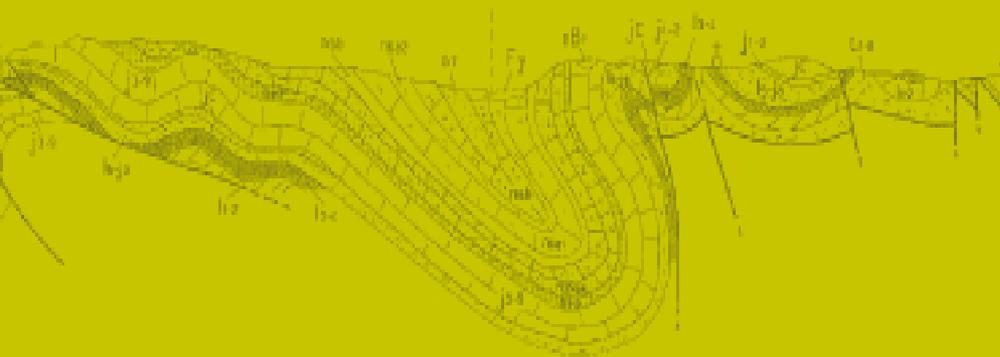


Influence cadomienne dans les séries pré-sardes des Pyrénées Orientales : approche stratigraphique, géochimique et géochronologique

Maxime PADEL

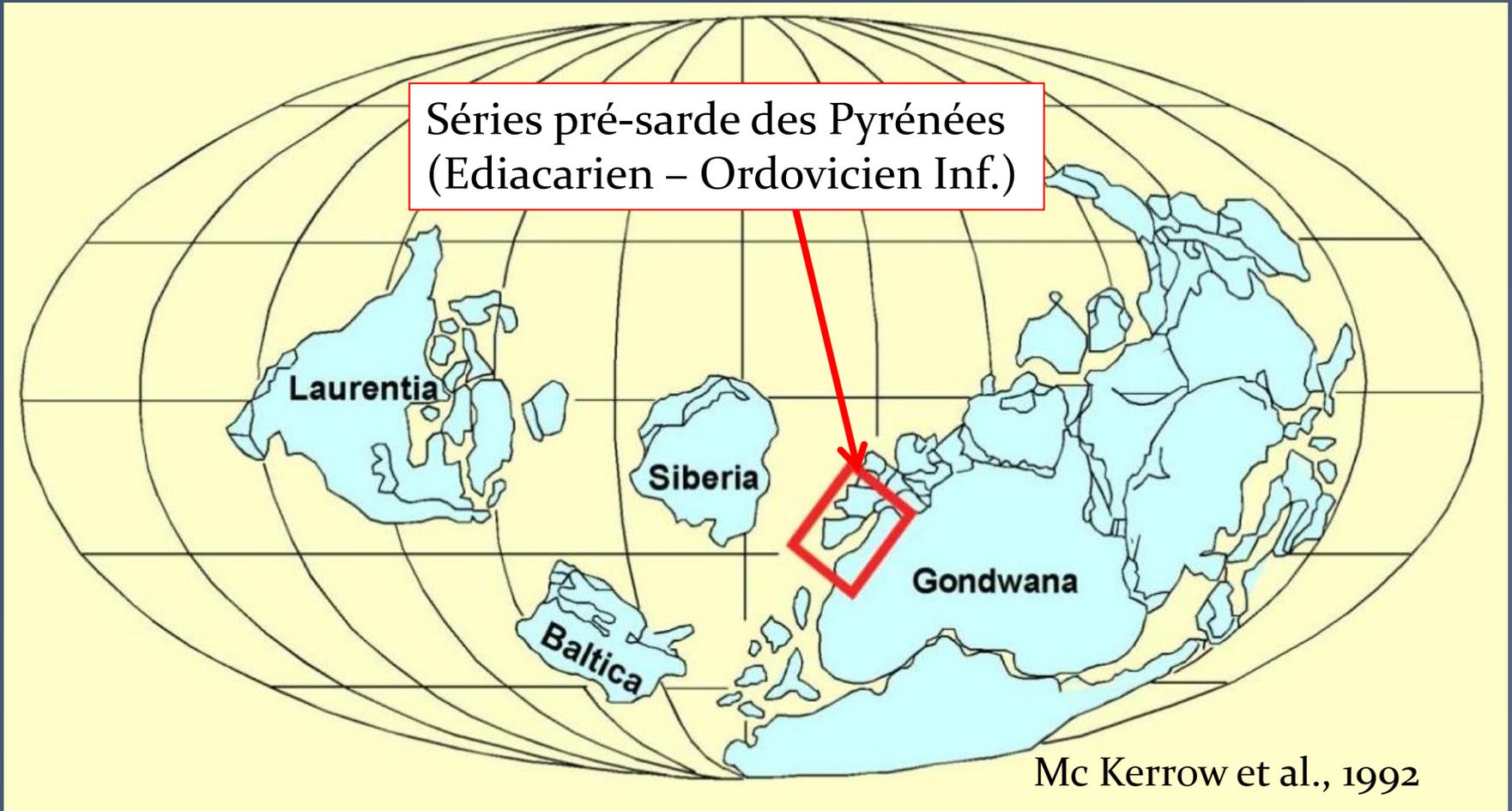


José Javier ÁLVARO: Directeur
Sébastien CLAUSEN: Co-directeur
Bernard LAUMONIER: Encadrant
Olivier BLEIN: Encadrant BRGM

Thèse soutenue le 09/12/2016

- I] Introduction
- II] Objectifs de l'étude
- III] Cadre lithostratigraphique
- IV] Datations U-Pb, calage géochronologique
- V] Corrélations lithostratigraphiques
- VI] Contexte géodynamique
- VII] Conclusions

Représentation paléogéographique de la marge péri-gondwaniennne Terreneuvien (Cambrien, ~540 Ma)



Contexte géodynamique

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



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

Mc Kerrow et al., 1992

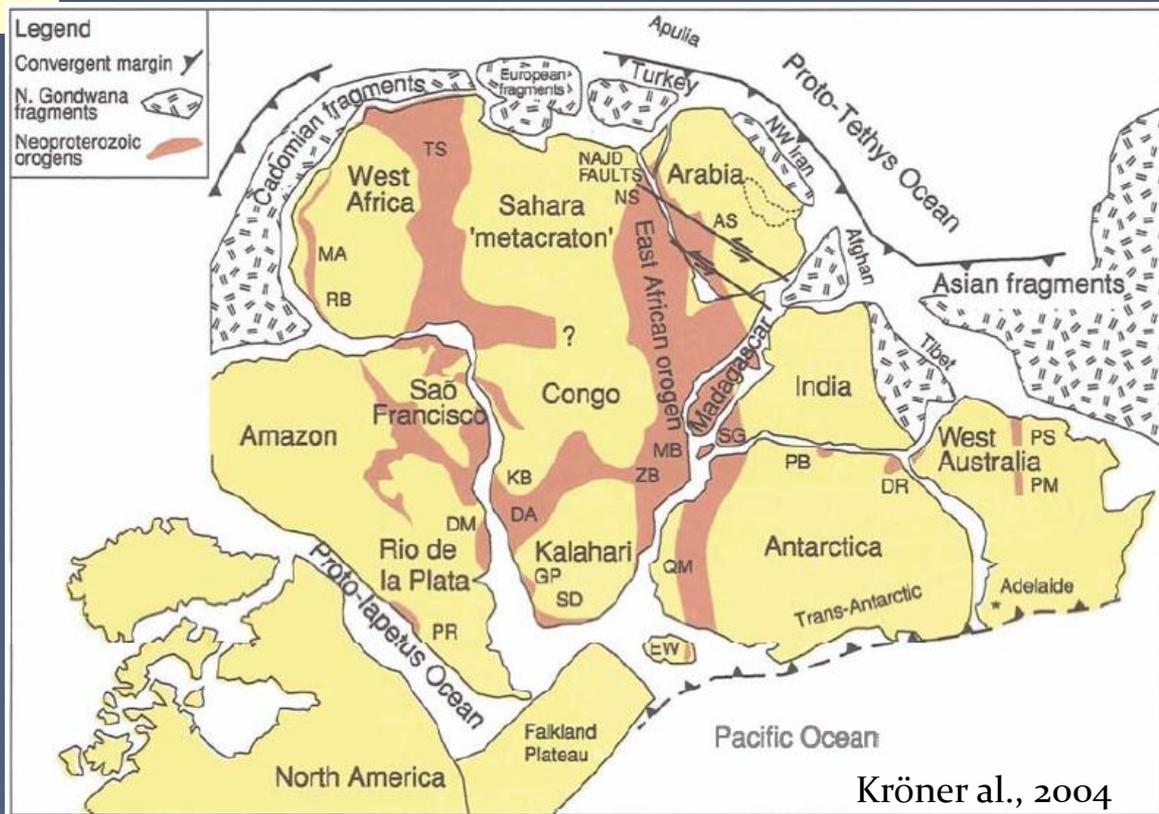
Marge active



Arcs magmatiques



Accrétion d'arcs



Kröner al., 2004

Contexte géodynamique

Région méditerranéenne

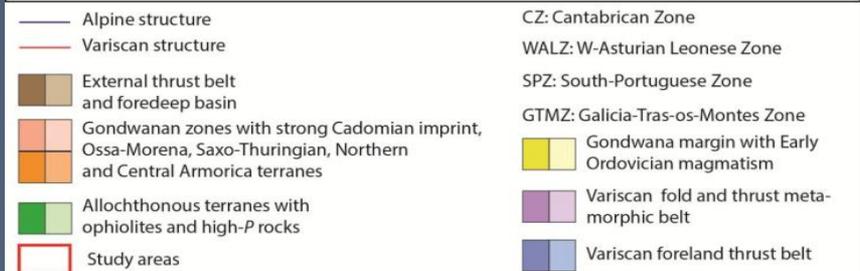
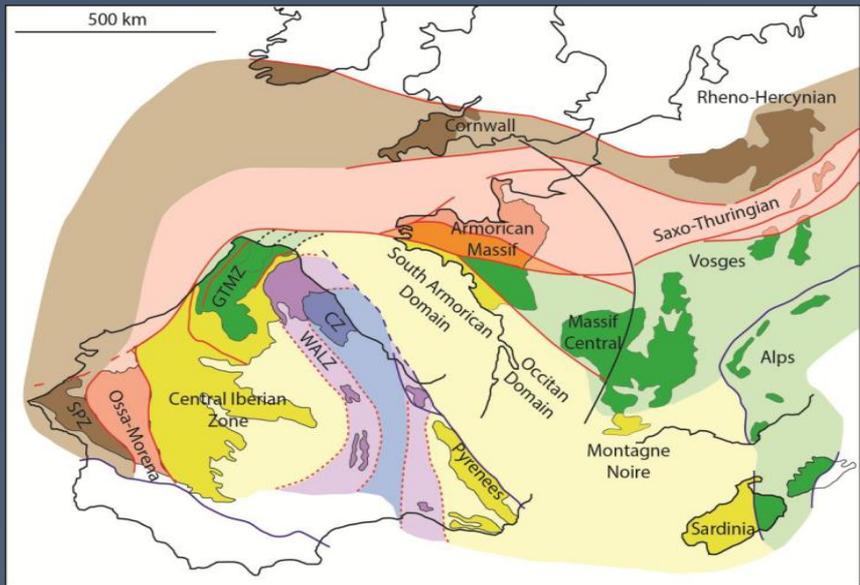
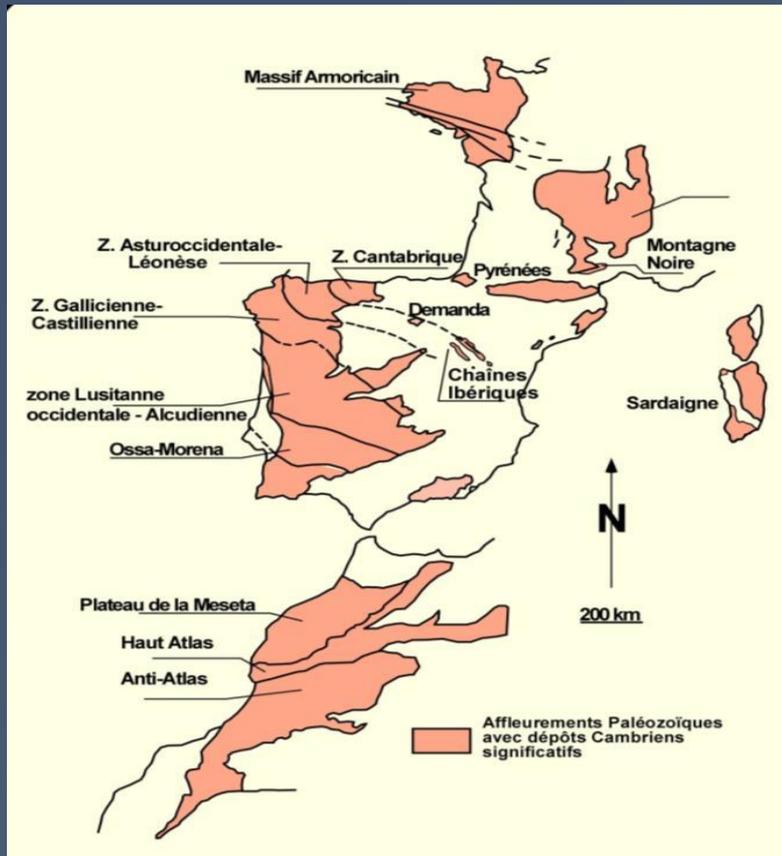
Série du même âge

Maroc → Massif Armoricain

Repris durant l'orogénèse Hercynienne

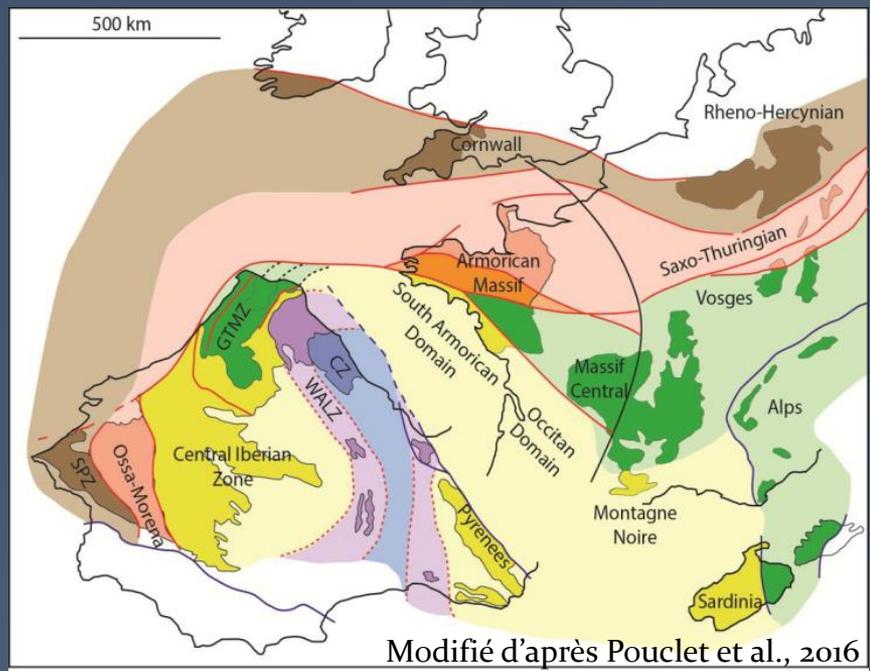
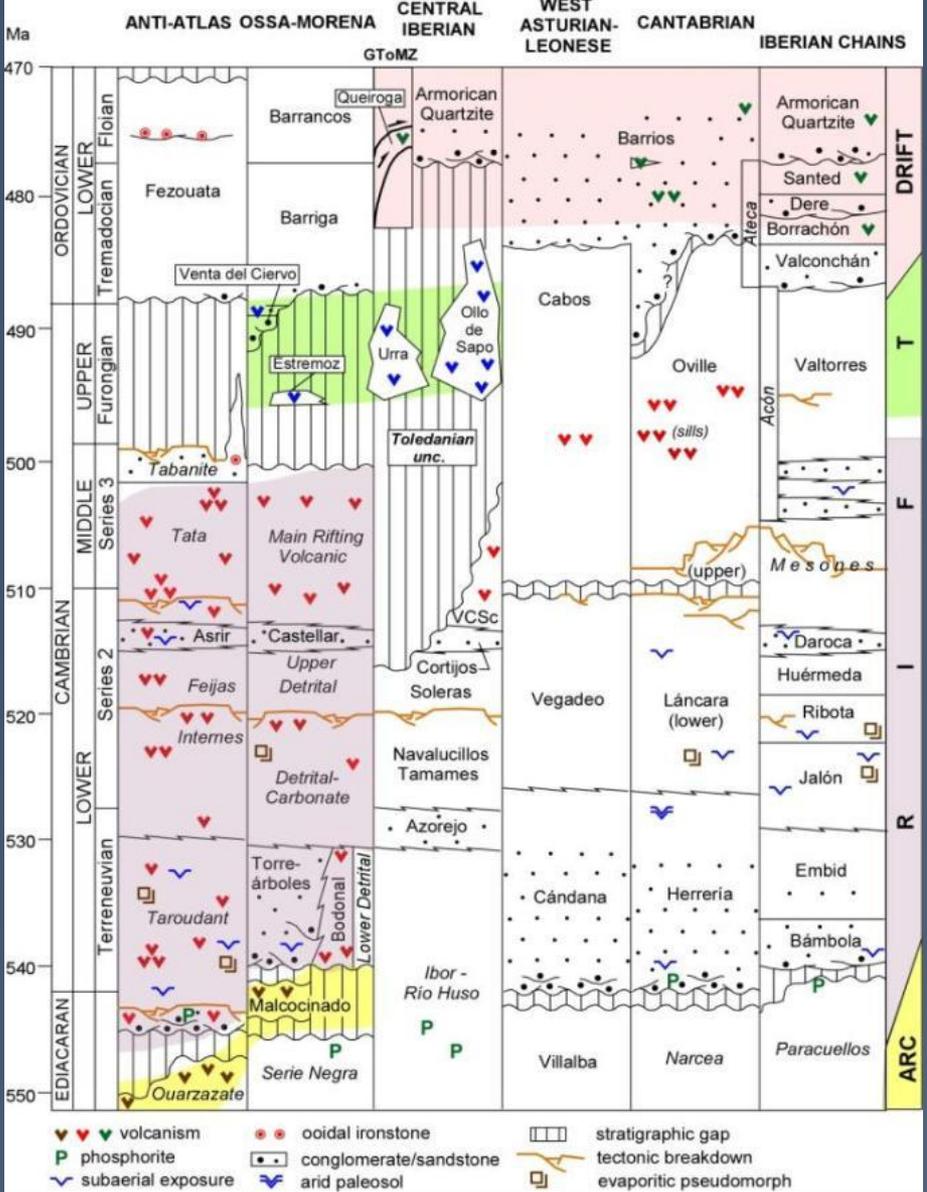
Arc Ibéro-Armoricain

Deux branches: SO et NE



Stratigraphie : Ediacarien-Cambrien

Álvaro et al., in prep



Modifié d'après Poulet et al., 2016

Anti-Atlas, Branche SO, Nord du Massif Armoricain

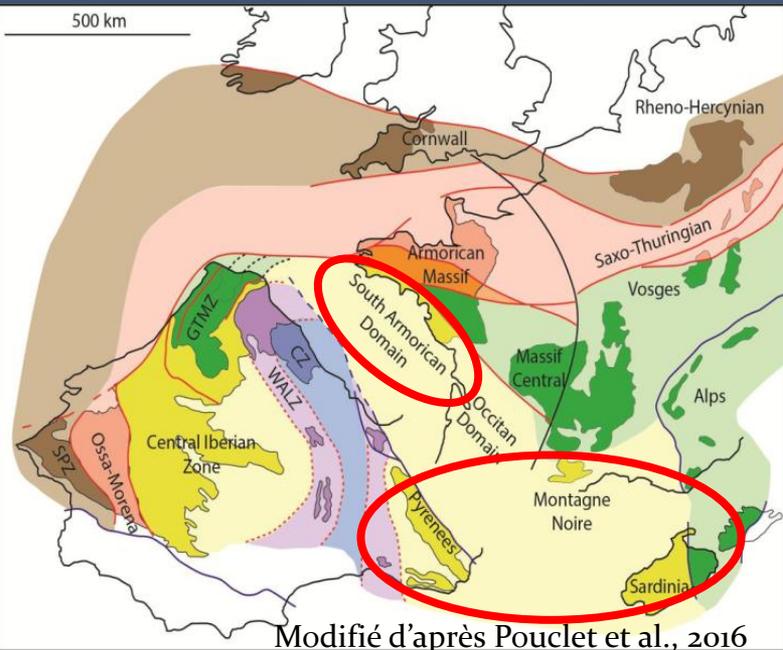
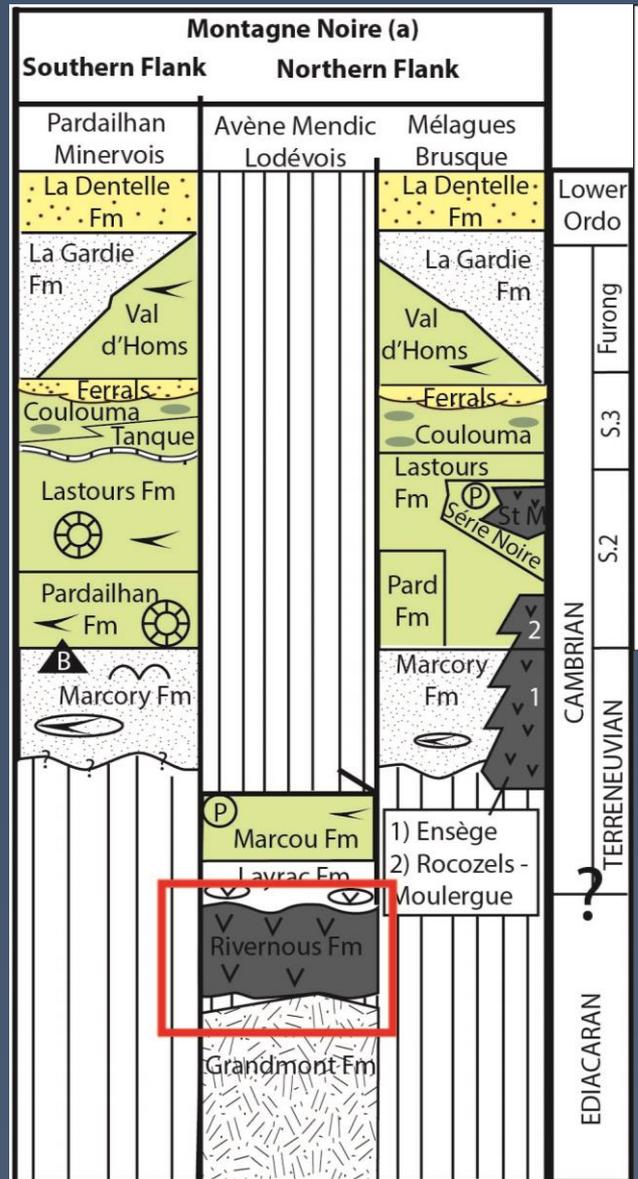
↓

Transition Ed.-Cambrien : déformation et hiatus (Φ panafricaine et cadomienne)

↓

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

Stratigraphie : Ediacarien-Cambrien



Branche NE
 ↓
 Ni de déformation ni de hiatus
 ↓
 Pyrénées et Montagne Noire
 ↓
 Séries continues

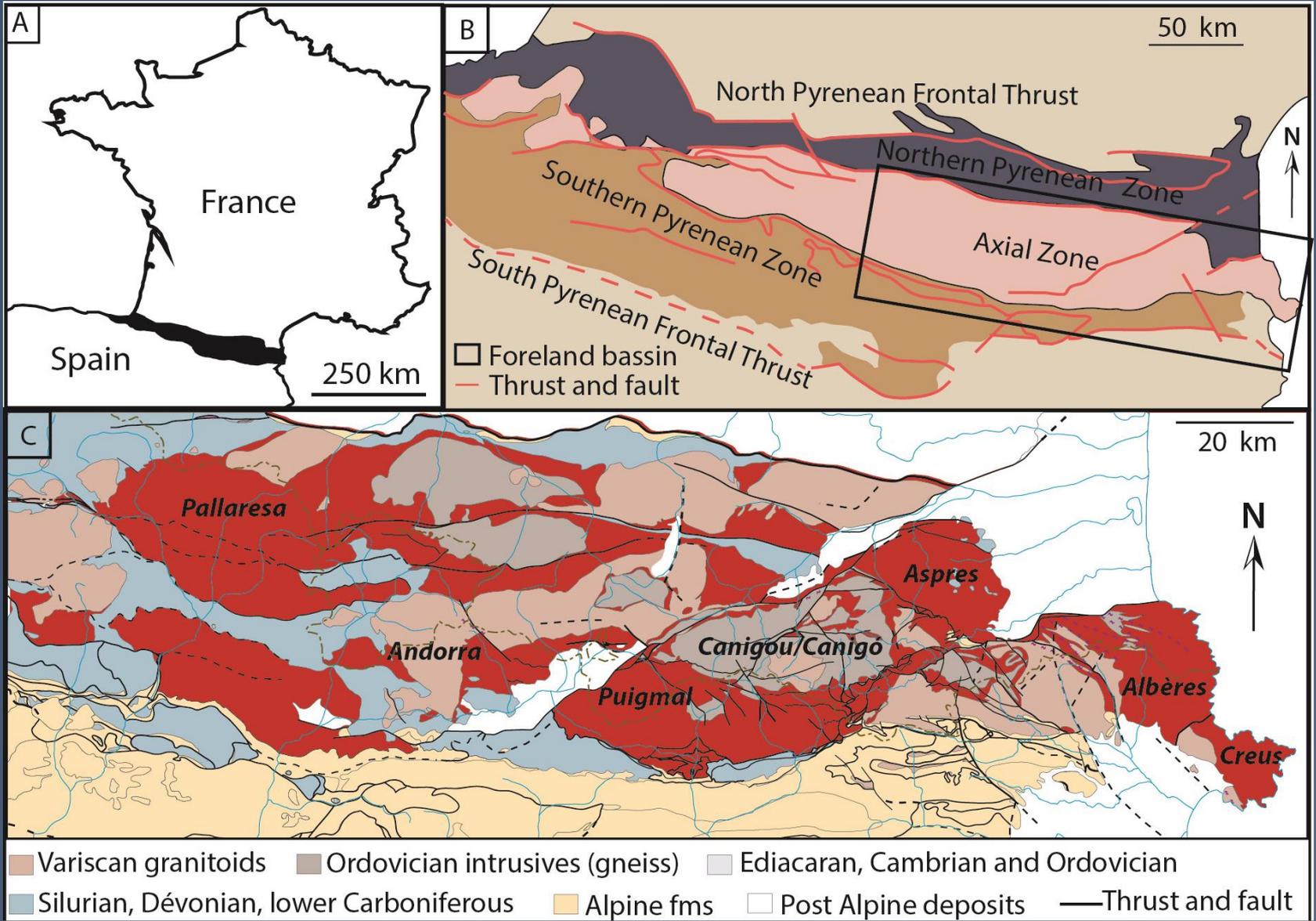
Montagne Noire

Base de la série → Complexe volcanosédimentaire

- Fm Rivernous → Métarhyolites, pas de datation valide
- Fm Layrac → Dépôts volcanodétritiques
- Fm Marcou → Carbonates, Terreneuvien (fossiles)

↳ Comparaison avec les Pyrénées pour estimer l'âge

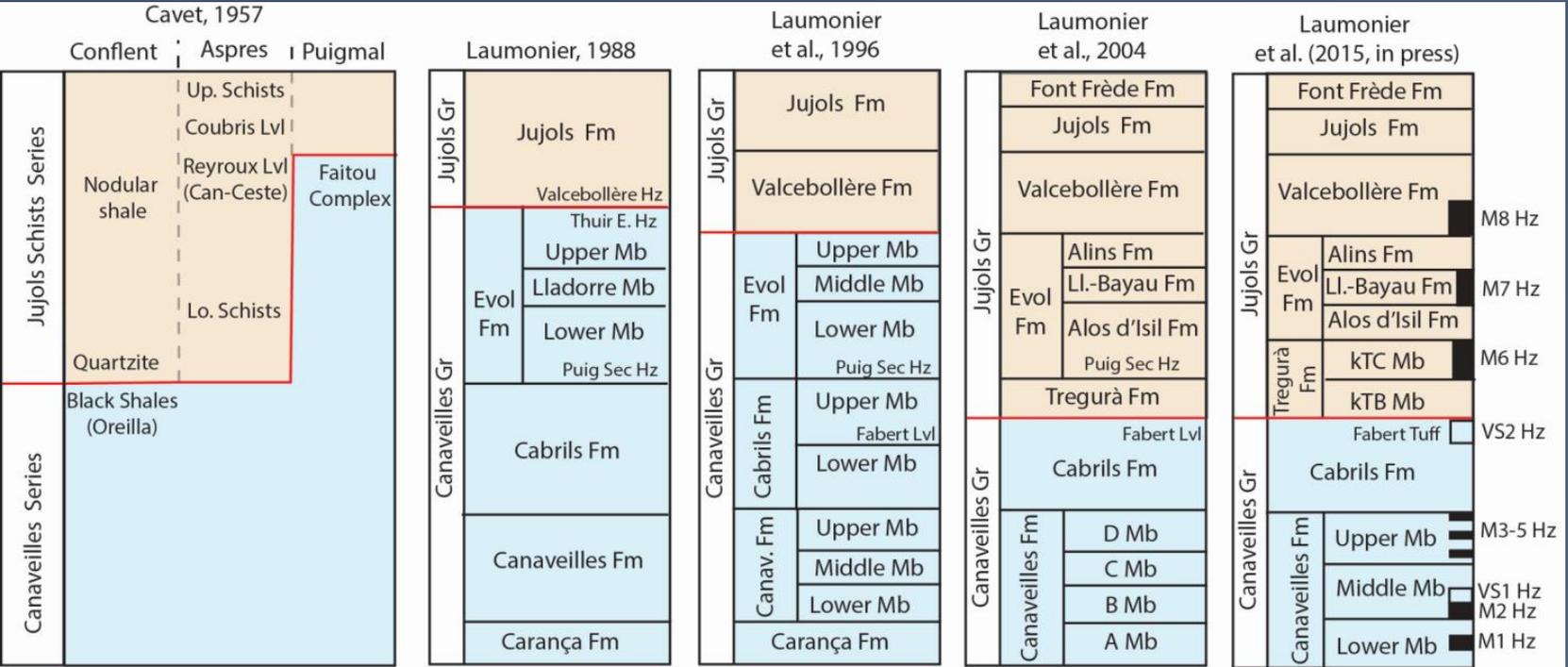
Pyénées : cadre géographique et géologique



Padel et al., in prep a.

