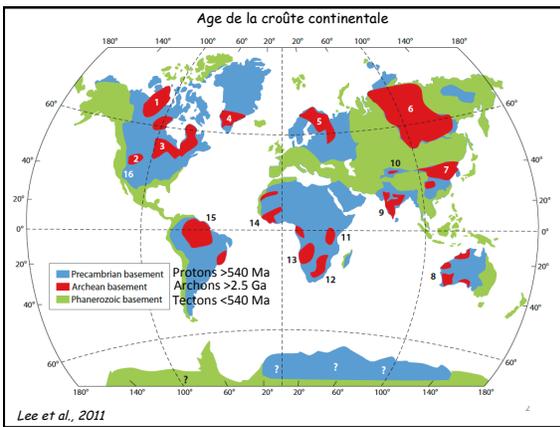


**Structure et dynamique
du système
Lithosphère/Asthénosphère**

6-La lithosphère continentale

Barbara Romanowicz - Cours 2013
-Chaire de Physique de l'Intérieur de la Terre
Collège de France
18 Novembre 2013

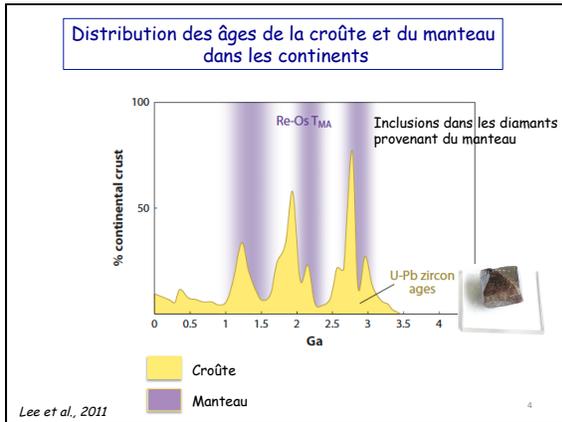
1

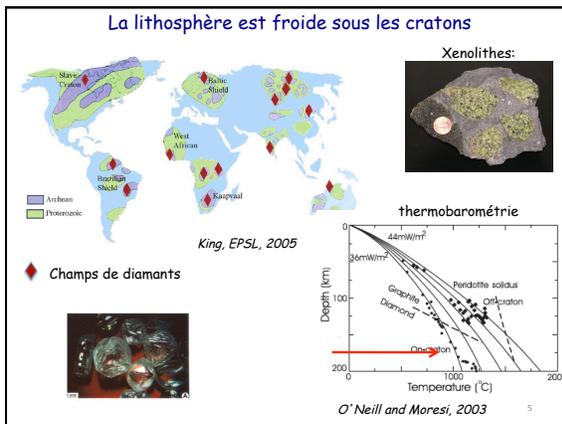


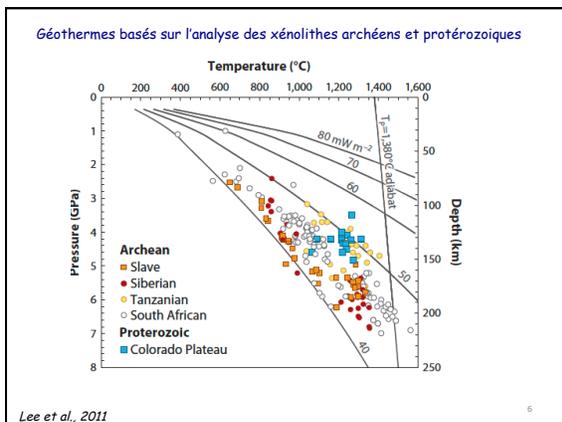
Âges de la croûte et du manteau dans les cratons

