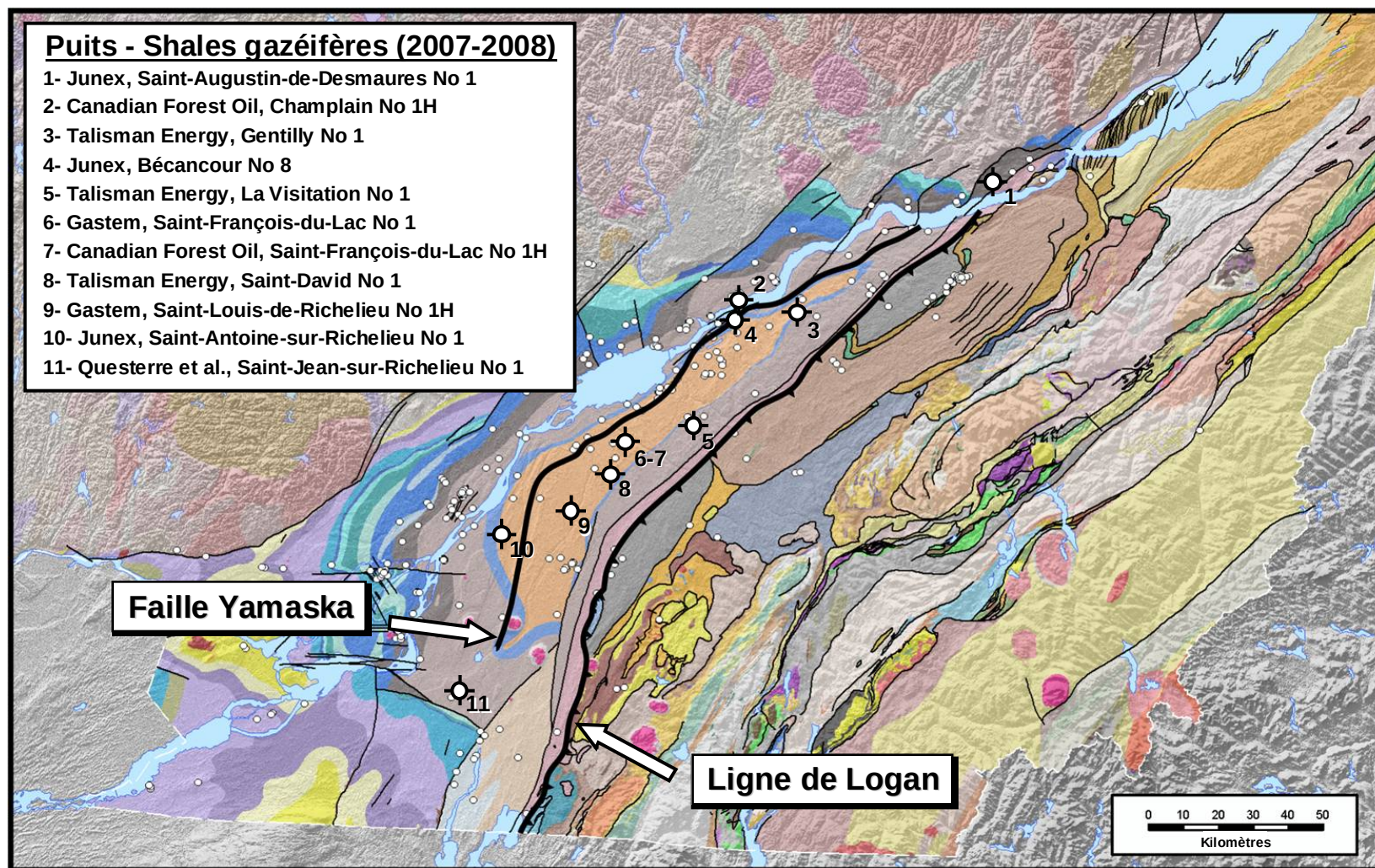
Ressources naturelles
et Faune

Québec

Puits d'exploration - Shales gazéifères



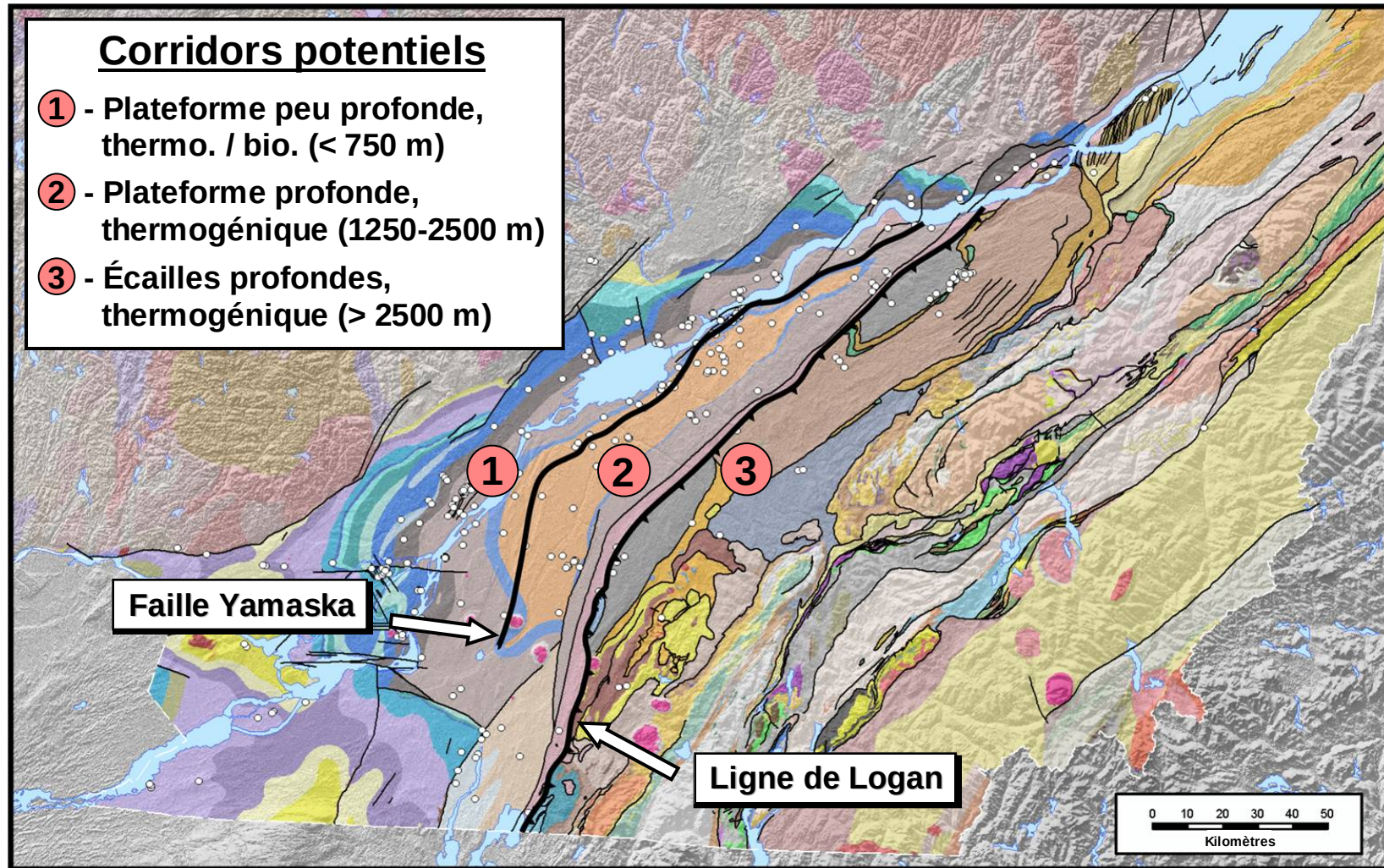
Puits d'exploration - Shales gazéifères



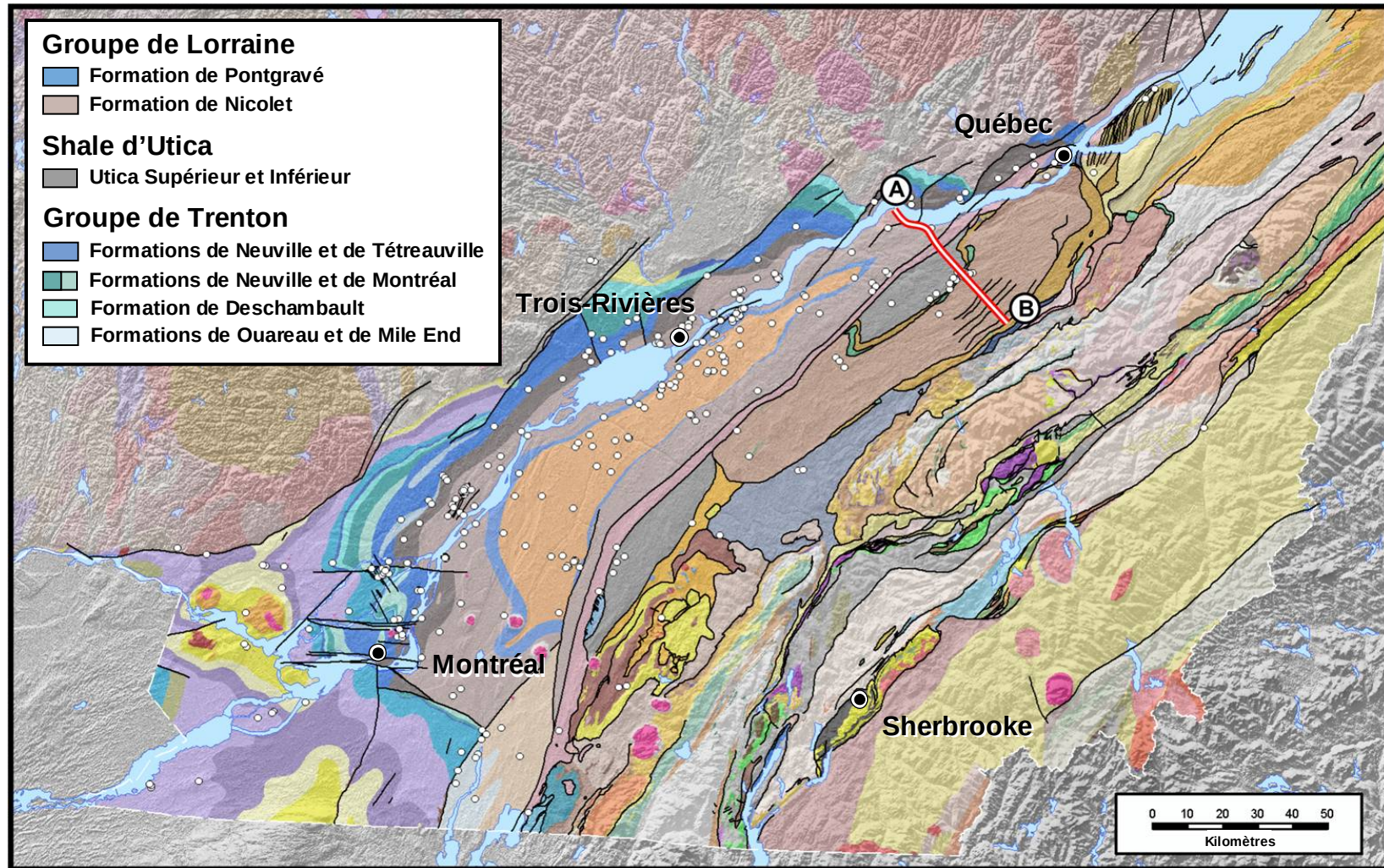
Ressources naturelles
et Faune

Québec

Corridors potentiels - Shales gazéifères



Ligne sismique M-2001

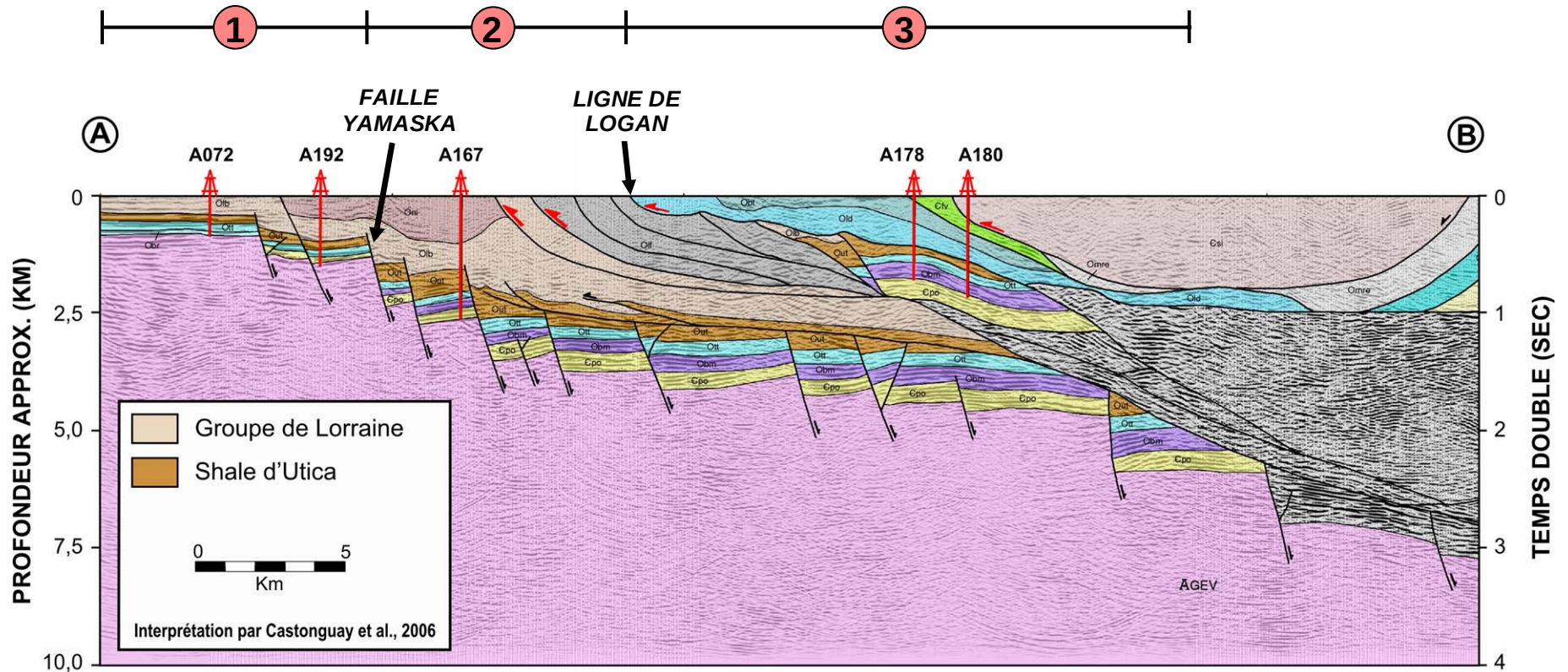


Ressources naturelles
et Faune

Québec



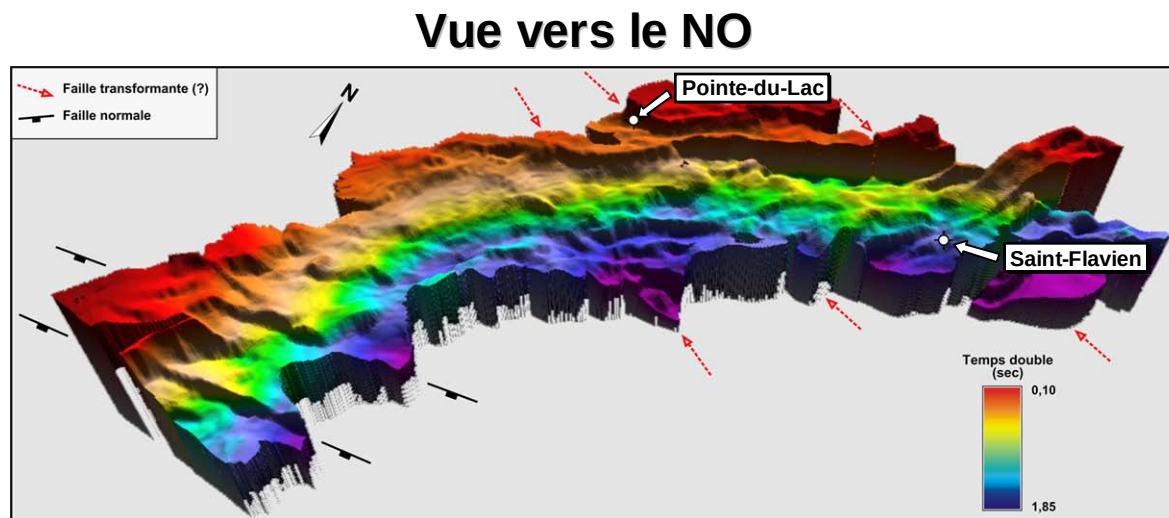
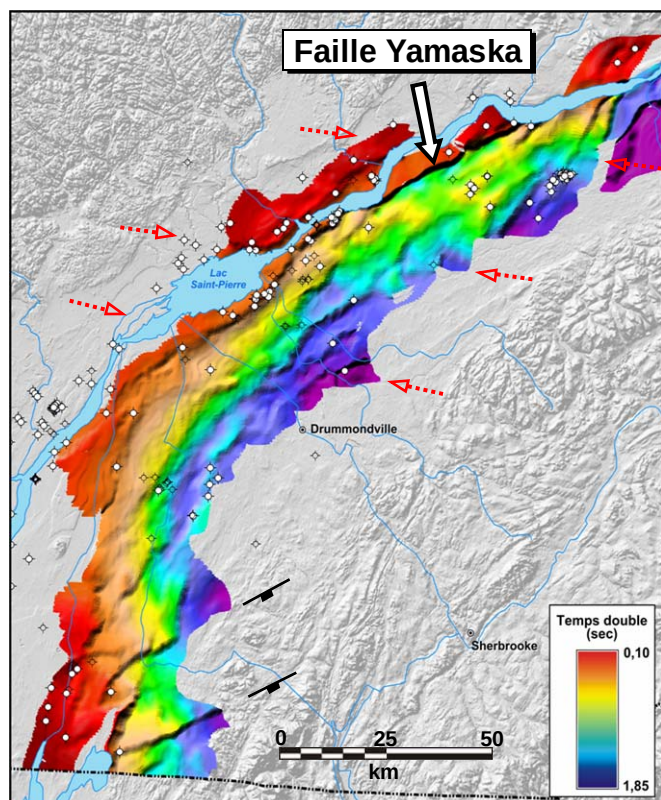
Profil sismique M-2001



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Carte structurale - Sommet du Trenton



➔ « Plusieurs shales gazéifères en Amérique du Nord possèdent des corridors (« fairways ») largement contrôlés par des failles crustales profondes »

