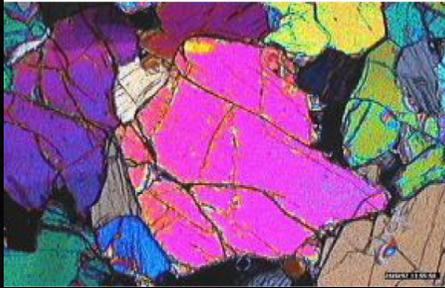


Serpentinisation de la lithosphère océanique aux dorsales lentes : flux estimés et lien avec la tectonique et l'hydrothermalisme.

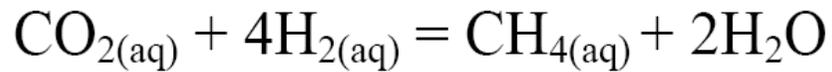
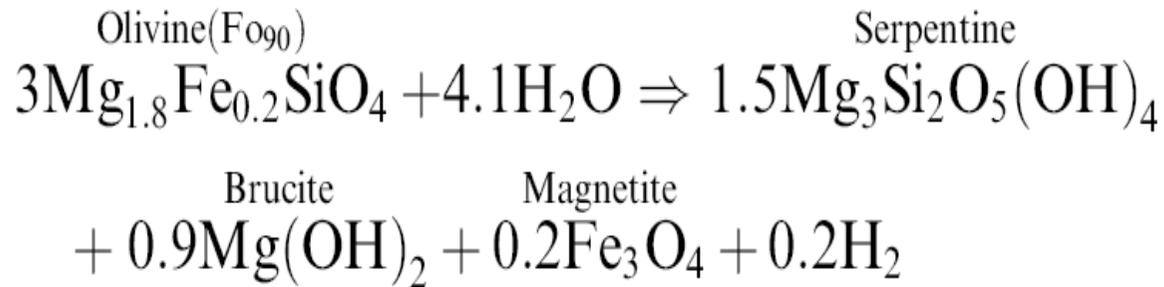
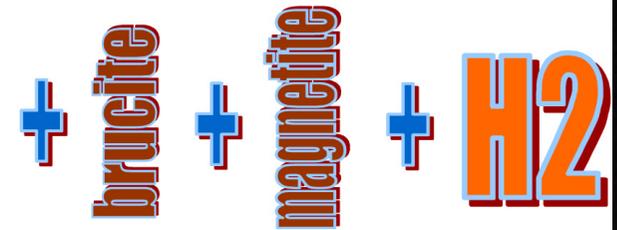
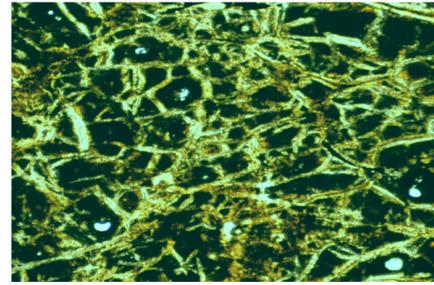
avec des contributions de
Fabrice Fontaine, Javier
Escartin, Daniel Sauter, Adélie
Delacour

Champ hydrothermal Ashadze. Atlantique lat. 13°N. Substratum ultrab

péridotite



serpentine



Réaction de type Fischer-Tropsch catalyseur probable :
magnétite

+ HEAT (250 J/kg)

+ VOLUME (30%)

+ NRM & K

- DENSITY (3.3 to 2.6 g/cm³)

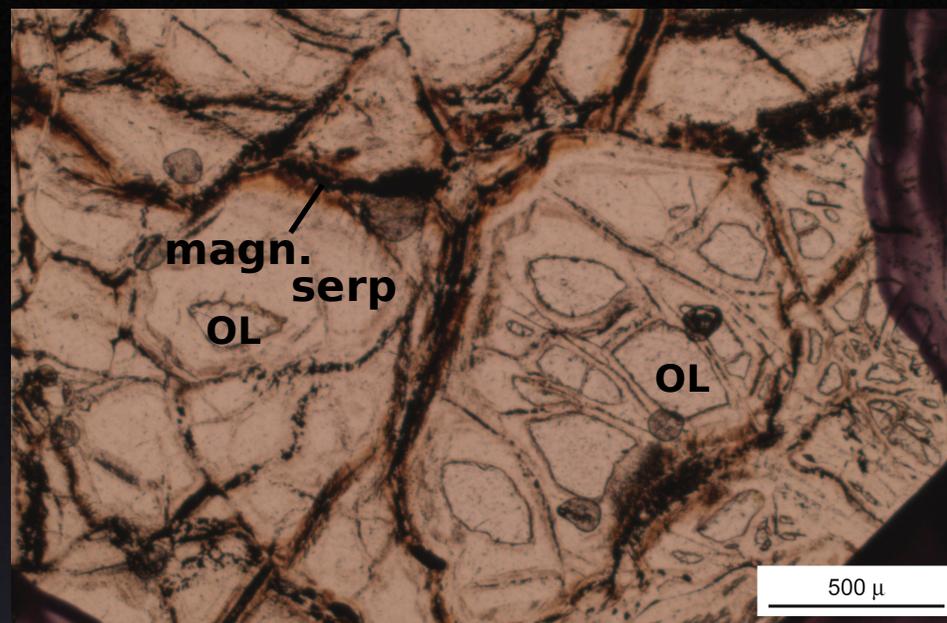
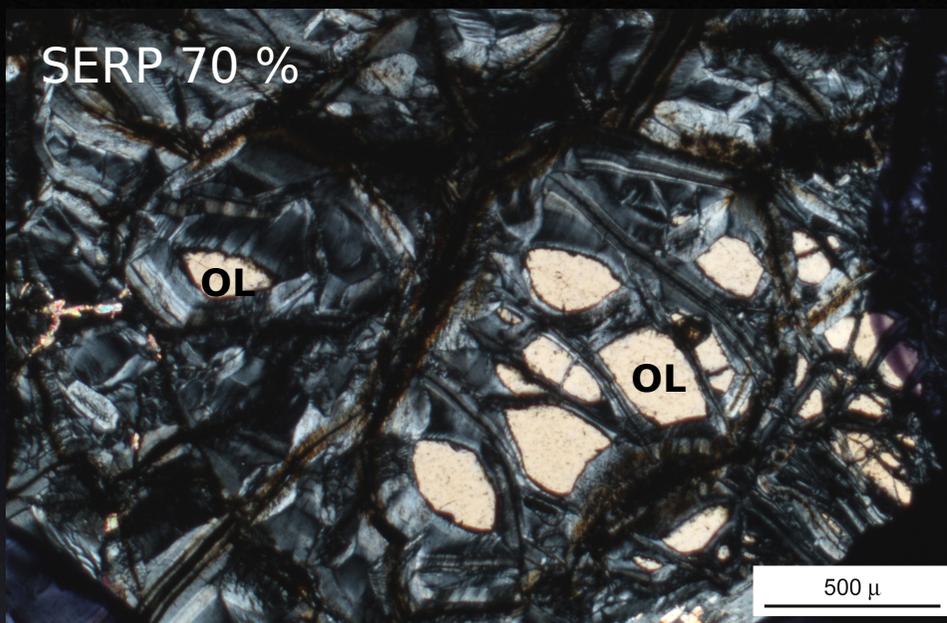
- Vp, Vs (Vp 8 to 5.5 km/s)

- reduced STRENGTH

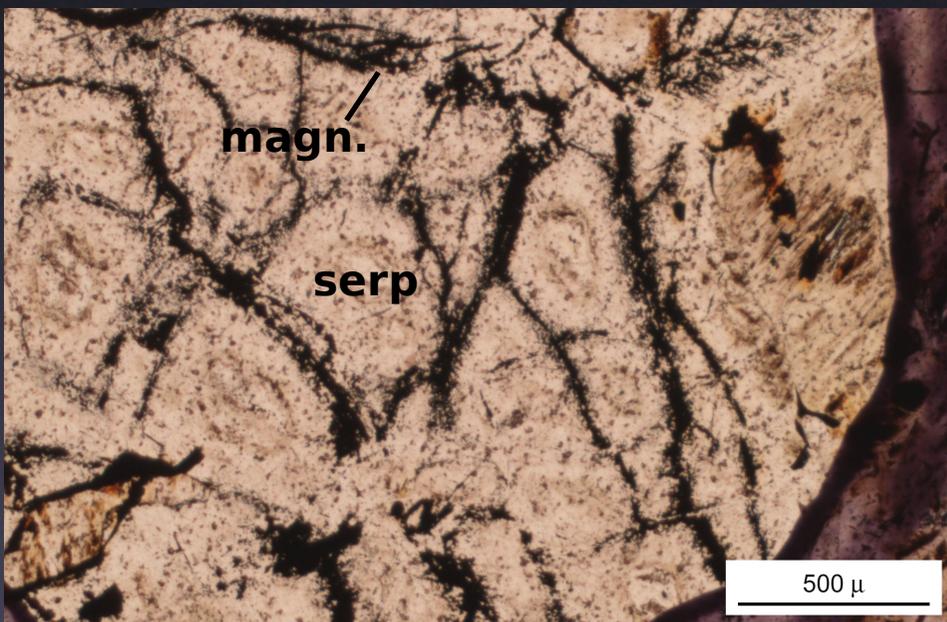
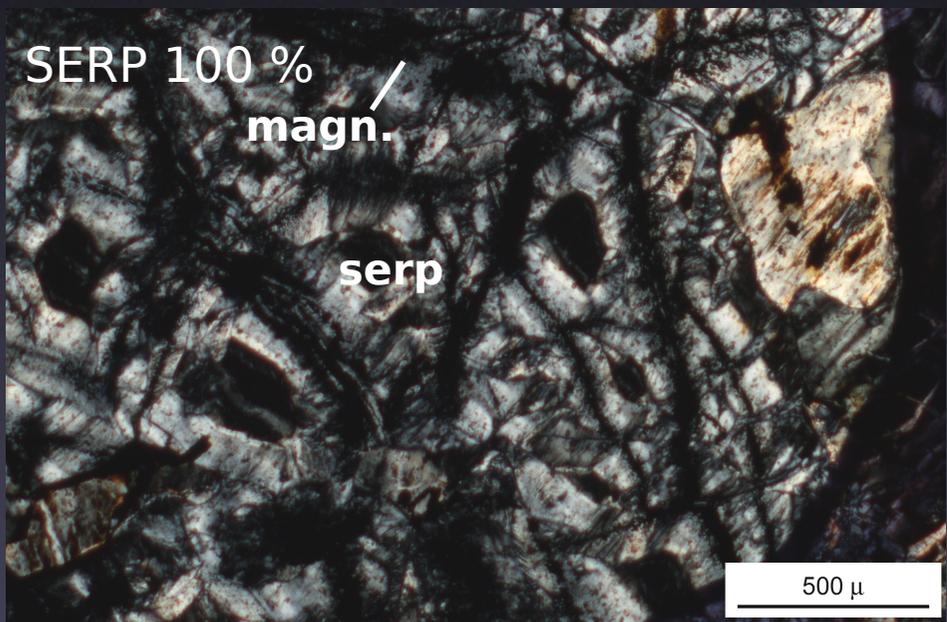
LUMIERE POLARISEE

LUMIERE NATURELLE

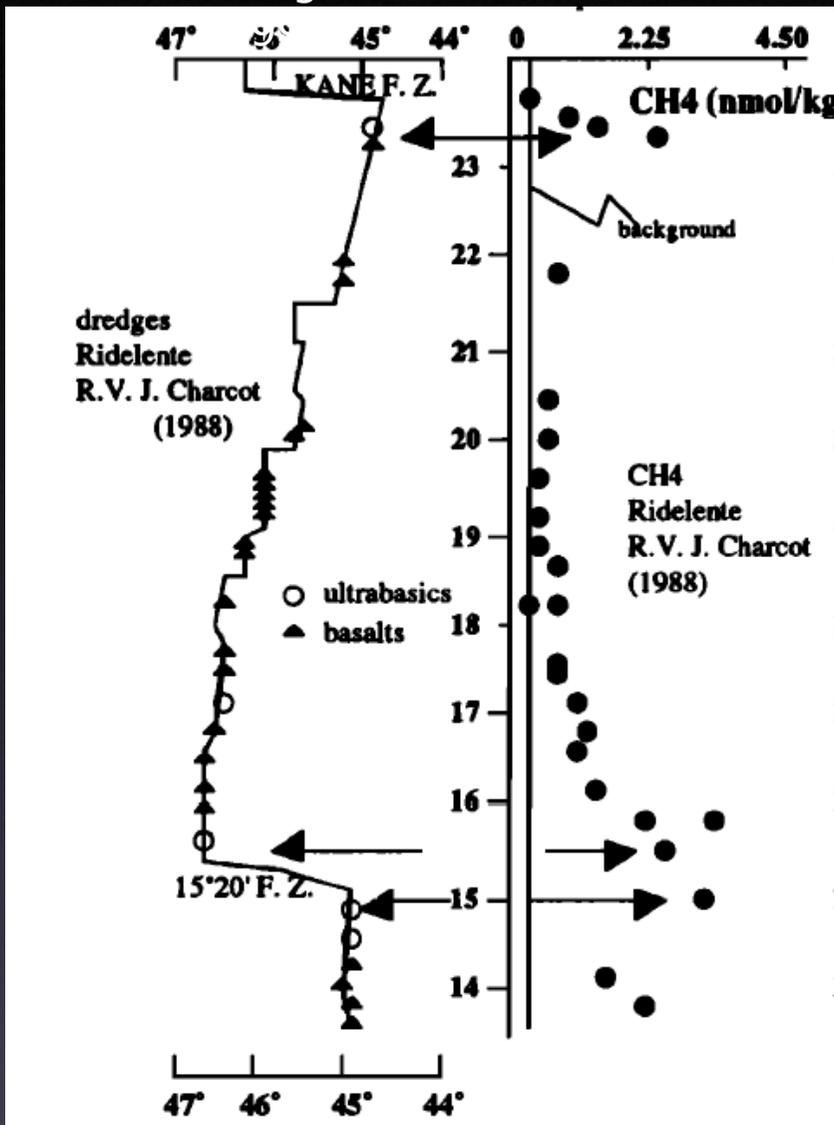
SERP 70 %



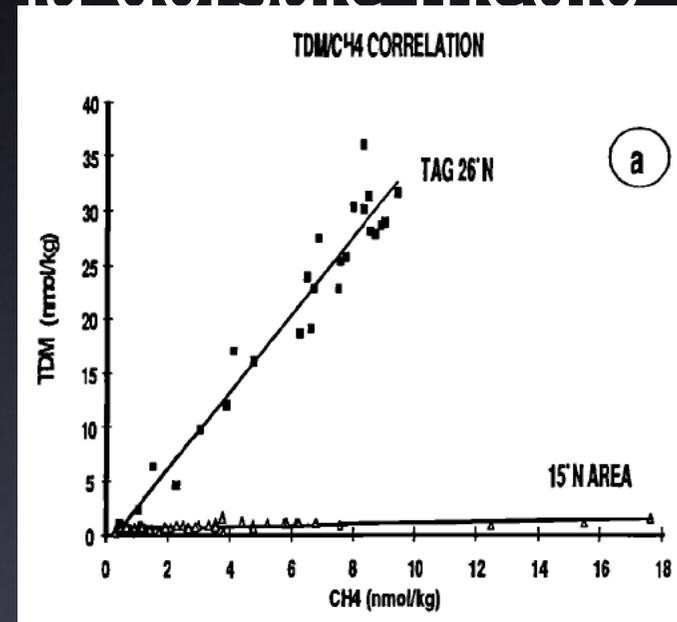
SERP 100 %



Charlou, Bougault et al.,



Découverte de panaches riches en méthane à l'aplomb des domaines de manteau exhumé de la dorsale médio-



Plan :



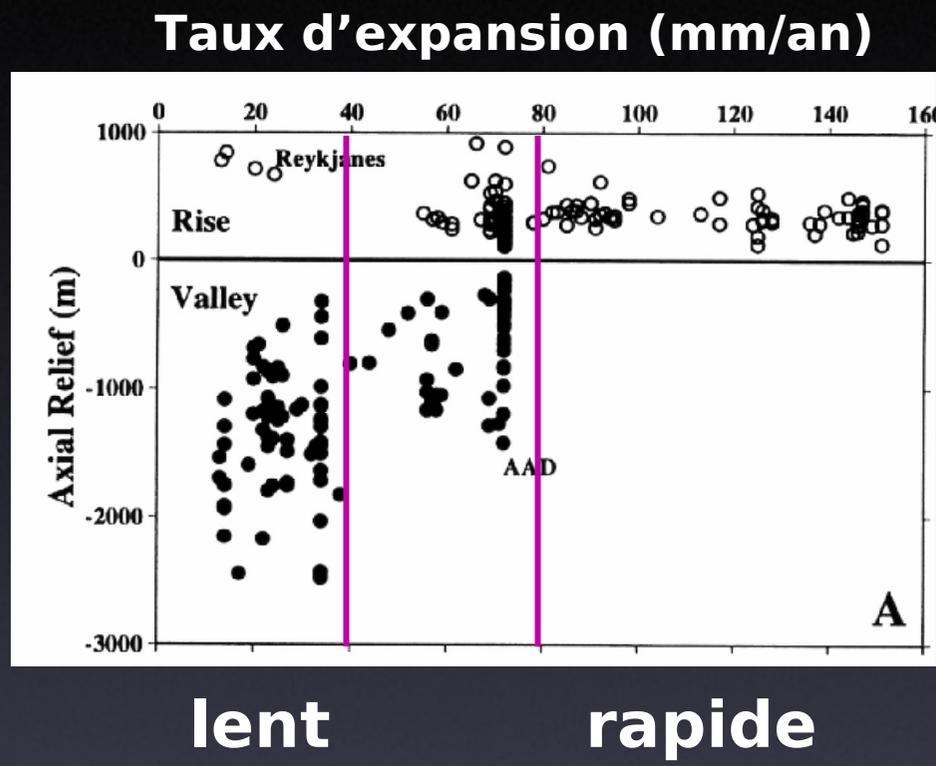
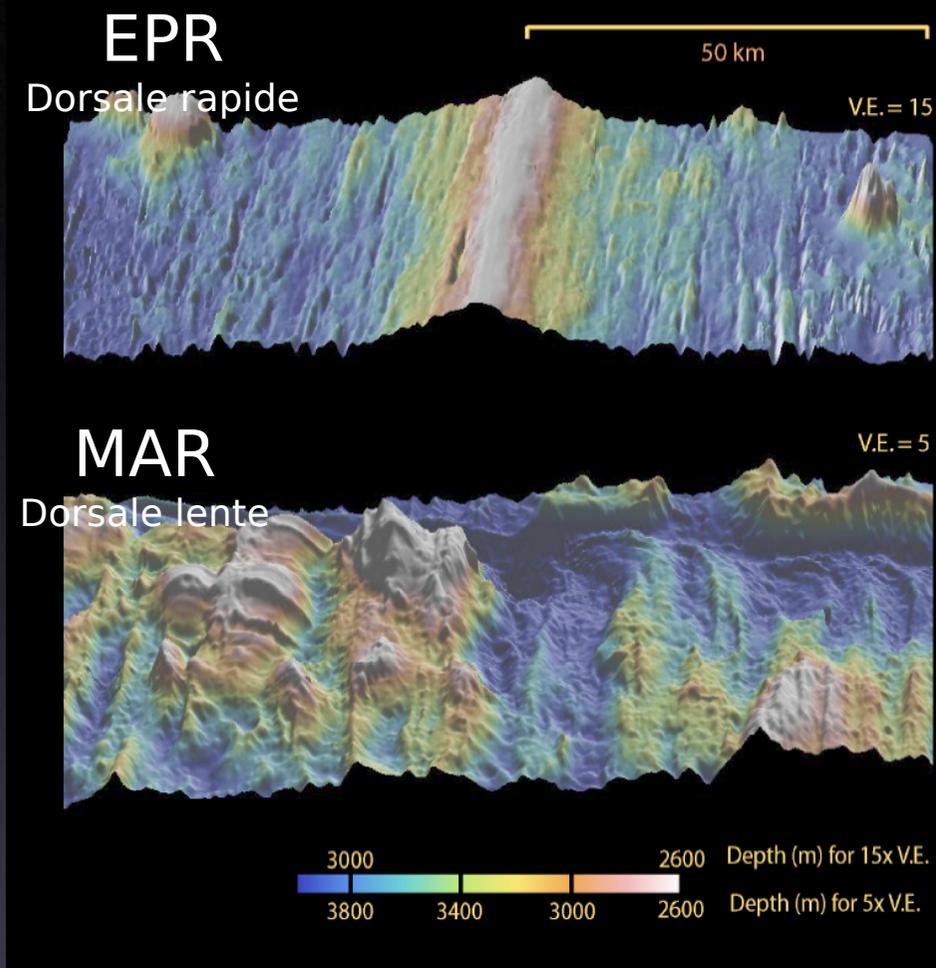
éridotite serpentinisée . Dorsale Médio Atlantique

2. Quantifier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales lentes

4. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales. D'autres contextes géodynamiques sont-ils favorables ?

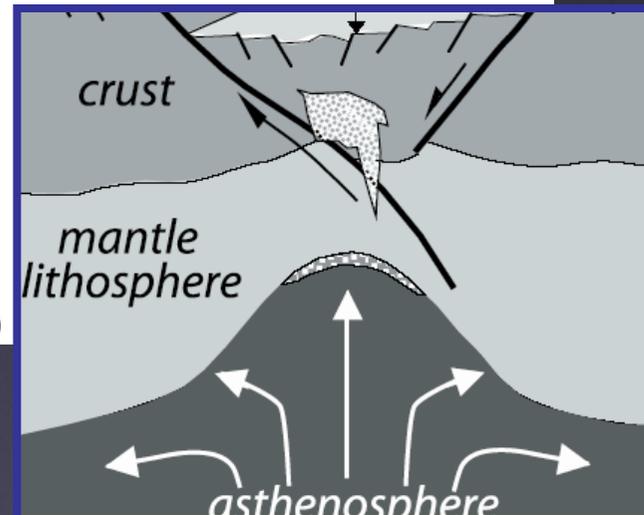
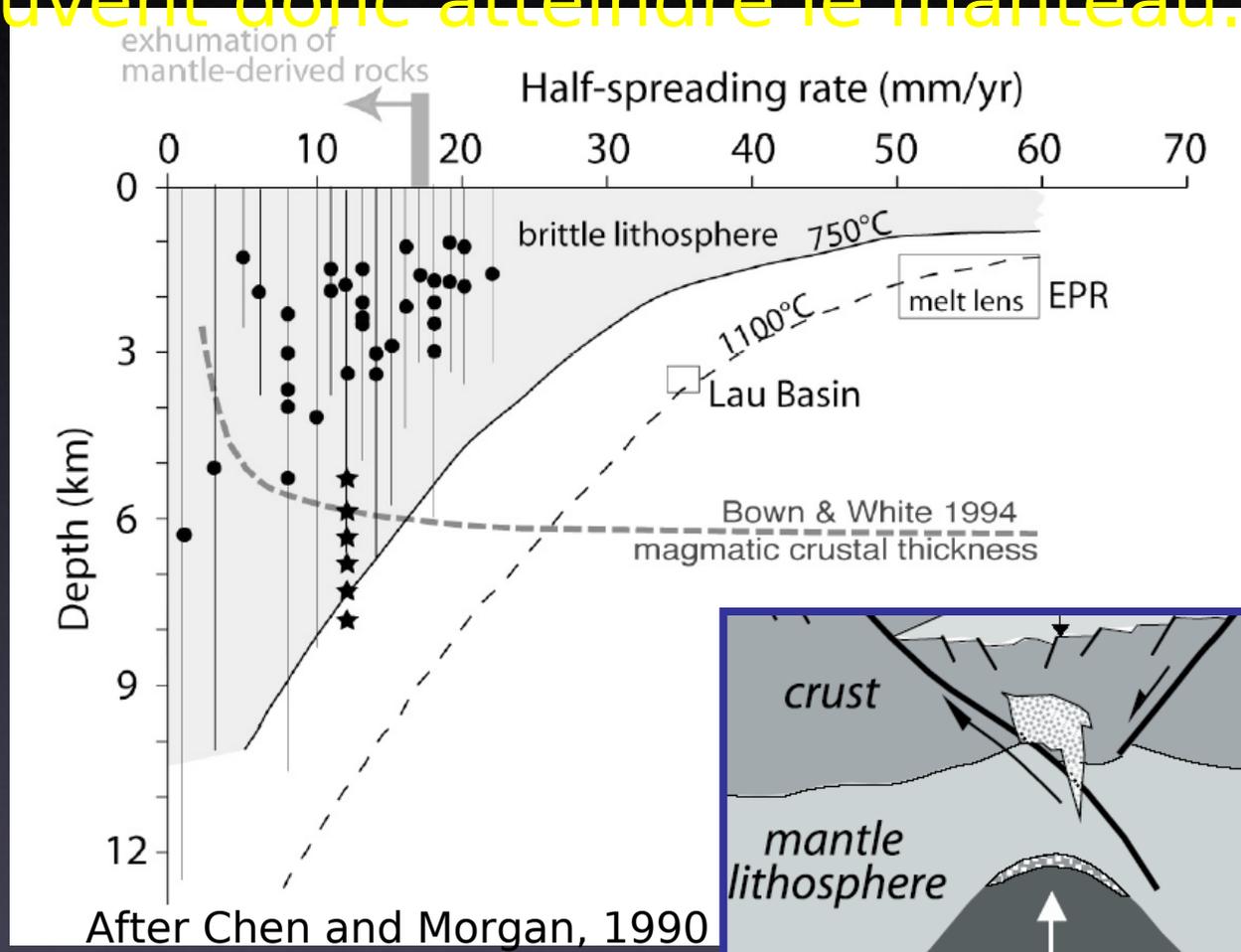
6. Evaluer les flux (péridotite fraîche consommée, magnétite, H₂ et CH₄ produits) associés à la serpentinisation à l'axe des

