Apport des inclusions magmatiques et des expériences de fusion d'un manteau hétérogène à la compréhension des mécanismes de genèse des magmas émis en zone de subduction

Fanny Sorbadere

Université Blaise Pascal – Clermont II – U.F.R. Sciences et Technologies

Directeurs de thèse:
Pierre Schiano
Nicole Métrich

Laboratoire Magmas & Volcans

IPGP INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE PARIS

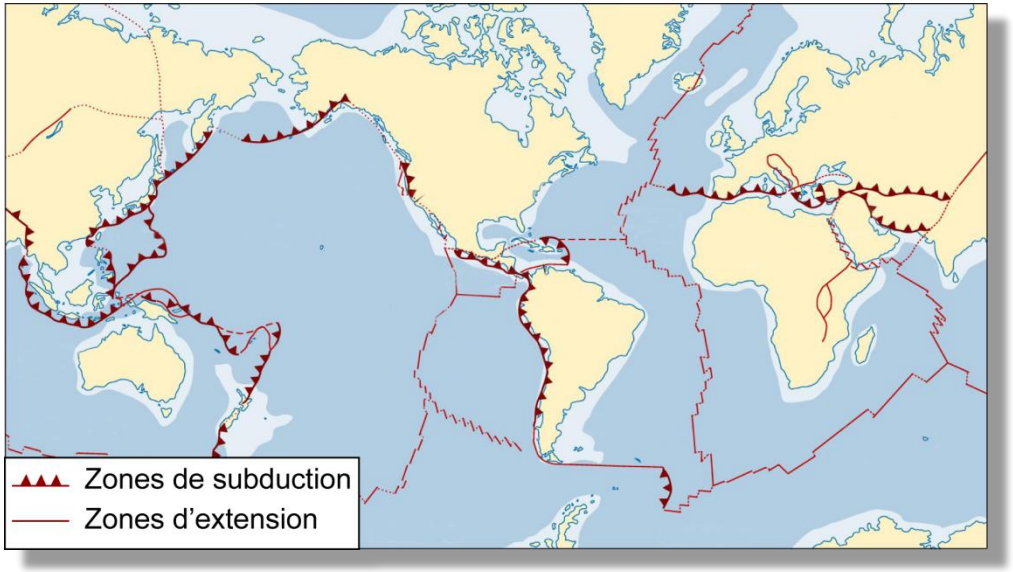
Apport des **inclusions magmatiques** et des **expériences de fusion** d'un manteau hétérogène à la compréhension des mécanismes de **genèse des magmas** émis en zone de **subduction**

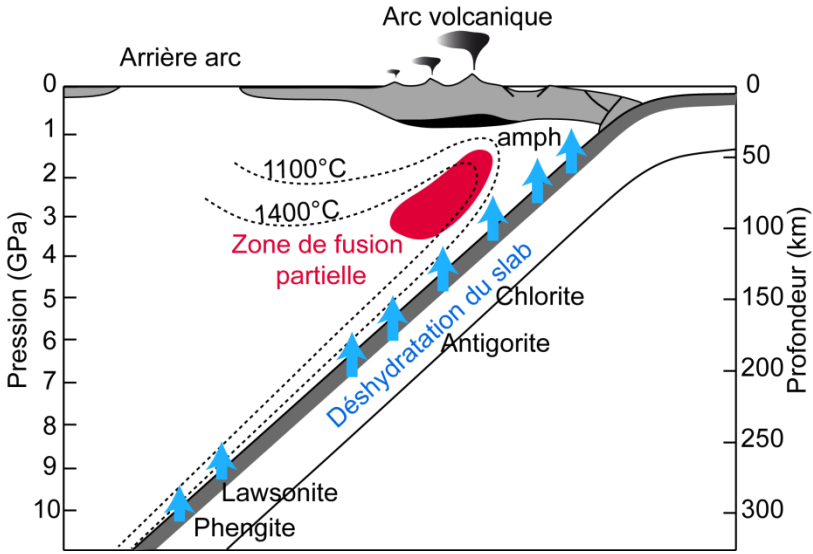
Fanny Sorbadere

Université Blaise Pascal – Clermont II – U.F.R. Sciences et Technologies

Directeurs de thèse:
Pierre Schiano
Nicole Métrich

Caractéristiques générales des magmas d'arc



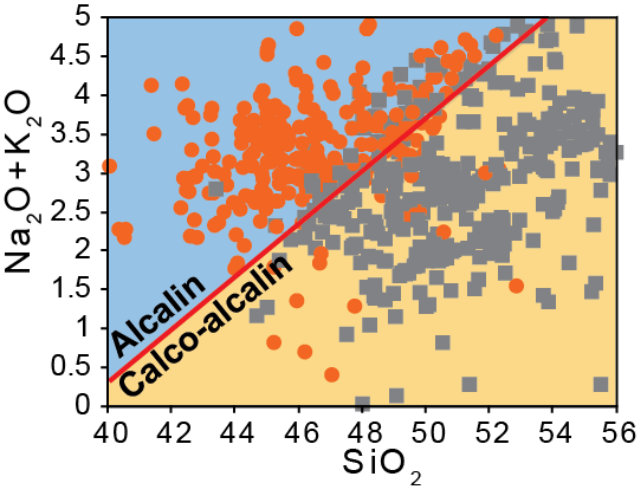


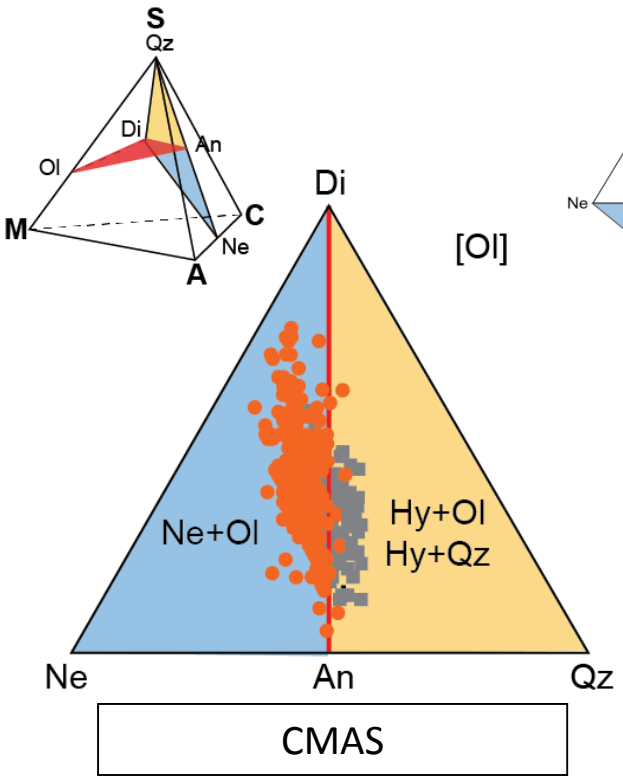
D'après Schmidt & Poli (2003)

