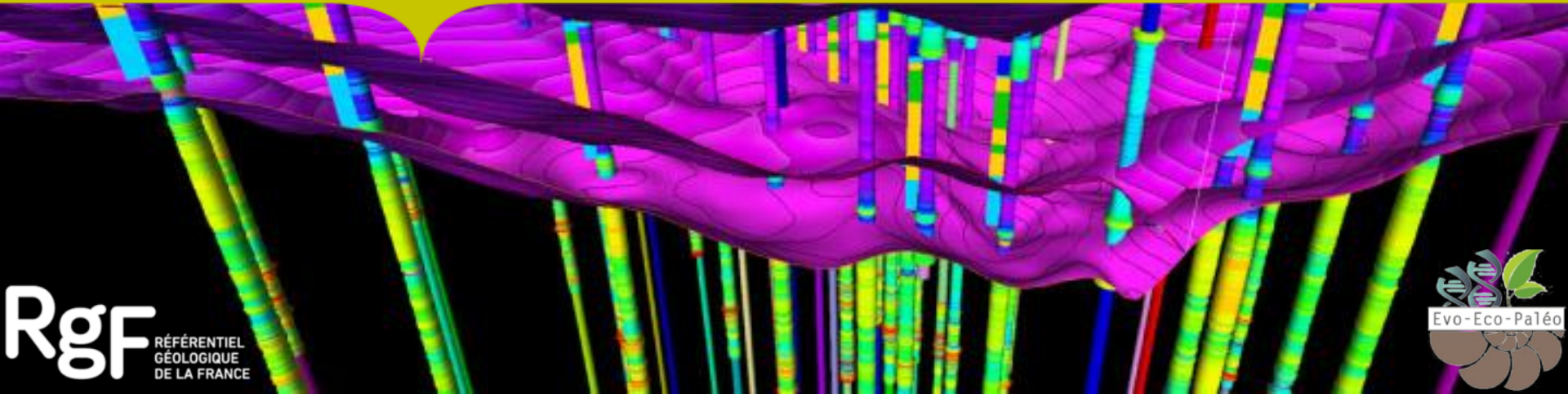


# Evolution de la provenance sédimentaire au cours du Cambrien-Ordovicien

## Inférieur le long de la marge occidentale péri-gondwaniennne

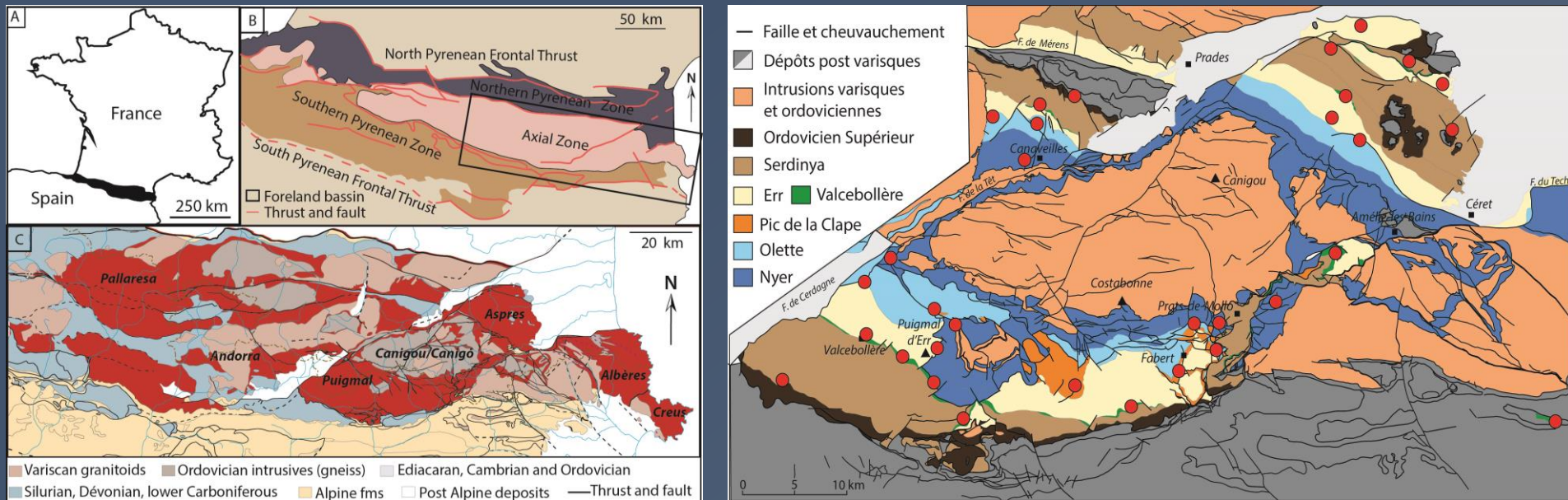


Maxime Padel  
BRGM DRG/GSO





## Rappel des épisodes précédents

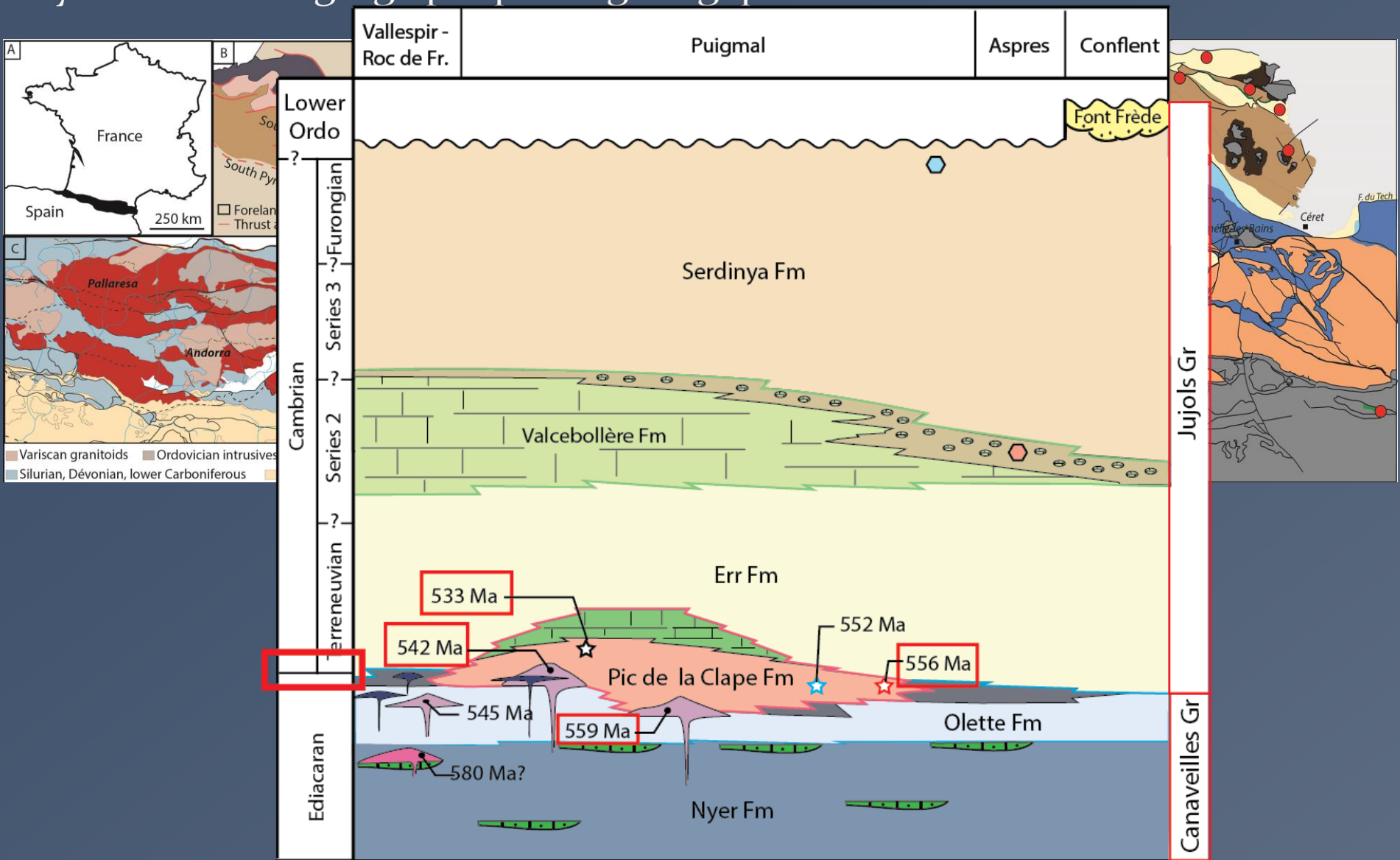


**2014:** **Biostratigraphie** et **paléobiogéographie** de l'Ediacarien-Cambrien (pré-discordance sarde) des **Pyénées Orientales**

**2015:** **Biostratigraphie** et **paléobiogéographie** de l'Ediacarien-Cambrien (pré-discordance sarde) des **Pyénées Orientales**

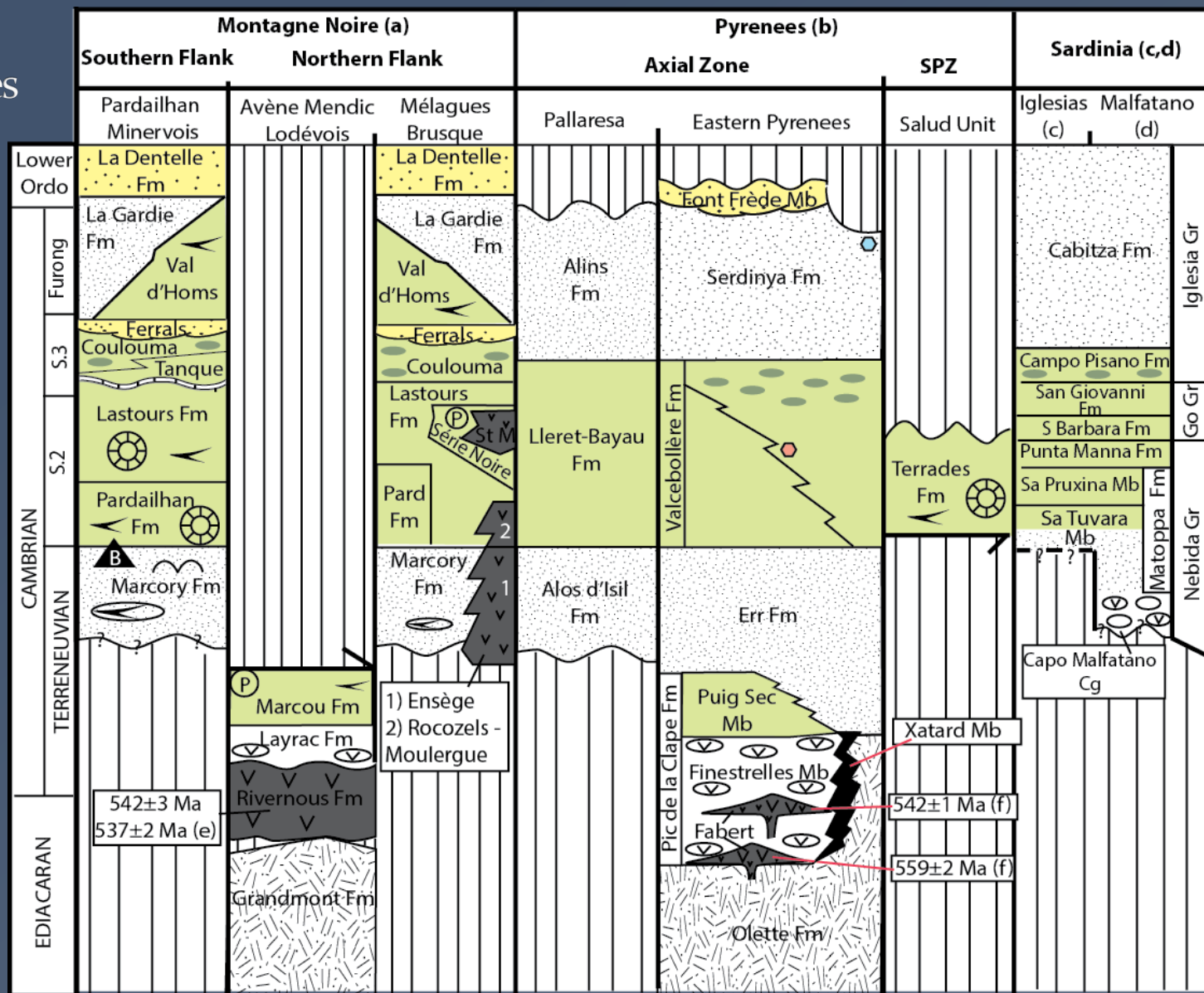
**2016:** Influence cadomienne dans les séries pré-sardes des **Pyénées Orientales** : approche géochimique, **stratigraphique** et géochronologique