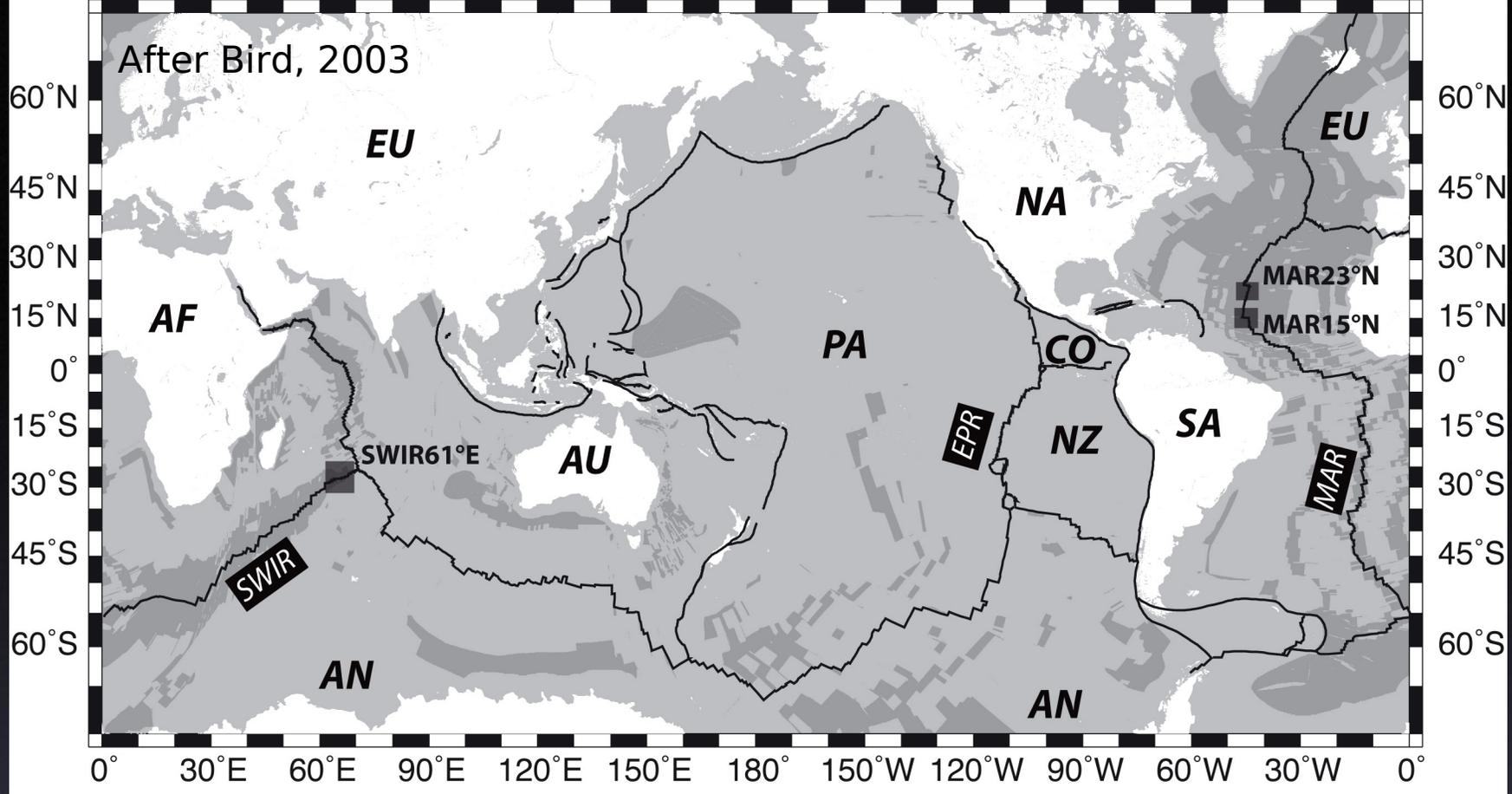
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales



ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales

Sismicité et modélisation thermique 2D :
à l'axe des dorsales lentes, la lithosphère fragile est plus épaisse que la croûte. Les failles peuvent donc atteindre le manteau.

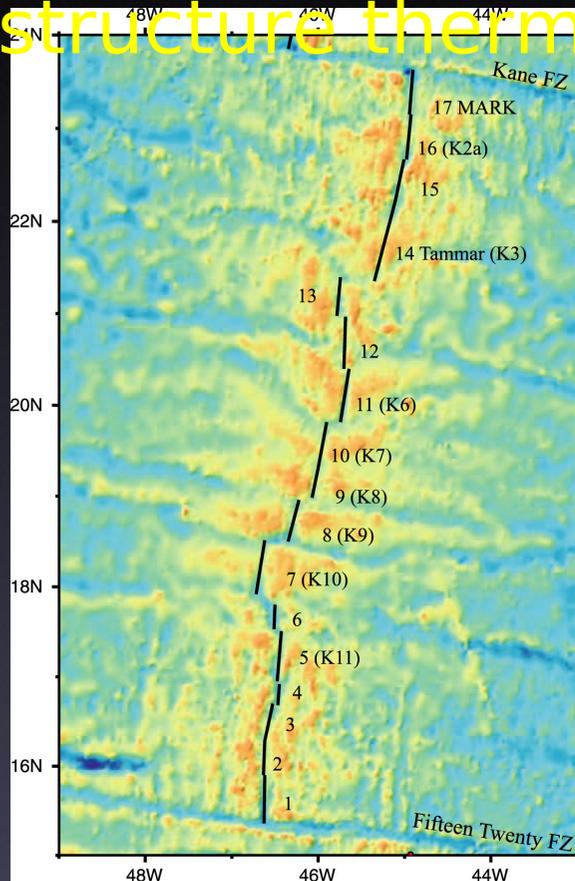




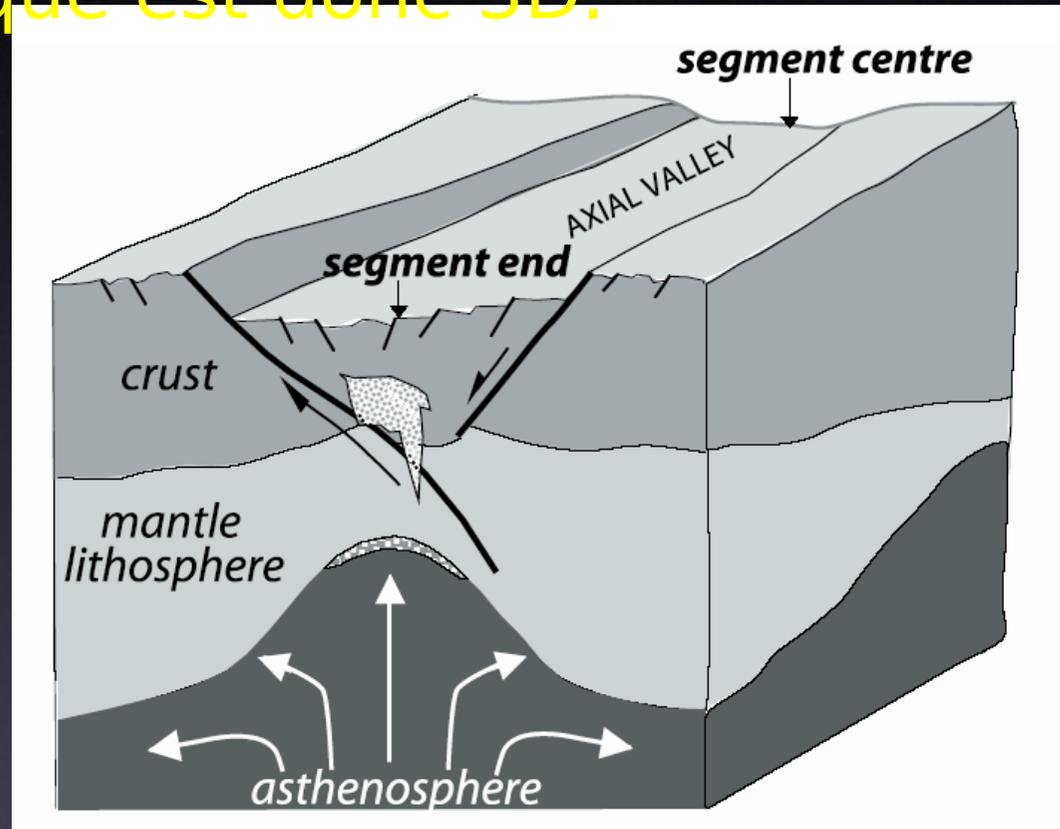
- About 50 % of total ridge length (about 31880 km) spreads at < 40 mm/yr
- The average spreading rate of these slow-spreading ridges is 22.8 mm/yr
- 23% of total present-day oceanic surface formed at spreading rates < 40 mm/yr

ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales

Les dorsales lentes sont segmentées. Les apports de magma (et de chaleur) sont plus importants au centre des segments, la structure thermique est donc 3D.



Dorsale Médio-Atlantique



Cannat et al., 2004

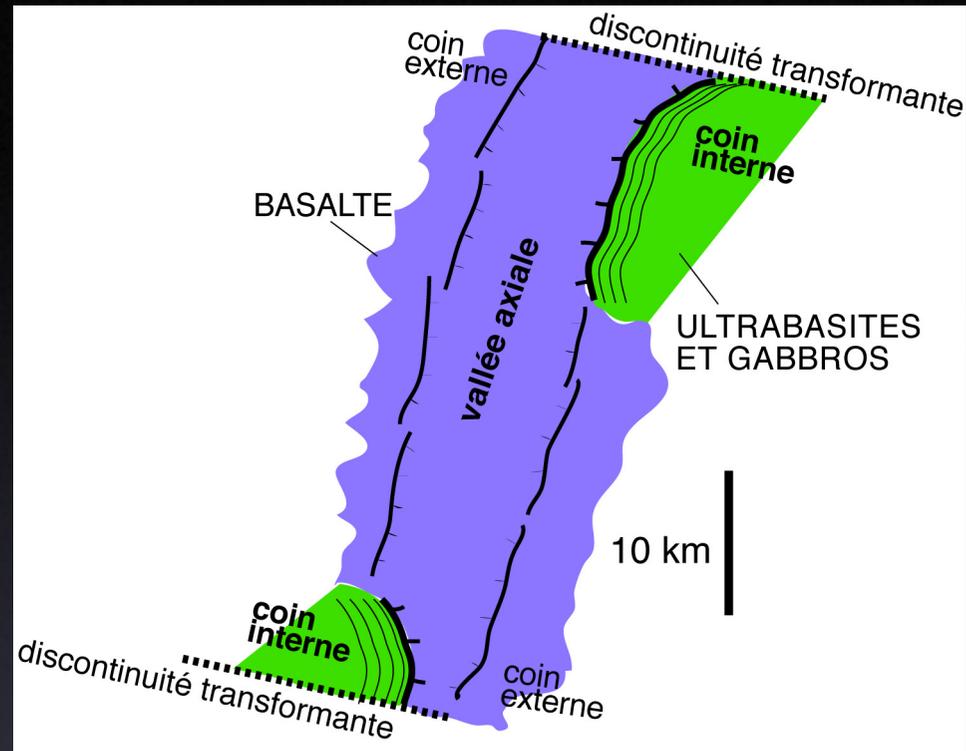
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

Dorsale Atlantique
2 à 3.5 cm/an

longueur typique
d'un segment : 60
km

longueur cumulée
des fins de
segments : 20-40
km soit 30 à 60%
de la longueur du
segment

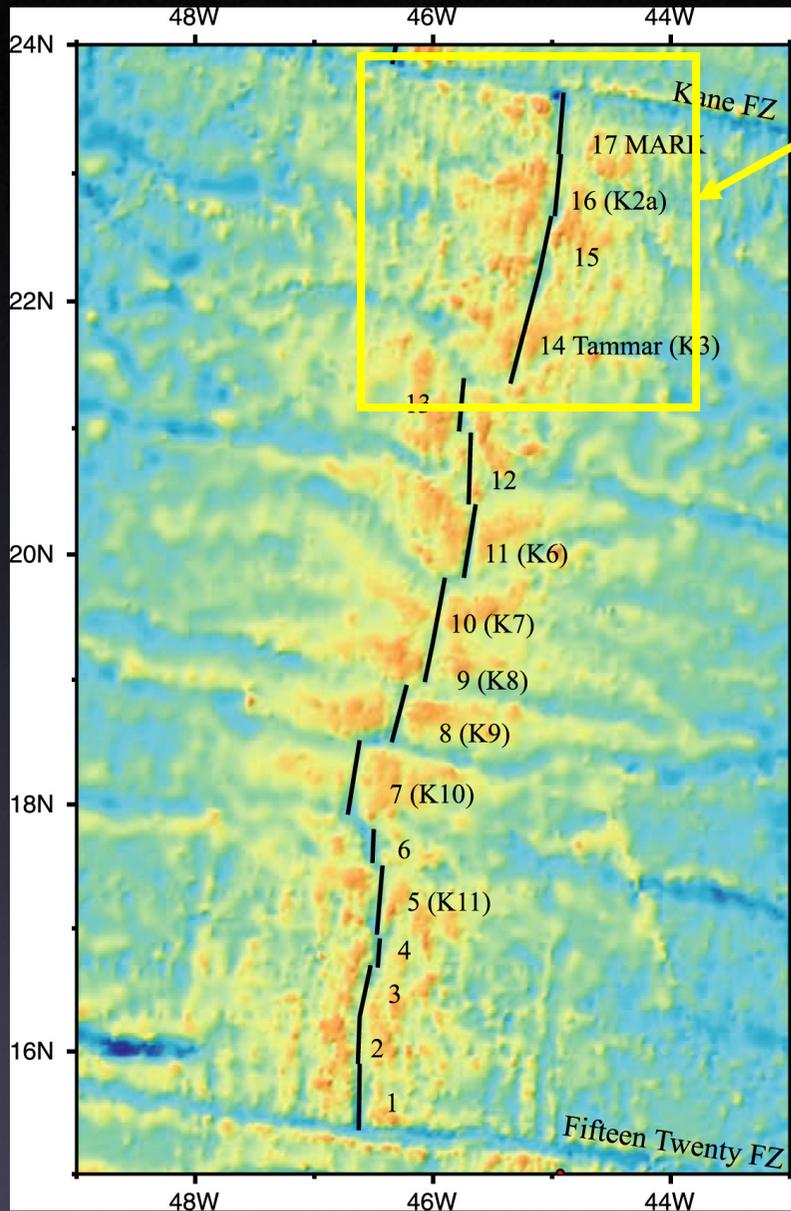
Des péridotites sont typiquement
exhumées sur un flanc de la dorsale en
fin de segments, soit sur **15 à 30%** de
la surface de nouvelle lithosphère



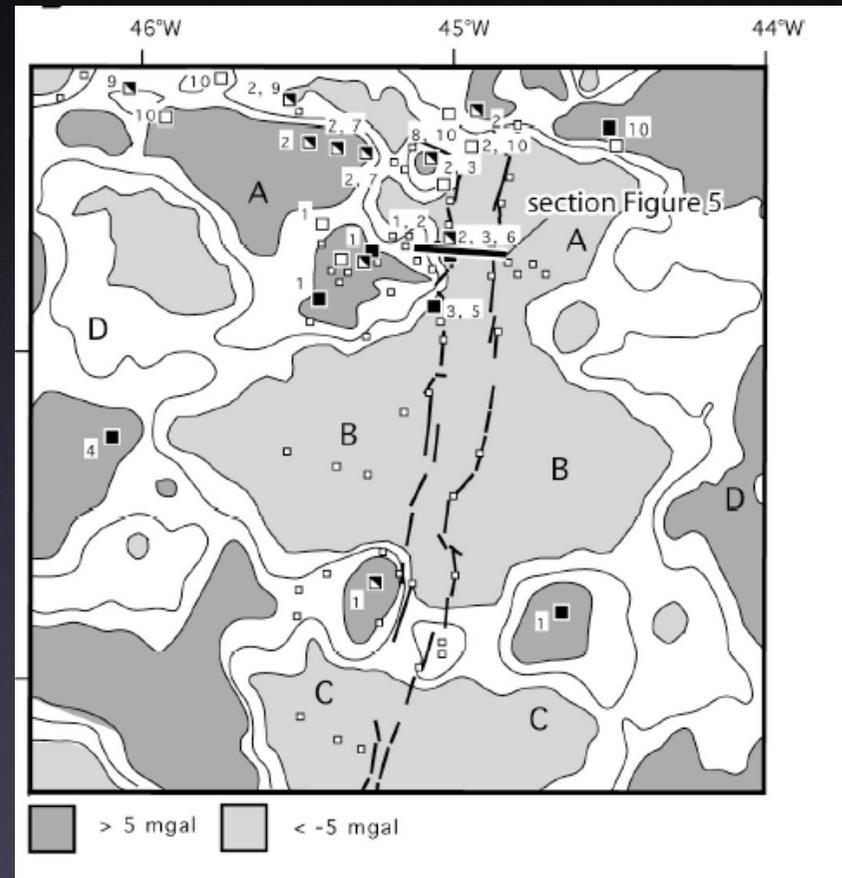
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

L'utilisation d'un proxy géophysique (gravimétrie) suggère que des péridotites sont exhumées sur **23%** de la surface cartographiée ici

Cannat, Mével et al.,



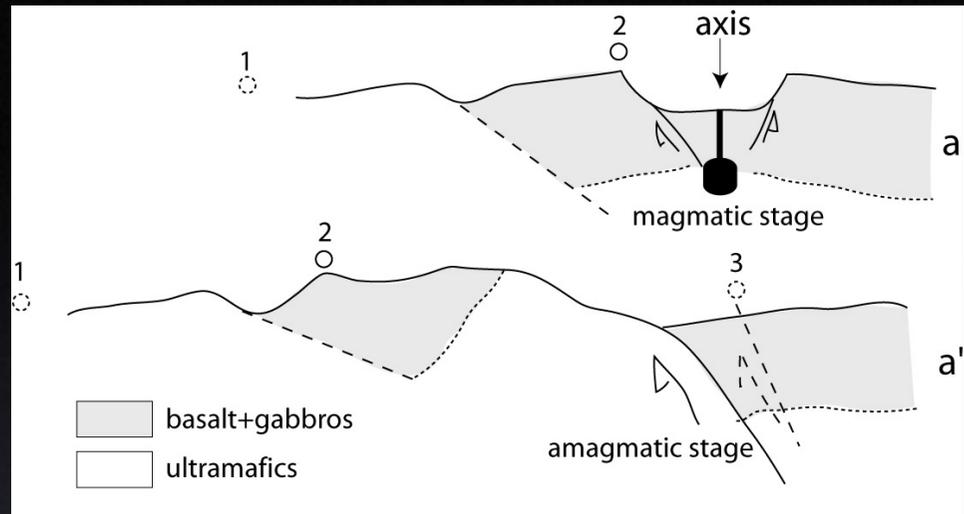
Dorsale Atlantique



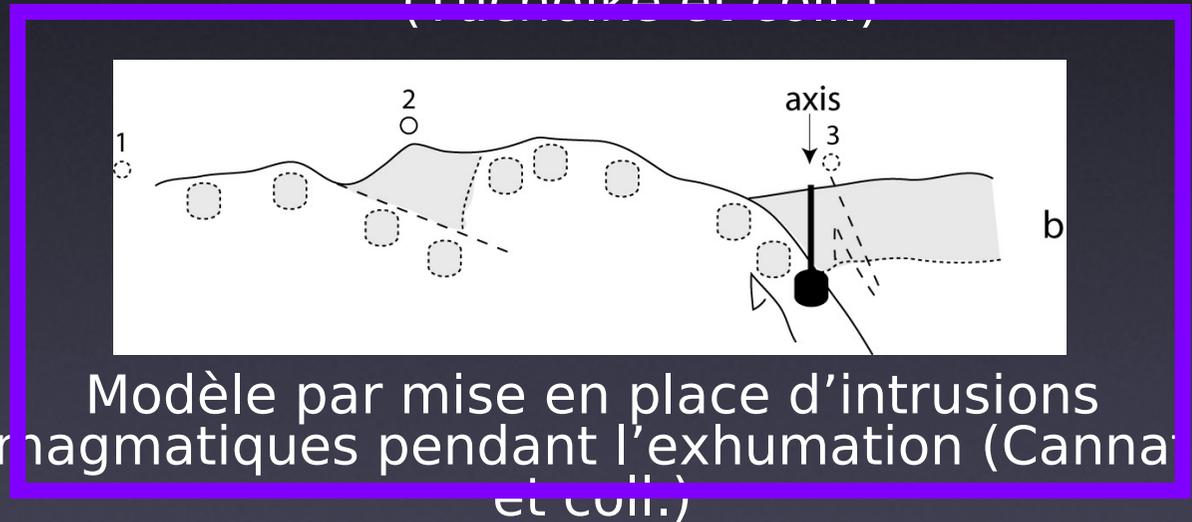
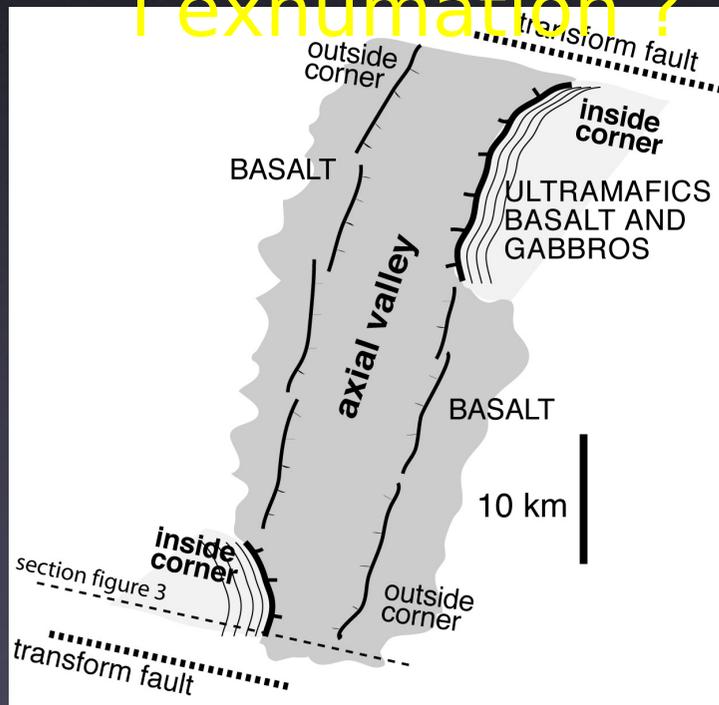
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

Mais quelle est la proportion de roches magmatiques dans les domaines à péridotites exhumées ?

Quel est le contexte magmatique de l'exhumation ?



Modèle par alternance de phases magmatiques et amagmatiques (Tucholke et coll.)