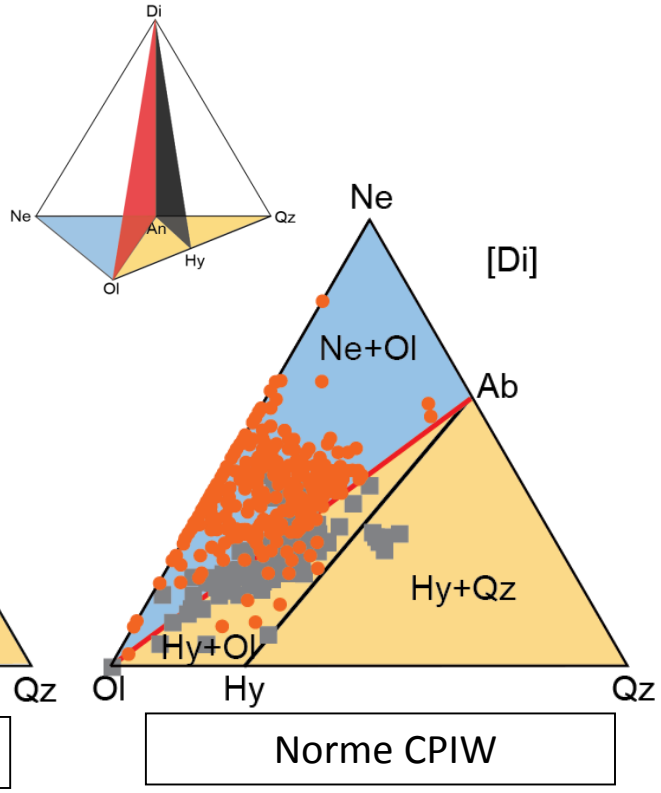
Mayon, Philippines

Merapi, Indonésie

Magmas d'arc primaires (Mg# > 0,6)

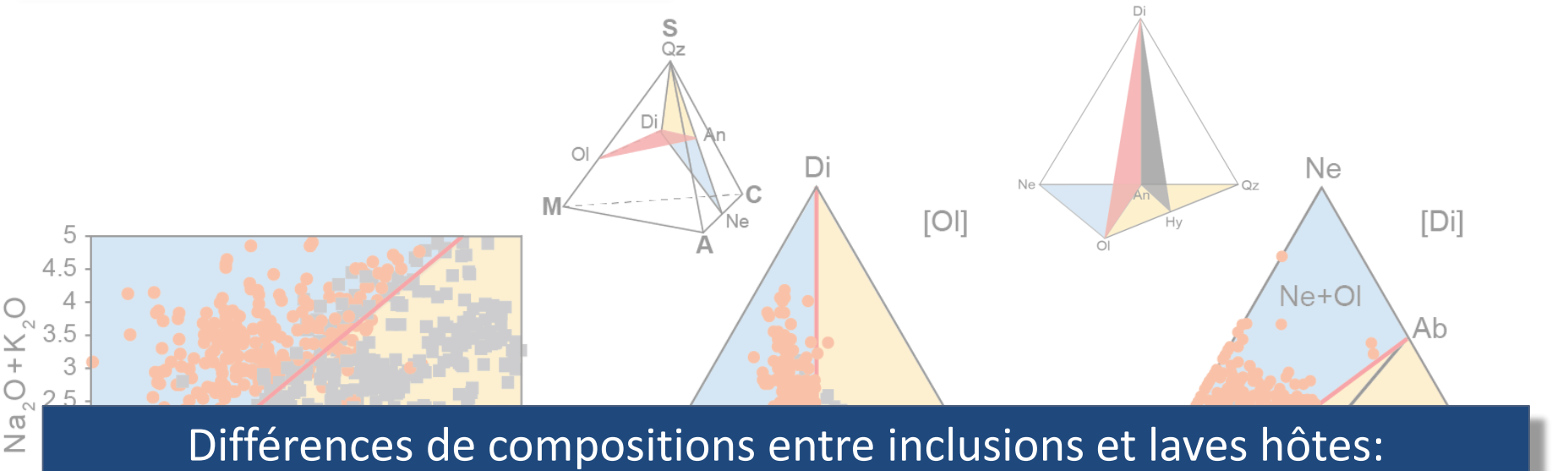






- Laves: calco-alcalin → Hy-normatif
- Inclusions magmatiques: alcalin → Ne-normative

Magmas d'arc primaires (Mg# > 0,6)



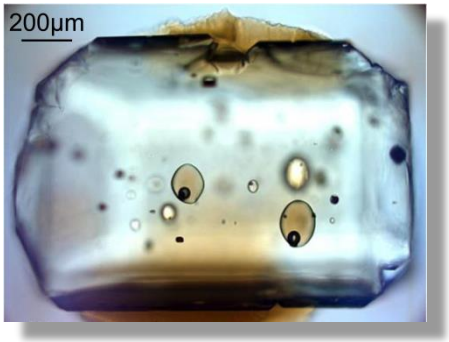
Différences de compositions entre inclusions et laves hôtes:

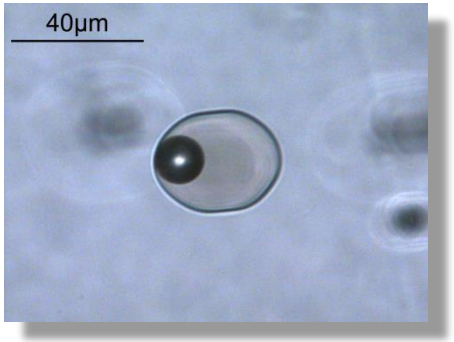
1. Origine du magmatisme alcalin d'arc?
2. Relations génétiques entre inclusions et laves?

