

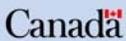
Secteur des sciences de la Terre



DES HYDROCARBURES AU QUÉBEC ET FINALEMENT, LES GAZ DE SHALE?

Denis Lavoie
Commission Géologique du Canada – Bureau de Québec

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



Secteur des sciences de la Terre



Sommaire

- Historique et perspective québécoise
- Les systèmes à hydrocarbures
Éléments et relations temporelles
- Les trois grands domaines au Québec
- La plate-forme du Saint-Laurent - domaine terrestre et marin
et les réserves non-conventionnelles en gaz de shale
- La ceinture de Gaspé - domaine terrestre
- Le bassin des Maritimes - domaine marin

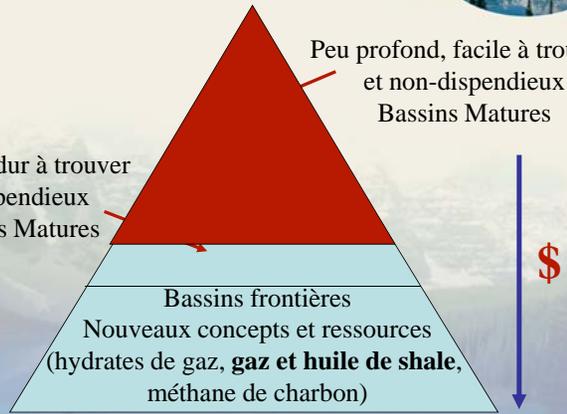
Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



Secteur des sciences de la Terre



LA PYRAMIDE DES HYDROCARBURES

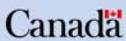


Peu profond, facile à trouver
et non-dispendieux
Bassins Matures

Profond, dur à trouver
et dispendieux
Bassins Matures

Bassins frontières
Nouveaux concepts et ressources
(hydrates de gaz, **gaz et huile de shale**,
méthane de charbon)

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



Secteur des sciences de la Terre



La recherche de ressources énergétiques est à la base
de la fondation de la Commission Géologique du Canada en 1847
Le charbon était à la mode à l'époque



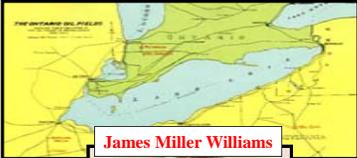
Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



Secteur des sciences de la Terre

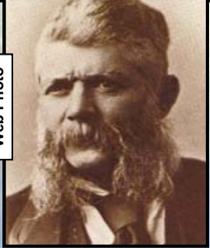
Qui a été le premier????

CANADA 1858 **États-Unis 1859**




James Miller Williams

"Colonel" Edwin Drake




Canada

Secteur des sciences de la Terre

En fait, ni l'un ni l'autre

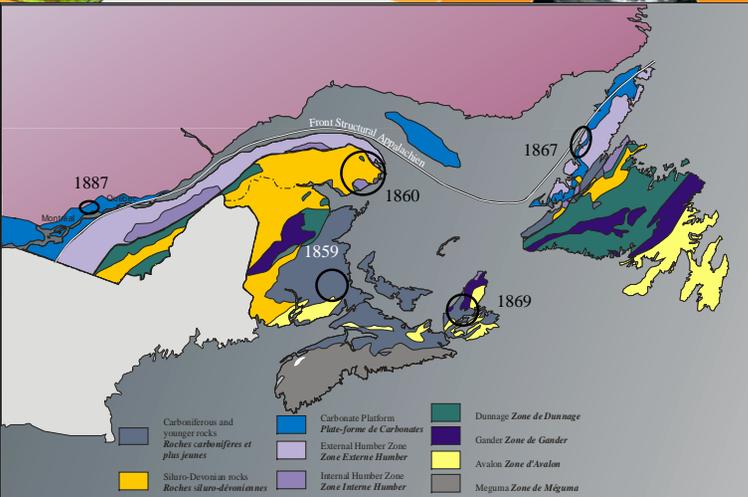
La première production économique d'hydrocarbure provient du gaz de shale à Fredonia, New York - 1827



Canada

Secteur des sciences de la Terre

Le début de l'industrie pétrolière: dans l'est canadien



1859 1860 1867 1887

Front Structural Appalachien

Carboniferous and younger rocks
Roches carbonifères et plus jeunes

Siluro-Devonian rocks
Roches siluro-dévoniennes

Carbonate Platform
Plate-forme de Carbonates

External Humber Zone
Zone Externe Humber

Internal Humber Zone
Zone Interne Humber

Dunnage Zone de Dunnage

Gander Zone de Gander

Avalon Zone d'Avalon

Meguma Zone de Méguma

Canada

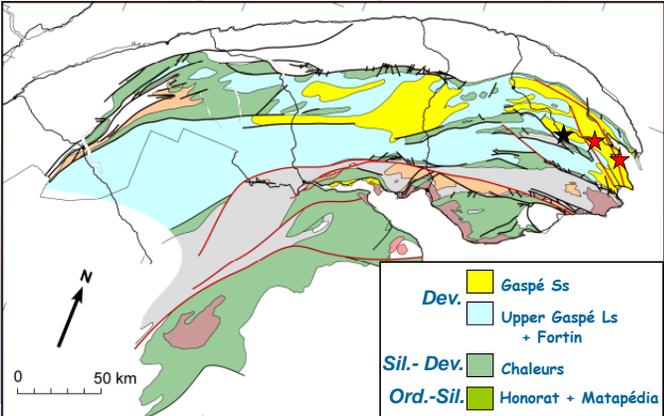
Secteur des sciences de la Terre

GASPÉSIE

1836 – premiers rapports d'écoulements en surface

1860 – premiers forages (2)

Meilleurs puits (1897) – 50 000 gallons



0 50 km

Dev. Gaspé Ss

Upper Gaspé Ls + Fortin

Sil.-Dev. Chaleurs

Ord.-Sil. Honorat + Matapédia

Canada

Secteur des sciences de la Terre

La première ronde d'exploration

A - Palais Montcalm (St. L.) 1939

B - P.D.T. St. L.

C - P.D.T. St. L.

1941

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Canada

Geological Bridges in Eastern Canada
Ponts géologiques dans l'est du Canada

Les projets récents touchant le bâti géologique et le potentiel en hydrocarbures du bassin frontière de l'est canadien

1 2 3 4 5

Front Structural Appalachien

St. Lawrence Promontory

SCES (2005-2009)

Maine

New Brunswick

PEI

Nova Scotia

The eastern Canada Natmap project (1999-2004)

The Magdalen Basin Natmap project (1993-1998)

TGI 2 projects (2003-2005)

- Carbonate Platform / Plate-forme de Carbonates
- External Humber Zone / Zone Externe Humber
- Internal Humber Zone / Zone Interne Humber
- Dunnage Zone of Dunnage
- Gander Zone of Gander
- Avalon Zone of Avalon
- Meguma Zone of Meguma

Successor Basins / Bassins Successeurs

- Carboniferous and younger rocks / Roches carbonifères et plus jeunes
- Siluro-Devonian rocks / Roches siluro-dévonniennes

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Canada

Secteur des sciences de la Terre

LES SYSTÈMES À HYDROCARBURES

Aussi simple que 1-2-3-4 (Conventionnel)

1 Roche mère

2 Réservoir

3 Huile et/ou gaz

4 pièges

P + T Maturation Organique

Expulsion

Diagenèse minérale

\$

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Canada

Secteur des sciences de la Terre

LES SYSTÈMES À HYDROCARBURES

Une question de « timing »