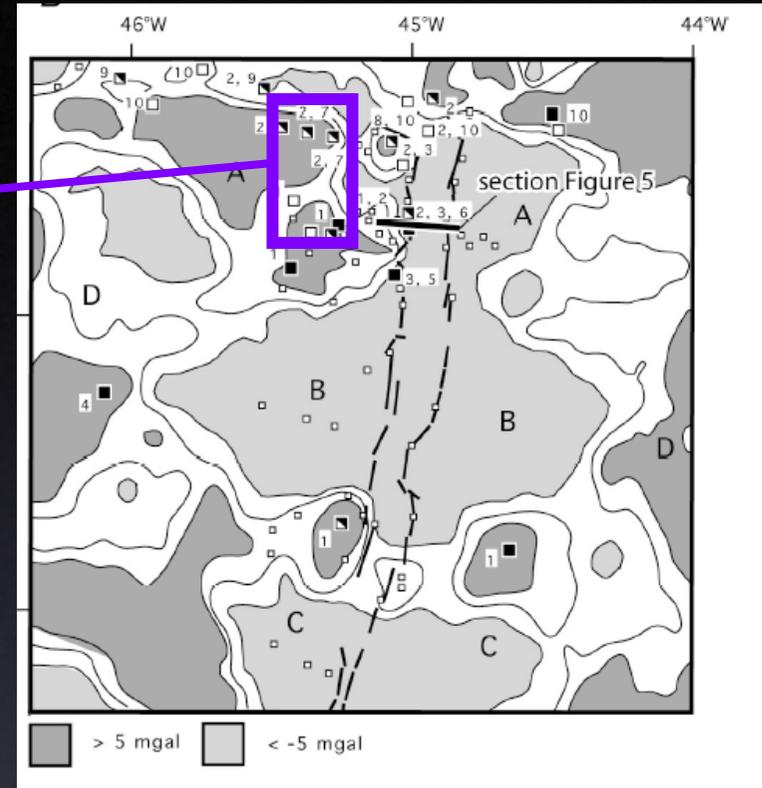
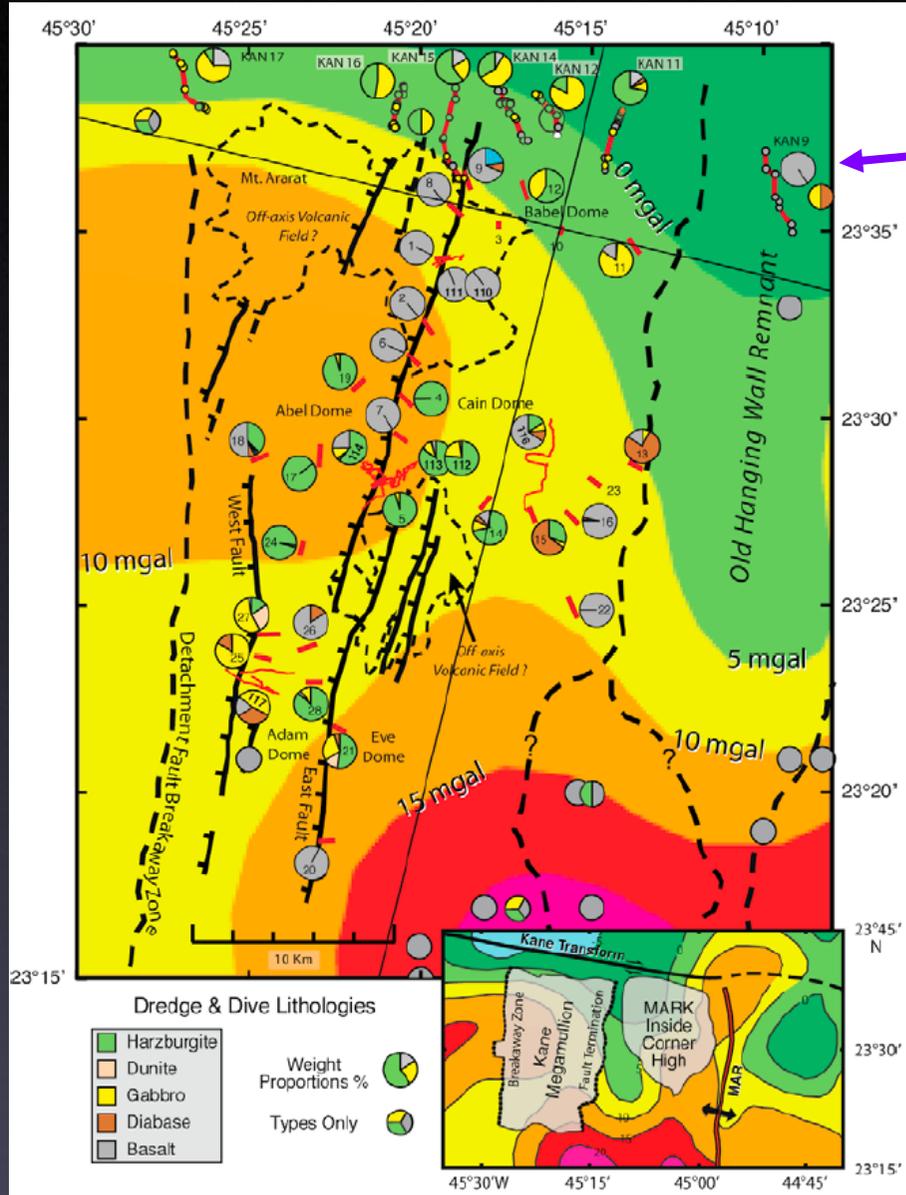


Modèle par mise en place d'intrusions magmatiques pendant l'exhumation (Canna et coll.)

ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

Cannat, Mével et al.,

Dick et al Gcubed 2008

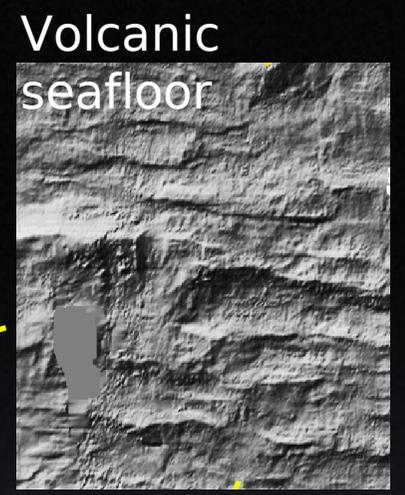
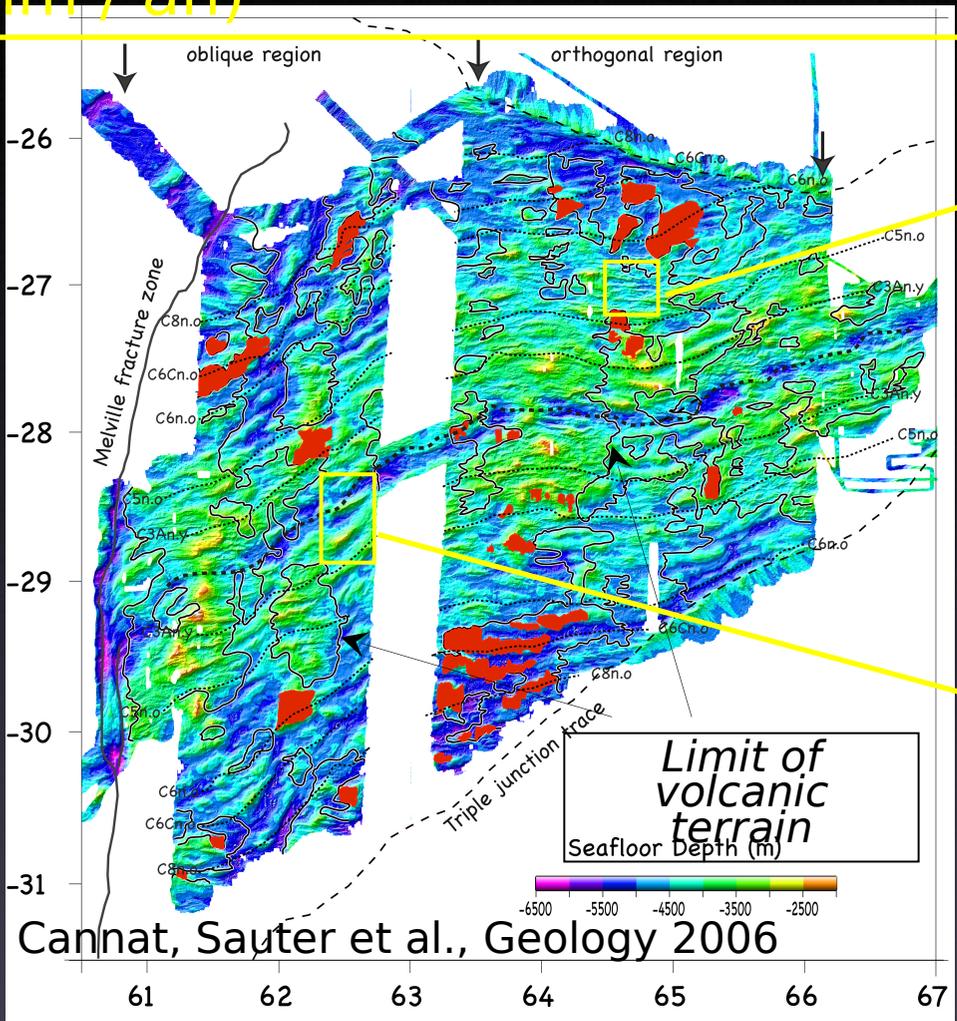
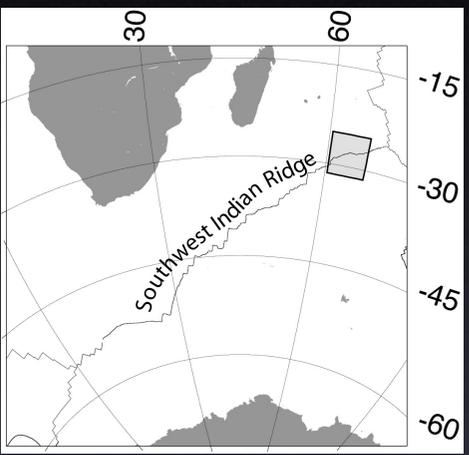


Les domaines à péridotites exhumées contiennent aussi de **30 à 50 %** de gabbros & basaltes

Dorsale Atlantique

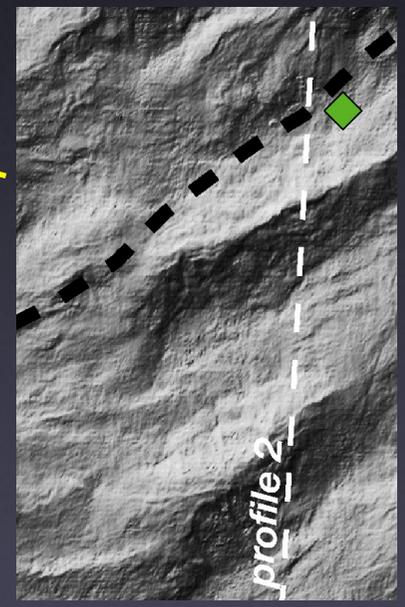
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales

Le cas particulier des dorsales ultralentes et peu magmatiques : dorsale Sud Ouest Indienne (14 mm / an)



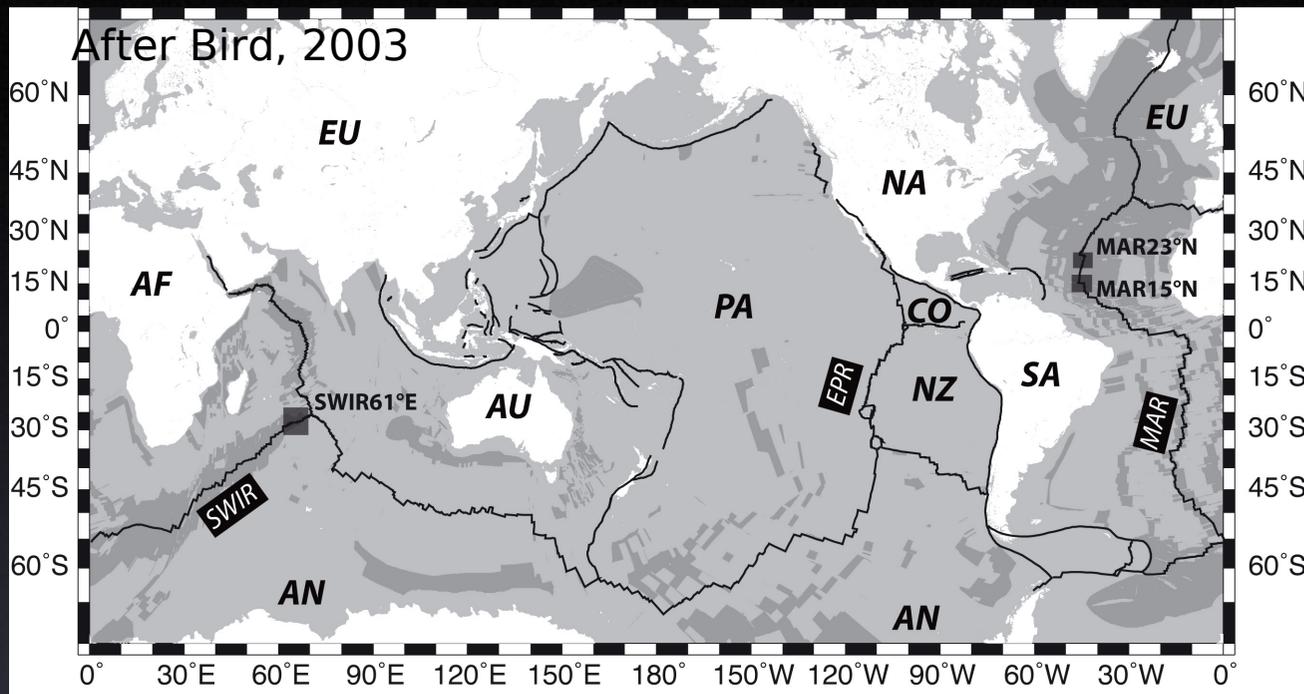
10 km

Smooth a-volcanic seafloor



Les domaines à péridotites exhumées représentent 40 % de la surface cartographiée et contiennent seulement ~10% de gabbros & basaltes.

ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale



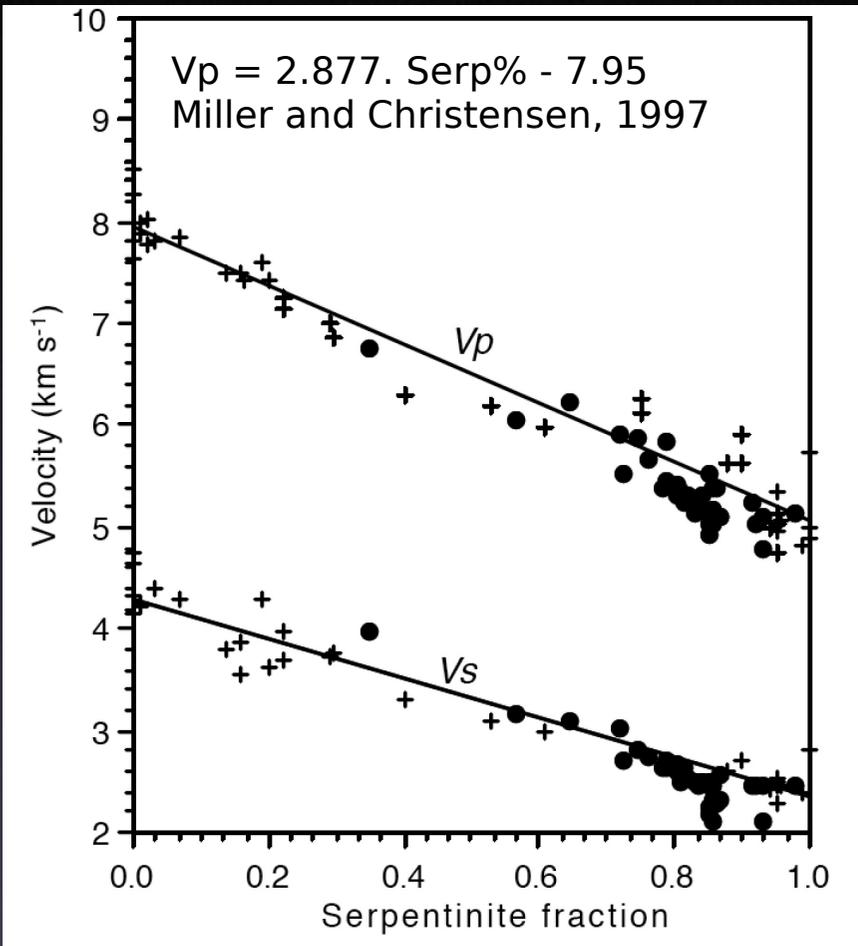
Ultralow (<15 mm/yr) lithosphere accreted each year has a minor effect on the global ultramafic crustal component : it represents less than 15% of the surface of new slow-spread (< 40 mm/yr) lithosphere AND a-volcanic seafloor only develops in melt-starved regions of ultraslow ridges.

Estimation à partir du cas « Atlantique »
considéré comme représentatif :

les domaines de péridotites et de gabbros
(30-50%) exhumés représentent 23% de la
surface totale de lithosphère accrétée sur
31880 km de dorsales lentes au taux moyen de
22.8 mm/an.

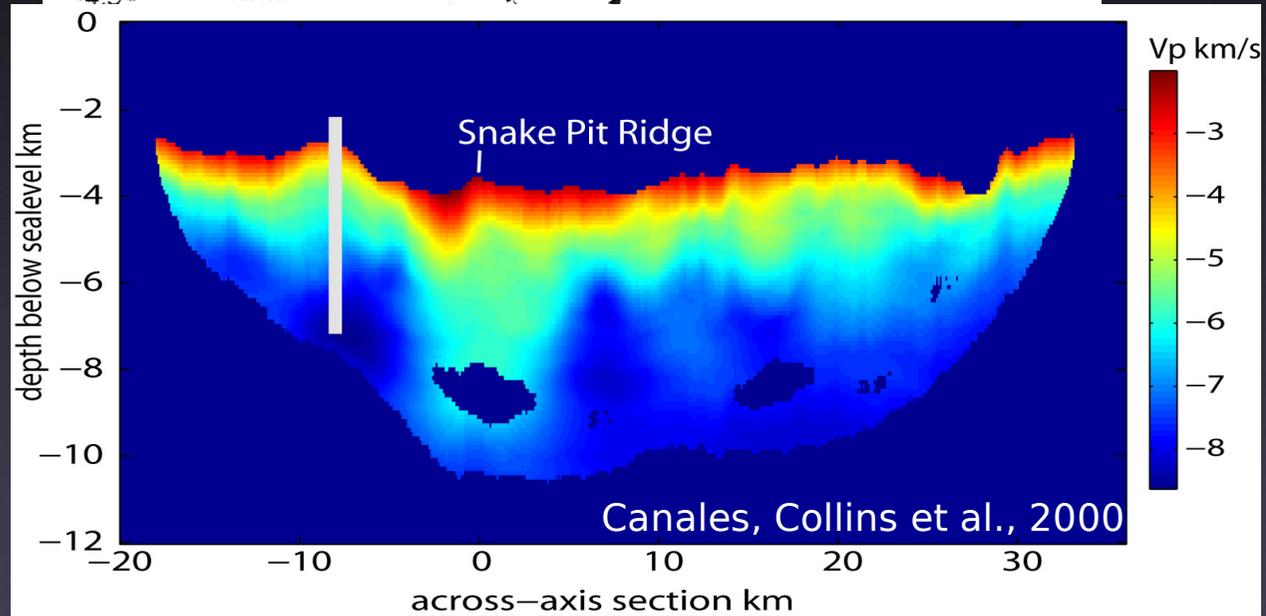
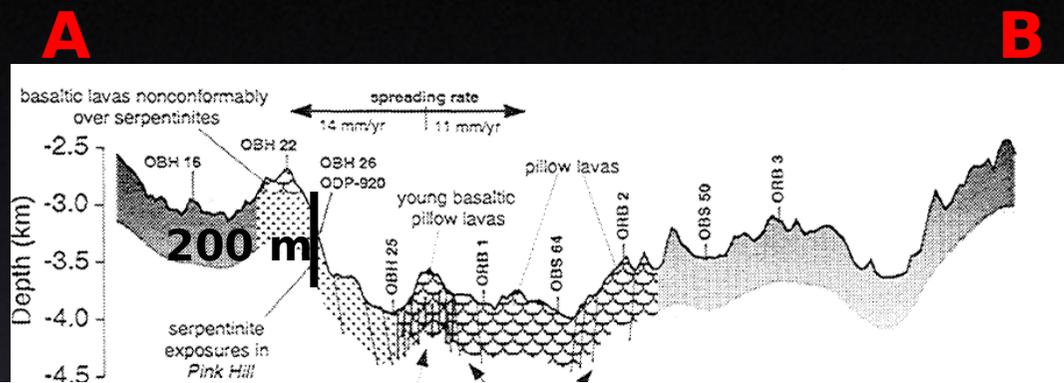
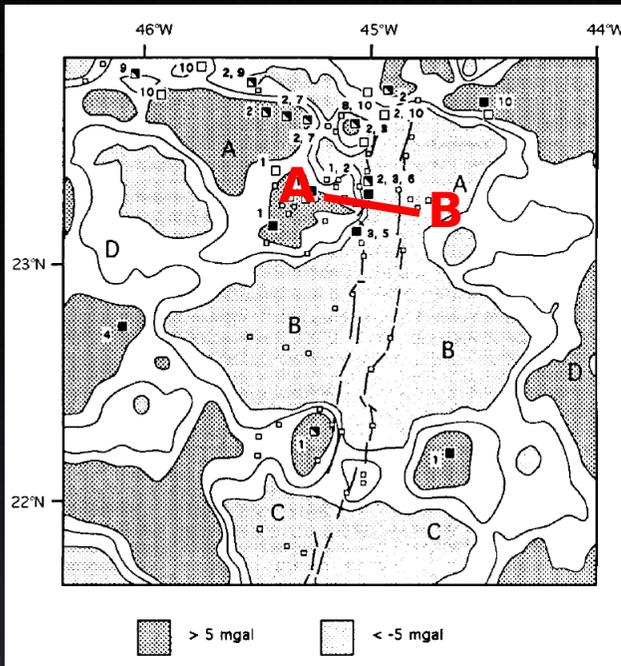
Pour une épaisseur de croûte de 6 km ceci
représente un flux de péridotite partiellement
serpentinisée d'environ 0.39 km³/yr (à
comparer aux 16 km³/yr estimés pour la
production annuelle de croûte océanique).

ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

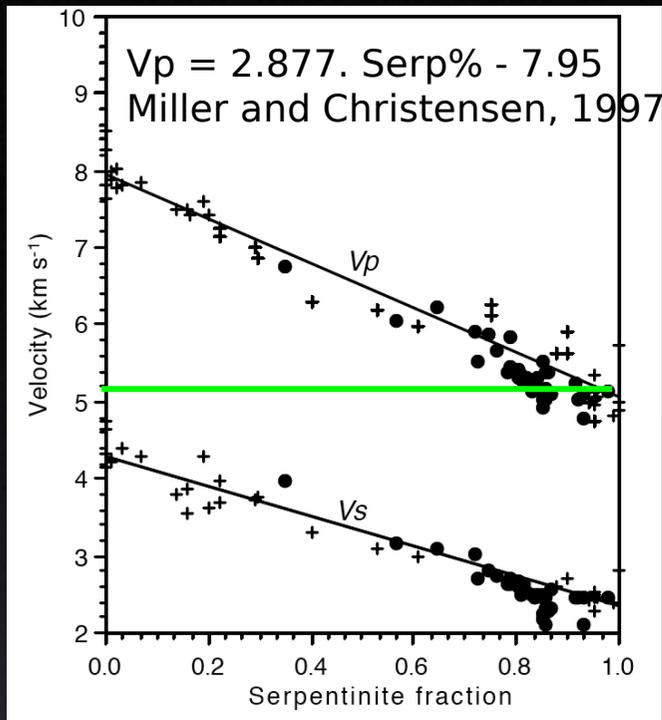


La structure de vitesse
sismique des domaines
à substratum
ultrabasique peut être
interprétée en termes
de % de
serpentinisation

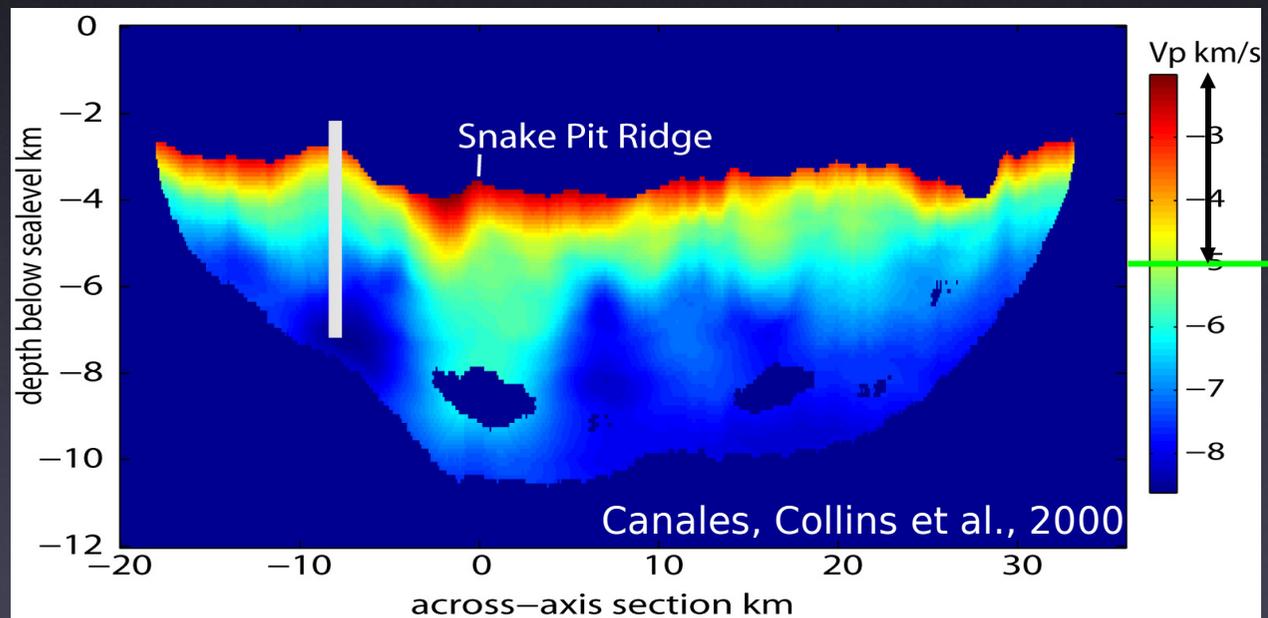
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale



ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales



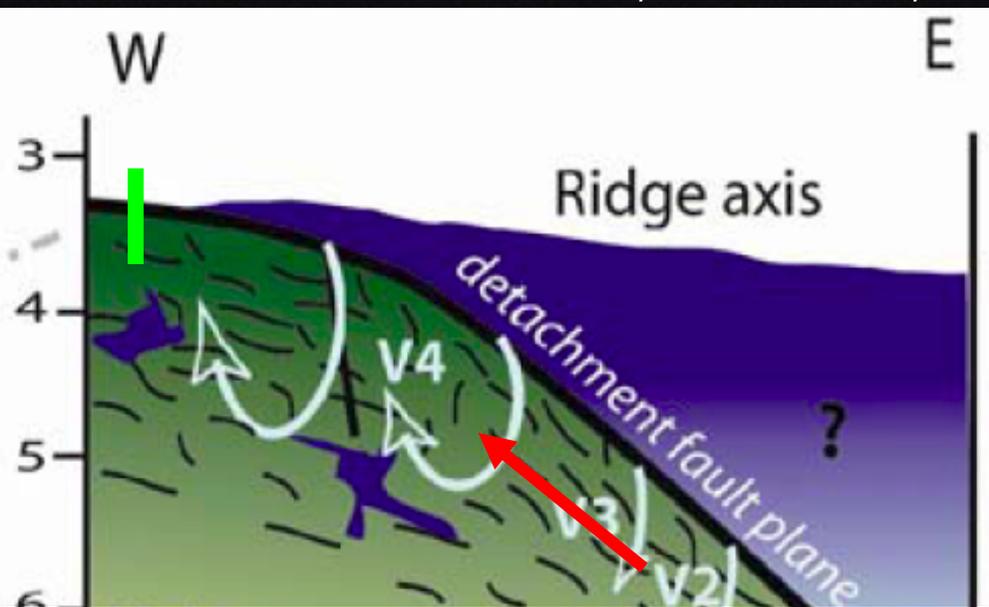
Le taux de serpentinisation ne peut être contraint par la sismique dans le 1er kilomètre



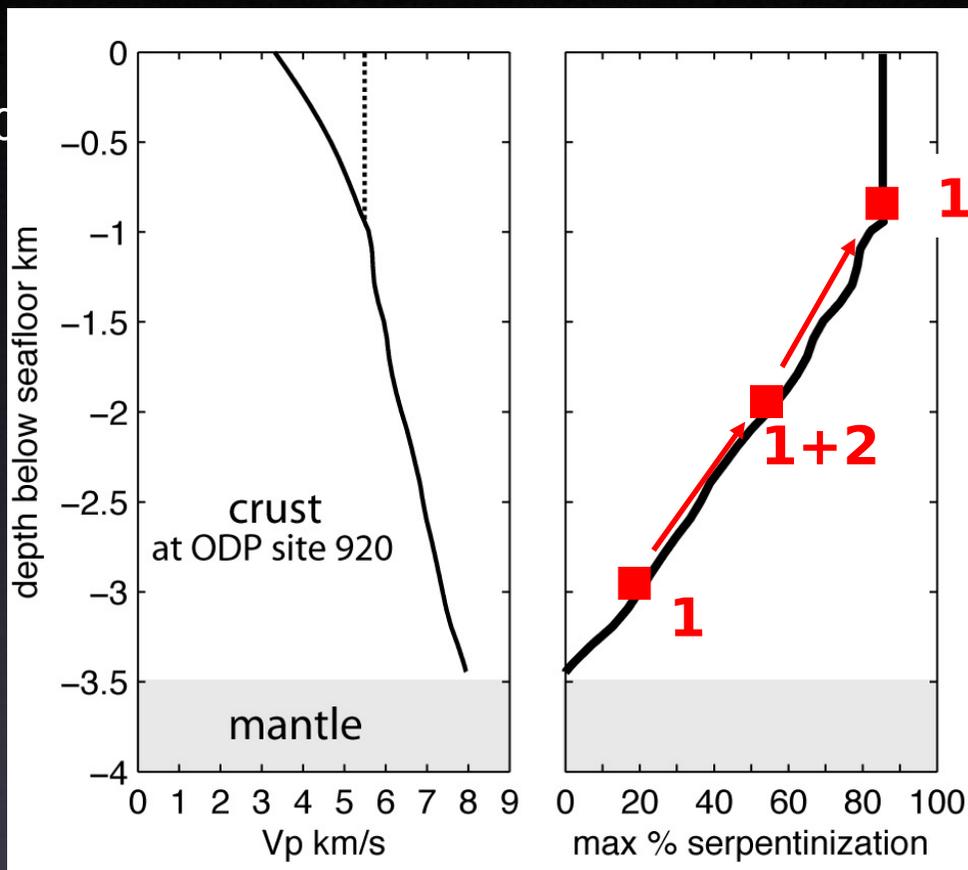
ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales

Comment évaluer le taux de serpentinitisation dans le 1er kilomètre ?

Andreani, Mével et al., 2000

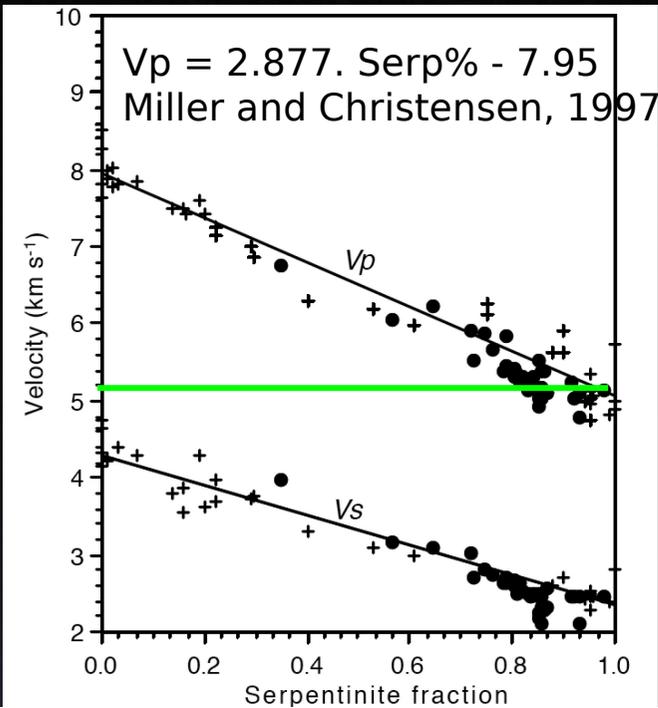


EXHUMATION TECTONIQUE

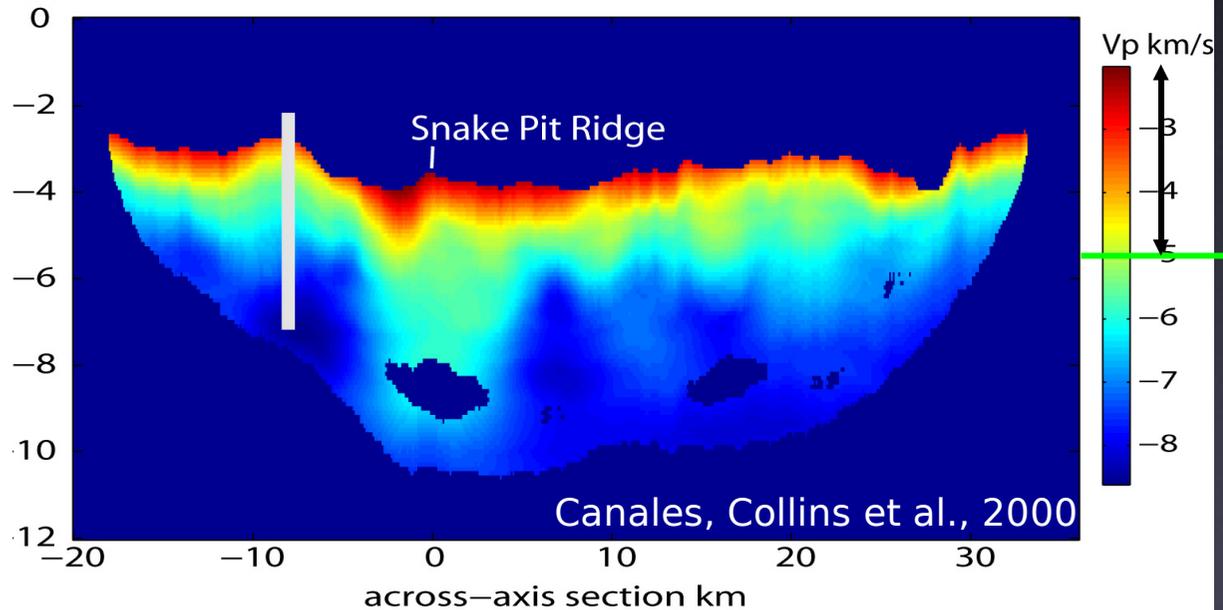
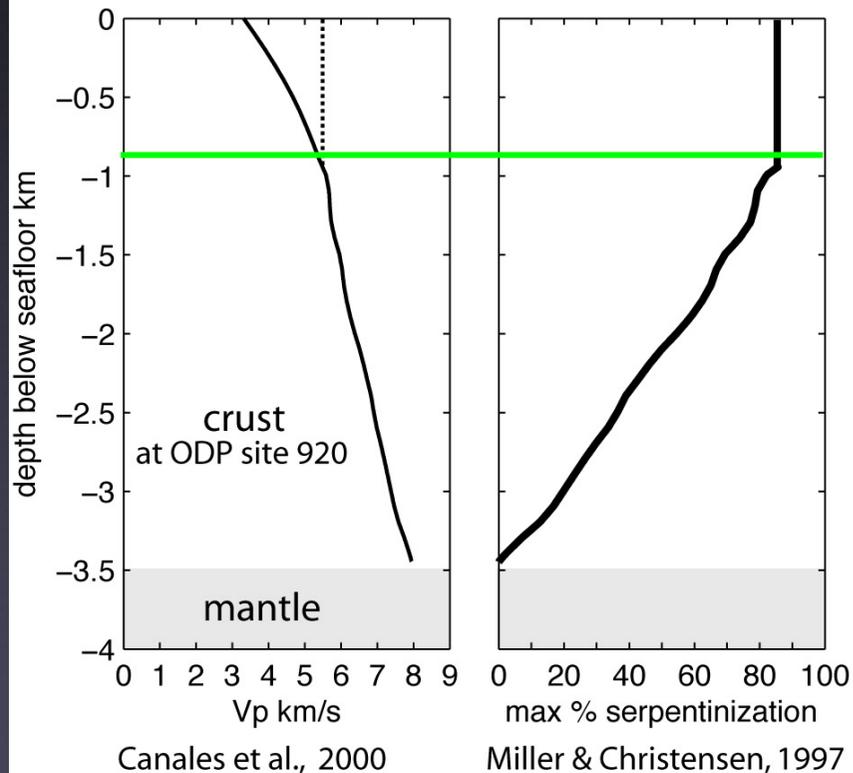


.... il ne s'agit pas de la progression vers le bas d'un front de serpentinitisation, mais d'un processus polyphasé au cours de l'exhumation des péridotites... on peut donc supposer que les taux de serpentinitisation croissent vers le haut (mais attention à la variabilité temporelle possible....)

ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsales

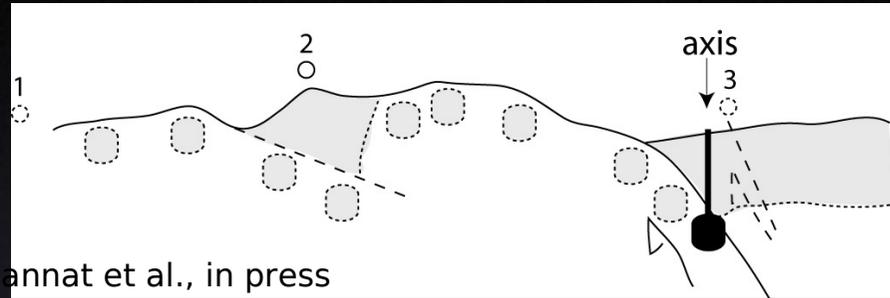
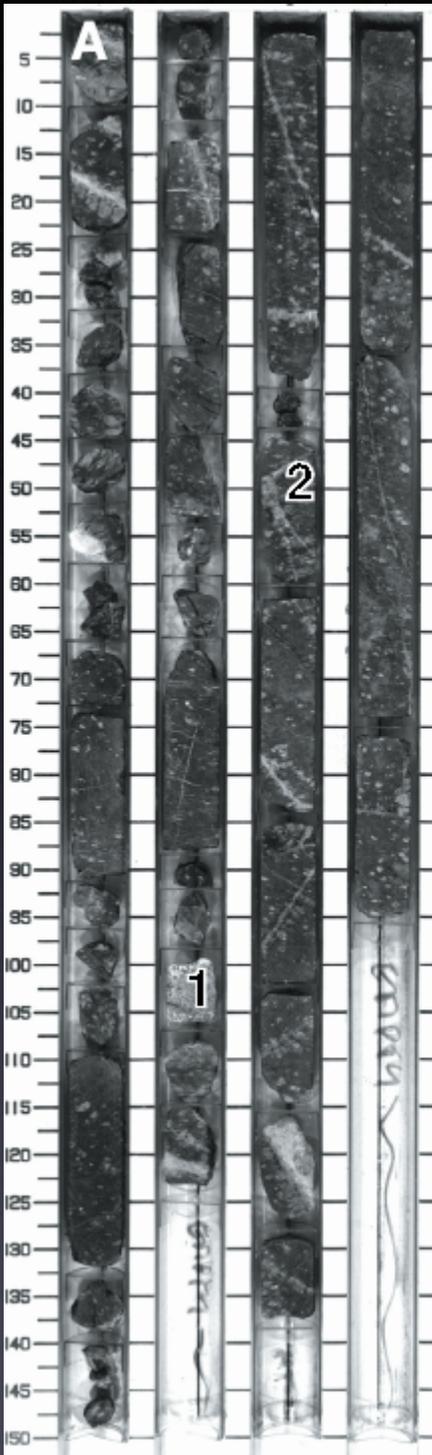


Les péridotites à l'affleurement sont serpentinisées à 60-100%...

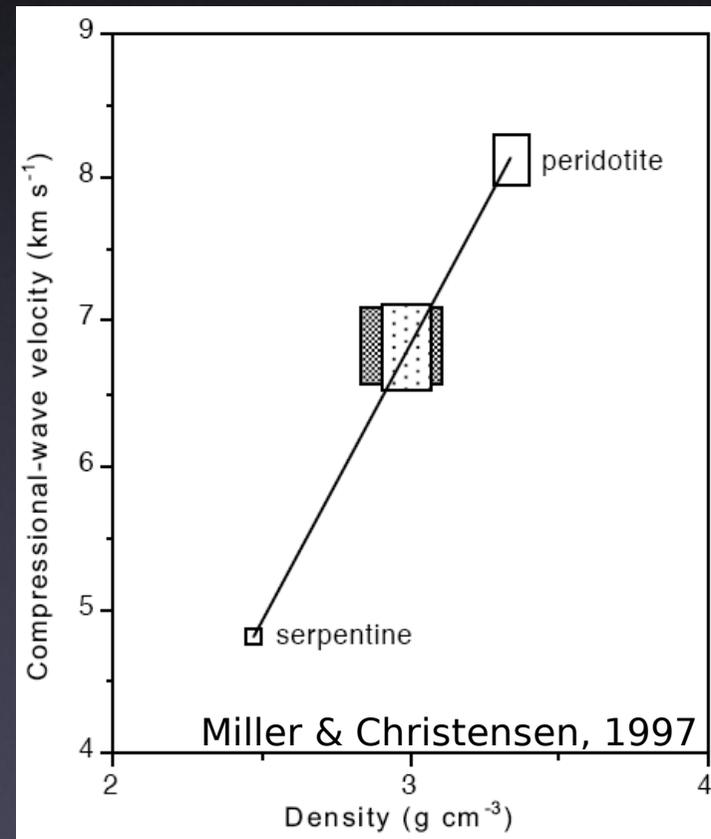


ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale

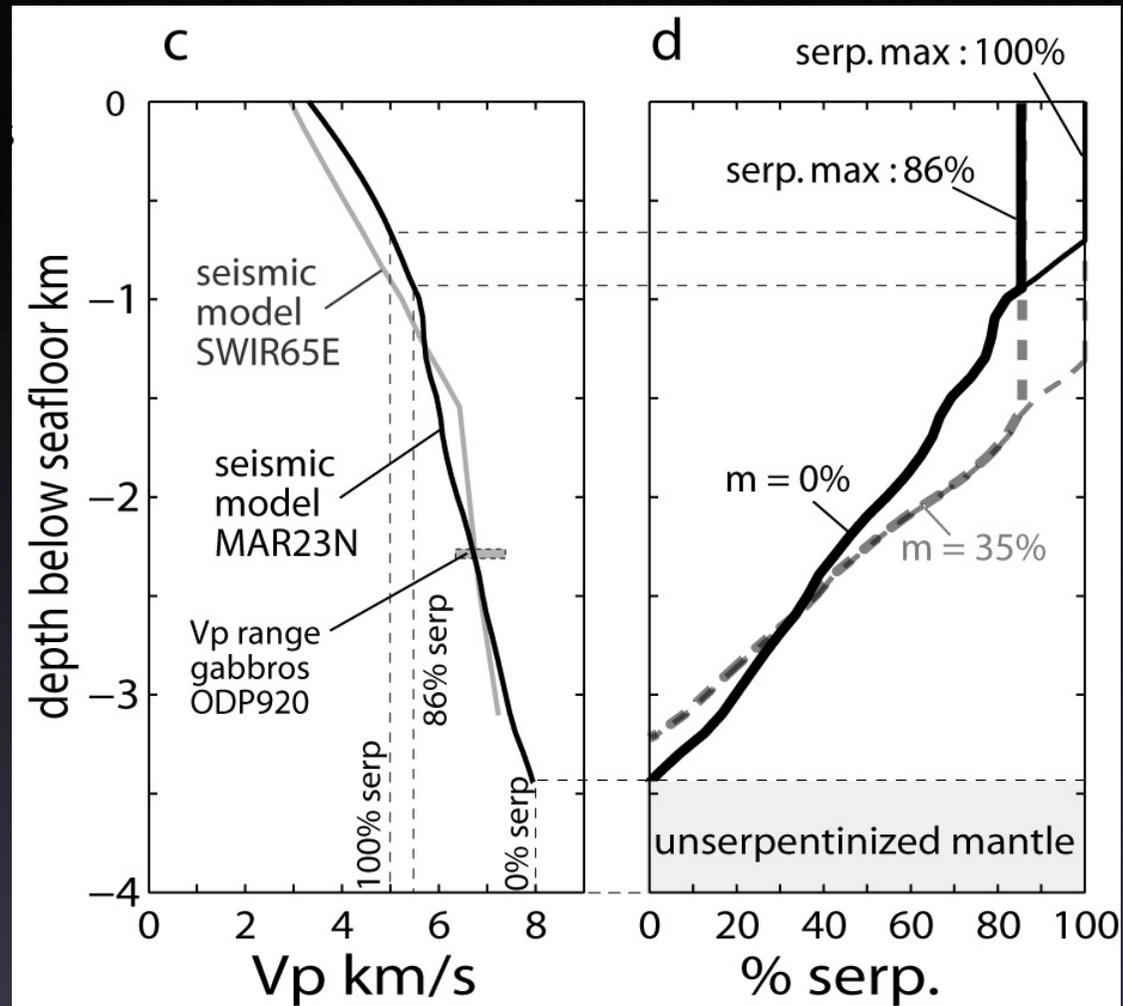
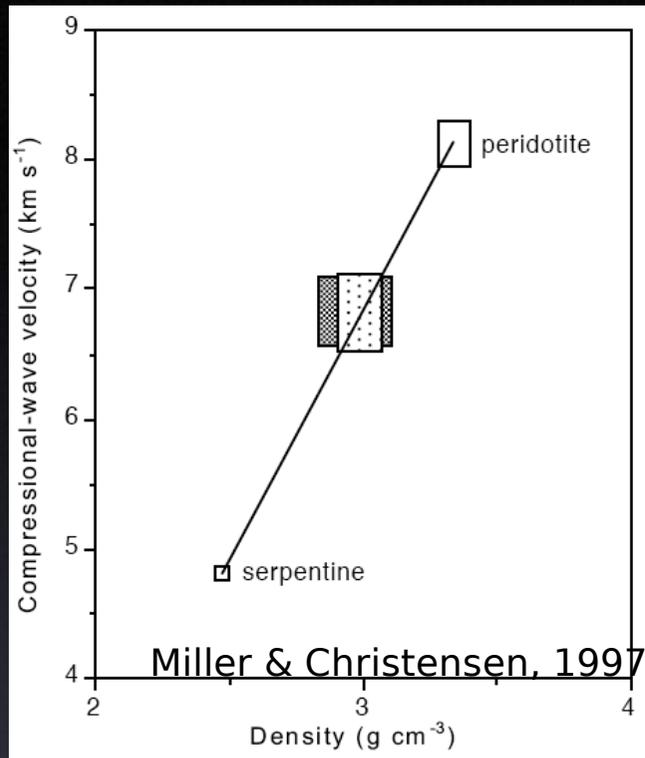
Comment prendre en compte la présence d'une proportion de gabbros dans le manteau exhumé?



Cannat et al., in press



ier la composante ultrabasique serpentinisée de la croûte océanique formée aux dorsale



Cannat et al., in press

4 distributions type proposées à l'échelle du « pixel » sismique :

- avec ou sans 35 % de gabbro
- serpentinitisation max 86% ou 100%

Estimation à partir du cas « Atlantique »
considéré comme représentatif :

Taux de serpentinitisation maximum : 86%
(valeur moyenne sur les échantillons du forage
ODP 920)

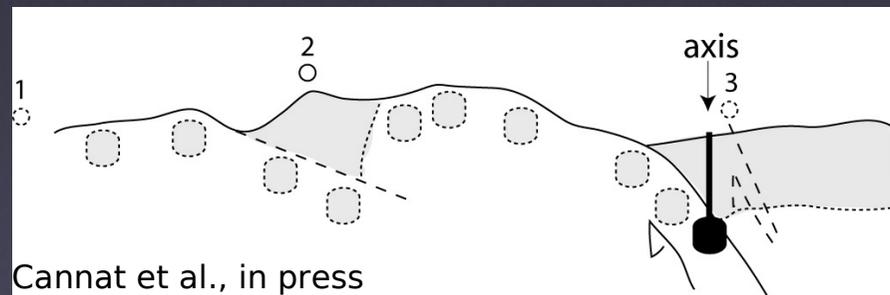
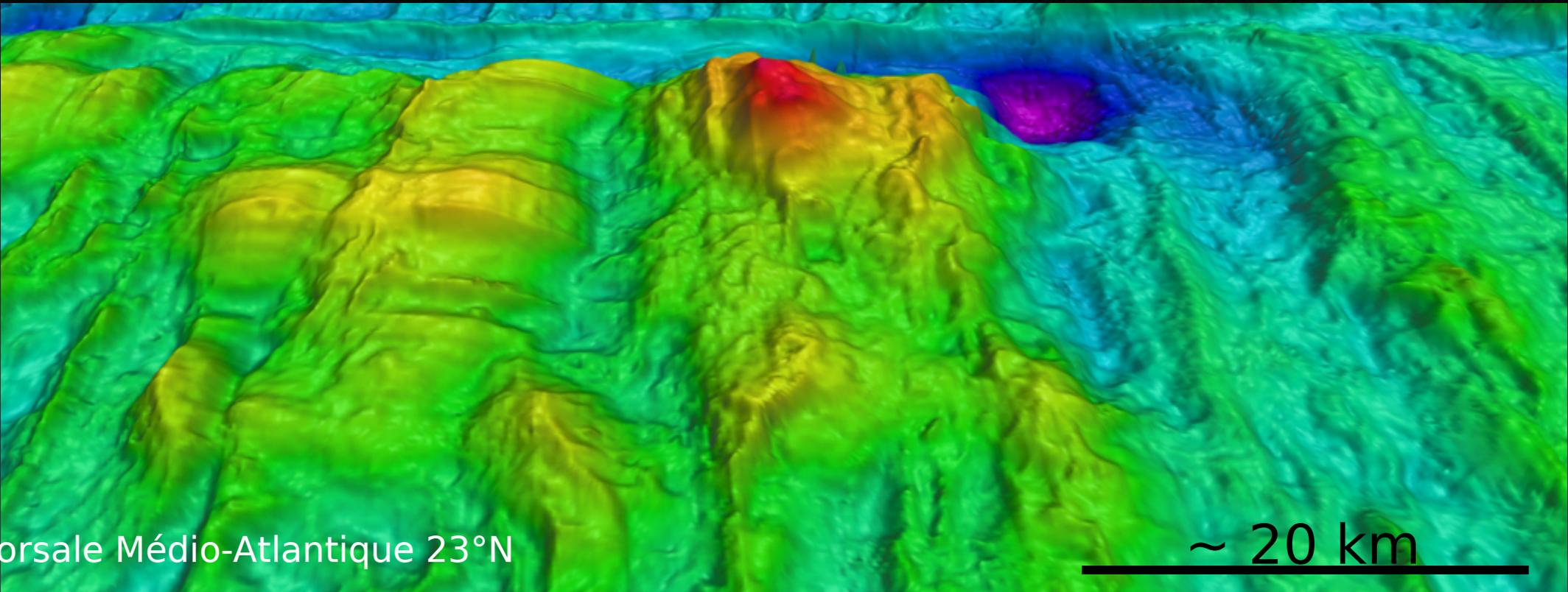
% de gabbros : 35% (proportion dans
l'échantillonnage de la zone « MARK » à 23°N)

Résultat :

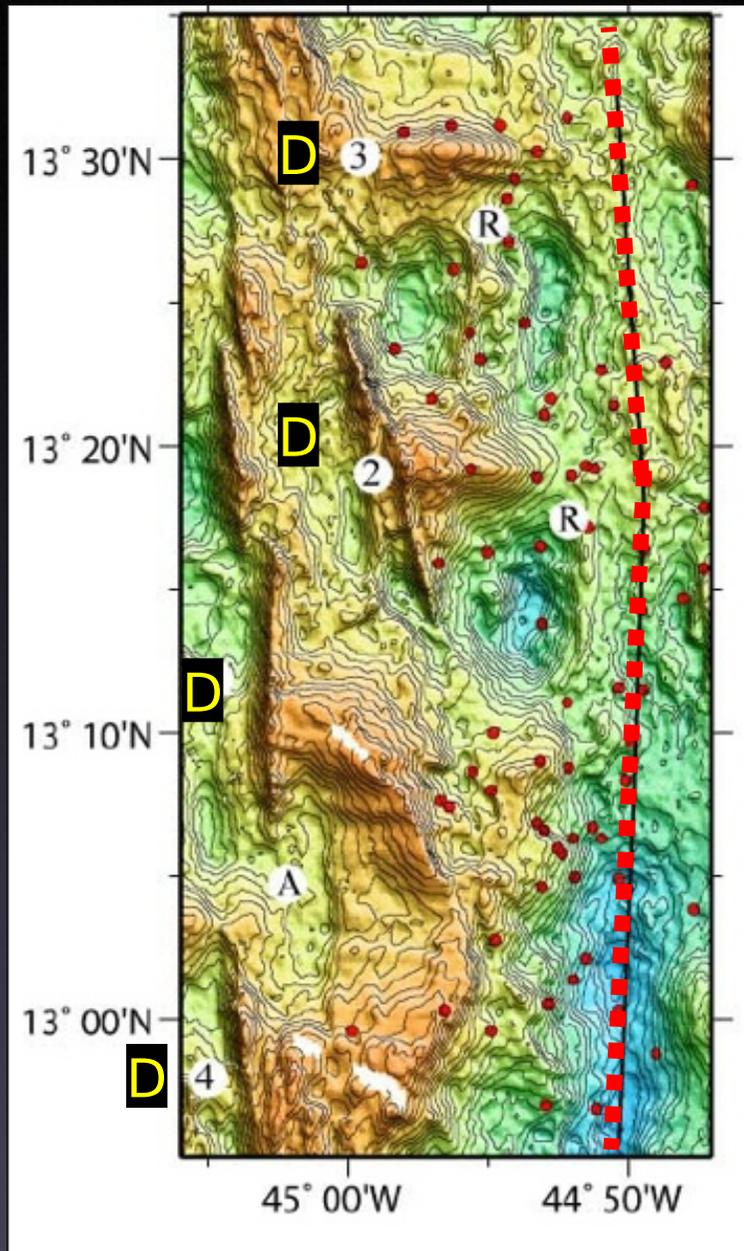
Volume annuel de péridotite fraîche
consommée par la serpentinitisation : 0.18
km³/yr

Volume annuel de serpentine produite : 0.23
km³/yr (AVL = 20%)

2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.