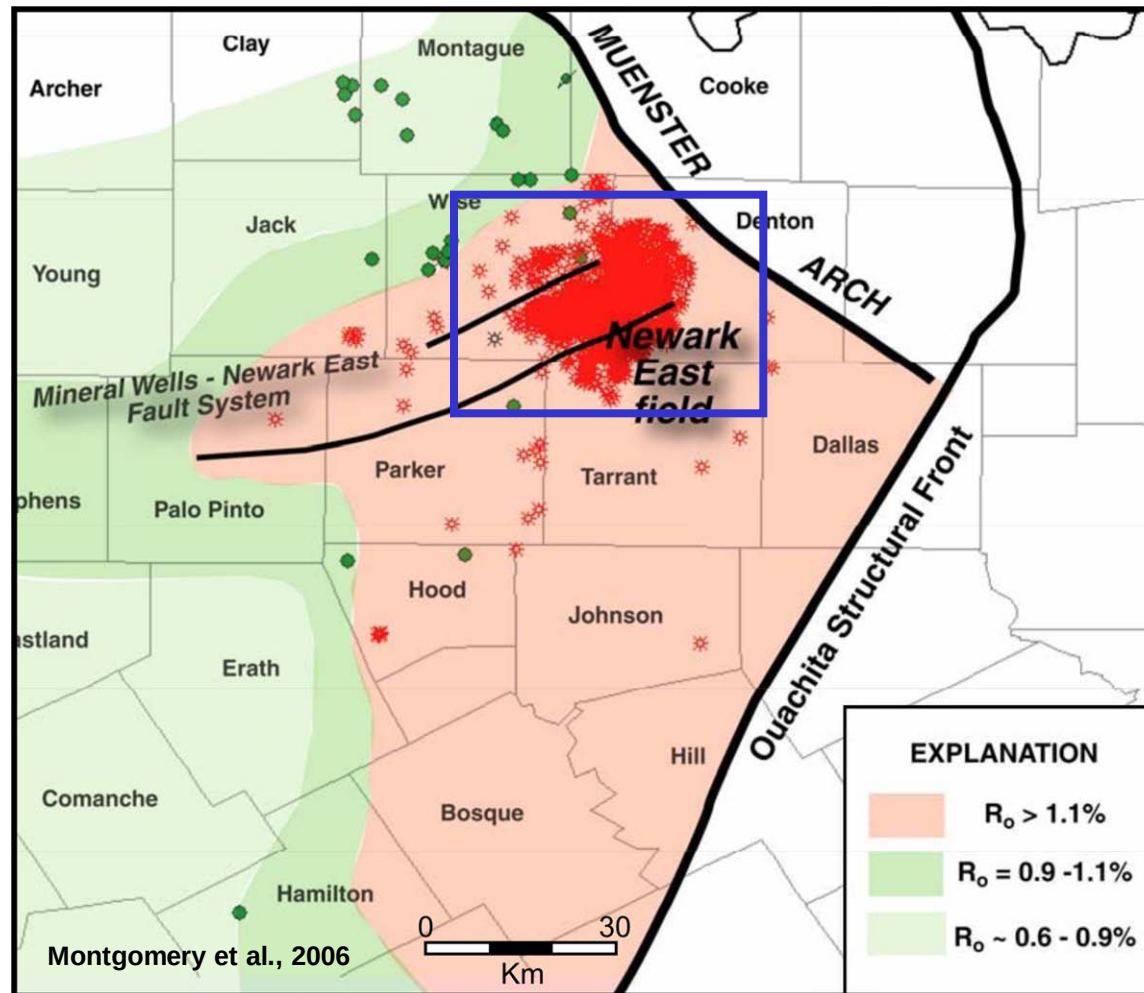
- Berger et al., CSPG Reservoir, novembre 2008

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Carte structurale - Shale de Barnett

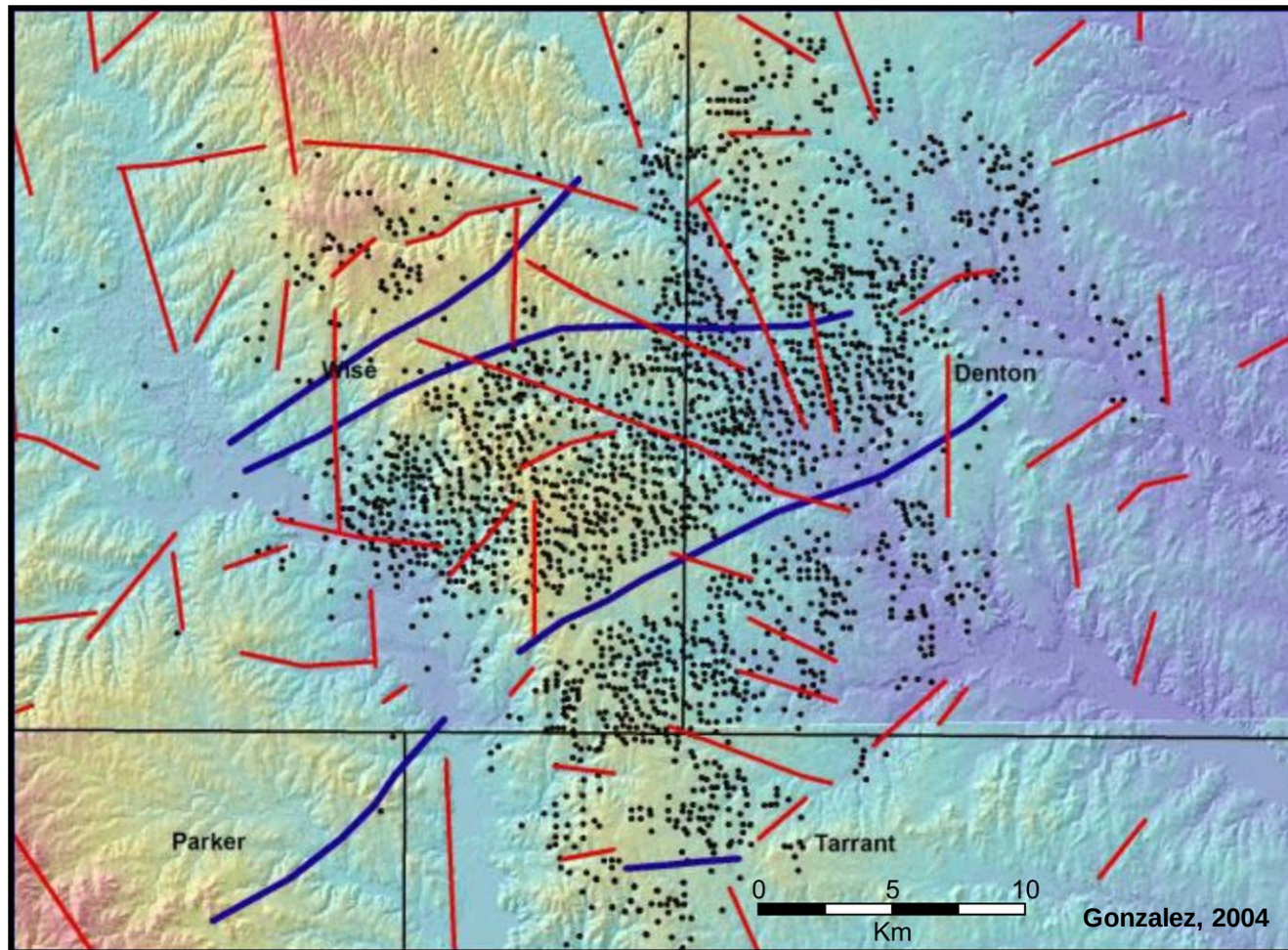


Tiré de Jarvie, 2007 (Humble Geochemical Services)

Ressources naturelles
et Faune

Québec

Failles et linéaments - Shale de Barnett



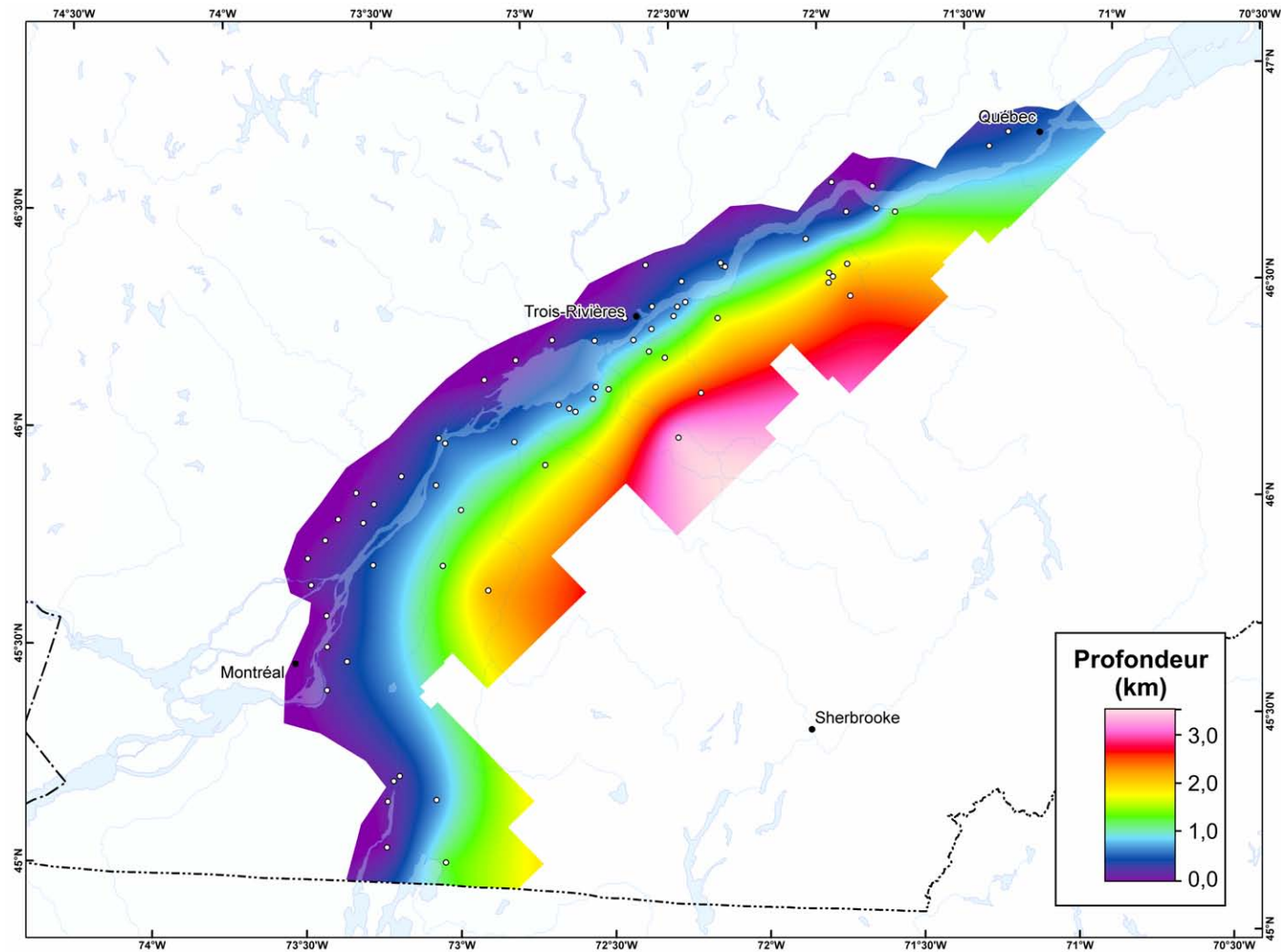
Tiré de Jarvie, 2007 (Humble Geochemical Services)

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Profondeur au toit du Shale d'Utica

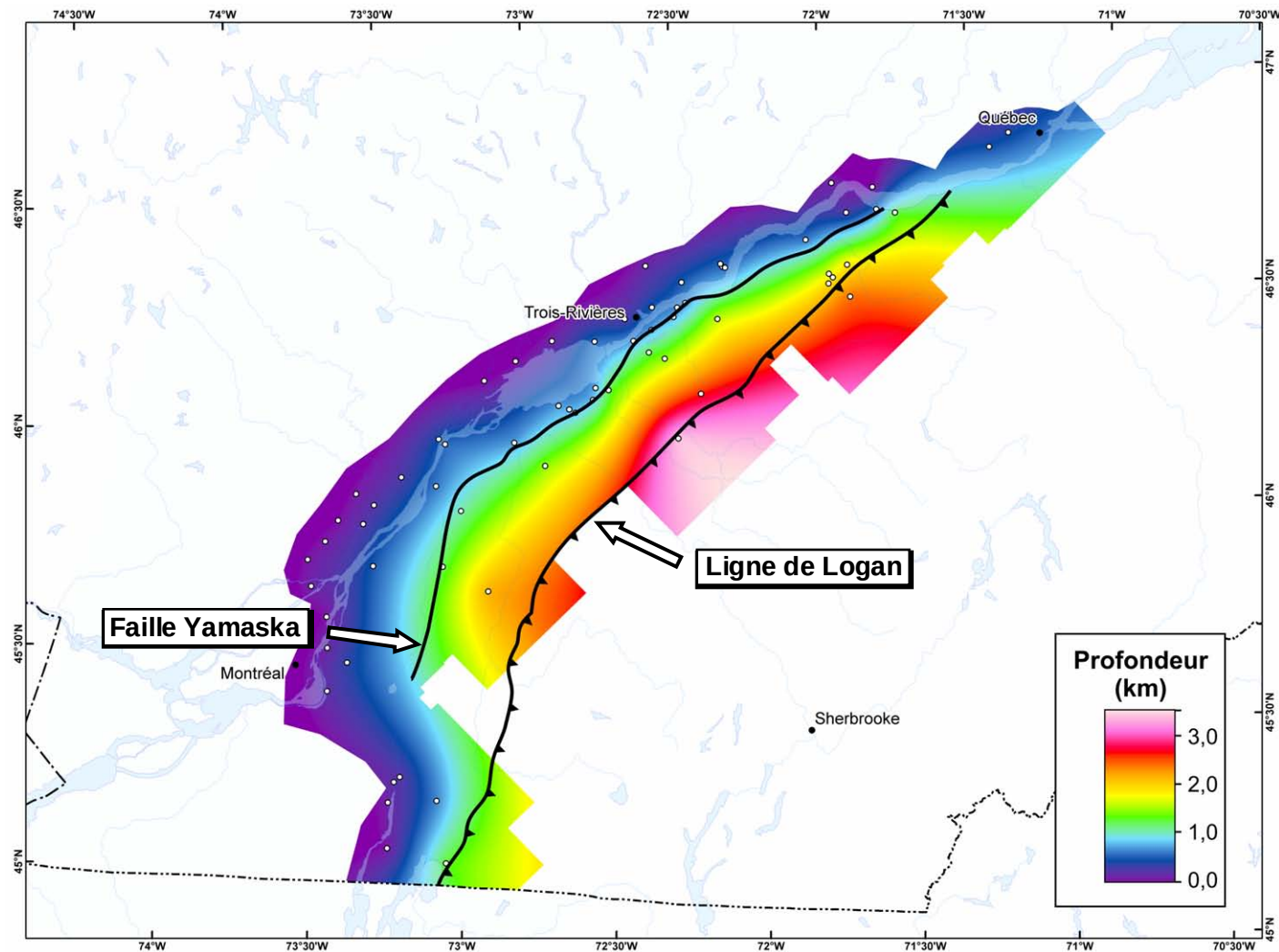


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Profondeur au toit du Shale d'Utica

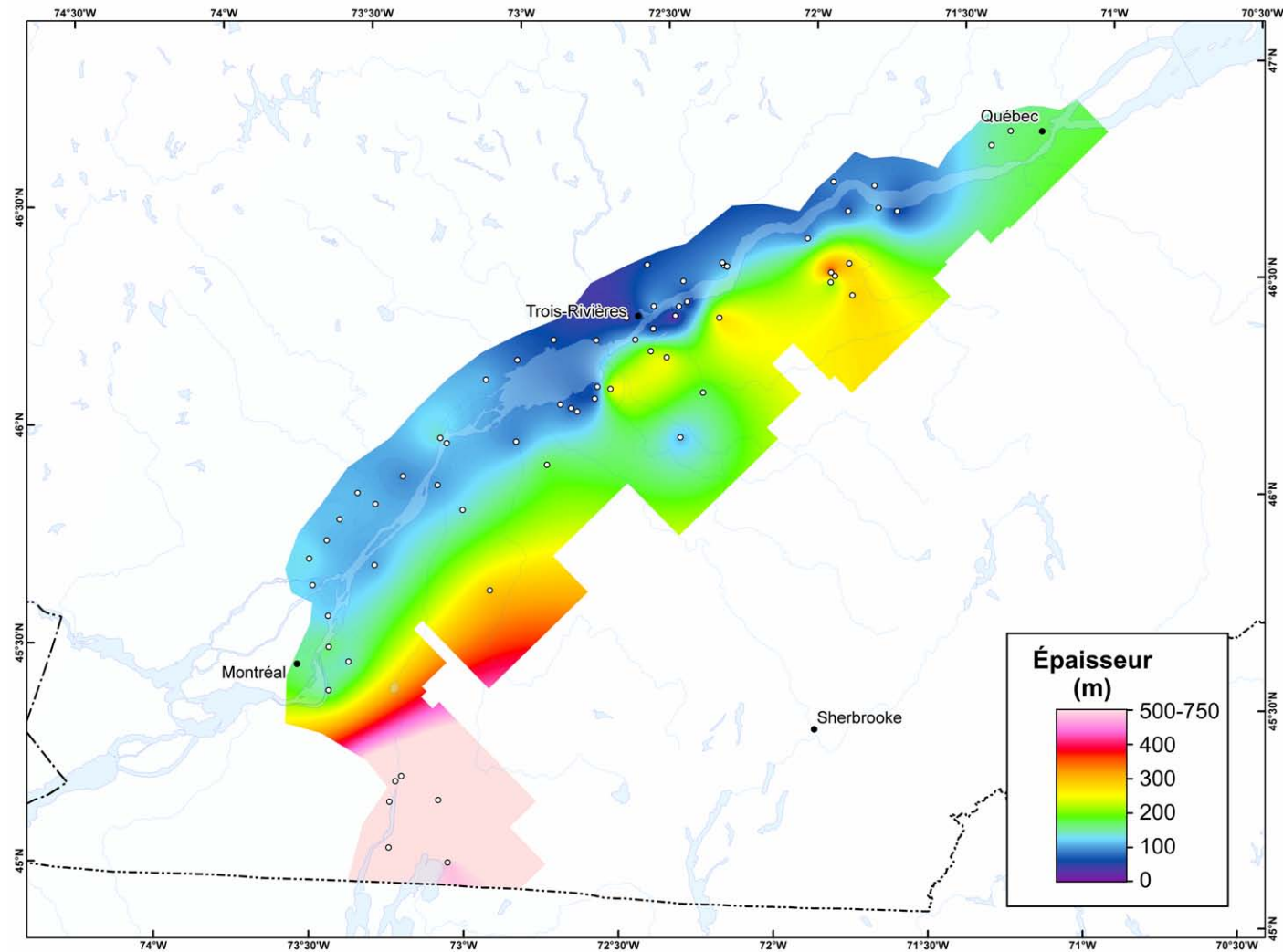


Ressources naturelles
et Faune

Québec



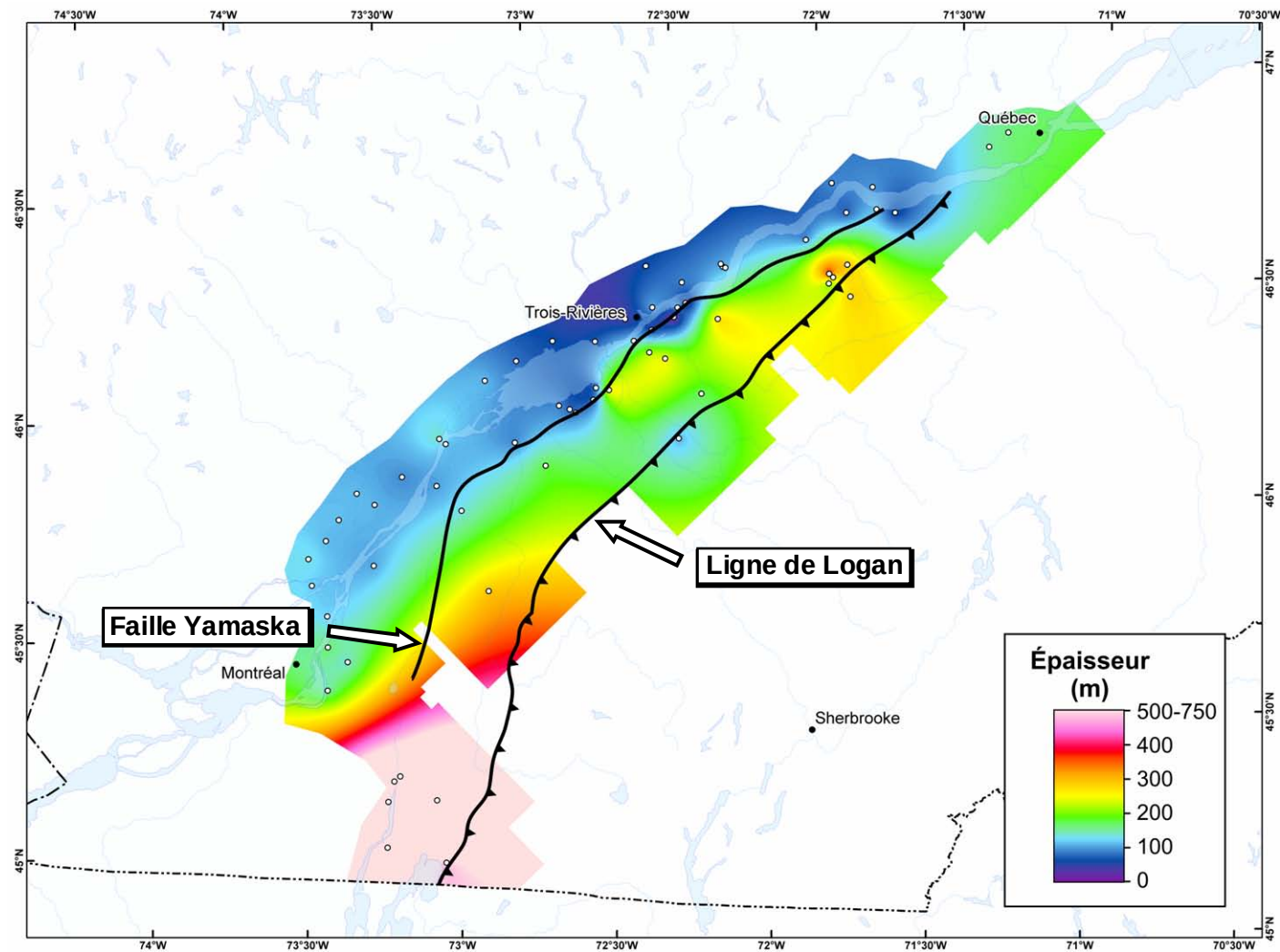
Épaisseur du Shale d'Utica (isopache)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Épaisseur du Shale d'Utica (isopache)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Contact Utica-Trenton