Pyénées : évolution du cadre stratigraphique

Initié par Cavet (1957) → développé par Laumonier (à partir de 1988)



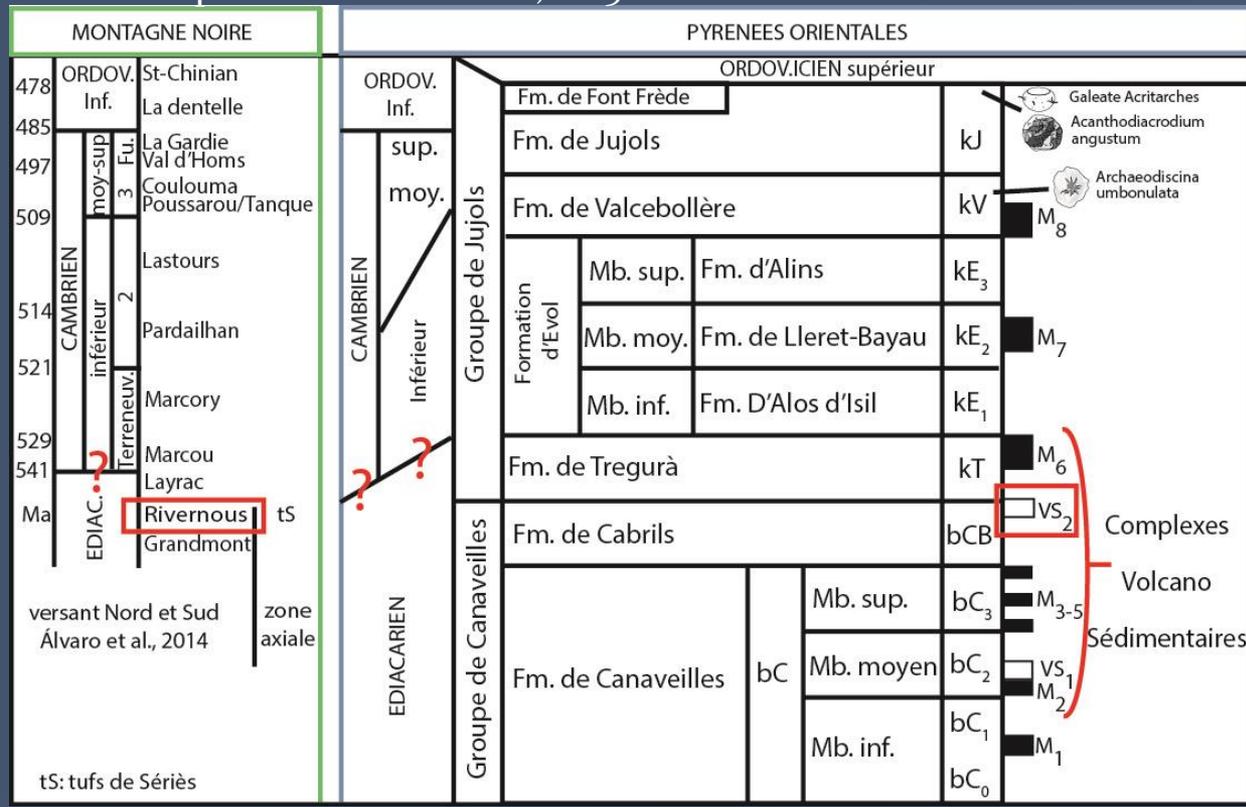
Padel et al., in prep a.

Nom des formations identiques → Variation des limites et du contenu

Comment s'organisent les séries?

Pyénées : cadre stratigraphique et corrélations

Modifié d'après Laumonier et al., 2015



Dernier découpage lithostratigraphique (Laumonier et al., 2015)

- 2 groupes
- 7 Formations
- 8 niveaux de marbres
- 2 niveaux VS

Contrôle chronostratigraphique et géochronologique insuffisant

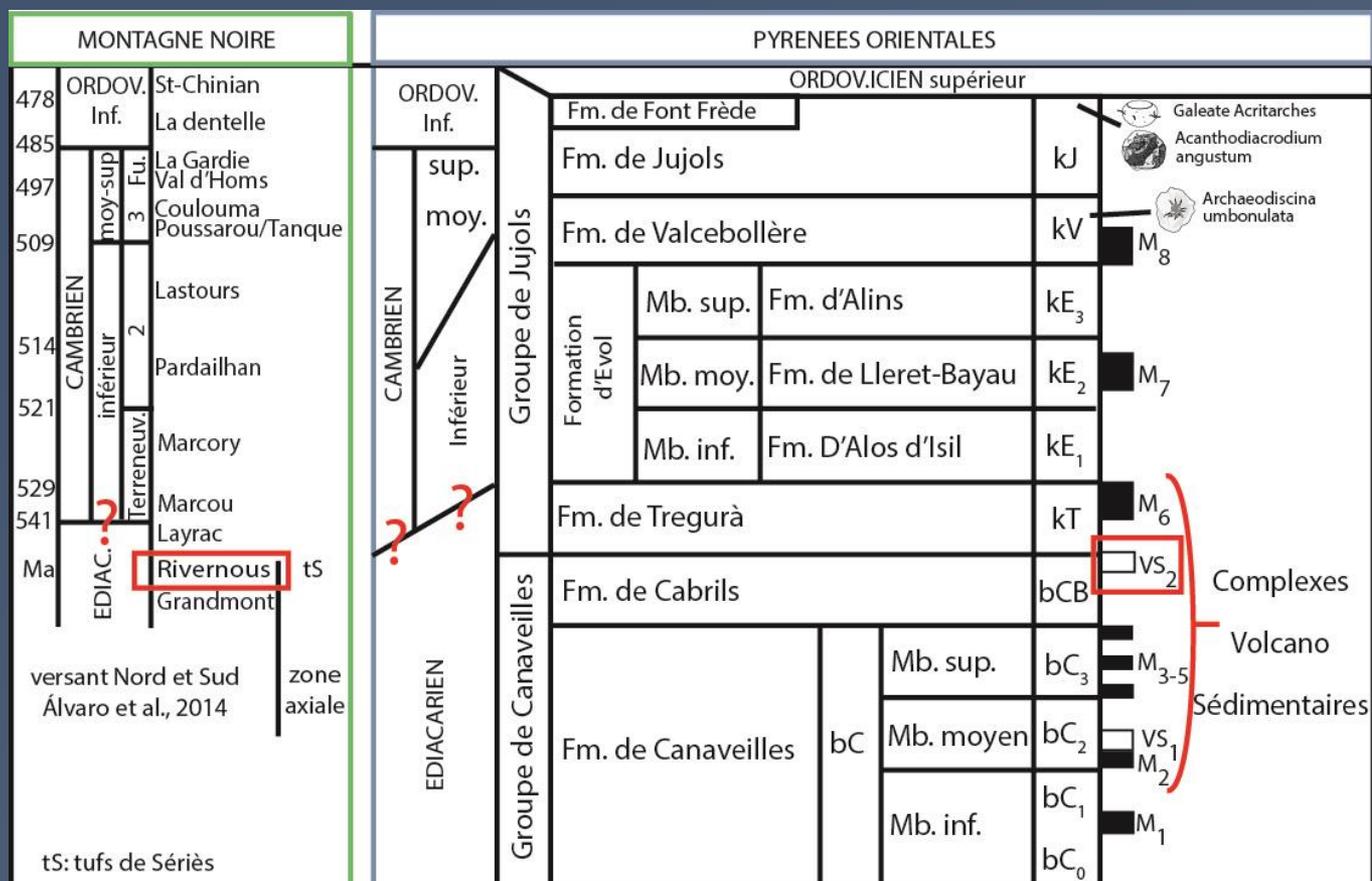
Corrélation Montagne Noire-Pyrénées Orientales: Hypothèse de travail

Testée par un contrôle géochronologique

I] Etablissement d'un nouveau cadre stratigraphique

1 - Etude de terrain (lithostratigraphie)

2 - Calage géochronologique (U-Pb)



Modifié d'après Laumonier et al., 2015

1.

2. Objectifs de l'étude

3.

4.

5.

6.

7.

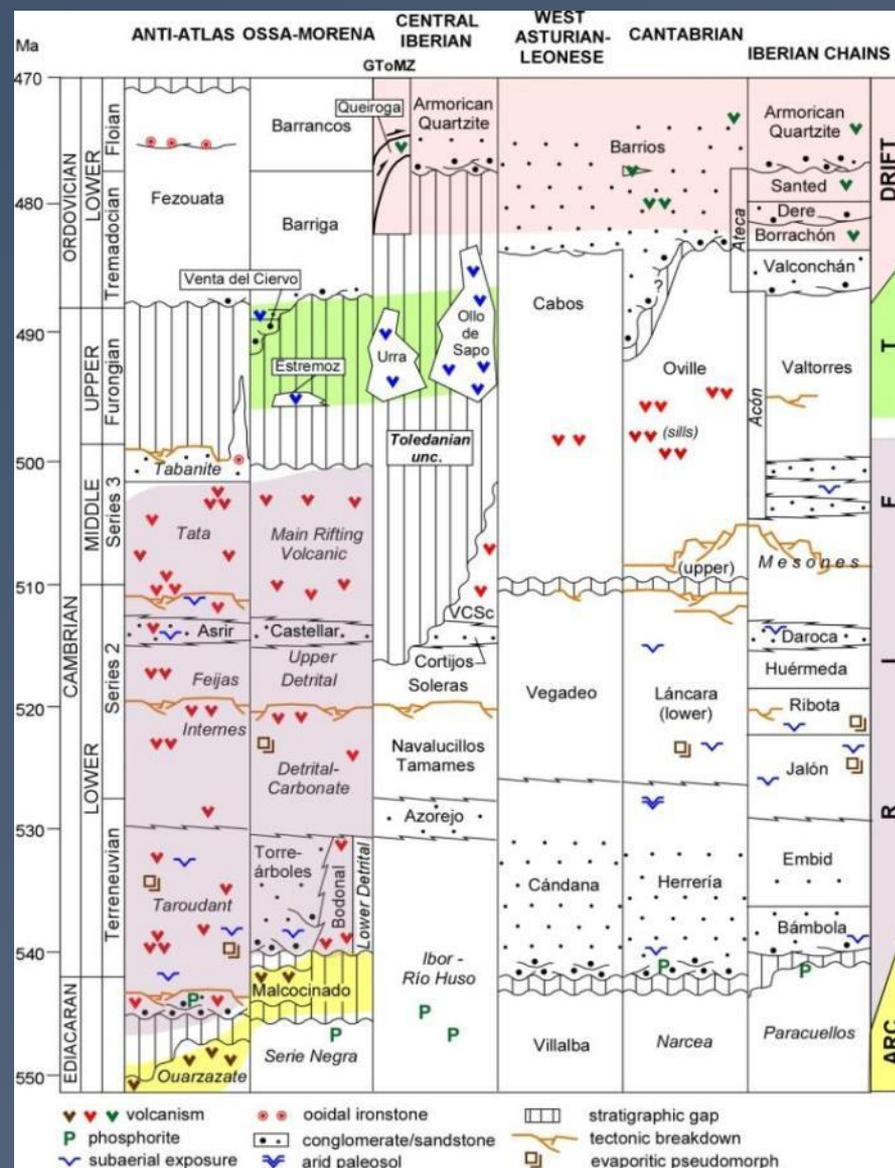
II] Corrélations stratigraphiques

↳ 1) Locales: Pyrénées Centrales (vallée de la Pallaresa)

↳ 2) Régionales : Montagne Noire et Sardaigne



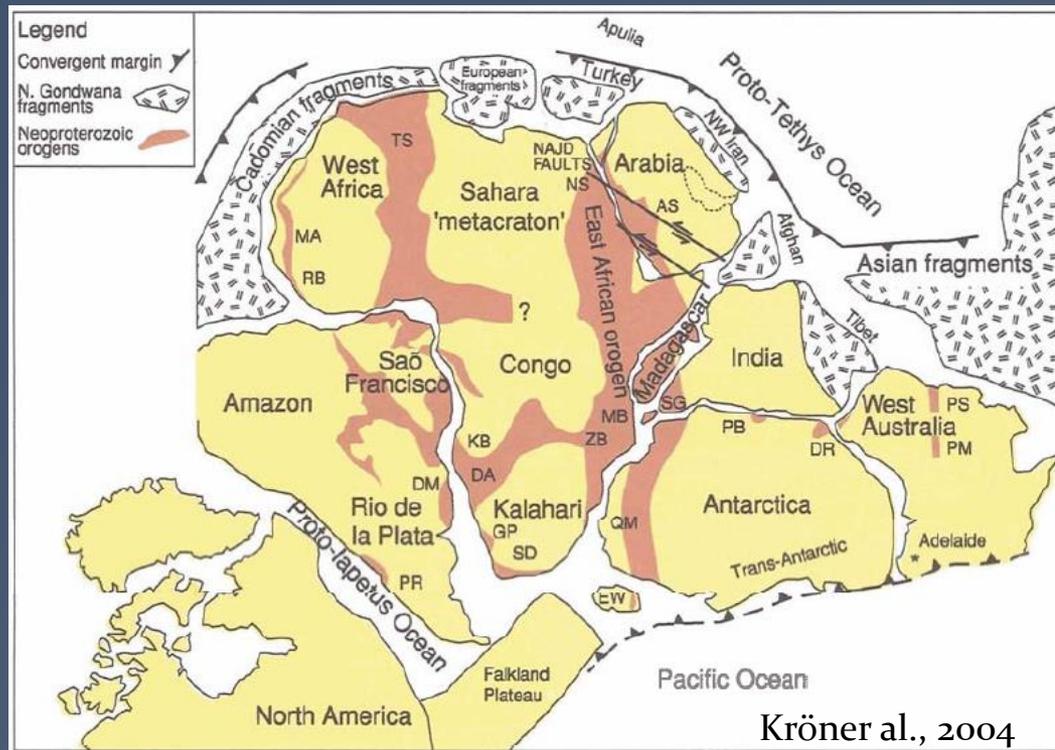
Compléter les connaissances à l'échelle de la marge



Álvaro et al., in prep

III] Contexte géodynamique

↳ 1) Analyses géochimiques des niveaux volcaniques



Approche pluridisciplinaire
Et à différentes échelles

Travaux de terrain (lithostratigraphie)

5 missions (Juin 2014- Mai 2016)  70 jours de terrain

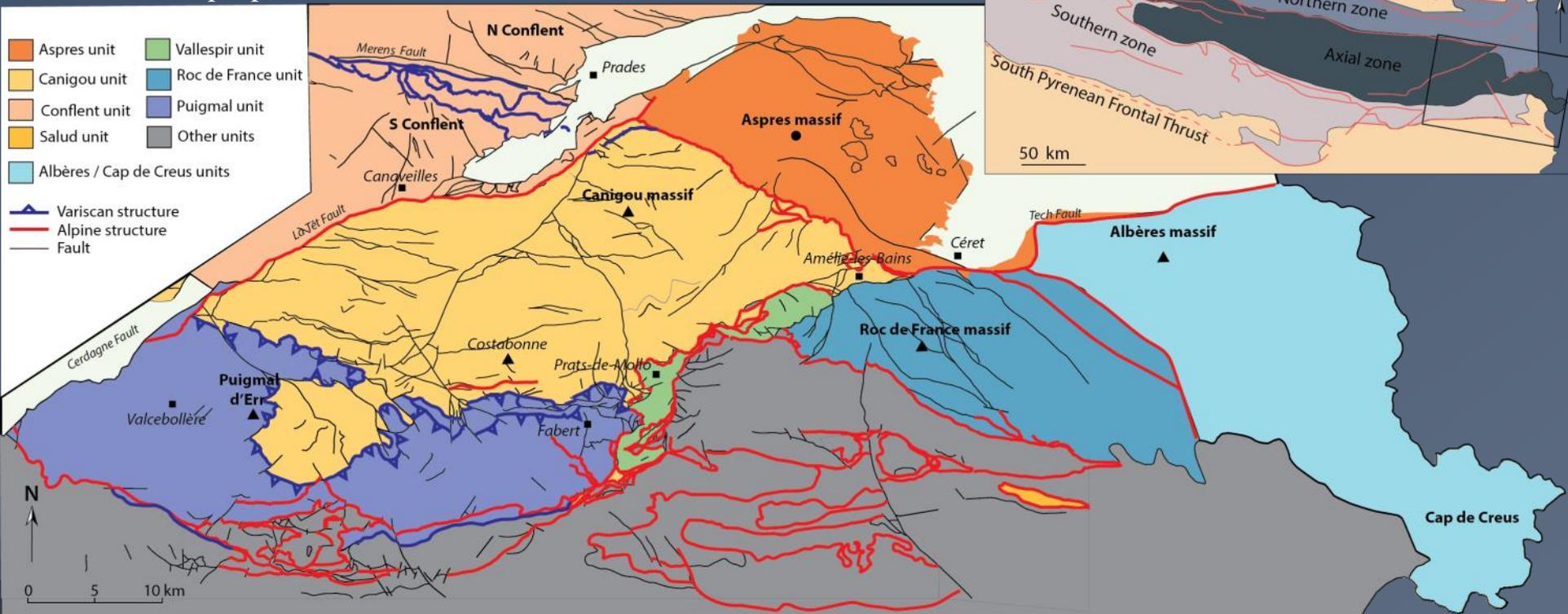
Unités tectono-stratigraphiques	Coupes	Groupes	Formations	Biostratigraphie		U-Pb Zircon	Missions
				"SSF"	Palyno.		
Puigmal	Vacebollère	J	Valcebollère	1/4	0/3	/	M1; M2; M3
	Tegurà	C	Pic de la Calpe	0/5	0/1	/	M1; M2; M3; M5
	Roques Blanquès	J	Valcebollère	0/2	/	/	M2; M5
	Finestrelles	C/J	Pic de la Clape / Err	0/2	0/1	1/1	M2; M3
	Espinavelle	C	Nyer	/	0/1	/	M1
	Queralbs	J	Valcebollère / Err	0/3	0/1	/	M2; M4; M5
	Pic de la Clape	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	2/2	M1; M2; M4; M5
	Fabert-Molló	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	1/1	M1; M2; M4; M5
	Gironella	J	Valcebollère	0/1	/	/	M3
	Molina	J	Serdinya	/	0/1	/	M2
Conflent	Saïlagouse	J	Err	/	0/1	/	M2
	Jujols	J	Serdinya	/	0/2	/	M1; M5
Aspres	Thuir d'Evol	J	Valcebollère / Err	0/2	0/1	/	M1
	Montauriol	J	Serdinya	/	0/1	1/1	M1; M3; M5
	Xatard	C	Olette	/	0/1	/	M1; M5
Pallaresa	St Colombe	J	Valcebollère	0/1	0/1	/	M1; M5
	Alos d'Isil	J?	Alos d'Isil	/	/	(1)	M3; M4
	Alins	J?	Alins	/	(1)	(1)	M3; M4
Albères	Lleret/Boldis	J?	Lleret-Bayau	0/2	/	/	M3; M4
	Cap Cerbère	C	Pic de la Clape / Err	/	/	1/1	M3
Salud	Cap de Creus	C	Montjoi	/	/	(1)	M3
	Terrades	J	Terrades	4/4	/	/	M1

Travaux de terrain

7 grandes unités tectonostratigraphiques

Variation du découpage lithostratigraphique

Padel et al., in prep a

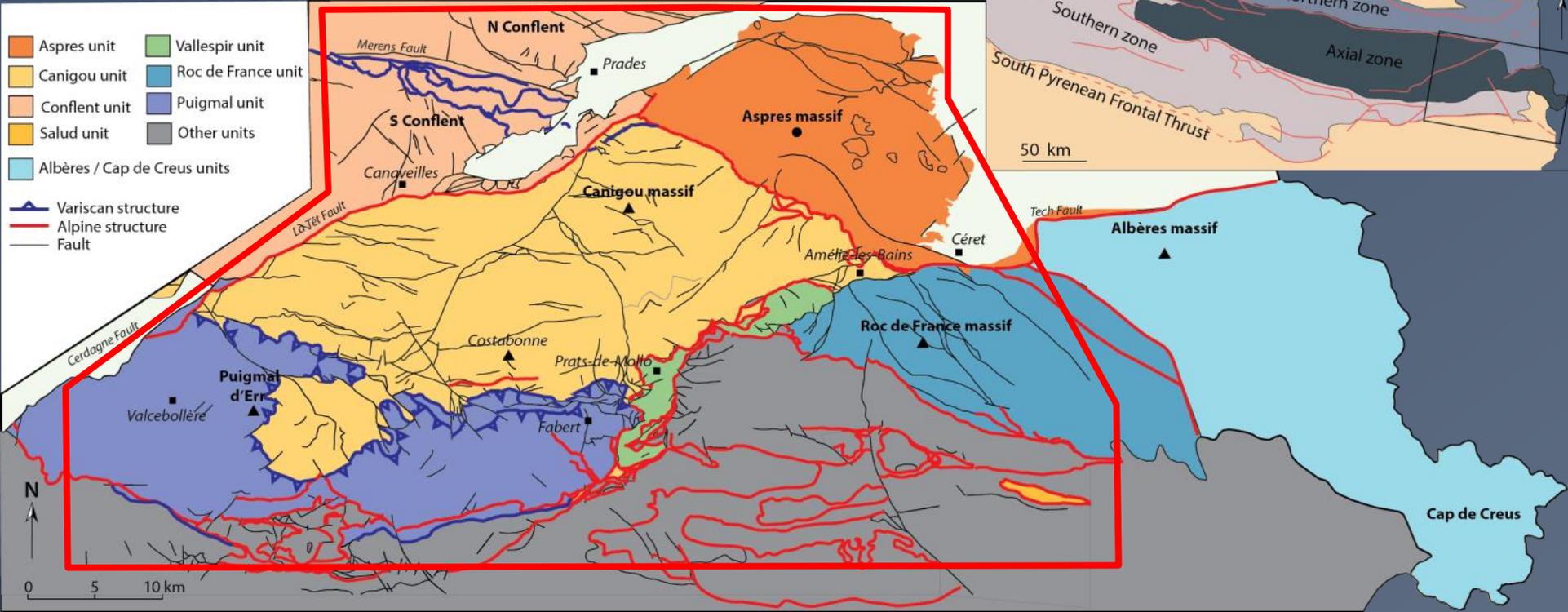


Travaux de terrain

7 grandes unités tectonostratigraphiques

Variation du découpage lithostratigraphique

Padel et al., in prep a

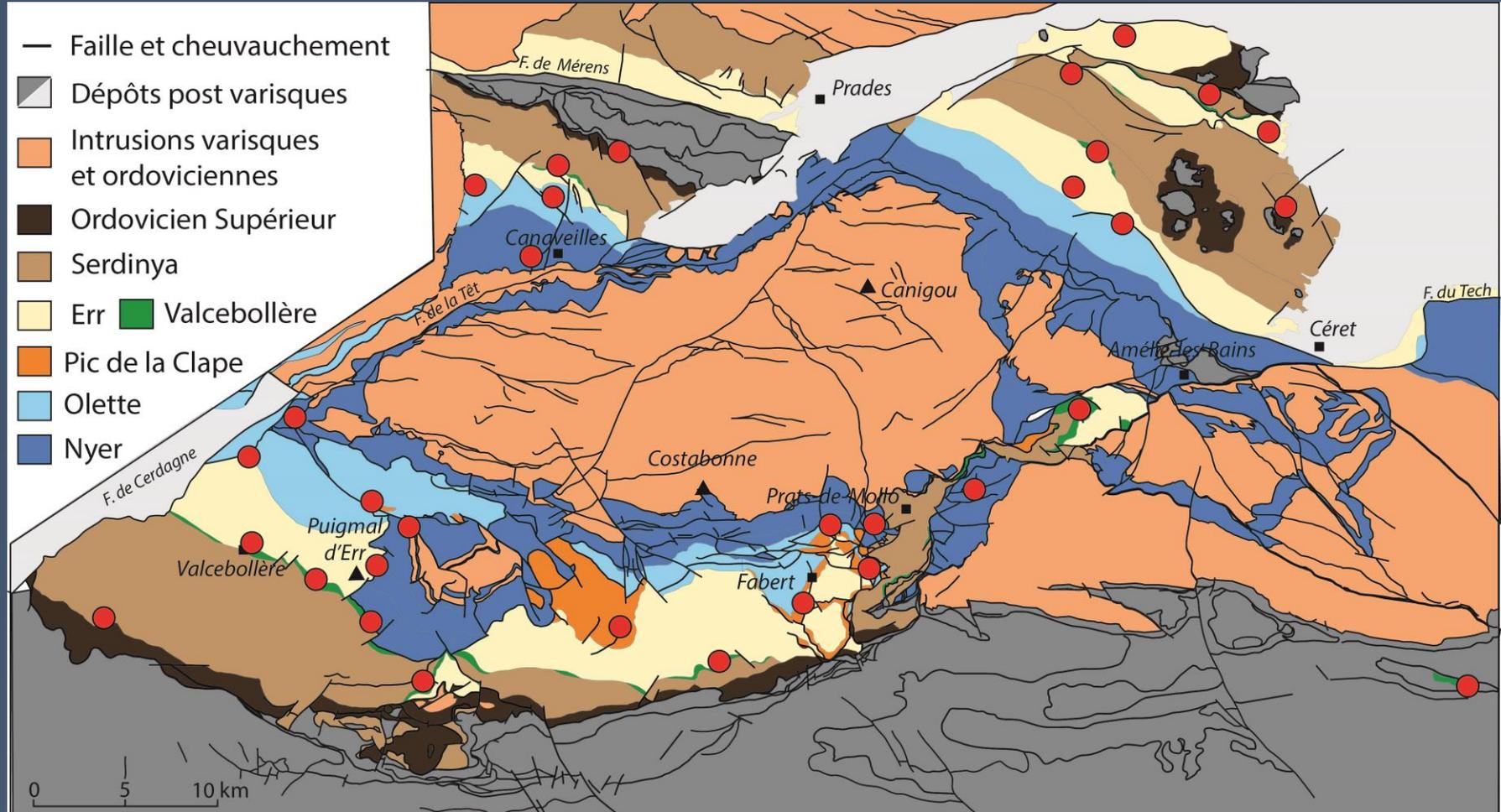


Travaux de terrain

+ de 100 points d'observation



35 affleurements clefs



Padel et al., in prep a



coupes schématiques (affleurements discontinus)