- Laves: calco-alcalin → Hy-normatif
- Inclusions magmatiques: alcalin → Ne-normative

Les inclusions magmatiques

- Gouttelettes de magmas silicatés





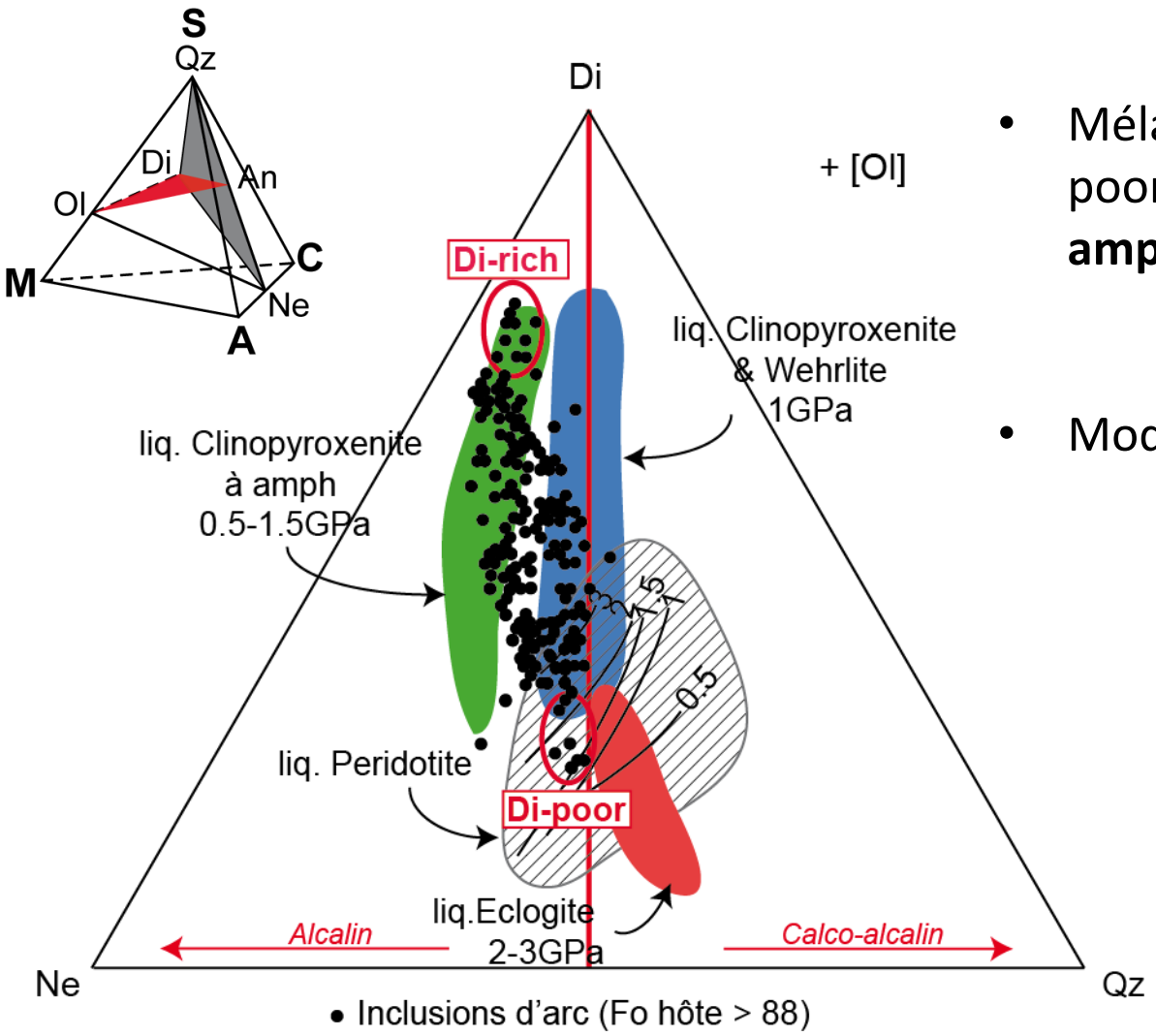
- Piégées lors de la formation du cristal hôte
- Echantillonnent la composition du magma parent

Sélection olivines Fo > 88 → magmas primitifs

Les magmas alcalins d'arc piégés dans les inclusions magmatiques

(Della-Pasqua & Varne, 1997; Gioncada et al., 1998; Metrich et al., 1999; Schiano et al., 2000; De Hoog et al., 2001; Mironov et al., 2001; Médard et al., 2006; Elburg et al., 2007; Portnyagin et al., 2007; Marchev et al., 2009; Bouvier et al., 2010, Le Voyer et al., 2008; Sorbadere et al., 2011, 2013)

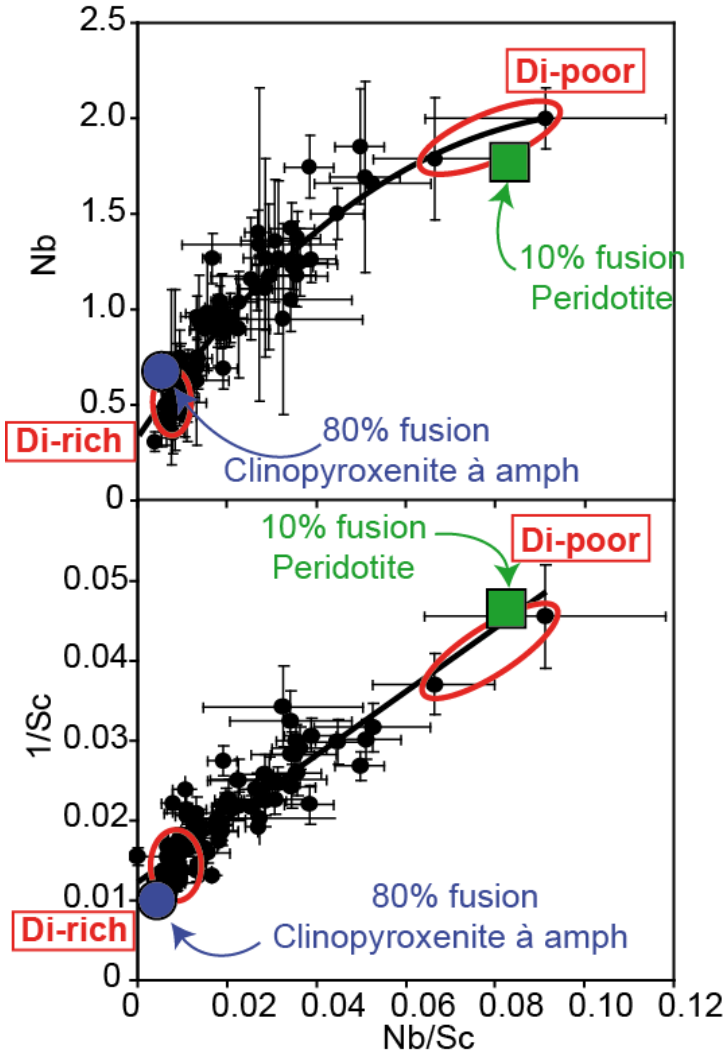
Les magmas alcalins d'arc piégés dans les inclusions magmatiques