Rivière Jacques-Cartier, Pont-Rouge



- Sommet du Trenton = lit de calcaire (50 cm)
- Base de l'Utica = shale calcaireux avec interlits de calcaire
- Contact graduel dans la partie nord des Basses-Terres

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Utica Inférieur

Cap-Santé



- Shale calcaireux
- Gris moyen à très foncé
- Fréquents interlits de calcaire

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Utica Supérieur

Rivière Jacques-Cartier, Donnacona



- Shale calcaireux
- Gris moyen à très foncé
- Quelques interlits de calcaire et siltstone

**Ressources naturelles
et Faune**

Québec 

Groupe de Lorraine

Chûtes Montmorency



- Shale argileux et siliceux (non-calcaireux)
- Gris-brunâtre moyen à foncé
- Interlits de siltstone et grès

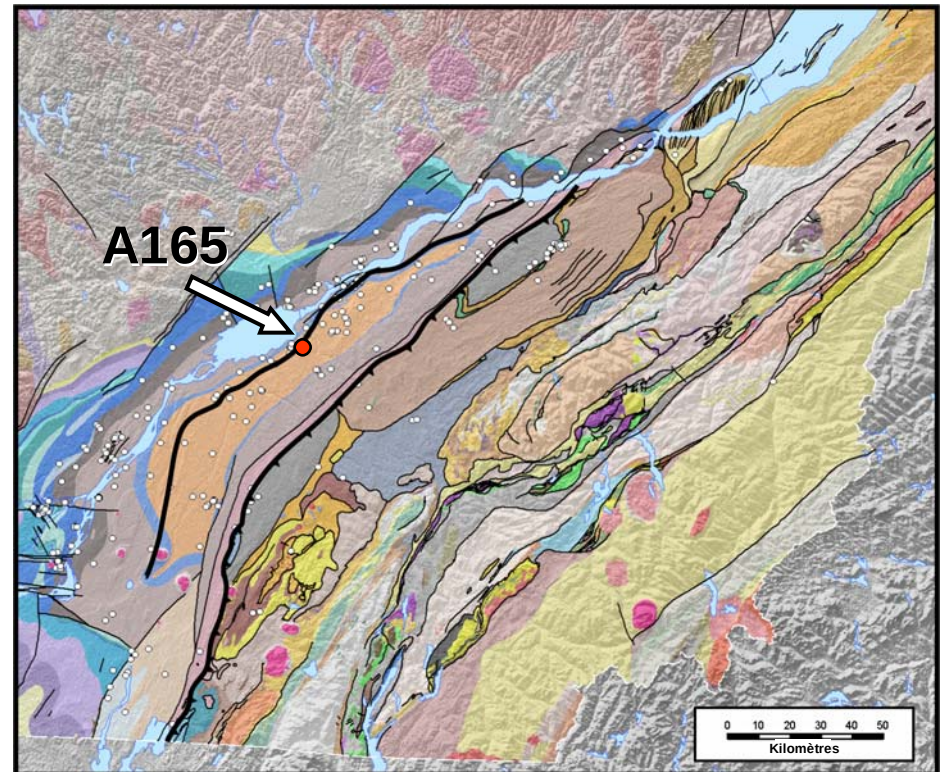
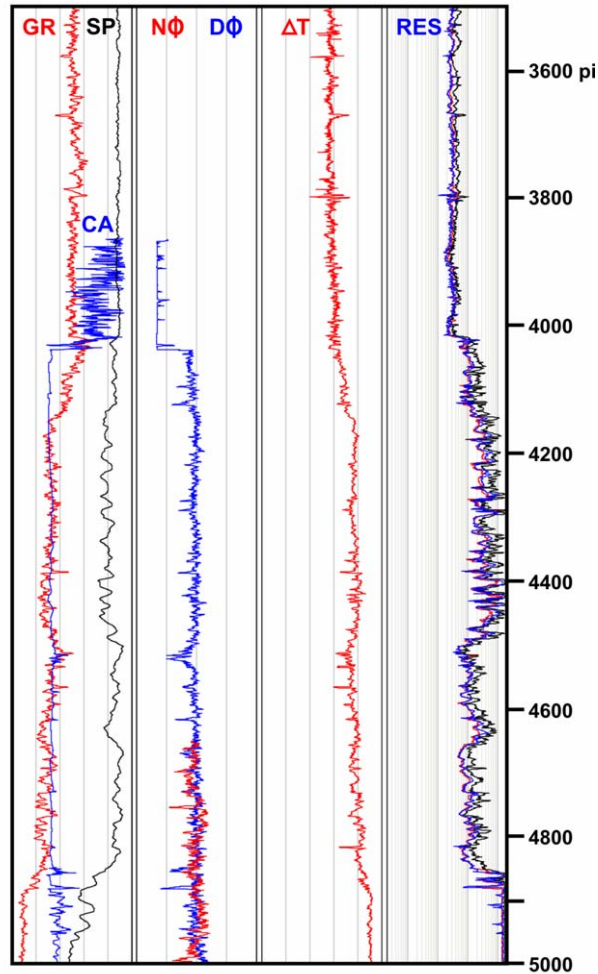
*Ressources naturelles
et Faune*

Québec



SOQUIP Laduboro, Nicolet No 1

A165

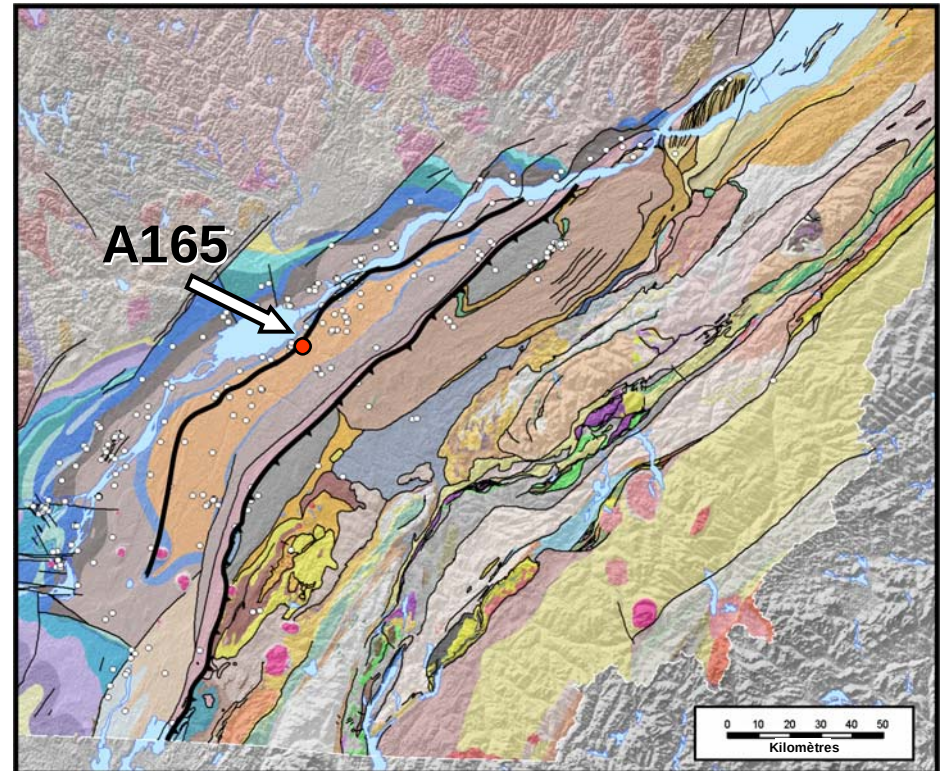
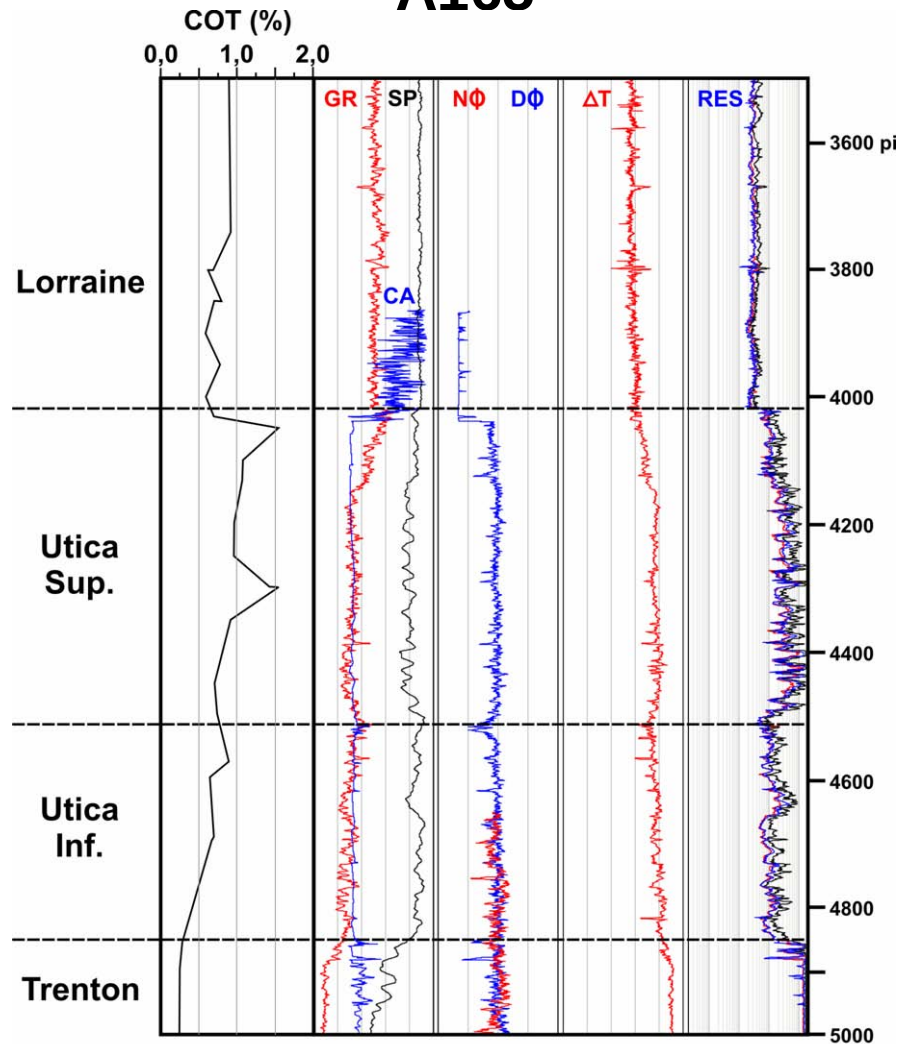


Ressources naturelles
et Faune

Québec

SOQUIP Laduboro, Nicolet No 1

A165

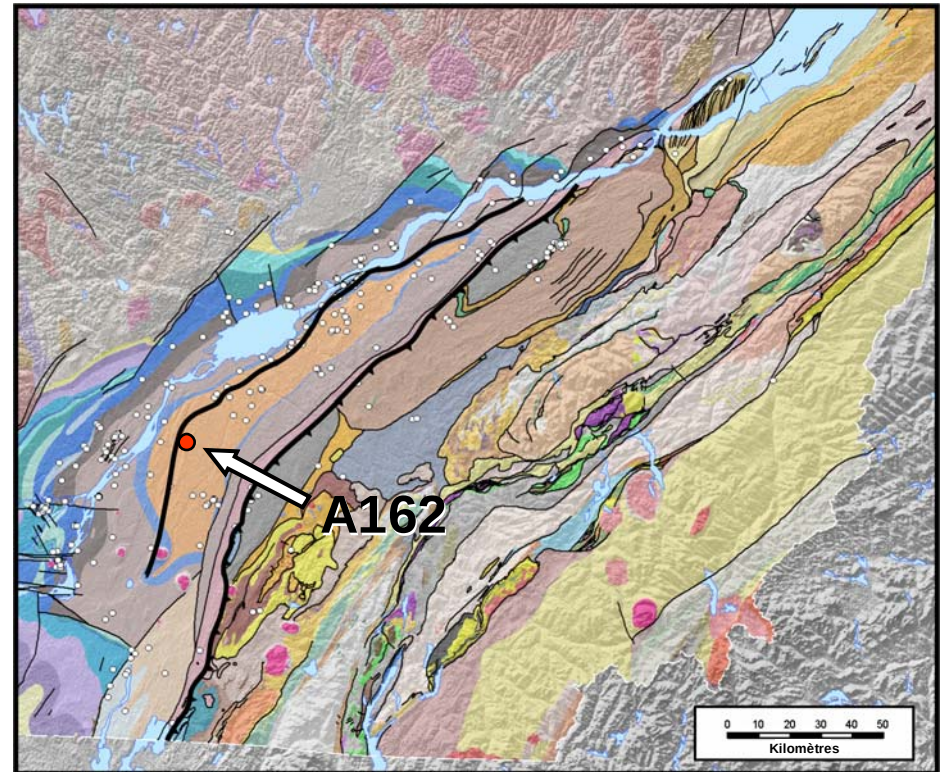
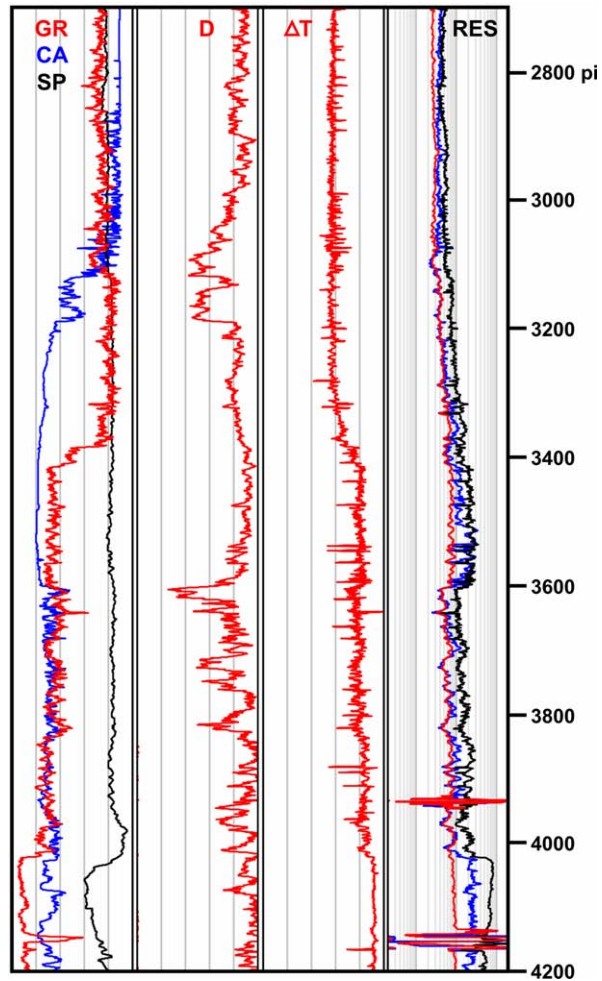


Ressources naturelles
et Faune

Québec

Sarep Laduboro, Saint-Ours No 1

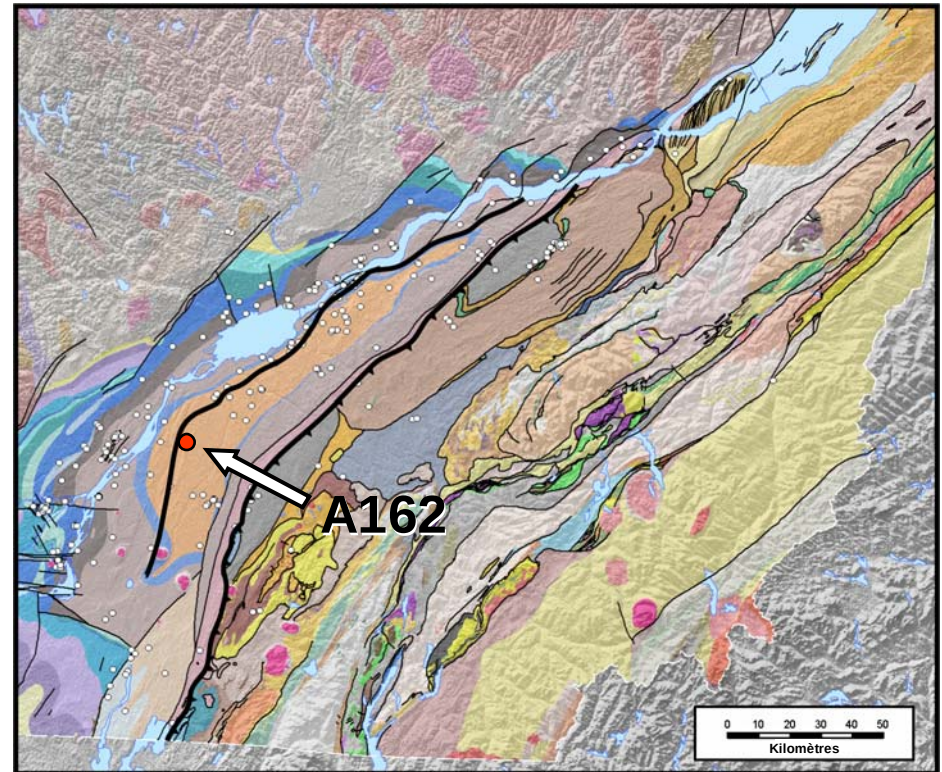
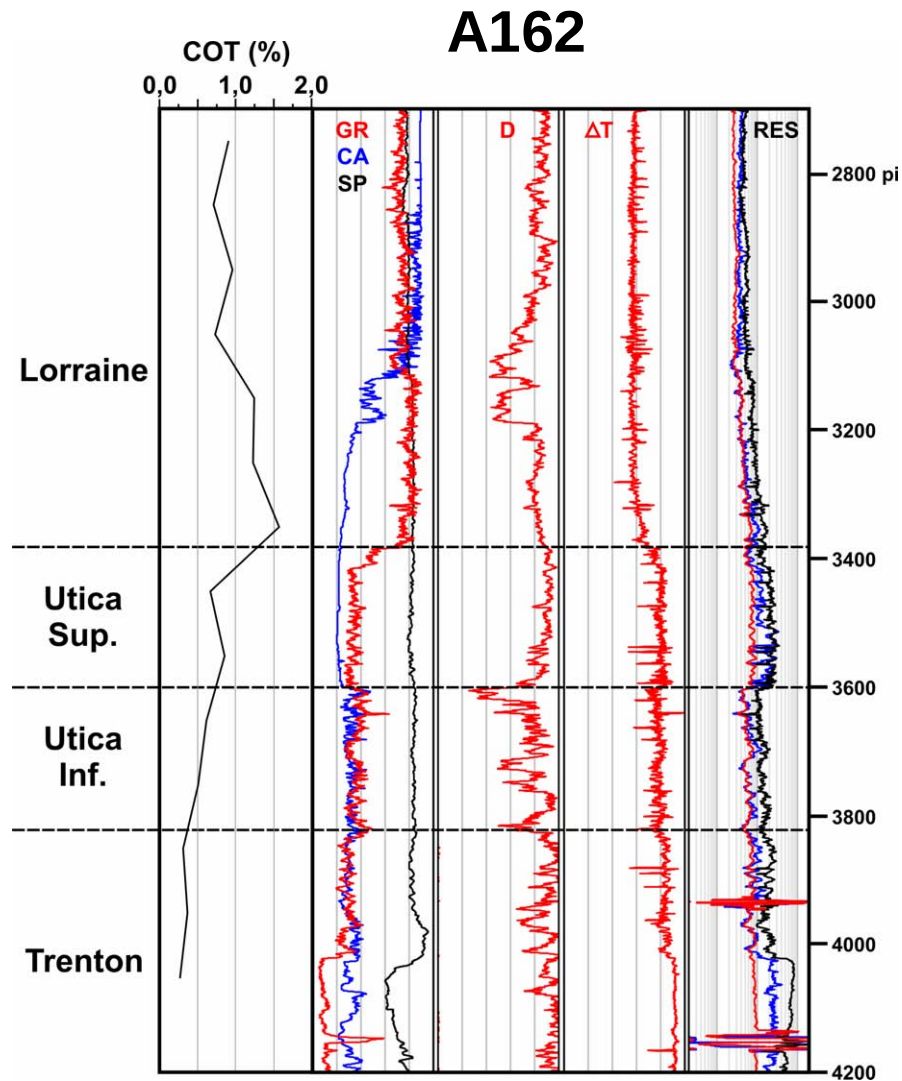
A162