Travaux de terrain

Coupes schématiques

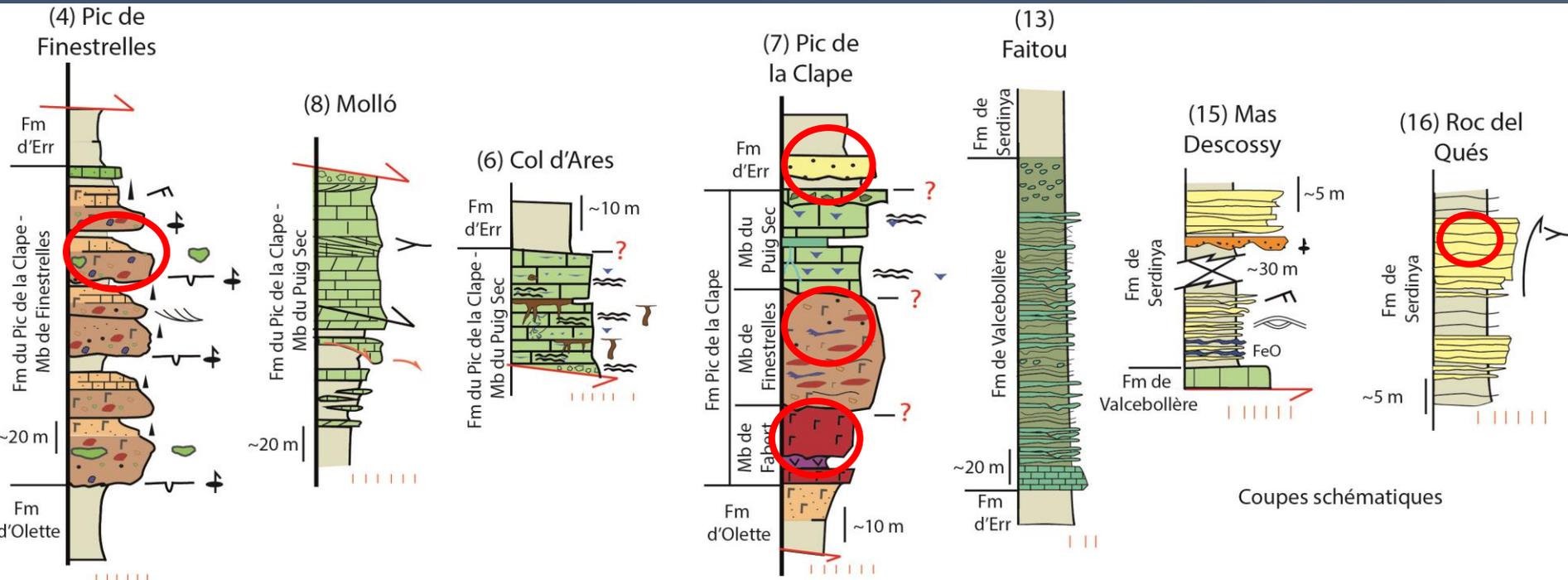


Niveaux clefs

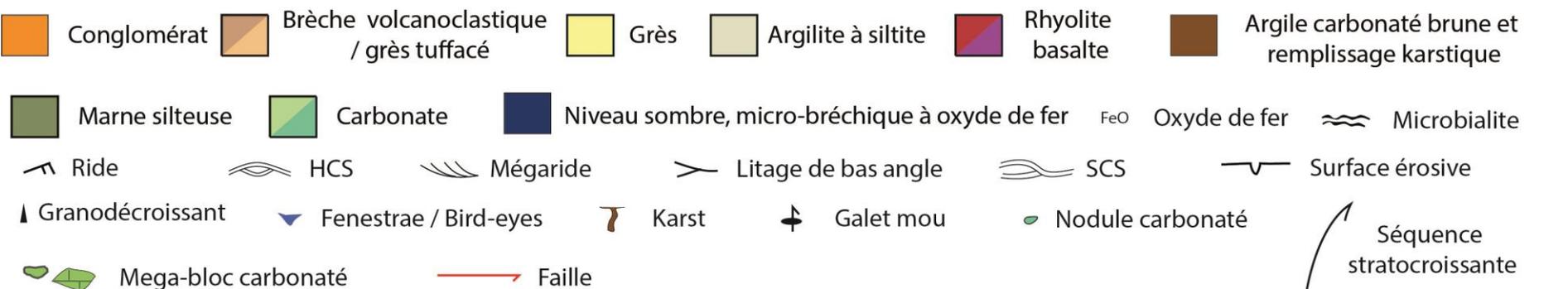
Volcaniques et détritiques



Datations U-Pb



Coupes schématiques

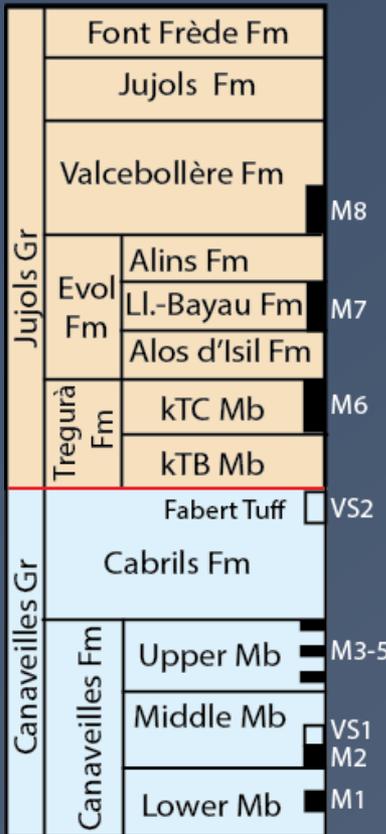


Lithostratigraphie

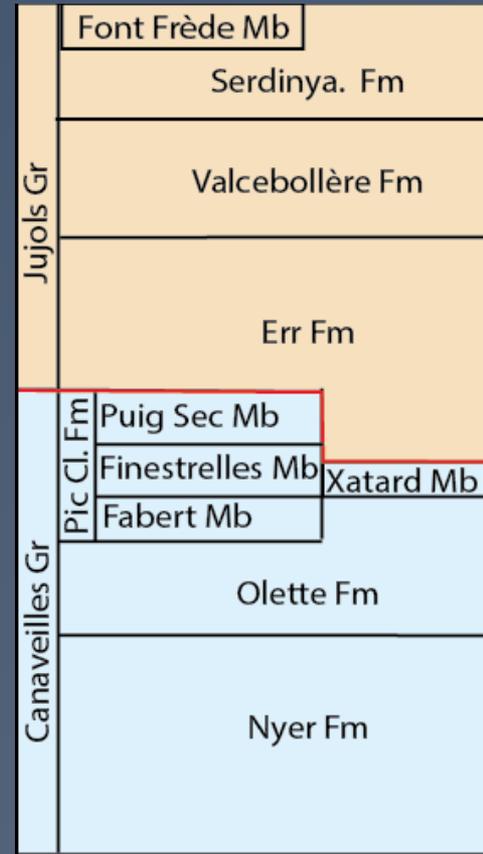
Base de travail



Nouveau cadre lithostratigraphique



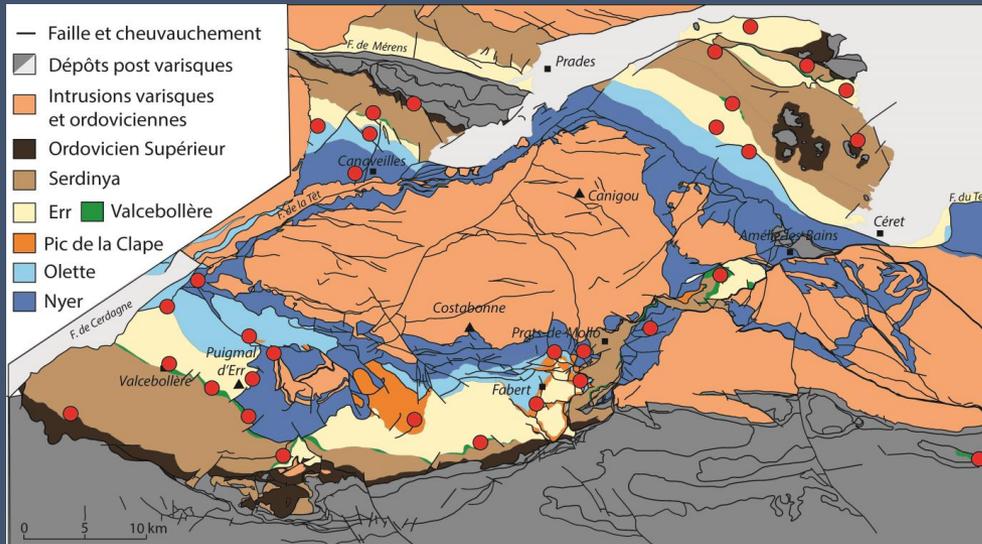
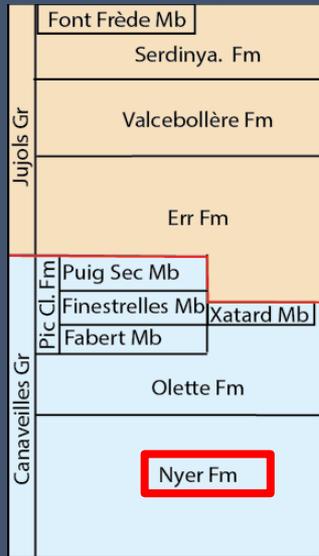
Laumonier et al., 2015



Padel et al., in prep a

Lithostratigraphie : Formation de Nyer

Padel et al., in prep a



~ 2000 m
nouveau nom

En bordure des
intrusions ordoviciennes
et varisques

Schistes



Marbres



Lithostratigraphie : Formation de Nyer

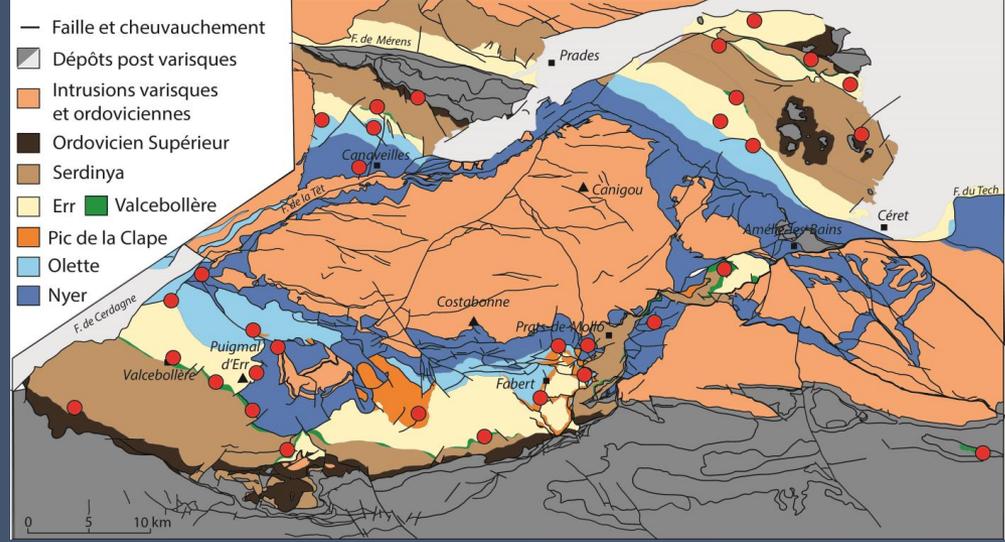
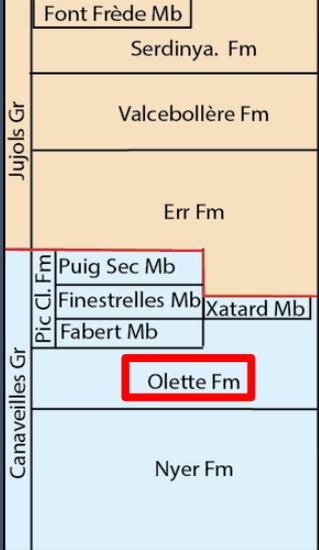
Métarhyolites



Riche en
Feldspaths

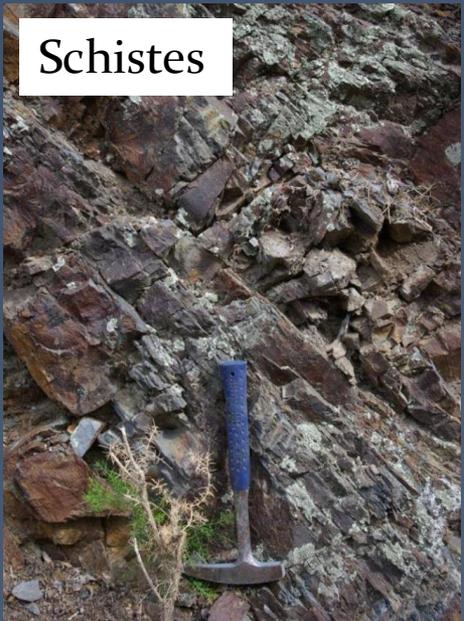
Lithostratigraphie : Formation d'Olette

Padel et al., in prep a



Nouvelle formation
~ 400-500 m

Schistes
Métarhyolites
Argilites Noires
(Membre de Xatard)

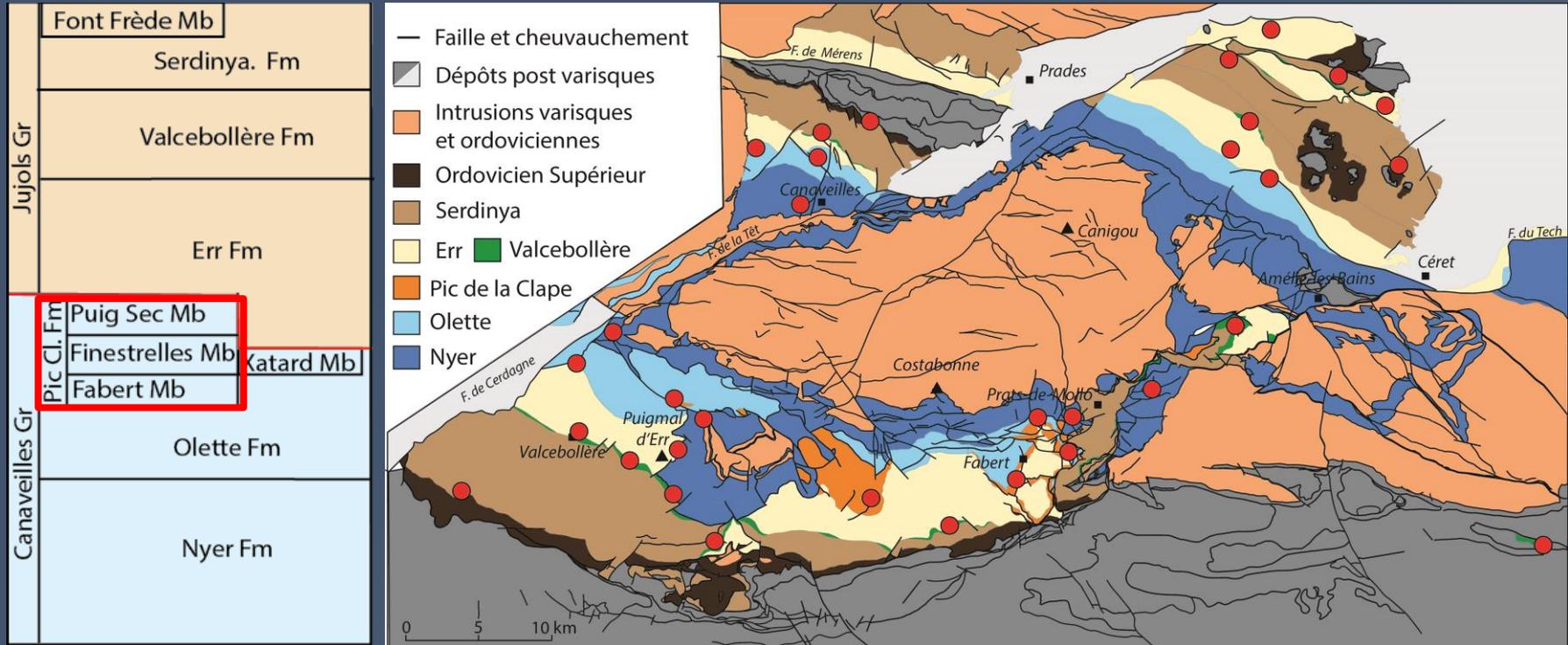


Membre de Xatard

- Col du Xatard
- Oreilla
- River Ter

Lithostratigraphie : Formation du Pic de la Clape

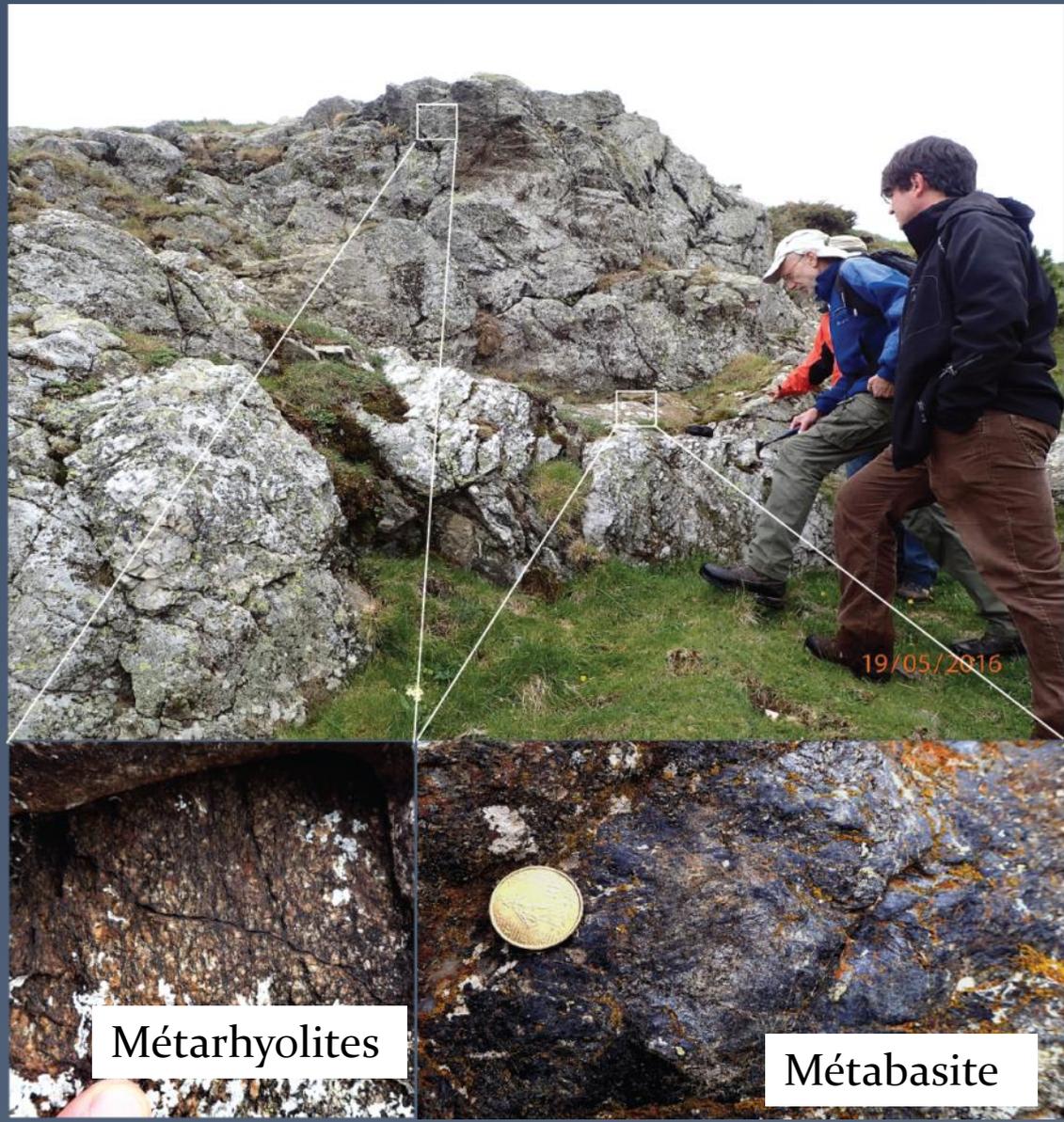
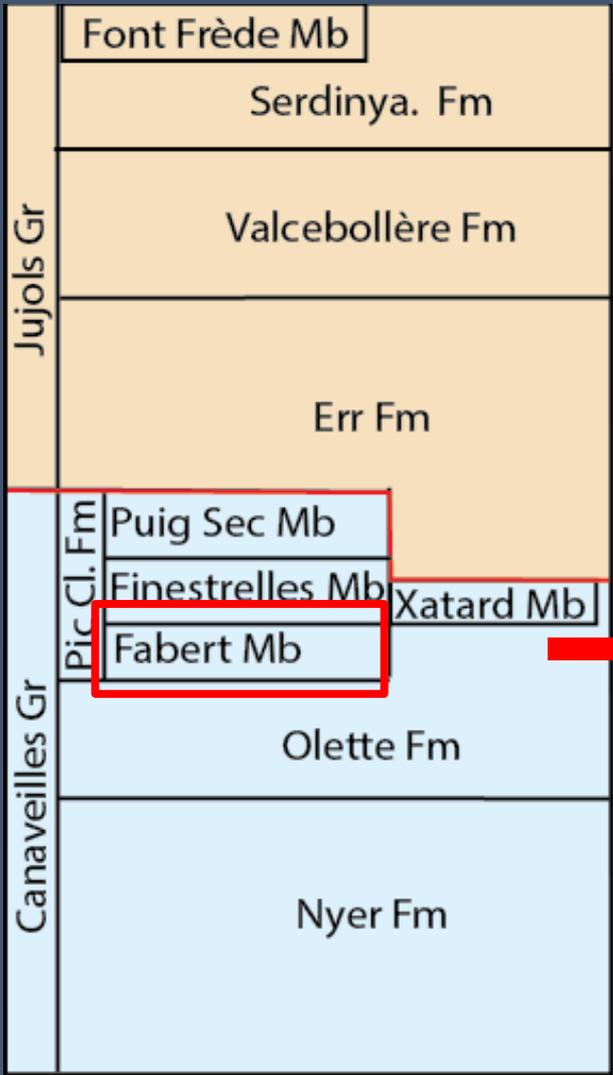
Padel et al., in prep a



Nouvelle formation (~ 750 m) { -Mb de Fabert (~50m)
 -Mb de Finestrelles (~500m) → Localisée au sud du Canigou
 -Mb du Puig Sec (~180m)

Lithostratigraphie : Formation du Pic de la Clape

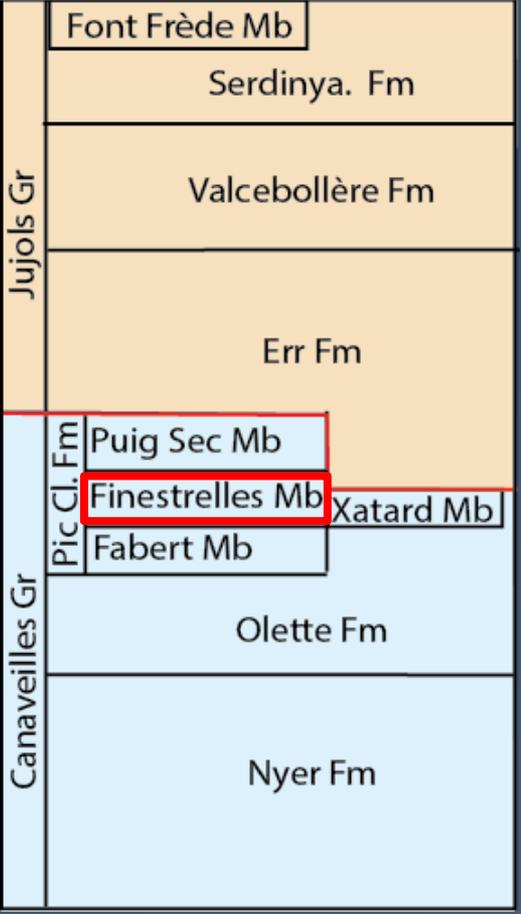
Padel et al., in prep a



Métarhyolites

Métabasite

Lithostratigraphie : Formation du Pic de la Clape



Padel et al., in prep a



Brèches polygéniques

Claste et bloc de carbonate



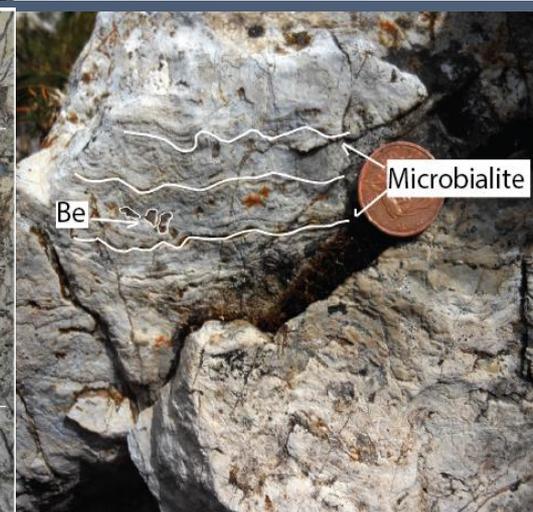
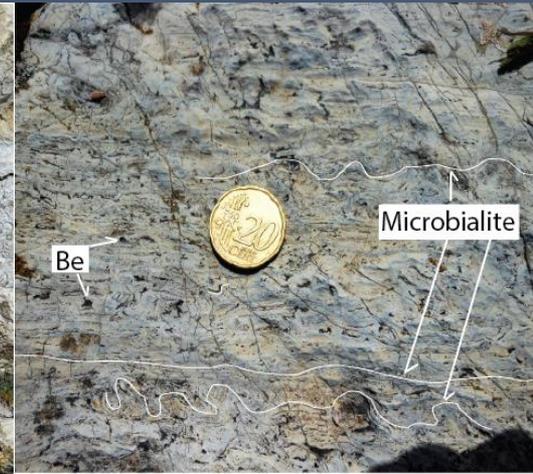
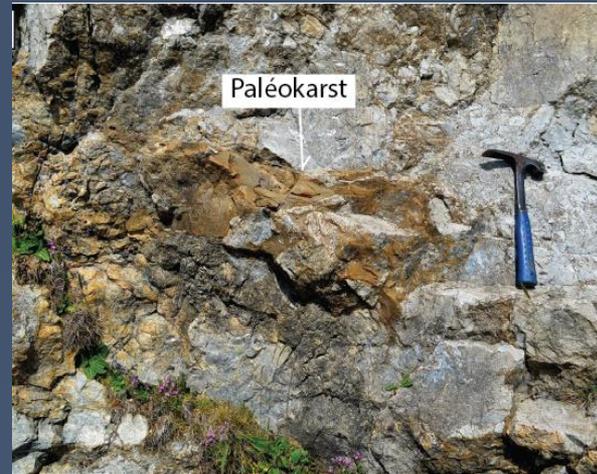
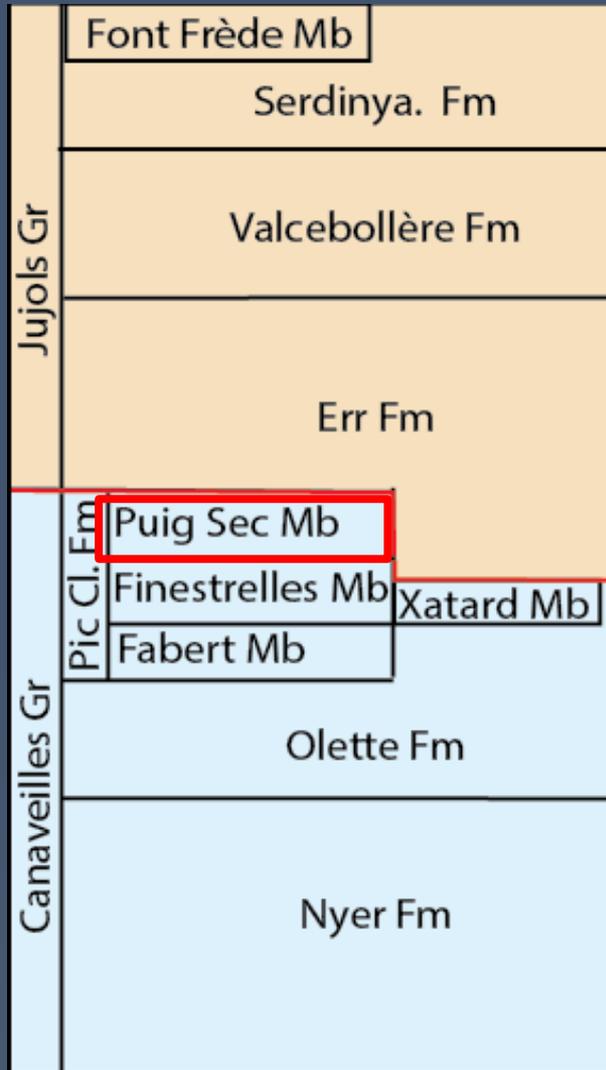
Claste de métarhyolite

- Bancs lenticulaires de 1 à 10 m, base érosive
- Ciment carbonaté; matrice quartzo-feldspathique
- Clastes de métarhyolite, carbonatés, de schistes
- Rarement granoclassé; chaotique
- Blocs carbonatés non lithifié durant le dépôt

Debris flow → Remaniements pyroclastiques et carbonatés
 Milieu de dépôt → Partie distale d'un système silicoclastique

Lithostratigraphie : Formation du Pic de la Clape

Padel et al., in prep a



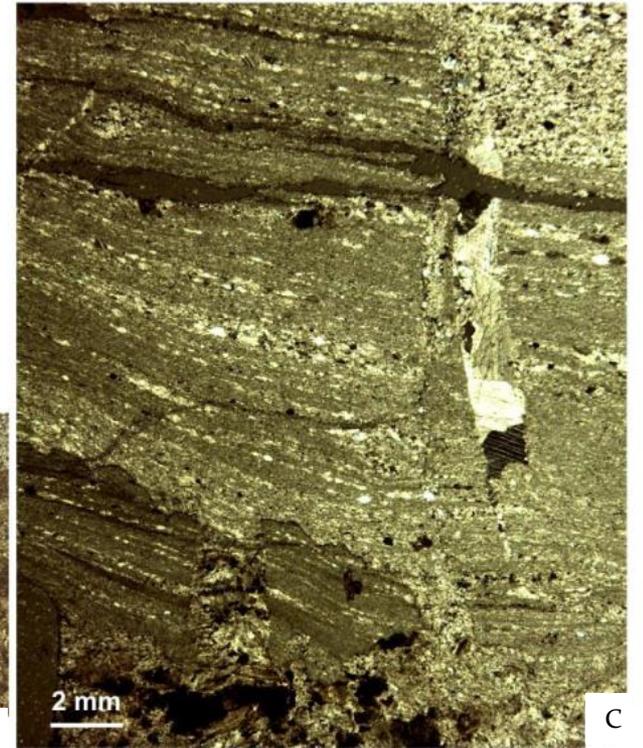
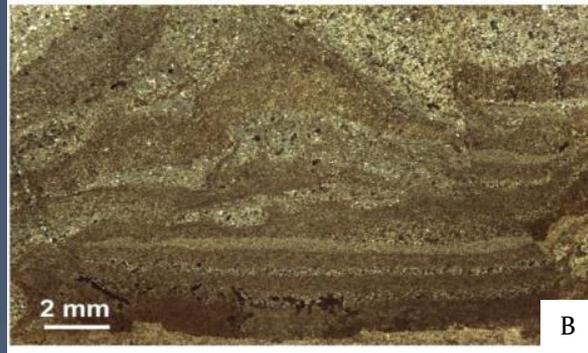
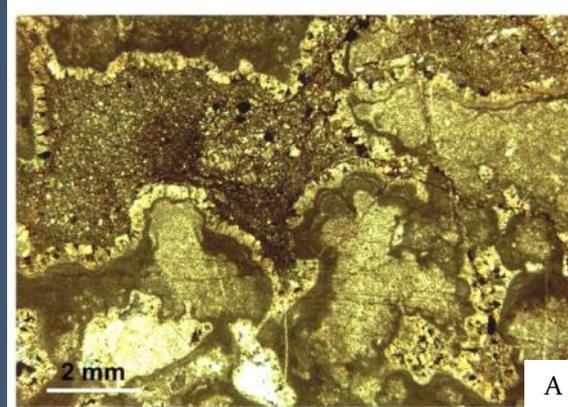
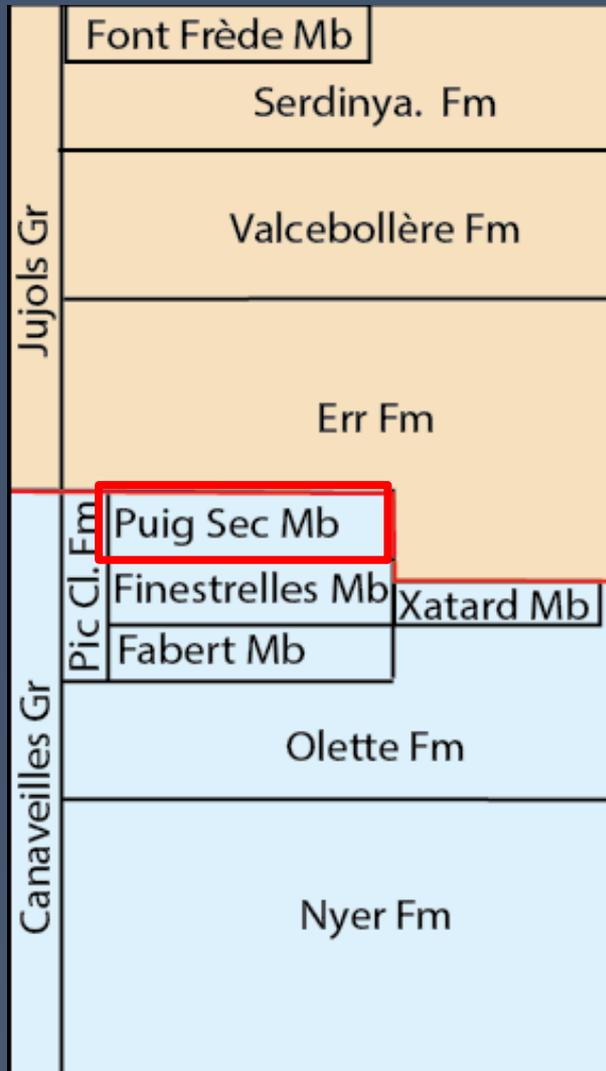
Padel et al., in prep b

→ Plate-forme péritidale mise en place au toit des reliefs formés par les dépôts volcanoclastiques

Lithostratigraphie : Formation du Pic de la Clape

Padel et al., in prep a

Padel et al., in prep b



A → Stromatolithes avec texture en « choux-fleur » et porosité vacuolaire comblée par des argilites