- Mélange entre **peridotite** (Di-poor) and **clinopyroxenites à amph** (Di-rich)
- Model de mélange ~ 1 GPa

Sorbadere et al. (2013) J. Petrol

Les magmas alcalins d'arc piégés dans les inclusions magmatiques



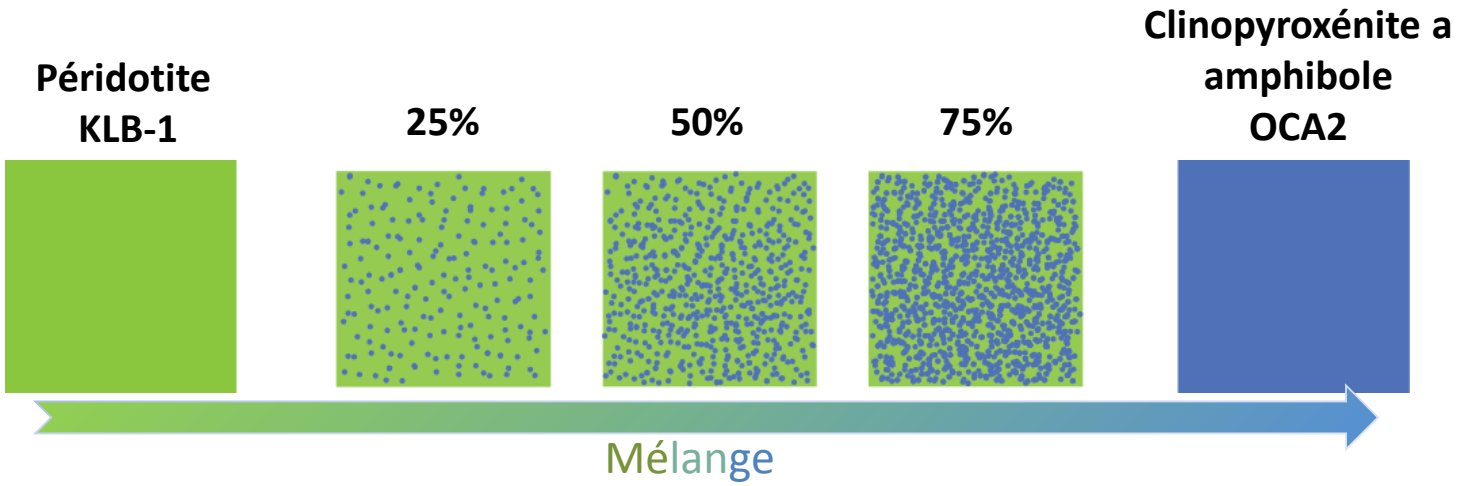
- Mélange entre **peridotite** (Di-poor) and **clinopyroxenites à amph** (Di-rich)
- Model de mélange ~ 1 GPa

Sorbadere et al. (2013) J. Petrol

Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

Matériels de départ

- **lherzolite** hydratées + quantité variable de **clinopyroxenite à amph**

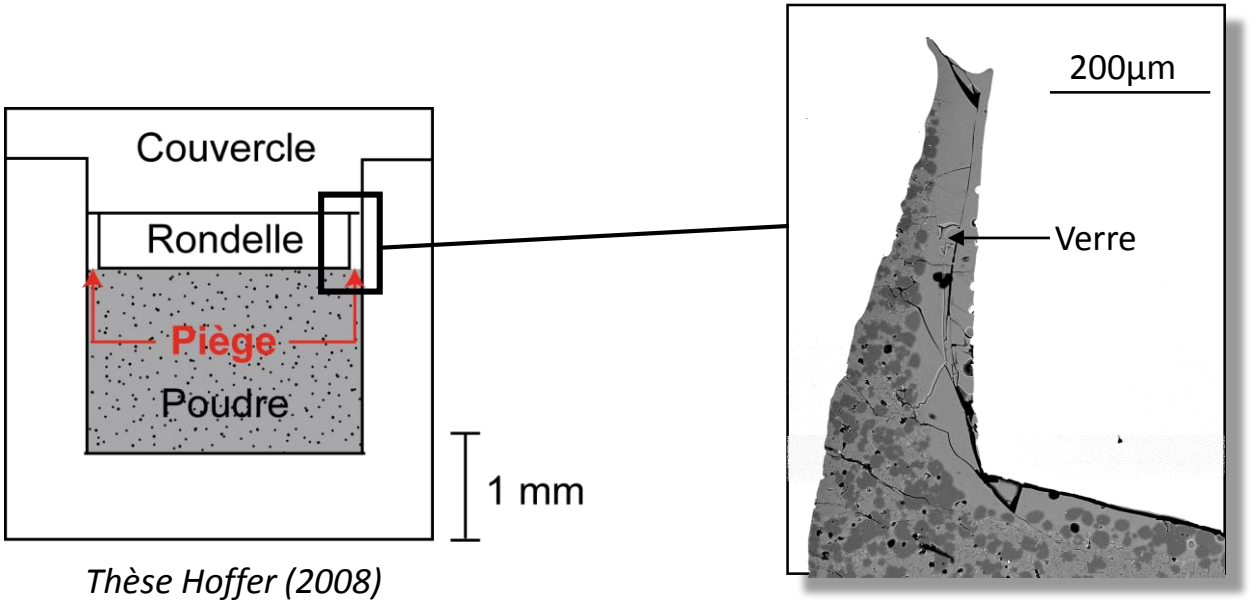


wt%	**KLB-1** Hirose & Kawamoto (1995)	**OCA2** Médard et al. (2006)
SiO_2	44.39	45.09
FeO	8.08	9.42
MgO	39.14	19.72
CaO	3.43	14.87
Alk.	0.32	1.30
H_2O	**0.2**	**1**

Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

Conditions de fusion partielle

- 1 GPa, 1150-1300°C → piston cylindre
- fO_2 ~ FMQ
- Technique de piégeage du liquide dans AuPd capsules (D. Laporte, LMV, Clermont Fd)

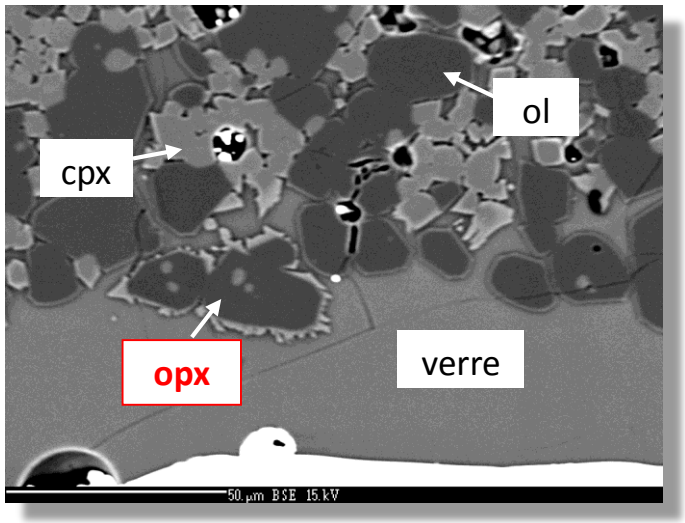


Thèse Hoffer (2008)

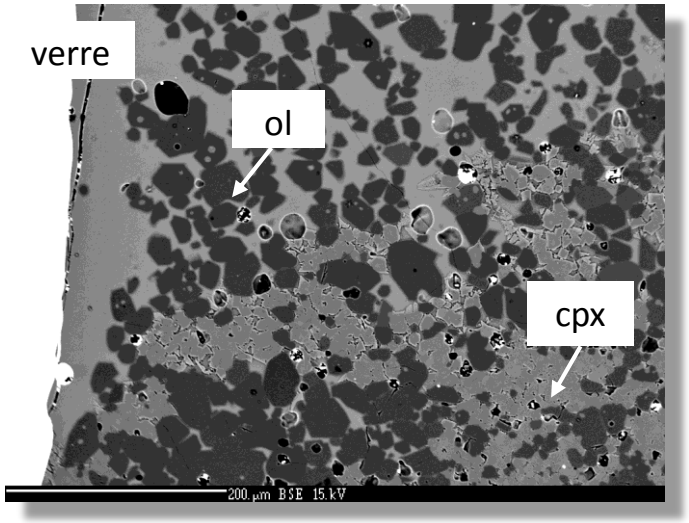
Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

Paragénèses

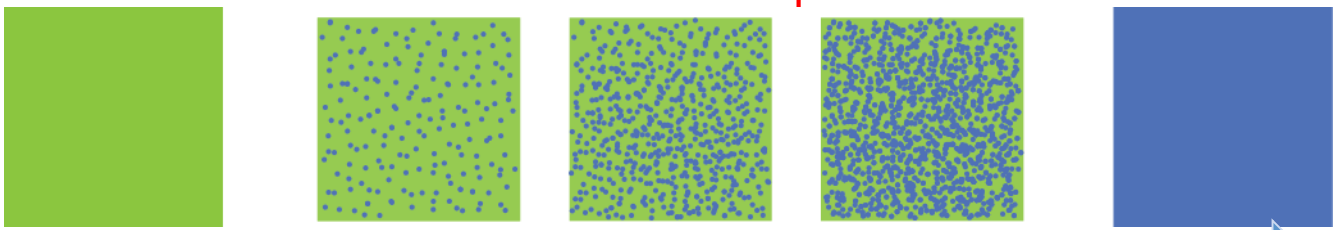
< 50% **Avec opx**



Sans opx > 50%



Péridotite **25%** **50%** **75%** **Clinopyroxénite a amphibole**

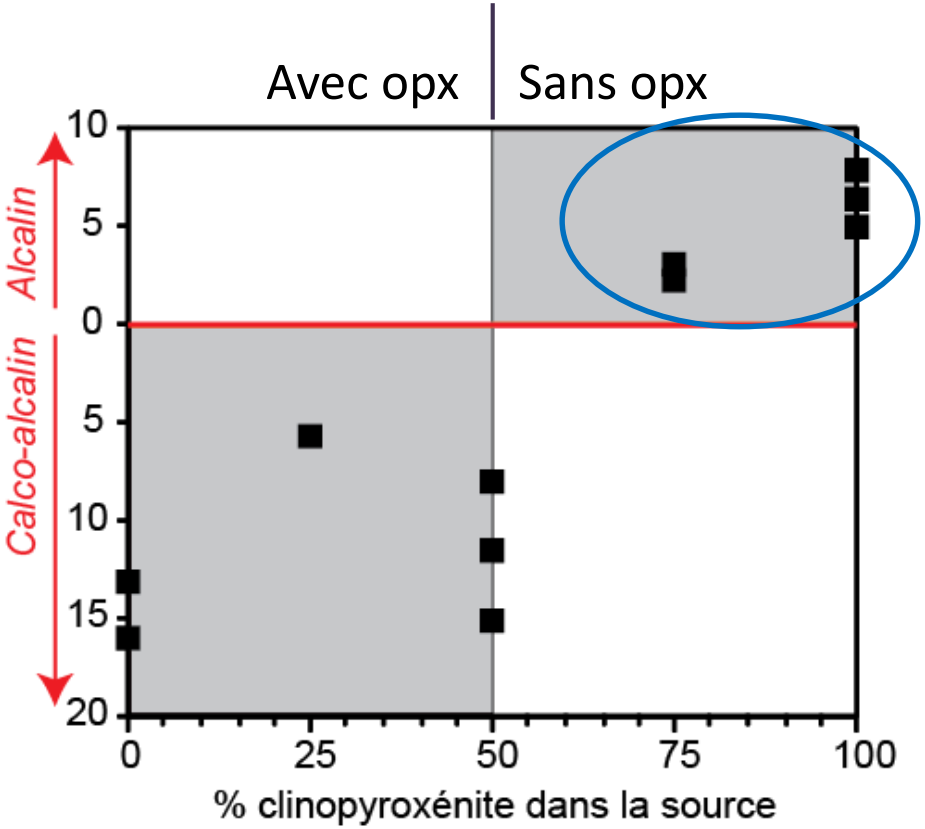


Mélange

Fanny Sorbadère, Prix Ami Boué – Société Géologique de France – 4/12/2014

Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

Compositions des magmas



< 50% mélange:

- Opx présent
- Magmas calco-alcalins

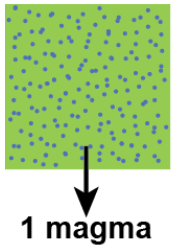
> 50% mélange:

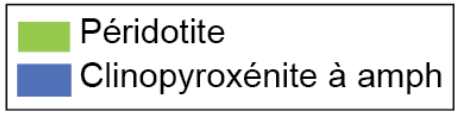
- Opx absent
- Magmas alcalins

Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

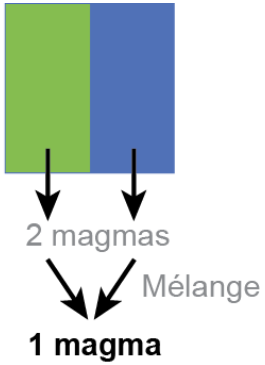
Comparaison de 2 modèles de mélange

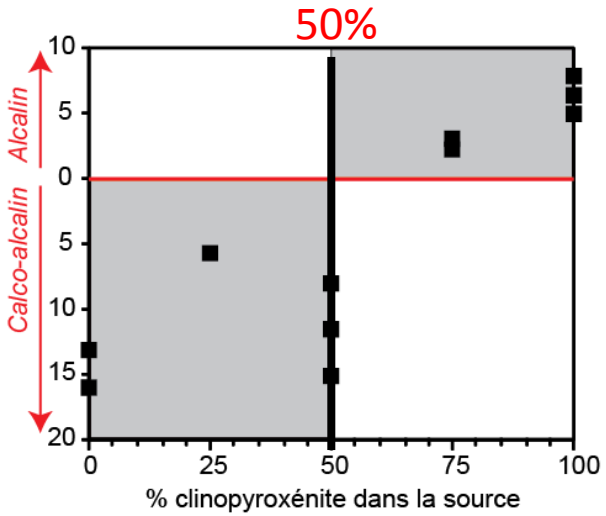
Mélange de sources (expériences)





Mélange de magmas (calculs)