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Sarep Laduboro, Saint-Ours No 1



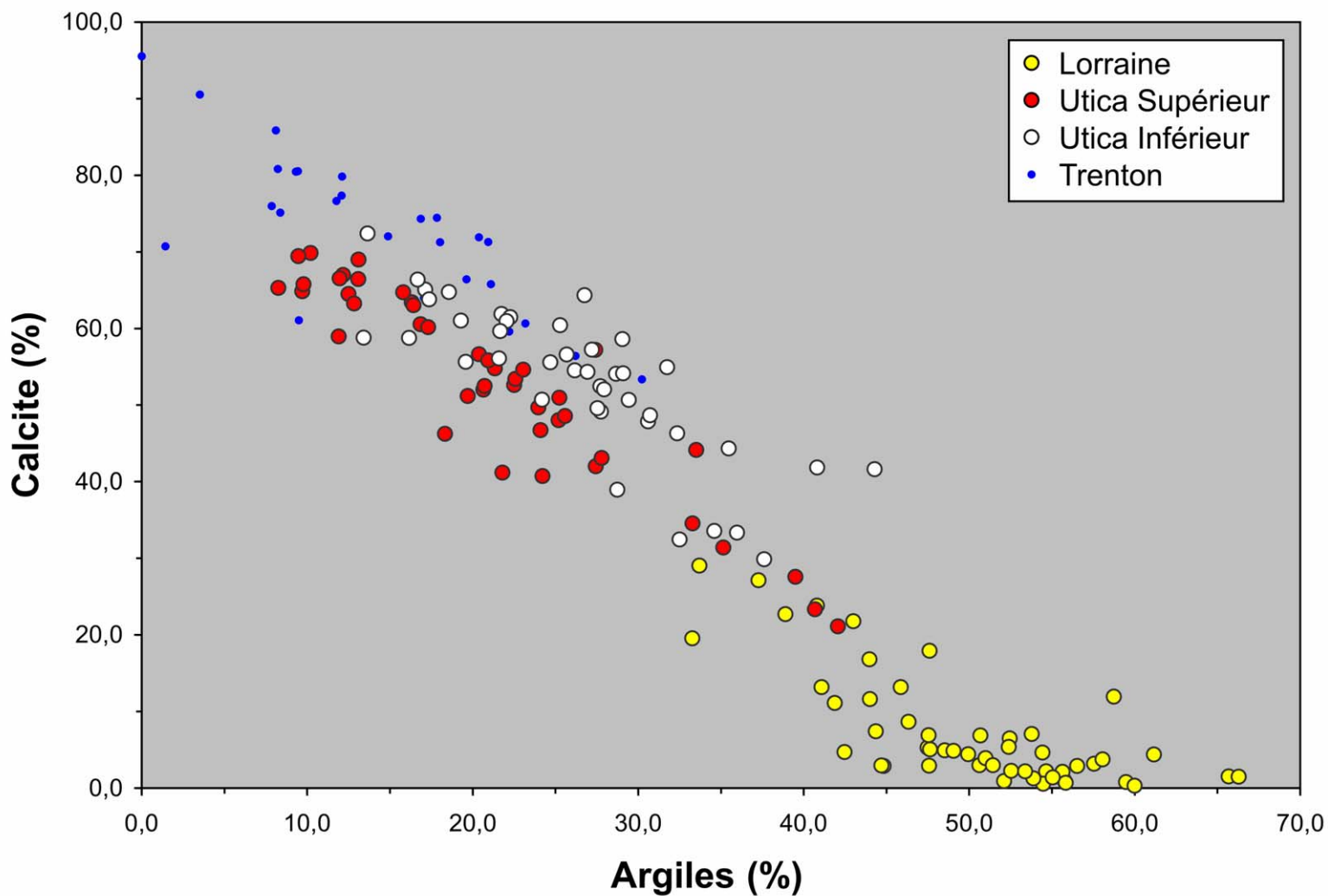
Ressources naturelles
et Faune

Québec

Résumé de la présentation

- **Géologie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Géologie régionale
 - Corridors potentiels de shales gazéifères
 - Caractéristiques lithologiques
 - Cartes d'isopaches et d'isocontours
- **Minéralogie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données de diffraction à rayons X
- **Géochimie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données Rock-Eval
 - Cartes géochimiques (COT, IH, IRE)
- **Conclusions**

Diffraction X - Argiles vs. Calcite

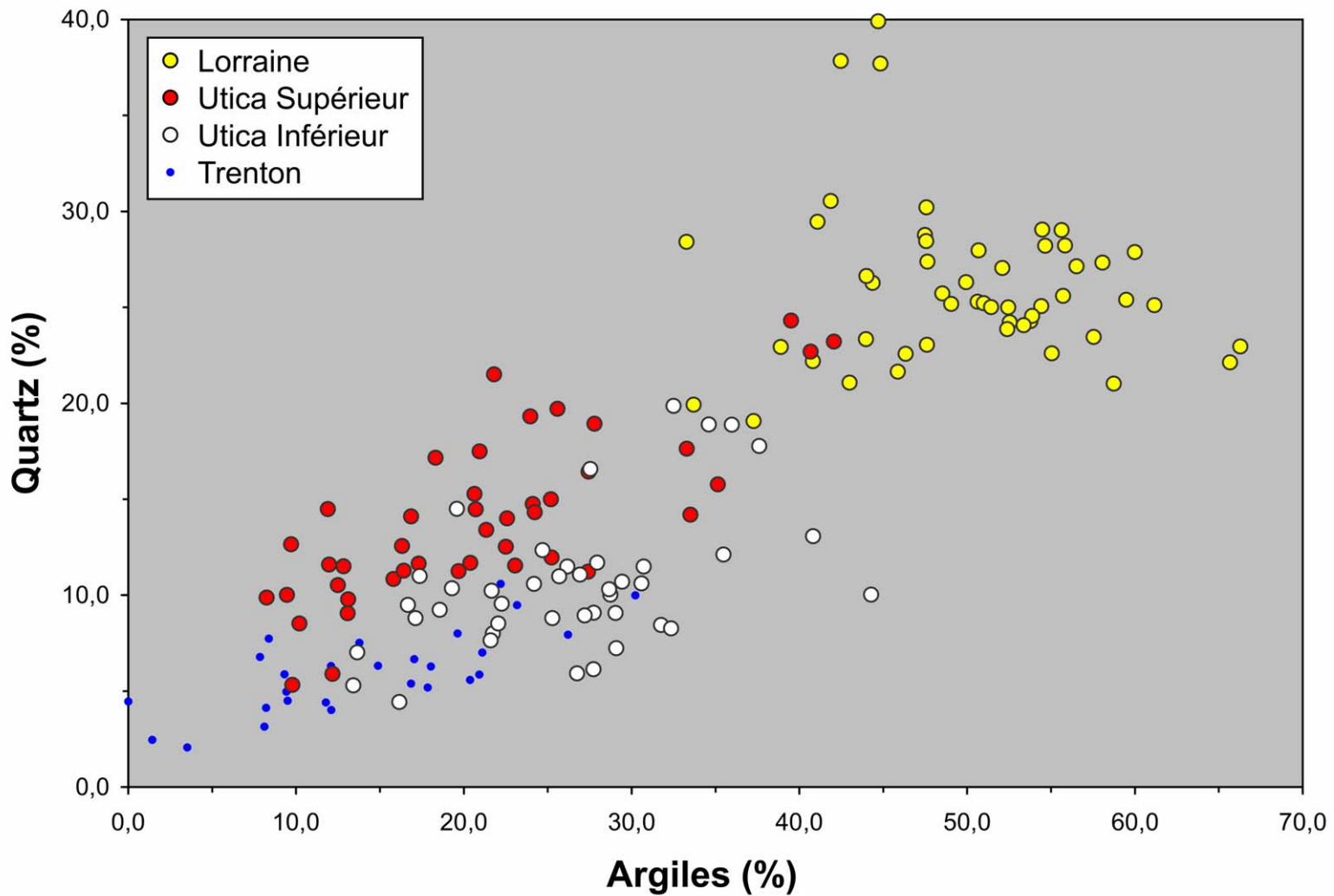


Ressources naturelles
et Faune

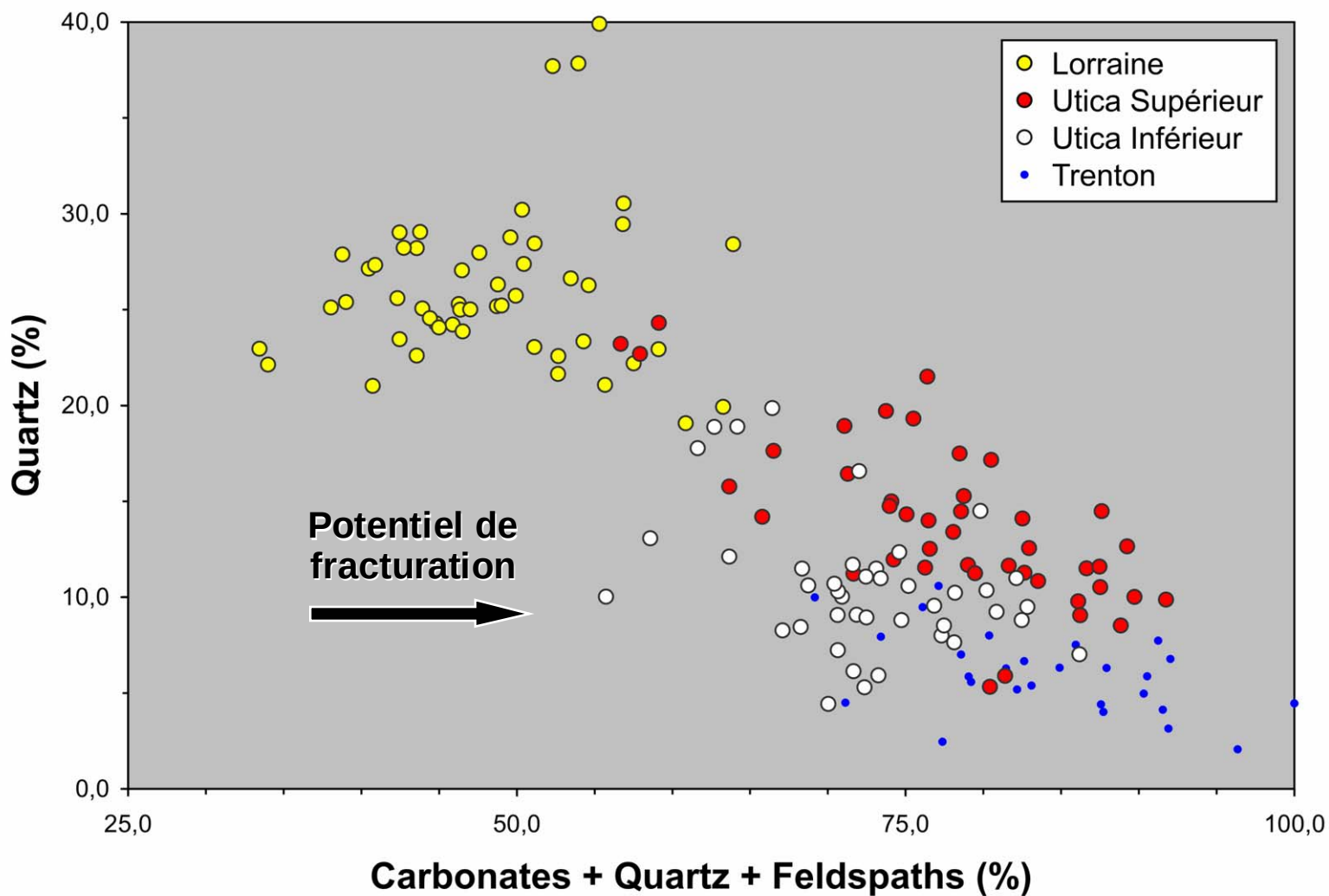
Québec



Diffraction X - Argiles vs. Quartz



Diffraktion X - Potentiel de fracturation



Résumé - Diffraction X (valeurs moyennes)

	LORRAINE	UTICA SUPÉRIEUR	UTICA INFÉRIEUR
Argiles*	50	20	25
Quartz	25	15	10
Calcite	5	50	50
Dolomie	5	5	5
Feldspaths	10	5	5

* Argiles = 65-85% Illite, 10-25% Chlorite, 5% Kaolinite

Ressources naturelles
et Faune

Québec 

Résumé de la présentation

- **Géologie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Géologie régionale
 - Corridors potentiels de shales gazéifères
 - Caractéristiques lithologiques
 - Cartes d'isopaches et d'isocontours
- **Minéralogie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données de diffraction à rayons X
- **Géochimie des shales de l'Utica et du Lorraine**
 - Données Rock-Eval
 - Cartes géochimiques (COT, IH, IRE)
- **Conclusions**

Géochimie organique – Utica et Lorraine

Échantillons analysés par Rock-Eval:

- 82 puits (déblais et carottes)
- 53 affleurements
- Total de 1280 analyses (ainsi que 210 analyses additionnelles pour le COT seulement)

Composition / Transformation - Matière organique

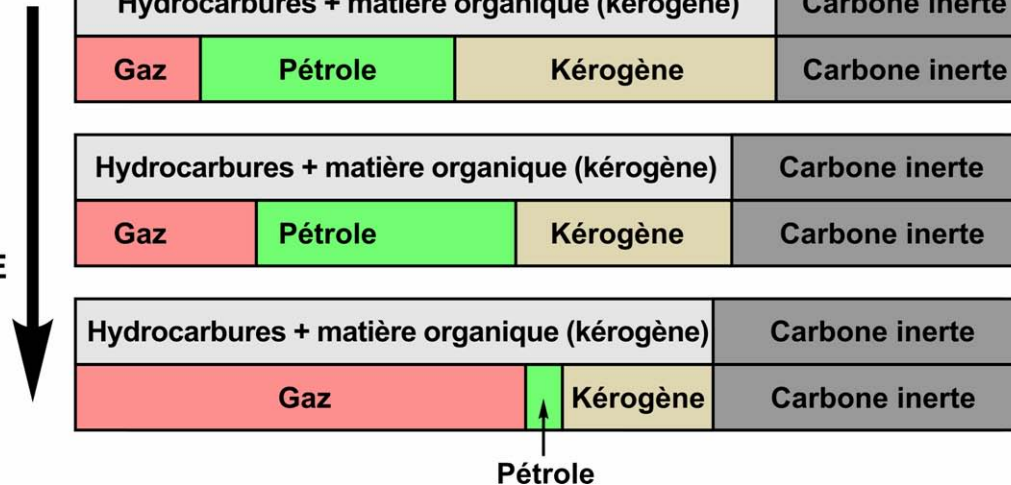
Carbone Organique Total (COT)			
Hydrocarbures + matière organique (kérogène)			Carbone inerte
Gaz	Pétrole	Kérogène	Carbone inerte