Porosité %

25

0

0 Temps Ma

'Timing' favorable

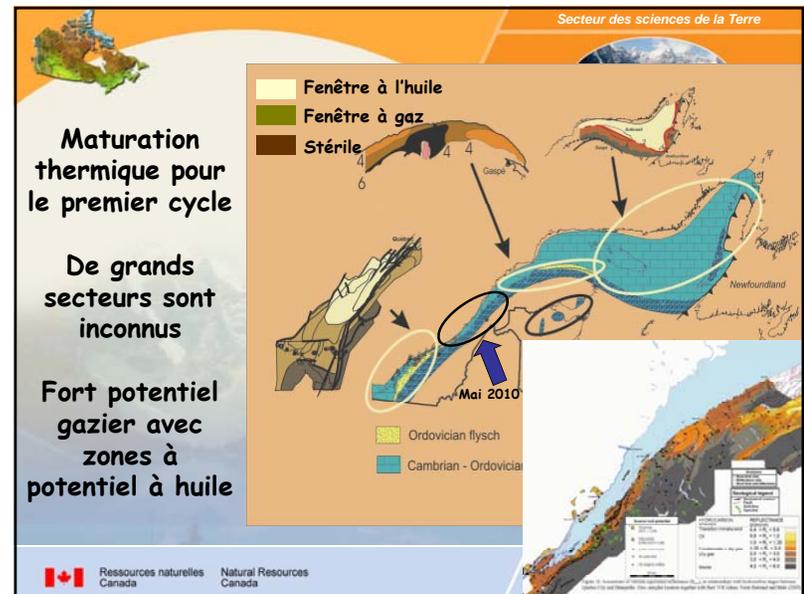
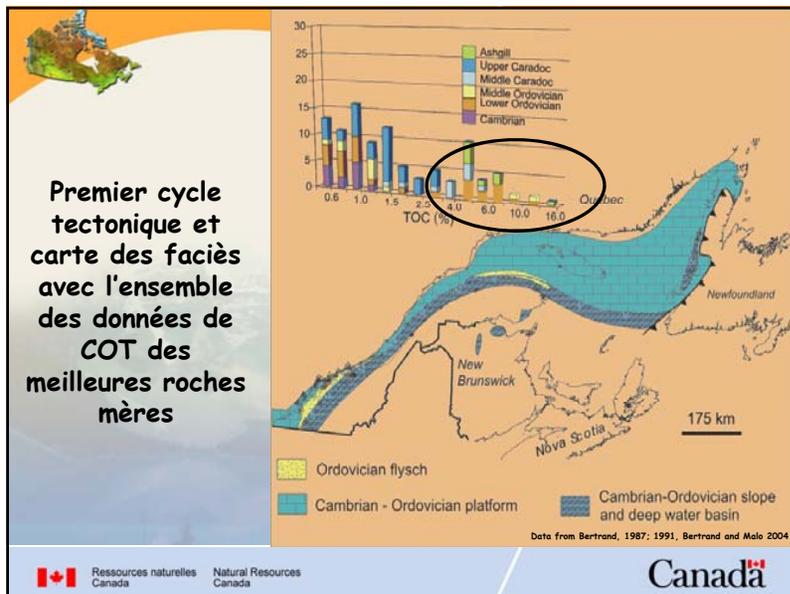
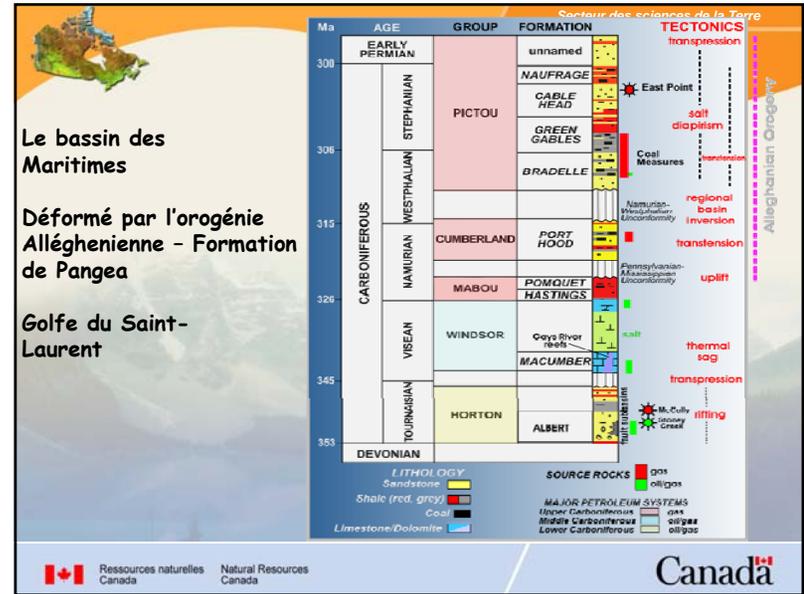
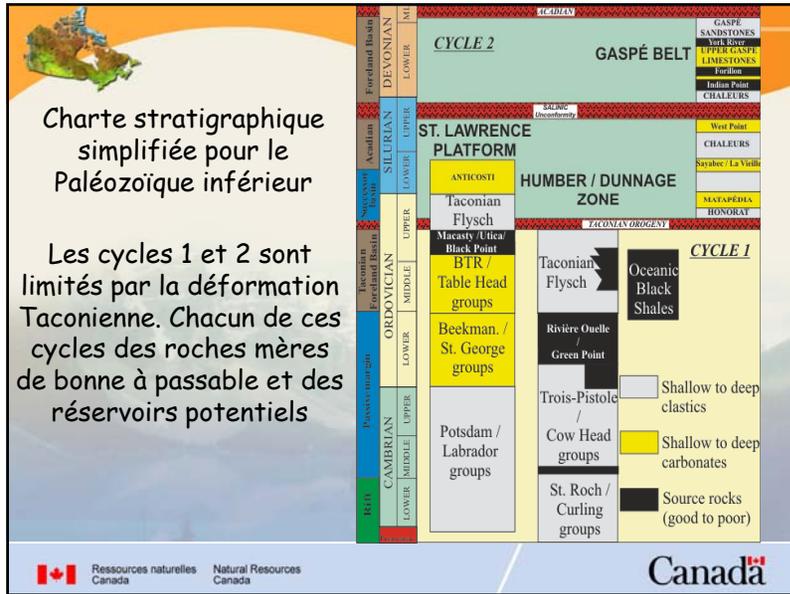
'Timing' défavorable

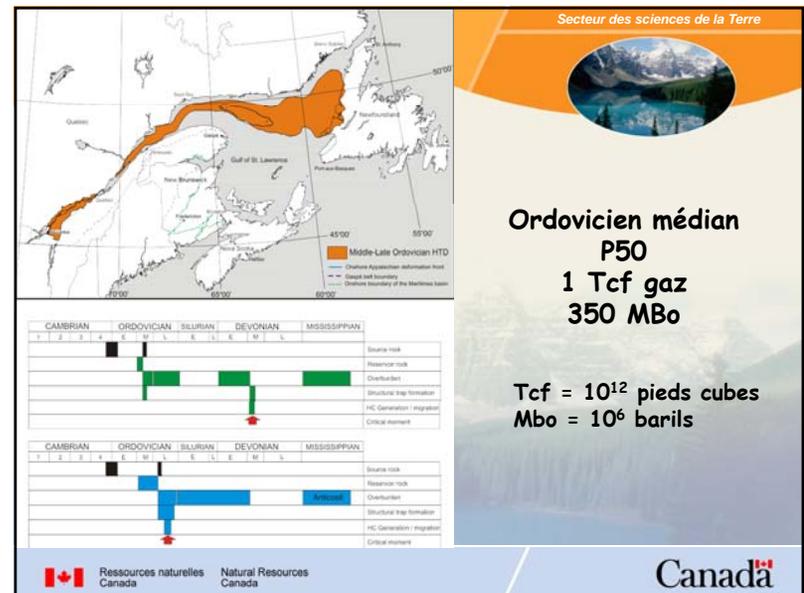
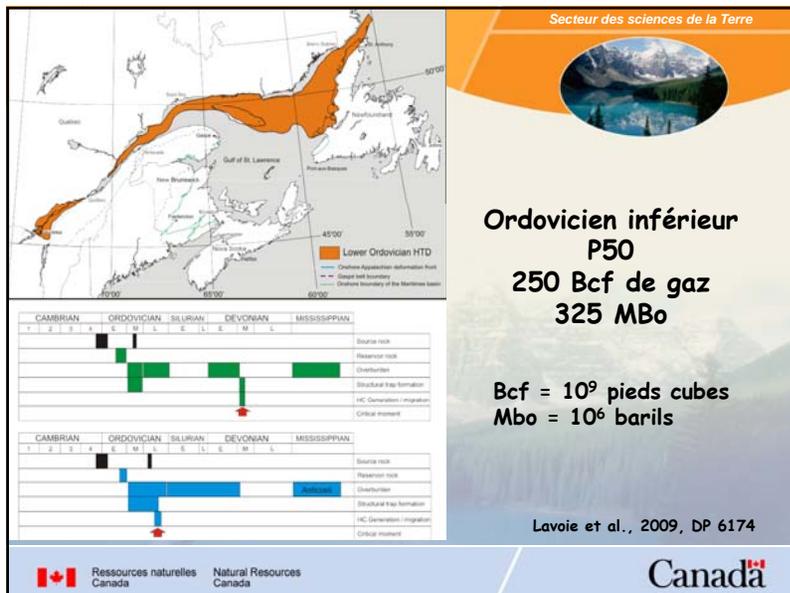
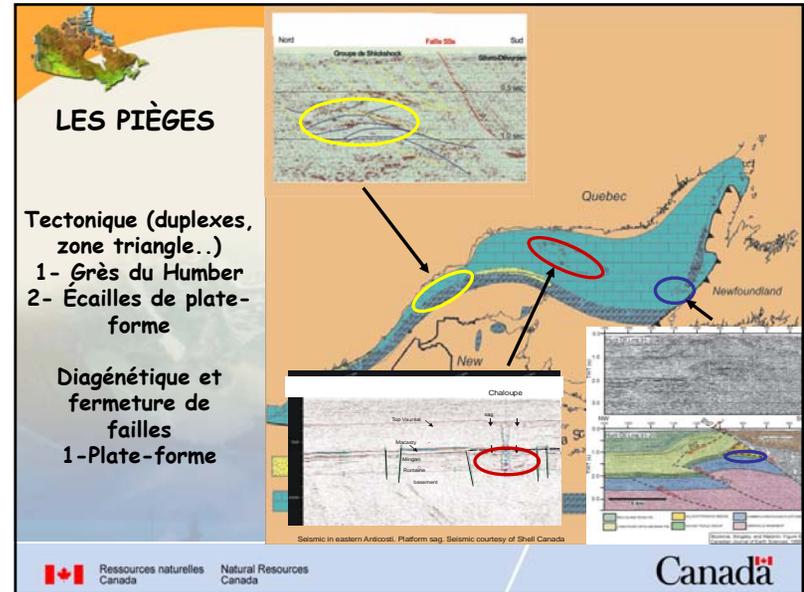
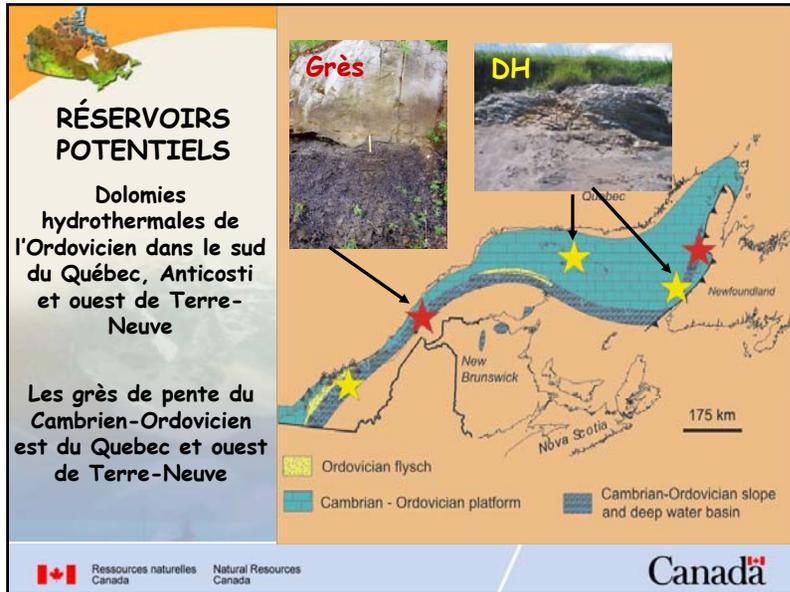
Migration