# Pyrenées : cadre géographique et géologique



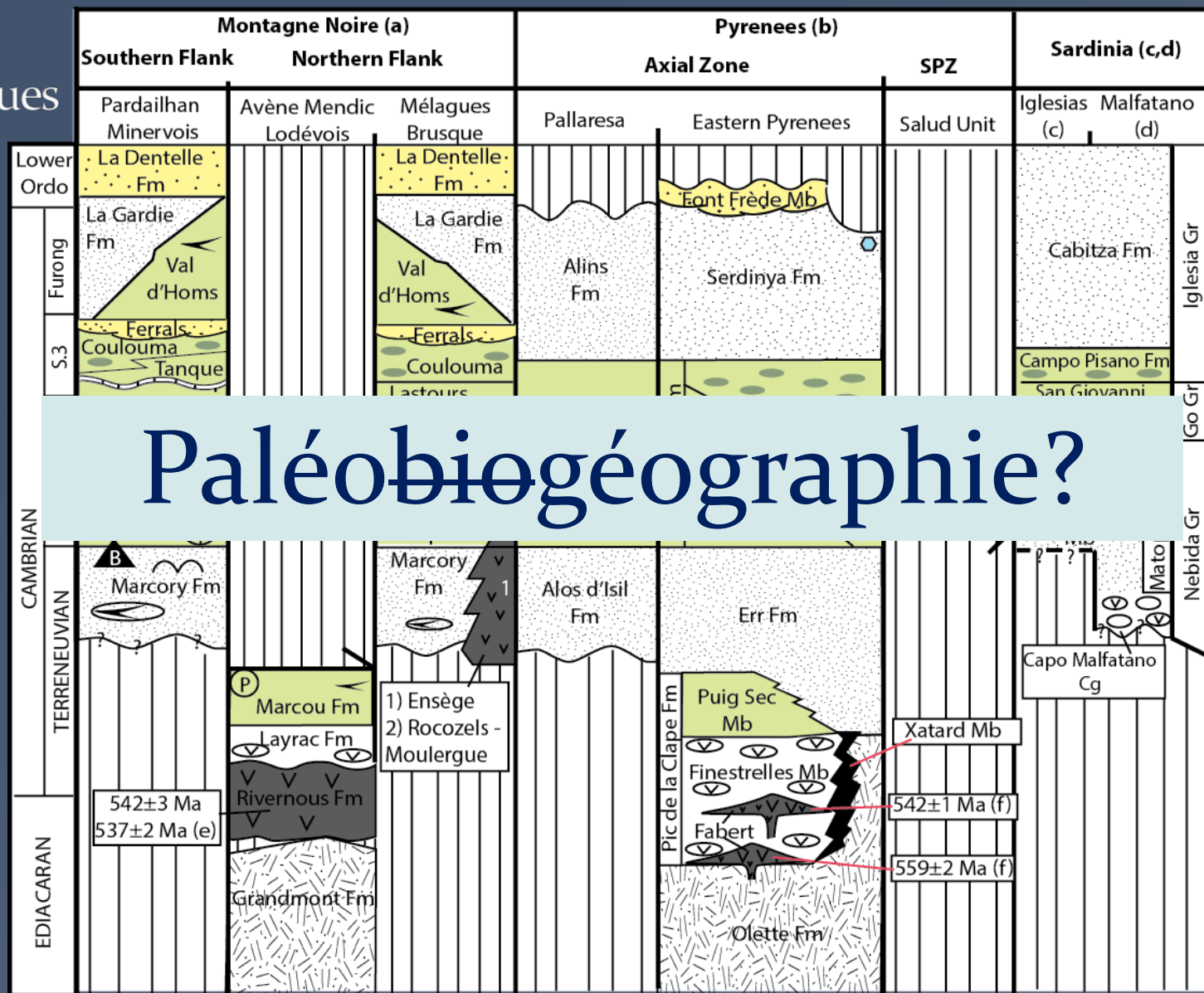
Corrélations  
Lithostratigraphiques  
Régionales

Nouvelles datations



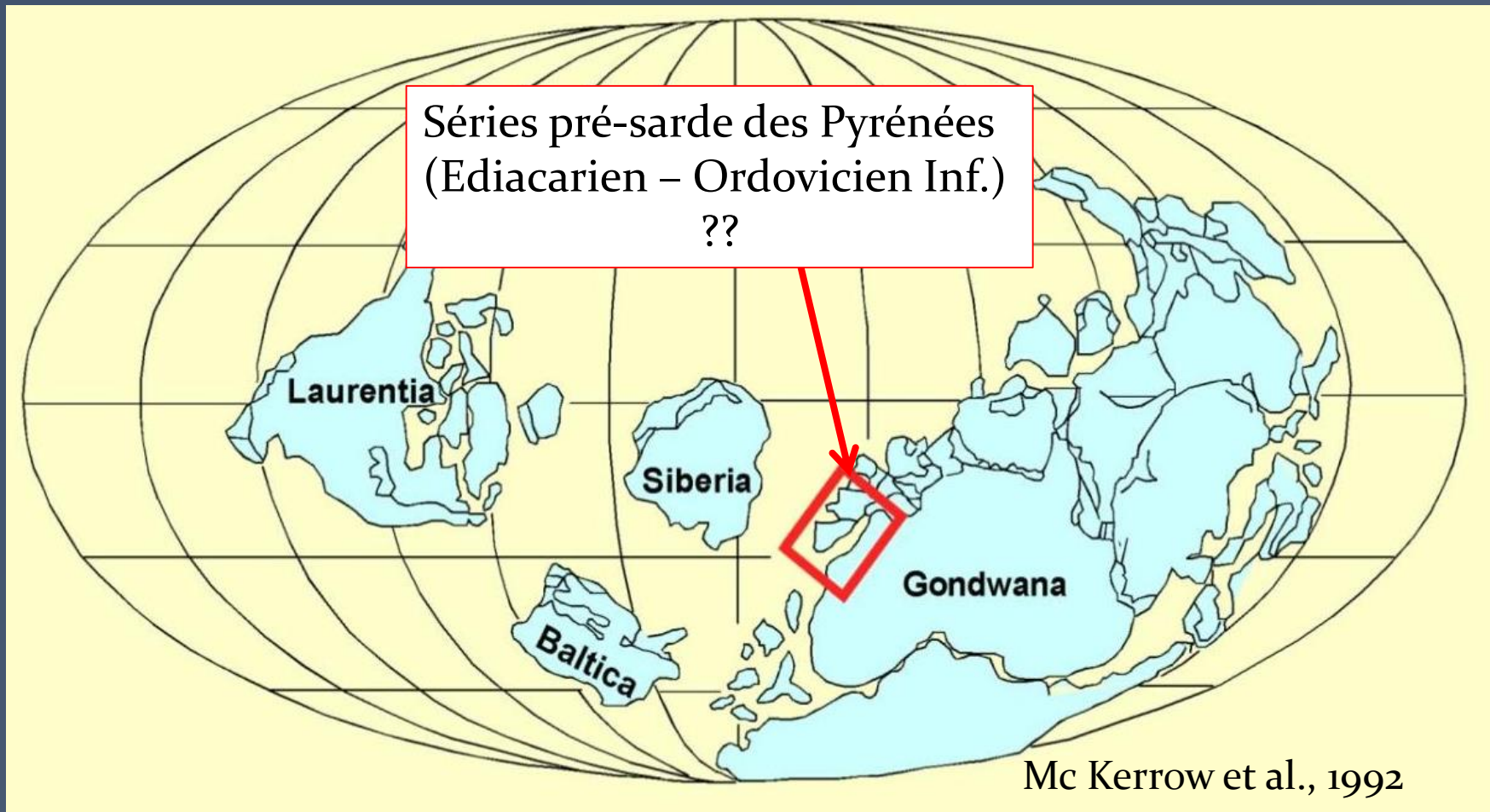


Corrélations  
Lithostratigraphiques  
régionales



# Paléobiogéographie?

Représentation paléogéographique de la marge péri-gondwaniennne  
Terreneuvien (Cambrien, ~540 Ma): Où étaient les Pyrénées?



# Contexte géodynamique

Durant l'Ediacarien, le Gondwana était affecté par l'Orogénèse panafricaine



Segment nord occidentale :  
Ceinture cadomienne (620-540 Ma)



Mc Kerrow et al., 1992

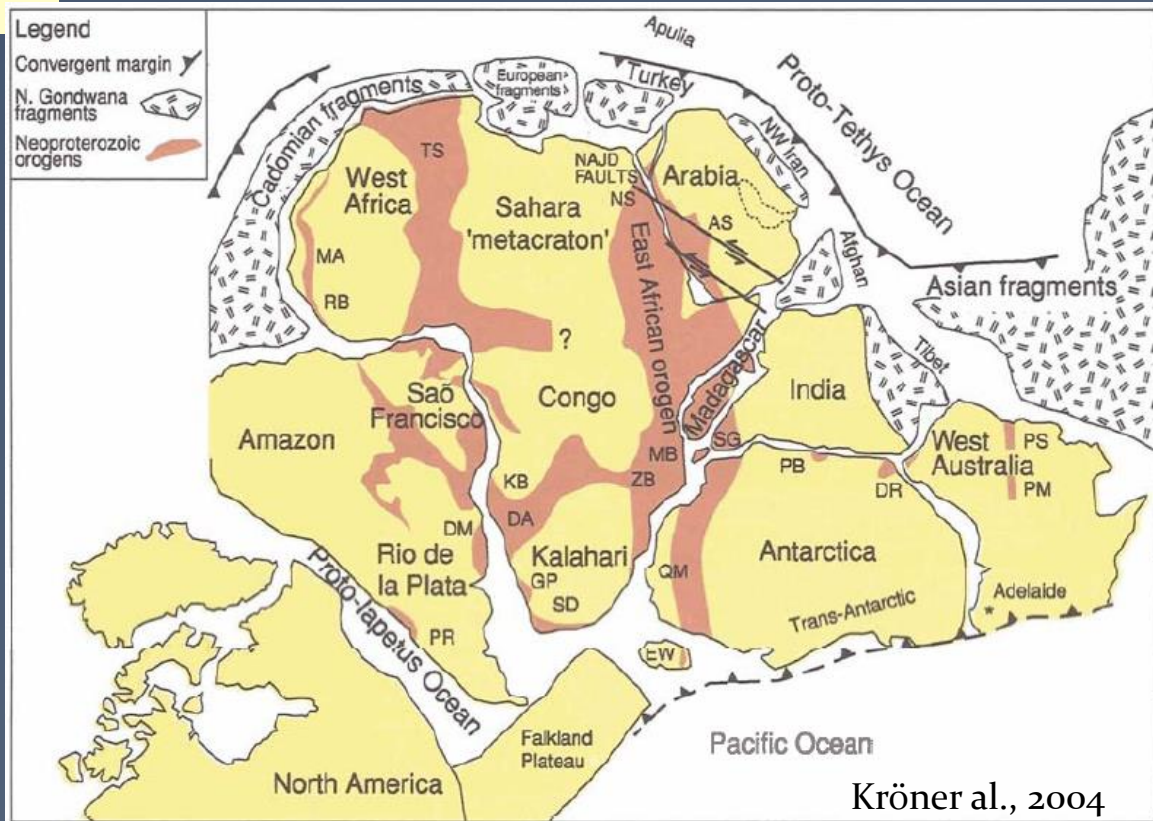
Phase d'activité tectonothermale caractéristique d'une Marge active