2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.



Active detachments
emerge at the ridge and
are associated with
seismicity

Smith et al., 2006

2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

N



15°45'N detachment,

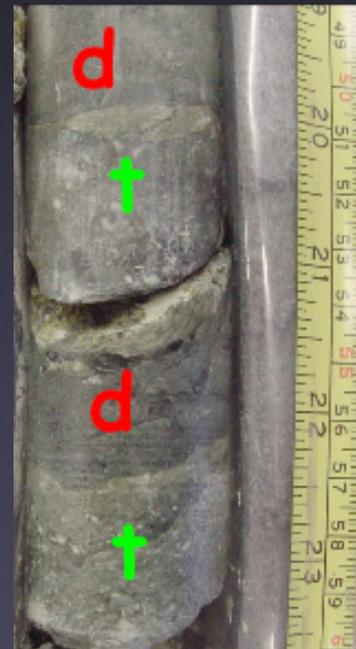
MAR

~2 m

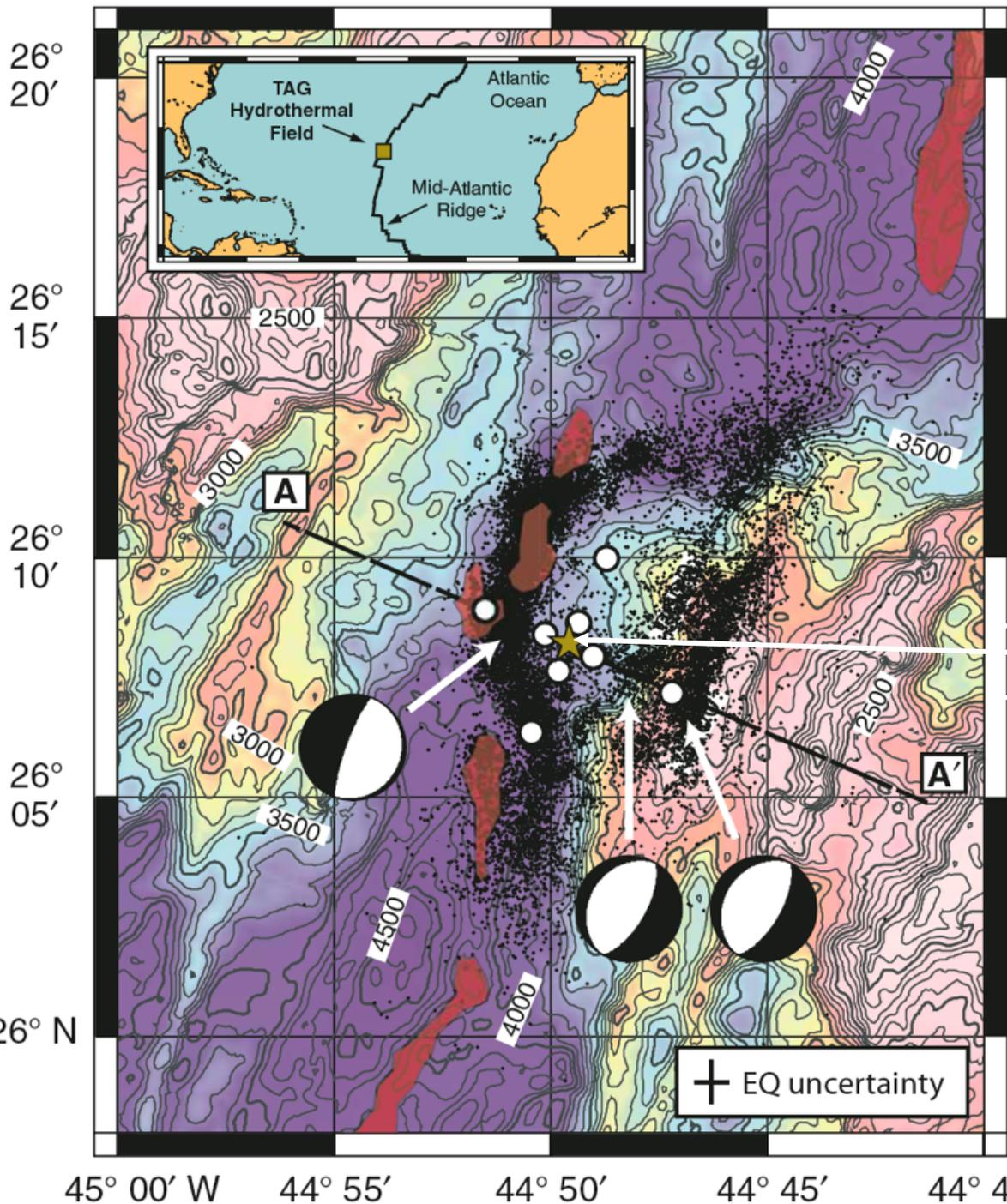
Escartin et al. [2003], MacLeod et al. [2002]

Diabase

Talc schist



2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.



TAG area - MAR 26°N

Seismicity reveals
the curved
geometry of the
fault at depth

TAG hydrothermal field

de Martin et al., *Geology*, 2007
Canales et al., *G3*, 2007

2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

TAG detachment & hydrothermal field

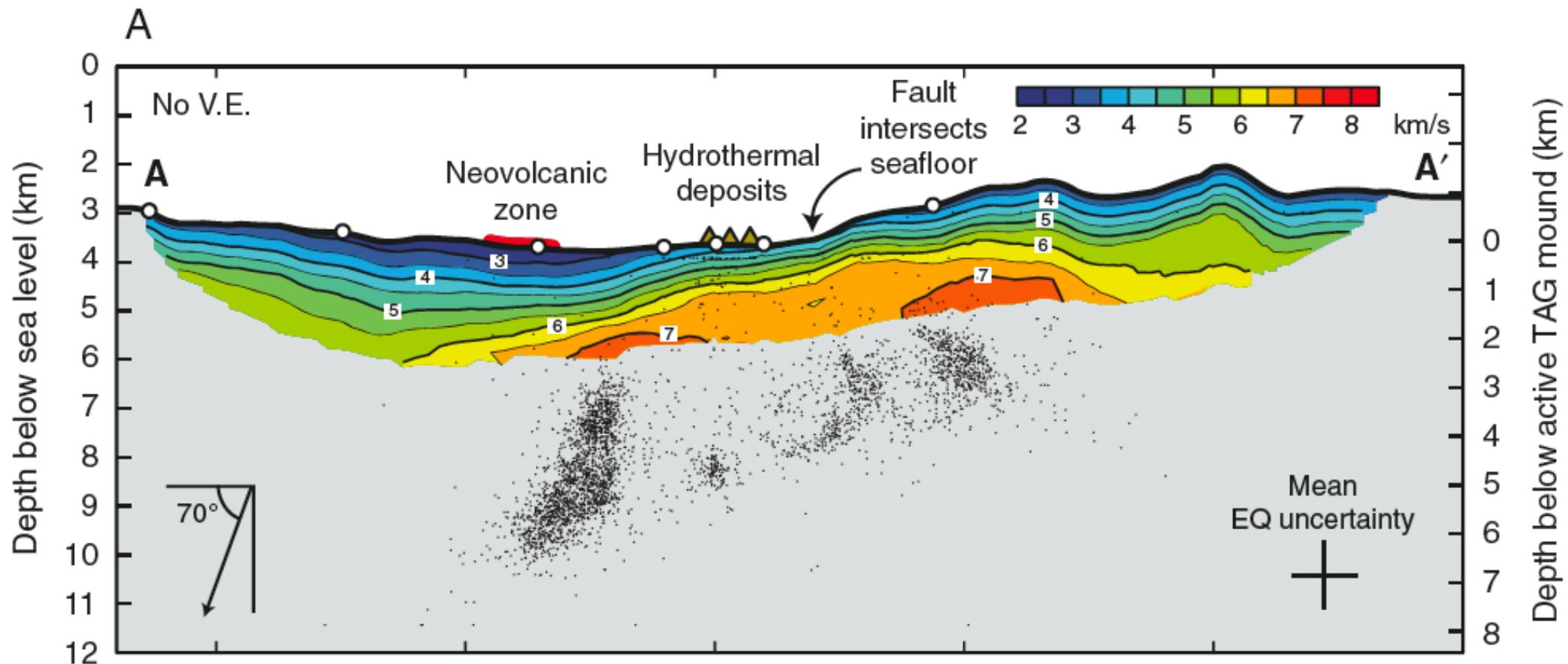
Seismicity to 8 km bsf along detachment

Suggests $\sim 70^\circ$ detachment

Internal deformation of footwall

Requires shallow flexure of fault

de Martin et al., *Geology*, 2007; Canales et al., *G3*, 2007



2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

TAG detachment & hydrothermal field

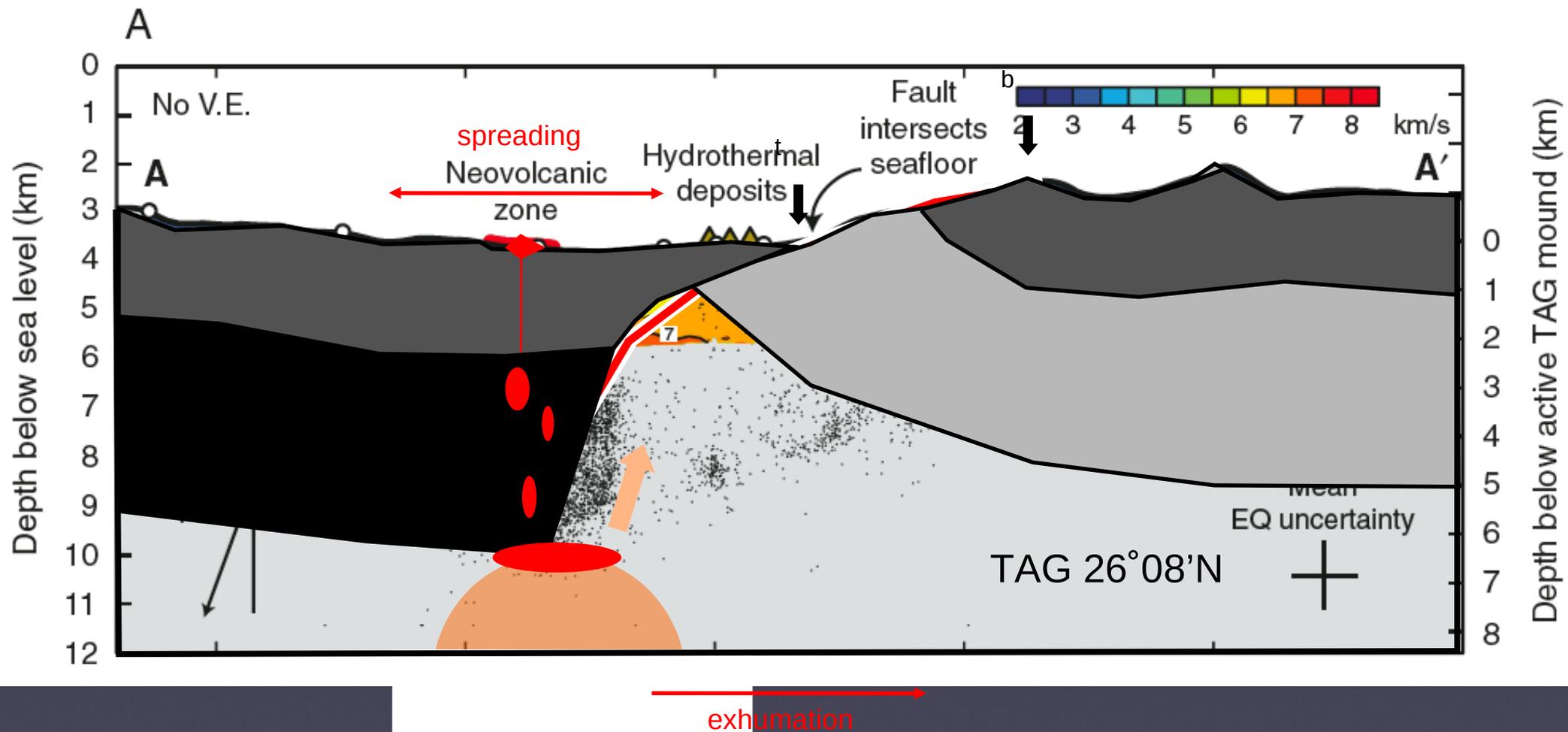
Seismicity to 8 km bsf along detachment

Suggests $\sim 70^\circ$ detachment

Internal deformation of footwall

Requires shallow flexure of fault

de Martin et al., *Geology*, 2007; Canales et al., *G3*, 2007



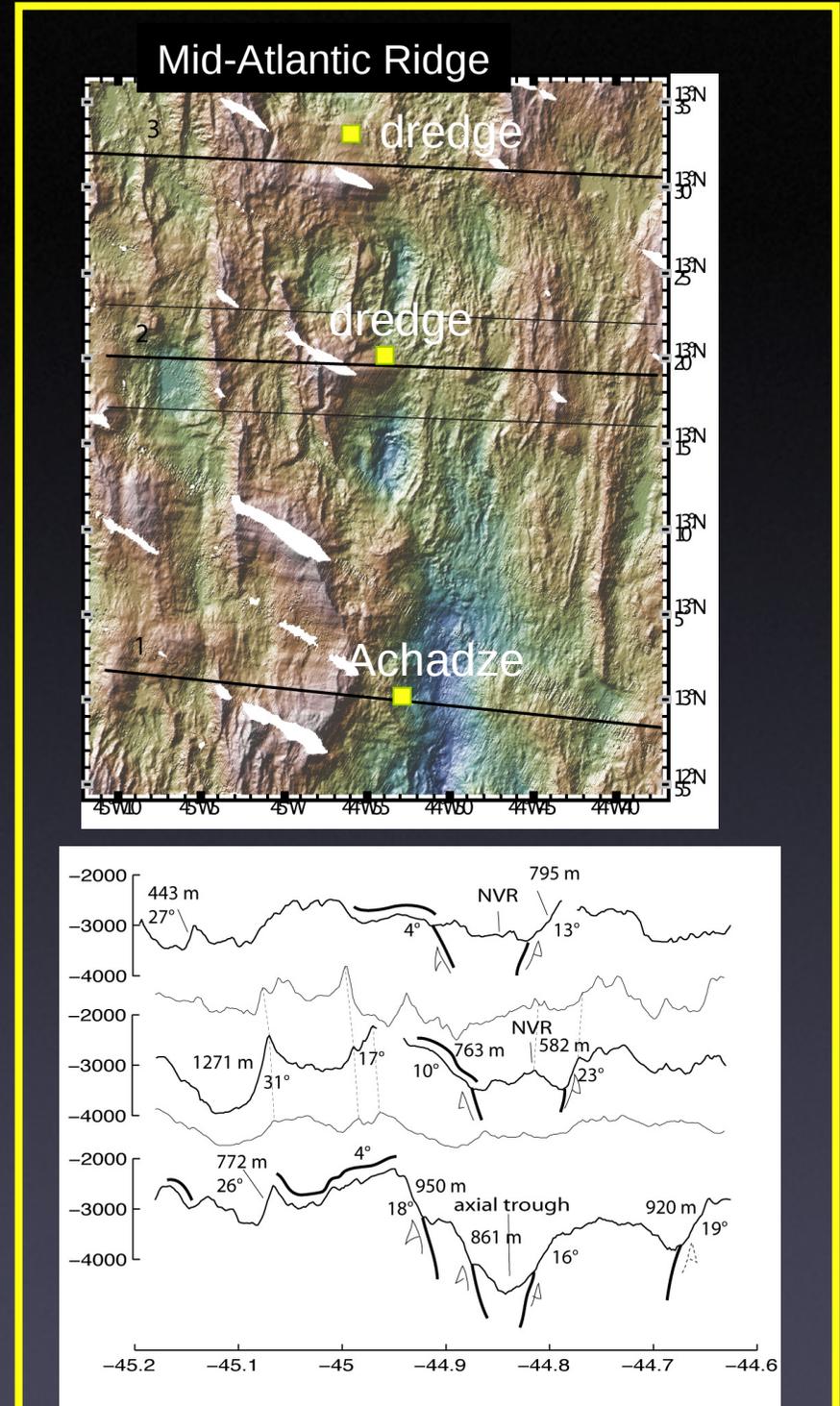
2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

13°N detachments, MAR

Documented hydrothermal deposits ■

Variable dynamic topography associated with oceanic detachment faults suggests variable deformation patterns in the faults footwall.

We propose that this reflects rheological variations induced by serpentinization and talc formation in permeable fluids pathways.



2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

simplified axial setting with a main detachment dipping 45° and rooting at a depth of 15 km. The top surface is stress-free. Viscosity fields also show selected isotherms (200°C , 283°C , 367°C and 450°C).

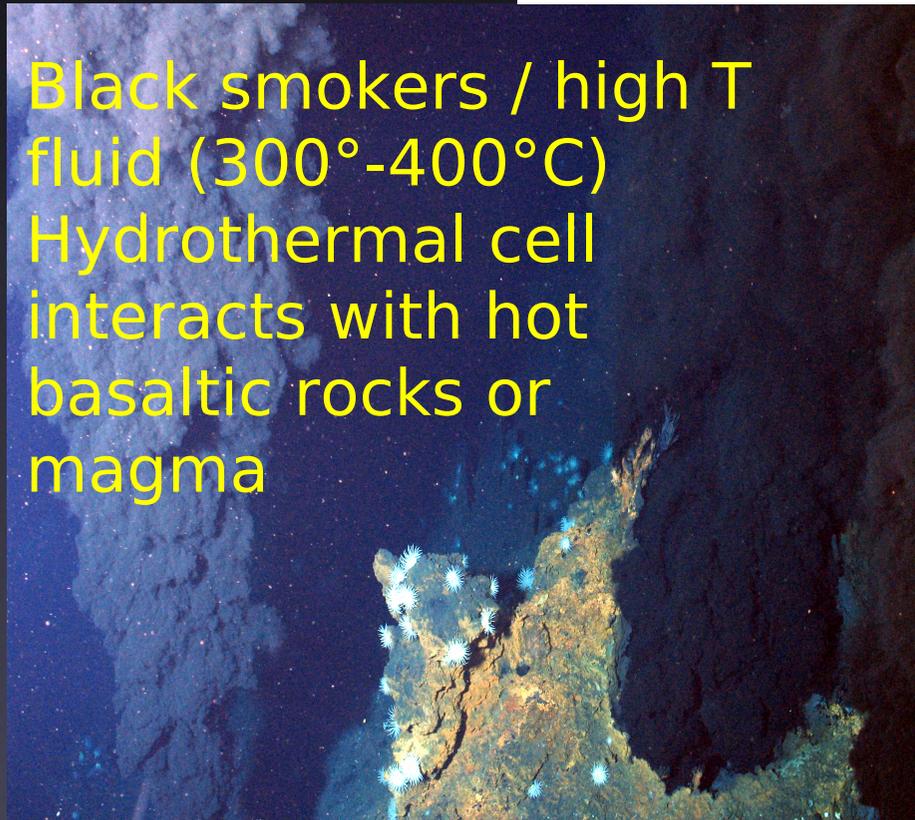
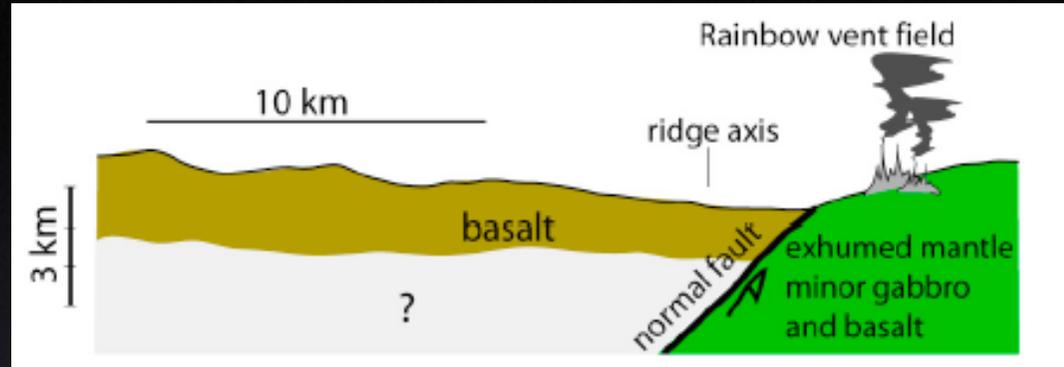
In the brittle areas ($T < 750^\circ\text{C}$) the lithosphere is elastoplastic with a Mohr-Coulomb yield criterion. The material is both frictional and cohesive (initially the friction coefficient $\mu = 0.6$ and the cohesion $C = 44\text{MPa}$). Both cohesion and friction decrease locally (to $\mu = 0.3$ and $C = 4\text{MPa}$) as a function of plastic strain (10%).

In (b), we infer that shear zones in the footwall of the detachment **provide local access to seawater-derived fluids**. We infer that peridotites next to these shear zones and for temperatures under 400°C are hydrated, and we further decrease the friction coefficient in these shear zones to 0.2. permeable fluids pathways.

QuickTime et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

Mid-ocean ridge serpentinization occurs in the footwall of axial detachment faults and is commonly associated with ultramafic-hosted hydrothermal vents



Black smokers / high T fluid (300°-400°C)
Hydrothermal cell interacts with hot basaltic rocks or magma

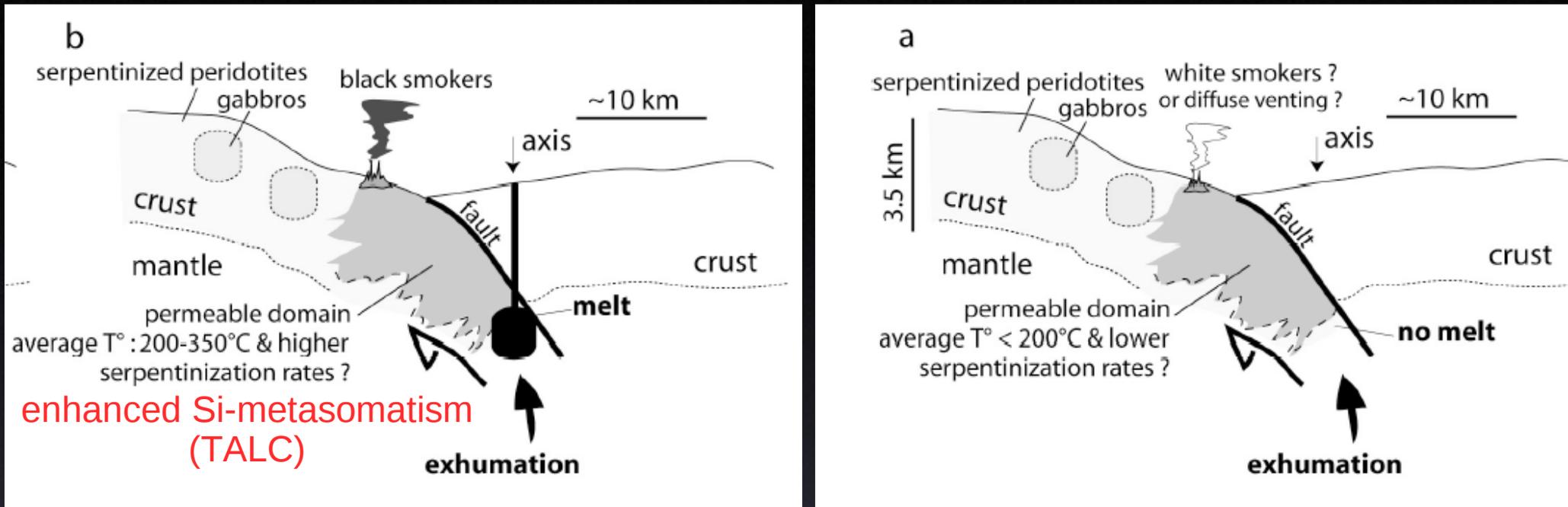
Achadze vents MAR 13°N

White smokers / low T fluid (< 100°C)
Hydrothermal cell does not interact with hot basaltic rocks or magma



Lost City vents MAR 29°N

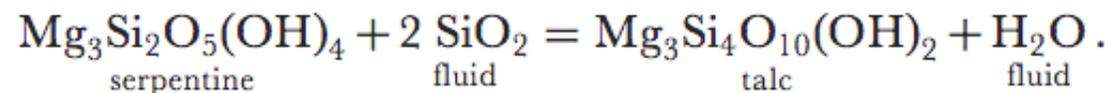
2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.