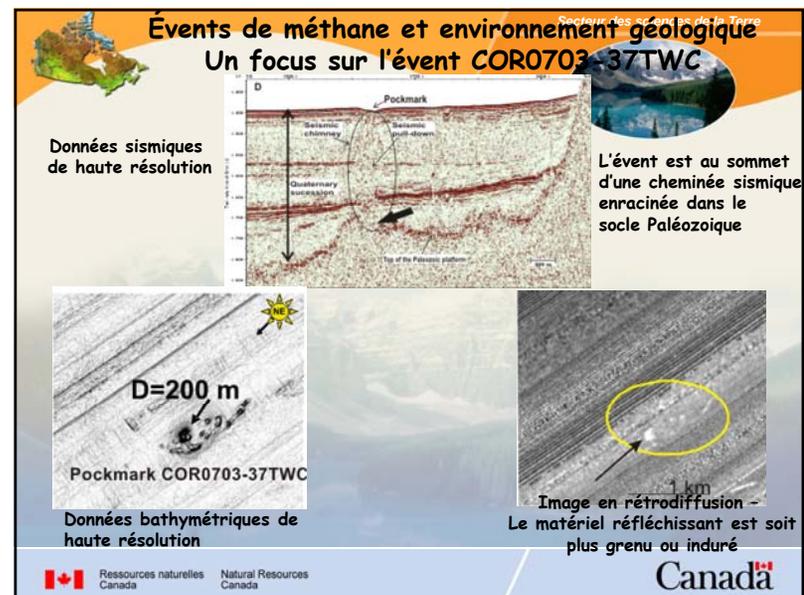
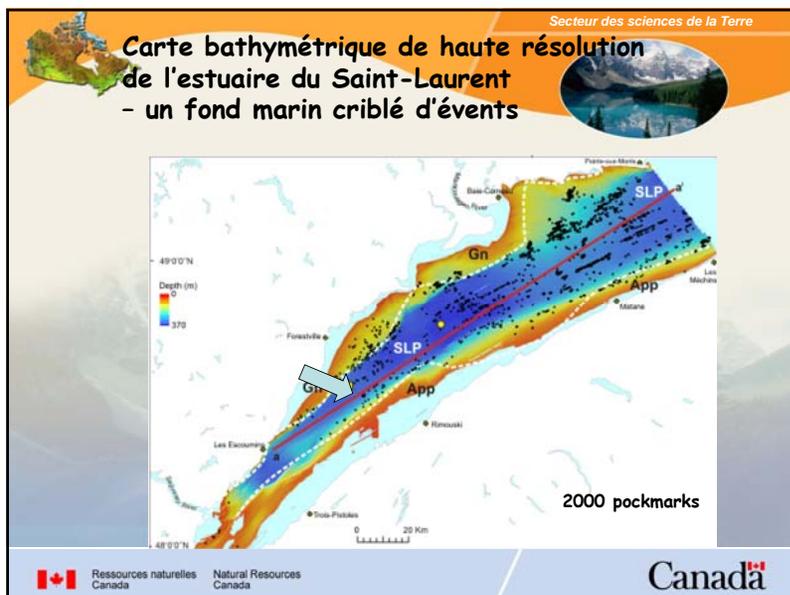
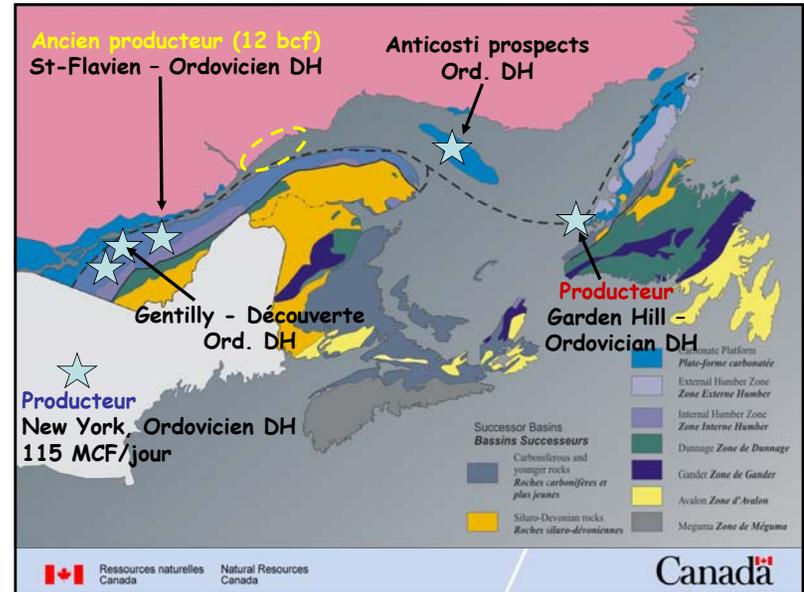
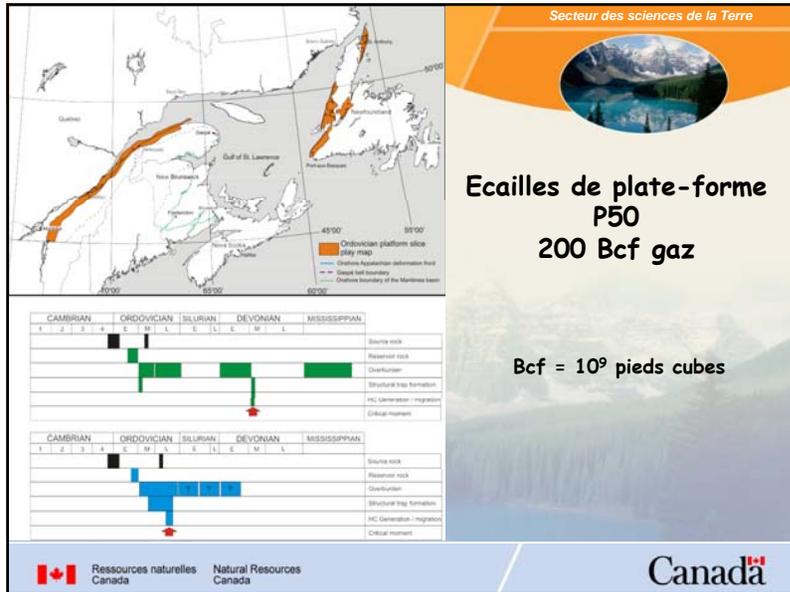
Migration