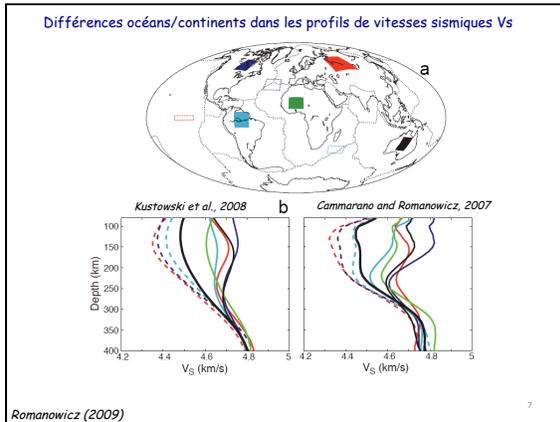
- **Age de la croûte continentale:**
 - Datation des zircons ($ZrSiO_4$) par la méthode de datation U-Pb
 - Les plus vieux 4,408 Ga (Australie, Jack Hills)
 - Formés par cristallization de magma - très résistants, très peu de Pb à l'origine, mais conservent l'uranium,
- **Age du manteau sous la croûte cratonique:**
 - Inclusions silicatées et sulfures dans les diamants
 - 3,5 Ga pour les diamants d'Afrique du Sud (Richardson et al., 1984), confirmé par datation Re-Os des inclusions de sulfures
 - Système $^{187}Re-^{188}Os$
 - Os compatible, Re relativement incompatible
 - Le résidu de la fusion partielle sera enrichi en Os et appauvri en Re par rapport au manteau de référence (conserve le rapport original $^{187}Os/^{188}Os$) de la roche, qui donne l'âge de séparation de celle-ci du manteau en convection
 - Ce système est moins sensible que d'autres à la contamination par métasomatisme
- **Correspondance nette entre l'âge de la croûte et celui du manteau sous-jacent**
 - 2,4-2,8 Ga: croûte archéenne
 - 1,4-2,1 Ga: croûte protérozoïque
 - 0,3-0,7 Ga: régions tectoniquement actives