Terminologie - Rock Eval

S1	S1	S2	S4
----	----	----	----

Transformation de la matière organique

HAUSSE
DE LA
MATURITÉ
THERMIQUE

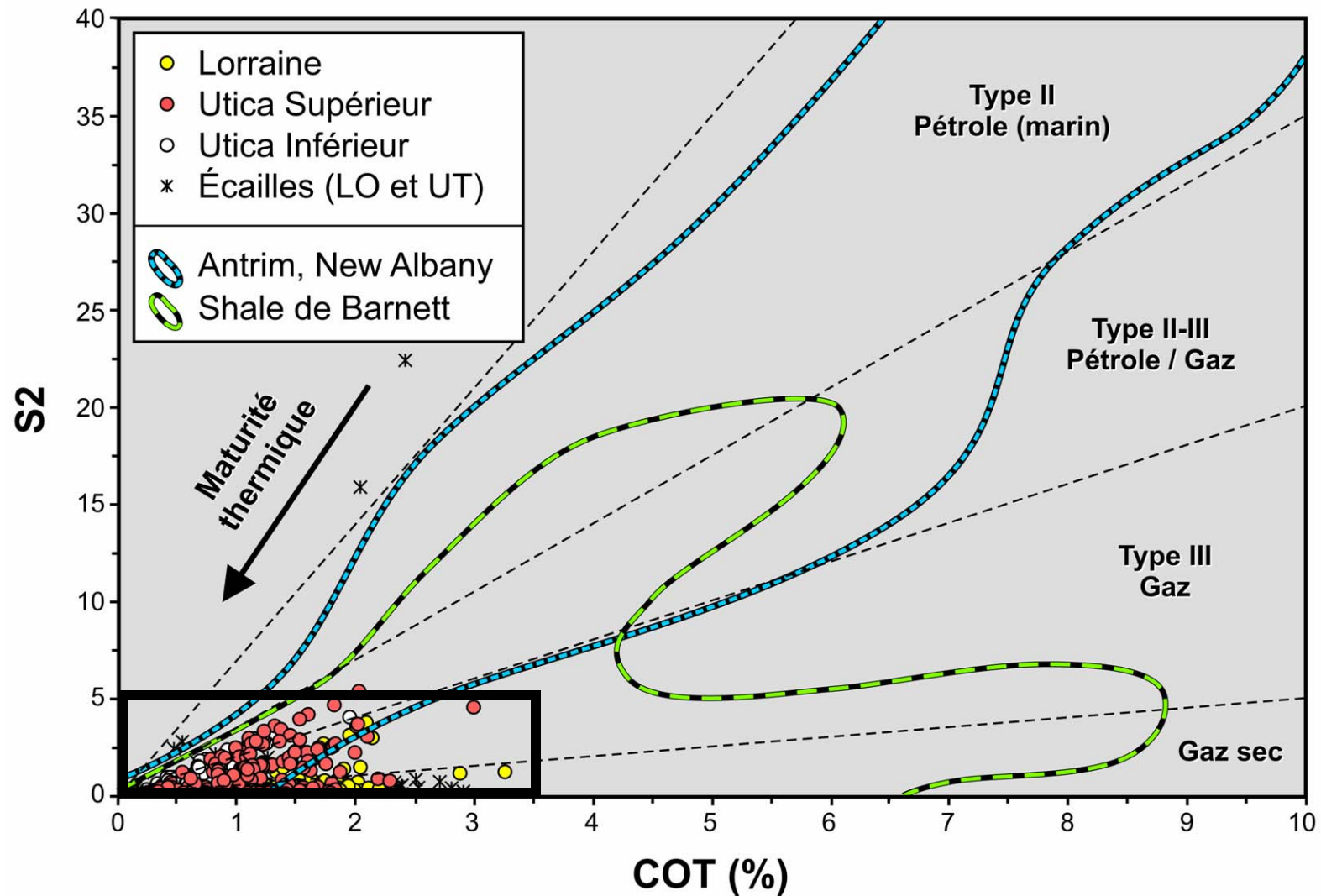


Modifié d'après Jarvie, 2007

Ressources naturelles
et Faune

Québec

Rock-Eval - COT vs S2

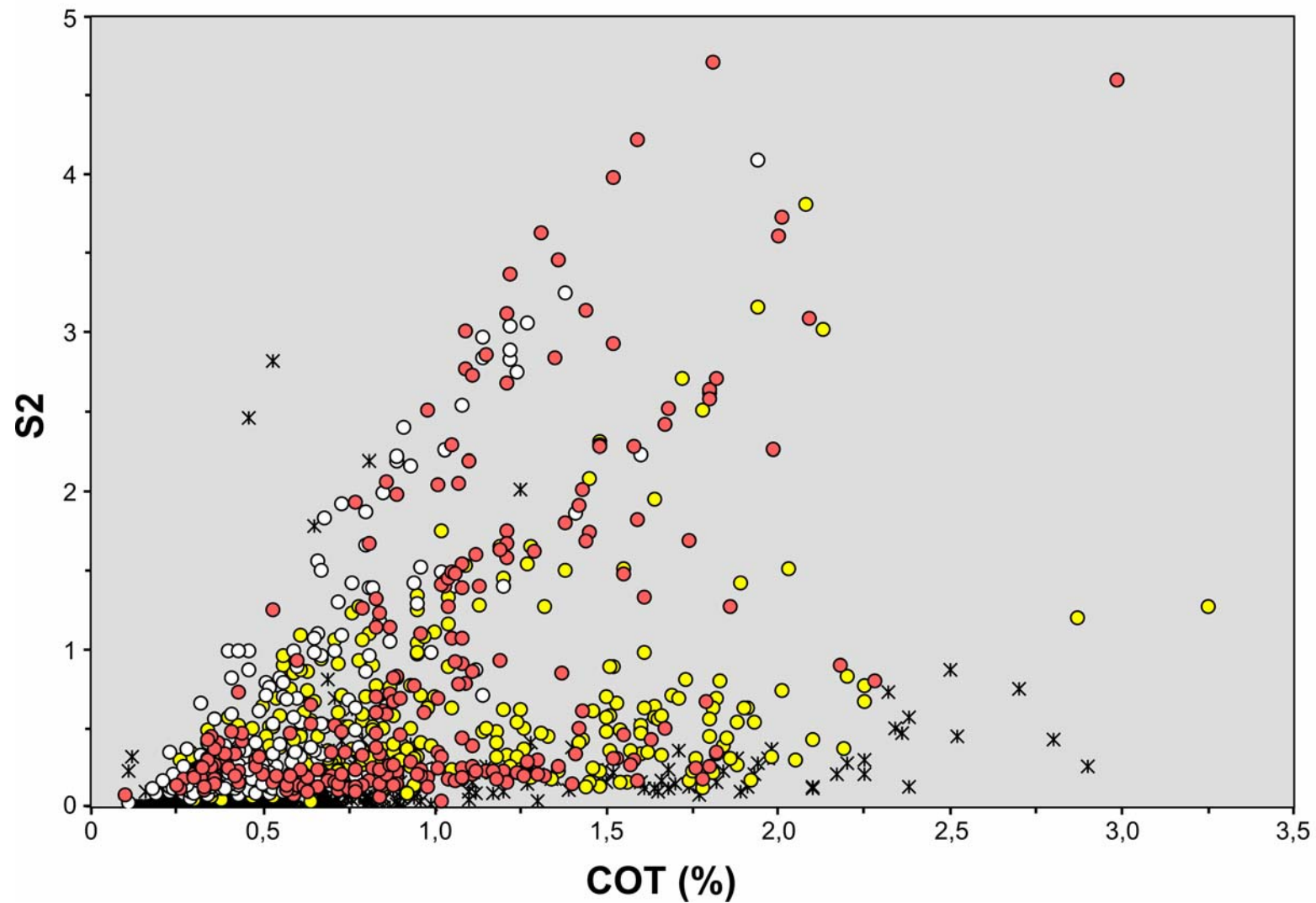


Modifié d'après Jarvie, 2007

Ressources naturelles
et Faune

Québec

Rock-Eval - COT vs S2

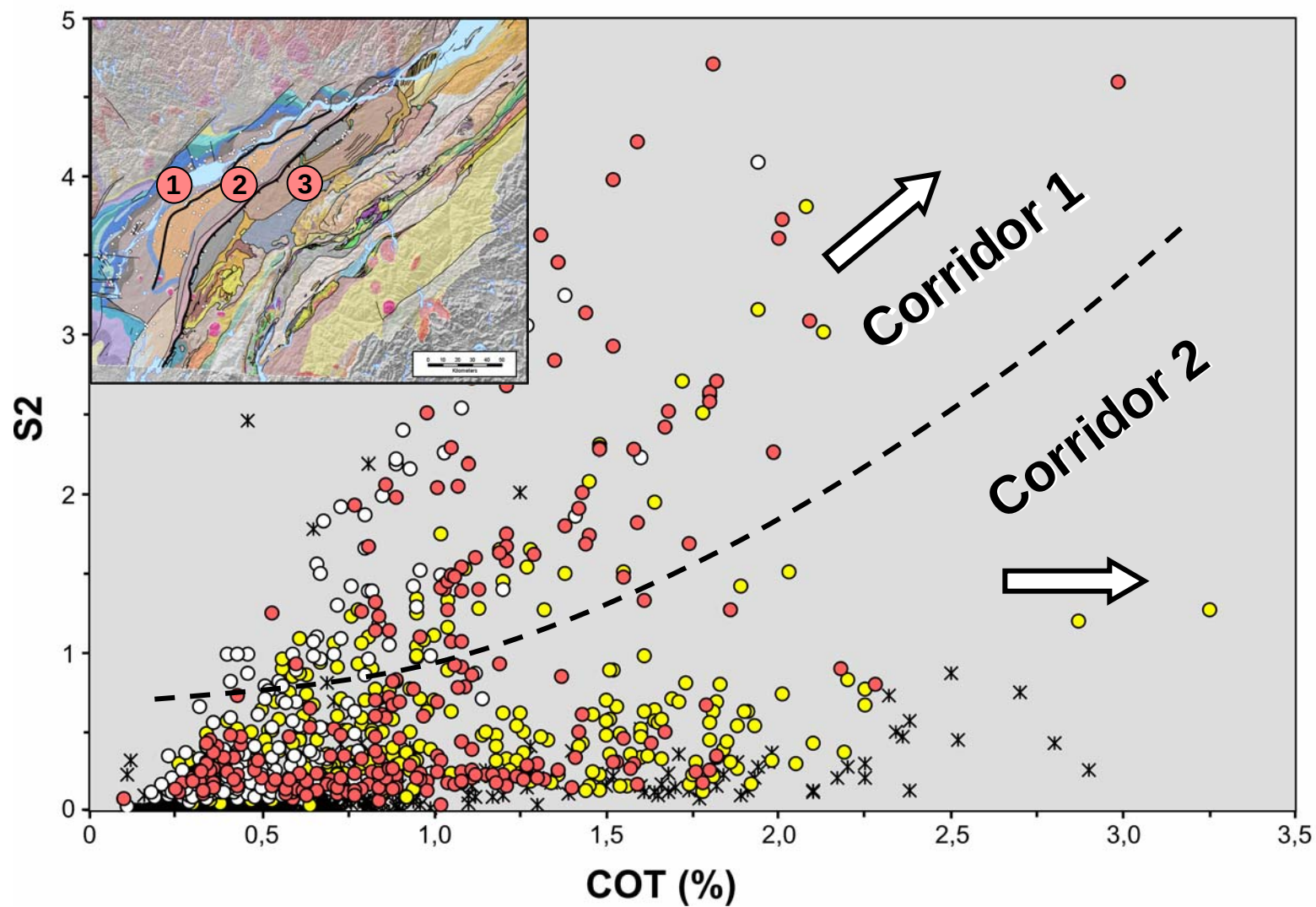


Ressources naturelles
et Faune

Québec



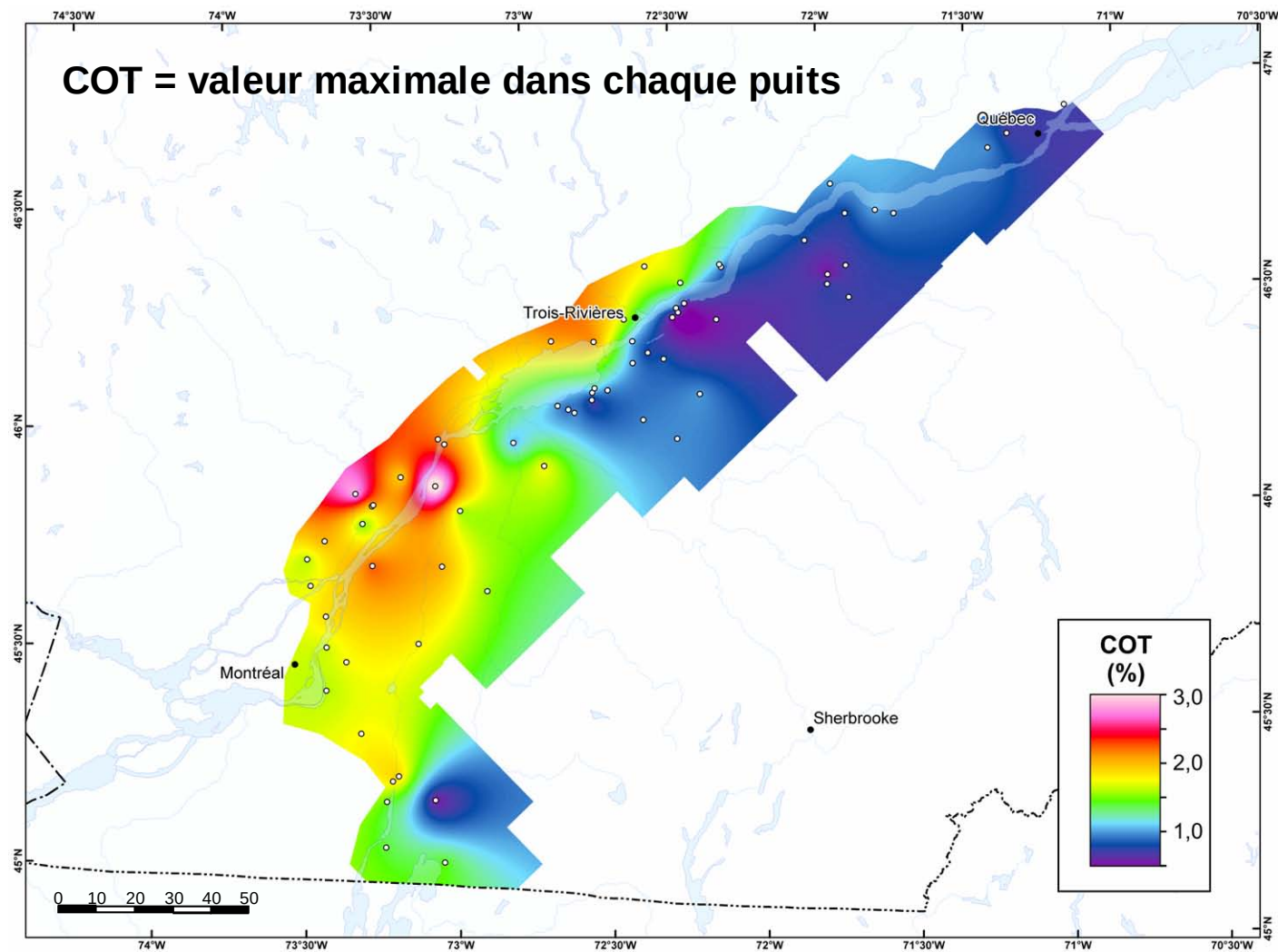
Rock-Eval - COT vs S2



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Lorraine - COT

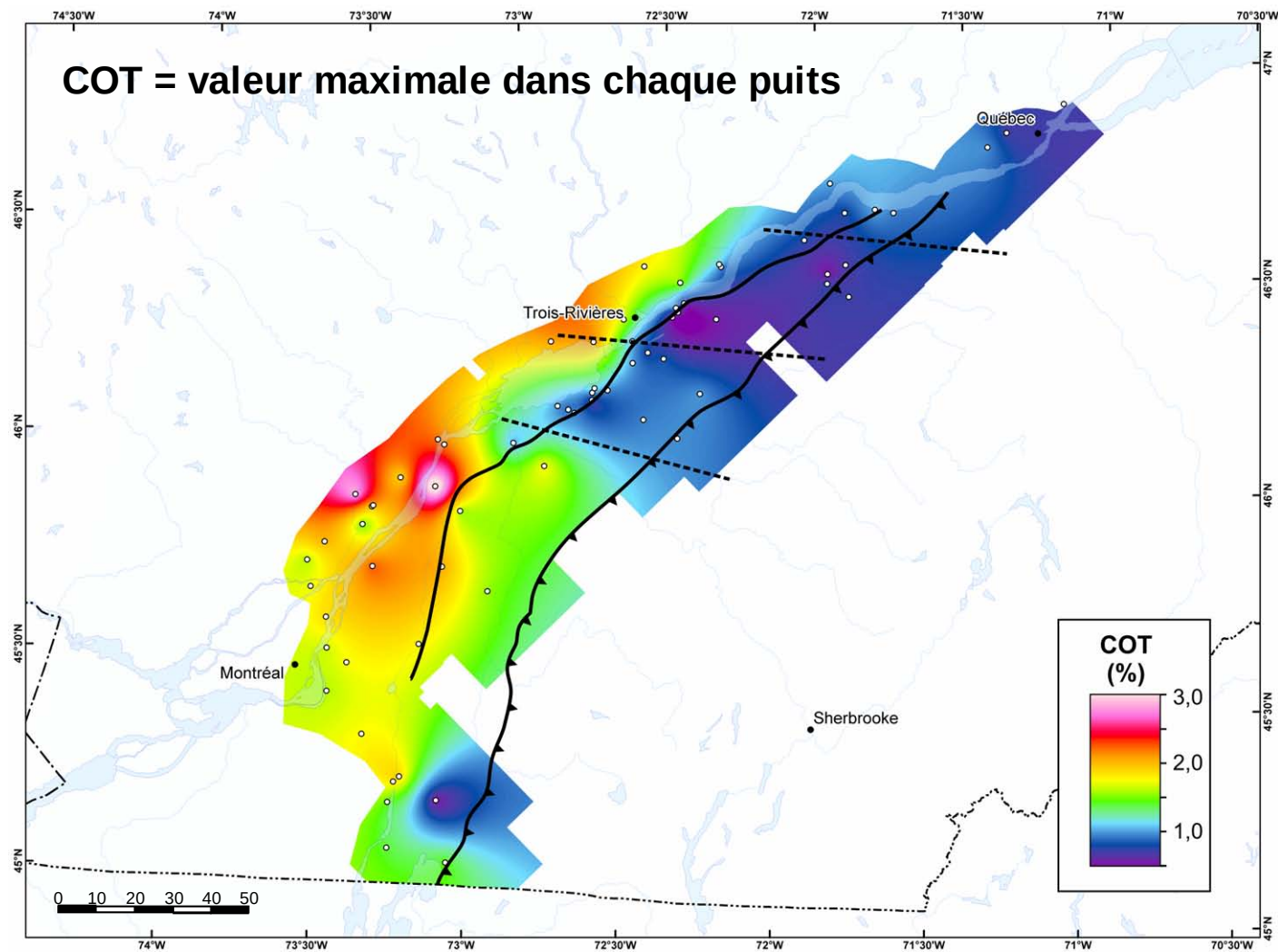


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Lorraine - COT