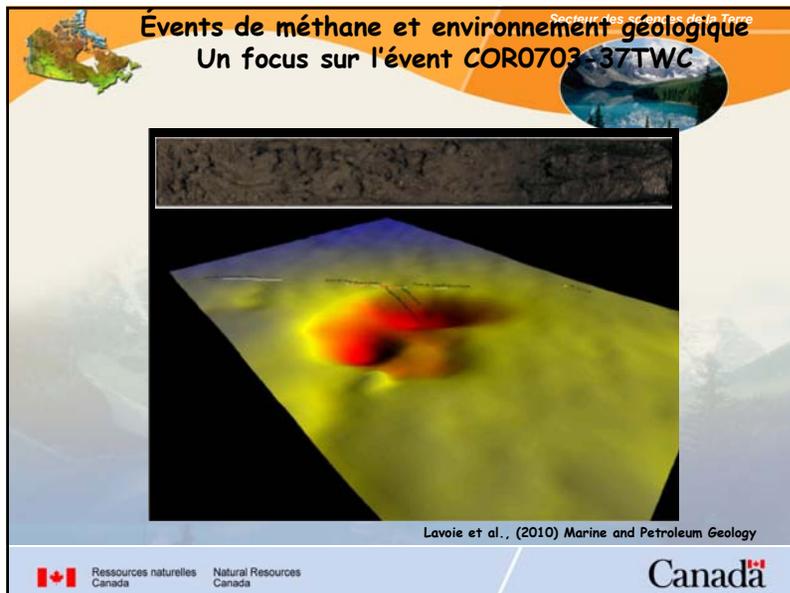
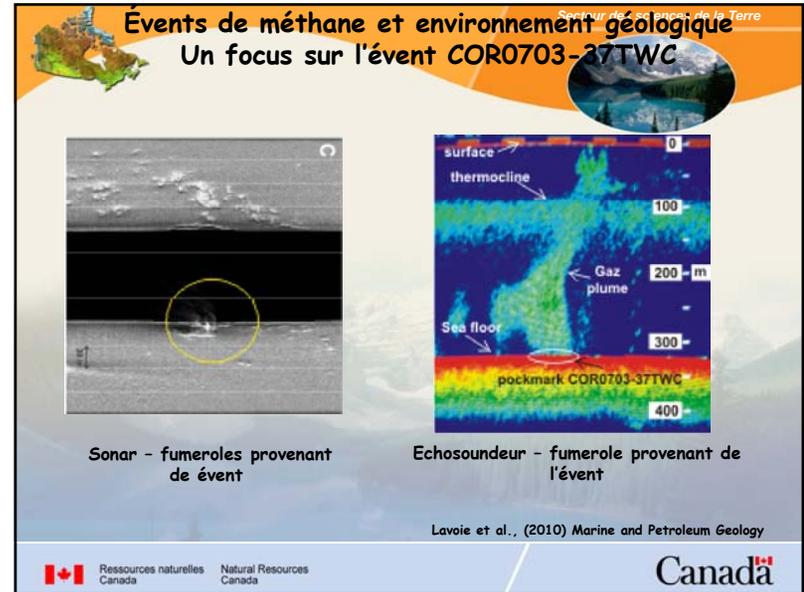
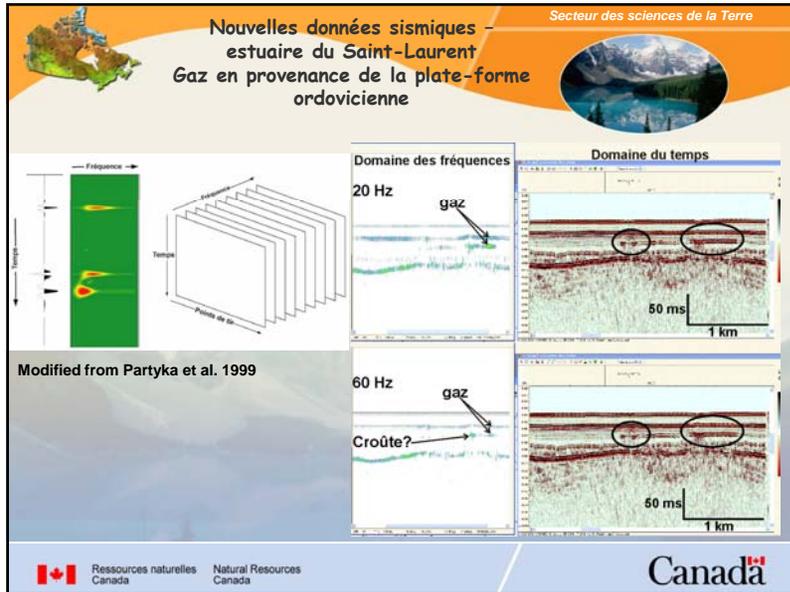
Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Canada









Croutes de carbonates et nodules à diverses profondeurs dans le sédiment non consolidé

Lavoie et al., (2010) *Marine and Petroleum Geology*

Canada

Une coupe dans une croûte

Secteur des sciences de la Terre

Mollusks with peloidal crusts

Isopachous Cement layers

Campbell (2006)

Cimentation rapide du sédiment Quaternaire:
Couches isopaques de fibres d'aragonite
Cimentation rapide dans une eau marine sursaturée en HCO_3^-

Canada

Vidéo du fond marin

Secteur des sciences de la Terre

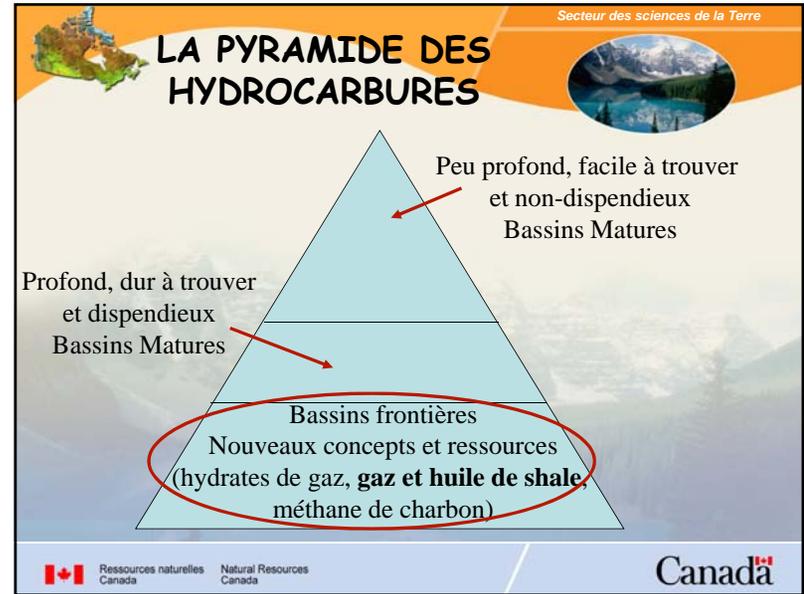
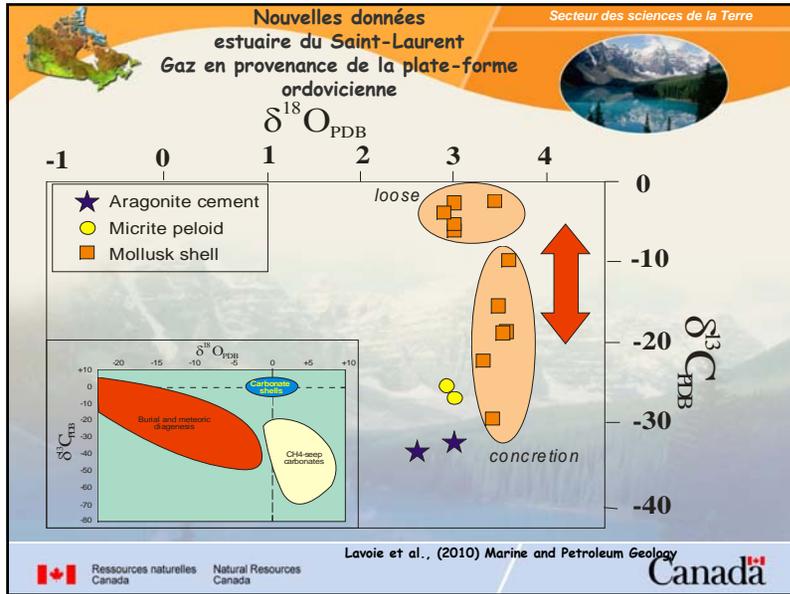
Canada