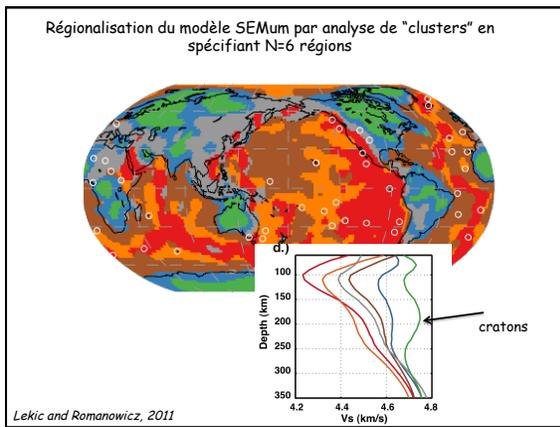
3

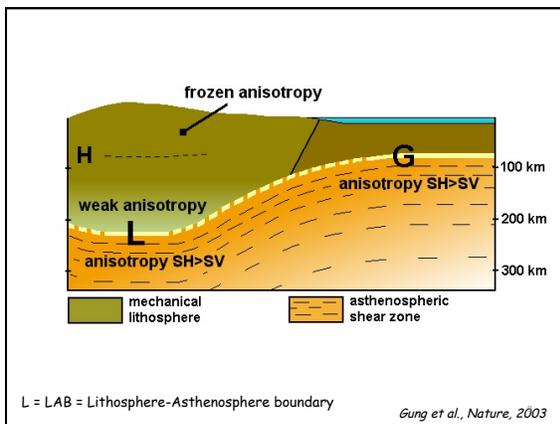


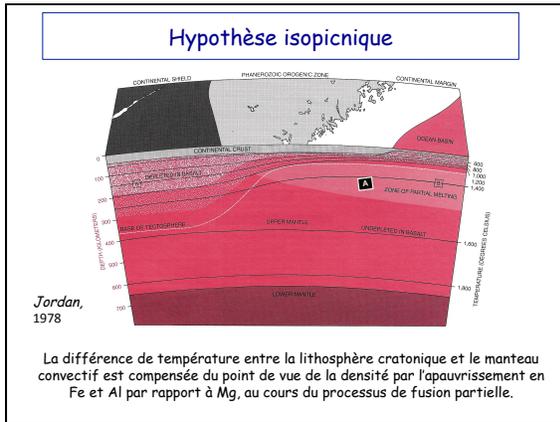


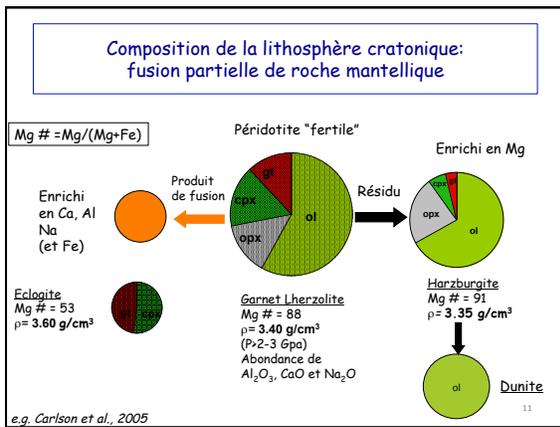


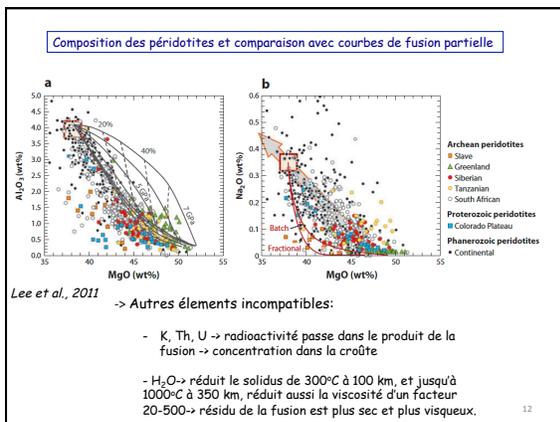












Conséquences de la fusion partielle sur les caractéristiques de la lithosphère continentale

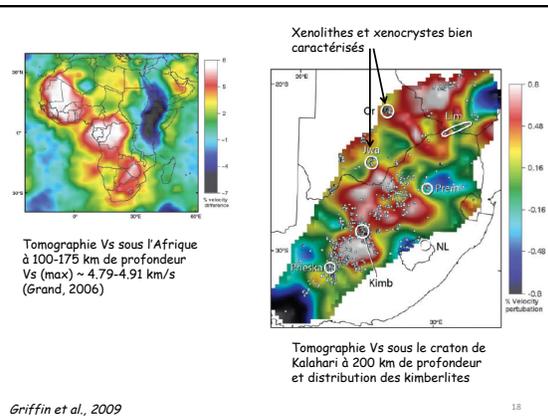
- Péridodite appauvrie est moins dense que la fertile à la même T:
 - Réduction dans la proportion de grenat et augmentation du rapport Mg/Fe,
 - ->2% de réduction de densité à T donnée (Schutt and Lesher, 2006)
 - Par contre peu d'effet sur Vs et Vp: n'explique pas les très fortes valeurs des vitesses sismiques dans les cratons

16

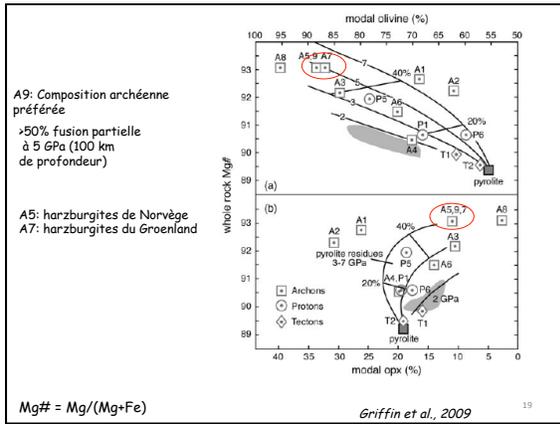
Influence du métasomatisme?

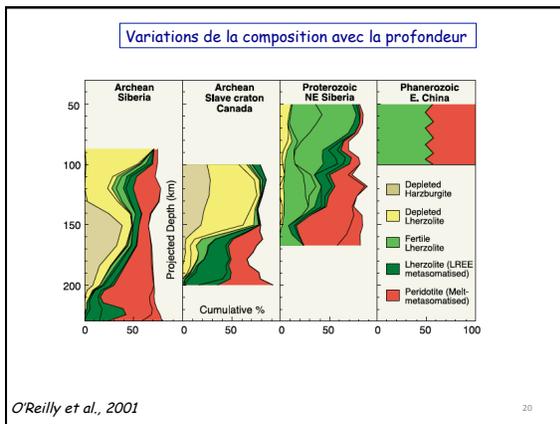
- Composition estimée de la lithosphère archéenne dans la plupart des cratons: lherzolites appauvries avec une forte proportion d'olivine et d'orthopyroxène-> difficile d'expliquer les fortes vitesses sismiques Vs et Vp.
 - > mesures biaisées représentent des roches provenant des marges de vitesse plus faibles des blocs lithosphériques: affectées par métasomatisme (Griffin, 2009)?
 - > La lithosphère archéenne d'origine serait formée de harzburgites et dunités très appauvries (aussi appauvries en Fer) qui satisfont mieux les données sismiques et de gravité mais qui sont peu échantillonnées (Norvège de l'Ouest?)
 - Densité similaire mais vitesses plus élevées
 - > Différence importante entre le manteau archéen et les régions affectées par métasomatisme ou plus jeunes: dichotomie? Changement de régime de convection entre l'Archéen et les ères plus récentes?