Arcs magmatiques



Accrétés le long de la bordure du Gondwana



Kröner al., 2004



# Contexte géodynamique

Région méditerranéenne

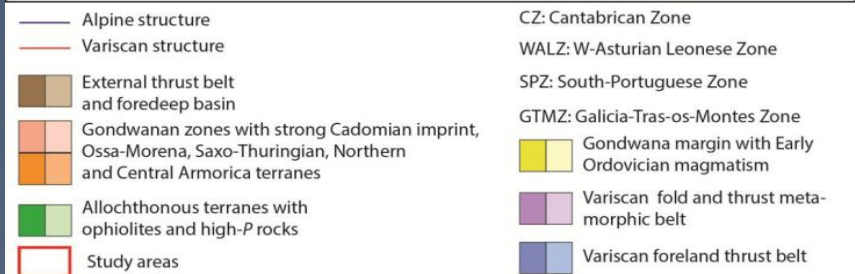
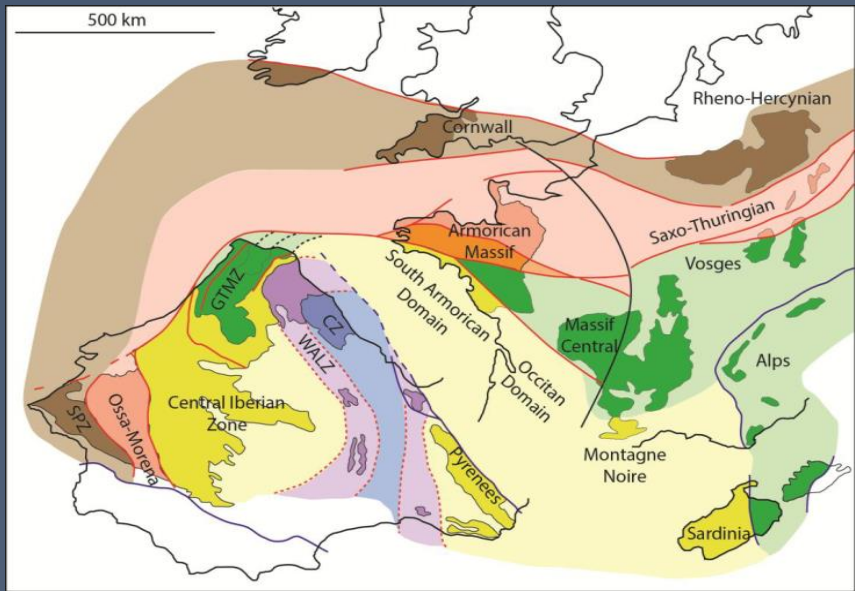
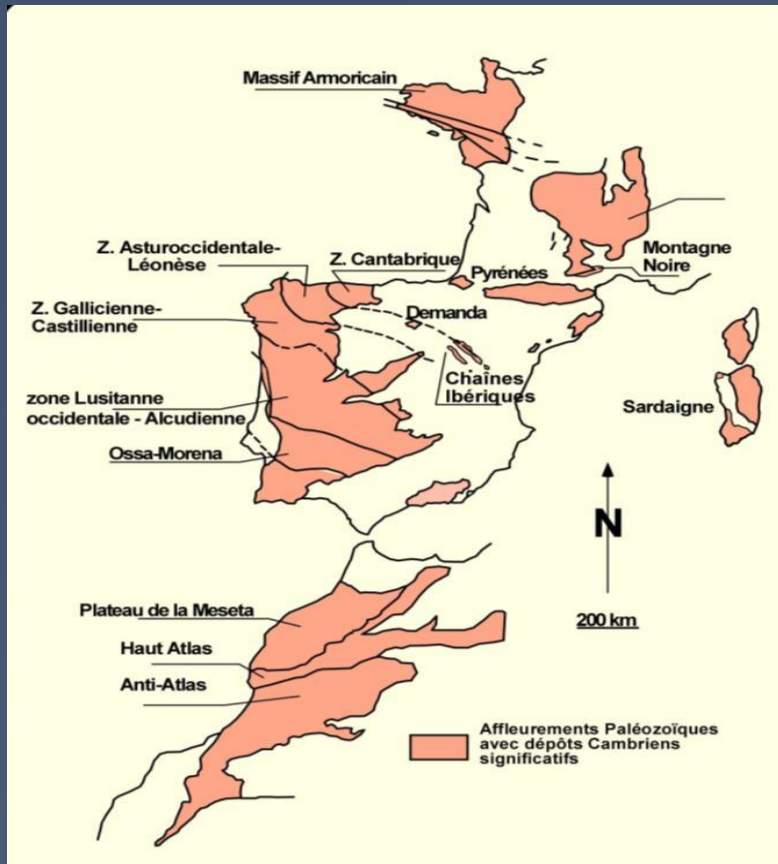
Série du même âge

Maroc → Massif Armoricain

Repris durant l'orogénèse Hercynienne

Arc Ibéro-Armoricain

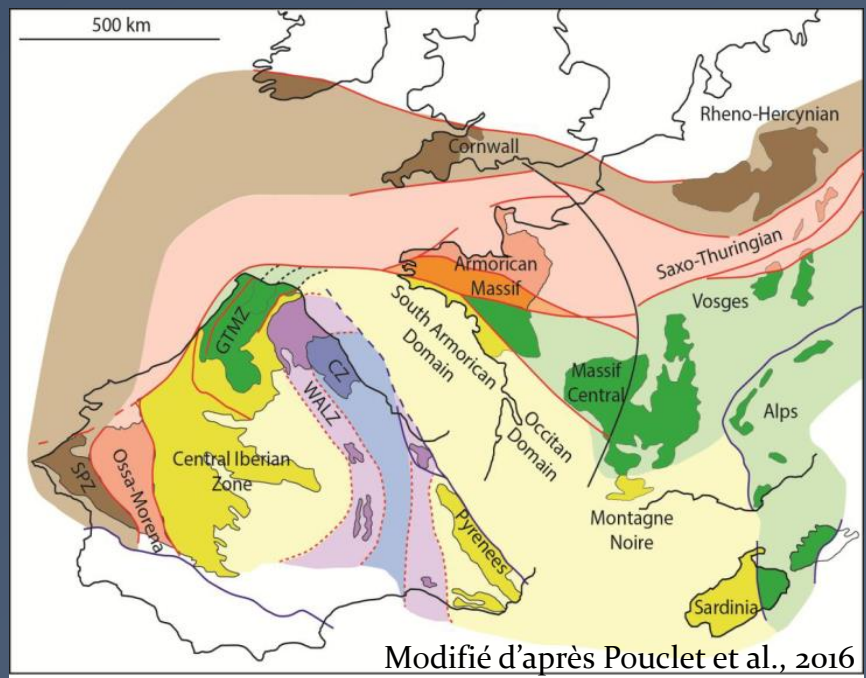
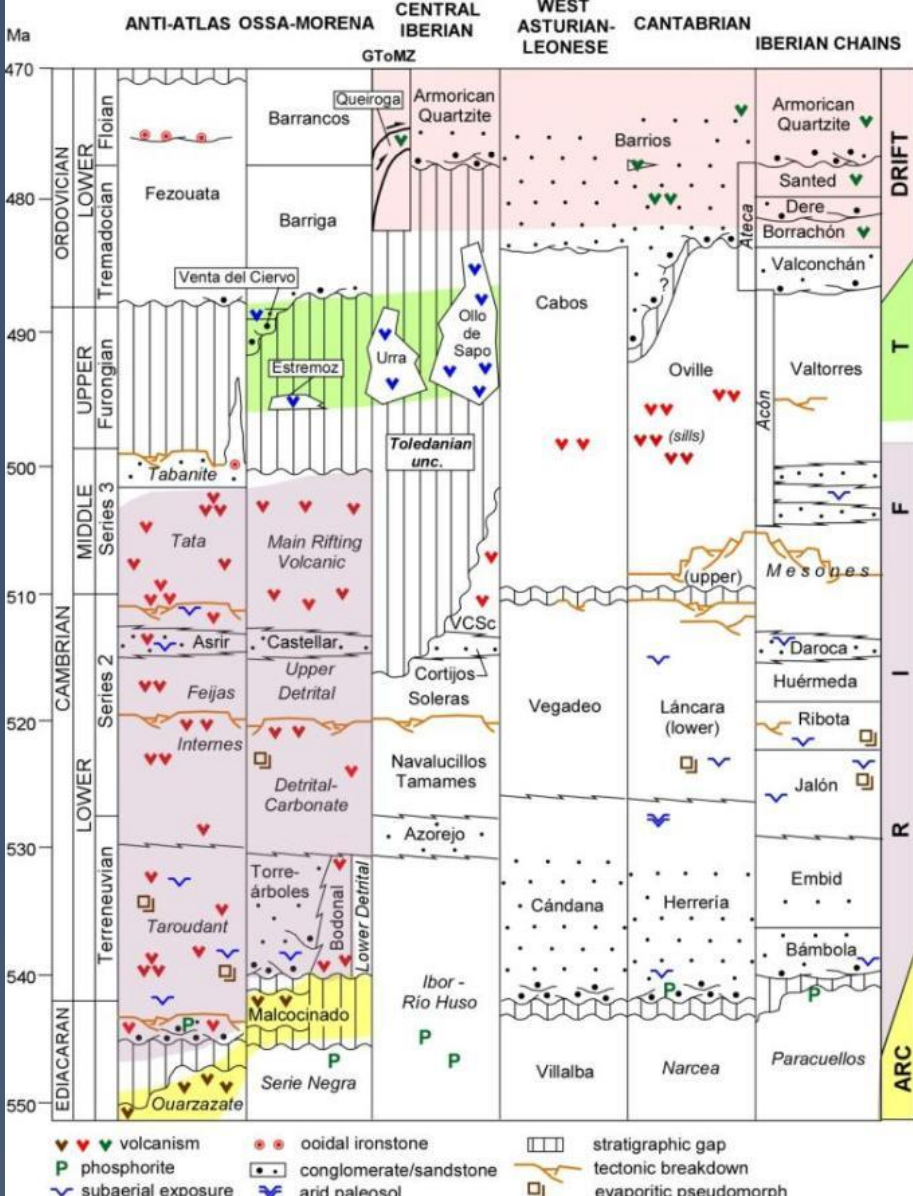
Deux branches: SO et NE





# Stratigraphie : Ediacarien-Cambrien

Álvaro et al., in prep



Anti-Atlas, Branche SE, Nord du Massif Armoricain

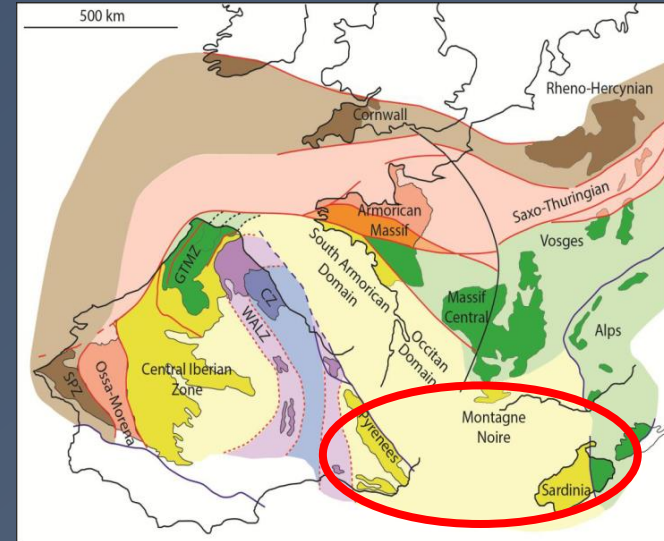
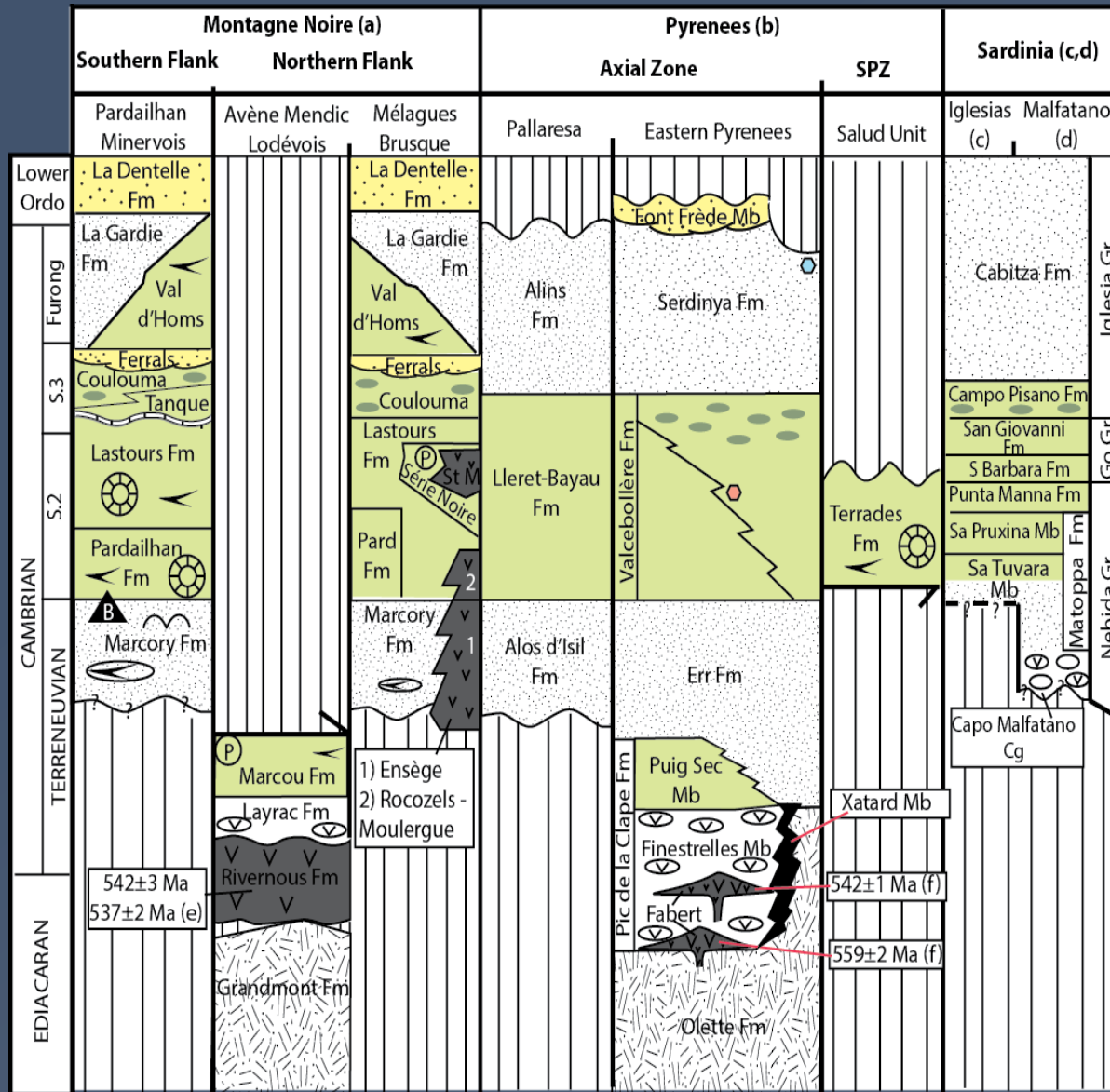