Émanation active de méthane et tapis microbien de type Beggiatoa

Secteur des sciences de la Terre

Lavoie et al., (2010) *Marine and Petroleum Geology*

Canada



NICKLE'S DAILY OIL BULLETIN

Quebec Shale Comparable To Barnett, But Gas Price Higher--Forest

Secteur des sciences de la Terre

Une nouvelle cible au Québec

Gas found in Quebec shale
Calgary company soars on natural gas discovery

canada.com
WHERE PERSPECTIVES CONNECT

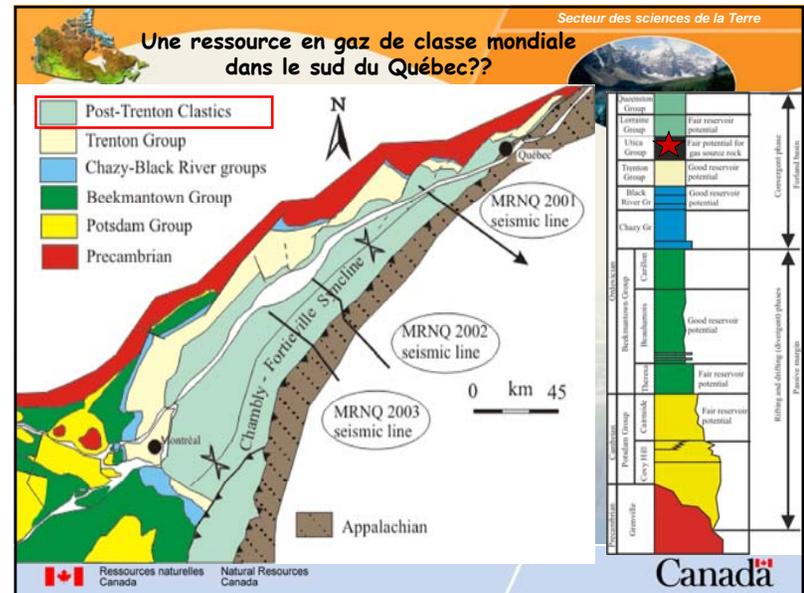
EDITORIAUX

Le Québec comme le Texas

NORVAL SCOTT
GLDCE AND MAIL UPDATE
APRIL 2, 2008 AT 7:34 PM EDT

CALGARY — Quebec stands on the verge of becoming a major natural gas producer, as a U.S. energy company has reported significant discoveries of shale gas that could transform the region into North America's next hot new exploration zone.

Canada



Secteur des sciences de la Terre



Les Shales d'Utica Une nouvelle frénésie d'exploration




Des données techniques similaires
à celles de shales produisant des
millions de mètres cubes de gaz
naturel par jour aux USA

Canada

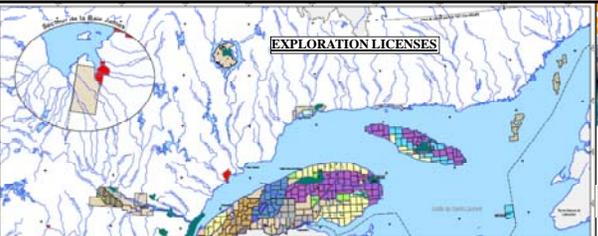
Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



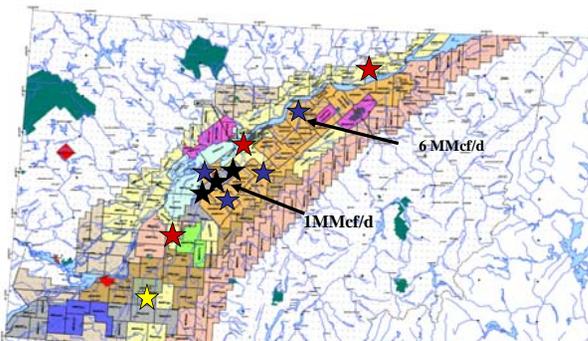

Canada

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Secteur des sciences de la Terre



EXPLORATION LICENCES



6 MMcf/d

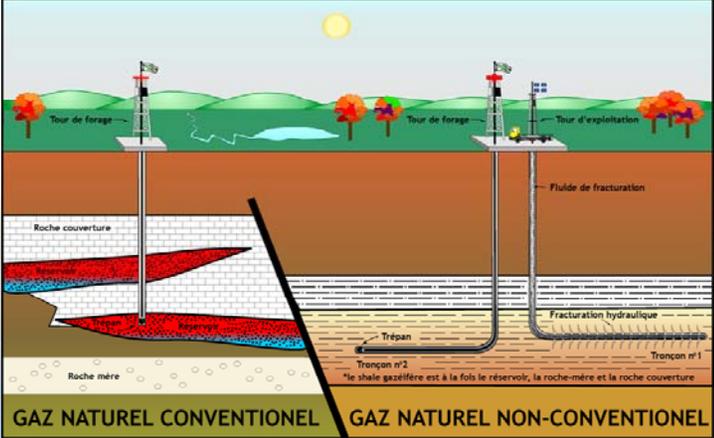
1 MMcf/d

Canada

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada

Secteur des sciences de la Terre

Nouvelle cible et nouvelles techniques



Tour de forage / Tour d'exploitation

Fluide de fracturation

Roche couverture

Roche mère

Fracturation hydraulique

Trepan

Tronçon n°2

Tronçon n°1

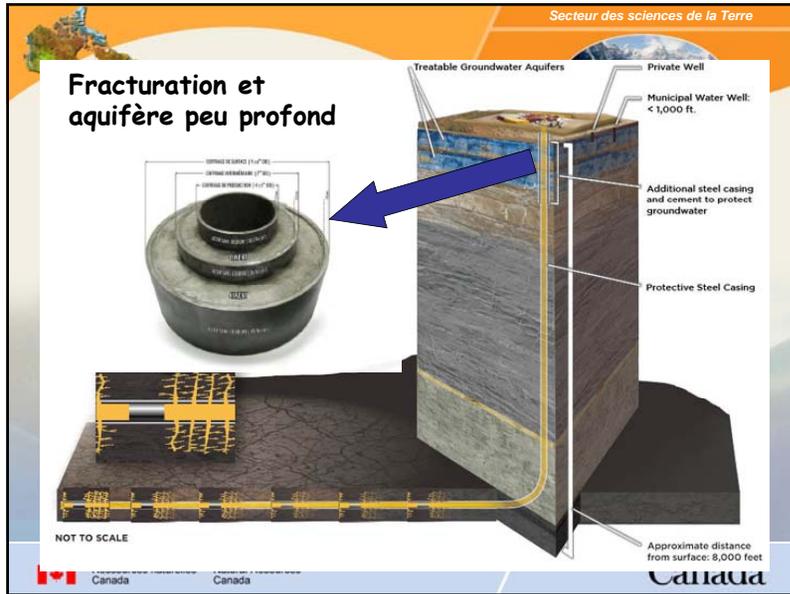
GAZ NATUREL CONVENTIONNEL / GAZ NATUREL NON-CONVENTIONNEL

*le shale gazéifié est à la fois le réservoir, la roche-mère et la roche couverture

Talisman, 2010

Canada

Ressources naturelles Canada / Natural Resources Canada



Secteur des sciences de la Terre

Fluide de fracturation

L'eau et le sable 99,5%

Autre 0,5%

- Réducteur de friction
- Surfactant
- Gel
- Antitartre
- Correcteur de PH
- Concasseur
- Agent de réticulation
- Agent de control de fer
- Inhibiteur de corrosion
- Agent antibactérien
- Agent de soutènement

Canada Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada

Résultats préliminaires et empreinte environnementale

6,0 MMCF/d

Completion operations on St. Edouard No. 1A horizontal well

Canada Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada Questerre, 2010

St-François du Lac;
1 MMcf/j, puits vertical

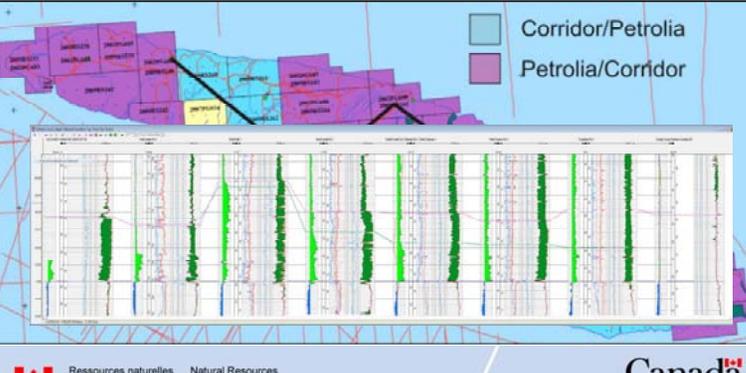
40 Tcf récupérable ?