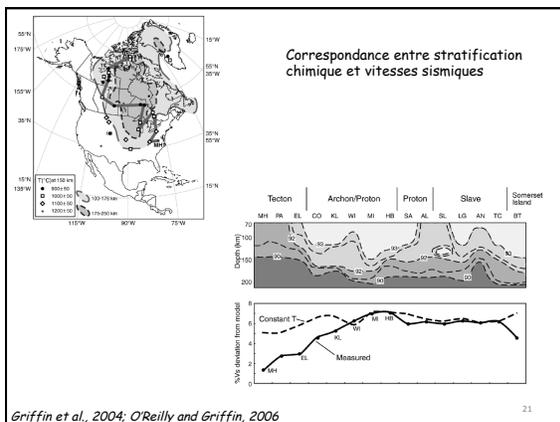
17

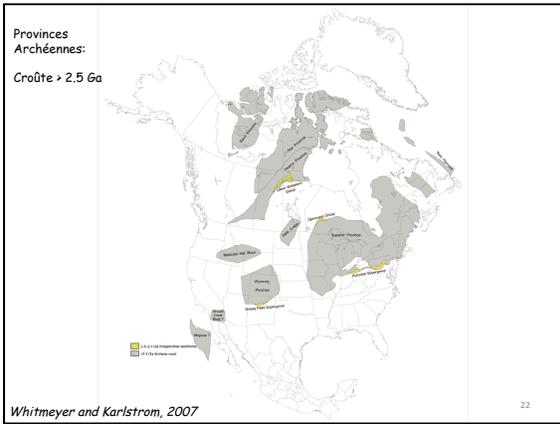


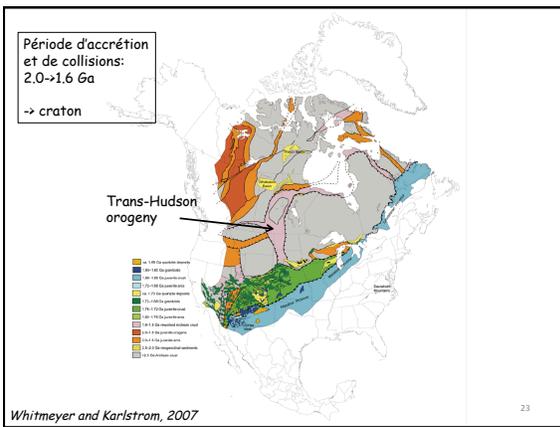
18

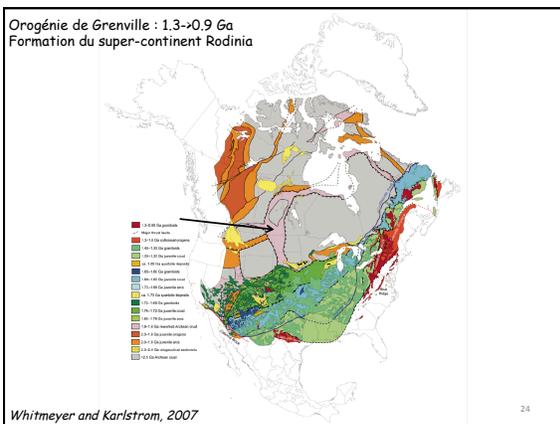


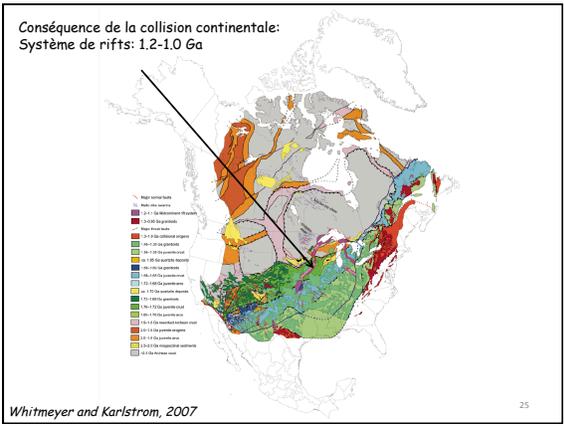


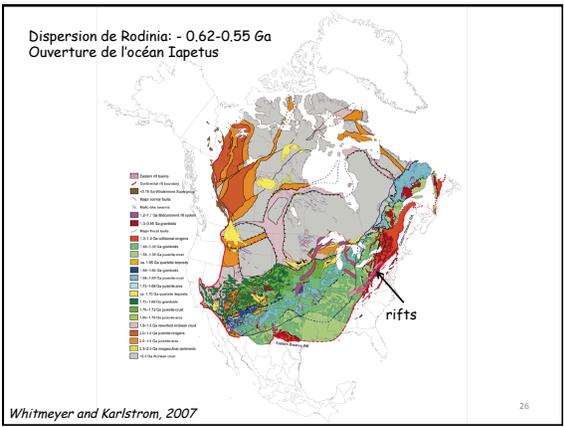