Transition Ed.-Cambrien : déformation et hiatus ( $\Phi$  panafricaine et cadomienne)



Dépôt du Cambrien → transition depuis une phase d'arc vers rifting

# Stratigraphie : Ediacarien-Cambrien



Modifié d'après Pouclet et al., 2016

Branche NE

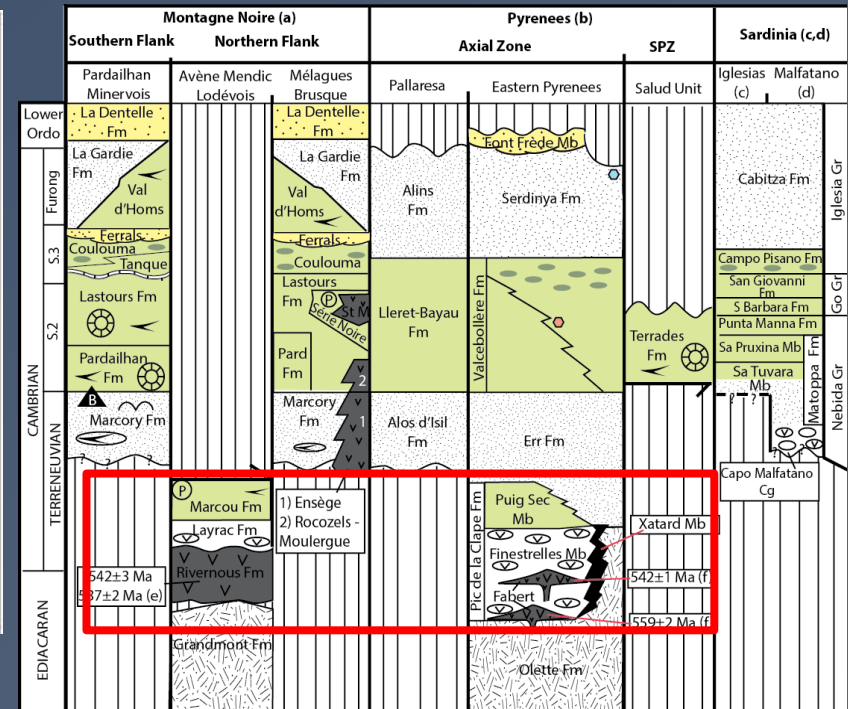
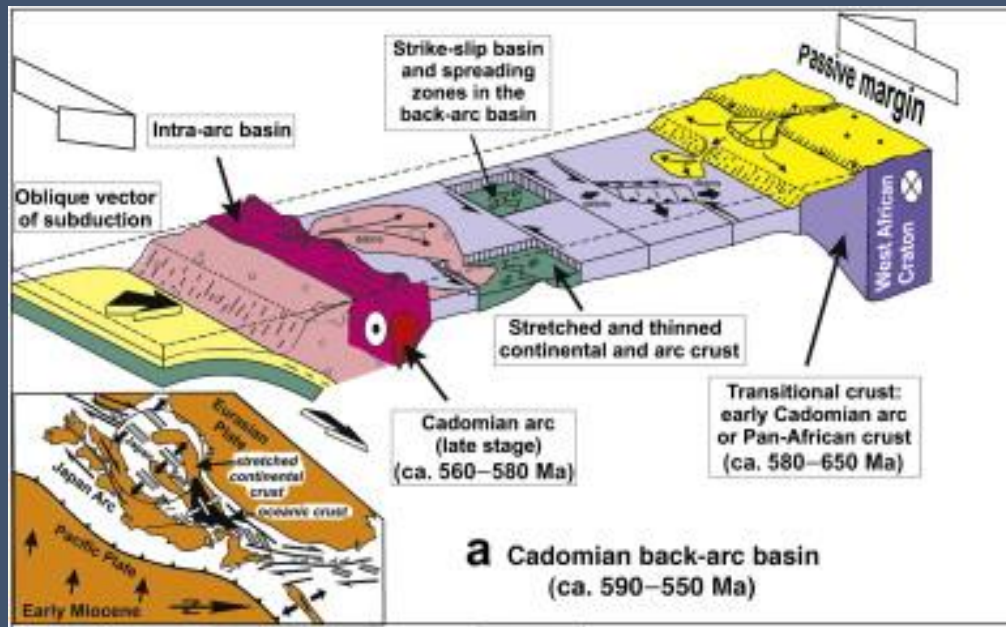


Ni de déformation  
ni de hiatus



Séries continues





Nance et al., 2012 (d'après Linnemann et al., 2007)

Les analyse géochimiques des complexes volcanosédimentaires montrent la mise en place d'un Rift en position d'arrière arc avec influence (distale – proximale) de subduction cadomienne

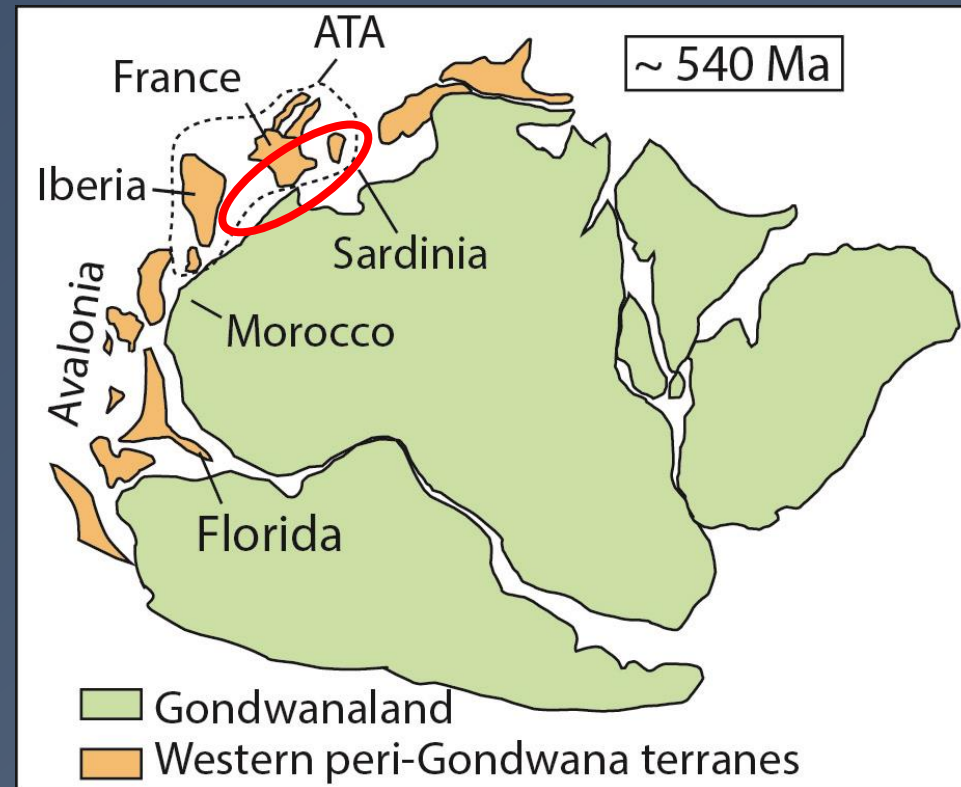


1) Affinité lithostratigraphique entre les domaines des différentes branches de l'Arc Ibero-Armoricain.

2) Pour appuyer l'analyse paléogéographique on se propose d'étudier les zircons détritiques

→ Paléoposition relative des domaines le long de la marge, au Cambrien inférieur

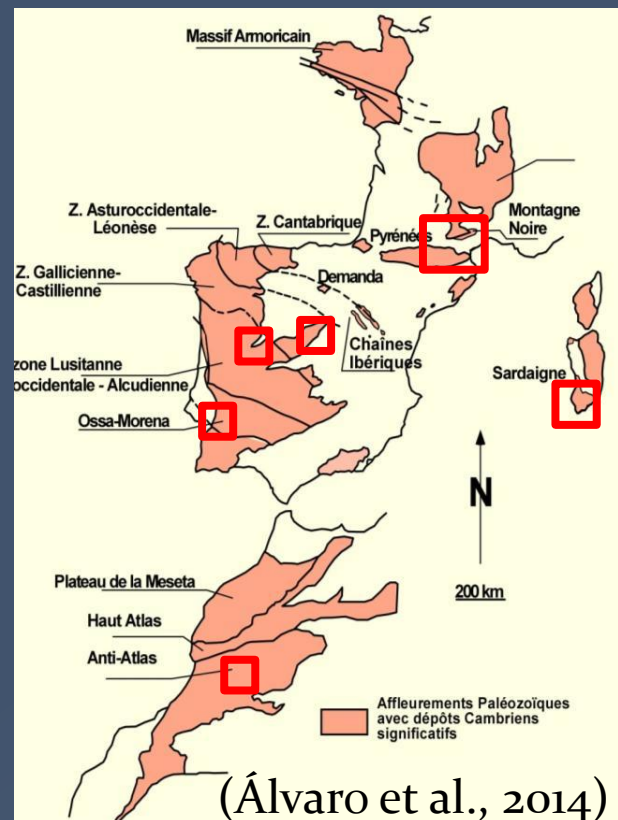
→ Evolution dans l'apport des sources durant le Cambrien jusqu'à l'Ordovicien Inférieur



(Modifié d'après Torsvik and Cocks 2013)

Quels domaines choisir? Quelles données disponibles?

Padel et al., in prep



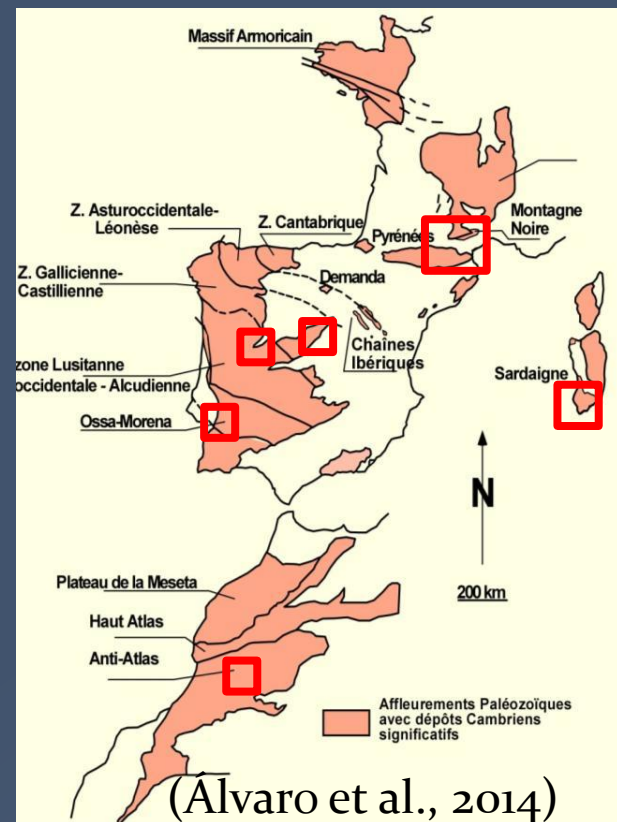
	Morocco	Ossa-Morena Estremoz A.	Central Iberian Zone	Southern Mont. Noire	Pyrenees	Sardinia
Lower ORDO.		?	Armorican Qzte. SCS5	La Dentelle		
CAMBRIAN	FURONG.	Estremoz VSC		La Gardie	RBJ1	
	S.3	Tabanite M4		Val d'Homs	Serdinya	Iglesia
	S.2	Feijas		Ferrals		
TNV		Dolomitic	Tamanes Lmst	Coulouma	MPAD8	
		Tata	Tamanes Sdst. OD3	Tanque		
EDIAC.			PreC-Camb.	Lastours & Pardailhan	Valcebollère	Gonnesa
		Taroudant M1		Marcory MN4	Err PC7	Nebida S5
		Ouarzazate	Upper S		Pic de la Clape	
		Mares ETZ30	Lower S		Olette	
			Meta-morphic Unit			



Travail de bibliographie pour sélectionner les domaines présentant des analyses de zircons détritiques depuis le Cambrien inférieur à l'Ordovicien (données publiées et nouvelles acquisitions)

→ à cela s'ajoute l'identification des sources potentielles

Quels domaines choisir? Quelles données disponibles?