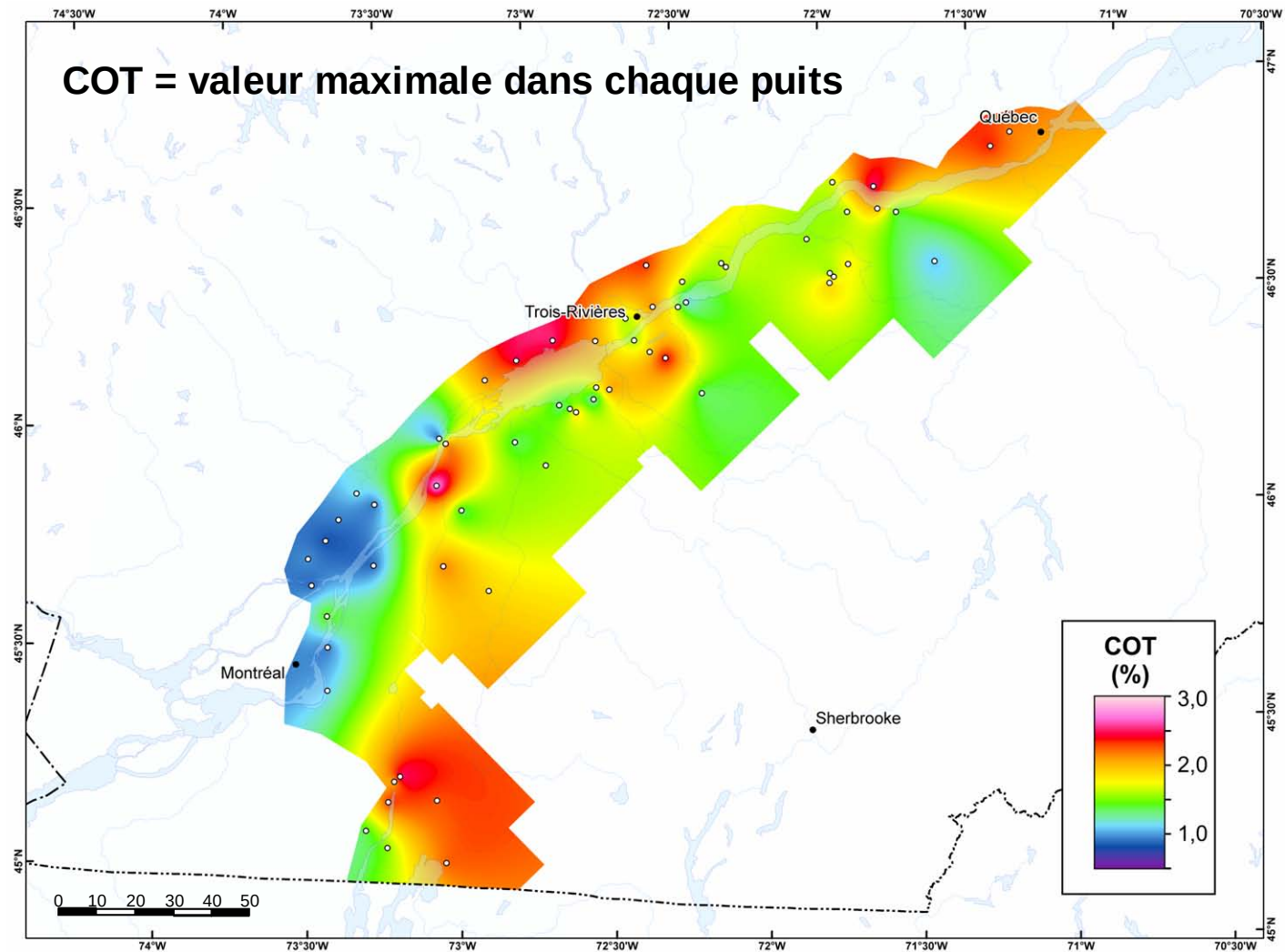


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



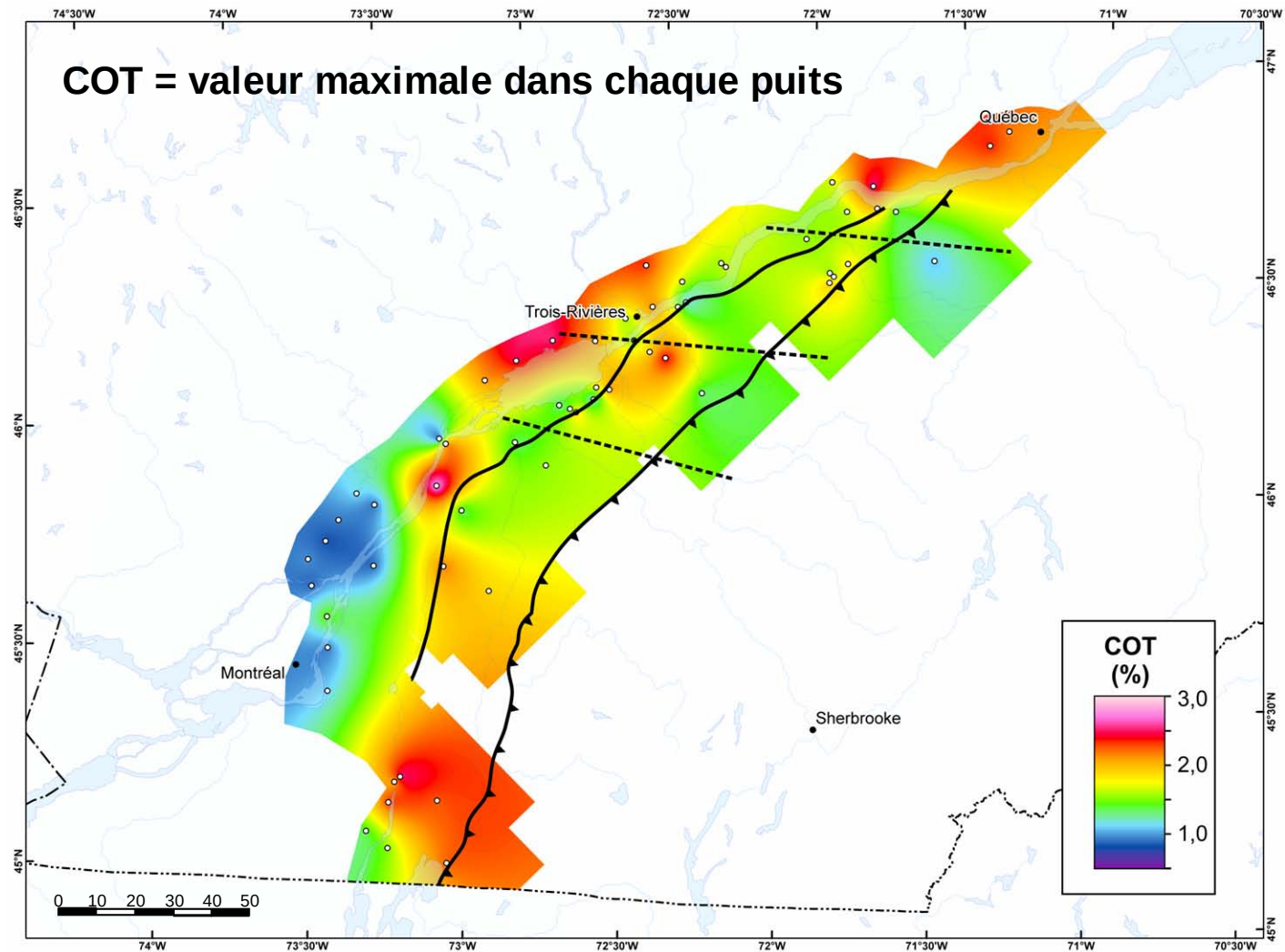
Utica Supérieur - COT



Ressources naturelles
et Faune

Québec

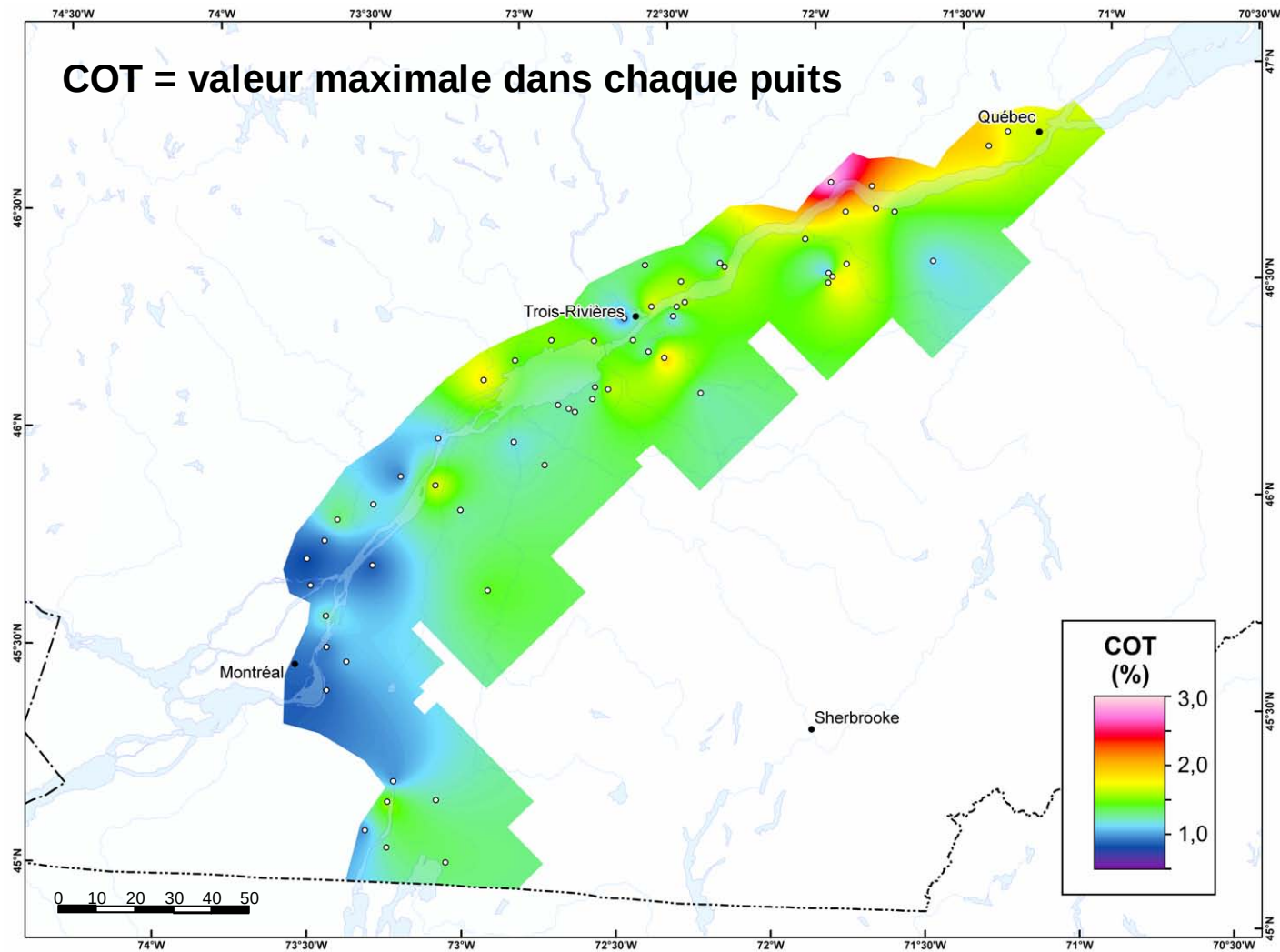
Utica Supérieur - COT



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Utica Inférieur - COT

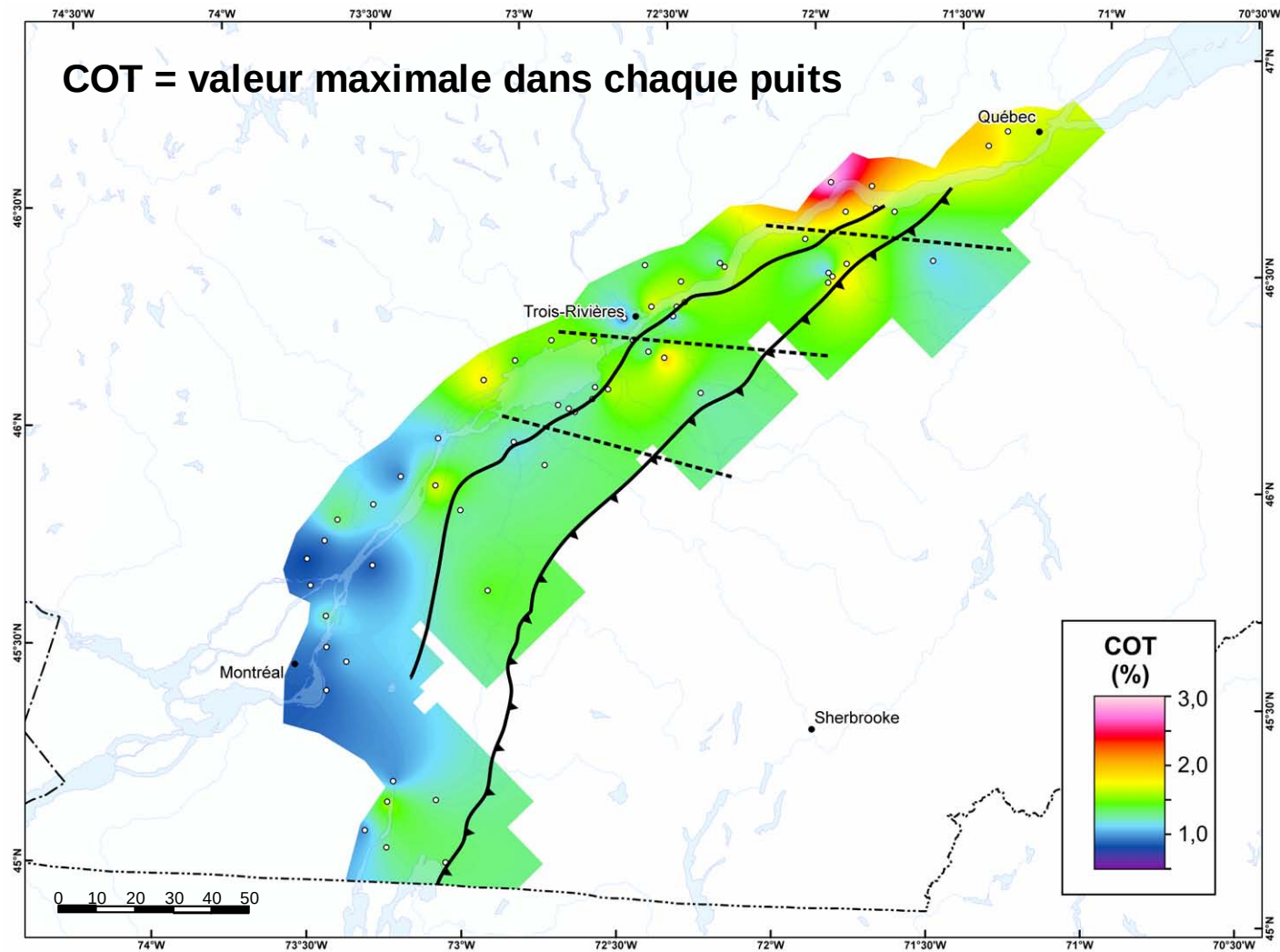


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Utica Inférieur - COT

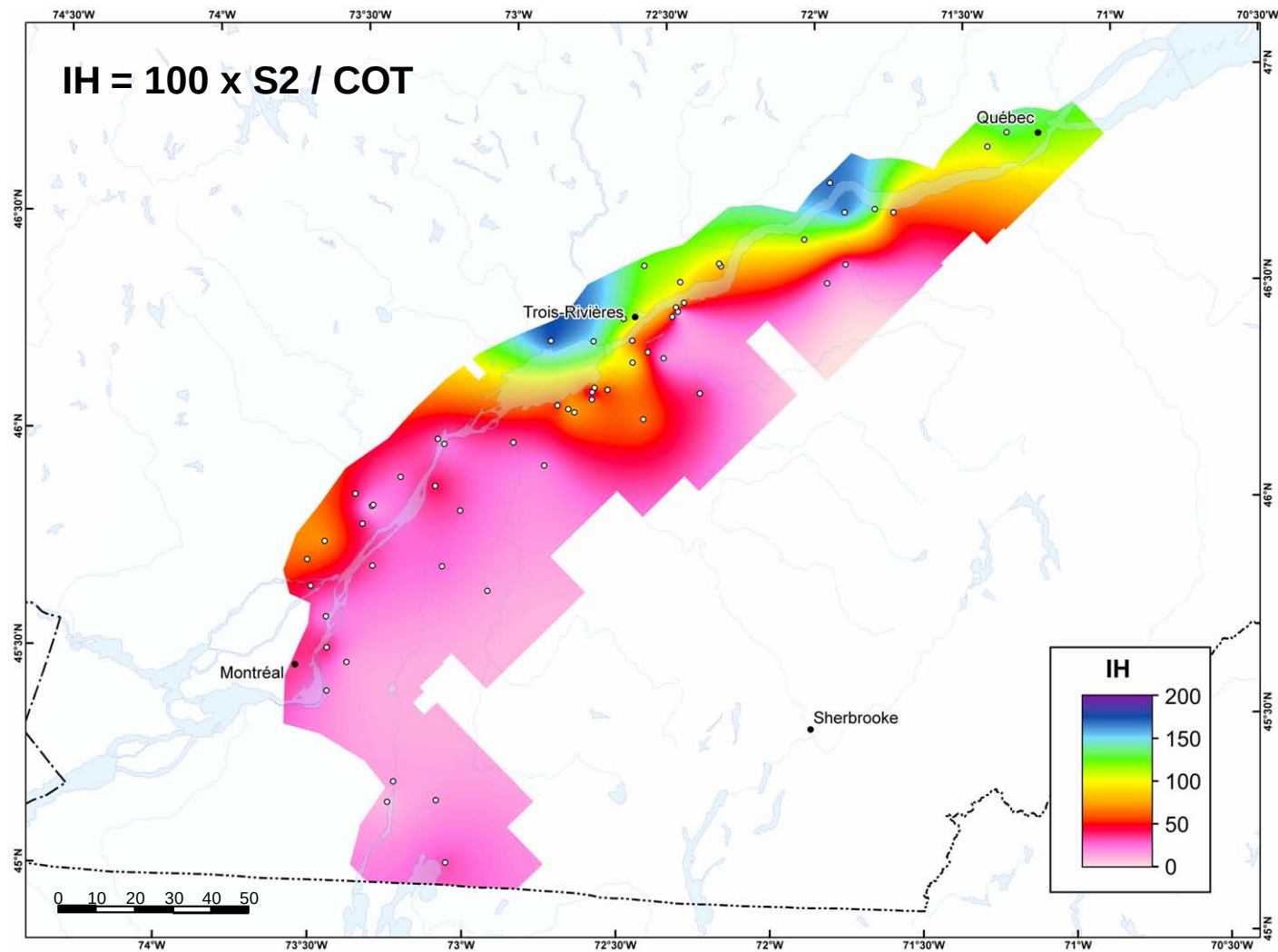


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Lorraine – Indice d'hydrogène (IH)

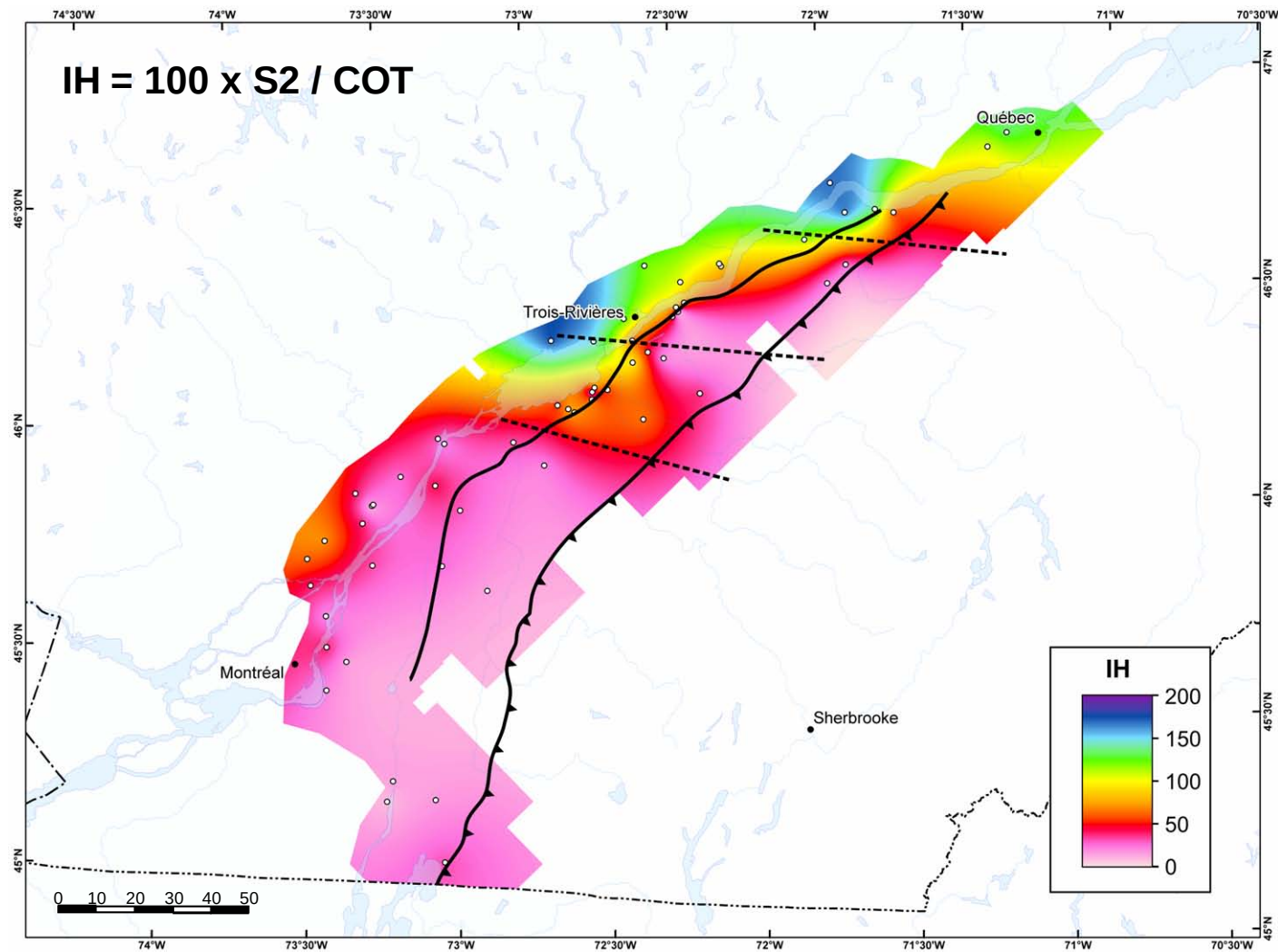


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Lorraine – Indice d'hydrogène (IH)