1- Serpentinization requires maintained permeability in the fault's footwall

2- in most documented cases (Rainbow, Logatchev, Achadze, probably Saldanha...) serpentinization occurs in a basalt/magma-controlled hydrothermal context

**Si-
metasomatism**

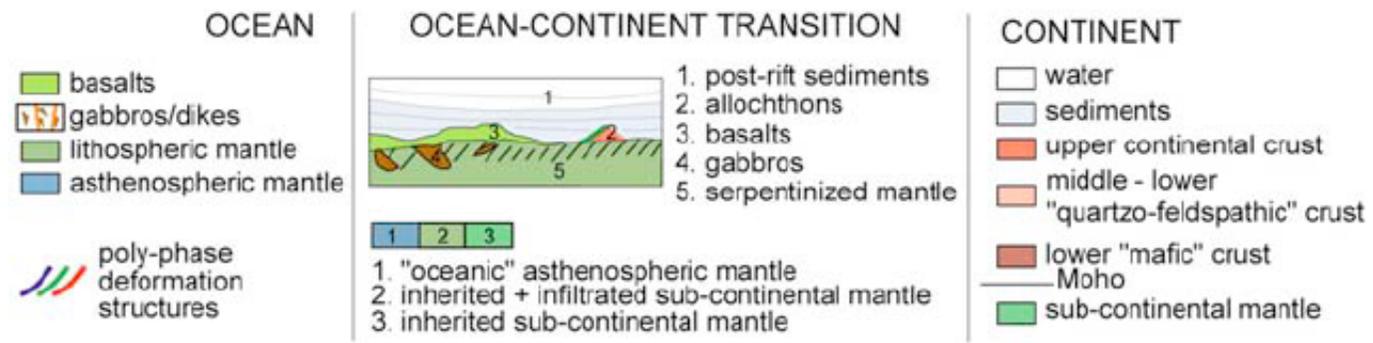
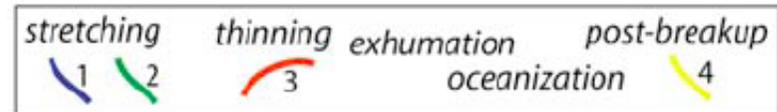
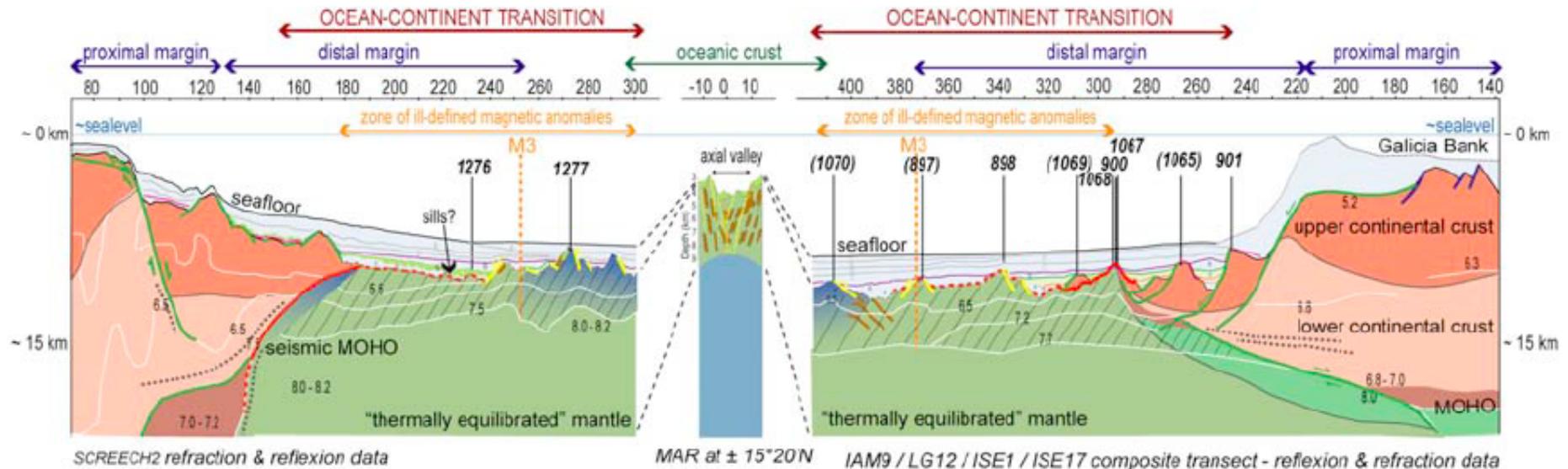


2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

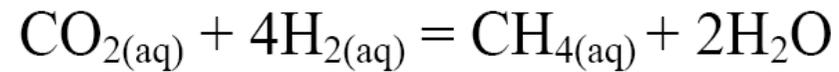
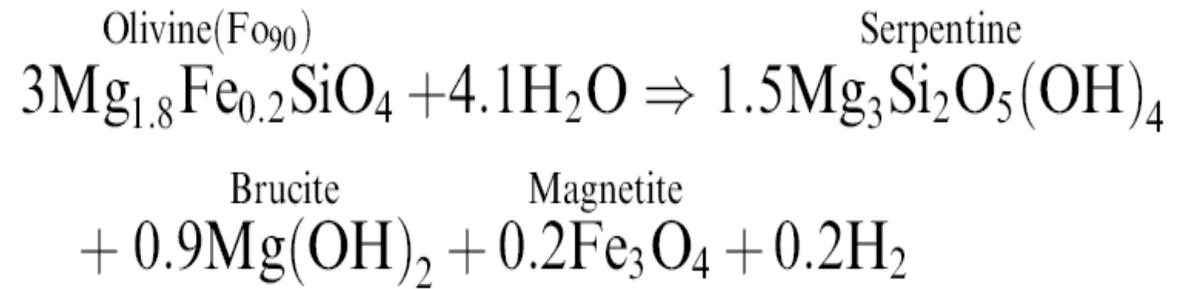
D'autres contextes géodynamiques sont-ils favorables ?

NEWFOUNDLAND

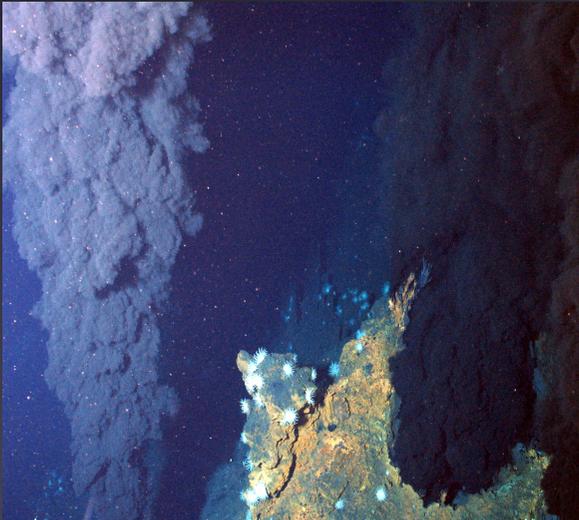
IBERIA



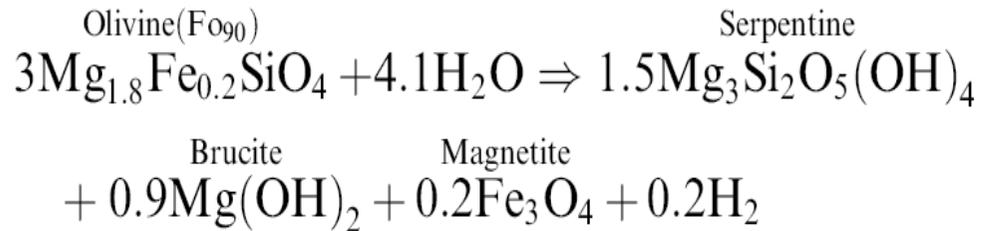
3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



Réaction de type Fischer-Tropsch catalyseur probable :
magnétite



3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



Mais il existe un grand nombre de réactions de serpentinisation théoriquement possibles

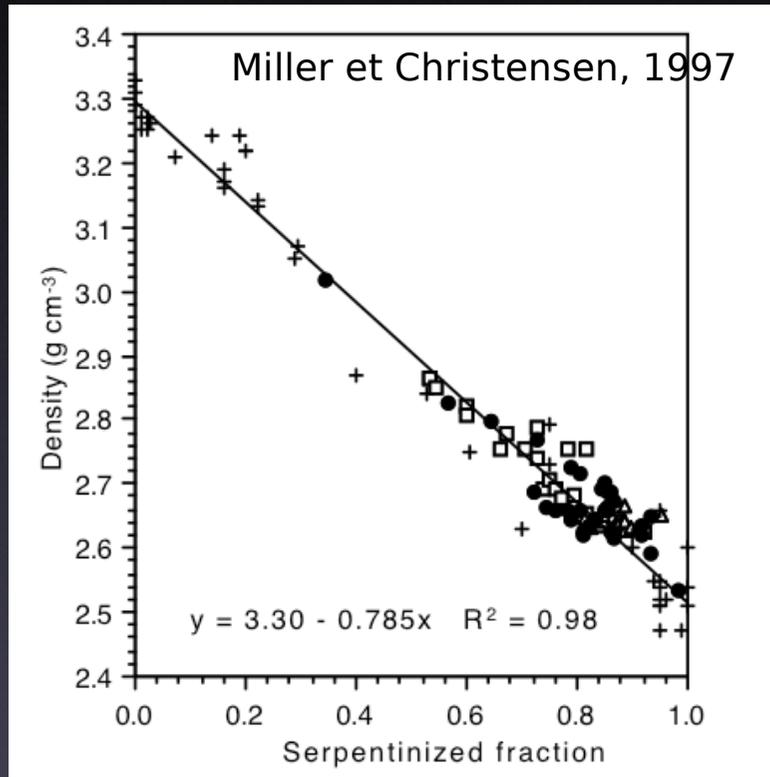
Et qui produisent des quantités variables d'hydrogène et de magnétite...

F ₀₉₀	Reaction
14.	30F ₀₉₃ + 42.58H ₂ O = 15Lz + 1.21Mt + 11.37Br ₉₅ + 1.21H ₂ (Mo)
15.	30F ₀₉₀ + 41.00H ₂ O = 15Lz + 2Mt + 9Br + 2H ₂ (Ek; Lv) [1.45; 4.66] [P; 1.60; 4.20]
16.	30F ₀₉₀ + 43.00H ₂ O = 15Lz _{95.00} + 1Mt + 12Br _{93.75} + 1H ₂ [1.48; 2.28] [P; 1.64; 2.06]
17.	30F ₀₉₀ + 44.00H ₂ O = 15Lz _{92.50} + 0.5Mt + 13.05Br _{91.66} + 0.5H ₂ [P; 1.65; 1.02]
18.	30F ₀₉₀ + 44.60H ₂ O = 15Lz _{91.00} + 0.2Mt + 14.40Br _{90.63} + 0.2H ₂ [P; 1.67; 0.40]
19.	30F ₀₉₀ + 44.90H ₂ O = 15Lz _{90.25} + 0.05Mt + 14.85Br _{90.15} + 0.05H ₂ [P; 1.67; 0.10]
20.	30F ₀₉₀ + 44.96H ₂ O = 15Lz _{90.10} + 0.02Mt + 14.94Br _{90.06} + 0.02H ₂ [P; 1.67; 0.04]
21.	30F ₀₉₀ + 45.00H ₂ O = 15Lz _{90.00} + 15.00Br _{90.00} [P; 1.67; 0.00]
22.	30F ₀₉₀ + 25.10H ₂ O = 11.55Lz + 2Mt + 19.35MgO + 6.9SiO ₂ + 2H ₂ (Th) [1.00; 6.74]
23.	30F ₀₉₀ + 22.64H ₂ O = 10.32Lz + 2Mt + 23.04MgO + 9.36SiO ₂ + 2H ₂ [P; 1.00; 6.74]
Olivine-pyroxene	
24.	30En + 20H ₂ O = 10Lz + 10SiO ₂
25.	30En ₉₀ + 19H ₂ O = 9Lz + 1Mt + 12SiO ₂ + 1H ₂ [P; 1.18; 3.99]
26.	10Fo + 20En + 20H ₂ O = 10Lz + 10MgO + 10SiO ₂ (Ma)
27.	10F ₀₉₀ + 20En ₉₀ + 25.333H ₂ O = 12Lz + 1.333Mt + 6SiO ₂ + 1.333H ₂ [P; 1.39; 3.98] {41:59}
28.	15Fo + 15En + 30H ₂ O = 15Lz (Co; Ho)
29.	15F ₀₉₀ + 15En ₉₀ + 28.56H ₂ O = 13.5Lz + 1.5Mt + 3SiO ₂ + 1.5H ₂ [P; 1.48; 3.99] {58:42}
30.	20F ₀₉₀ + 10En ₉₀ + 31.666H ₂ O = 15Lz + 1.666Mt + 1.666H ₂ [P; 1.56; 3.99] {34:26}
31.	22.5F ₀₉₀ + 7.5En ₉₀ + 34H ₂ O = 15Lz + 1.75Mt + 2.25Br + 1.75H ₂ [P; 1.57; 4.05] {81:19}
32.	27F ₀₉₀ + 3En ₉₀ + 38.2H ₂ O = 15Lz + 1.9Mt + 6.3Br + 1.9H ₂ [P; 1.59; 4.14] {93:7}
33.	27F ₀₉₀ + 3En ₉₀ + 21.98H ₂ O = 10.04Lz + 1.9Mt + 21.18MgO + 9.92SiO ₂ + 1.9H ₂ O ((Th)) [P; 1.00; 6.59] {93:7}
34.	27F ₀₉₂ + 3En ₉₂ + 38.32H ₂ O = 15Lz ₉₆ + 0.53Mt + 7.79Br ₈₅ + 2.62MgO + 0.53H ₂ ((Ho)) [P; 1.58; 1.17] {93:7}
35.	20F ₀₉₀ + 10En ₉₀ + 34H ₂ O = 15Lz ₉₀ + 5Br ₉₀ [P; 1.61; 0.00] {74:26}

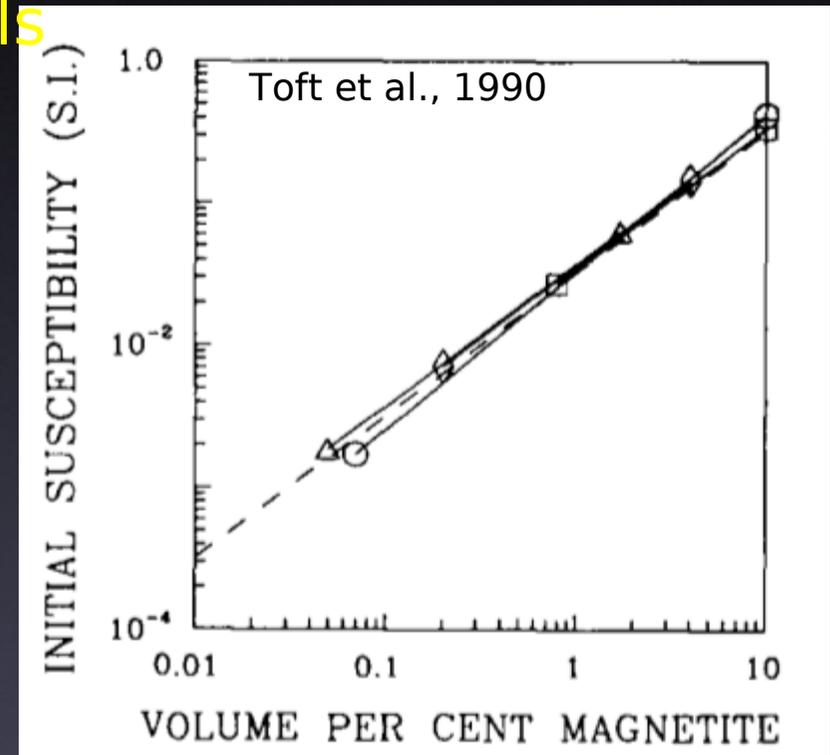
oft, Arkani-Hamed et Haggerty, 1990

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

Étude empirique de la relation entre taux de serpentinisation et production de magnétite dans les échantillons naturels

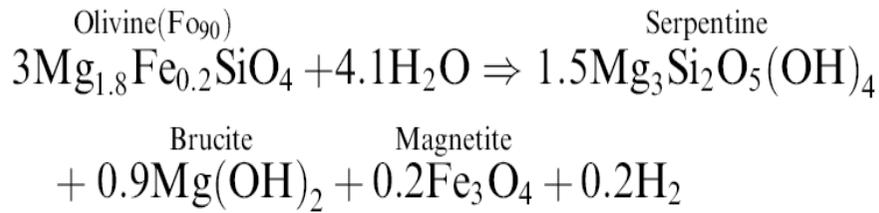


% serpentinisation - proxy :
Densité



% magnétite - proxy :
susceptibilité
magnétique (K)

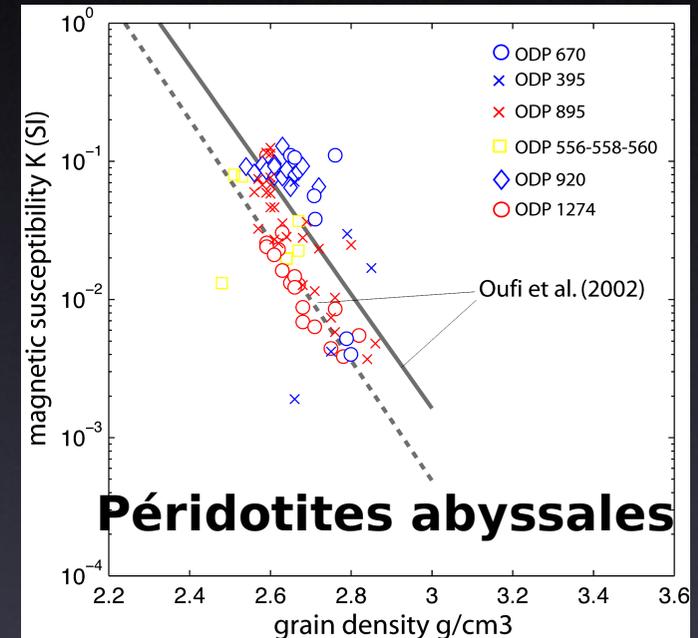
3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



Ophiolites
Coast Ranges, Ca

QuickTime et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.

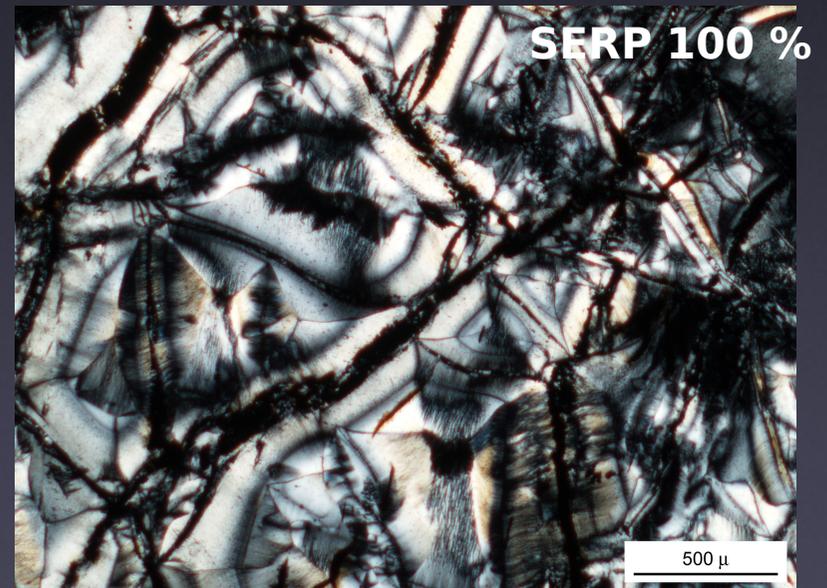
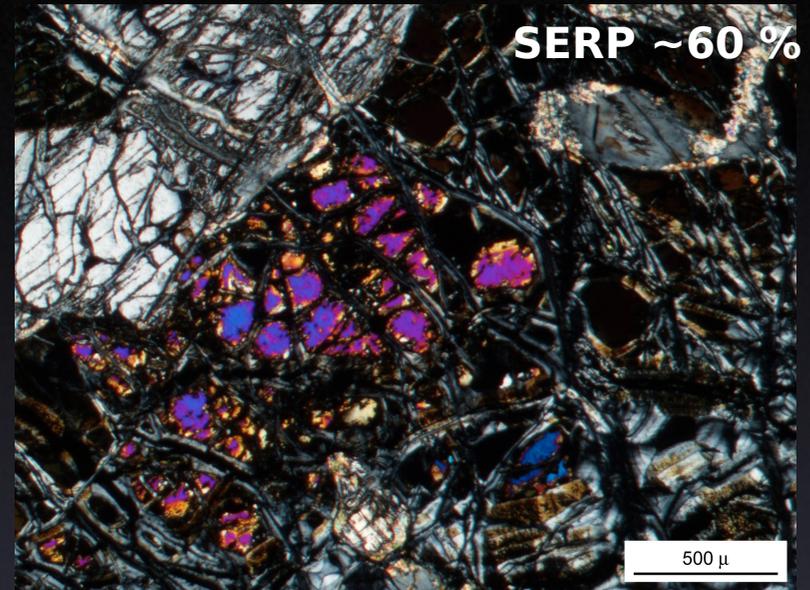
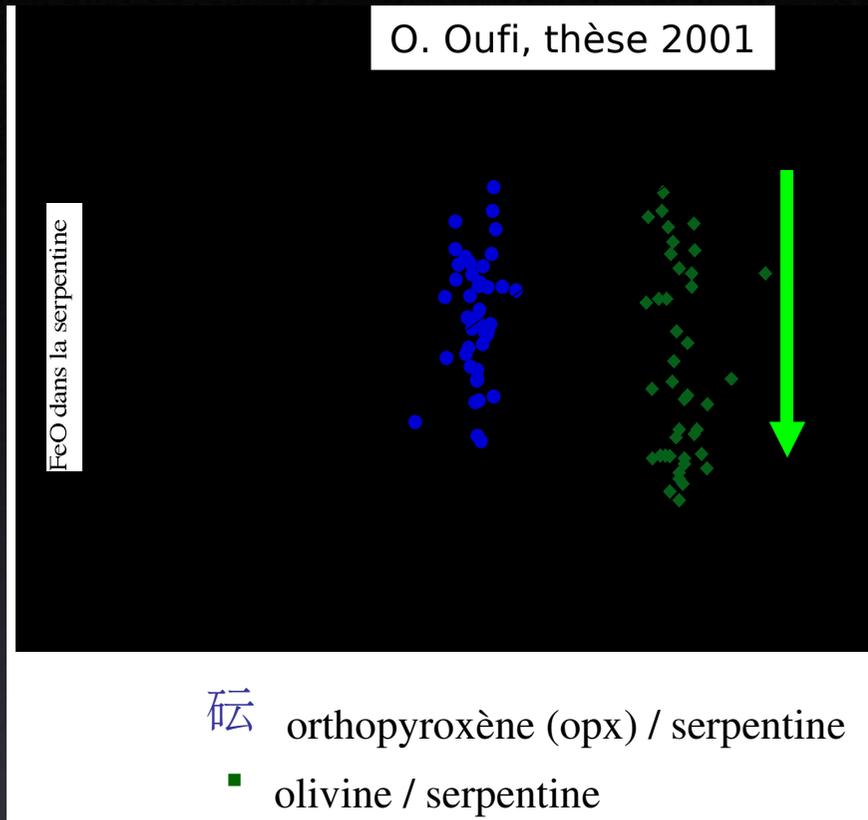
QuickTime et un décompresseur sont requis pour visionner cette image.