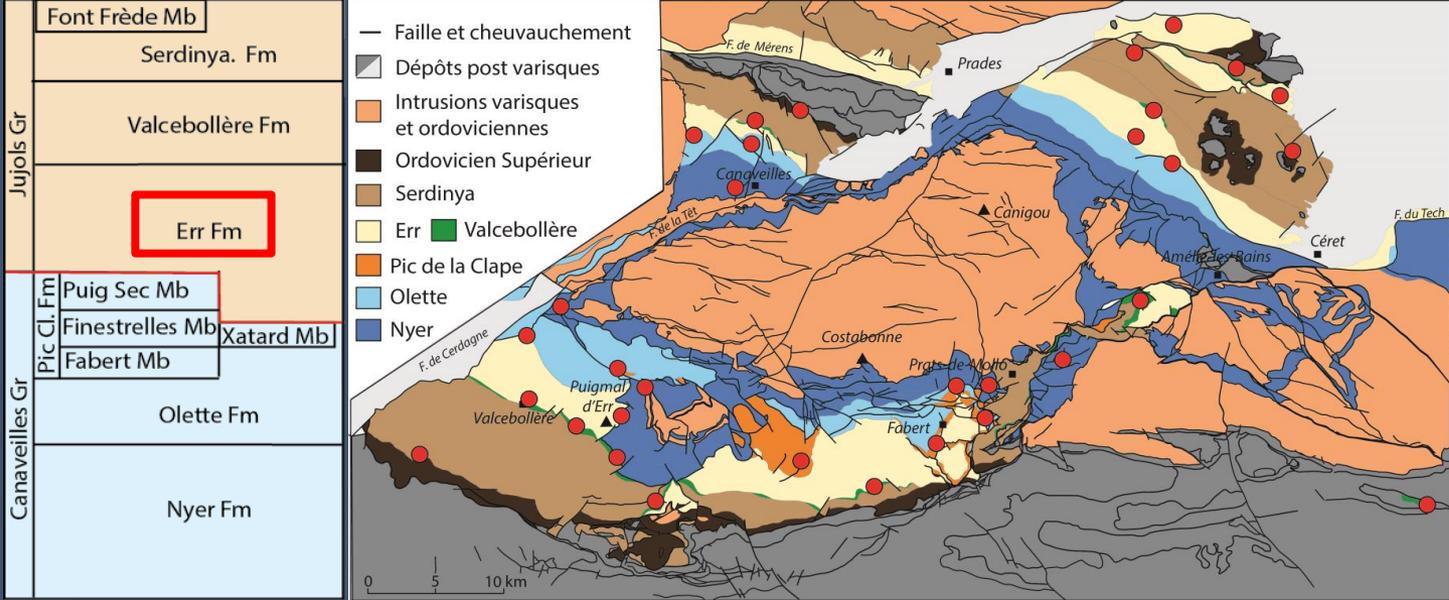
B et C → Fractures et failles synsédimentaires



Instabilité tectonique

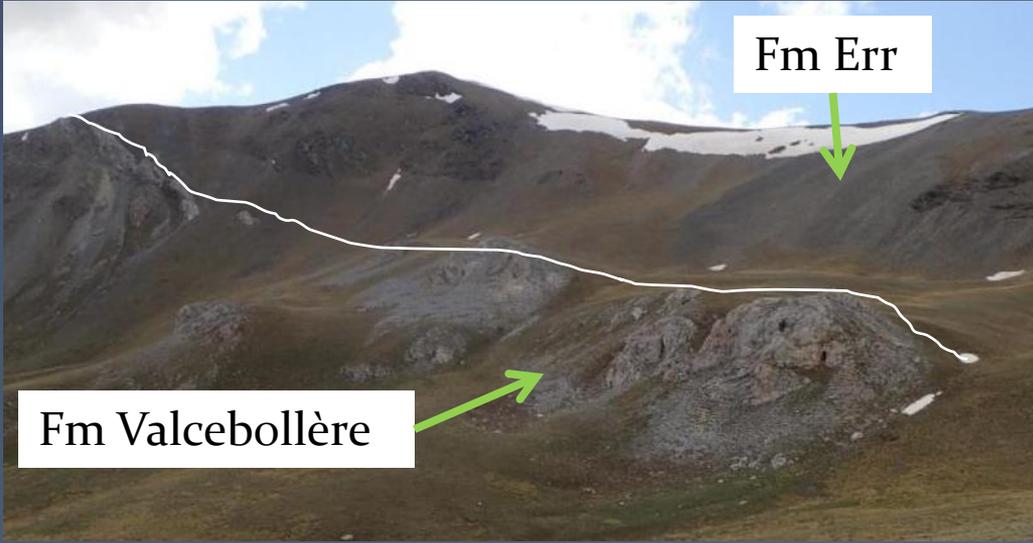
Lithostratigraphie : Formation d'Err

Padel et al., in prep a

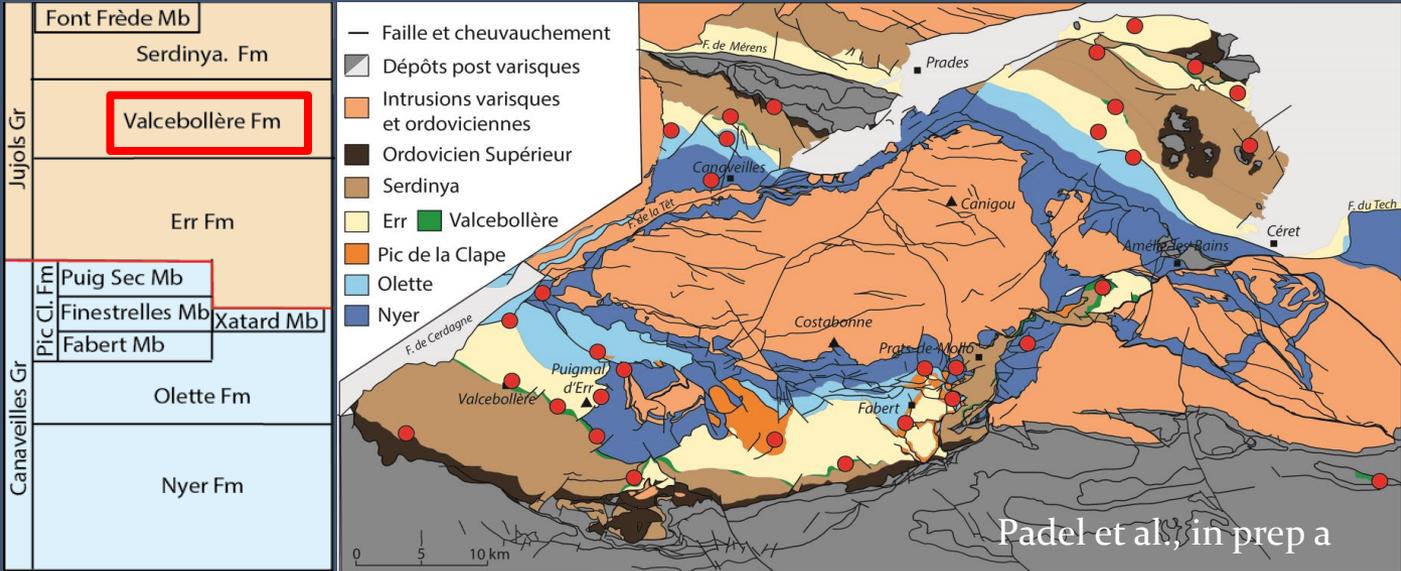


(~2000m)

Alternances hétérolithiques (silts-grès)



Lithostratigraphie : Formation de Valcebollère (Laumonier et al., 1996)

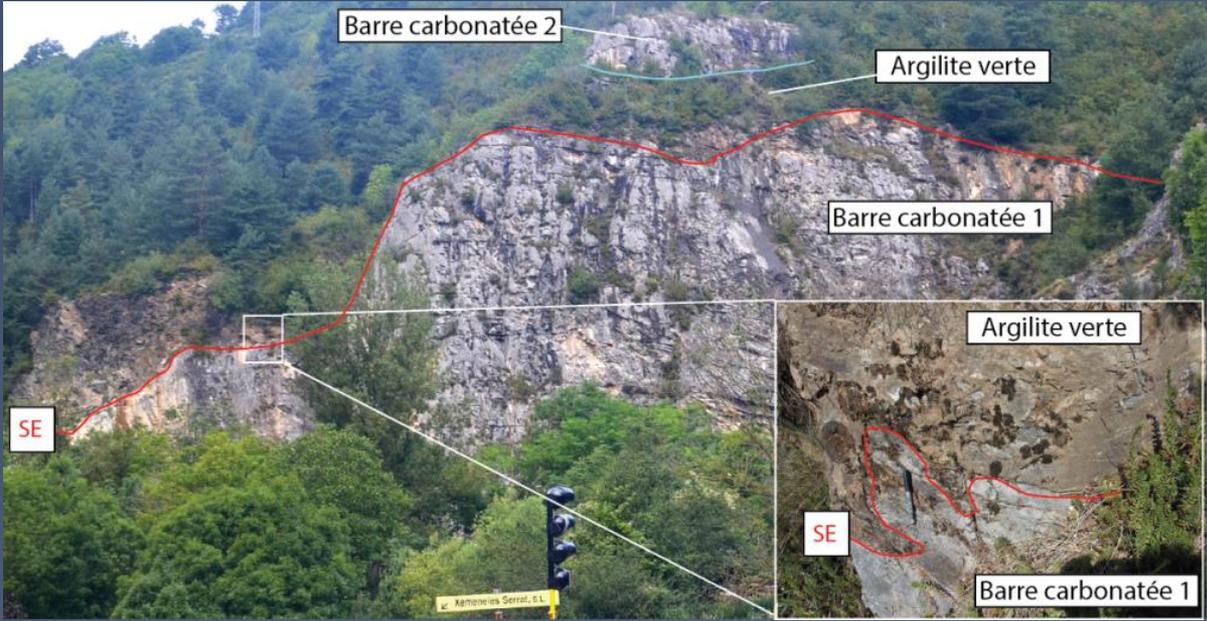


~300m
Cambrien Etage 3-4

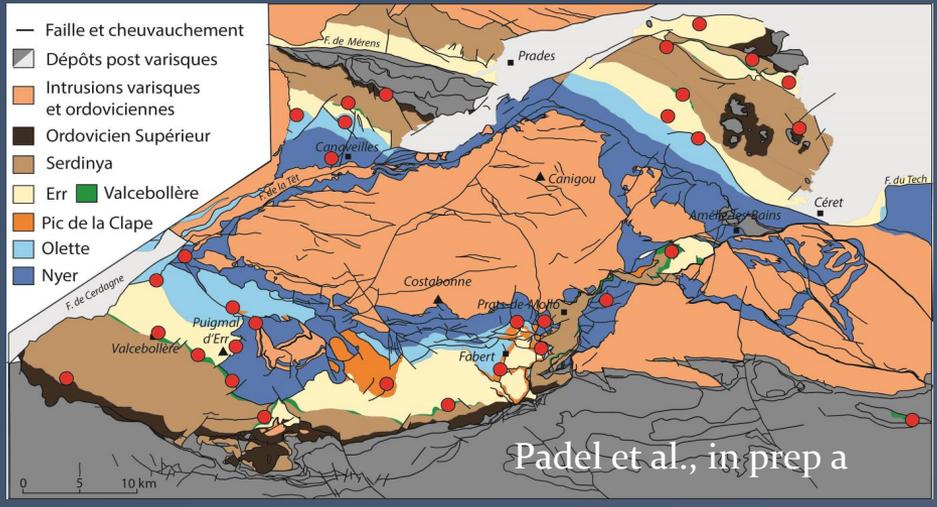
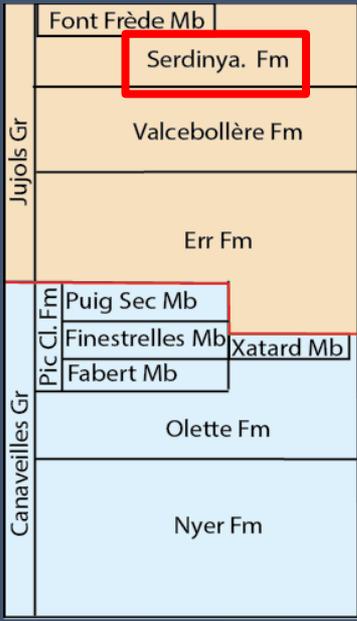
Carbonates massifs
Alternances
Argilite verte

Polarité ~SE-NW

Padel et al., in prep a



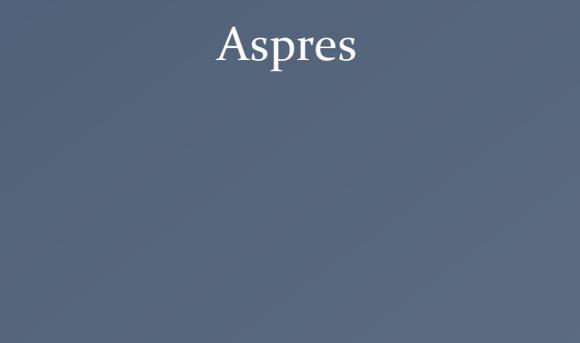
Lithostratigraphie : Formation Serdinya



Barre de grès



Alternances silts-grès



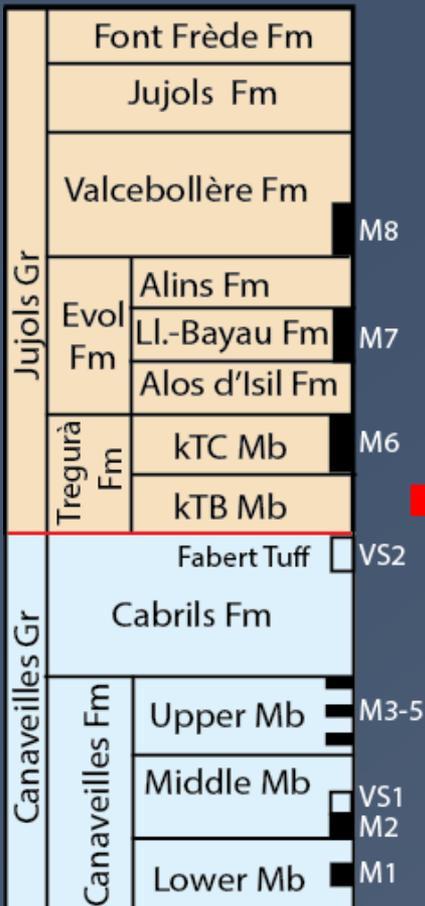
Aspres

~2000m

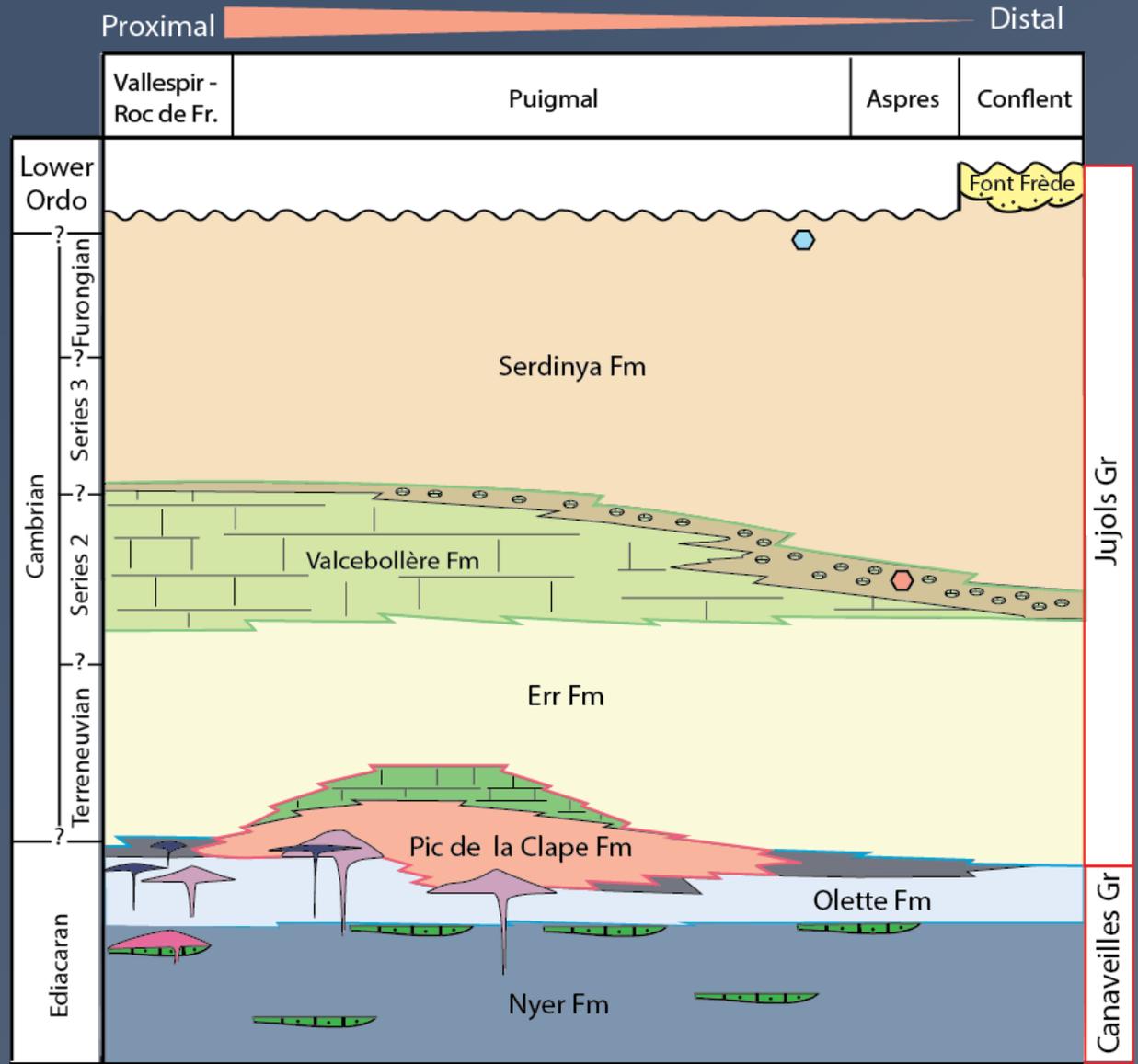
Mb Font Frède

Discordance Sarde

Lithostratigraphie : synthèse



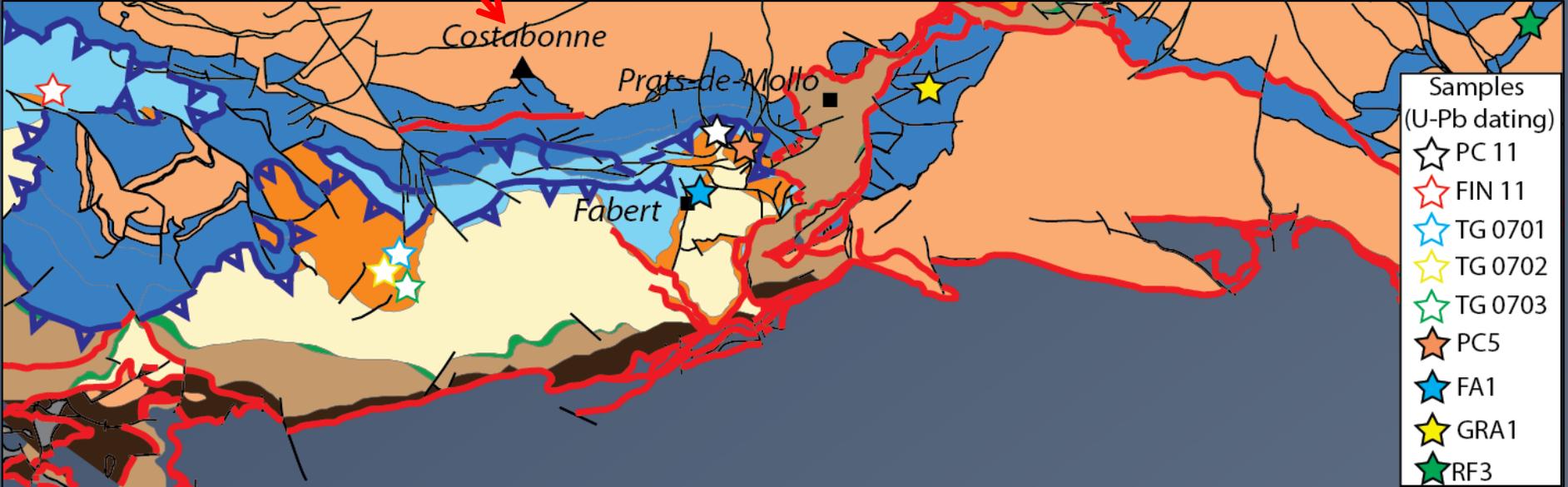
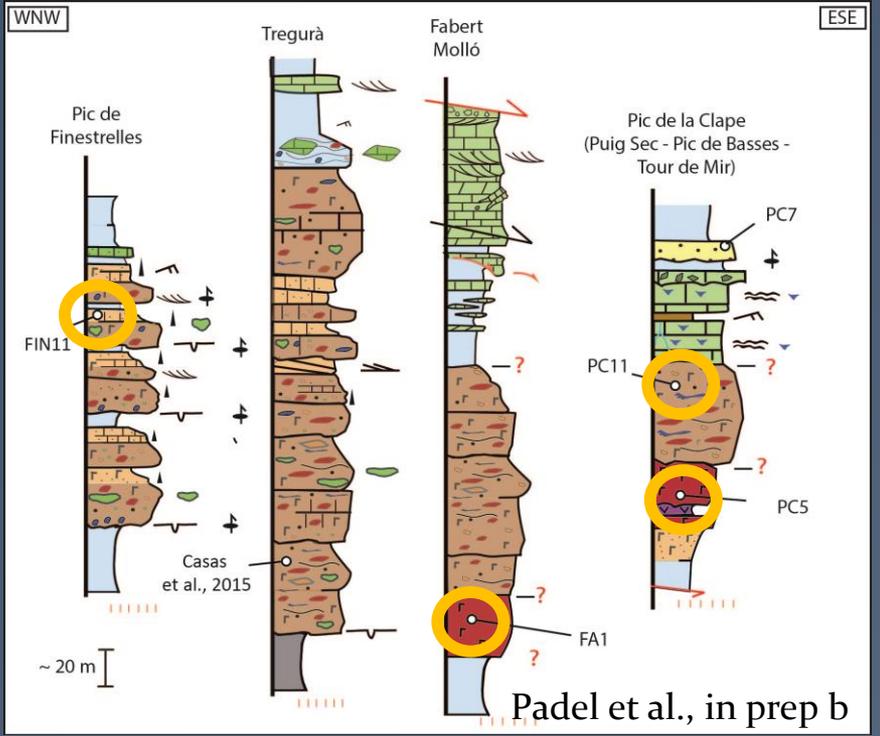
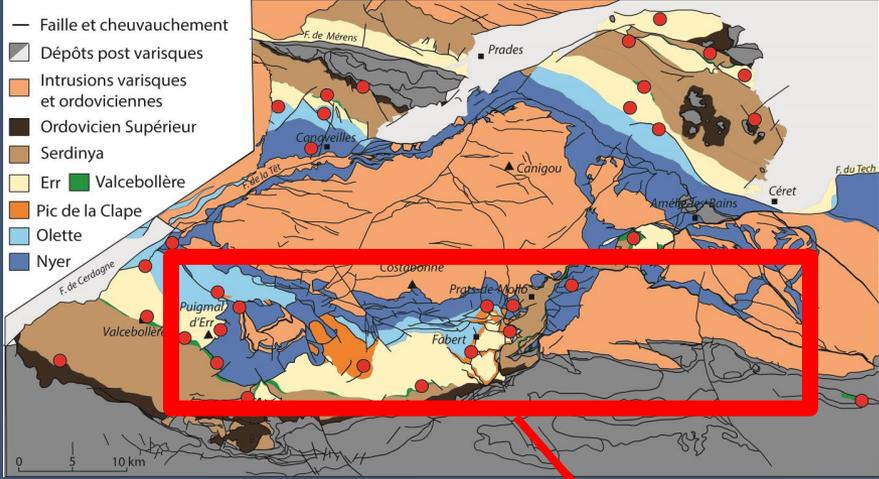
Laumonier et al., 2015



Padel et al., in prep a

Datation U-Pb

Niveaux de métarhyolites (Age de dépôt)
 Brèches et grès tuffacés (Age Max. dépôt)



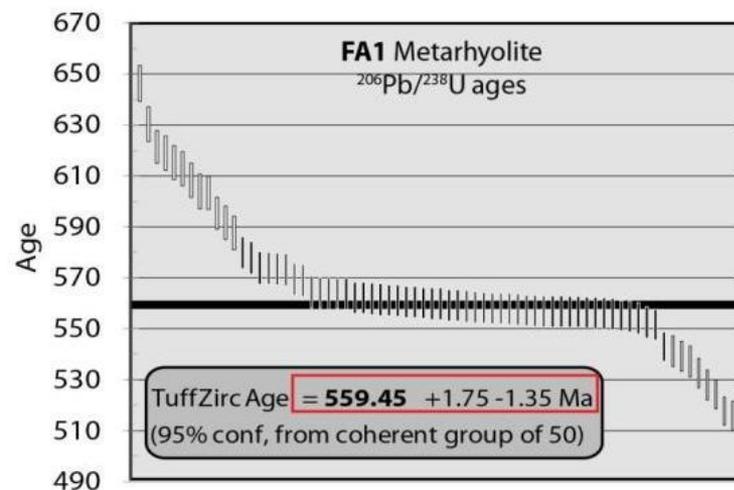
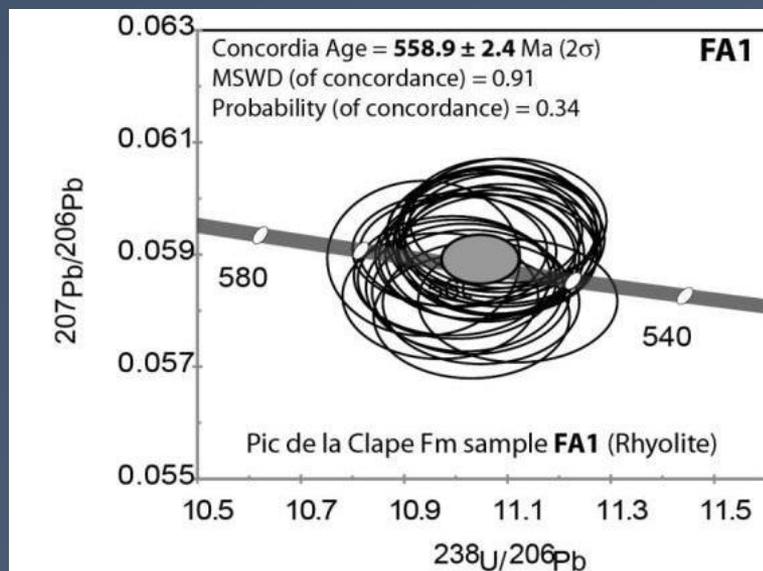
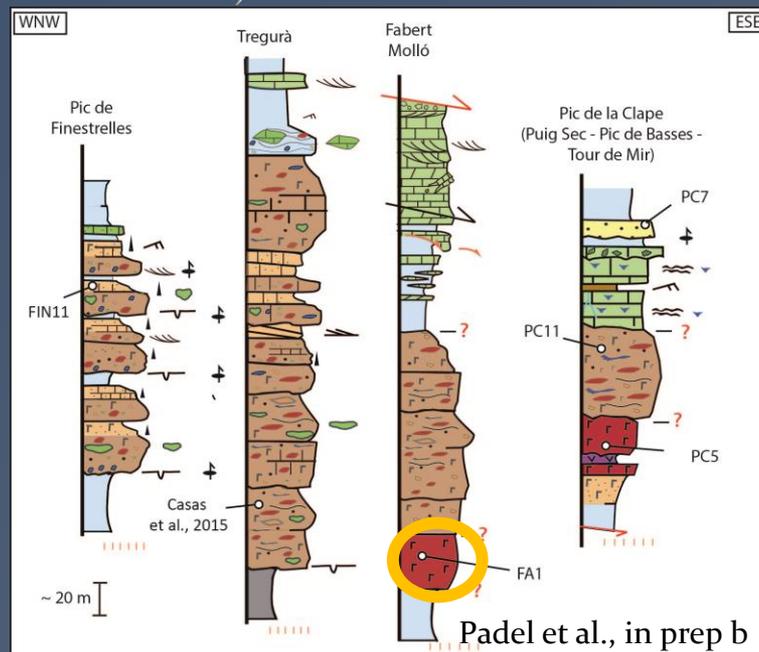
Nouvelles datations U-Pb sur zircon (in situ, LA-ICPMS)

Métarhyolites du Mb de Fabert (FA1),
au village de Fabert

Age concordia: 25/113

Age TuffZirc: 50/113

Même âge



Padel et al., in prep b

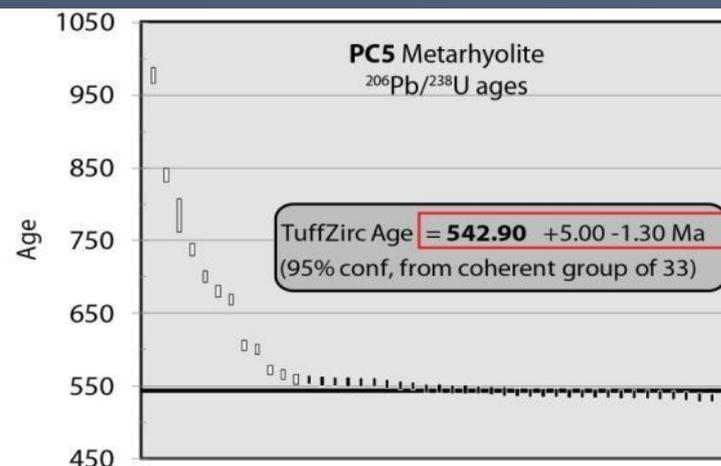
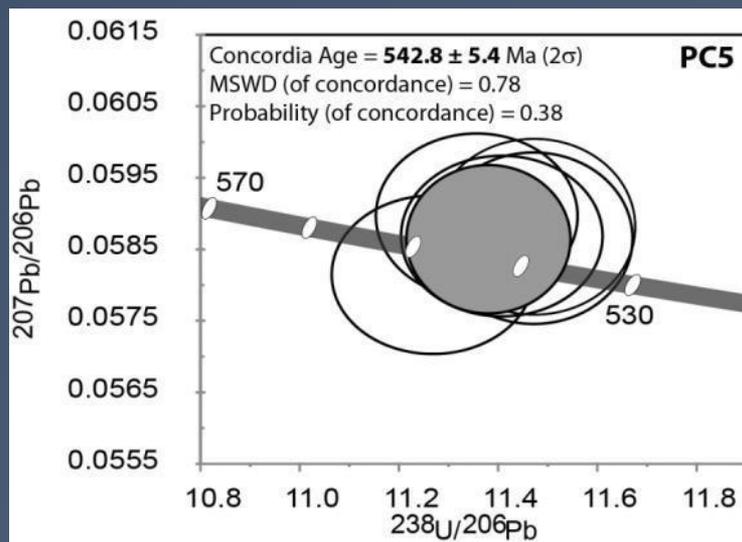
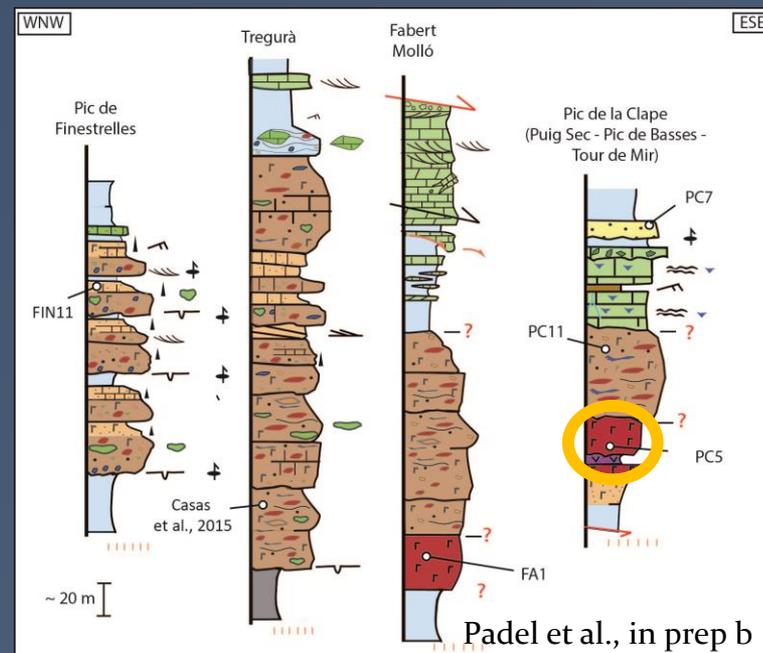
Nouvelles datations U-Pb