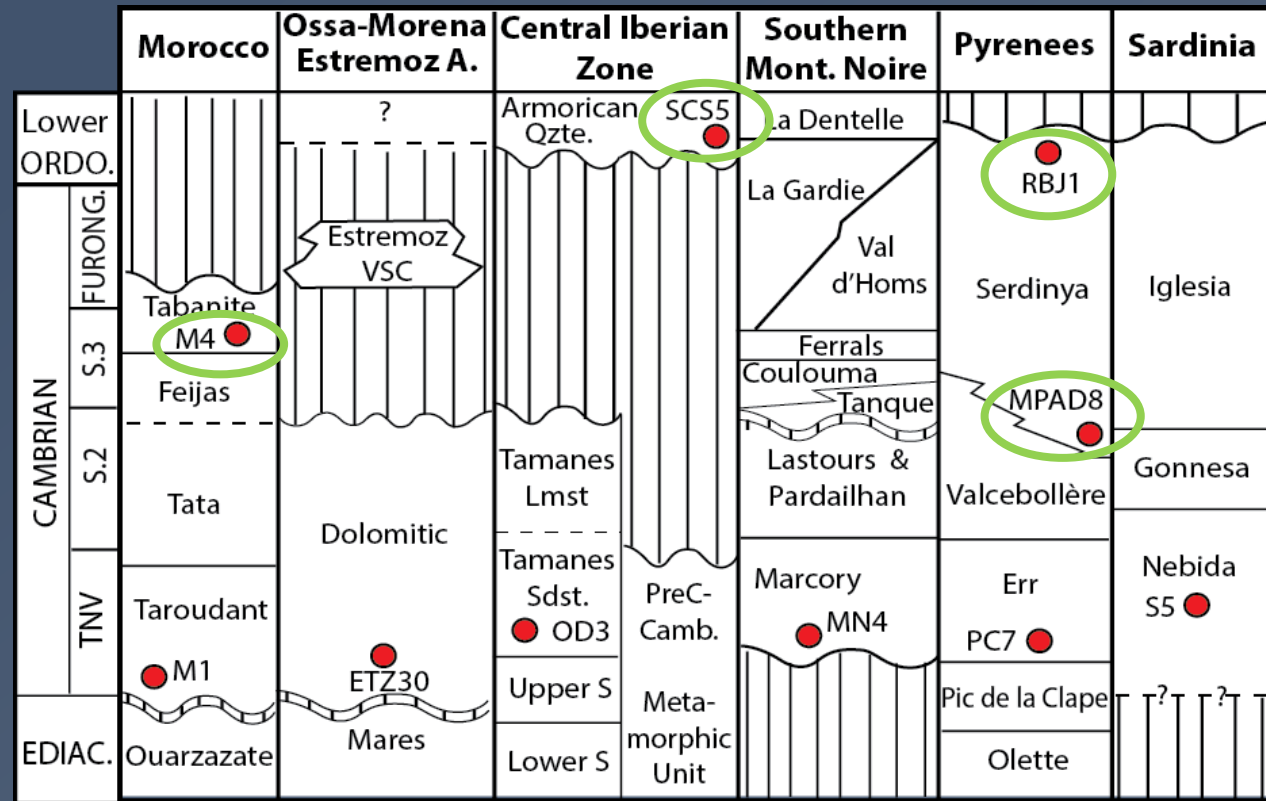
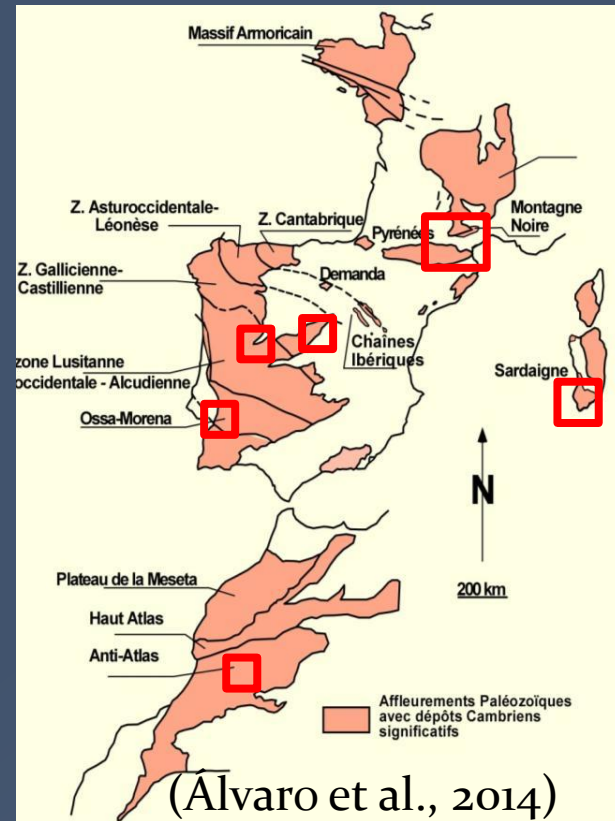
	Morocco	Ossa-Morena Estremoz A.	Central Iberian Zone	Southern Mont. Noire	Pyrenees	Sardinia
Lower ORDO.		?	Armorican Qzte. SCS5	La Dentelle		
CAMBRIAN	FURONG.	Estremoz VSC		La Gardie	RBJ1	
	S.3	Tabanite M4		Val d'Homs	Serdinya	Iglesia
	S.2	Feijas		Ferrals Coulouma	MPAD8	
	TNV	Tata	Tamanes Lmst	Tanque	Lastours & Pardailhan	Valcebollère
EDIIAC.	Taroudant M1	Dolomitic	Tamanes Sdst. OD3	Marcory MN4	Err PC7	Nebida S5
	Ouarzazate	Mares ETZ30	Upper S	Meta-morphic Unit	Pic de la Clape	?
			Lower S		Olette	?



1) Au Terreneuvien : on cherche à déterminer la paléoposition relative des différents domaines « post convergence / accrétion »

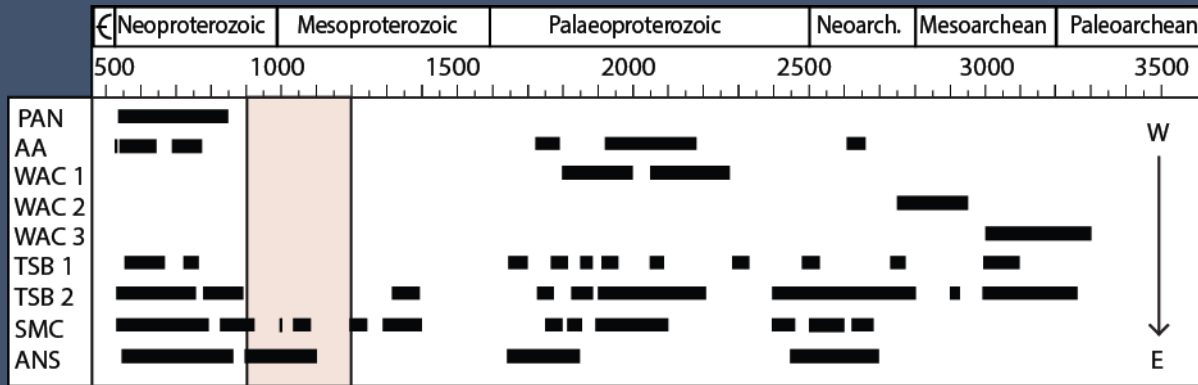


Quels domaines choisir? Quelles données disponibles?

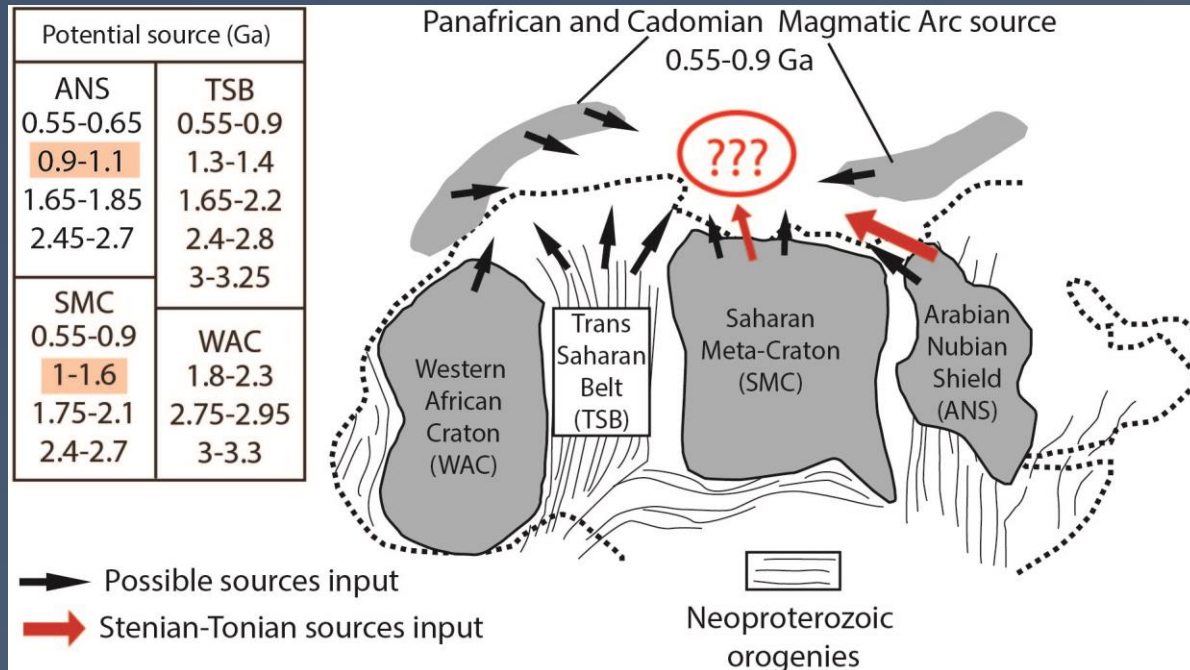


2) Evolution de l'apport sédimentaire le long de la marge au cours du temps (Cambrien-Ordovicien Inférieur)

## 1) Caractérisation des sources et paléoposition relative des domaines (Terreneuvien)

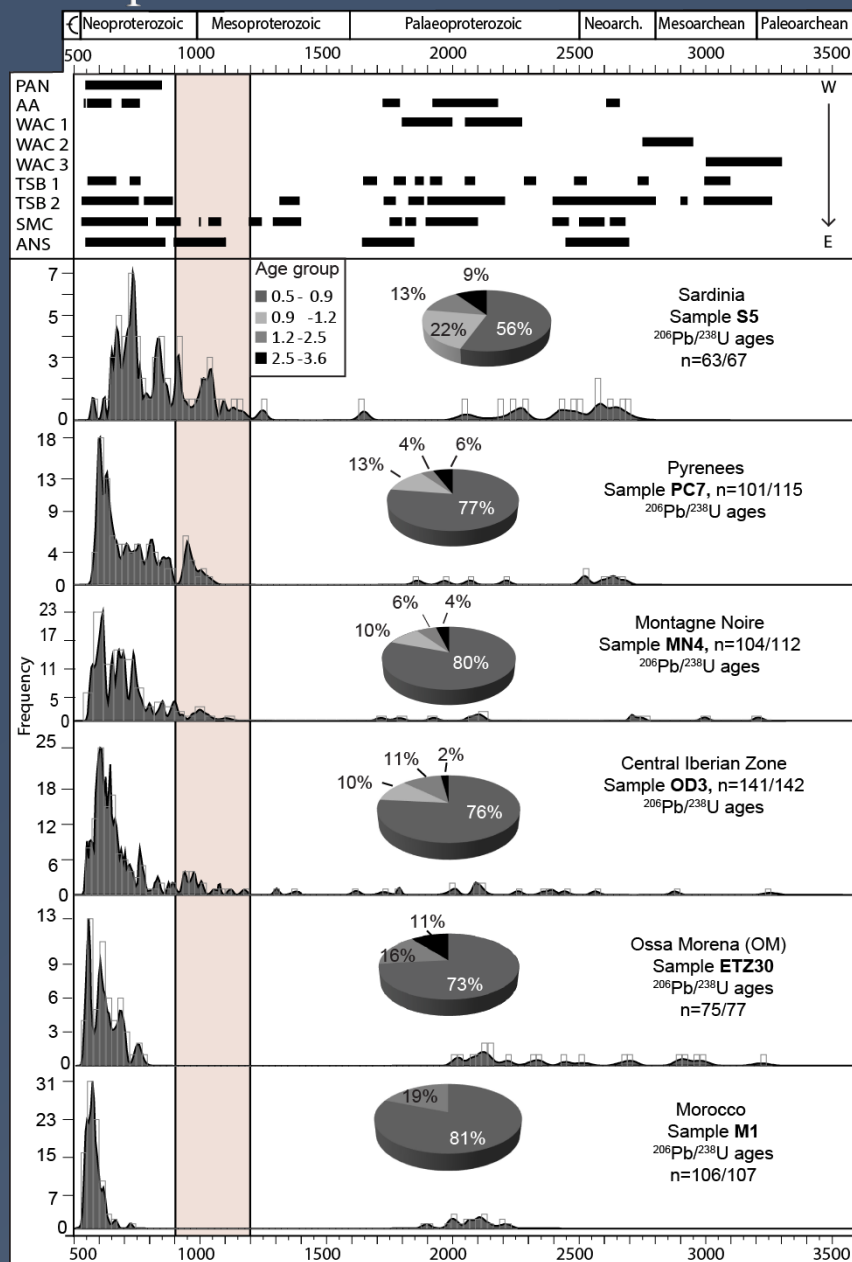


Sources potentielles  
(bibliographie)



Position relative  
sur un axe O-E

# Comparaison des courbes de distribution, test K/S



Comparaison distribution des âges aux sources potentielles



Identification des sources communes et sources spécifiques



Affinité des sources des différents bassins (Test K/S)

	M1	ETZ30	OD3	MN4	PC7	S5
M1		<b>0.743</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	<b>0.743</b>		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		<b>0.331</b>	<b>0.135</b>	0.000
MN4	0.000	0.000	<b>0.331</b>		<b>0.404</b>	0.000
PC7	0.000	0.000	<b>0.135</b>	<b>0.404</b>		0.001
S5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	



1.