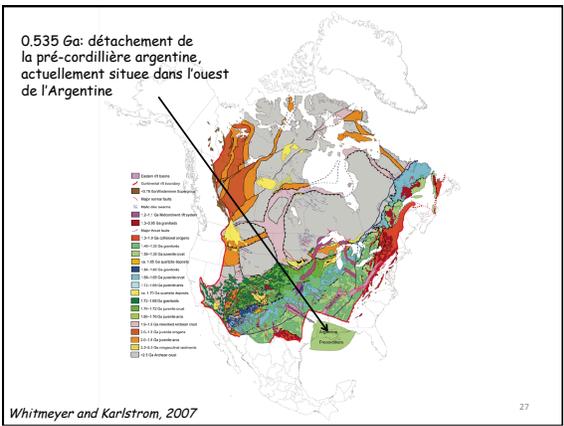


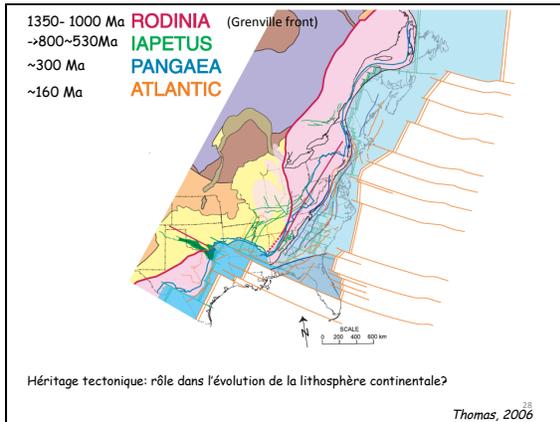


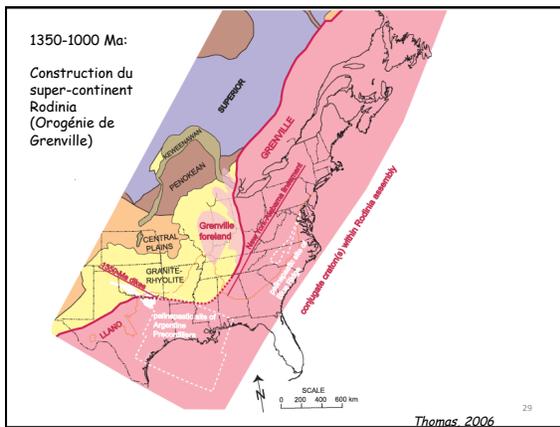


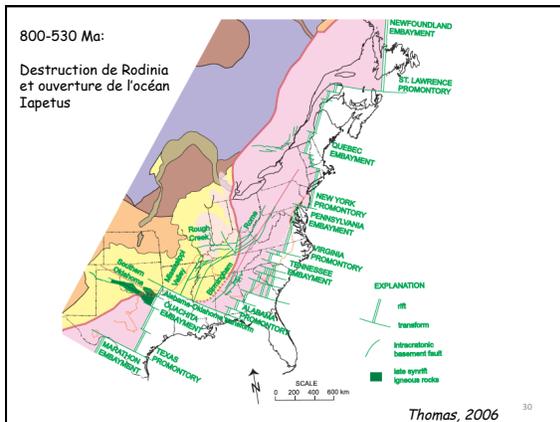


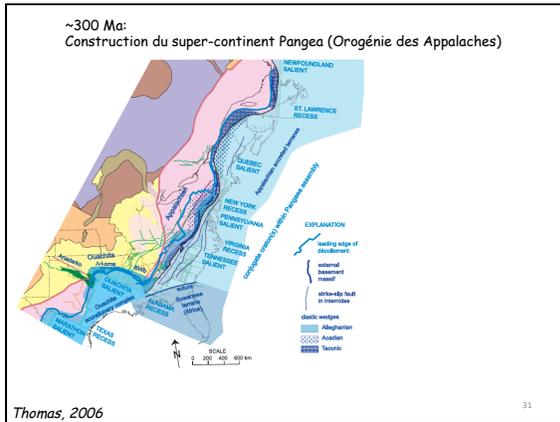