Métarhyolites du Mb de Fabert (PC₅),
au Pic de la Clape

Age concordia: 5/60

Age TuffZirc: 33/160

Même âge



Padel et al., in prep b



Au moins 2 évènements volcaniques, 17 Ma d'écart

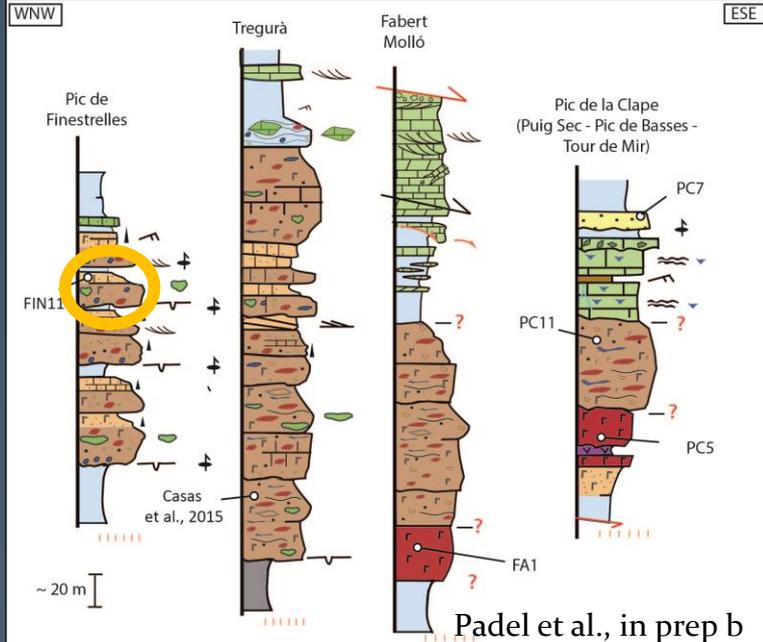
Nouvelles datations U-Pb

Grès tuffacés du Mb de Finestrelles

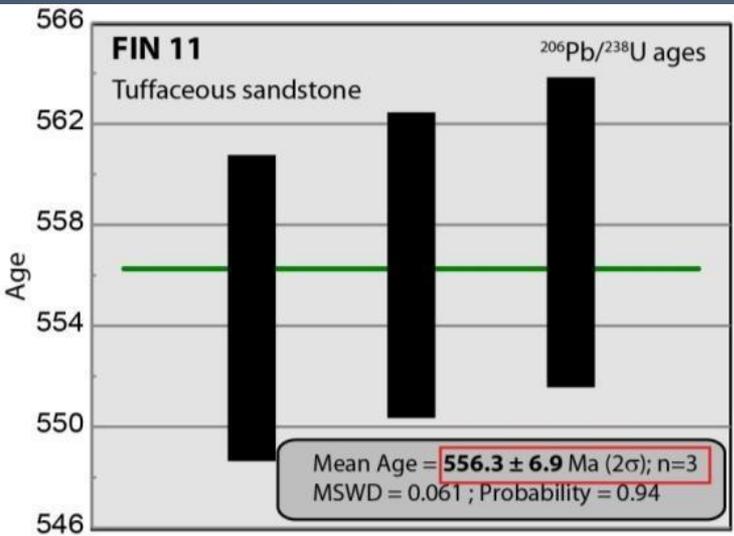
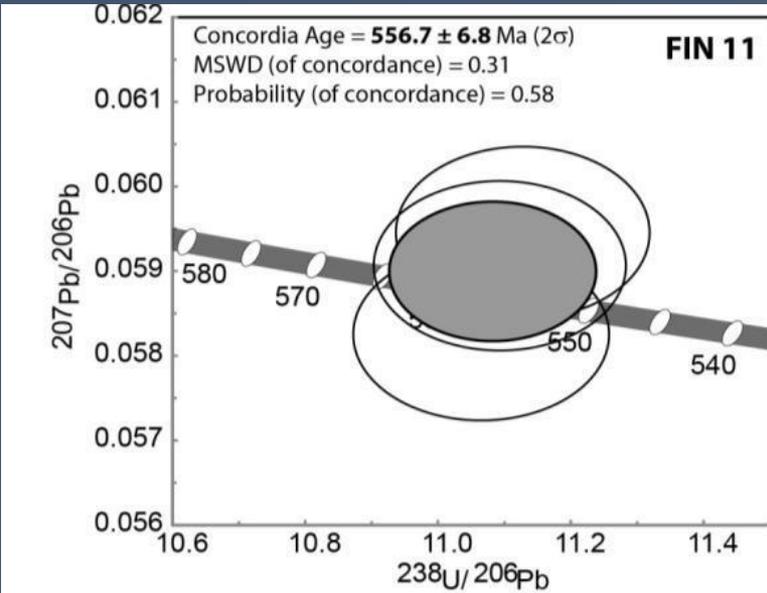
(FIN11) au Pic de Finestrelles

3 datations les plus jeunes

↳ Age max. dep. (2σ) équivalent à FA1



Padel et al., in prep b



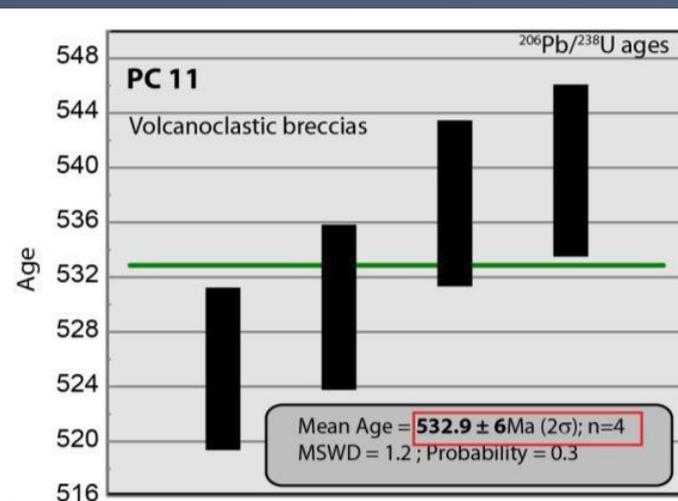
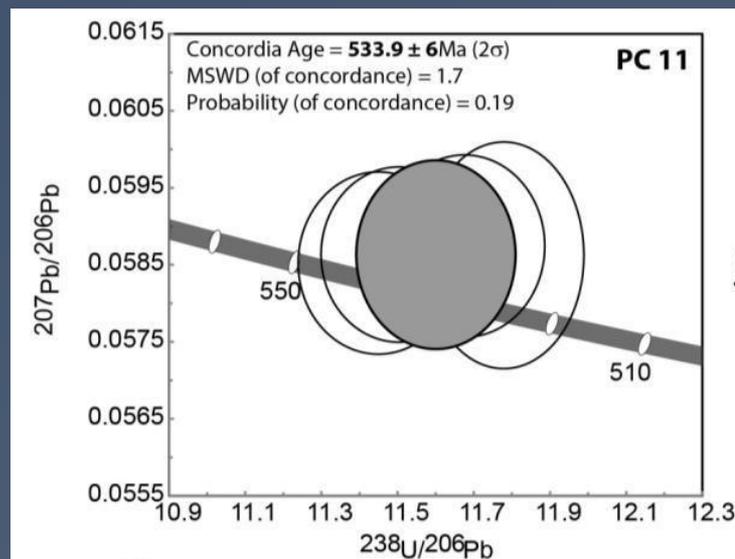
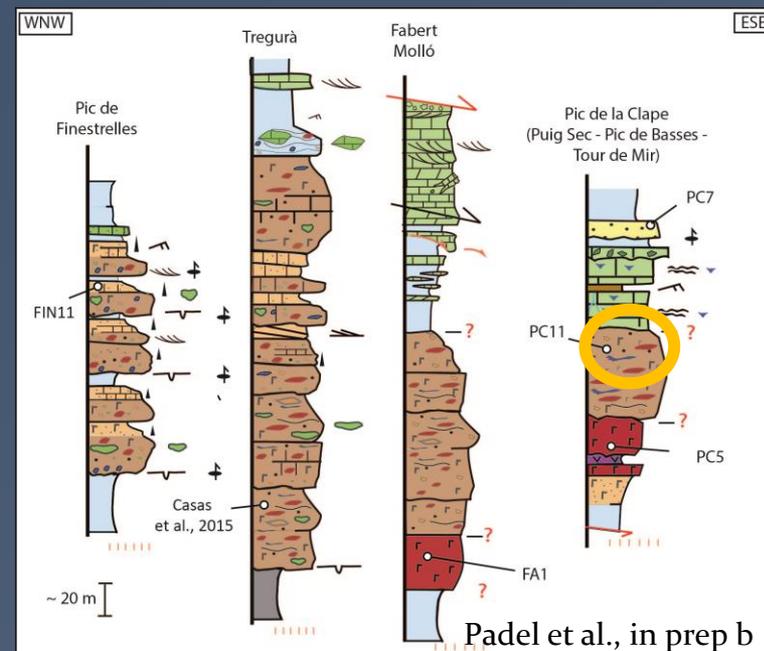
Padel et al., in prep b

Nouvelles datations U-Pb

Brèches volcanoclastiques
Mb de Finestrelles (PC11)
au Pic de la Clape

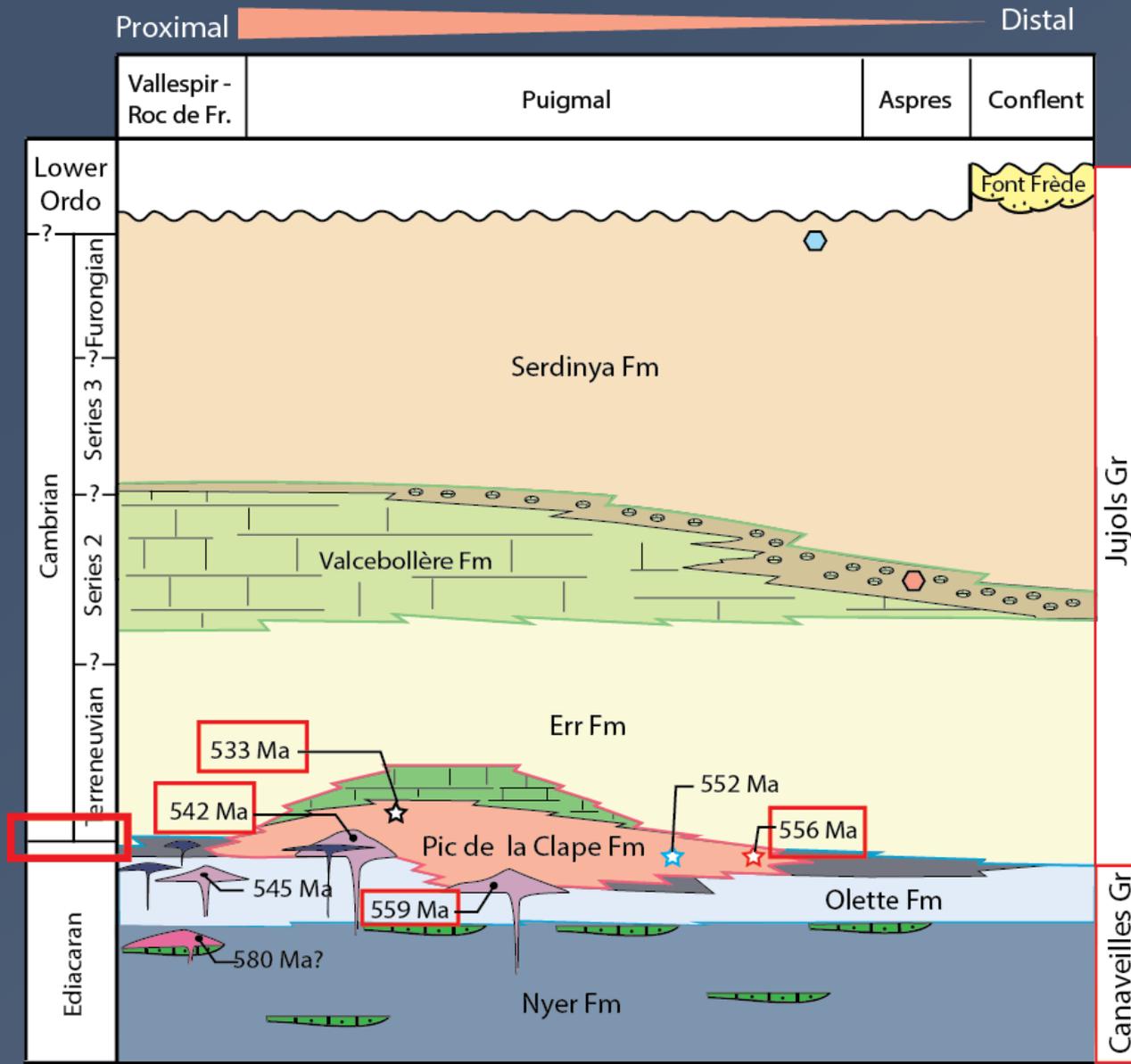
4 datations les plus jeunes

↳ Age max. dep. plus jeune



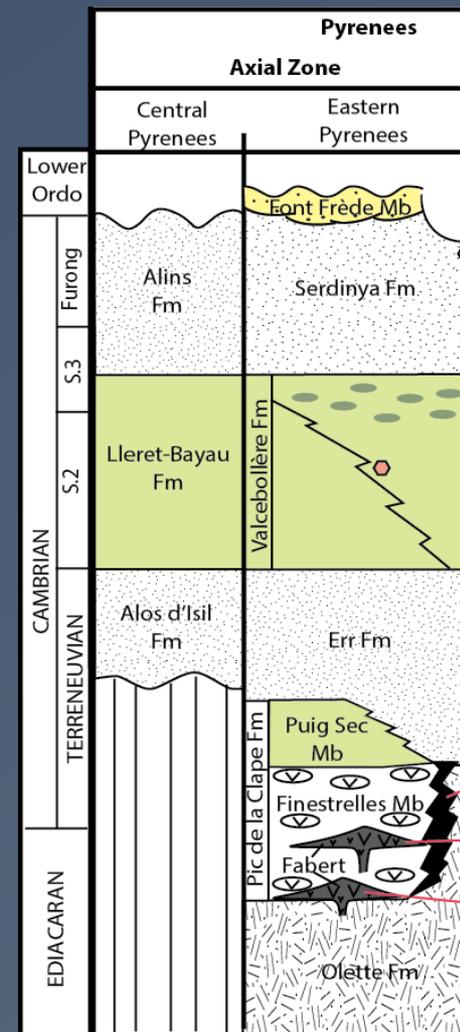
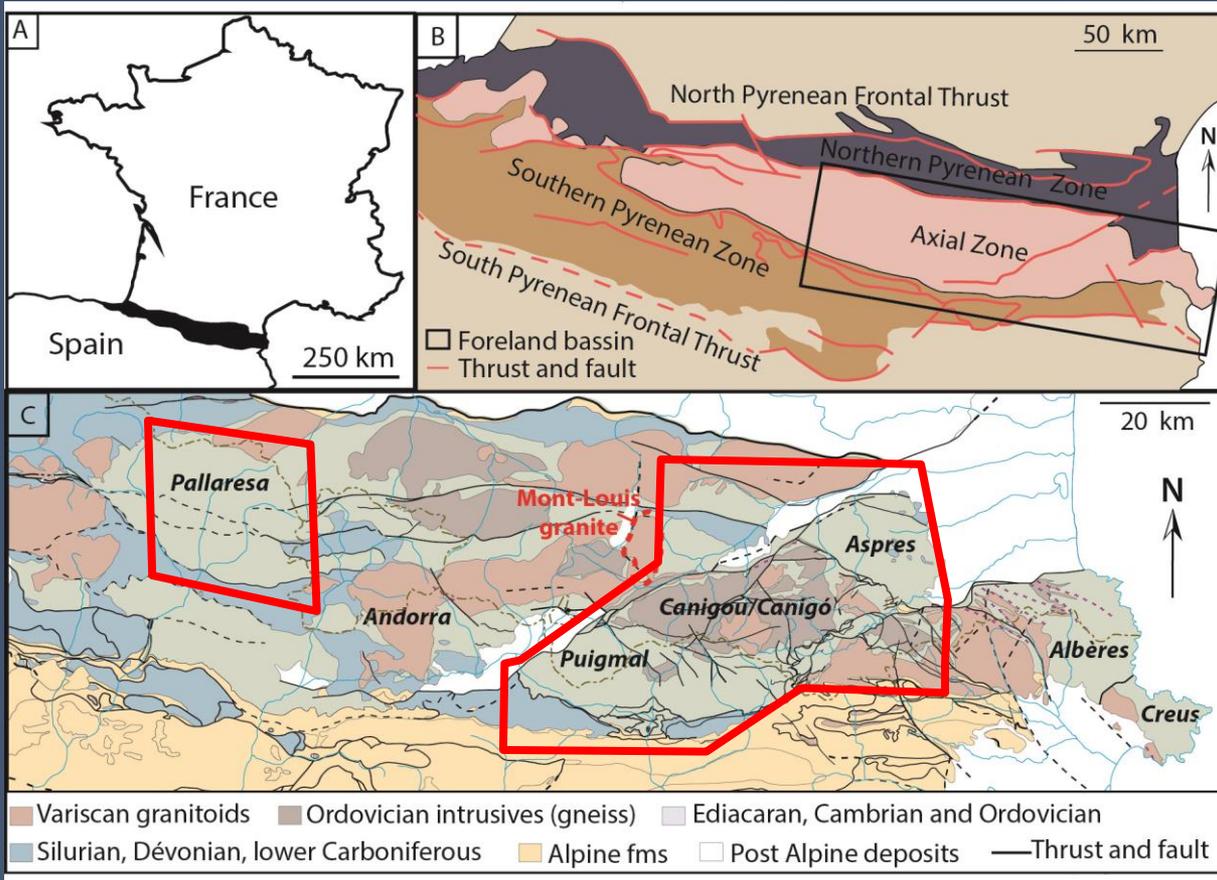
➔ Activité volcanique « contemporaine » du dépôt

Synthèse : Plusieurs épisodes volcaniques, associés à des complexes volcanosédimentaires, autour de la limite Ediacarien-Cambrien



Corrélations locales

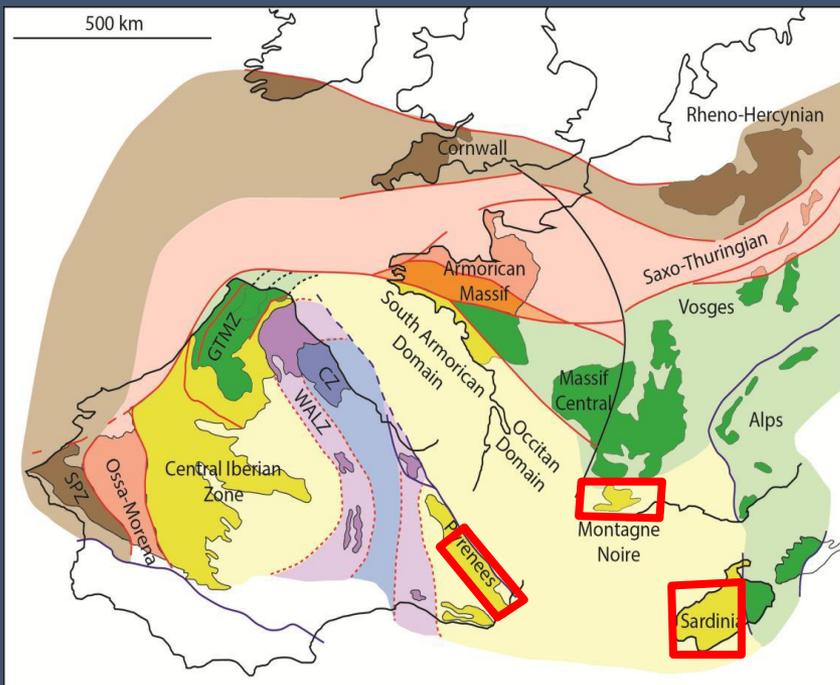
Pallaresa (Pyénées Centrales) vs Terrades (ZSP)



Padel et al., in prep a

Padel et al., in prep a

Corrélations régionales



MONTAGNE NOIRE	
478	ORDOV. Inf. St-Chinian
485	La dentelle
497	La Gardie
	Val d'Homs
	Coulouma
	Poussarou/Tanque
509	Lastours
514	Pardailhan
521	Marcory
529	Marcou
541	Layrac
Ma	Rivernous
	Grandmont
	versant Nord et Sud
	Álvaro et al., 2014
	zone axiale
	tS: tufs de Sériès

PYRENEES ORIENTALES				
ORDOV. ICIEN supérieur				
ORDOV. Inf.	Fm. de Font Frède	kJ	Galeate Acritarches Acanthodiacrodium angustum	
sup.	Fm. de Jujols	kV	Archaeodiscina umbonulata	
mo. sup.	Fm. de Valcebollère	kE ₃		
mo. moy.	Mb. sup.	Fm. d'Alins	kE ₂	
	Mb. moy.	Fm. de Lleret-Bayau	kE ₁	
	Mb. inf.	Fm. D'Alos d'Isil	kT	
inférieur	Fm. de Tregurà	bCB	M ₆	
	Fm. de Cabrils	bC	Complexes	
EDJACARIEN	Groupe de Canaveilles	Mb. sup.	bC ₃	M ₃₋₅
		Mb. moyen	bC ₂	VS ₁
			bC ₁	M ₂
		Mb. inf.	bC ₀	M ₁
				Volcano Sédimentaire

Padel et al., in prep c

Branche NE Arc Ibero-Armoricain



Nouveau cadre Stratigraphique Datations

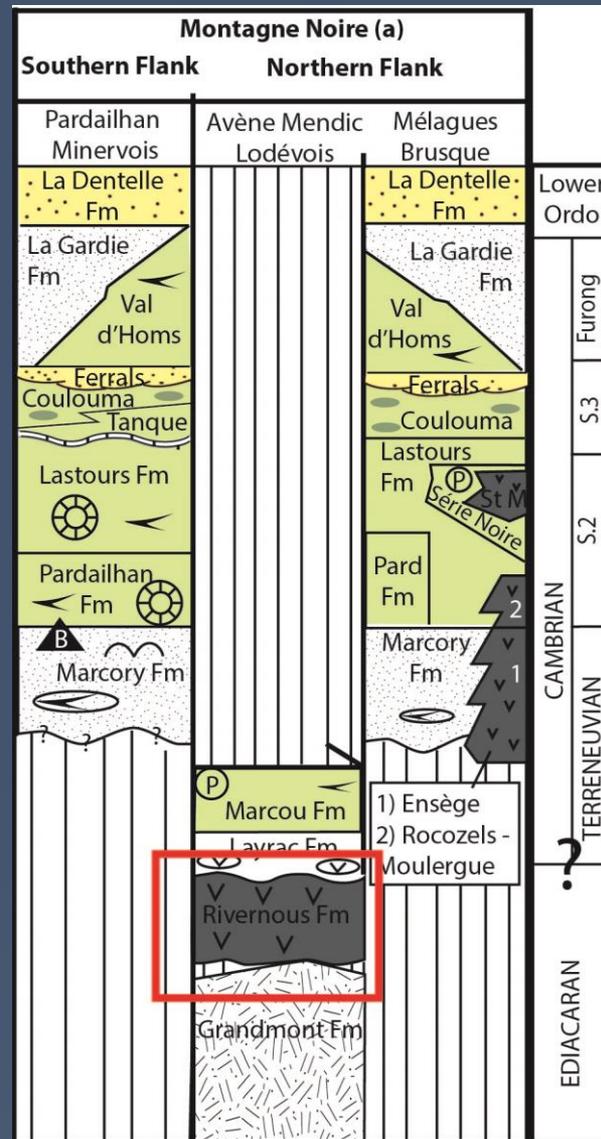


Révision des corrélations (Montagne Noire)



Nouvelle corrélation (Sardaigne)

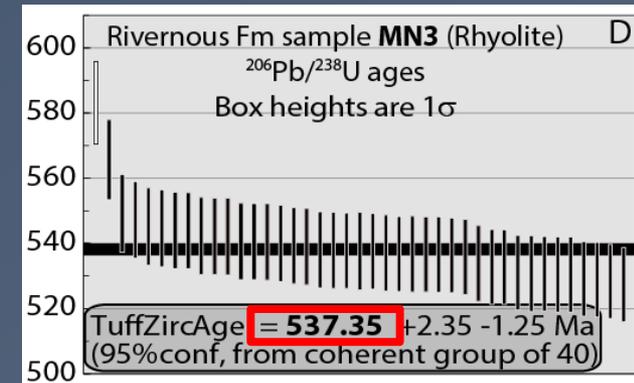
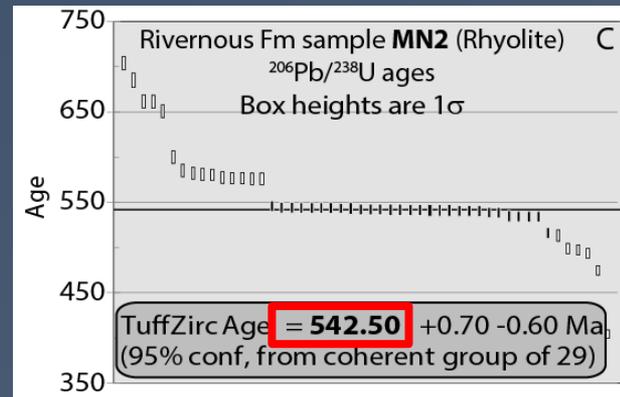
Corrélations régionales



Montagne Noire



Datation U-Pb Fm Rivernous (Métarhyolites)



Padel et al., in press, 2017



Transition Ediacarien-Cambrien



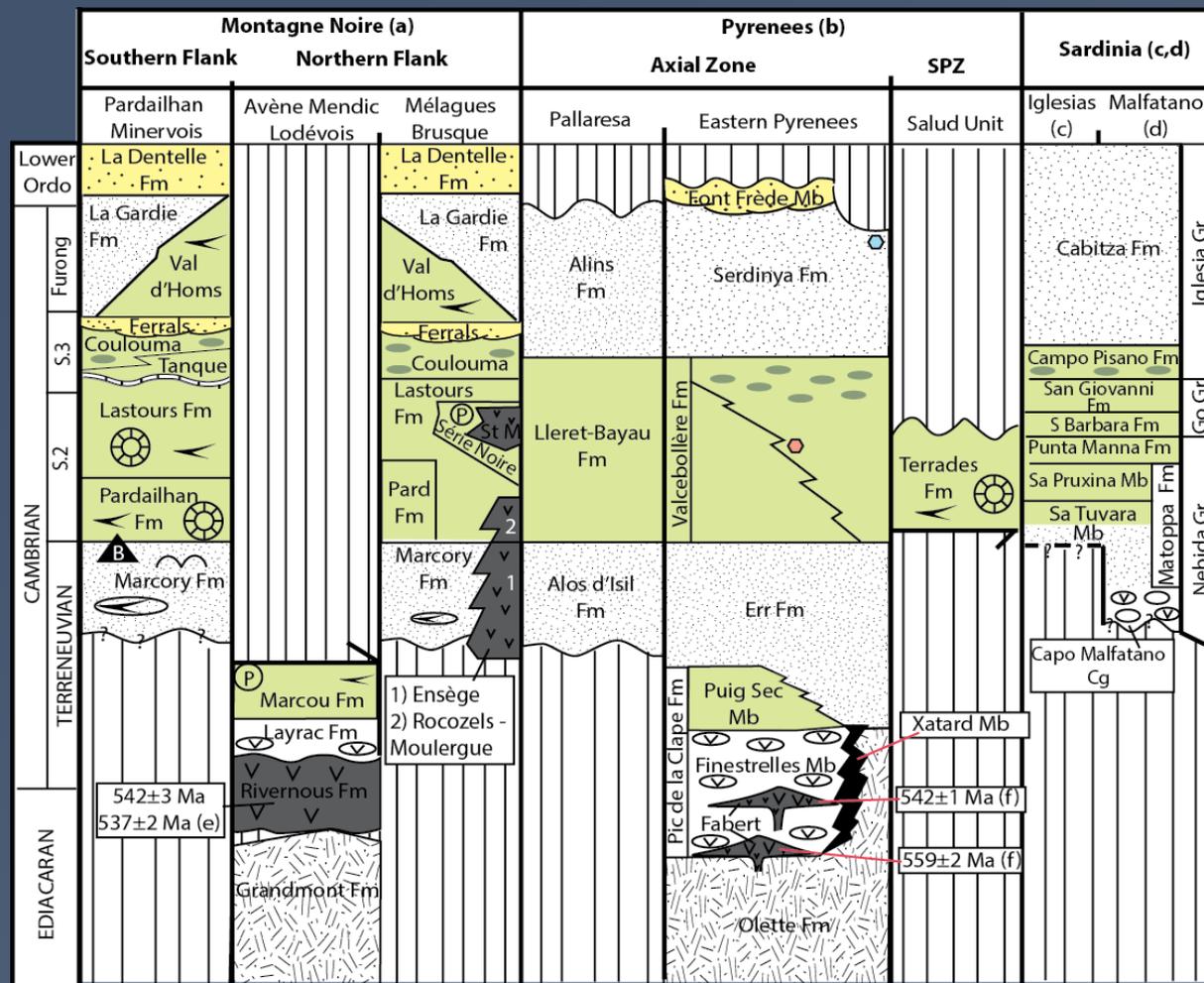
Lithostratigraphiquement et géochronologiquement équivalente à la Fm Pic de la Clape

Corrélations régionales

-Absence de déformation cadomienne MN et PO
(limite Ed.-Camb.)