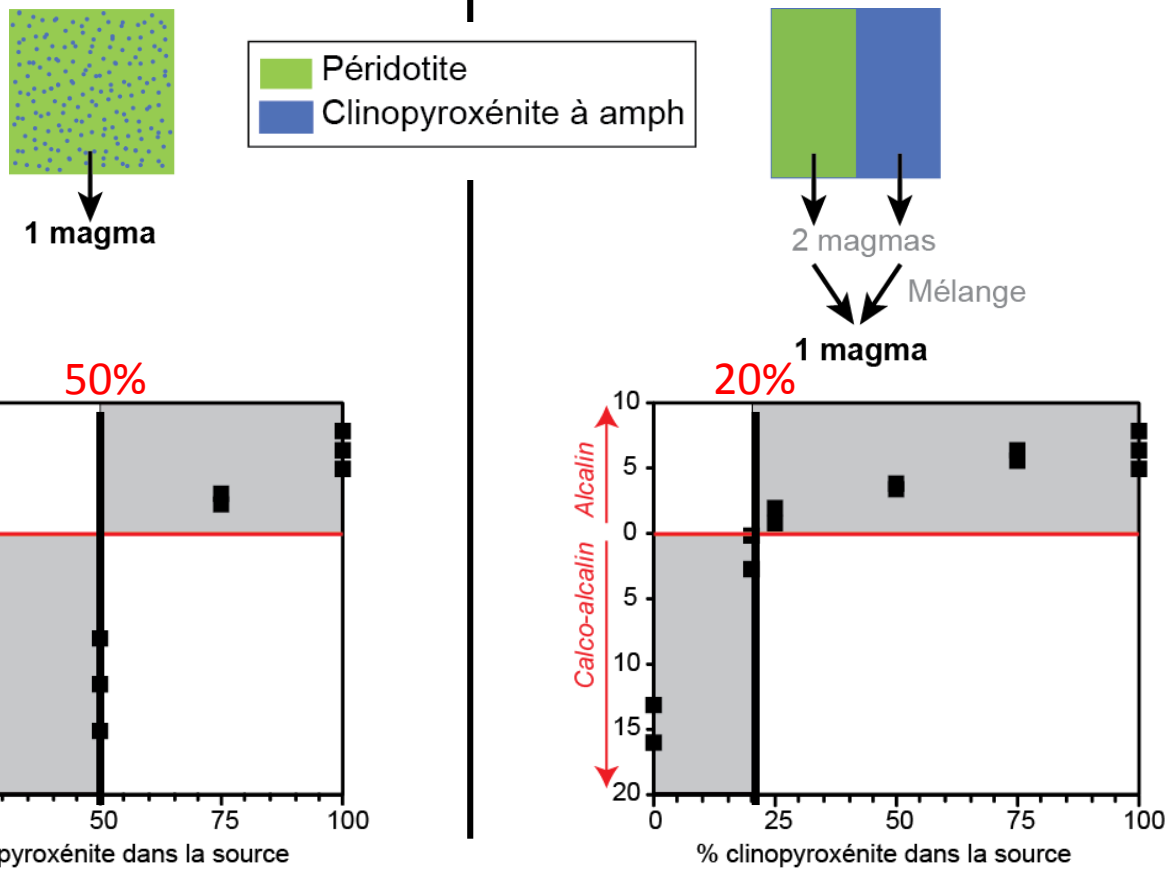


Fusion partielle d'une source mixte péridotite-pyroxénite

Comparaison de 2 modèles de mélange

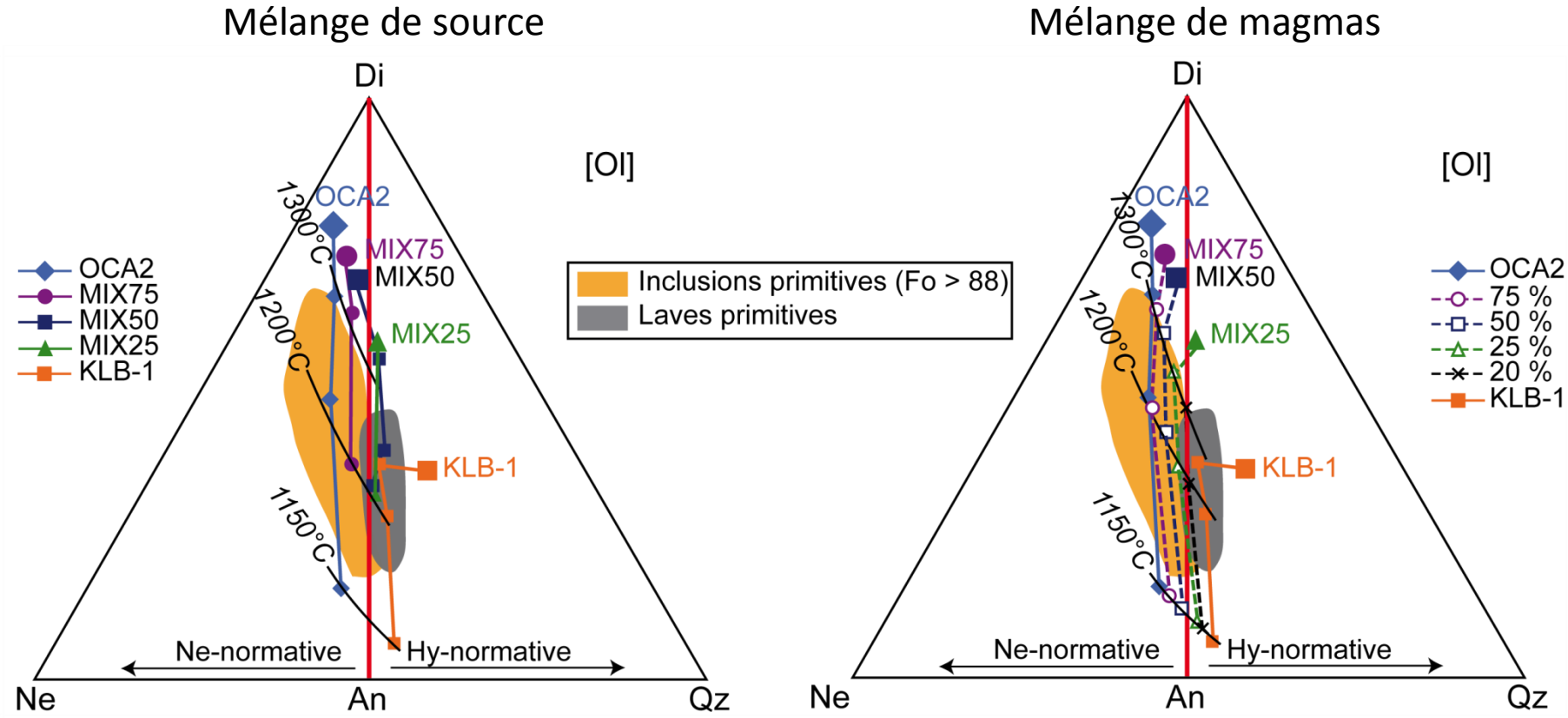
Mélange de sources (expériences)

Mélange de magmas (calculs)



Mélange de source versus mélange de magmas

Application aux magmas d'arc



Laves: 0-50% pyroxenite

Inclusions: 50-100% pyroxenite

Laves: 0-20% pyroxenite

Inclusions: 20-100% pyroxenite

Sorbadere et al. (2013) EPSL

Origine du composant pyroxénitique

1. Veines métasomatiques riches en cpx + amph

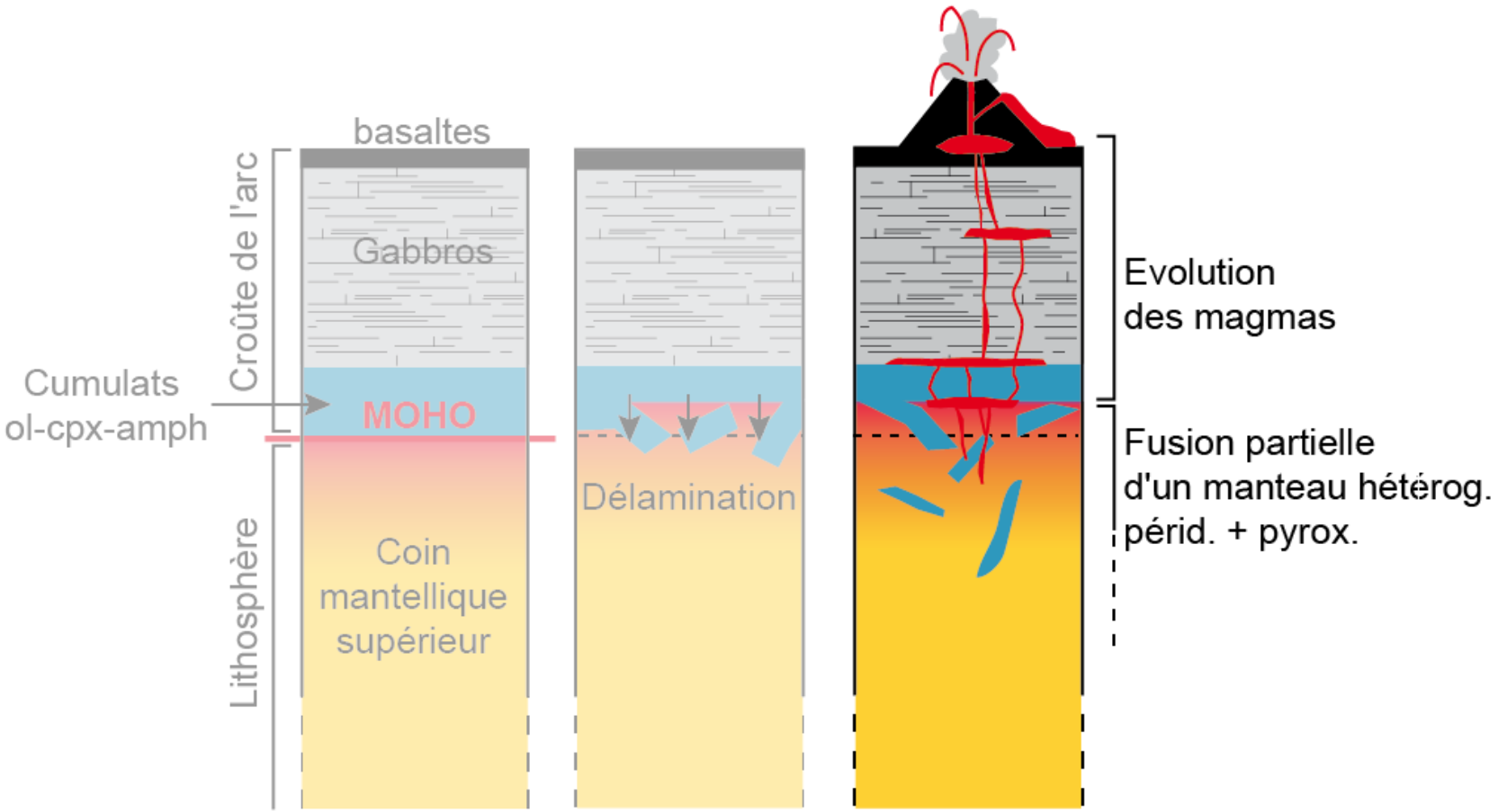
→ Dans xénolithes et complexes ultramafiques des arcs *(Irving, 1980; Garrido & Bodinier, 1999; Berly et al., 2006)* mais aussi dans différents contextes tectoniques.