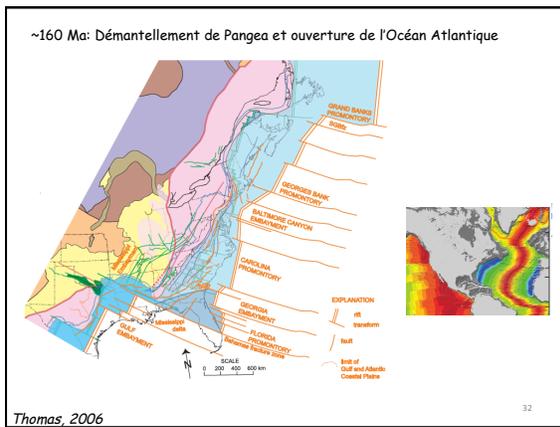


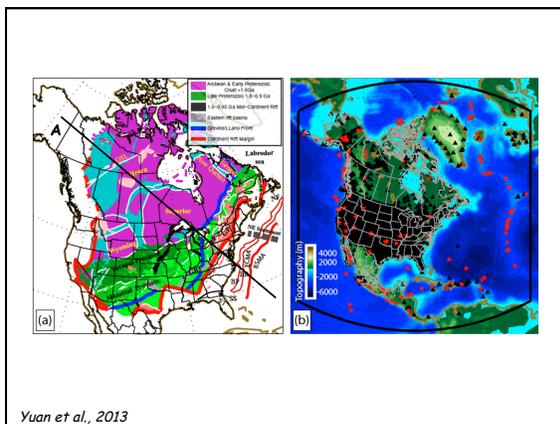


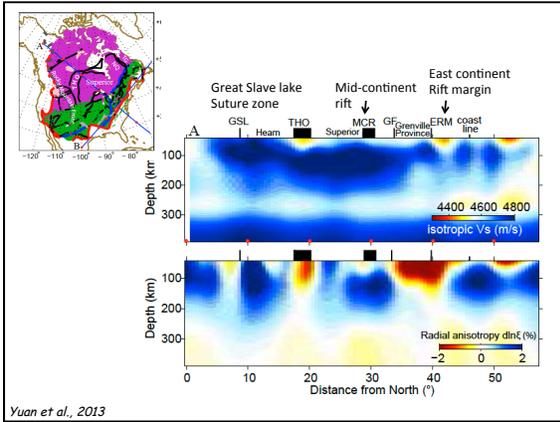


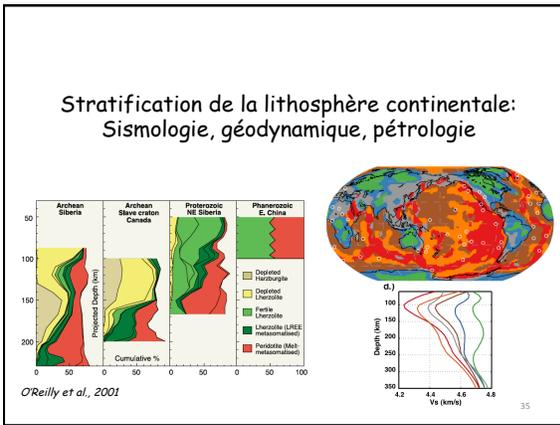


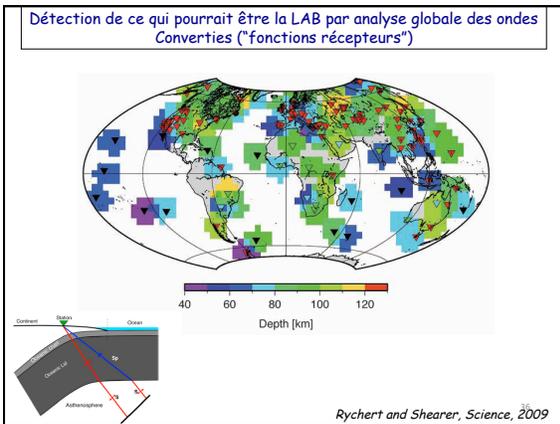


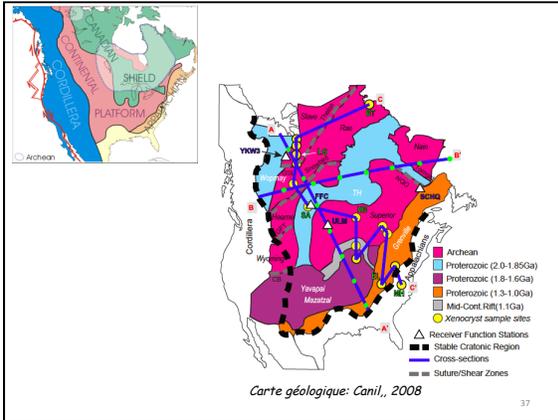