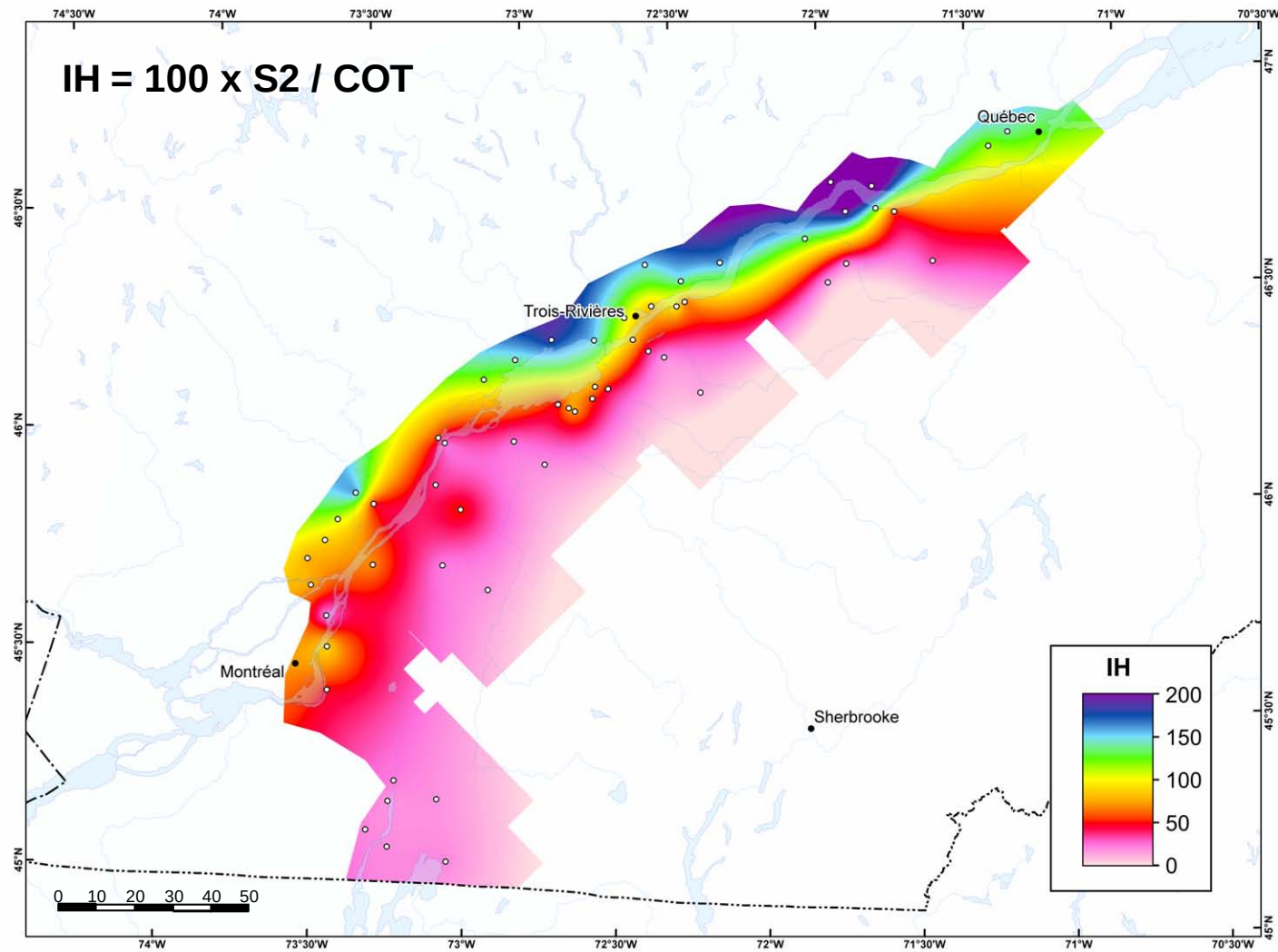


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



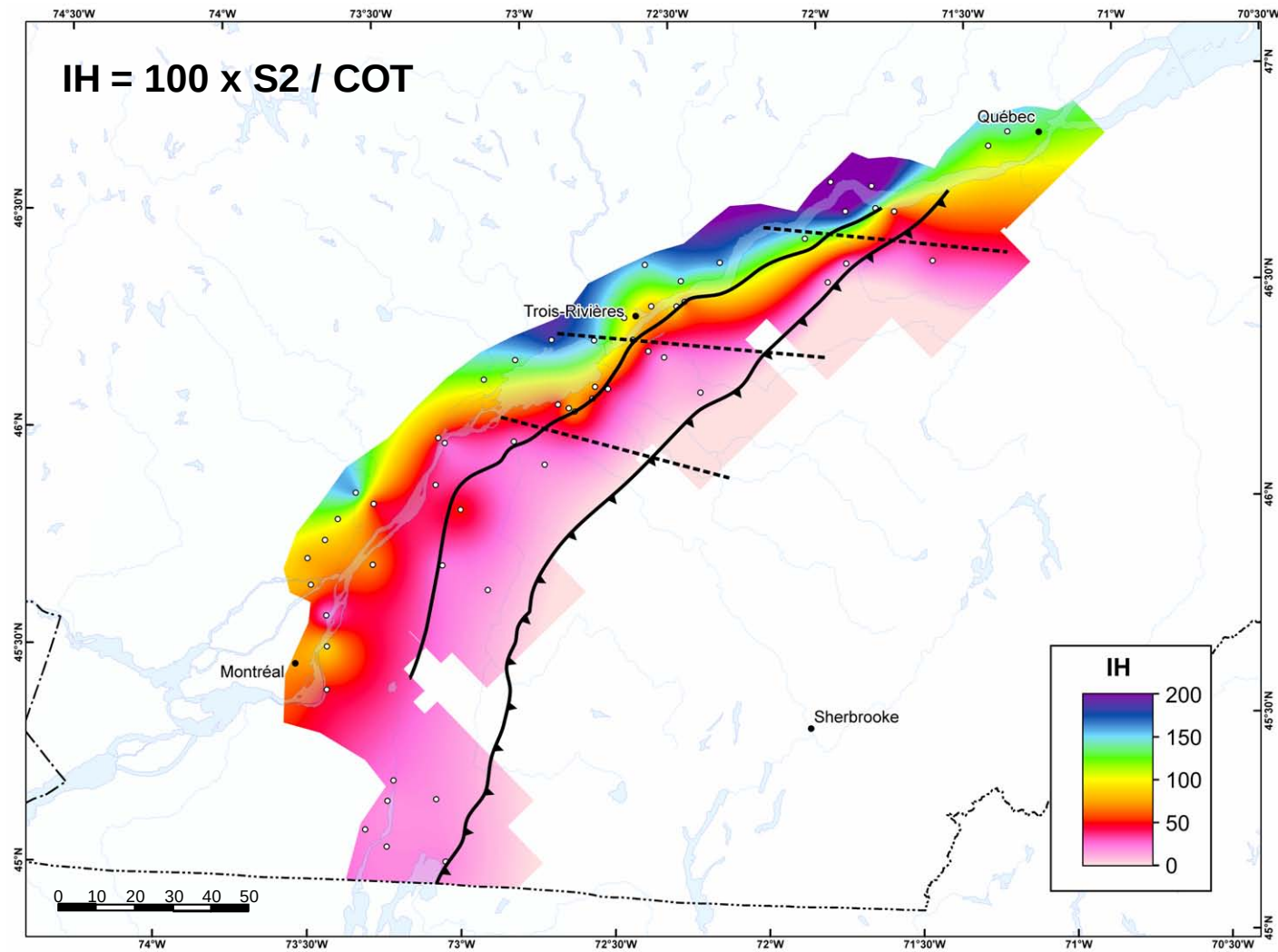
Utica Supérieur – Indice d'hydrogène (IH)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

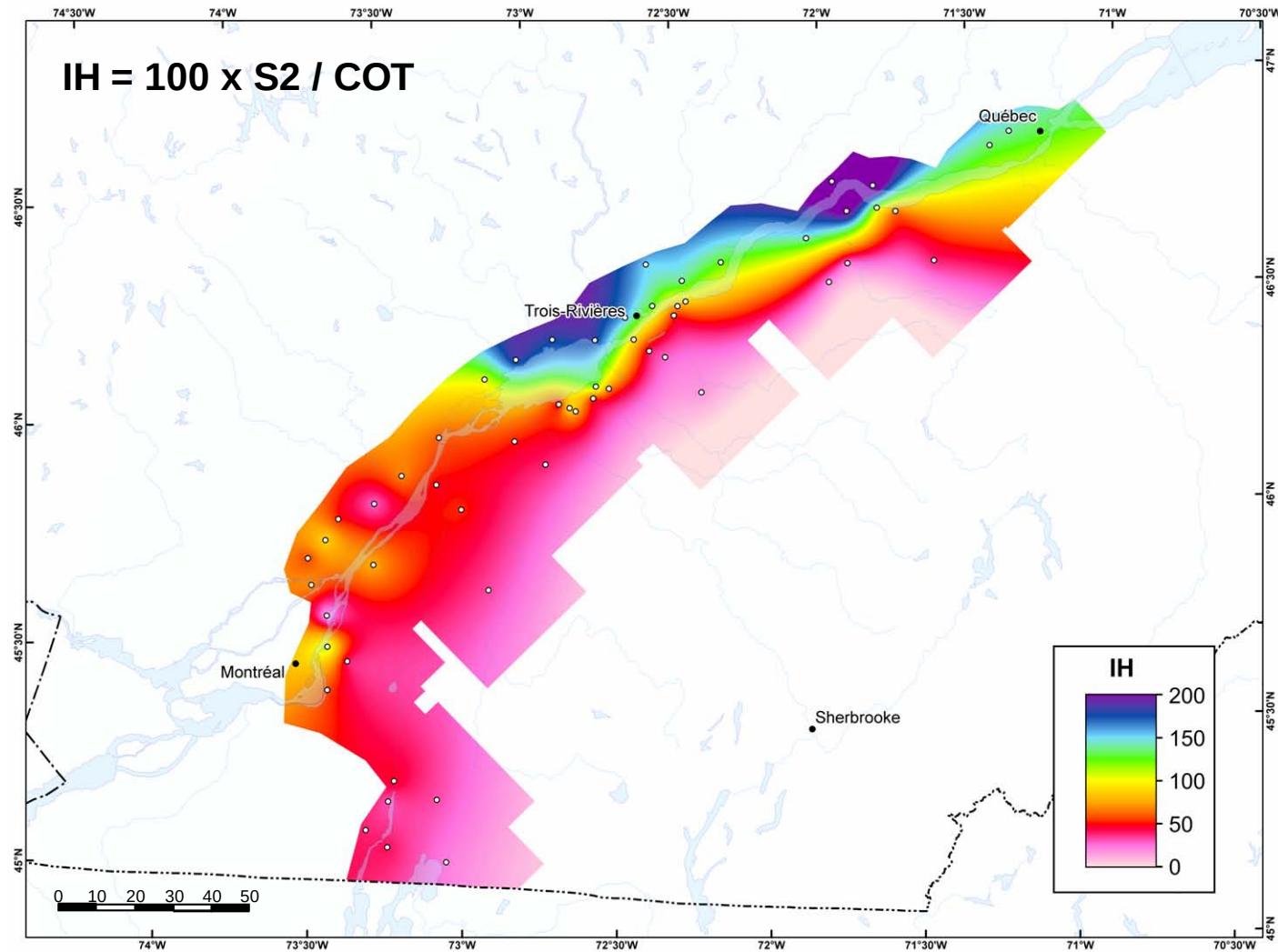
Utica Supérieur – Indice d'hydrogène (IH)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

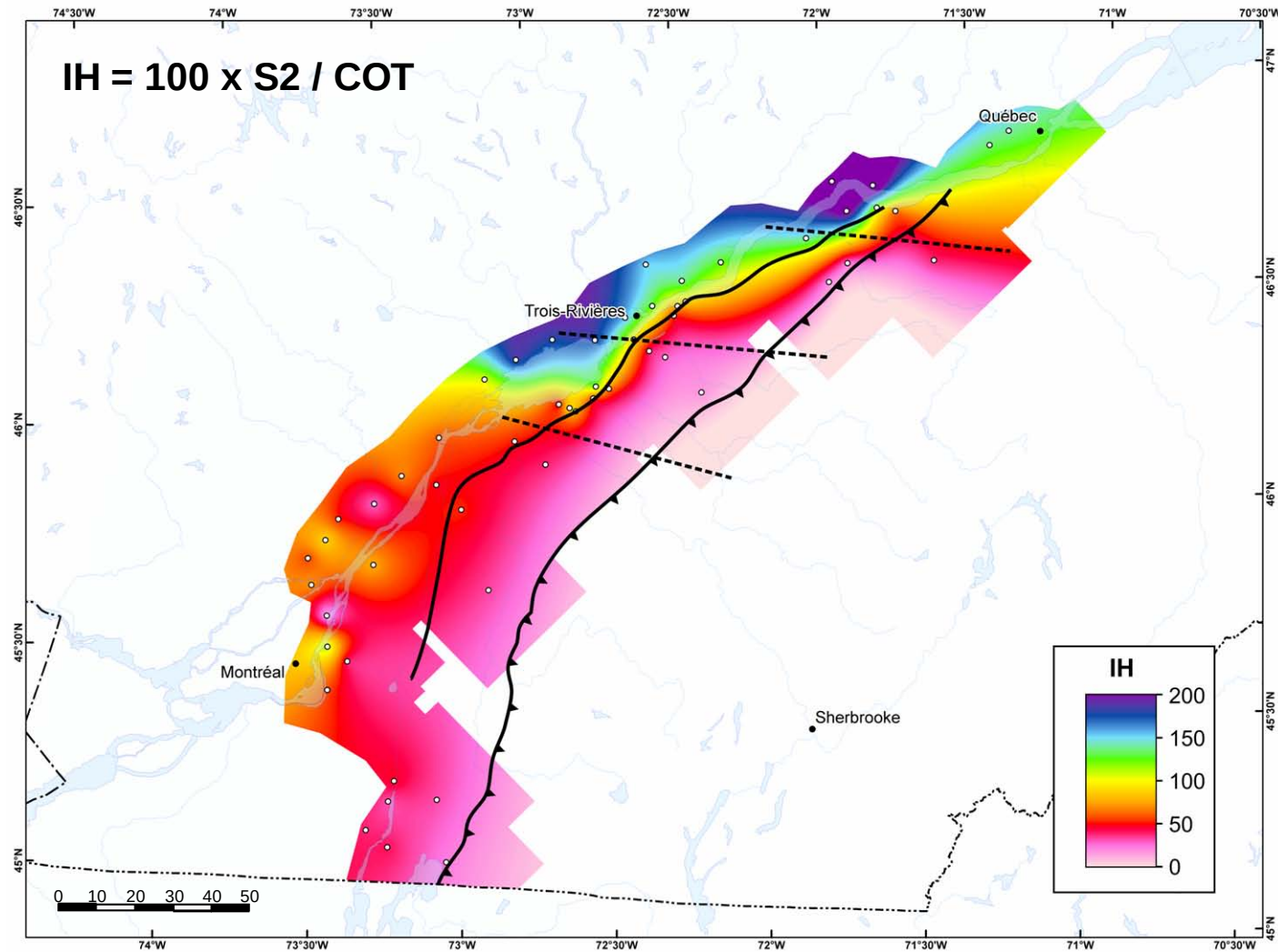
Utica Inférieur – Indice d'hydrogène (IH)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

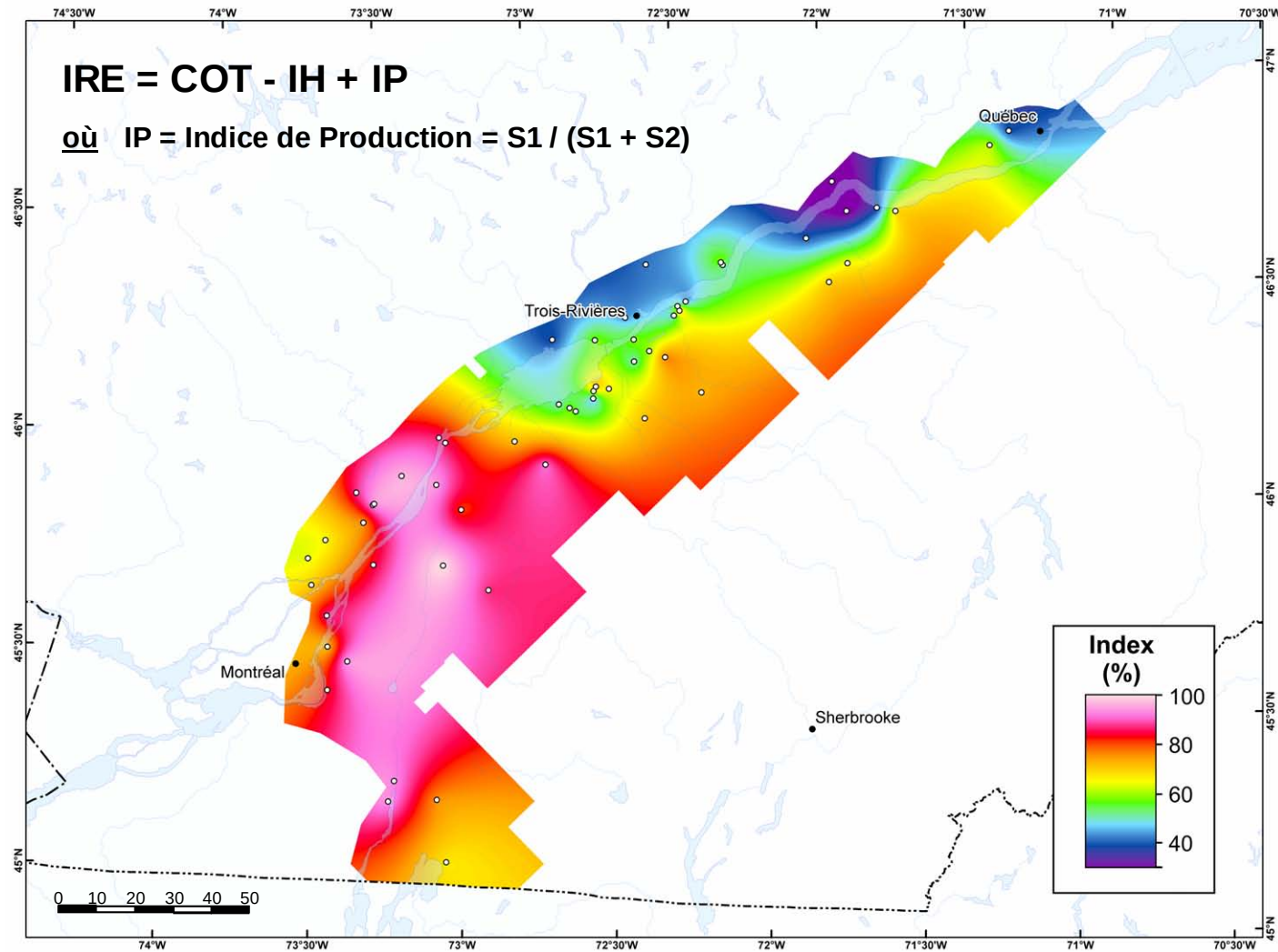
Utica Inférieur – Indice d'hydrogène (IH)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

Lorraine – Indice Rock-Eval (IRE)

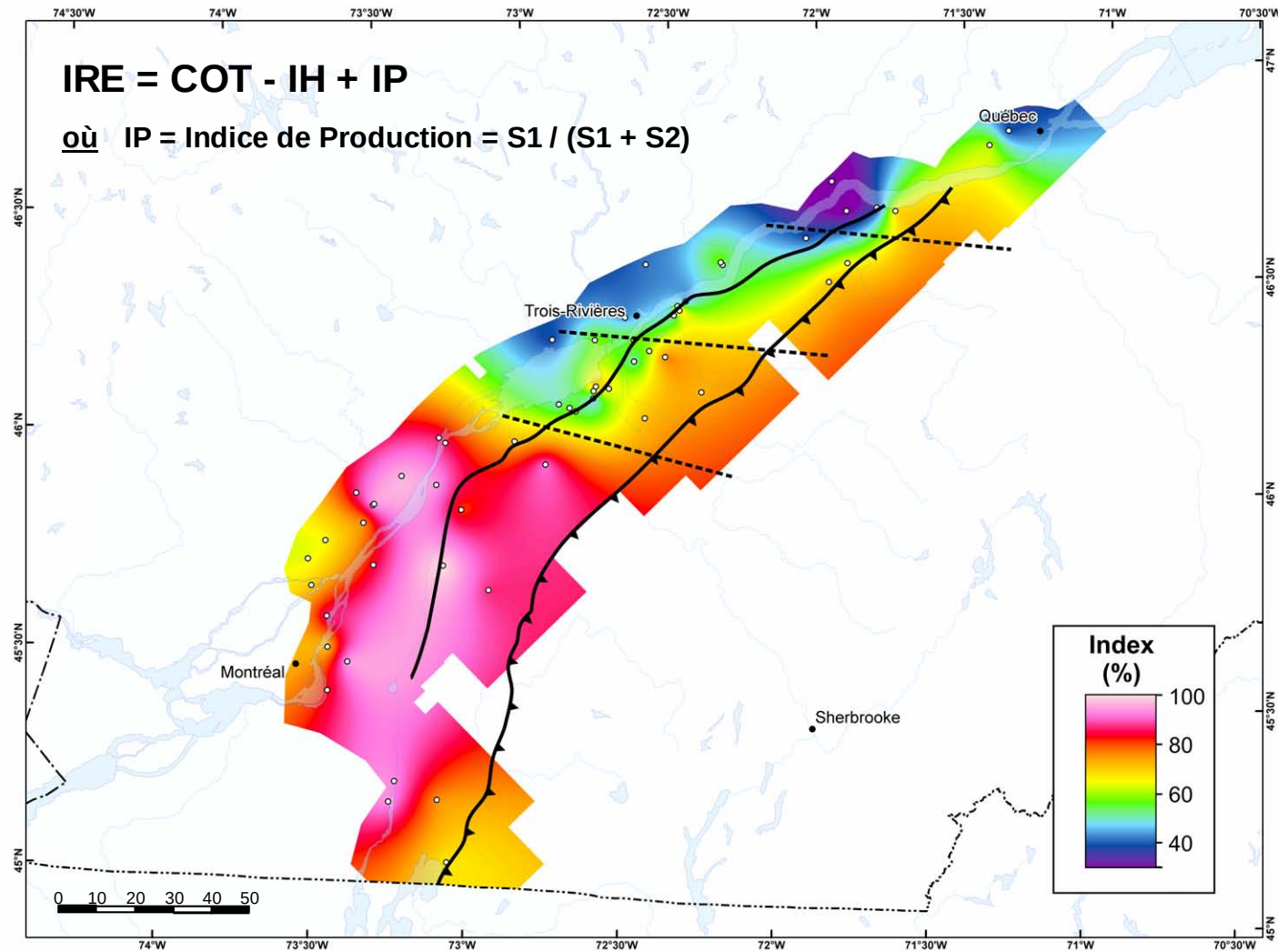


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Lorraine – Indice Rock-Eval (IRE)