ft, Arkani-Hamed et Haggerty, 1990

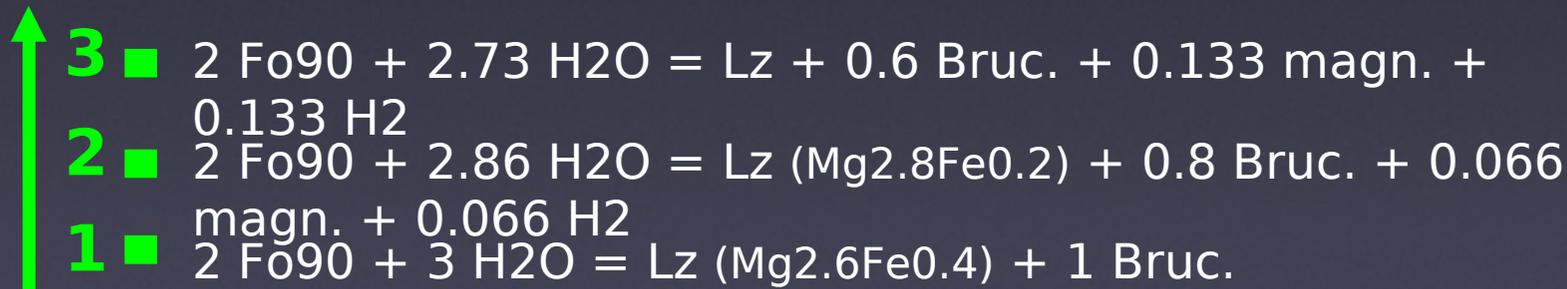
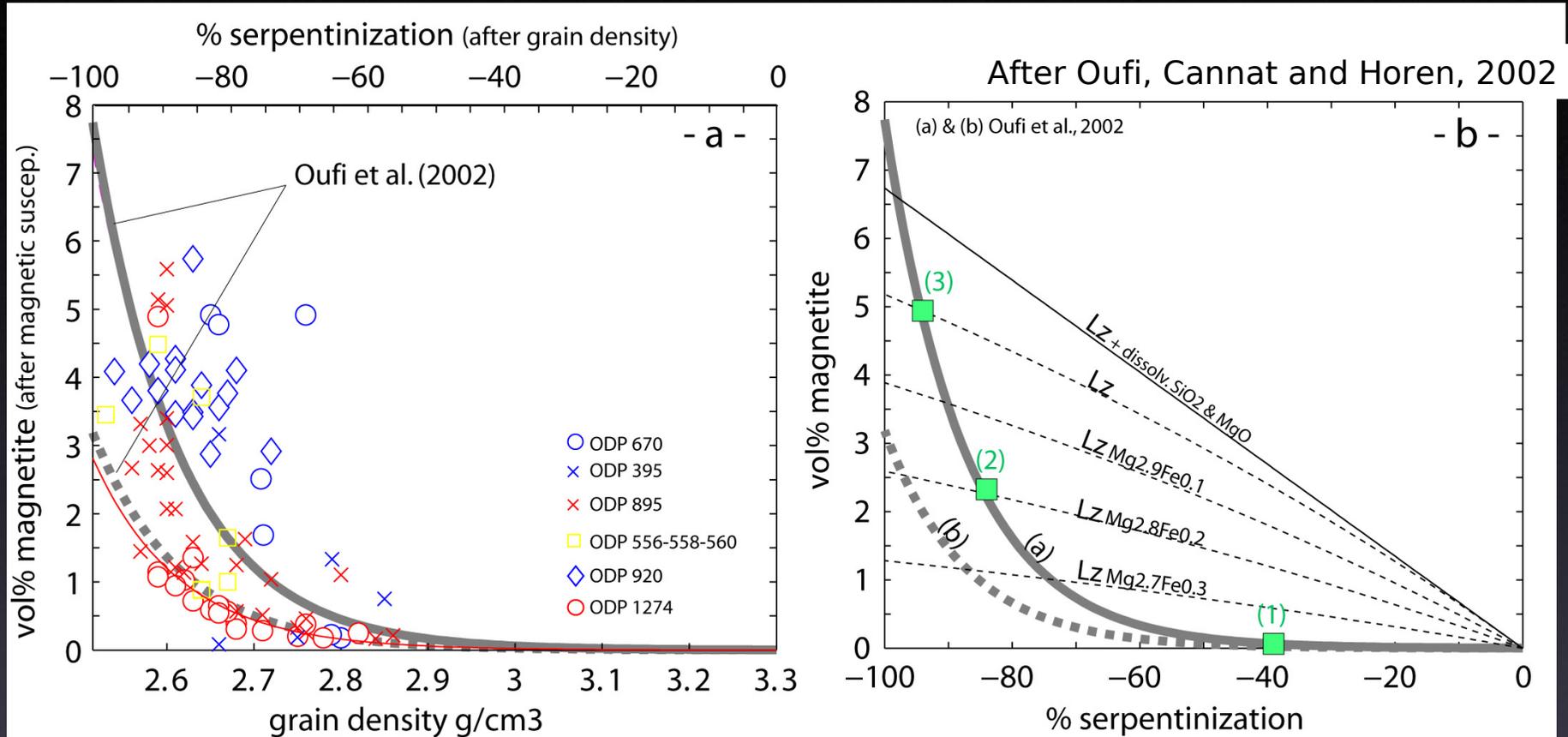
la teneur en magnétite des échantillons naturels augmente de façon non linéaire avec le taux de serpentinisationet ne correspond pas à un seul chemin de réaction...

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



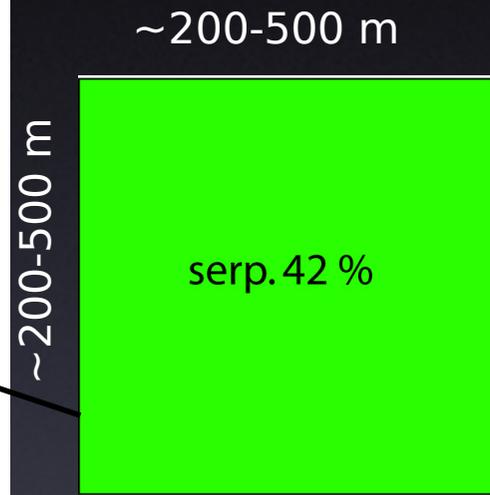
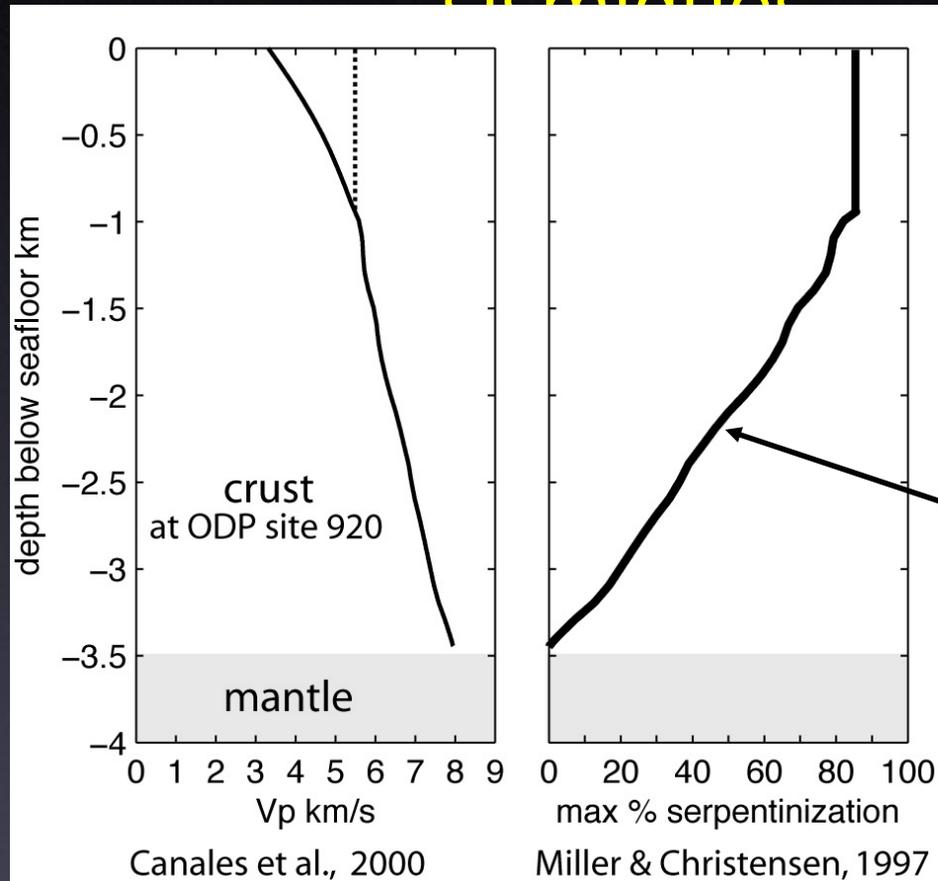
La serpentine riche en fer produite en début de processus est remplacée par une serpentine pauvre en fer

3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

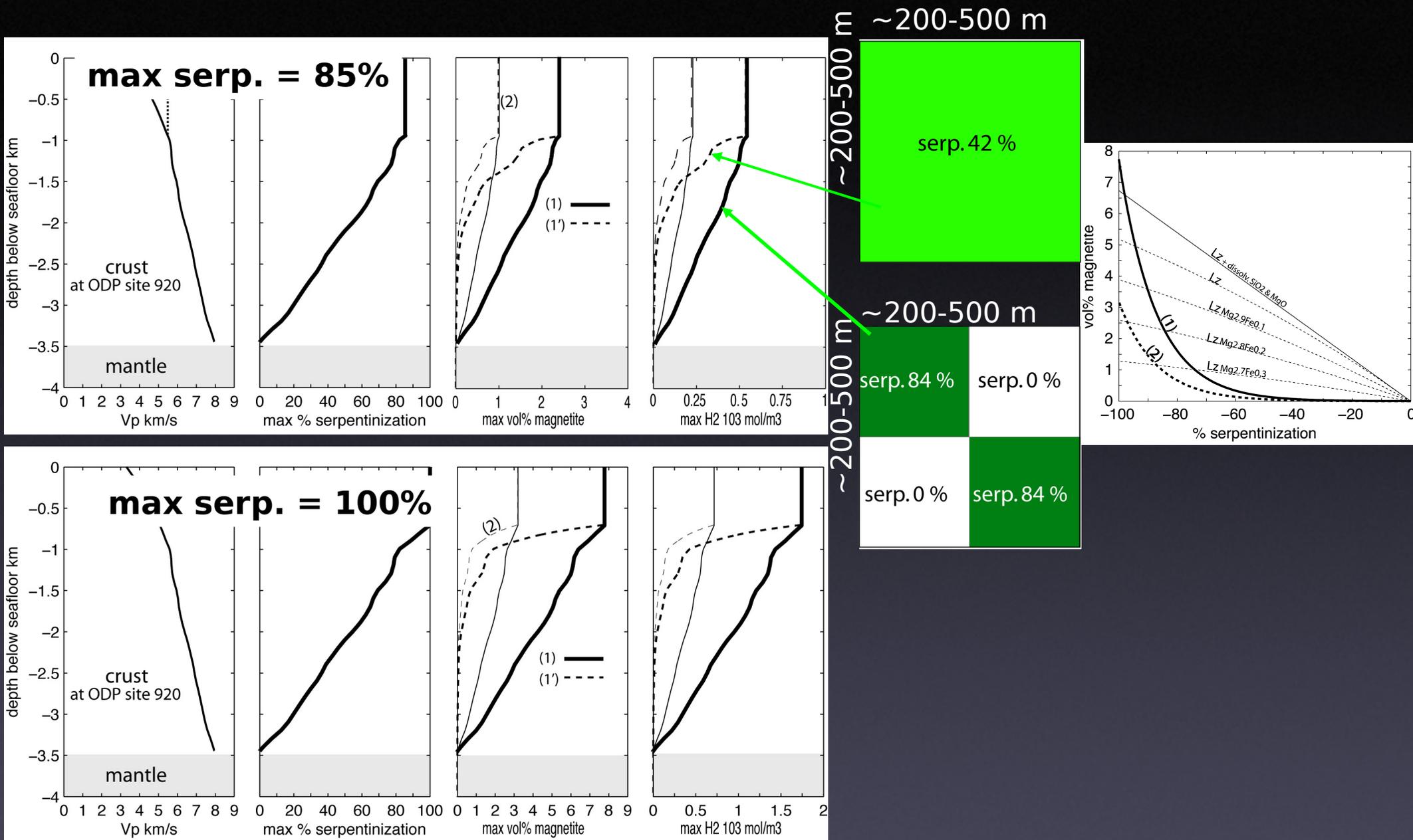
Le taux de serpentinisation déduit est une moyenne sur le « pixel » du modèle de vitesses sismiques



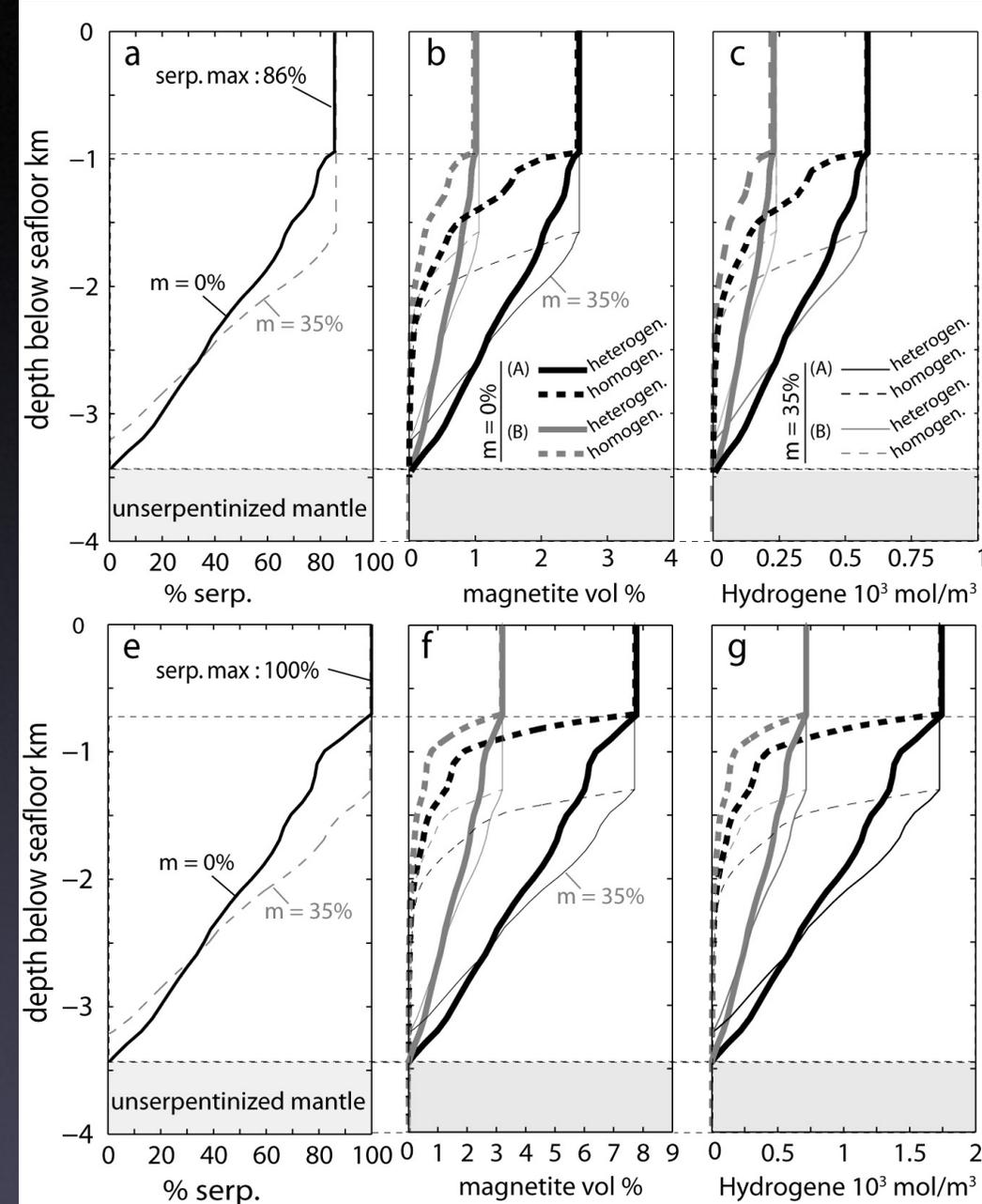
?

serp. 84 %	serp. 0 %
serp. 0 %	serp. 84 %

3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



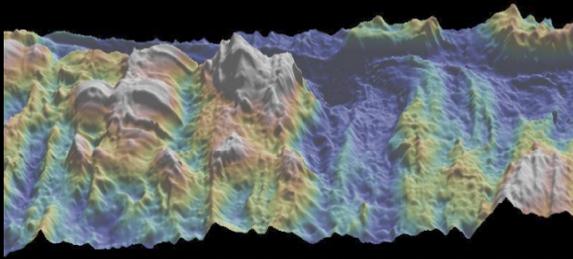
3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



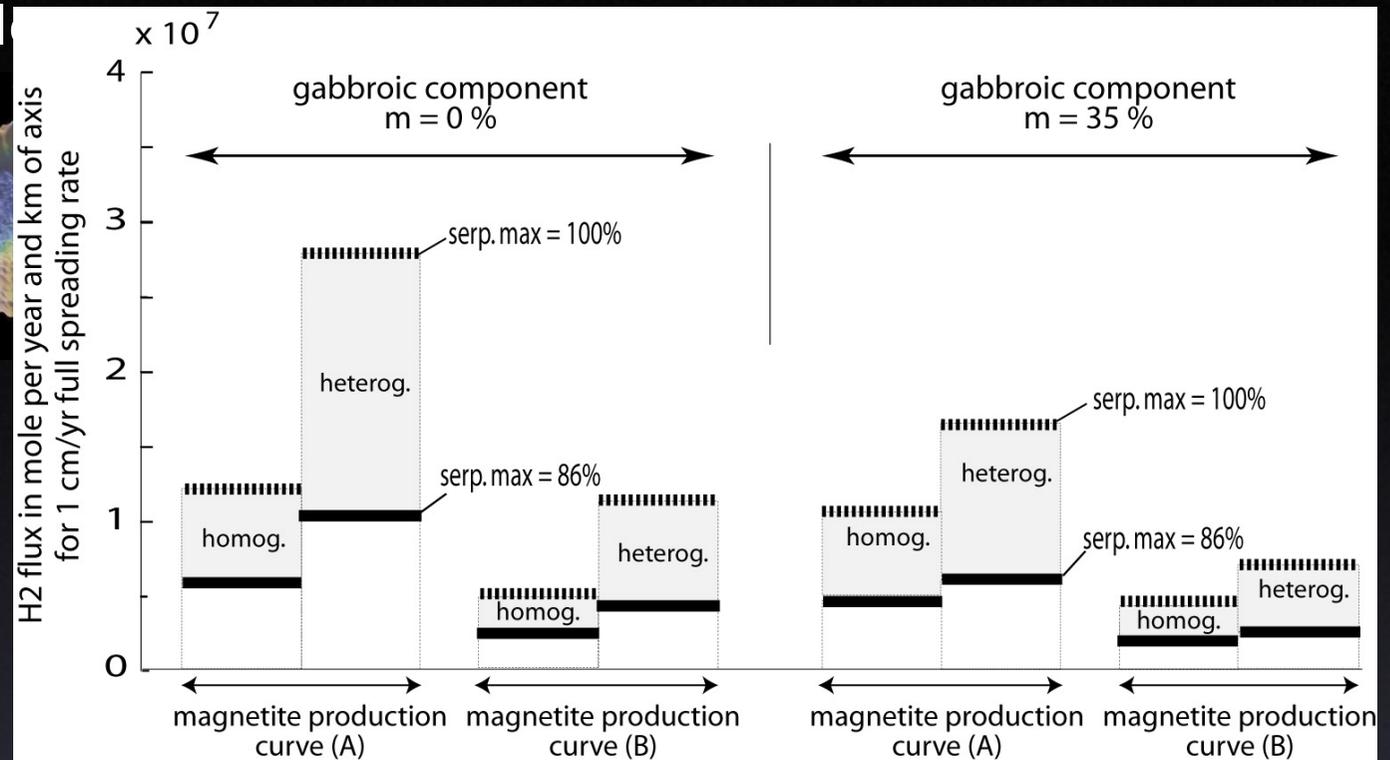
16 configurations type proposées :

- avec ou sans 35 % de gabbro
- serpentinisation max 86% ou 100%
- serpentinisation homogène ou hétérogène à l'échelle du « pixel » sismique
- taux de production de magnétite selon courbe A ou courbe B

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsals



Fluxes
calculés par
km d'axe pour
un taux de
diffusion de 1
cm/an



Cannat, Fontaine and Escartin, in press

16 configurations type proposées :

- avec ou sans 35 % de gabbro
- serpentinisation max 86% ou 100%
- serpentinisation homogène ou hétérogène à l'échelle du « pixel » sismique
- taux de production de magnétite selon courbe A ou courbe B

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



- piste A- estimer le volume de serpentine dans la croûte océanique et calculer les flux correspondant à la serpentinisation de ce volume



- piste B- estimer la perte de chaleur hydrothermale par km sur la dorsale et utiliser les rapports CH₂/chaleur et cCH₄/chaleur d'un champ hydrothermal à substratum ultrabasique (Rainbow)

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

German, Klinkhammer et al. 1996 / Fouquet, Barriga et al., 1998

	H₂	CH₄	CO₂	Fe	
	mmol/ kg	mmol/ kg	mmol/ kg	μmol/ kg	
Charlou et al., 2002 Rainbow	16	2.5	16	2400	RAINBOW Ultramafic-
Lucky Strike	0.02-0.7	0.5-0.9	13-28	0-30-86 2	LUCKY STRIKE Basaltic-hosted

Péridotite serpentinisée

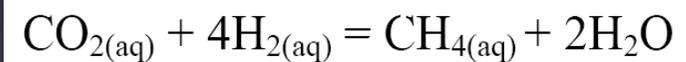


3. Evaluer les flux (magnétite, H2 et CH4) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

	T °C	H2 mmol/k	CH4 mmol/	CO2 mmol/	Fe µmol/
Rainbow Charlou et al., 2002	365 2300	16	1.5	1.6	2400 0
Logatchev Charlou et al., 2002	350 3000m	12	2.1	10.1	2500
Lost City Kelley et al., 2001	50-90 750m	0.5-15	1-2	<10 ⁻³	<<



(« initial »)



H2 and CH4 concentrations in vent fluids may have been modified by the subseafloor biosphere

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

flux de chaleur estimé par km de dorsale lente « moyenne » (2.3 cm/an)

$$H_{hydr} \sim 16 \cdot 10^6 \text{ J/km.s}$$

On fait l'hypothèse que ce flux de chaleur hydrothermal est porté par des fluides chauds ou dilués de type Rainbow. On a alors :

$$QH_{2\text{Rainbow}}/Q_{\text{heatRainbow}} = (Q_{\text{fluide}} \cdot c_{H_2}) / (Q_{\text{fluide}} \cdot c_p \cdot \Delta T)$$

$$H_2/\text{heat}_{\text{Rainbow}} = 5.9 \cdot 10^{-9} \text{ mol/J}$$

$$CH_4/\text{heat}_{\text{Rainbow}} = 9.2 \cdot 10^{-10} \text{ mol/J}$$



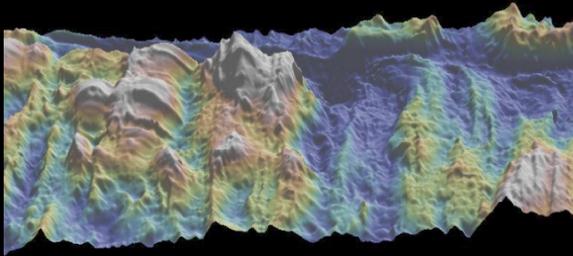
$$QH_2 = 0.26 \cdot 10^7 \text{ mol/km. an}$$

$$QH_4 = 0.04 \cdot 10^7 \text{ mol/km. an}$$

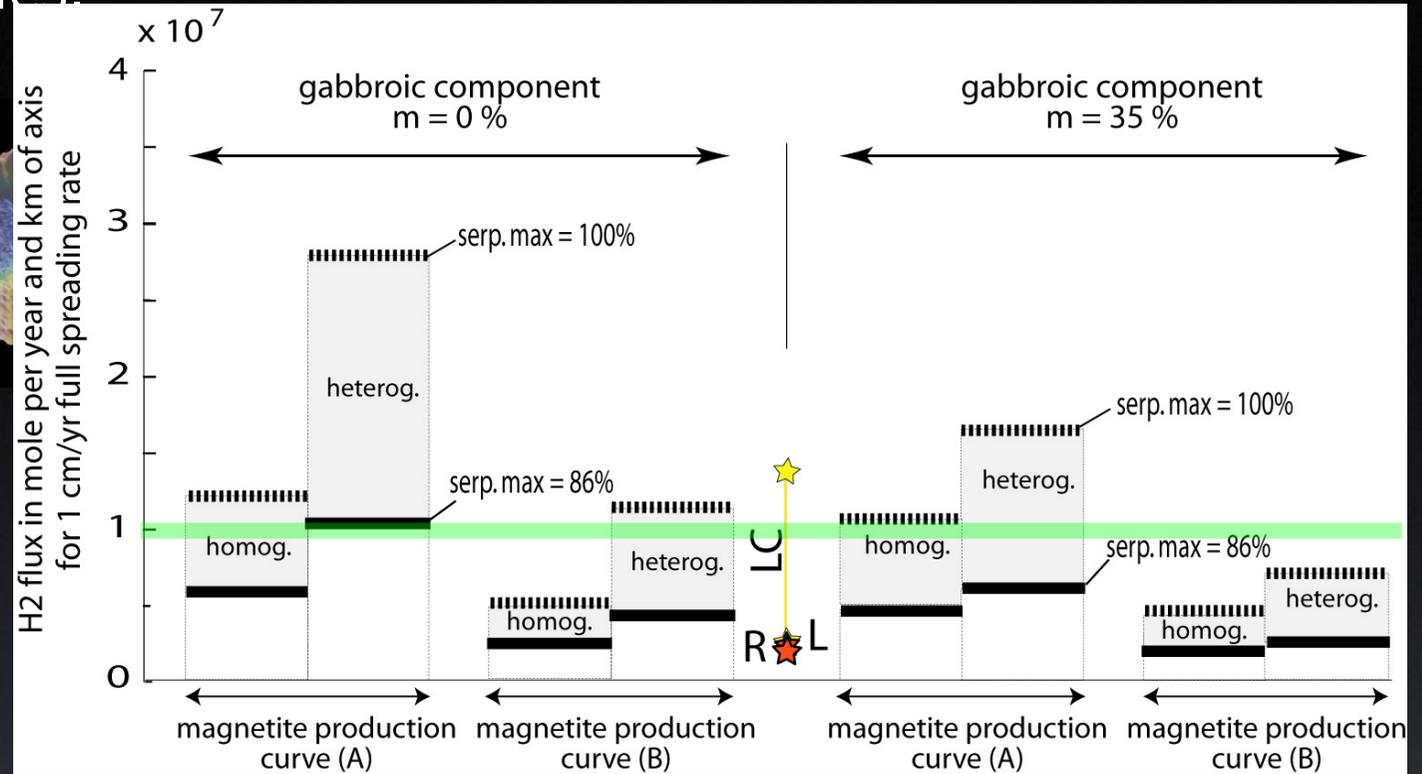
$$\langle QH_2 \text{ initial} \rangle = 0.42 \cdot 10^7 \text{ mol/km. an}$$

Flux estimés pour les domaines à substratum ultrabasique (for Rainbow-type vents)

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.