2.

3. Paléogéographie ?

4.

5.

Test Kolmogorov /Smirnov (K/S test, d'après Guynn et Gerhels, 2010 )

Test statistique non paramétrique

Compare les différences entre les courbes des âges

	M1	ETZ30	OD3	MN4	PC7	S5
M1		<b>0.743</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	<b>0.743</b>		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		<b>0.331</b>	<b>0.135</b>	0.000
MN4	0.000	0.000	<b>0.331</b>		<b>0.404</b>	0.000
PC7	0.000	0.000	<b>0.135</b>	<b>0.404</b>		0.001
S5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	

Padel et al., in prep c

Evalue l'hypothèse selon laquelle les échantillons comparés sont issus de populations différentes

Si  $P < 0.05$

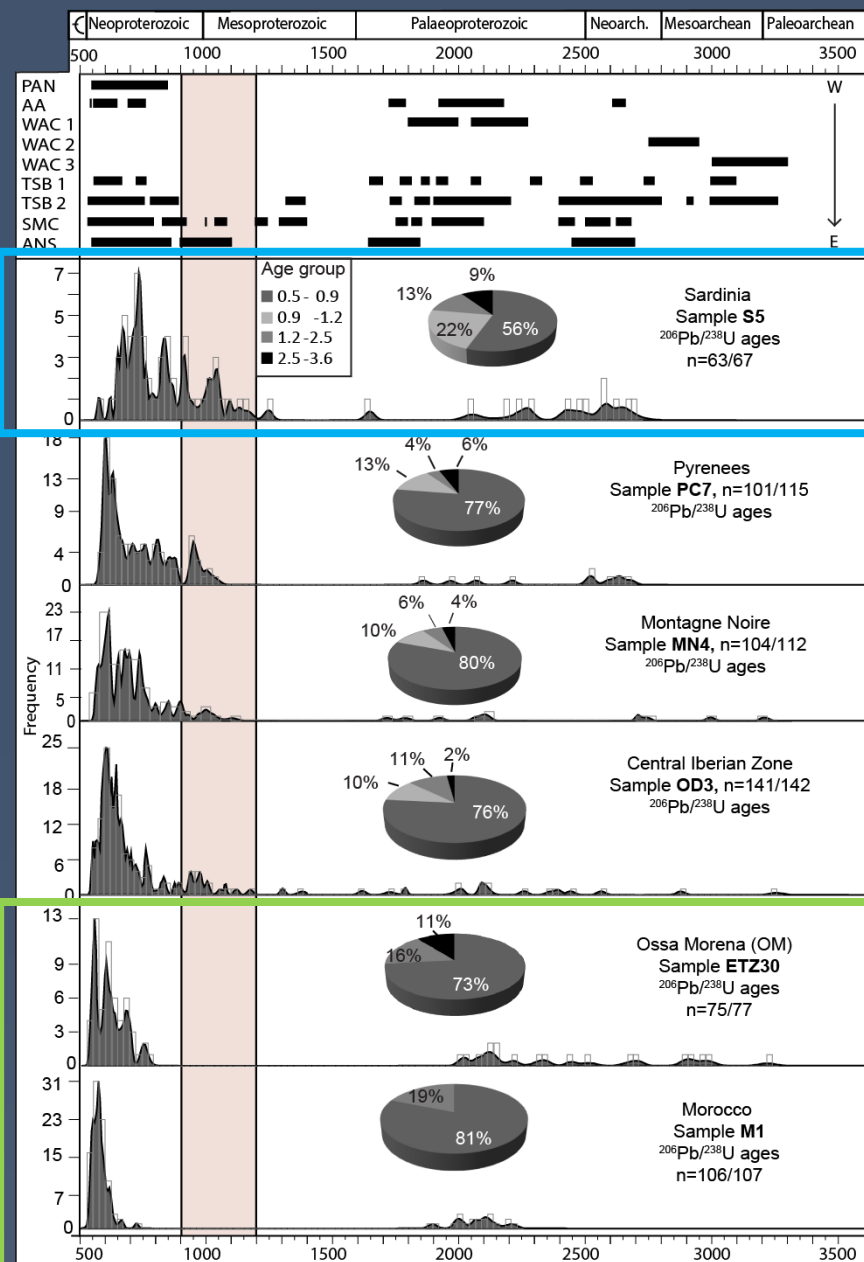
différence significative

Si  $P > 0.05$

Pas de différence significative

Peu probable que les sources soient différentes

# Comparaison des courbes de distribution, test K/S, Terreneuvien



## 2 Pôles :

- Anti-Atlas+Ossa-Morena(Ouest)
- Sardaigne (Est)



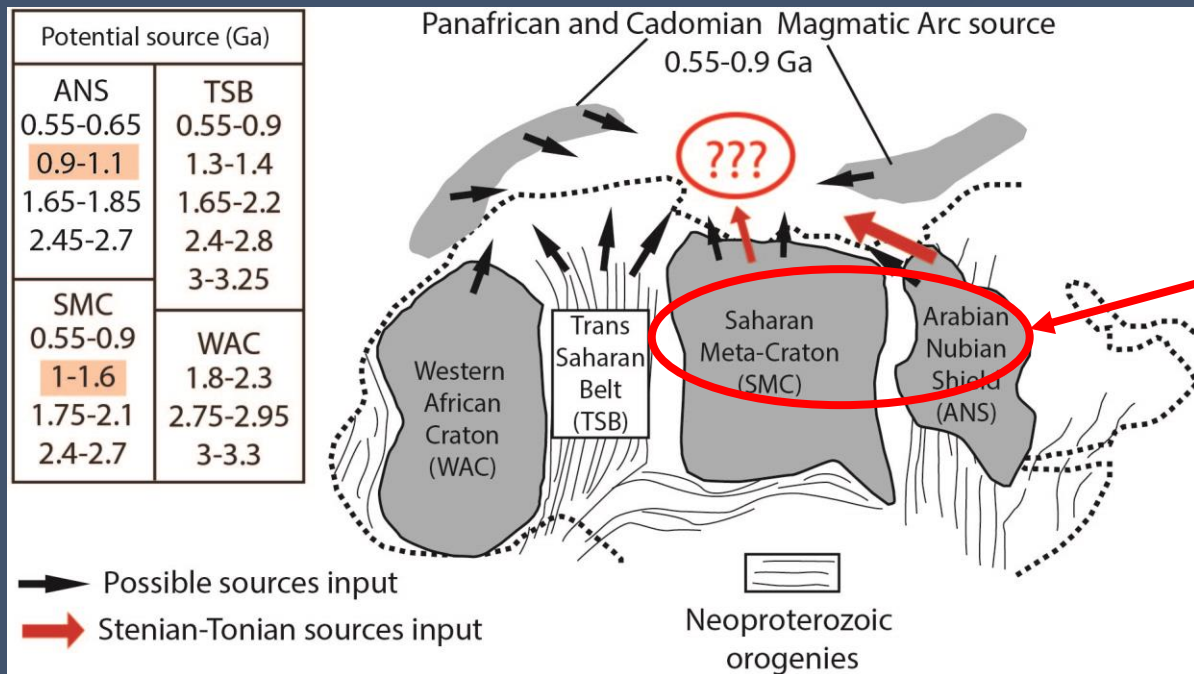
## Une zone intermédiaire:

- Zone Centrale Ibérique+  
Montagne Noire+Pyrénées

Groupe d'âge [1.2 et 0.9] Ga

	M1	ETZ30	OD3	MN4	PC7	S5
M1		<b>0.743</b>	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	<b>0.743</b>		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		<b>0.331</b>	<b>0.135</b>	0.000
MN4	0.000	0.000	<b>0.331</b>		<b>0.404</b>	0.000
PC7	0.000	0.000	<b>0.135</b>	<b>0.404</b>		0.001
S5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	

## Paléoposition relative : source spécifique



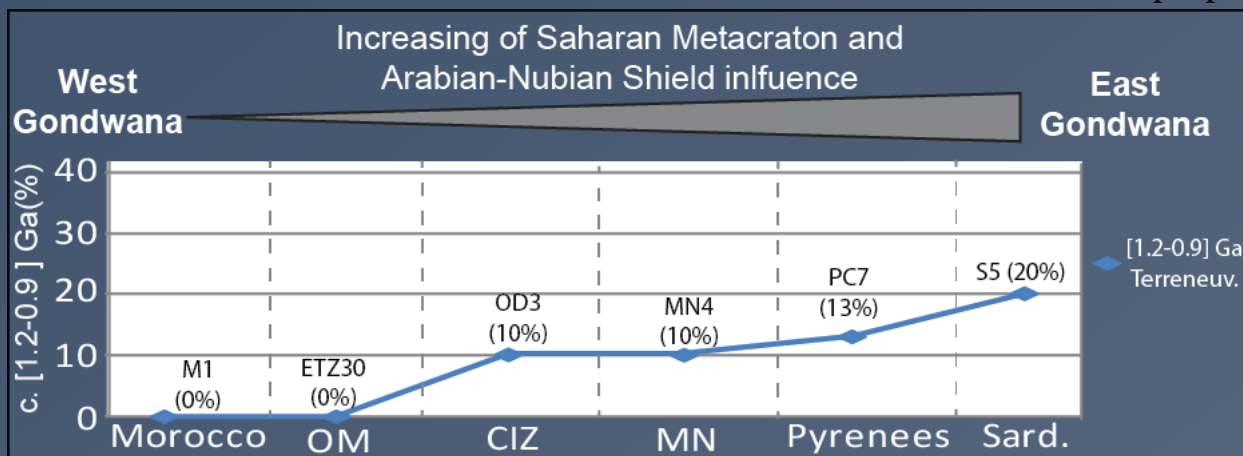
Groupe d'âge [1,2-0,9] Ga  
source à l'Est