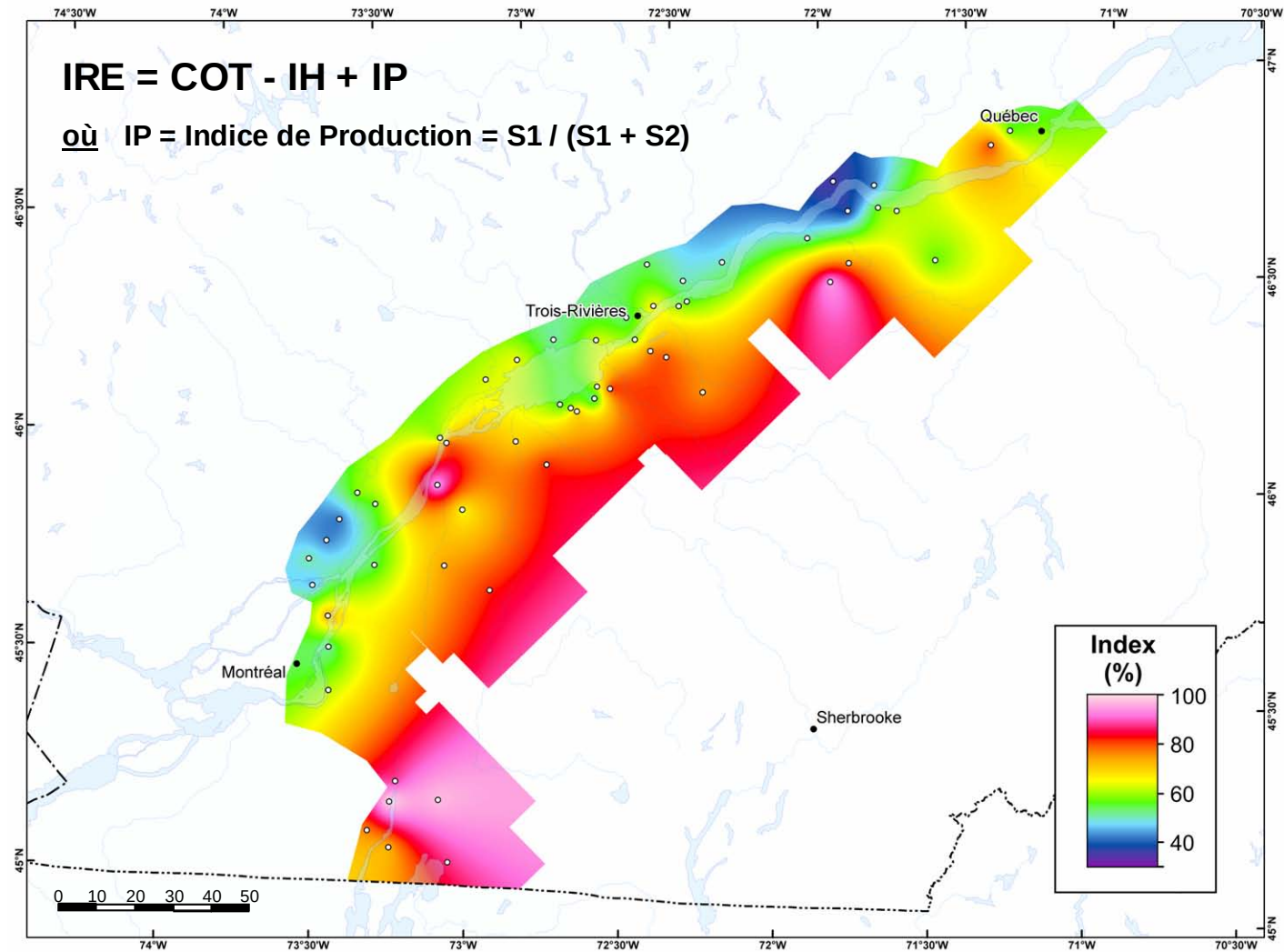


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



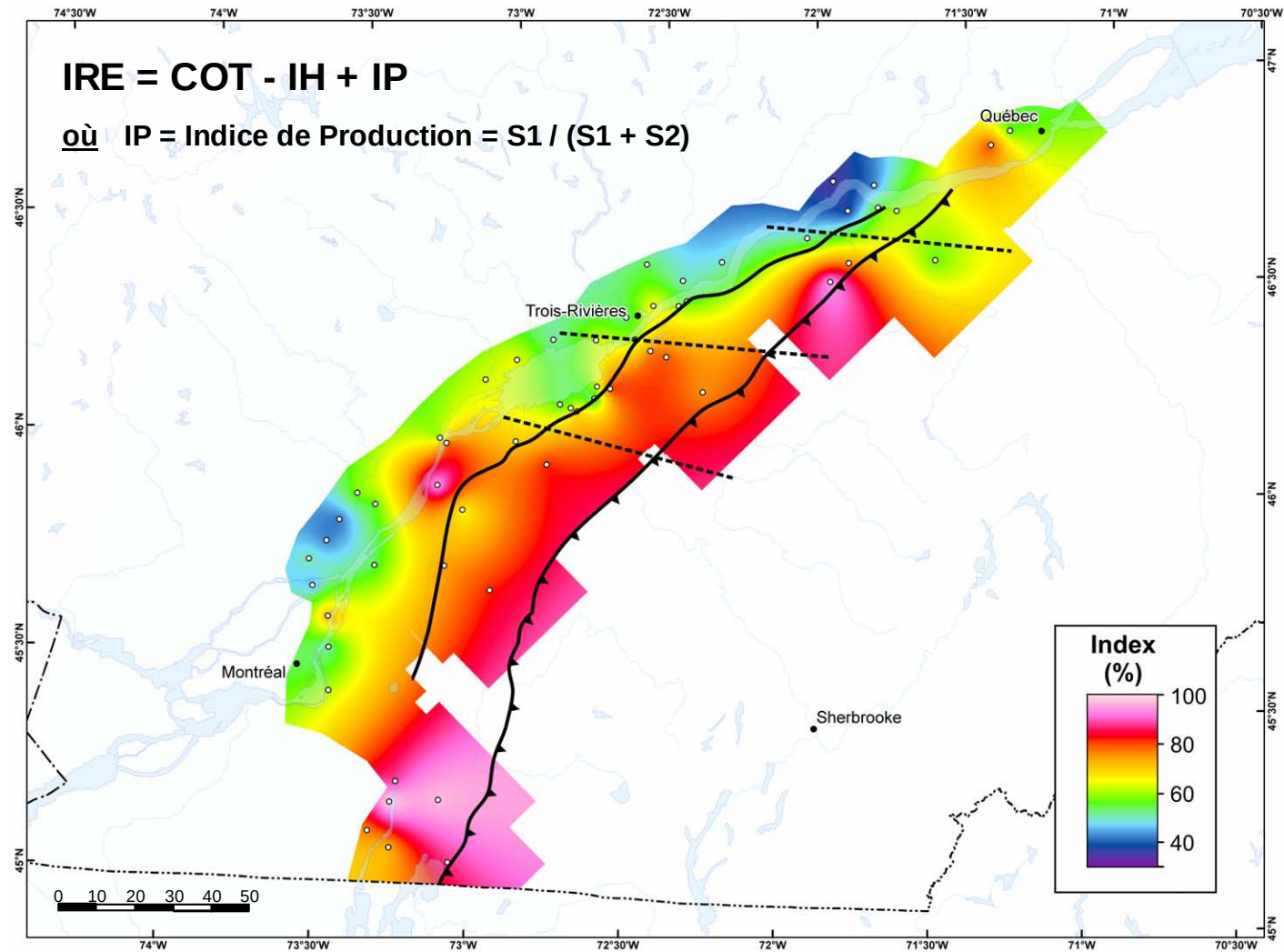
Utica Supérieur – Indice Rock-Eval (IRE)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

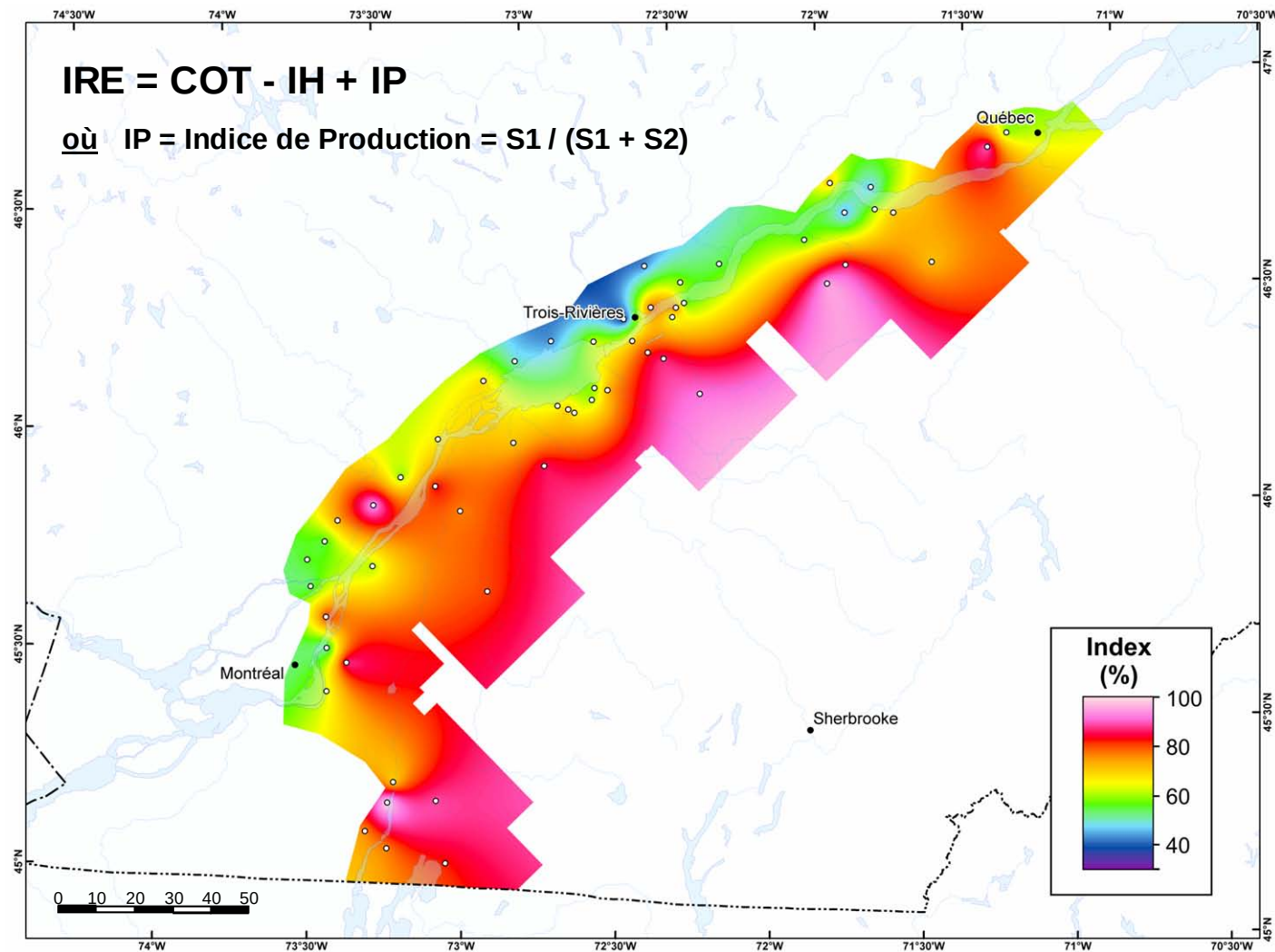
Utica Supérieur – Indice Rock-Eval (IRE)



Ressources naturelles
et Faune

Québec

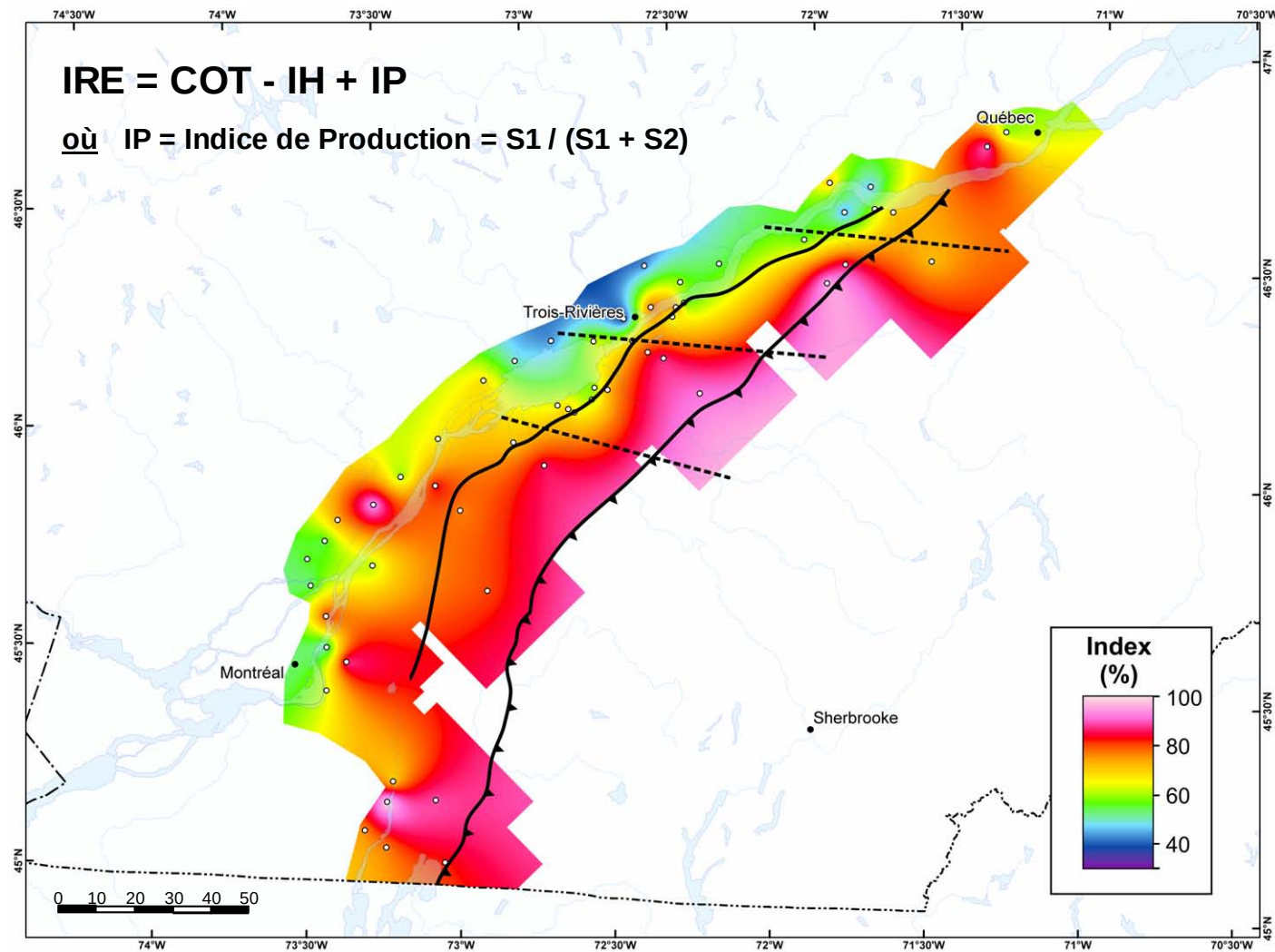
Utica Inférieur – Indice Rock-Eval (IRE)



**Ressources naturelles
et Faune**

Québec

Utica Inférieur – Indice Rock-Eval (IRE)

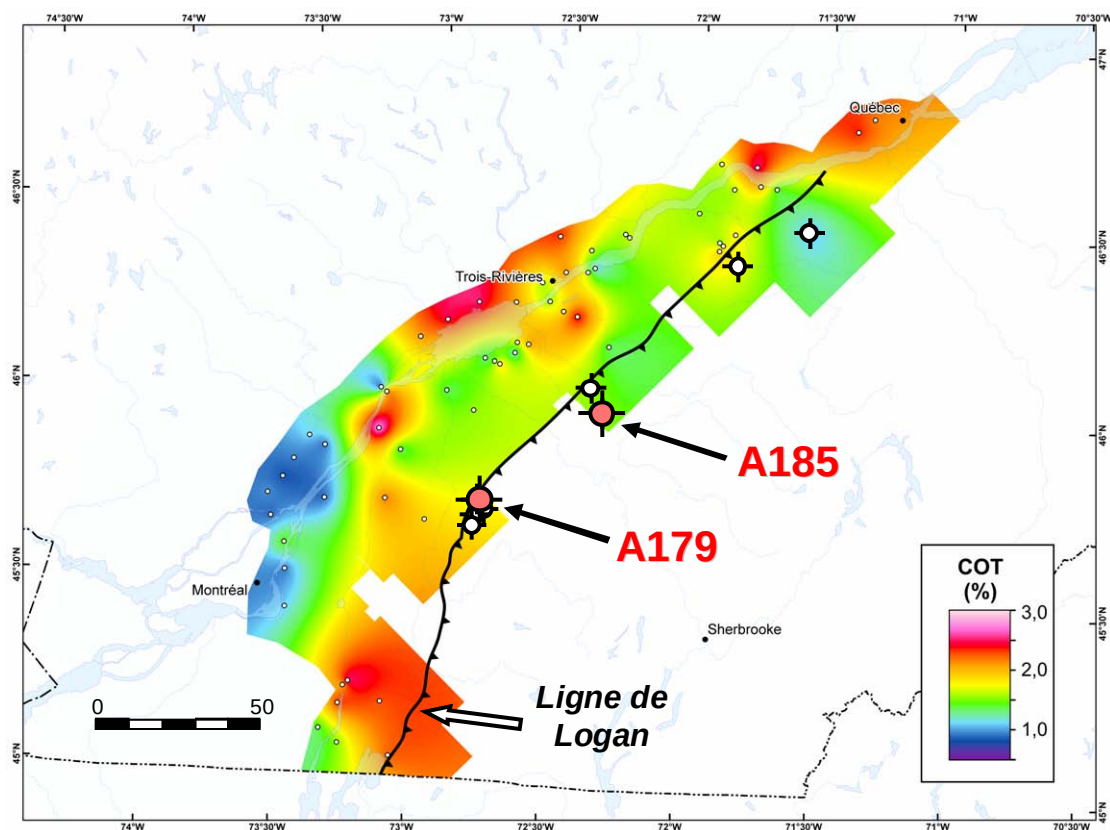


**Ressources naturelles
et Faune**

Québec



Utica Supérieur - COT (écailles)



A185

Profondeur	COT (%)	IH
13500 pi	5,10	807

A179

Profondeur	COT (%)	IH
4750 pi	2,38	24
9250 pi	2,90	12
9100-9600 pi (>150 m)	2,00 - 3,00 (moy. 2,40)	10-35 (moy. 20)

A-185: SOQUIP Dome et al., Notre-Dame-du-Bon-Conseil No 1

A-179: SOQUIP et al., Saint-Hugues No 1

Ressources naturelles
et Faune

Québec

Résumé - Rock-Eval (valeurs moyennes)

	LORRAINE	UTICA SUPÉRIEUR	UTICA INFÉRIEUR
TOC	1,03%	1,04%	0,61%
S1	0,29	0,39	0,22
S2	0,56	0,92	0,63
HI	62	84	90
<i>n</i> *	390	300	245

* Les échantillons provenant des écailles ne sont pas compris

Ressources naturelles
et Faune

Québec 

Résumé - Rock-Eval (Nord versus Sud)

	LORRAINE		UTICA SUPÉRIEUR		UTICA INFÉRIEUR	
	Nord	Sud	Nord	Sud	Nord	Sud
TOC	0,72%	1,42%	1,09%	0,95%	0,71%	0,42%
S1	0,24	0,34	0,50	0,23	0,30	0,09
S2	0,67	0,42	1,37	0,26	0,89	0,17
HI	84	32	116	39	116	45
<i>n</i> *	220	170	185	115	160	85

* Les échantillons provenant des écailles ne sont pas compris

Ressources naturelles
et Faune

Québec



Conclusions

- **Trois corridors pour l'exploration des shales gazéifères ont été identifiés dans la séquence Utica / Lorraine des Basses-Terres :**
 - **Plateforme peu profonde (<750 m), gaz thermo./bio.**
 - **Plateforme profonde (1250-2500 m), gaz thermogénique**
 - **Écailles profondes (>2500 m), gaz thermogénique**
- **Un 4^{ème} corridor potentiel se retrouve dans la partie sud des Basses-Terres, et est associé au Groupe de Lorraine. Ce secteur pourrait représenter un sous-bassin formé suite à la réactivation de failles transformantes orientées E-O, dont l'origine serait reliée à l'ouverture de l'océan Iapetus au Cambrien.**
- **Les shales de l'Utica et du Lorraine possèdent une minéralogie très différente qui pourrait avoir des impacts significatifs sur leur potentiel de fracturation hydraulique**