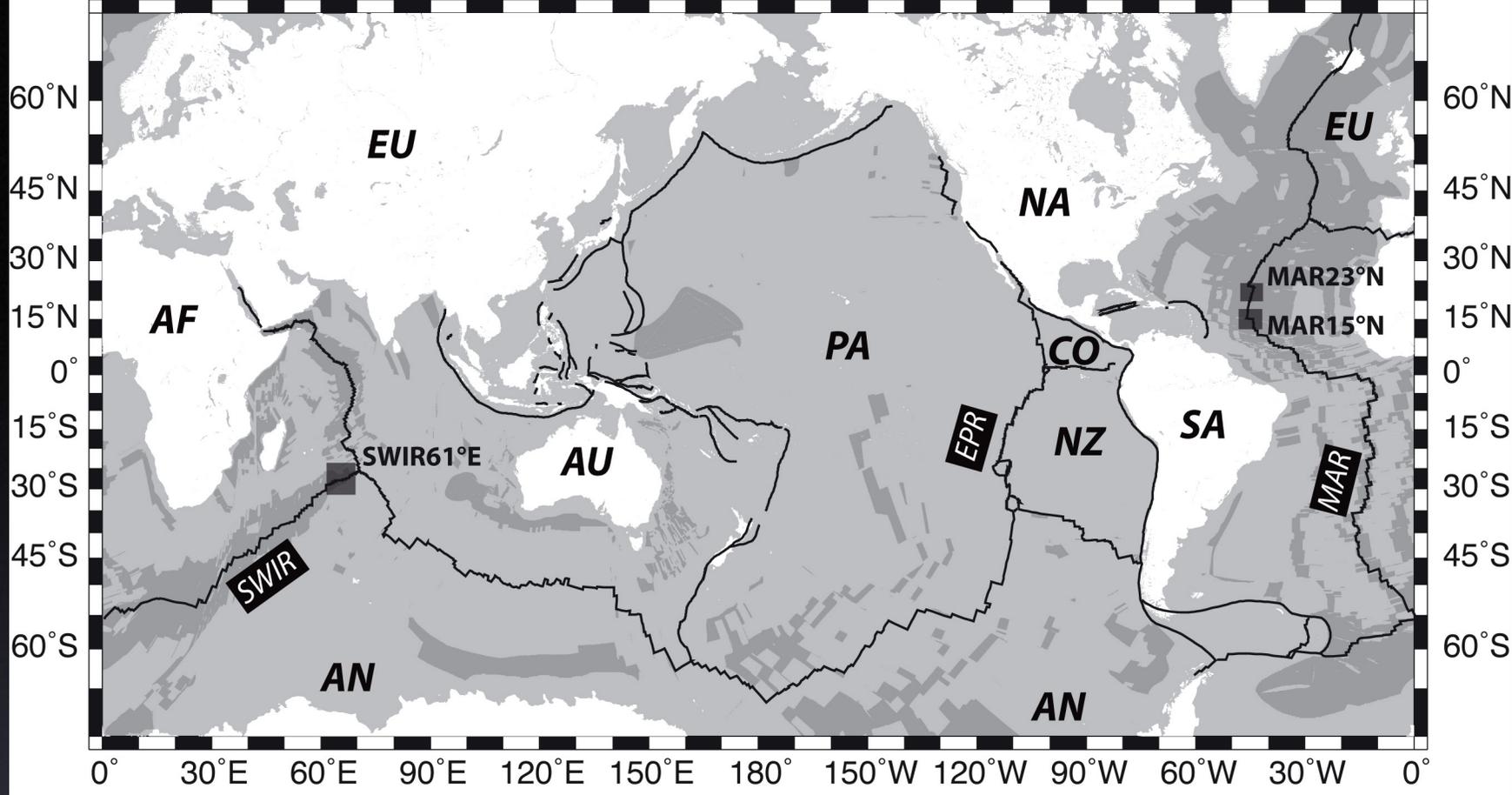
Fluxes
calculés par
km d'axe pour
un taux de
diffusion de 1
cm/yr



Cannat, Fontaine and Escartin, in press

16 configurations type proposées :

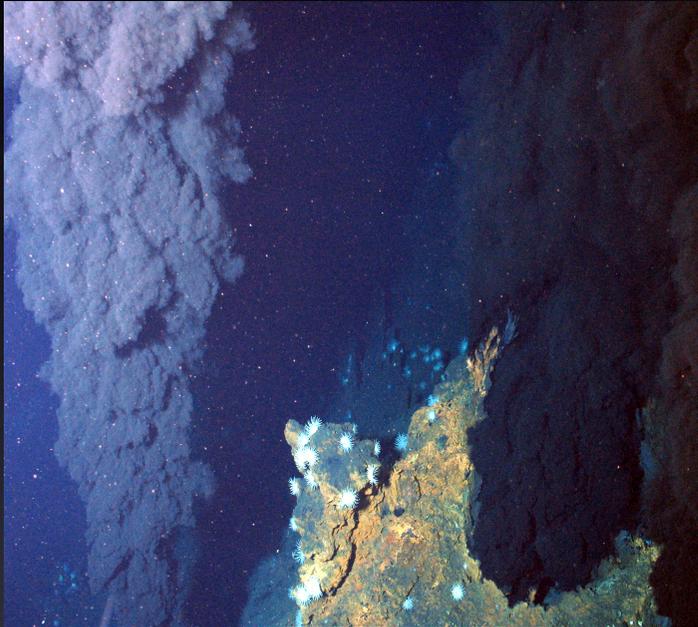
- avec ou sans 35 % de gabbro
- serpentinisation max 86% ou 100%
- serpentinisation homogène ou hétérogène à l'échelle du « pixel » sismique
- taux de production de magnétite selon courbe A ou courbe B



QH_2 initial = 10^7 mol/ km. an dans les domaines à substratum ultrabasique représenteraient un flux global de $16.7 \cdot 10^{10}$ mol/ an pour l'ensemble des dorsales actuelles..... Et un flux global de méthane d'environ **0.4 Mt / an** à comparer au flux global de méthane vers l'atmosphère Estimé à 500 Mt/an.

Quel est le mode de circulation hydrothermale dominant associé à la serpentinisation le long des dorsales lentes ?

Rainbow-type



Circulation hydrothermale associée à l'altération et au refroidissement d'intrusions magmatiques

Jamais encore observé à l'axe

De + en + fréquemment observé à l'axe

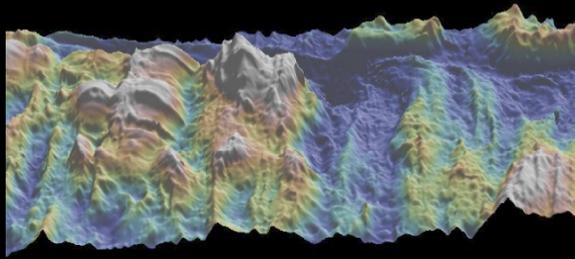


Lost City-type

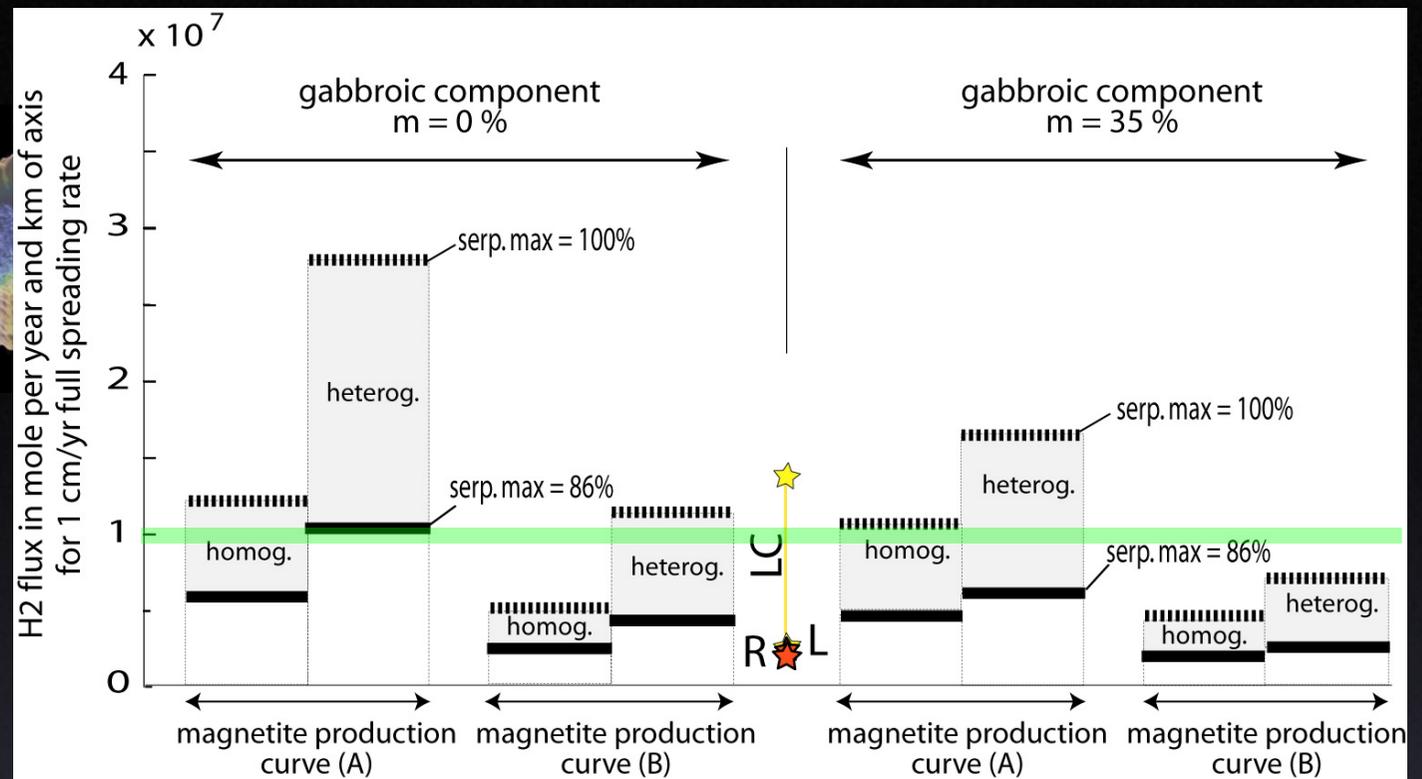


Circulation hydrothermale indépendante de l'altération et du refroidissement d'intrusions magmatiques





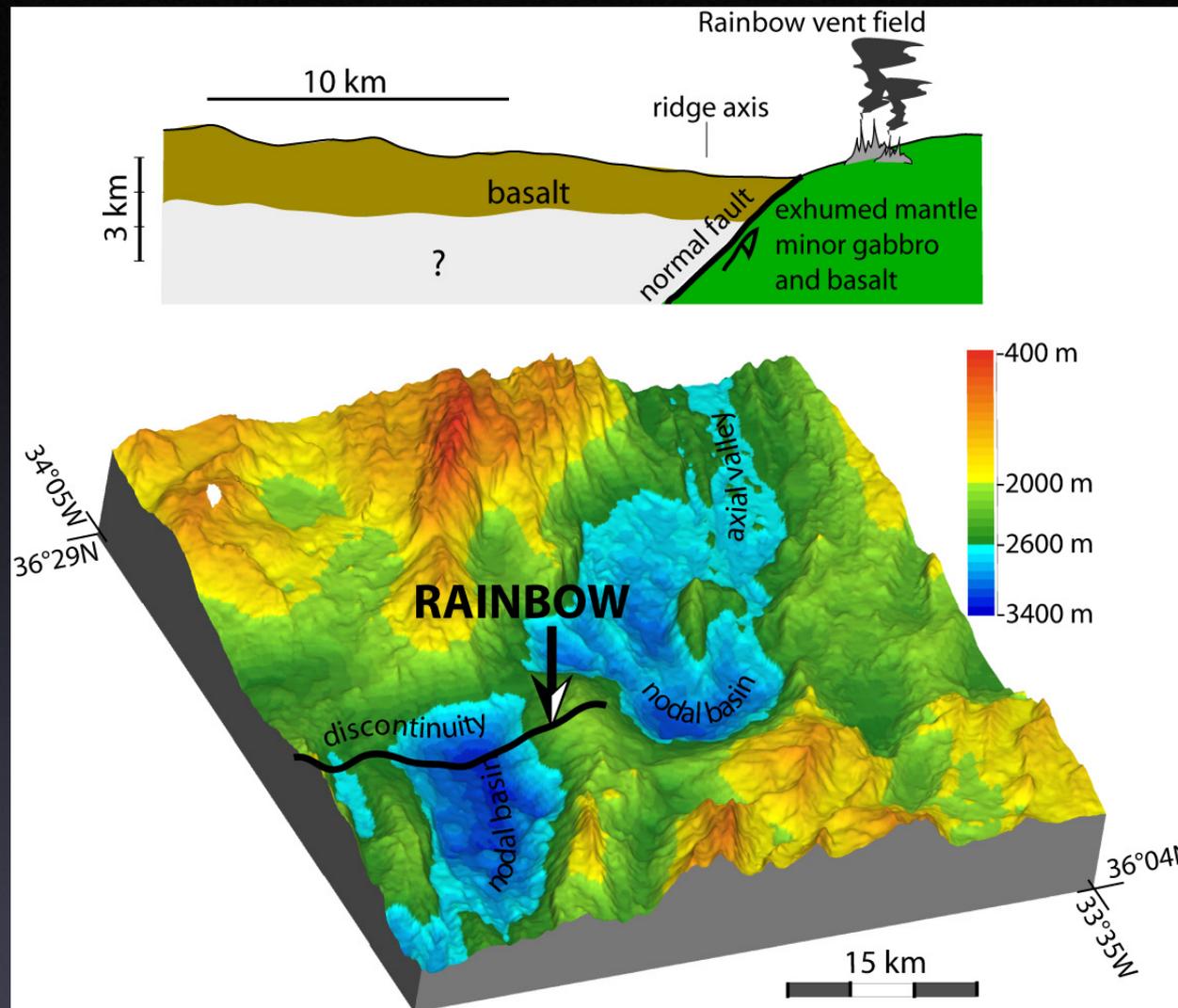
Fluxes
calculated per
km of axis for
a spreading
rate of 1
cm/yr



If heat and serpentinization-derived fluids are mostly expelled in Rainbow-type hydrothermal systems, best choice of finite serpentinization pattern involves a maximum serpentinization $\leq 86\%$, and relatively low hydrogen production rates (curve B).

Alternatively, serpentinization occurring mostly in Lost City-type hydrothermal systems would require a finite serpentinization pattern with a higher maximum degree of serpentinization, and higher hydrogen production rates.

Une indication supplémentaire peut être obtenue grâce à l'étude plus précise du système Rainbow



bilan des flux H₂ / CH₄ pour Rainbow

flux de fluide de Rainbow calculé à partir du flux Q³He dans le plume et de la concentration en ³He du fluide hydrothermal :

$$Q_f = 490 \pm 220 \text{ kg/s}$$

Jean-Baptiste, Charlou et al, EPSL 200



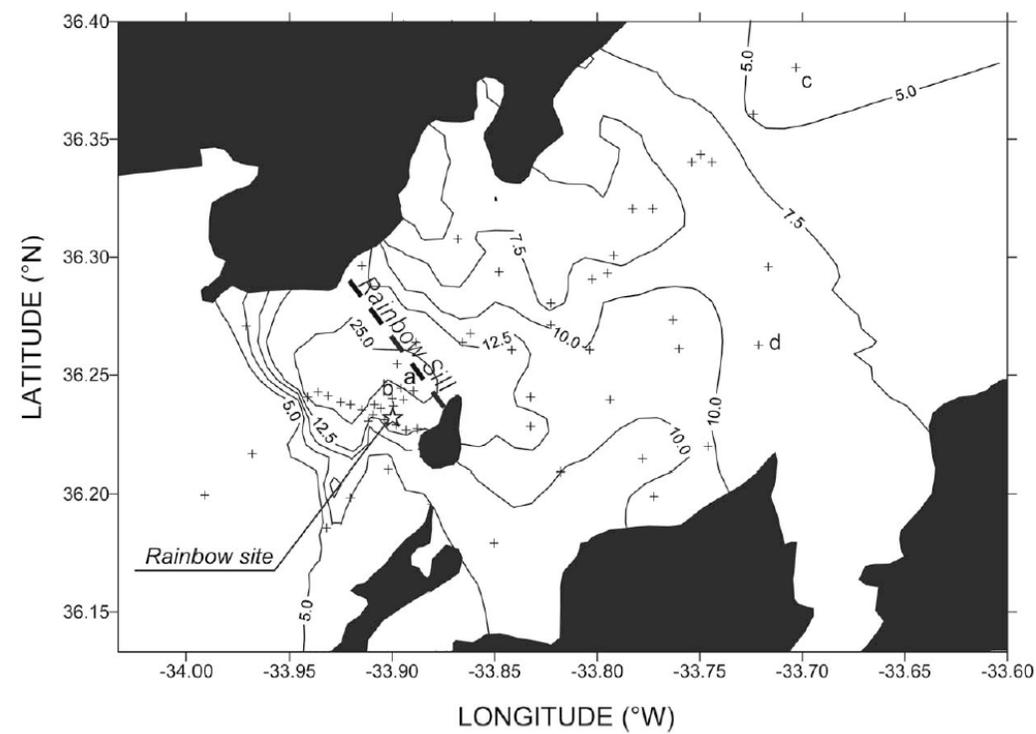
A partir des concentrations en H₂ et

CH₄ du fluide : $QH_2 = 7.8 \pm 3.5 \text{ mol/s}$

$QCH_4 = 1.2 \pm 0.5 \text{ mol/s}$

$QH_2 \text{ initial} = 39 \pm 17 \cdot 10^7 \text{ mol/an} \dots$

Cette longueur de cellule hydrothermale est irréaliste... donc l'hydrothermalisme de type Rainbow et la serpentinisation associée doivent être **épisodiques** ..



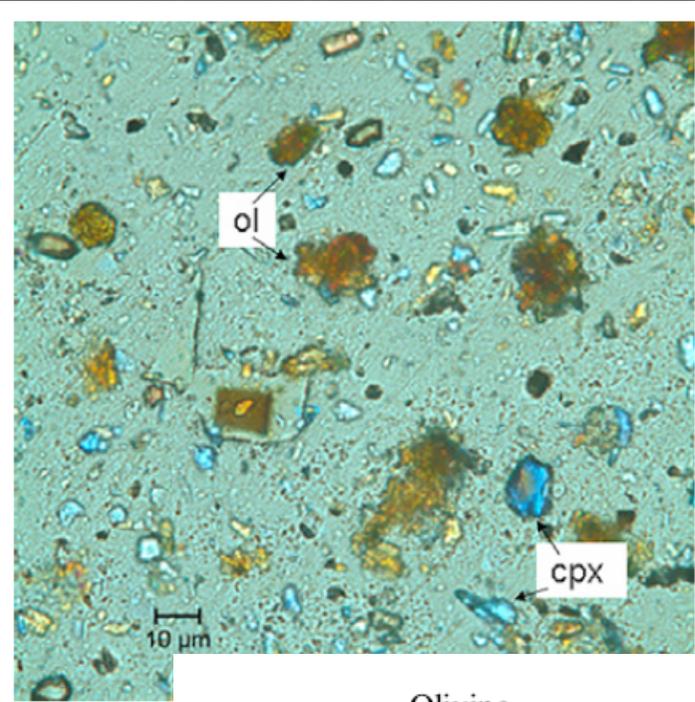
Soit avec le flux par km estimé à partir du flux de chaleur pour une circulation hydrothermale de type Rainbow :

~ 89 km d'axe

1. bilan des flux H₂ / CH₄ pour un champ

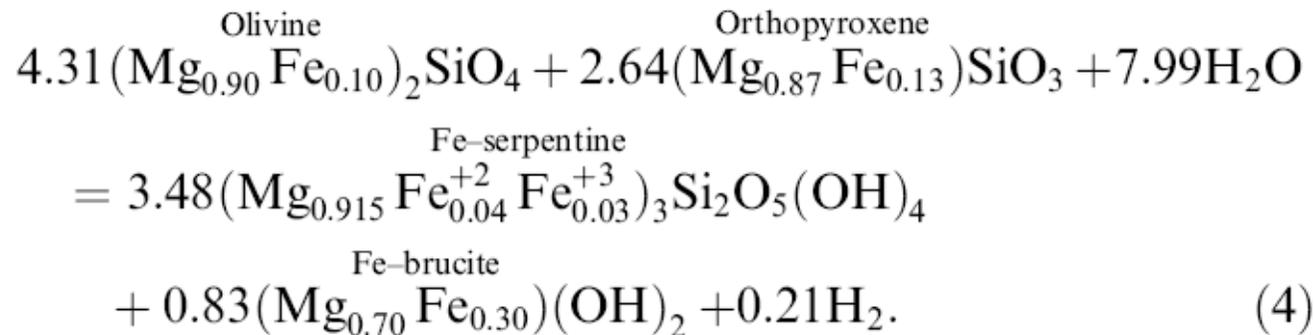
15:24:42 IM2294 C246
A4.5 P-37. t58.8

3. Evaluer les flux (magnétite, H₂ et CH₄) associés à la serpentinisation à l'axe des dorsales.

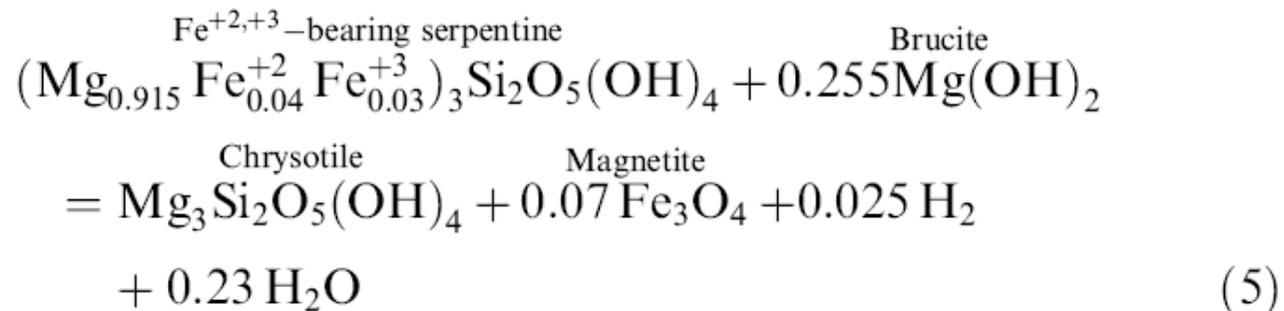


Serpentinisation expérimentale à 500 bars et 200°C : en début de processus la serpentine contient du Fe³⁺ . Il y a donc dégagement d'H₂ sans formation de magnétite....

Seyfried, Foustoukos et Fu,



.. donc la quantité de magnétite donne une limite inférieure au flux de H₂ ...



2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

H. Schouten et al. - work in progress

QuickTime ▪ and a
Photo - JPEG decompressor
are needed to see this picture.

2. Préciser le contexte tectonique et hydrothermal de la serpentinisation à l'axe des dorsales.

Mid-ocean ridge serpentinization occurs in the footwall of axial detachment faults and is commonly associated with ultramafic-hosted hydrothermal vents