Ceinture Arabo-Nubienne  
et Métacraton Saharien

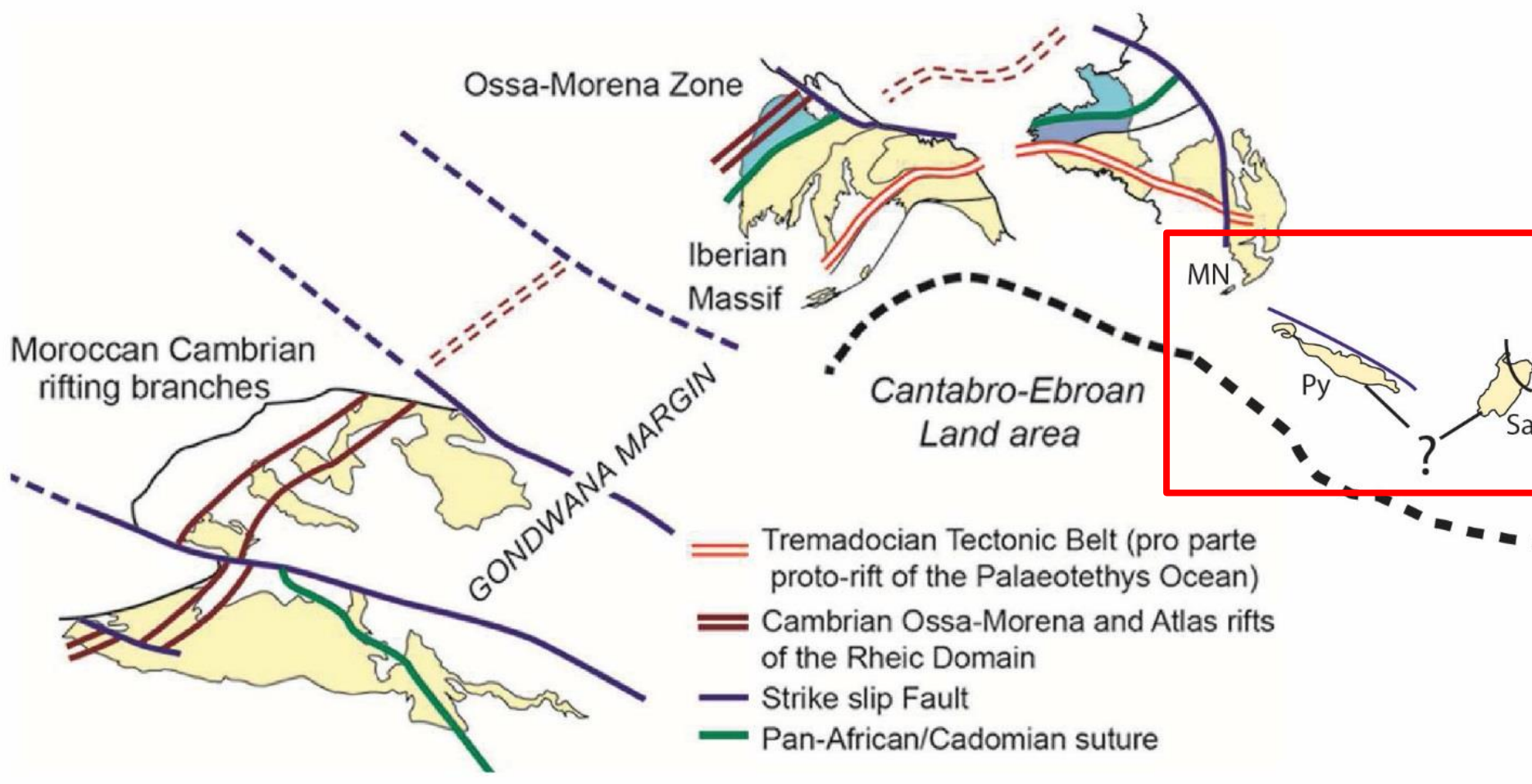
En fonction de l'apport  
relatif dans les différents  
domaines

Pyrénées localisés entre la  
Sardaigne et la Montagne  
Noire

Padel et al., in prep c

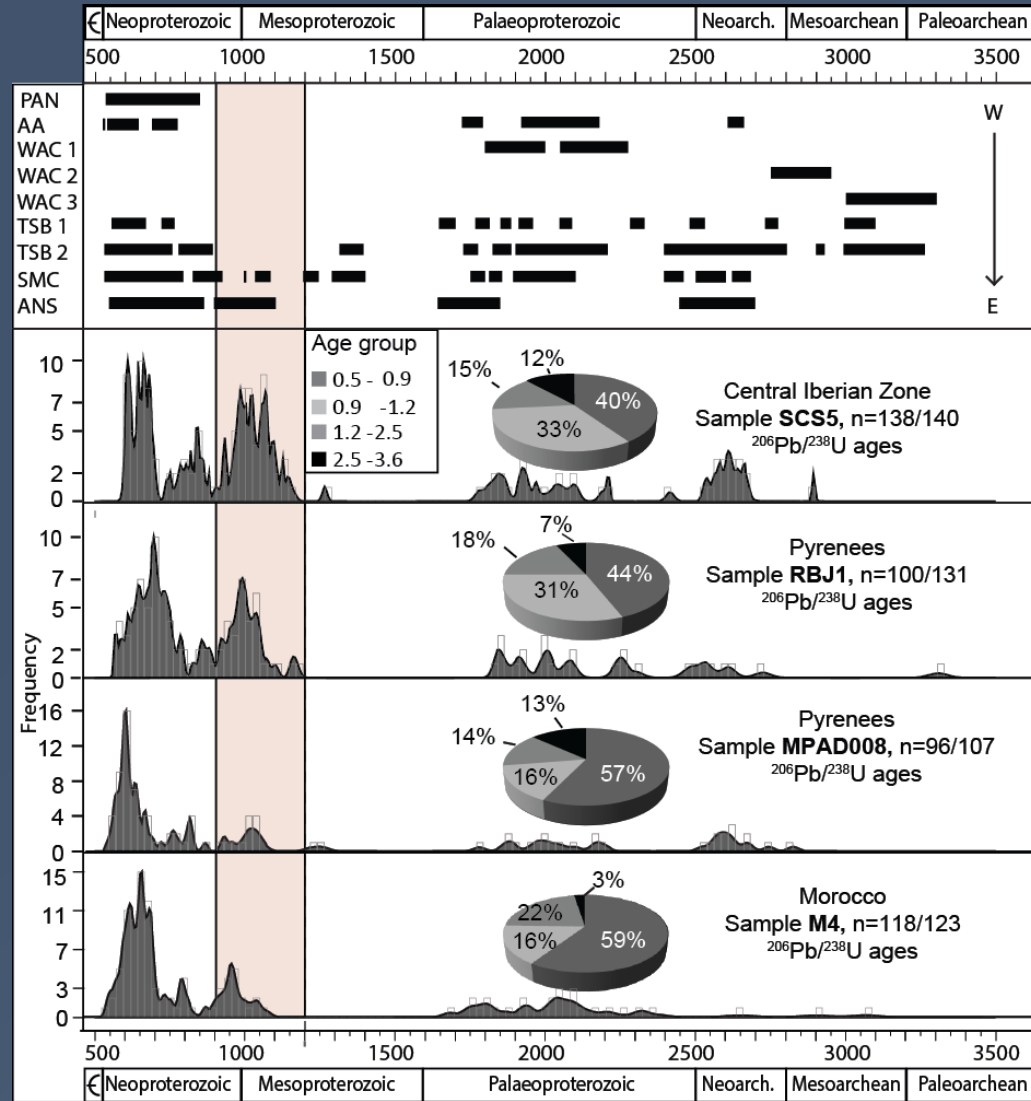






Proposition de paléoposition relative  
(schéma paléogéographique modifié d'après Pouclet et al., 2016)