Canada Ressources naturelles Canada Natural Resources Canada

Une nouvelle découverte, De l'huile dans les shales sur Anticosti

Secteur des sciences de la Terre

> 40 BBO; 10-15% récupérables

Corridor/Petrolia
Petrolia/Corridor

Canada

Les projets récents touchant le bâti géologique et le potentiel en hydrocarbures du bassin frontière de l'est canadien

Geological Bridges in Eastern Canada
Ponts géologiques dans l'est du Canada

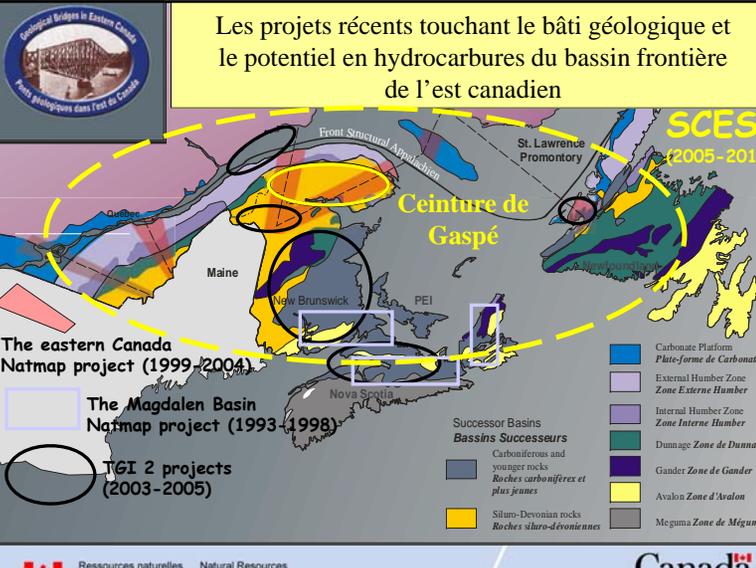
SCES (2005-2010)

Ceinture de Gaspé

The eastern Canada Natmap project (1999-2004)

The Magdalen Basin Natmap project (1993-1998)

TGI 2 projects (2003-2005)



Carbonate Platform
Plate-forme de Carbonates

External Humber Zone
Zone Externe Humber

Internal Humber Zone
Zone Interne Humber

Dunnage Zone de Dunnage

Successor Basins
Bassins Successeurs

Carboniferous and younger rocks
Roches carbonifères et plus jeunes

Gander Zone de Gander

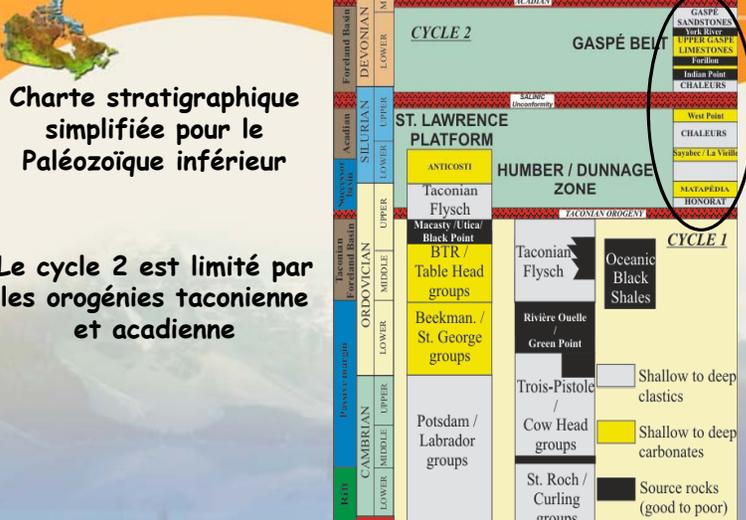
Avalon Zone d'Avalon

Meguma Zone de Méguma

Canada

Charte stratigraphique simplifiée pour le Paléozoïque inférieur

Le cycle 2 est limité par les orogénies taconienne et acadienne



HELDEN

CYCLE 2

GASPÉ BELT

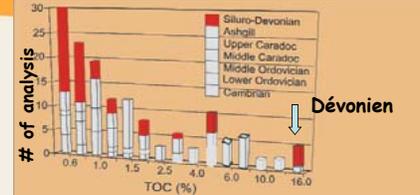
ST. LAWRENCE PLATFORM

HUMBER / DUNNAGE ZONE

CYCLE 1

Canada

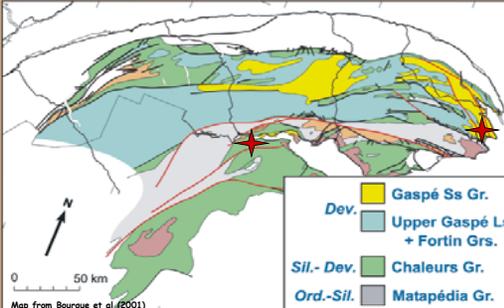
Des roches mères de qualité passable à moyenne sont présentes dans le Silurien inférieur et le Dévonien inférieur et dans quelques niveaux de charbon en Gaspésie et Nouveau-Brunswick



of analysis

TOC (%)

Dévonien



Map from Bourque et al. (2001)

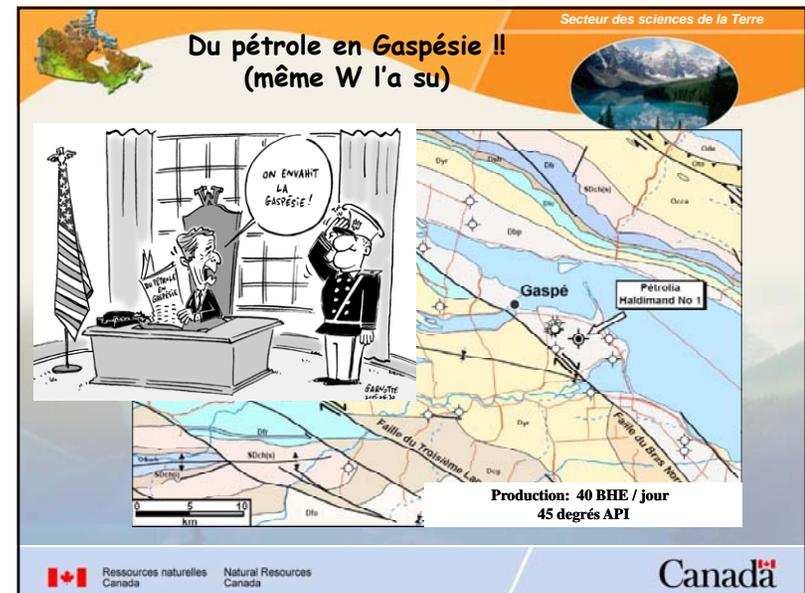
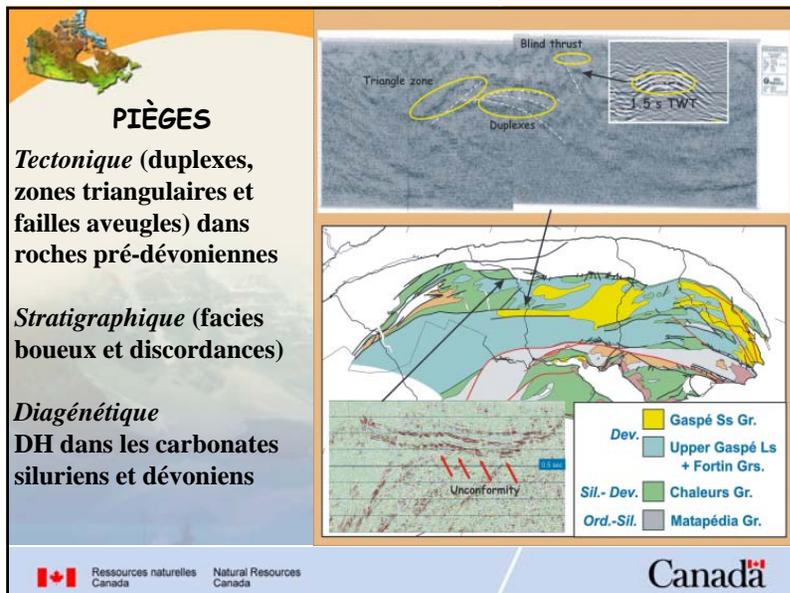
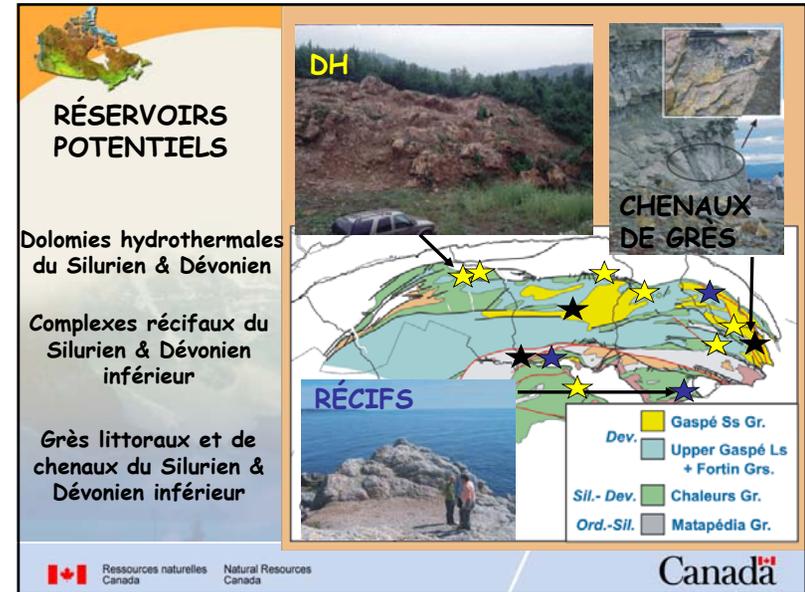
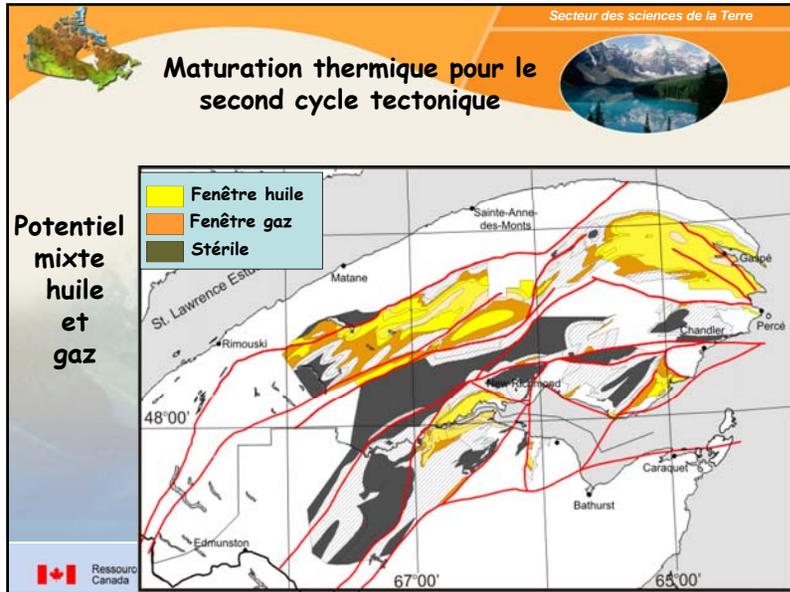
Dev. Gaspé Ss Gr.