→ Fusion de ces veines genère des magmas alcalins : implication dans sources des MORB et OIB (Sobolev et al., 2005; 2007; Lambart et al., 2009; Pilet et al., 2008; Mallik & Dasgupta, 2013).

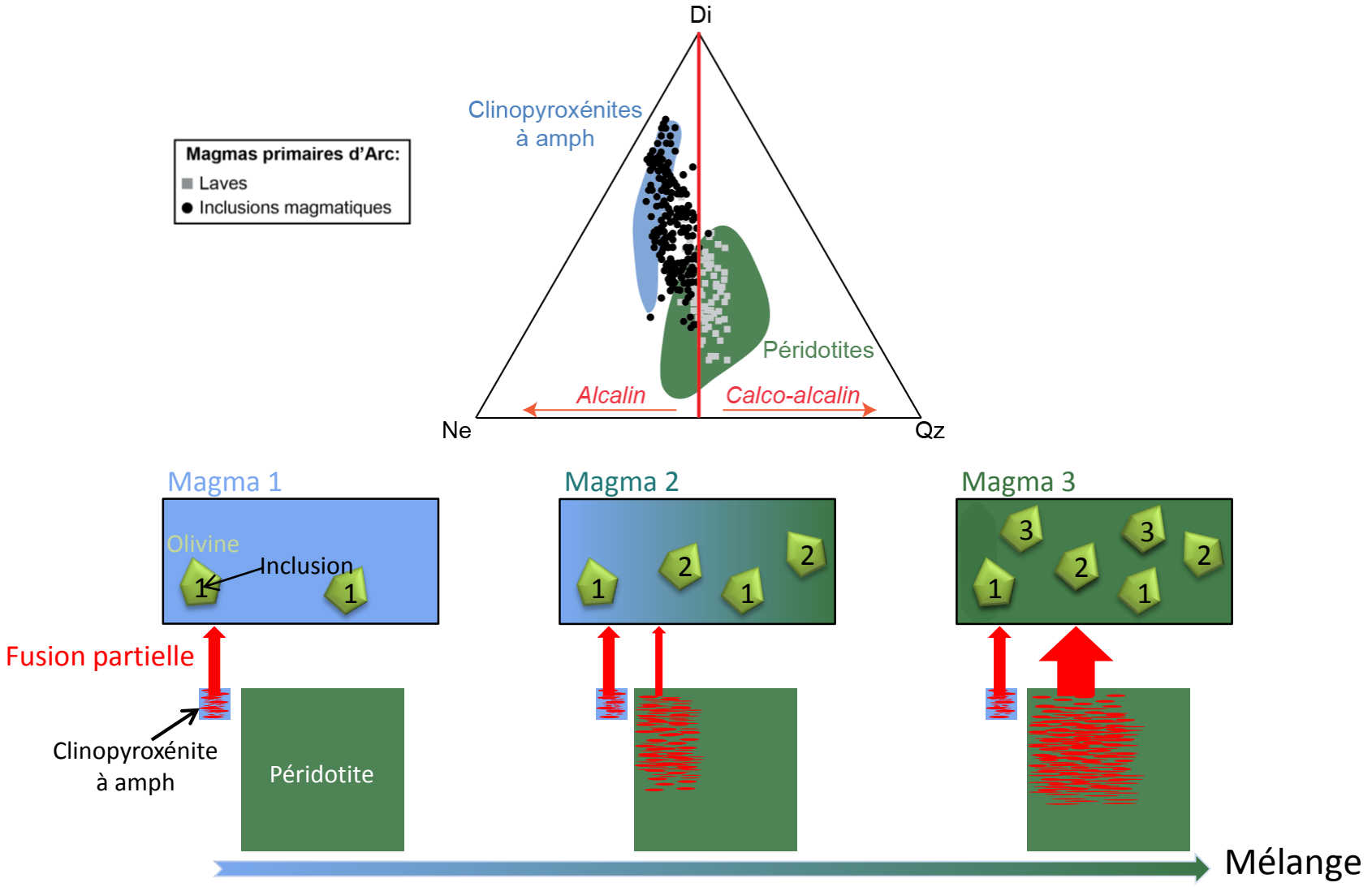
MAIS, inclusions alcalines, riches en Di sont uniquement présentes en contexte d'arc…

Origine du composant pyroxénitique

2. Cumulats de base de croûte de l'arc



Modèle de genèse des magmas d'arc



Conclusions

- Mise en évidence d'une nouvelle population de magmas primaires dans les arcs: les **inclusions magmatiques alcalines** piégées dans les olivines des laves calco-alcalines.
- La source des inclusions alcalines est **hétérogène**: péridotite + clinopyroxénite
- **≤ 20 % de pyroxénite dans la source**
- Origine potentielle du composant clinopyroxénitique dans la source: **cumulats** à la base de la croûte de l'arc et/ou délaminés dans le coin mantellique.

Inclusions:
Enregistrent plusieurs stades de mélange→ hétérogénéités de compositions

Laves:
Stade final du mélange + différentiation→ homogénéités de compositions

Merci de votre attention

Merci à:
Mes directeurs de thèse Pierre Schiano et Nicole Métrich. Etienne Médard et Didier Laporte pour leur encadrement sur la partie expérimentale. Sarah Lambart, Sébastien Pilet et Marion Le Voyer pour nos riches discussions. Jean-Luc Devidal, Nicolas Cluzel, Jean-Marc Hénot, Mhammed Benbakkar pour leur assistance technique. Et aussi, posdocs, thésards, Greg et Agathe.