-Volcanisme acide et explosif
MN et PO
(limite Ed.-Camb.)

-Productivité carbonatée au
toit des complexes VS
MN et PO

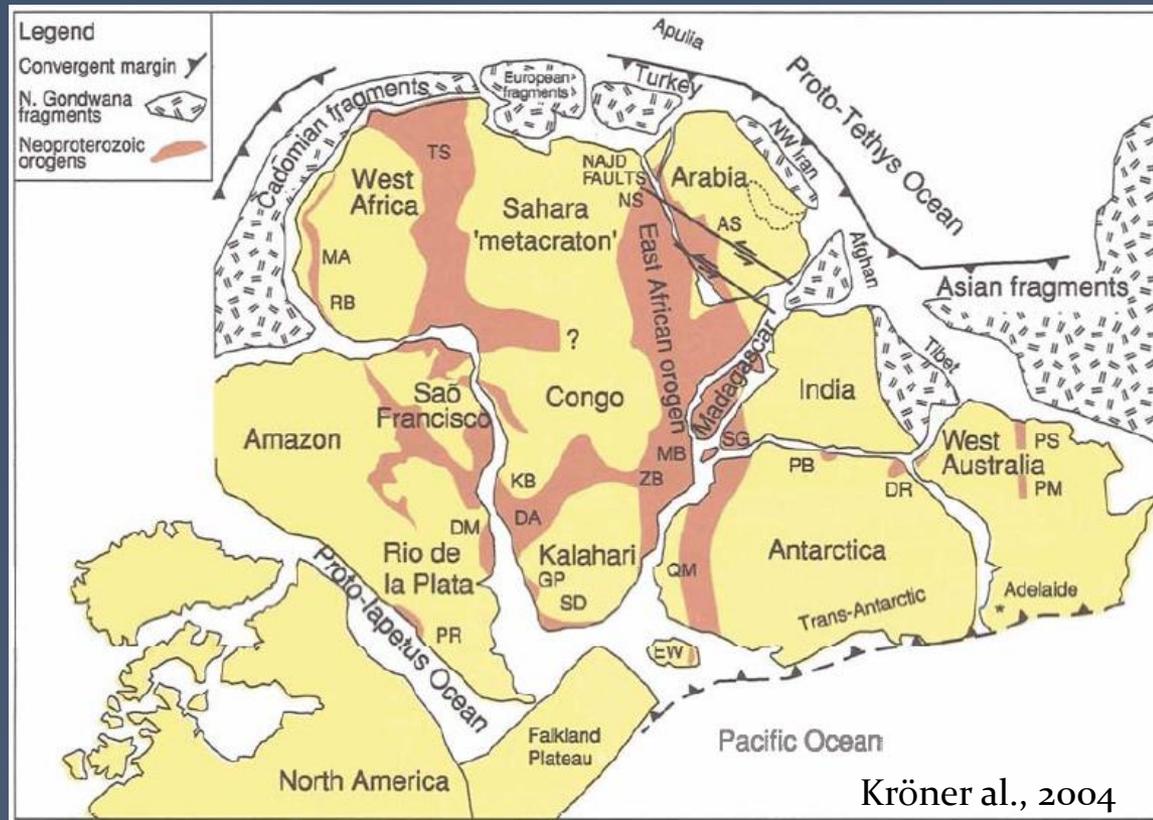


Padel et al., in prep a

-Productivité carbonatée Cambrien Epoques 2-3

-Présence d'un hiatus associé à la phase sarde au toit des successions

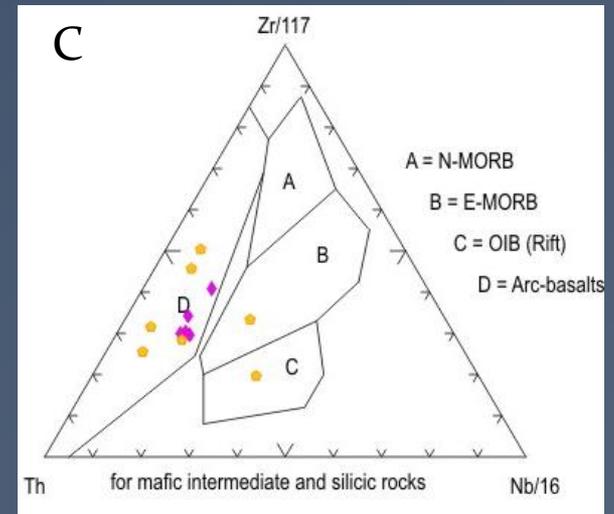
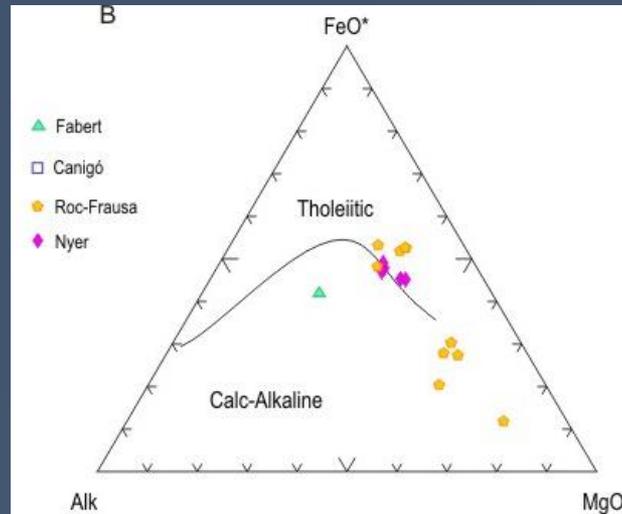
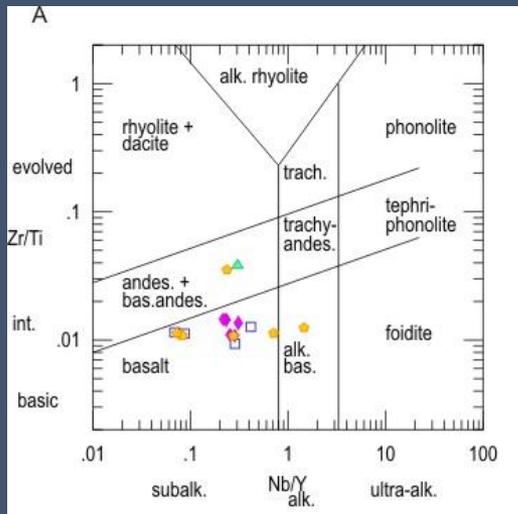
Contexte géodynamique lors du dépôt de ces séries?



Analyse géochimique des complexes volcanosédimentaires

en collaboration avec l'IGME,
résultats préliminaires

Analyses géochimiques des complexes volcanosédimentaires (Gr de Canaveilles)



Métabasites : Fm. de Nyer, d'Olette et Mb. de Fabert (Unités du Canigou, de Roc de France, du Puigmal)

A : Pearce (1996) – signature subalcaline

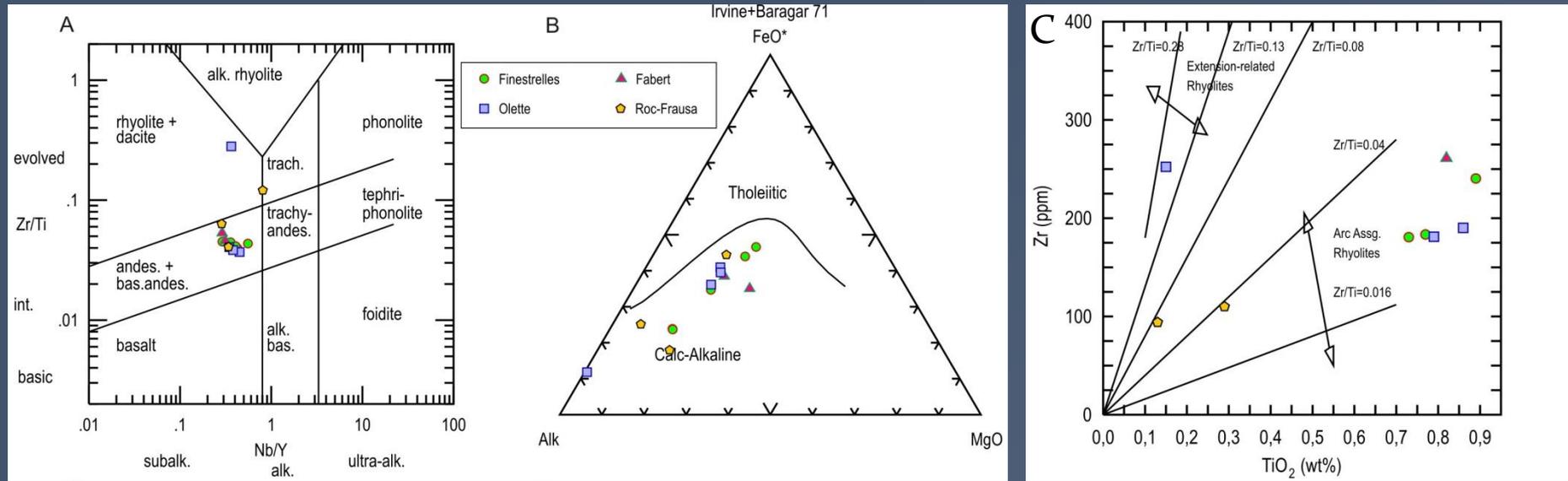
B : Irvine & Baragar (1971) – affinité tholéïtique excepté Fabert (calco-alcalin)

C : Wood (1980) – domaine des basaltes d'Arc

(collaboration avec IGME)

Pic Cl. Fm	Puig Sec Mb	Canaveilles Gr
	Finestrelles Mb	
	Fabert Mb	
	Xatard Mb	
Olette Fm		Canaveilles Gr
Nyer Fm		

Analyses géochimiques des complexes volcanosédimentaires (Gr de Canaveilles)

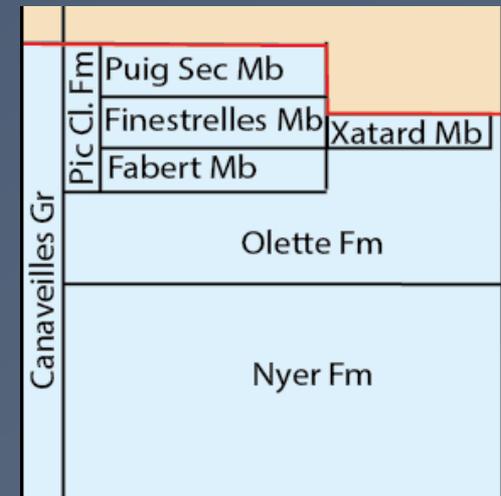


Métarhyolites : Fm. de Nyer, d'Olette et Mb. de Fabert (Unités du Canigou, de Roc de France , du Puigmal)

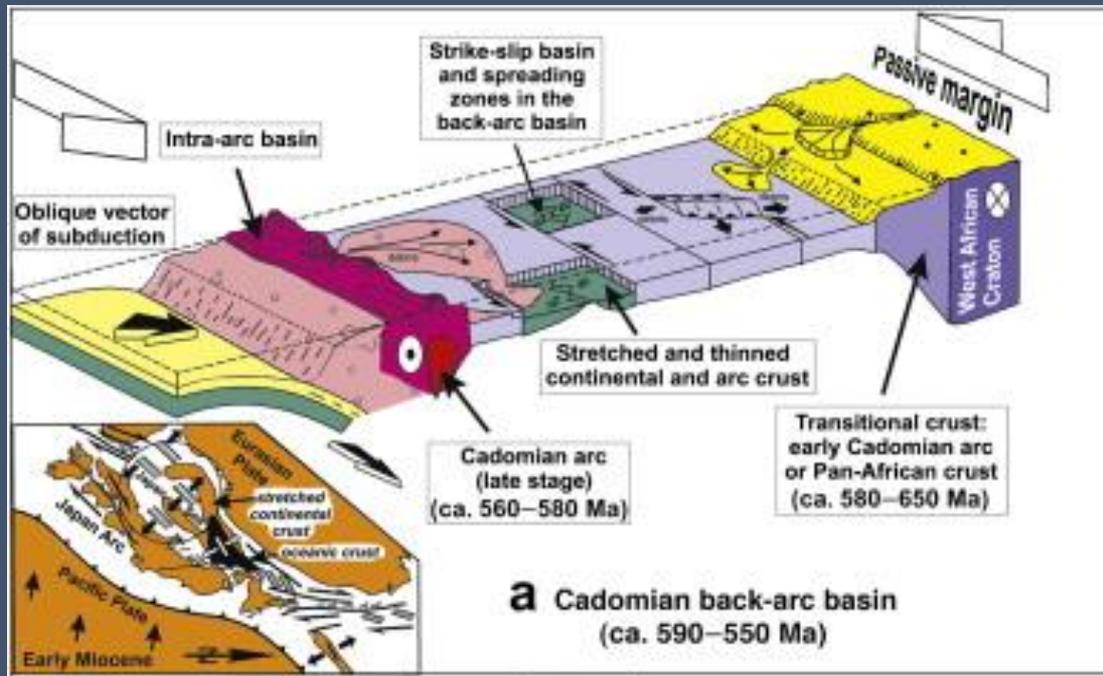
A : Pearce (1996) – signature subalcaline

B : Irvine & Baragar (1971) – affinité calco-alcaline

C : Syme (1998) – association d'arc et d'extension



Analyses géochimiques des complexes volcanosédimentaires (Gr de Canaveilles)



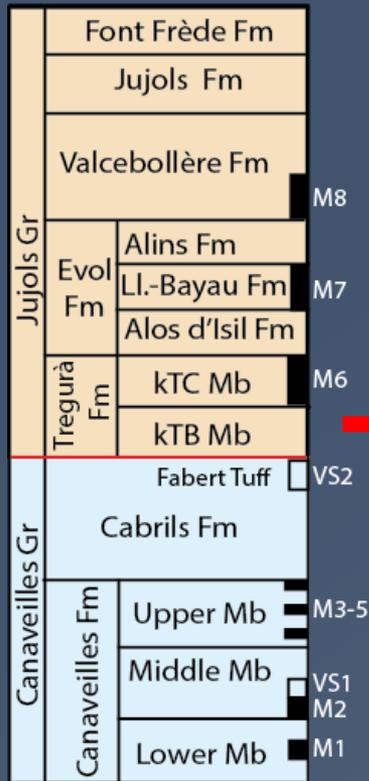
Volcanisme Ediacarien dans les Pyrénées durant 30-40 m.y.

Transition de dominance basique à acide et de tholeïtique à calco-alcaline

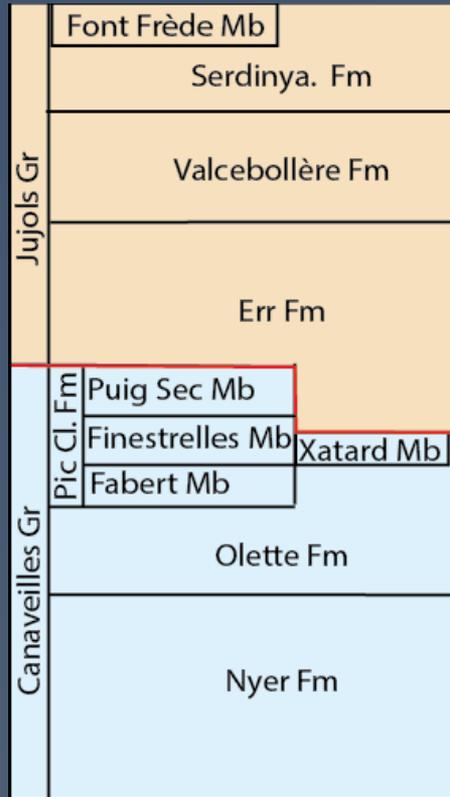
Nance et al., 2012 (d'après Linnemann et al., 2007)

- 1) **Mise en place d'un Rift** en position d'arrière arc avec influence de subduction cadomienne
- 2) Subduction qui finit par s'imposer à travers le magmatisme acide et basique, calco-alcalin, de la Fm Pic de la Clape

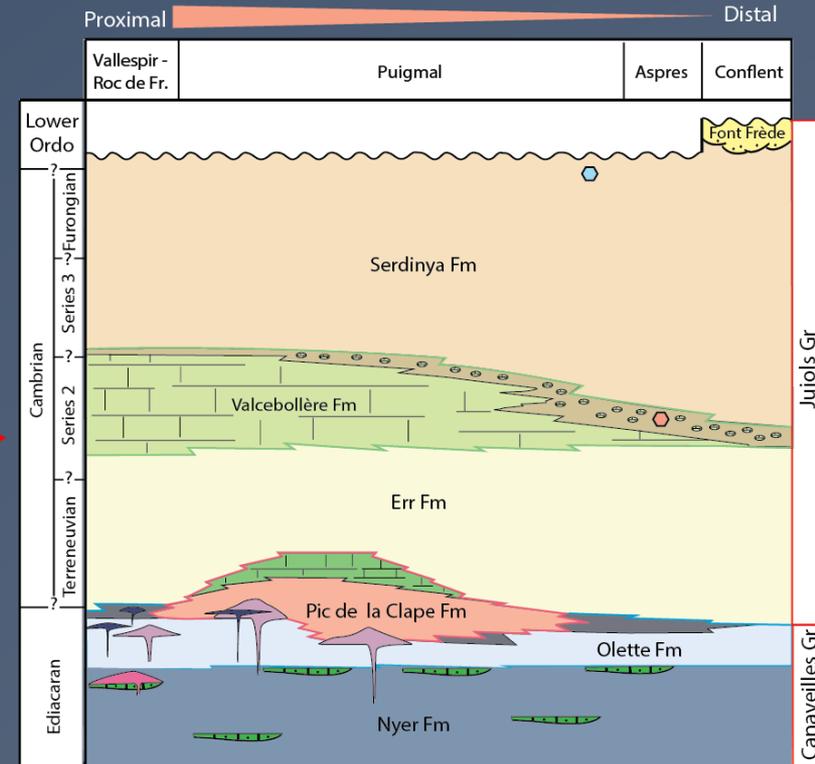
-Nouveau cadre stratigraphique dans les Pyrénées Orientales



Laumonier et al., 2015



Padel et al., in prep a

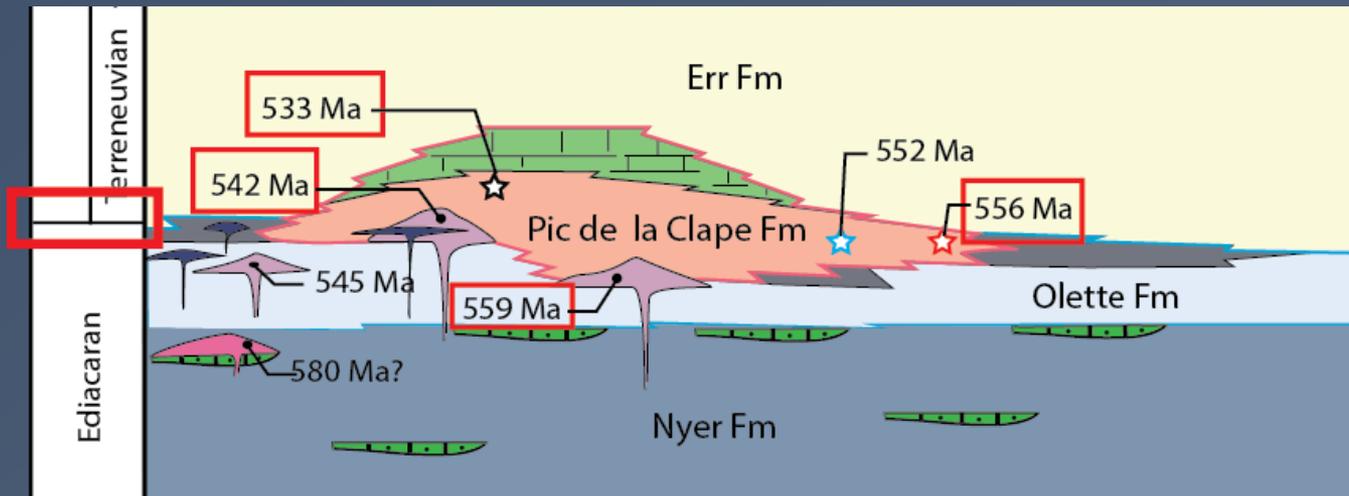


Padel et al., in prep a

- Nouveau cadre stratigraphique dans les Pyrénées Orientales

- Datation des complexes volcanosédiementaires à la transition Ediacarien-Cambrien

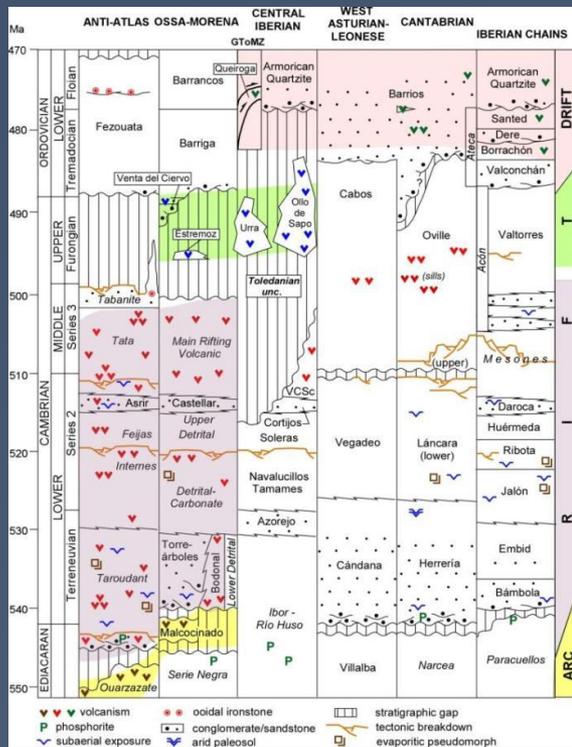
→ Meilleure contrainte géochronologique des séries



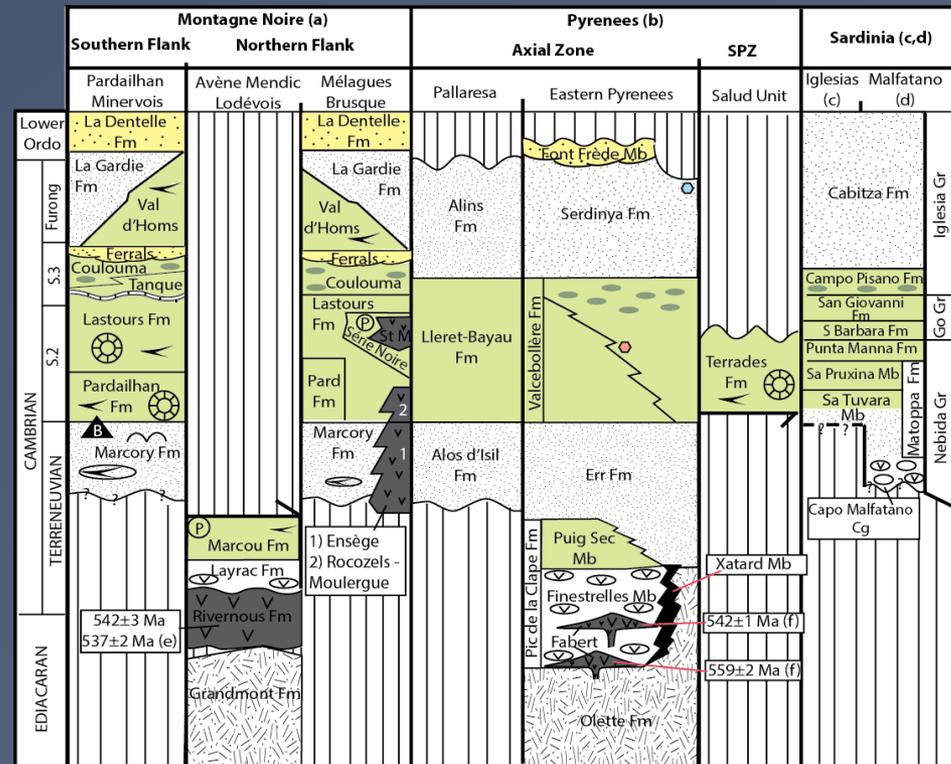
- Nouveau cadre stratigraphique dans les Pyrénées Orientales

- Datation des complexes volcanosédiementaires à la transition Ediacarien-Cambrien

- Corrélations lithostratigraphiques avec d'autres domaines



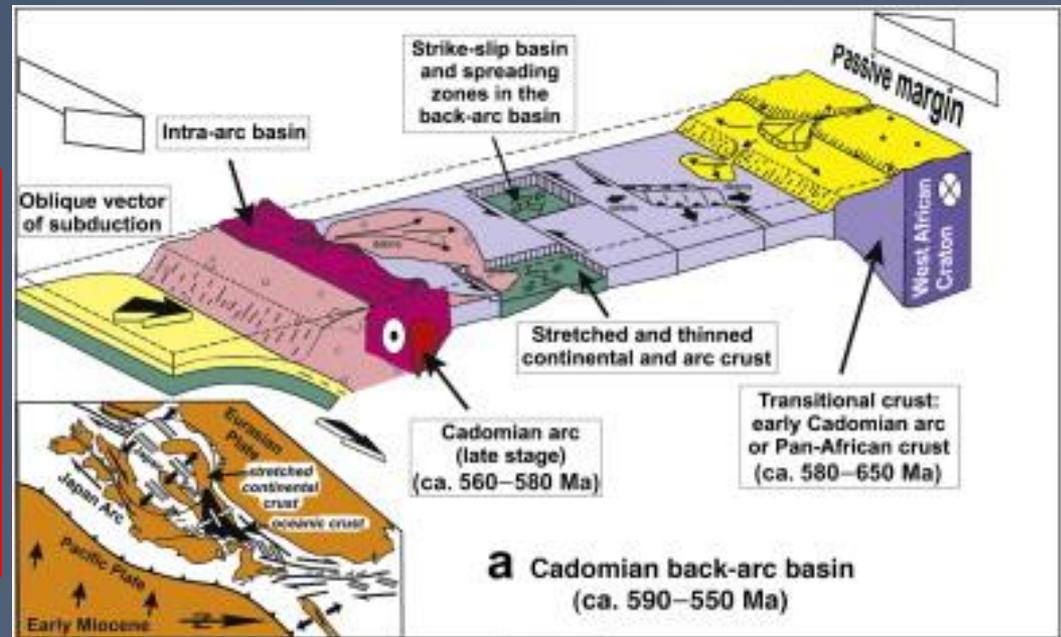
Alvaro et al., in prep.