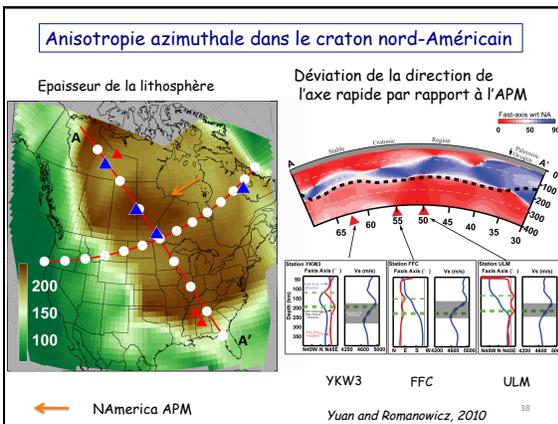


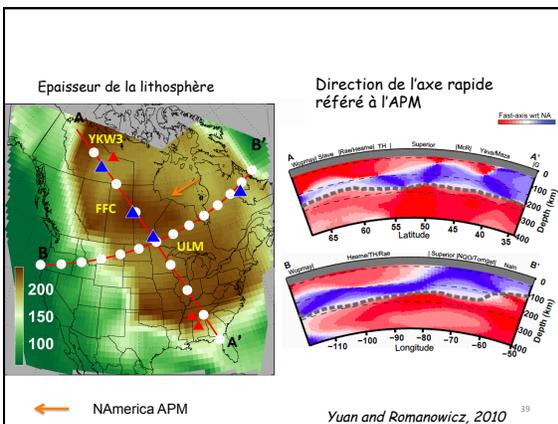


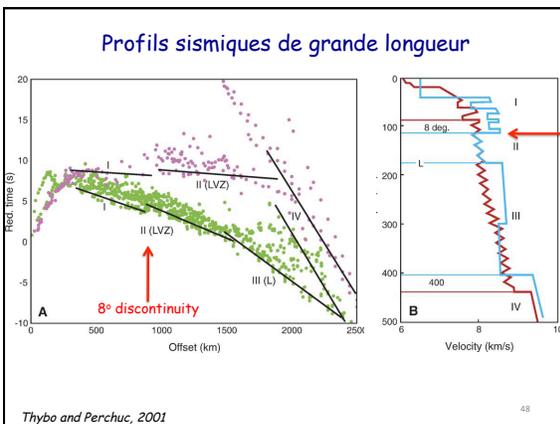
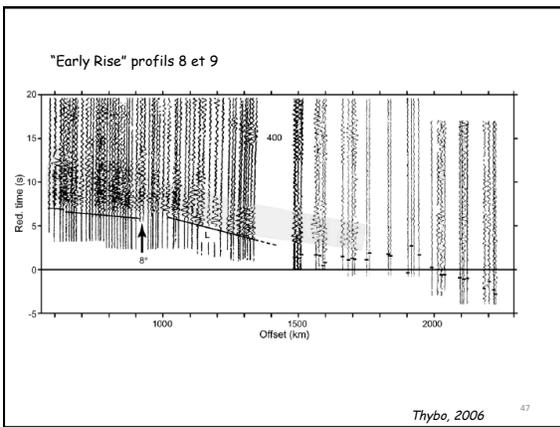
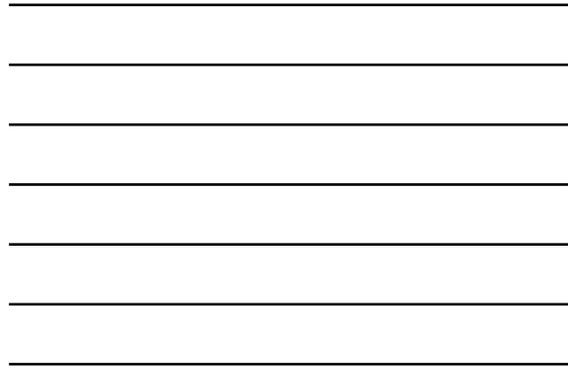
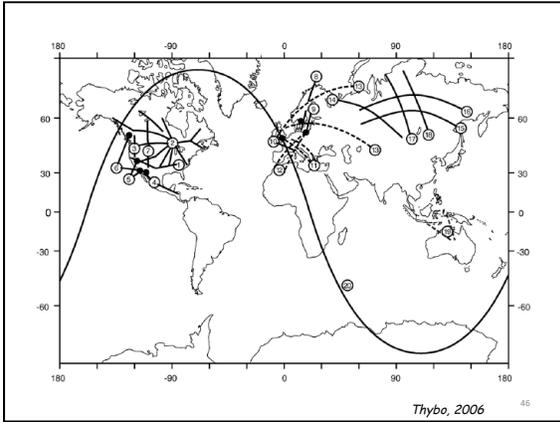