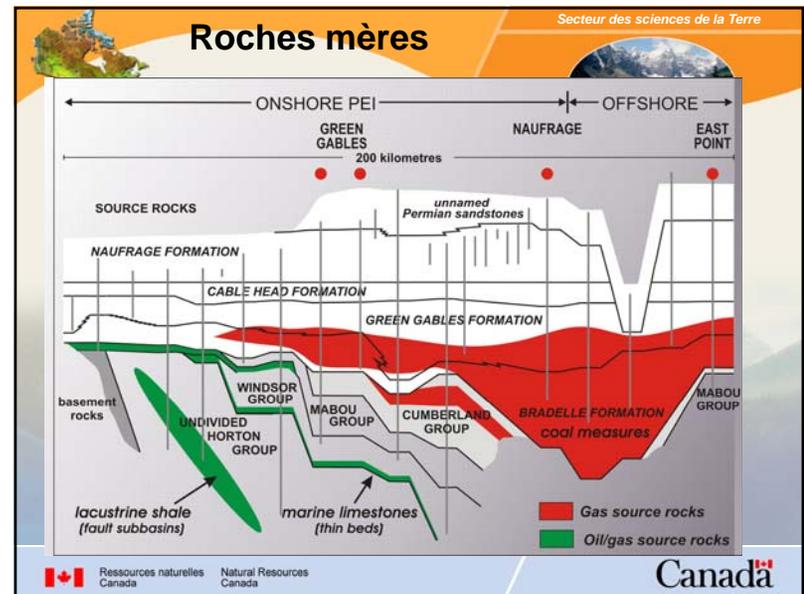
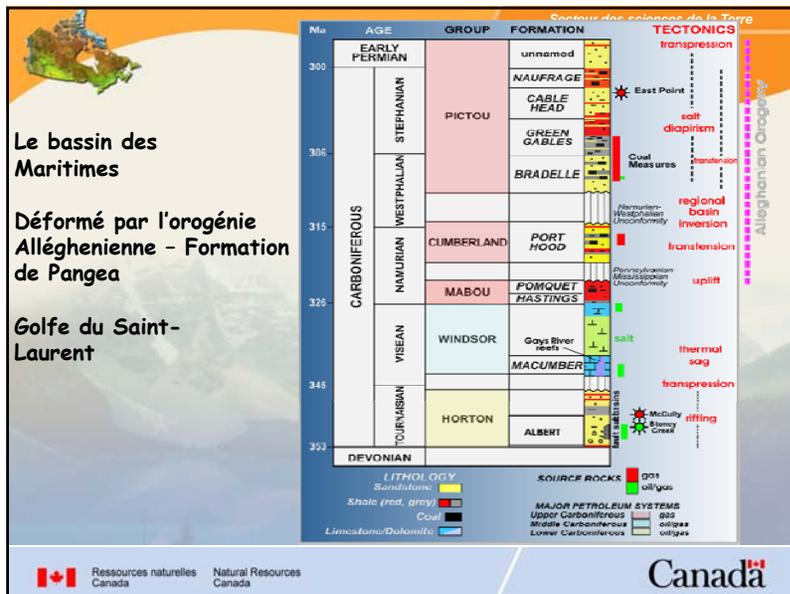
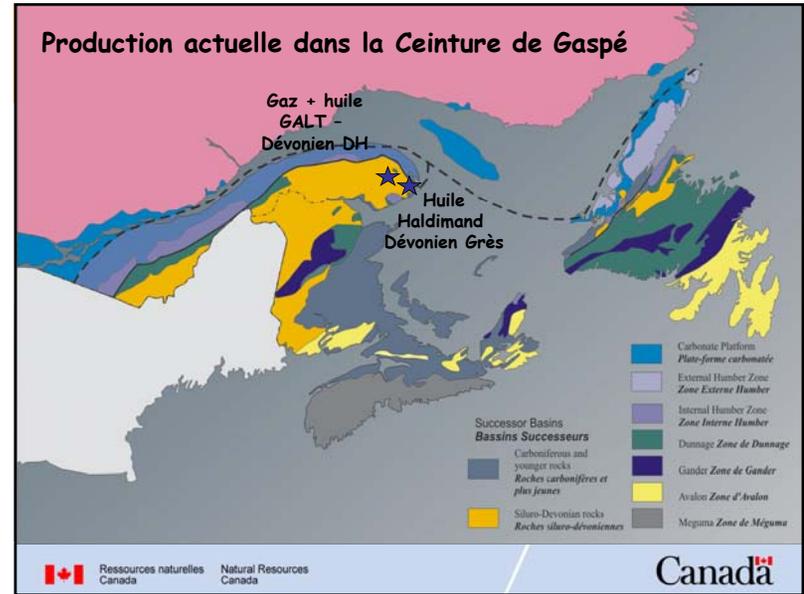
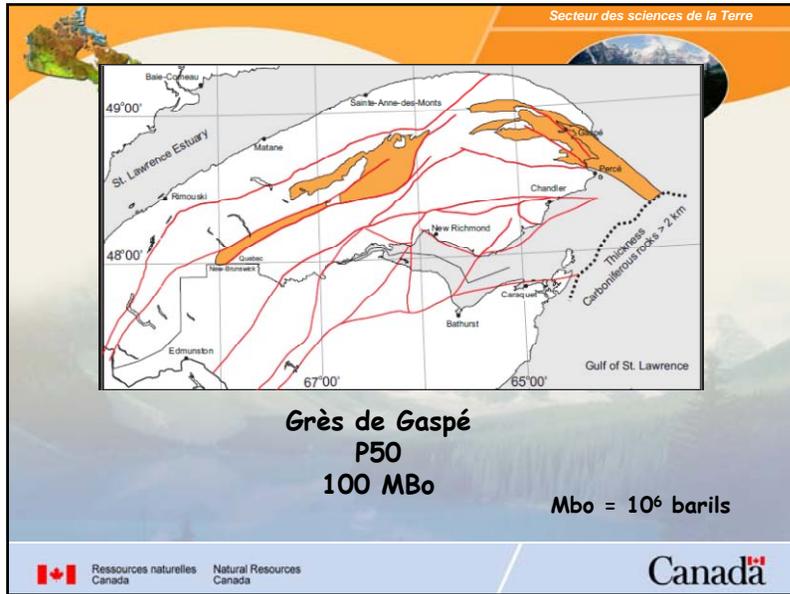
Upper Gaspé Ls + Fortin Grs.