Padel et al., in prep a

- Nouveau cadre stratigraphique dans les Pyrénées Orientales
- Datation des complexes volcanosédiementaires à la transition Ediacarien-Cambrien
- Corrélations lithostratigraphiques avec d'autres domaines
- Contexte géodynamique

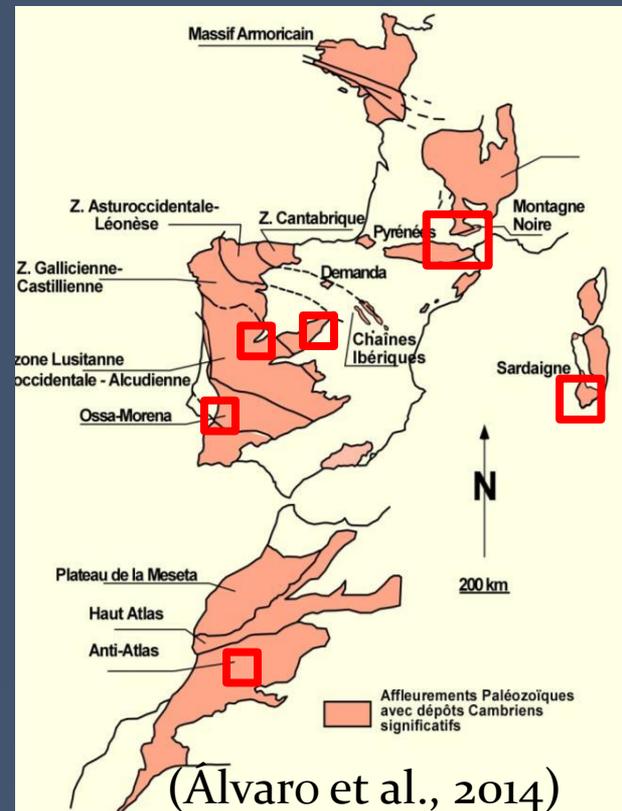
Influence de l'orogénèse cadomienne dans les séries pré-sardes







Paléoposition relative: caractérisation des sources sédimentaires



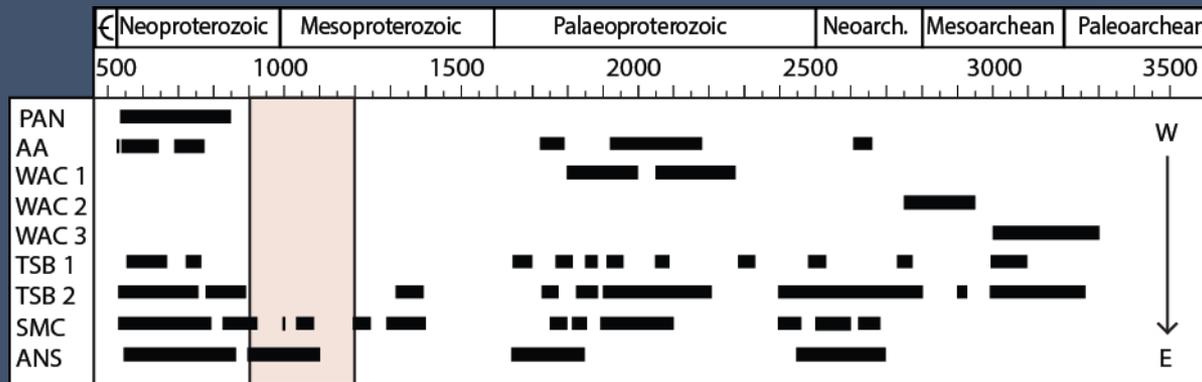
	Morocco	Ossa-Morena Estremoz A.	Central Iberian Zone	Southern Mont. Noire	Pyrenees	Sardinia
Lower ORDO.		?	Armorican Qzte. SCS5	La Dentelle		
CAMBRIAN	FURONG.	Estremoz VSC		La Gardie	RBJ1	
		Tabanite M4		Val d'Homs	Serdinya	Iglesia
	S.3	Feijas		Ferrals		
	S.2	Tata	Tamanes Lmst	Coulouma	Tanque	MPAD8
TNV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

Padel et al., in prep c

1) Au Terreneuvien : paléoposition relative des différents domaines

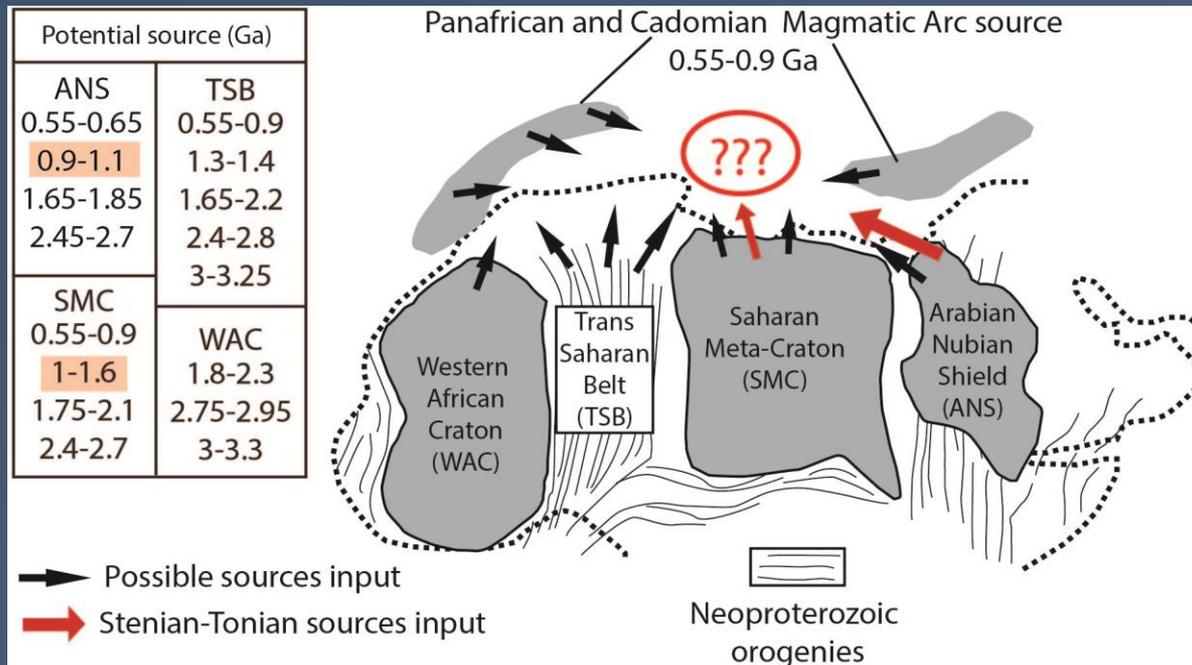
Etude des zircons détritiques
(données publiées et nouvelles acquisitions)

Caractérisation des sources et paléoposition relative des domaines (Terreneuvien)

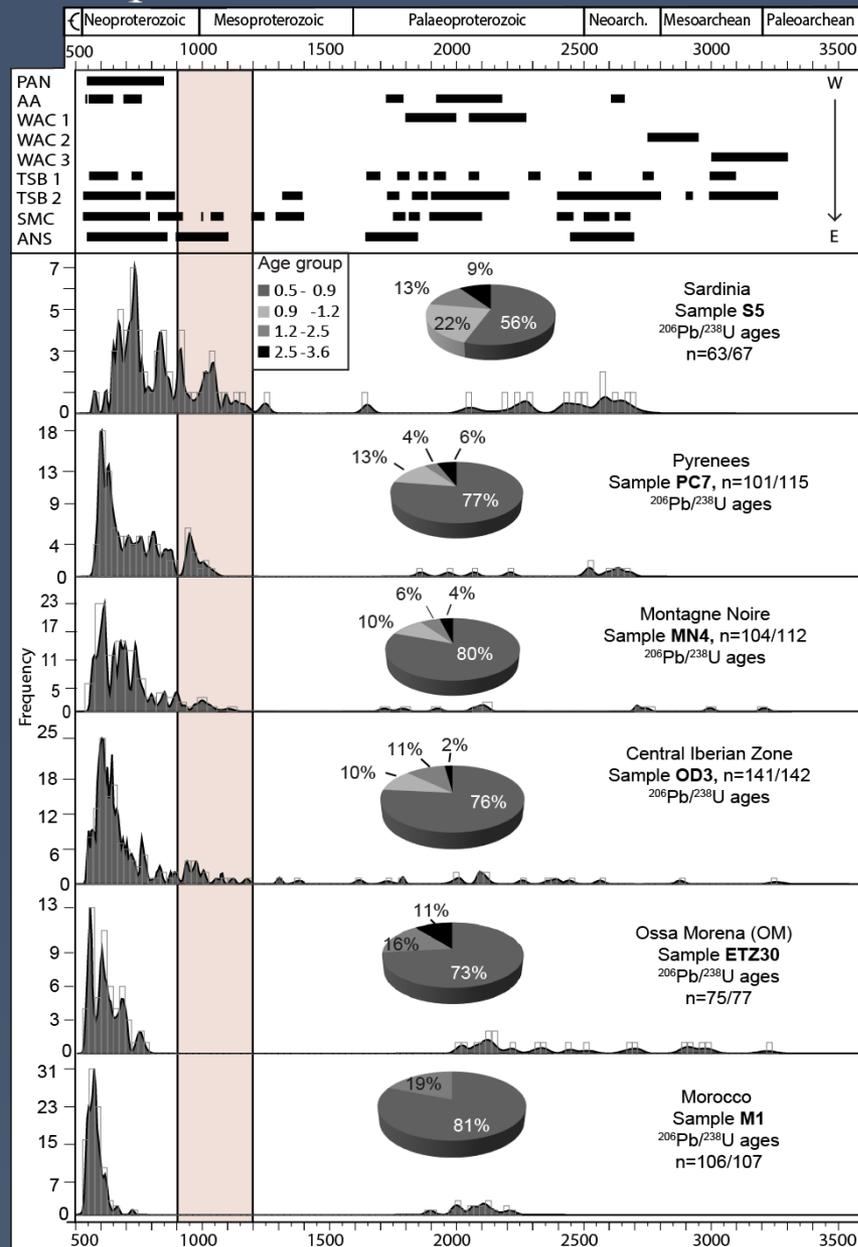


Sources potentielles
(bibliographie)

Position relative
sur un axe O-E
Depuis le WAC jusqu'à
la ceinture Arabo-
Nubienne (ANS)



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		0.743	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	0.743		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		0.331	0.135	0.000
MN4	0.000	0.000	0.331		0.404	0.000
PC7	0.000	0.000	0.135	0.404		0.001
S5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	

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		0.743	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	0.743		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		0.331	0.135	0.000
MN4	0.000	0.000	0.331		0.404	0.000
PC7	0.000	0.000	0.135	0.404		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 $P < 0.05$

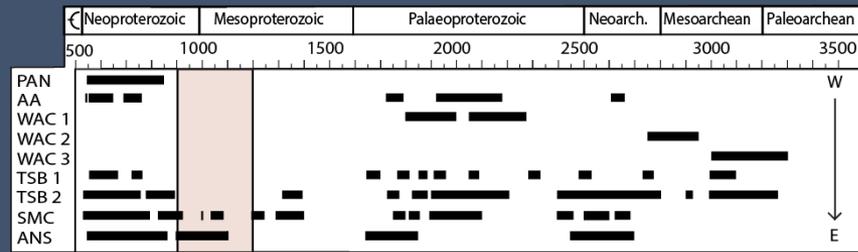
différence significative

Si $P > 0.05$

Pas de différence significative

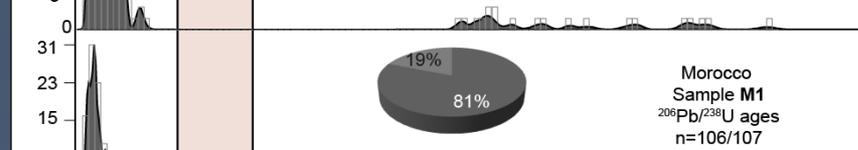
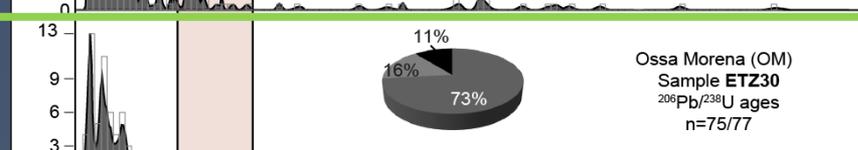
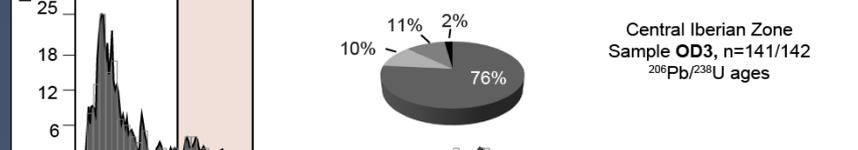
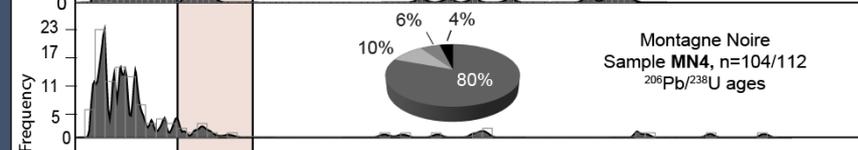
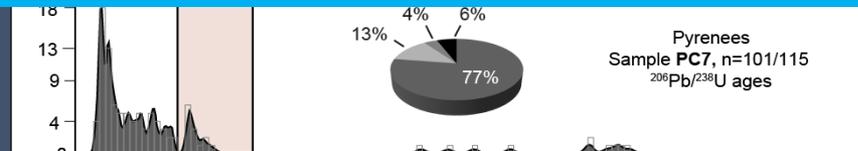
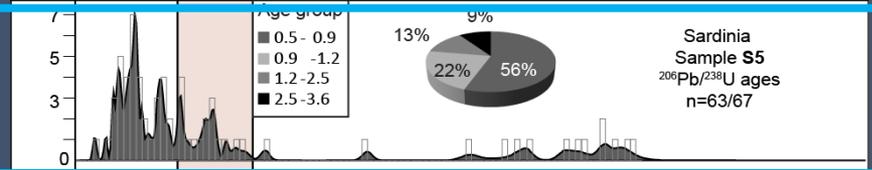
Peu probable que les sources soient différentes

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



2 Pôles :

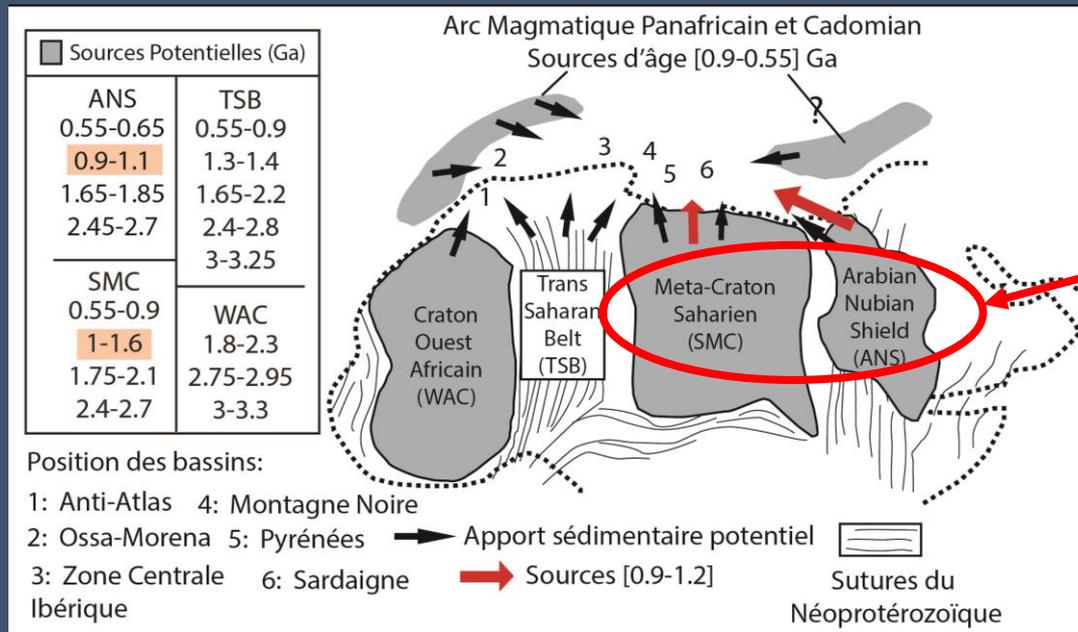
- Anti-Atlas+Ossa-Morena(Ouest)
- Sardaigne (Est)



Une zone intermédiaire:
-Zone Centrale Ibérique+
Montagne Noire+Pyrénées

	M1	ETZ30	OD3	MN4	PC7	S5
M1		0.743	0.000	0.000	0.000	0.000
ETZ30	0.743		0.000	0.000	0.000	0.000
OD3	0.000	0.000		0.331	0.135	0.000
MN4	0.000	0.000	0.331		0.404	0.000
PC7	0.000	0.000	0.135	0.404		0.001
S5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	

Paléoposition relative : source spécifique

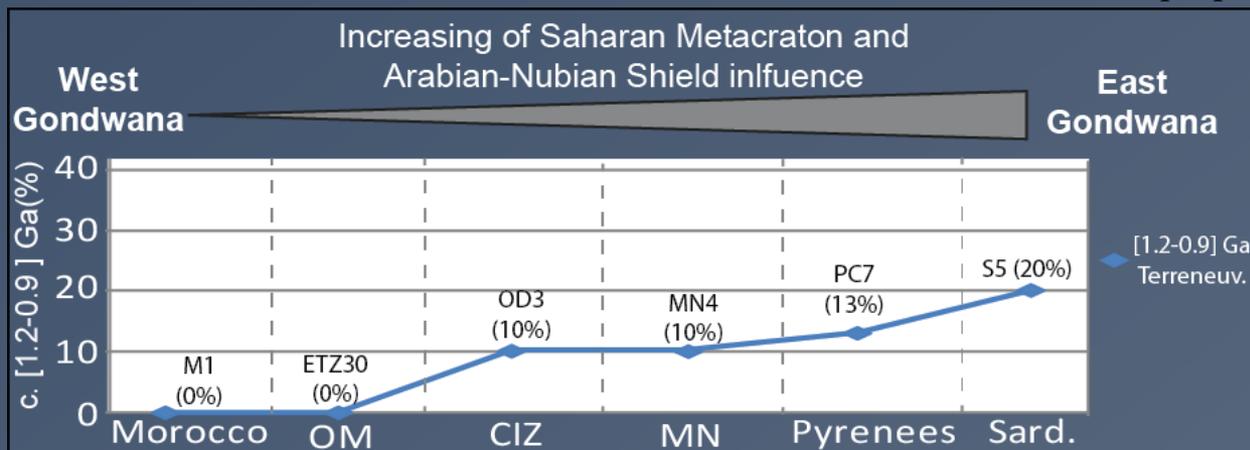


Groupe d'âge [1,2-0,9] Ga
source à l'Est

Ceinture Arabo-Nubienne
et Métacraton Saharien

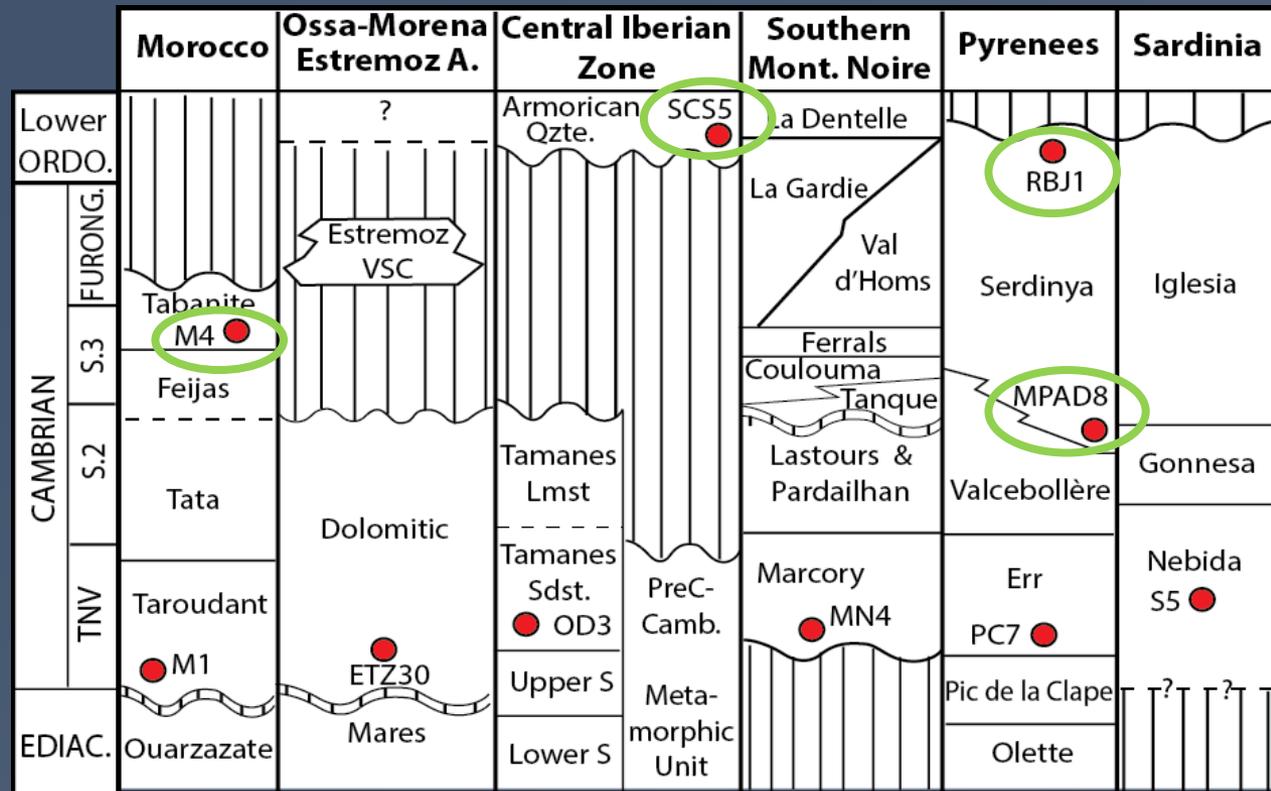
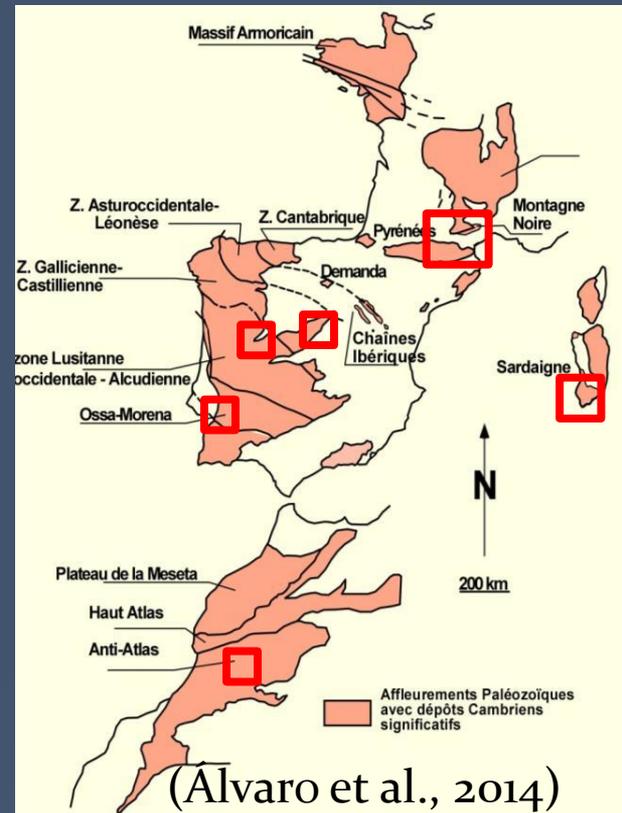
En fonction de l'apport
relatif dans les différents
domaines

Padel et al., in prep c



Pyrénées localisés entre la
Sardaigne et la Montagne
Noire

Caractérisation des sources sédimentaires (zircon détritique)



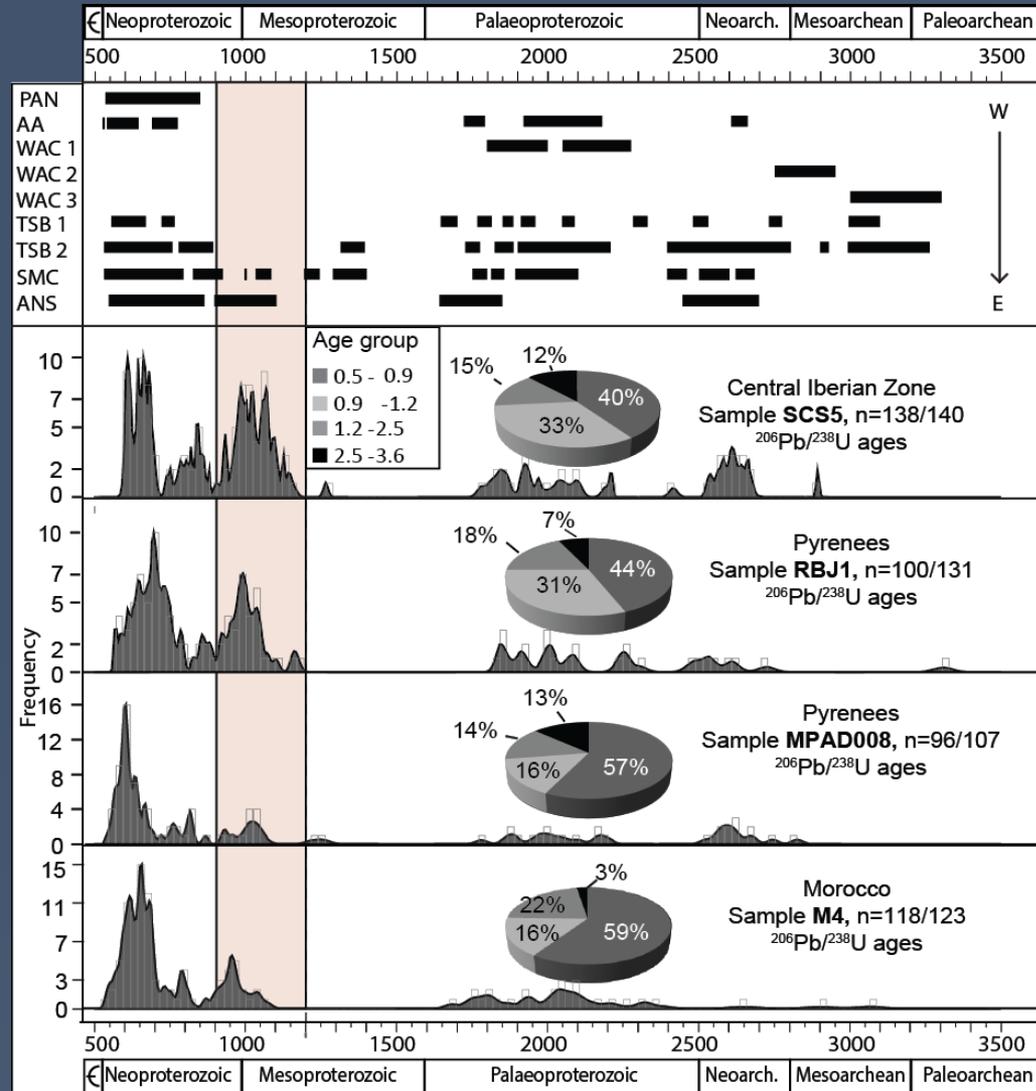
Padel et al., in prep c



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

→ Contexte géodynamique

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

Perspectives

Stratigraphie : étendre la révision stratigraphique des Pyrénées à l'ensemble de la zone axiale

Datation U-Pb : - re-dater le niveau estimé à 580 Ma (Fm Nyer)
- datation des niveaux de metabasites
- datation des rhyolites découverts dans la vallée de la Pallaresa

Zircons détritiques: -coupler datations U-Pb et analyse isotopiques (Lu-Hf) pour étudier la signature géochimique du protolithe des zircons (signature géochimique commune?)
- Identifier d'autres potentielles sources du groupe d'âge [1,2-0,9] Ga sur le continent africain

Biostratigraphie

Palynomorphes  80 lames, pas de résultat

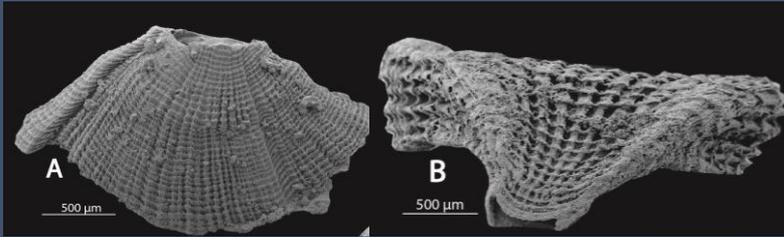
Unités tectono-stratigraphiques	Coupes	Groupes	Formations	Biostratigraphie		U-Pb Zircon	Missions
				"SSF"	Palyno.		
Puigmal	Vacebollère	J	Valcebollère	1/4	0/3	/	M1; M2; M3
	Tregurà	C	Pic de la Calpe	0/5	0/1	/	M1; M2; M3; M5
	Roques Blanquès	J	Valcebollère	0/2	/	/	M2; M5
	Finestrelles	C/J	Pic de la Clape / Err	0/2	0/1	1/1	M2; M3
	Espinavelle	C	Nyer	/	0/1	/	M1
	Queralbs	J	Valcebollère / Err	0/3	0/1	/	M2; M4; M5
	Pic de la Clape	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	2/2	M1; M2; M4; M5
	Fabert-Molló	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	1/1	M1; M2; M4; M5
	Gironella	J	Valcebollère	0/1	/	/	M3
	Molina	J	Serdinya	/	0/1	/	M2
	Saillagouse	J	Err	/	0/1	/	M2
Conflent	Jujols	J	Serdinya	/	0/2	/	M1; M5
	Thuir d'Evol	J	Valcebollère / Err	0/2	0/1	/	M1
Aspres	Montauriol	J	Serdinya	/	0/1	1/1	M1; M3; M5
	Xatard	C	Olette	/	0/1	/	M1; M5
	St Colombe	J	Valcebollère	0/1	0/1	/	M1; M5
Pallaresa	Alos d'Isil	J?	Alos d'Isil	/	/	(1)	M3; M4
	Alins	J?	Alins	/	(1)	(1)	M3; M4
	Lleret/Boldis	J?	Lleret-Bayau	0/2	/	/	M3; M4
Albères	Cap Cerbère	C	Pic de la Clape / Err	/	/	1/1	M3
	Cap de Creus	C	Montjoi	/	/	(1)	M3
Salud	Terrades	J	Terrades	4/4	/	/	M1

Biostratigraphie

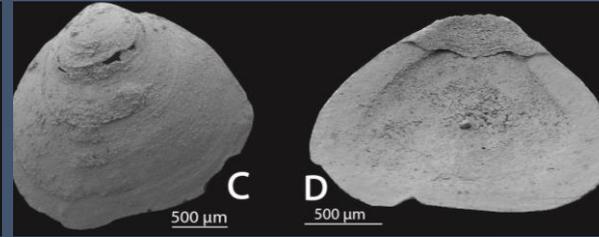
Microfossiles à paroi squelettique → 26 éch., 120 kg, 2 zones

Unités tectono-stratigraphiques	Coupes	Groupes	Formations	Biostratigraphie		U-Pb Zircon	Missions
				"SSF"	Palyno.		
Puigmal	Vacebollère	J	Valcebollère	1/4	0/3	/	M1; M2; M3
	Tregurà	C	Pic de la Calpe	0/5	0/1	/	M1; M2; M3; M5
	Roques Blanquès	J	Valcebollère	0/2	/	/	M2; M5
	Finestrelles	C/J	Pic de la Clape / Err	0/2	0/1	1/1	M2; M3
	Espinavelle	C	Nyer	/	0/1	/	M1
	Queralbs	J	Valcebollère / Err	0/3	0/1	/	M2; M4; M5
	Pic de la Clape	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	2/2	M1; M2; M4; M5
	Fabert-Molló	C	Pic de la Clape / Err	/	0/2	1/1	M1; M2; M4; M5
	Gironella	J	Valcebollère	0/1	/	/	M3
	Molina	J	Serdinya	/	0/1	/	M2
Conflent	Saillagouse	J	Err	/	0/1	/	M2
	Jujols	J	Serdinya	/	0/2	/	M1; M5
Aspres	Thuir d'Evol	J	Valcebollère / Err	0/2	0/1	/	M1
	Montauriol	J	Serdinya	/	0/1	1/1	M1; M3; M5
	Xatard	C	Olette	/	0/1	/	M1; M5
Pallaresa	St Colombe	J	Valcebollère	0/1	0/1	/	M1; M5
	Alos d'Isil	J?	Alos d'Isil	/	/	(1)	M3; M4
	Alins	J?	Alins	/	(1)	(1)	M3; M4
Albères	Lleret/Boldis	J?	Lleret-Bayau	0/2	/	/	M3; M4
	Cap Cerbère	C	Pic de la Clape / Err	/	/	1/1	M3
Salud	Cap de Creus	C	Montjoi	/	/	(1)	M3
	Terrades	J	Terrades	4/4	/	/	M1

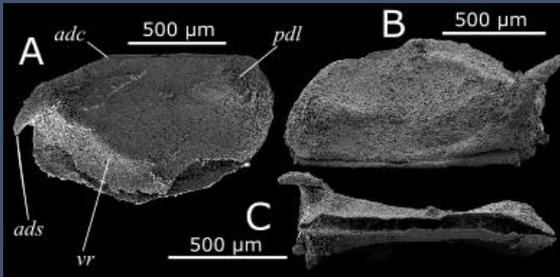
Terrades (Etude réalisée par Elise Wallet)