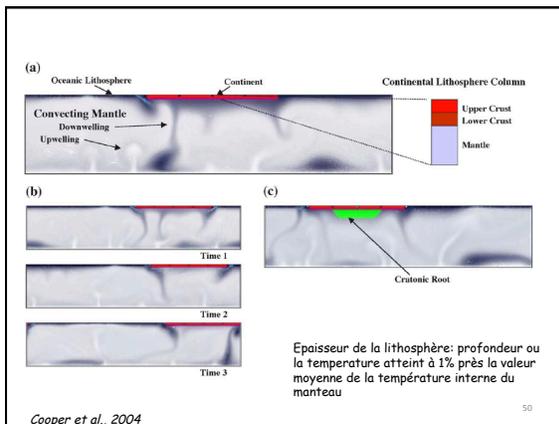




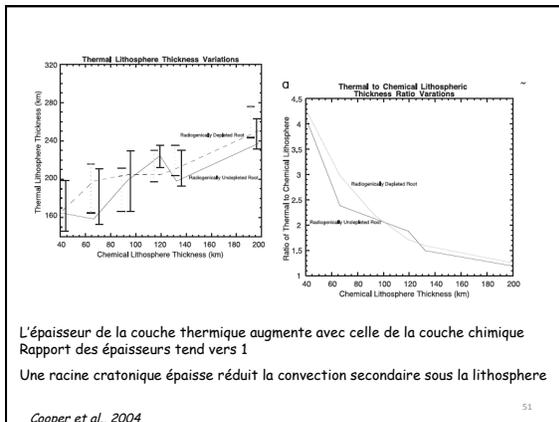
Modèle géodynamique de la structure thermique sous les continents

- Etude de la structure thermique de la lithosphère continentale:
 - Contraintes sur le flux de chaleur à la surface et la concentration des éléments radioactifs dans la croûte -> équation de la conduction donne le géotherme continental et une estimation de l'épaisseur de la couche thermique
- Incorporation du manteau convectif (Cooper et al., 2004)
 - Inclusion d'un continent de composition chimique différente, non-déformable, stable à l'intérieur de la couche limite thermique d'un modèle de convection du manteau
 - Racines lithosphériques de composition chimique différente jouent un rôle important sur la structure thermique profonde de la lithosphère
 - Nécessaires pour obtenir une couche thermique d'épaisseur importante

49



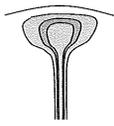
50



51

Modèles proposés pour la formation de la lithosphère cratonique

1- Grand panache



2- Empilement de plaques océaniques

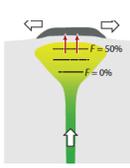


3- Accrétion dans un arrière-arc volcanique (subduction)



Lee et al., 2003 55

1- Modèle de panache



Li et al., 2011

- Komatiite ou basalte
- Péridotite apauvrie

-> Avantages:

- 1) Fusion partielle à haute température->
 - Grande quantité de fusion,
 - Résidu très apauvri, deshydraté, de forte viscosité
 - Formation d'une couche limite chimique de densité plus faible
- 2) Formation de cratons serait alors épisodique en accord avec la distribution des âges dans les cratons
- 3) Stratification en profondeur: plus apauvri près de la surface qu'en profondeur

-> Inconvénients:

- 1) Tous les cratons ne sont pas stratifiés chimiquement
- 2) On devrait avoir beaucoup de fusion partielle à 200 km, mais les températures de fusion de 1700°C enregistrées sembleraient le contredire

Imbrication successive de croûte et lithosphère océanique



- Komatiite ou basalte
- Péridotite apauvrie
- Croûte felsique (riche en Si)

-> Avantages:

- > Peut expliquer certaines roches cratoniques formées à basse T et P
- > Peut expliquer la présence d'interfaces inclinées dans la lithosphère continentale

-> Inconvénients:

- La lithosphère océanique devrait être plus épaisse et moins dense qu'actuellement
- Pas d'évidence pour des zones de faible résistance
 - > Plus plausible à l'époque protérozoïque que dans l'archéen
- Le modèle prédit plus d'éclogite que l'on n'en observe