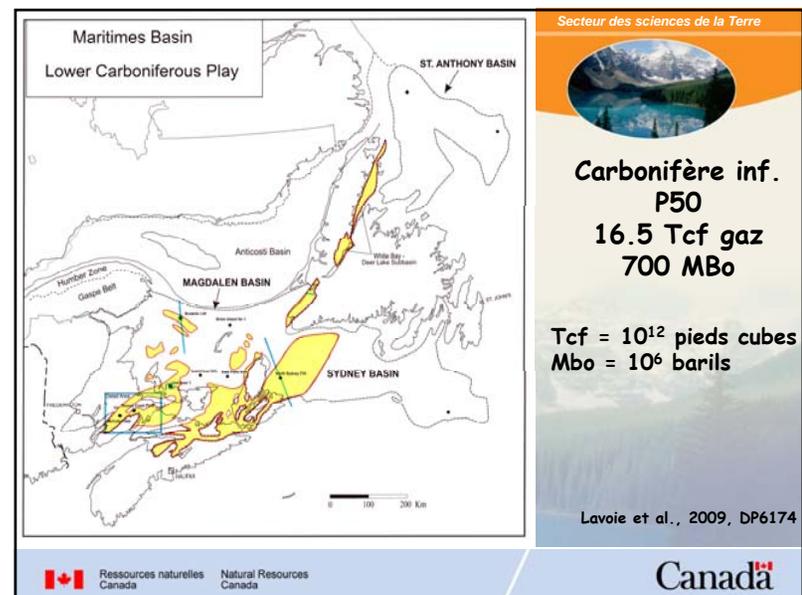
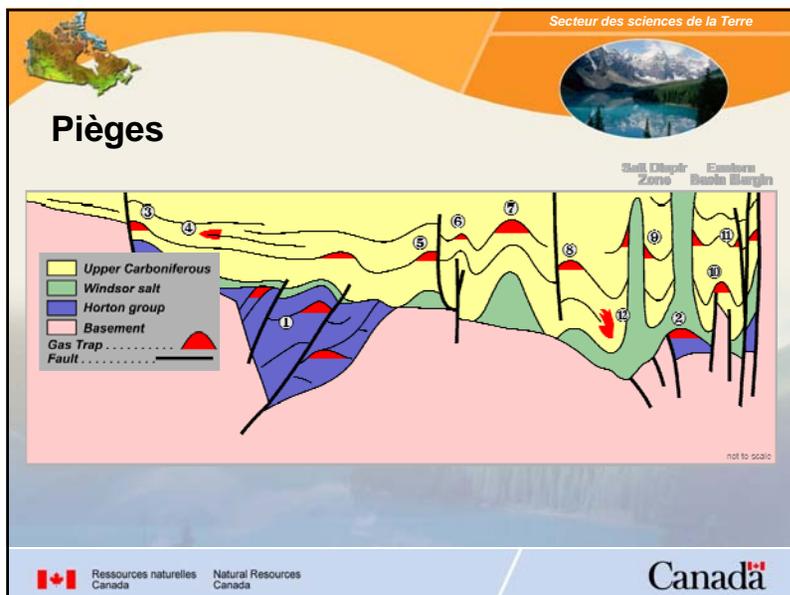
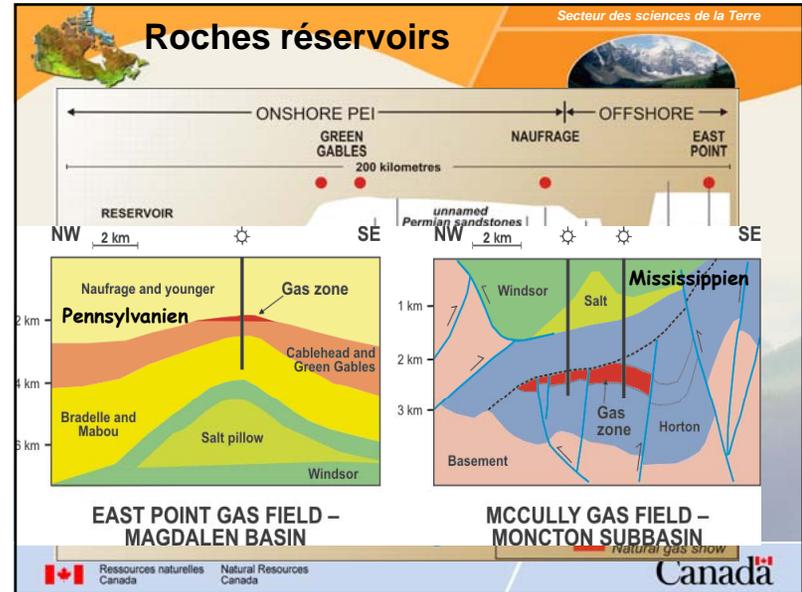
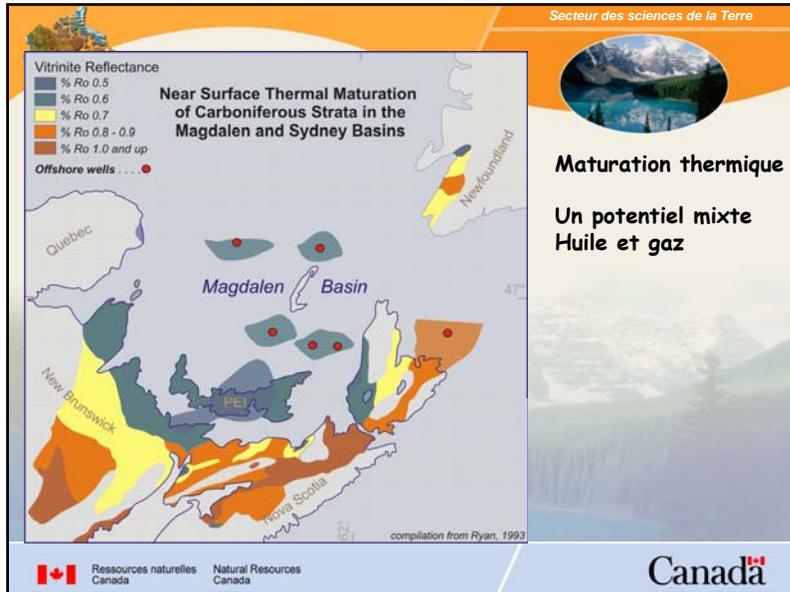
Sil.-Dev. Chaleurs Gr.

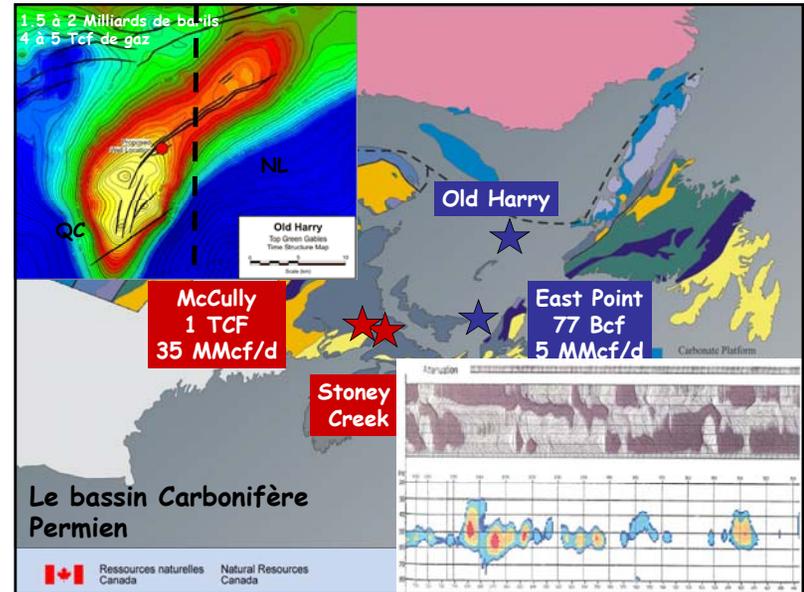
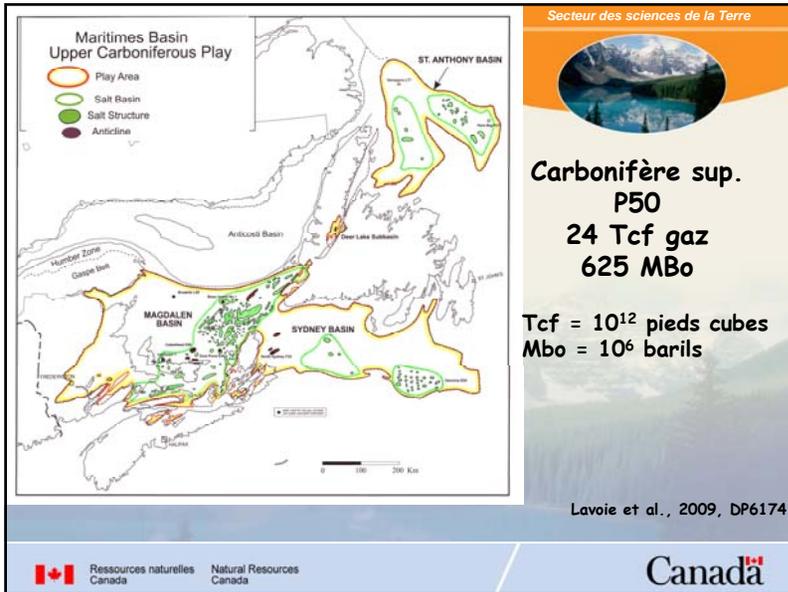
Ord.-Sil. Matapédia Gr.

Canada









MERCI!

Pour plus d'information:

<http://gdr.nrcan.gc.ca>
 and
<http://gsc.nrcan.gc.ca/org/quebec/>

Canada