## 2) Evolution de l'apport sédimentaire du Cambrien à l'Ordovicien Inférieur



	M4	SCS5	MPAD8	RBJ1
M4		1.000	1.000	0.304
SCS5	1.000		0.990	0.719
MPAD8	1.000	0.990		0.317
RBJ1	0.304	0.719	0.317	

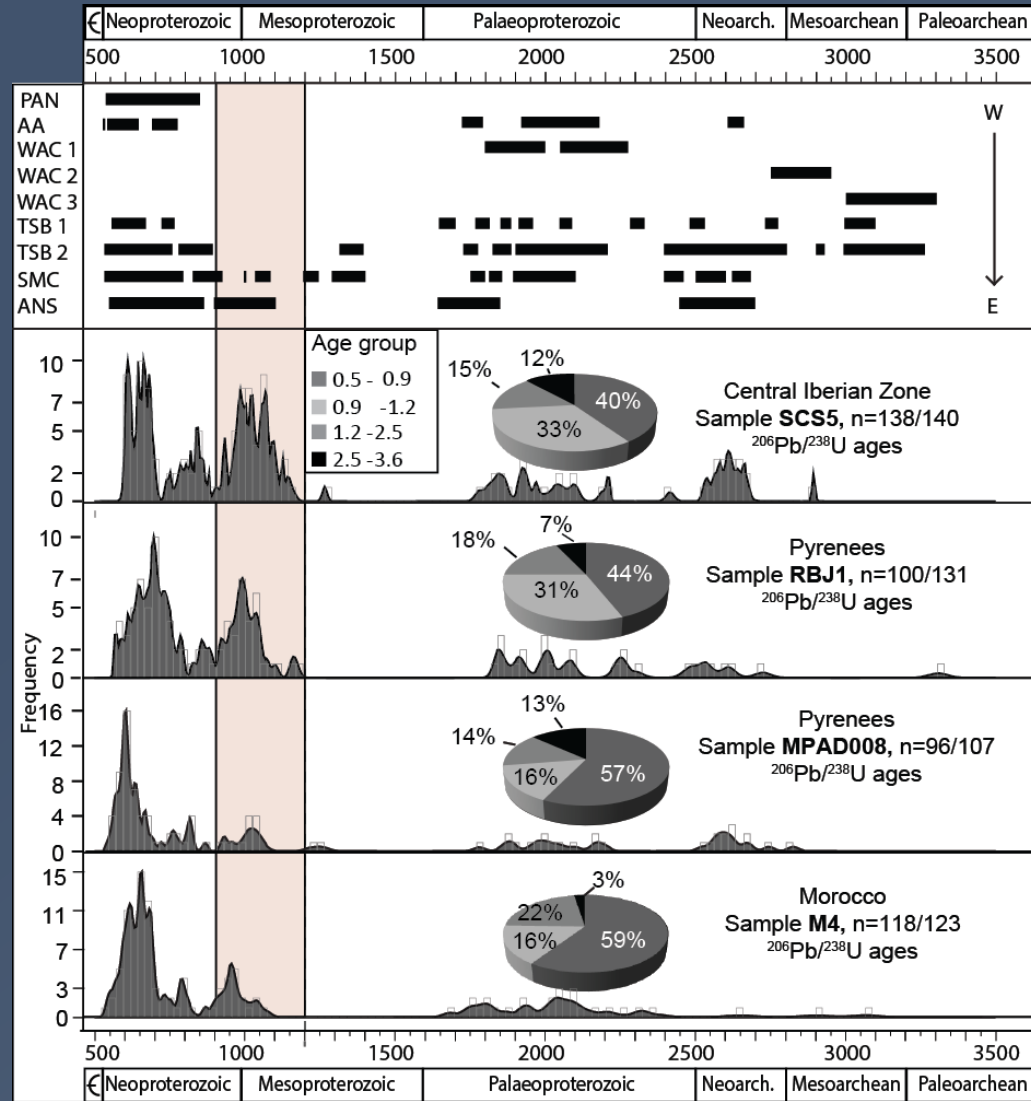


Pas de différence significative



Equilibre dans l'apport des sources

## 2) Evolution de l'apport sédimentaire du Cambrien à l'Ordovicien Inférieur



	M4	SCS5	MPAD8	RBJ1
M4		1.000	1.000	0.304
SCS5	1.000		0.990	0.719
MPAD8	1.000	0.990		0.317
RBJ1	0.304	0.719	0.317	

Pas de différence significative

Equilibre dans l'apport des sources

Marge péri-gondwaniennne  
occidentale géodynamiquement plus  
stable



Marge passive

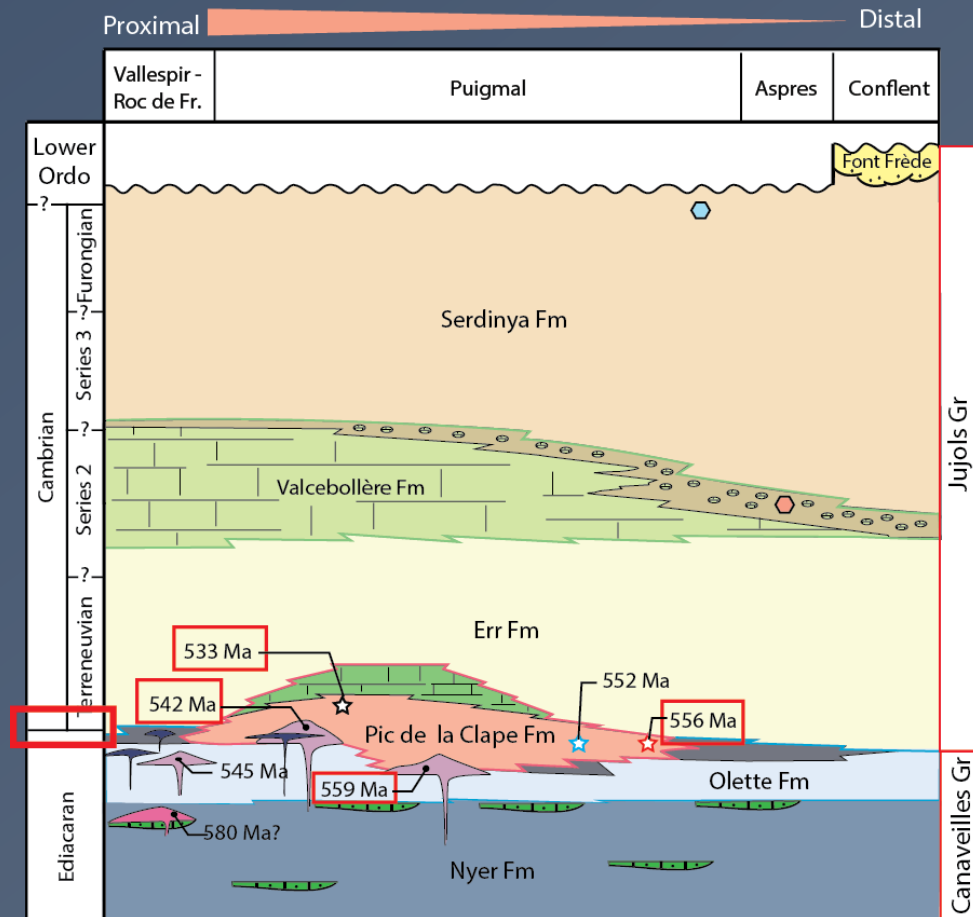
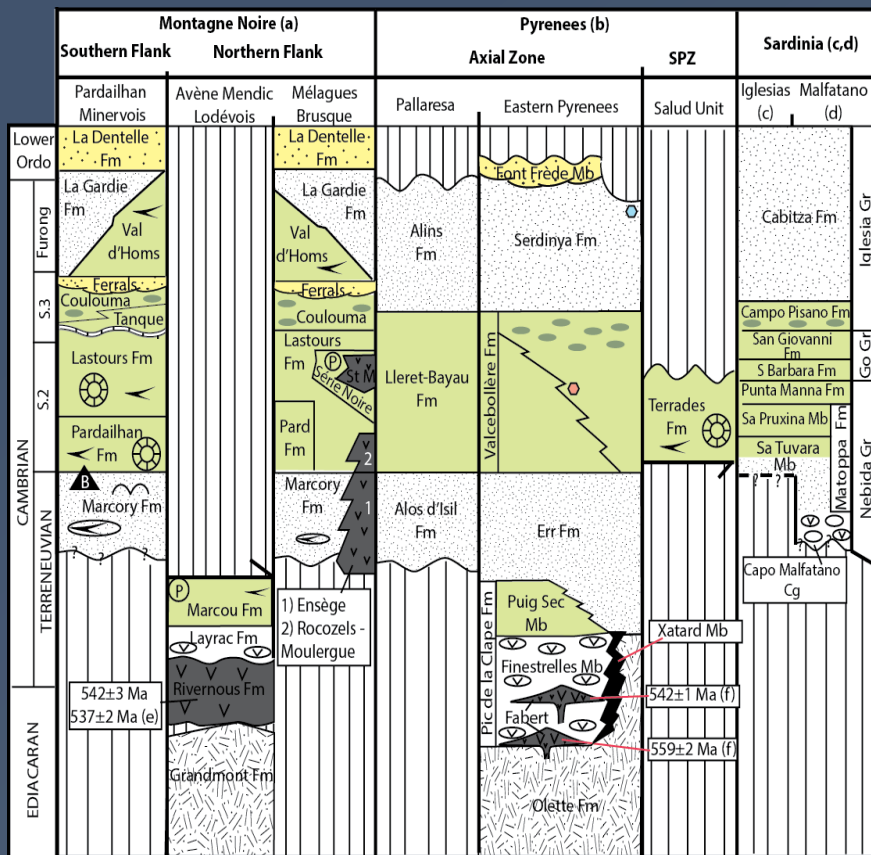


Quelques pistes pour aller plus loin...

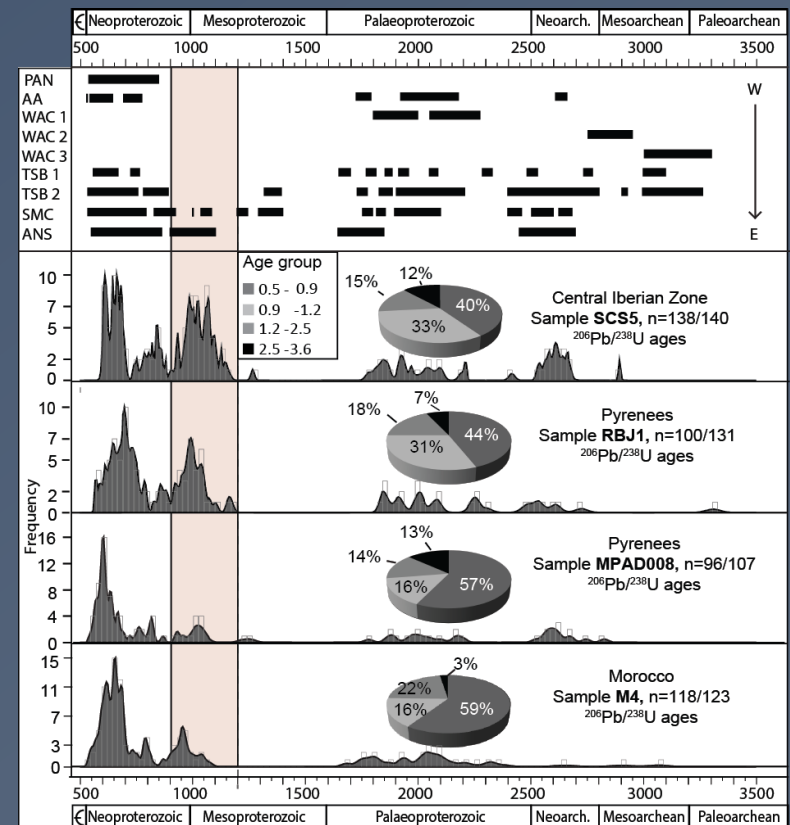
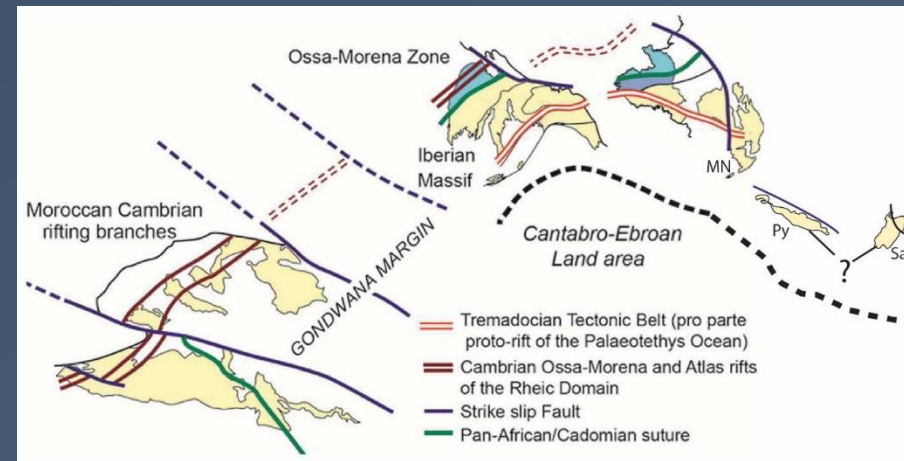
- 1) Analyser les terrains sédimentaires plus anciens dans les domaines présentant des dépôts néoprotérozoïques pour retracer l'apparition de la (les) source(s) située(s) entre 0.9 et 1.2 Ga
- 2) Étudier les possibilités de remobilisation de zircons issus de roches sédimentaires néoprotérozoïques présent le long de la marge (lacune bibliographique)
- 3) Appuyer les analyses U-Pb par des analyses analyse isotopiques (Lu-Hf) pour étudier la signature géochimique du protolithe des zircons (signature géochimique commune?)

Cette thèse nous aura permis de travailler à différentes échelles pour établir:

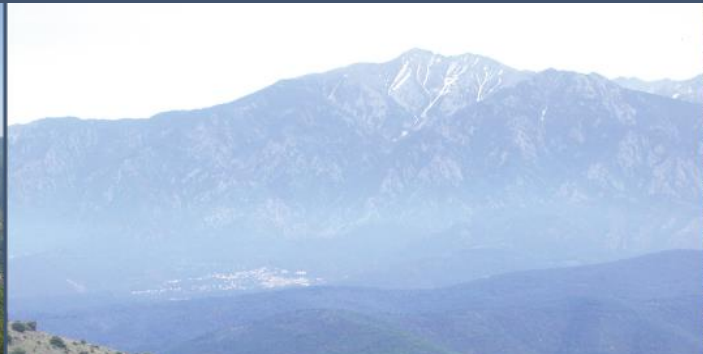
- 1) Nouveau cadre lithostratigraphique et corrélations régionales
- 2) Datation des complexes volcanosédimentaires et précision de la limite Ed.-Cambrien



- 1) Nouveau cadre lithostratigraphique et corrélations régionales
- 2) Datation des complexes volcanosédimentaires et précision de la limite Ed.-Cambrien
- 3) Sur les zircons détritiques et l'évolution des sources:
  - Paléoposition relative des domaines au terreneuvien
  - Évolution des sources et du contexte géodynamique au cours du Cambrien



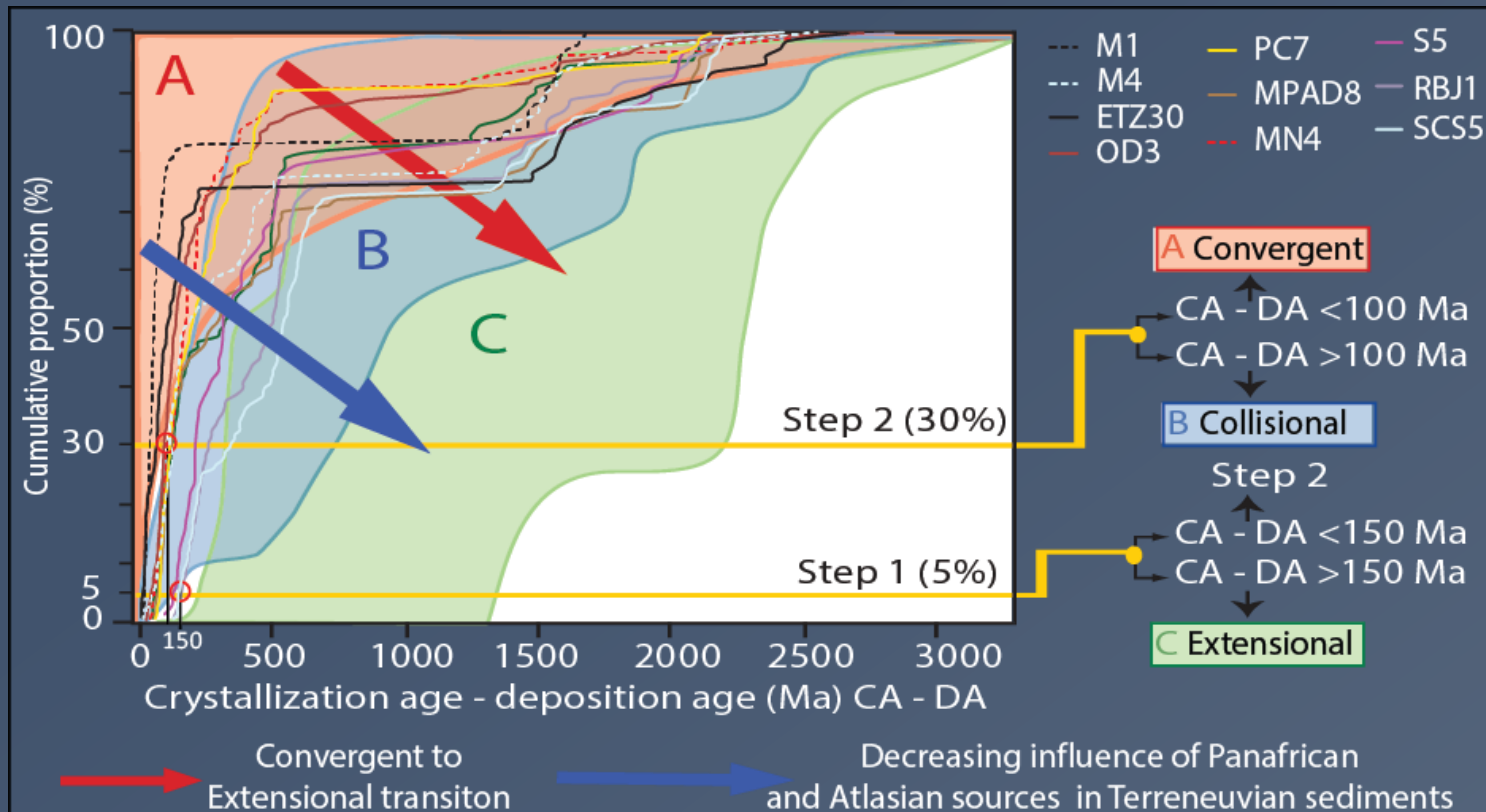








# Evolution de l'apport du Cambrien à l'Ordovicien Inférieur



Geological Constraint	Arc-Rift transition						Rift			
	A	A	A	A	B	B	B	A	C	C
CA-DA test	A	A	A	A	B	B	B	A	C	C
Sample with deposit. age (DA)	M1 (530)	ETZ30 (530)	OD3 (530)	MN4 (530)	PC7 (530)	S5 (530)	MPAD8 (514)	M4 (505)	RBJ1 (475)	SCS5 (470)
CA-DA±2σ, Step1	9±9	5±11	38±5	43±12	68±13	121±12	66±12	72±18	148±12	142±12
CA-DA±2σ, Step2	30±11	160±11	86±10	91±13	105±14	207±20	115±14	149±18	251±13	341±17