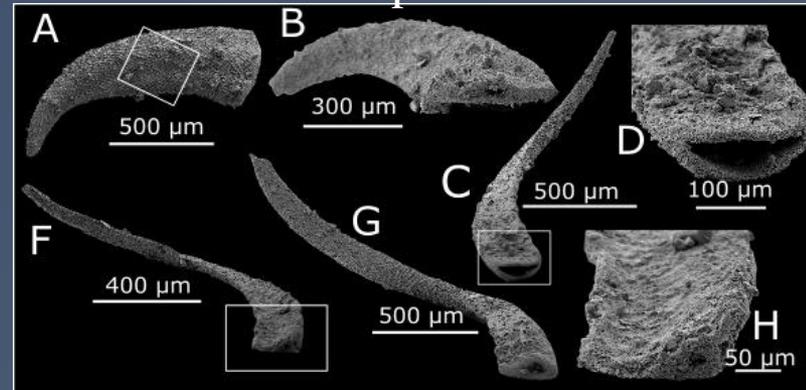
Tommotides



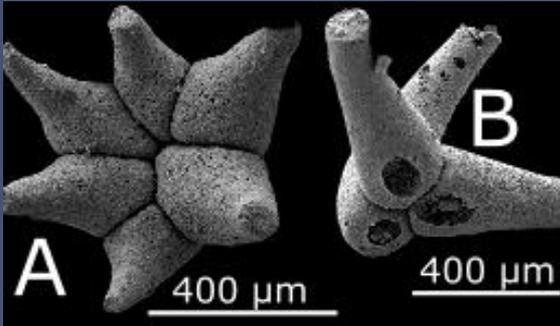
brachiopodes



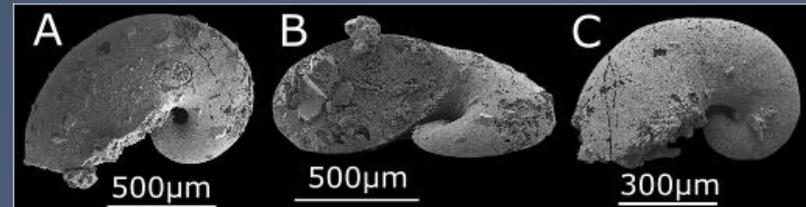
bradoriides



Rhombocorniculum cancellatum



chancelloriides



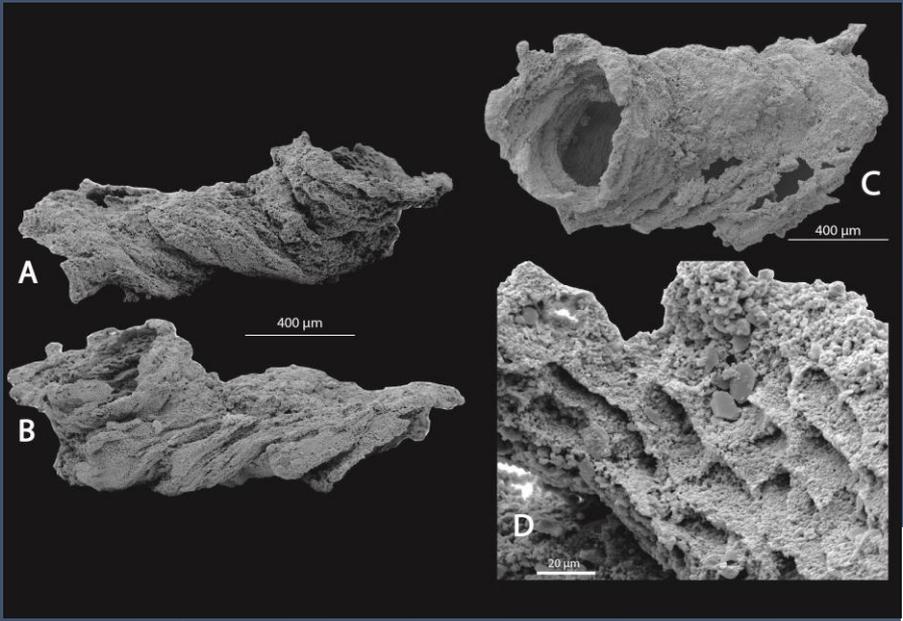
gastéropode *Pelagiella subangulata*

Atdabanien
-
Botomien inf.
(Cambrien Age 3-4)



fortes affinités microfauniques avec
la Fm Pardailhan (Montagne Noire)

Coupe du Faitou (Valcebollère)

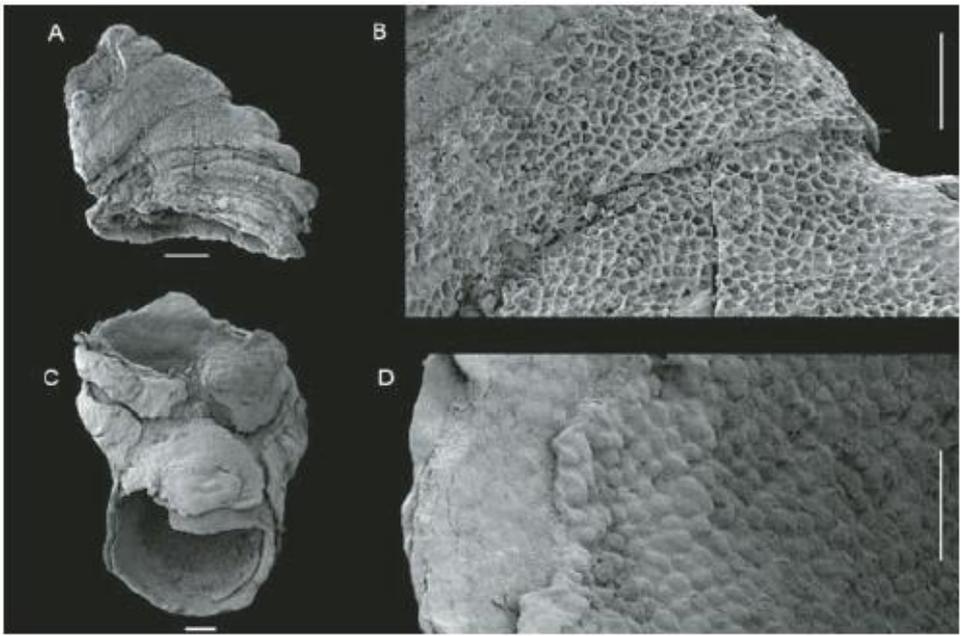


→ Restes de microfossiles

Tomotiides? coupe Faitou



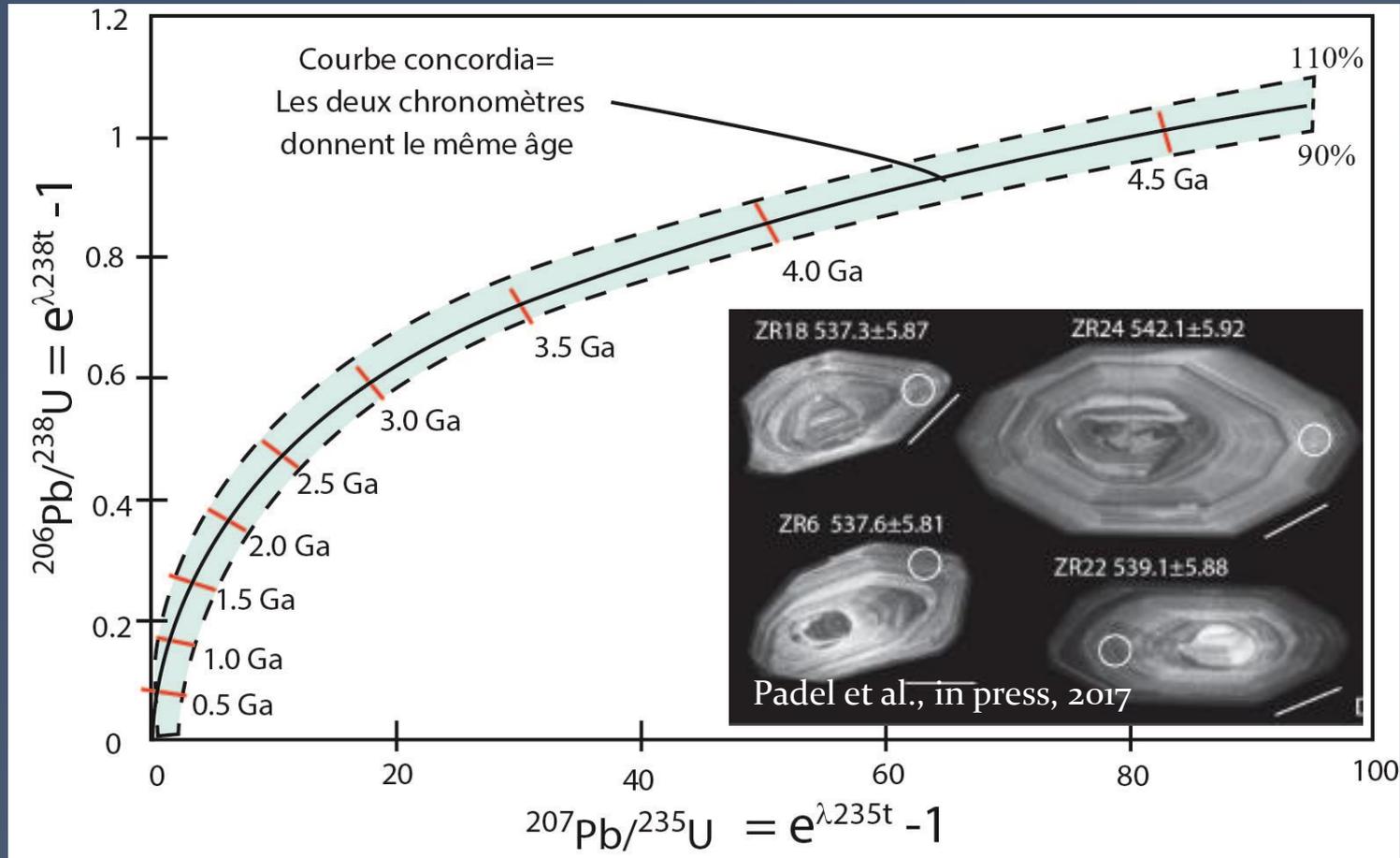
Potentiel dans les zones les plus préservées



Eccentrotheca sp. (Skovsted et al., 2008)

Calage géochronologique, datation U-Pb (zircon)

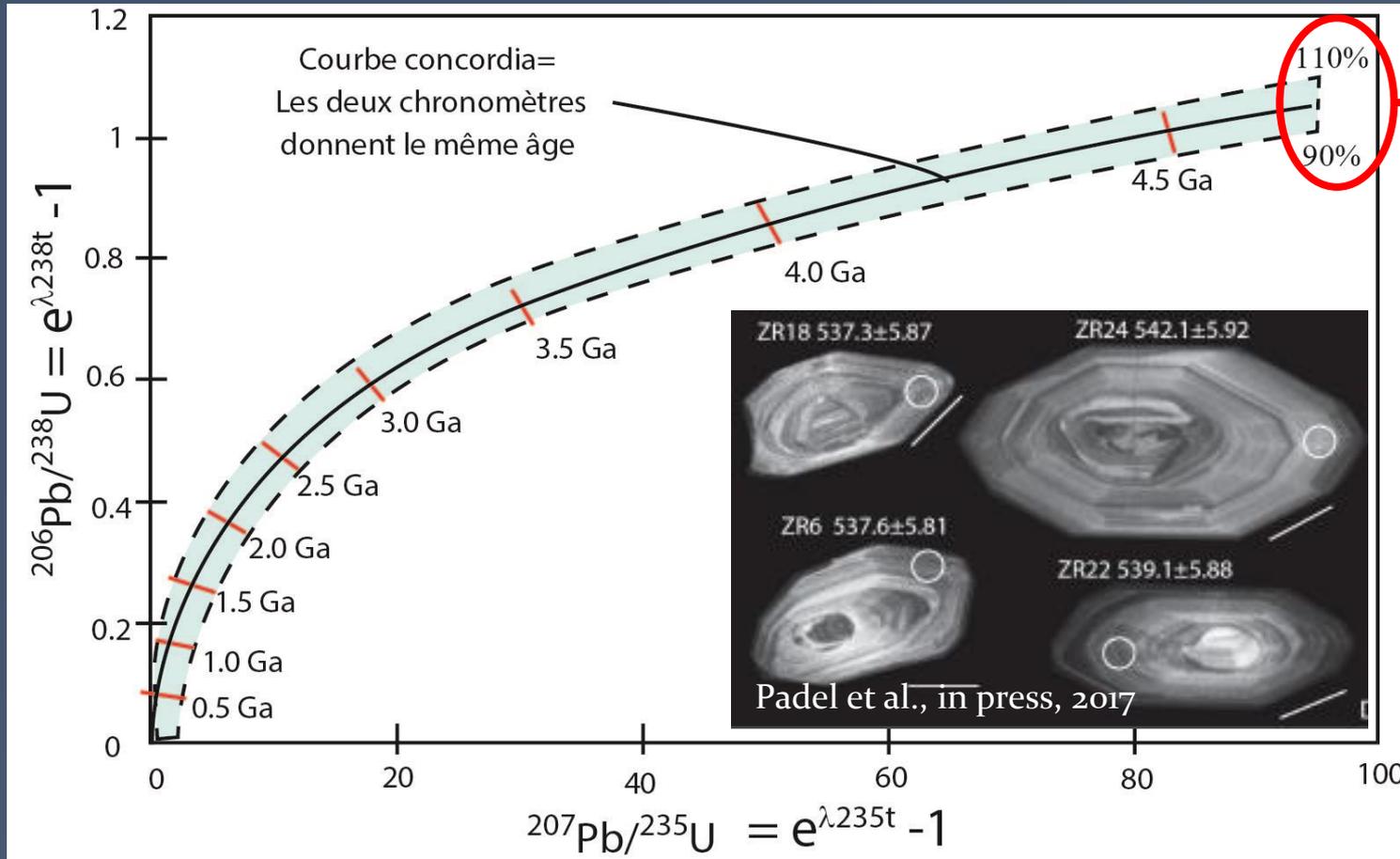
- Extraction des zircons
- ↓
- Broyage mécanique
- ↓
- Séparation liquer denses et magnétique
- ↓
- Sélection montage sur plot et polissage
- ↓



Cathodoluminescence (MEB) → Analyses *in situ* via LA-ICPMS

Calage géochronologique, datation U-Pb (zircon)

Courbe concordia ➔ Comparaison de deux radiochronomètres



➔

Intervalle de concordance (90-110%)

Calage géochronologique, datation U-Pb (zircon)

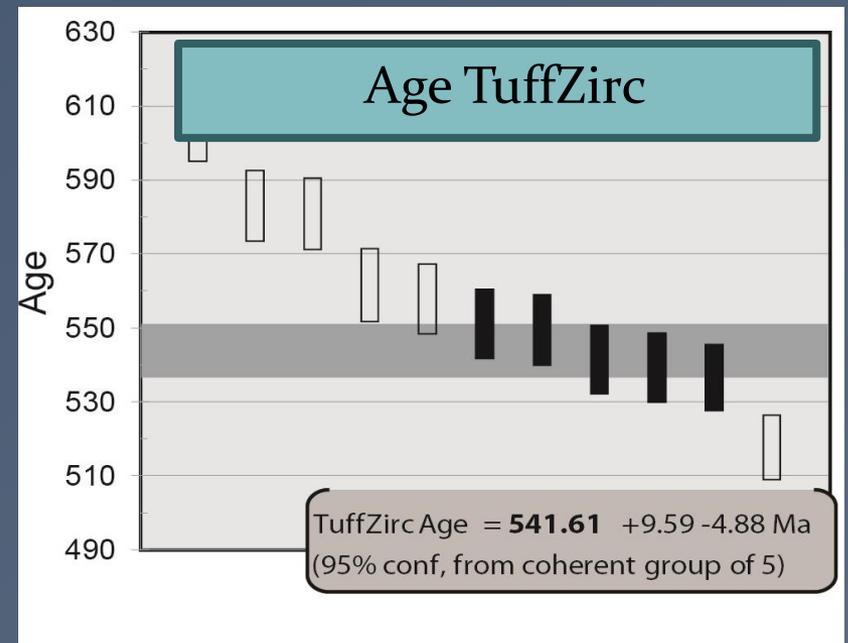
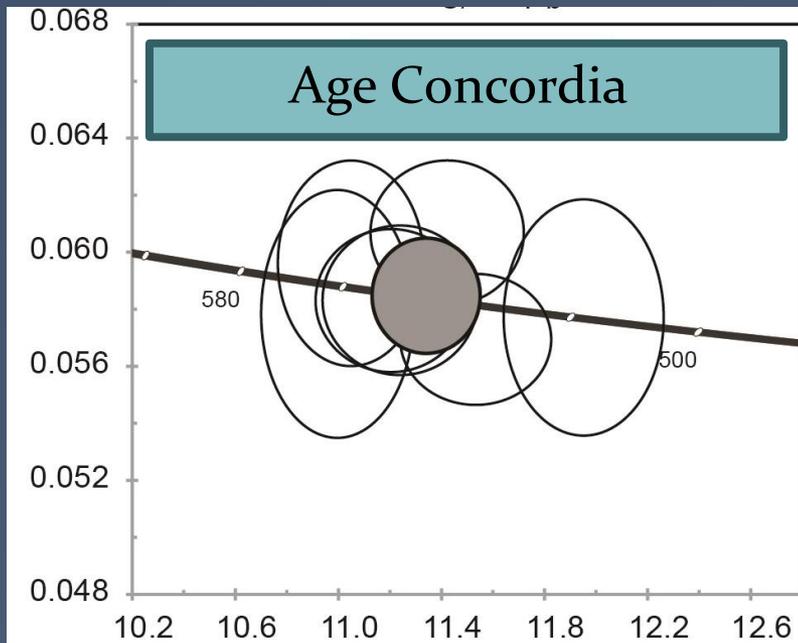
Age de dépôt (niveaux volcaniques)



Datations concordantes : Age Concordia



Datations avec légère dispersion : Algorithme TuffZirc (Ludwig and Mundil, 2002).



1.

2.

3.

4. Calage géochronologique

5.

6.

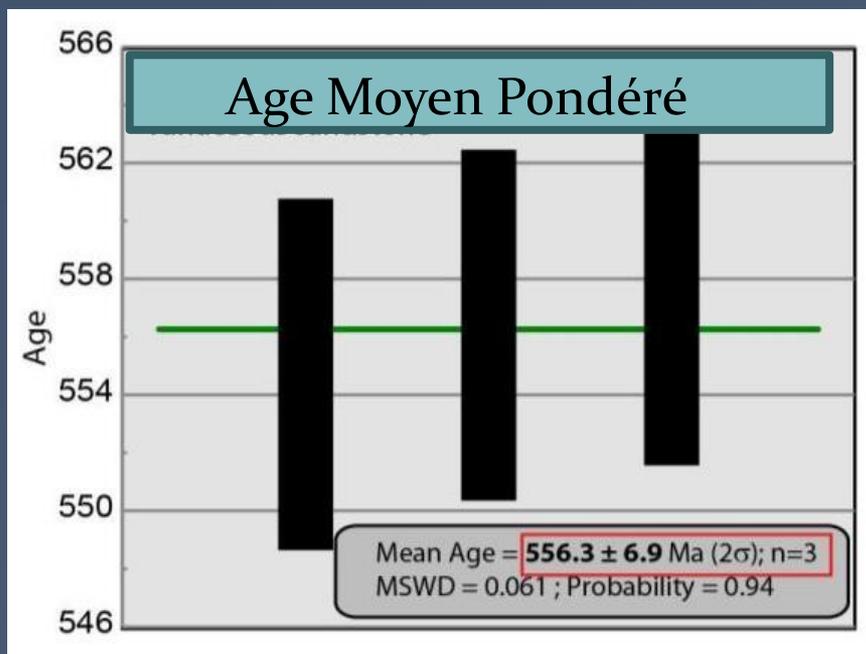
7.

Calage géochronologique, datation U-Pb (zircon)

Age maximum de dépôt (niveaux volcanoclastiques et détritiques)



Basé sur les zircons les plus récents remaniés dans les sédiments
→ Age de la source la plus jeune



Age moyen pondéré
(Dickinson and Gehrels, 2009)



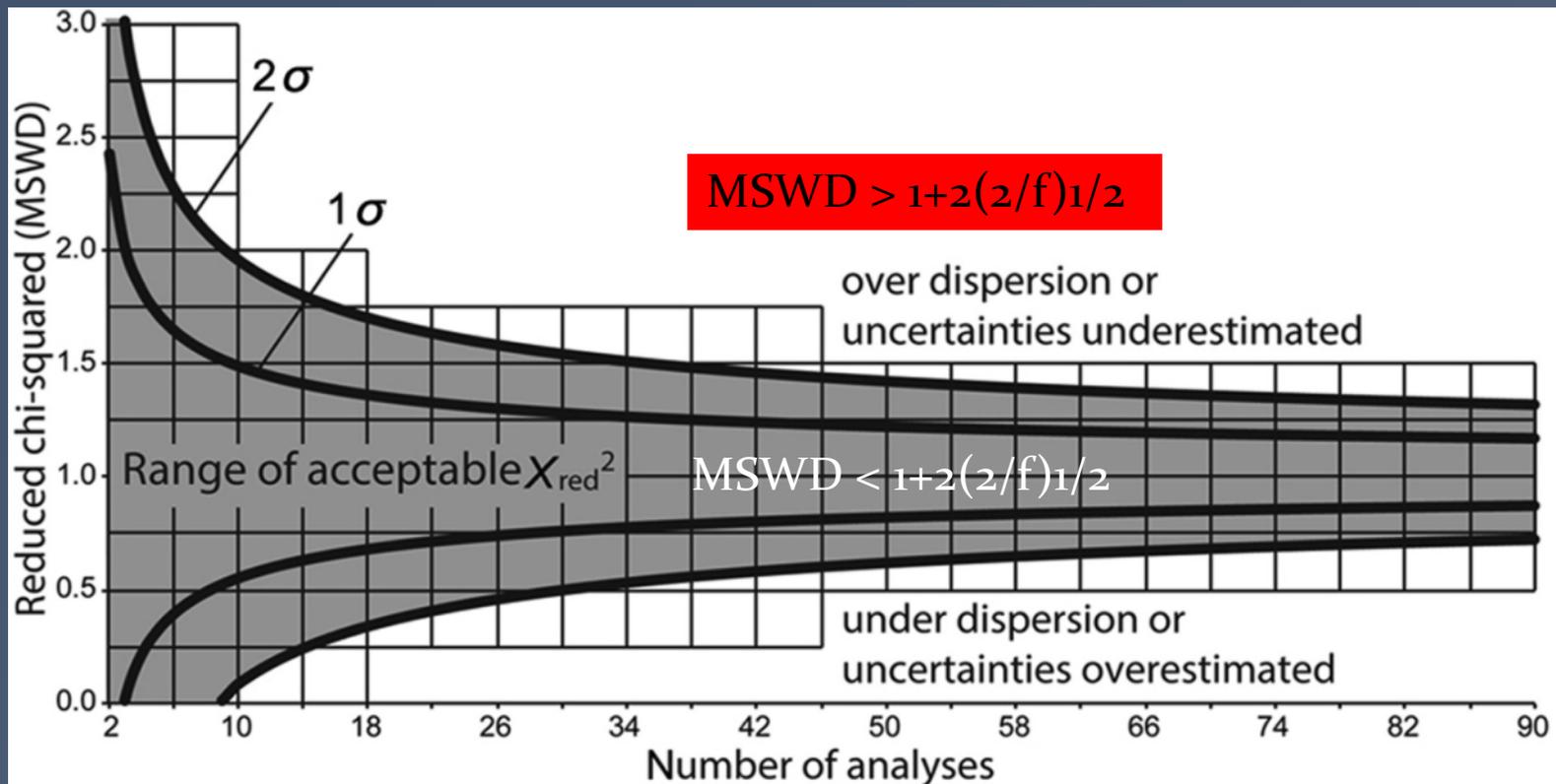
3 datations concordantes les plus
jeunes, équivalentes en âge

Calage géochronologique, datation U-Pb (zircon)

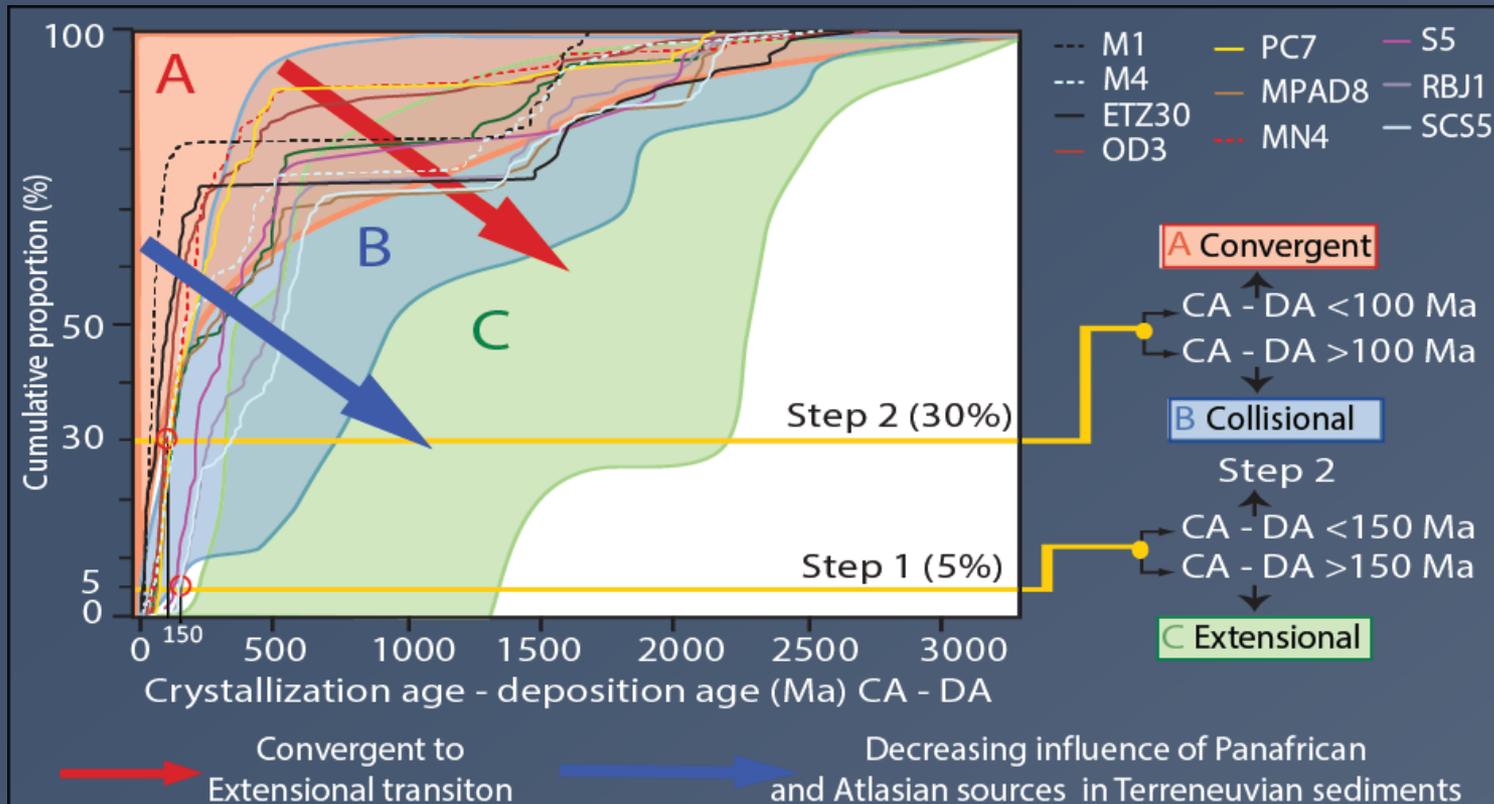
MSWD (mean square weighted deviation) : validité de l'âge calculé = 1

Degré d'acceptabilité calculé en fonction du nombre d'échantillons

Si MSWD > au degré d'acceptabilité ➔ Age rejeté



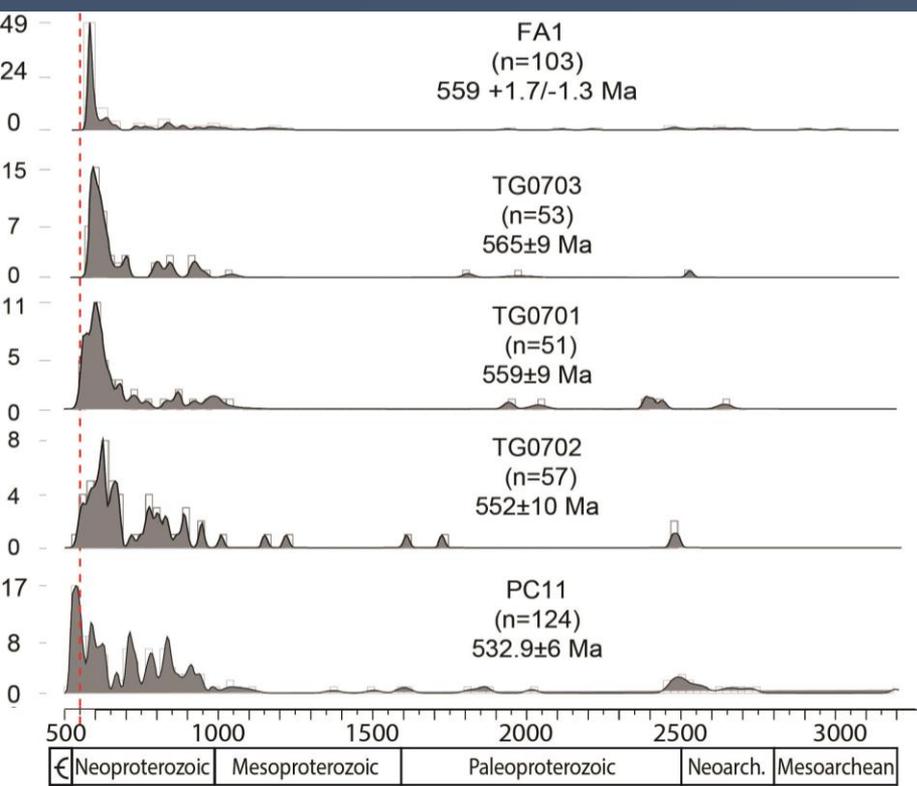
Evolution de l'apport du Cambrien à l'Ordovicien Inférieur



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

Sample	Method	n° of dates	TuffZirc Age (Ma)	n° of dates for TuffZirc Age	total dates range (Ma)	dates range used (Ma)	Authors
TG0701	LA-ICPMS	51	611 +13/-11	16/51	[555-2643]	[595-629]	Casas et al., 2015
TG0702	LA-ICPMS	57	622 +3/-15	14/57	[546-2492]	[546-587]	Casas et al., 2015
TG0703	LA-ICPMS	54	579.1 +9/-6	25/54	[564-2510]	[564-597]	Casas et al., 2015

Sample	Method	n° of dates	Age (Ma)	n° of dates for ConcAge	total dates range (Ma)	dates range used (Ma)	MSWD of Concord.	Authors
TG0701	LA-ICPMS	51	569.7±4.8	11/51	[555-2643]	[555-588]	0.43	Casas et al., 2015
TG0702	LA-ICPMS	57	567.8±5.8	9/57	[546-2492]	[546-587]	0.0056	Casas et al., 2015
TG0703	LA-ICPMS	54	575.1±3.6	20/54	[564-2510]	[564-588]	0.15	Casas et al., 2015



- 1) Biais dans la méthodologie de séparation des zircons
- 2) Ages différents suivant la méthode de calcul Tuffzirc et Concordia
- 3) Courbe de répartition plus proche de ceux d'un dépôt de brèche.
- >> calcul de l'âge maximum de dépôt