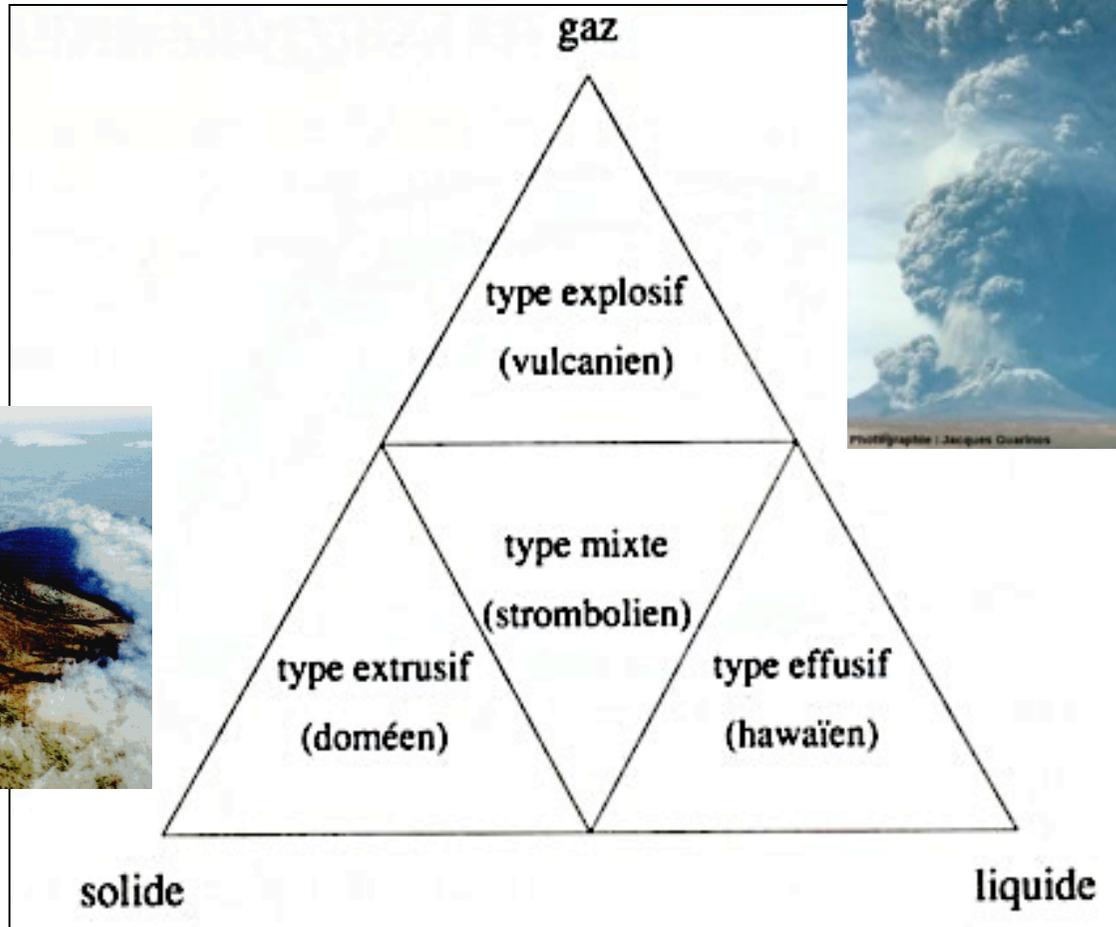


**Chapitre 1**  
**Les modes d'expression**  
**des magmas**

## **2. Les modes de gisements et les traces associées**

# Diversité des dynamismes éruptifs



(Caron J.M. et Coll. " Comprendre et enseigner la planète Terre ", Ophrys Ed.)

# La viscosité des laves dépend de 3 paramètres

★ À même température, la viscosité dépend de la chimie (taux de silice) :

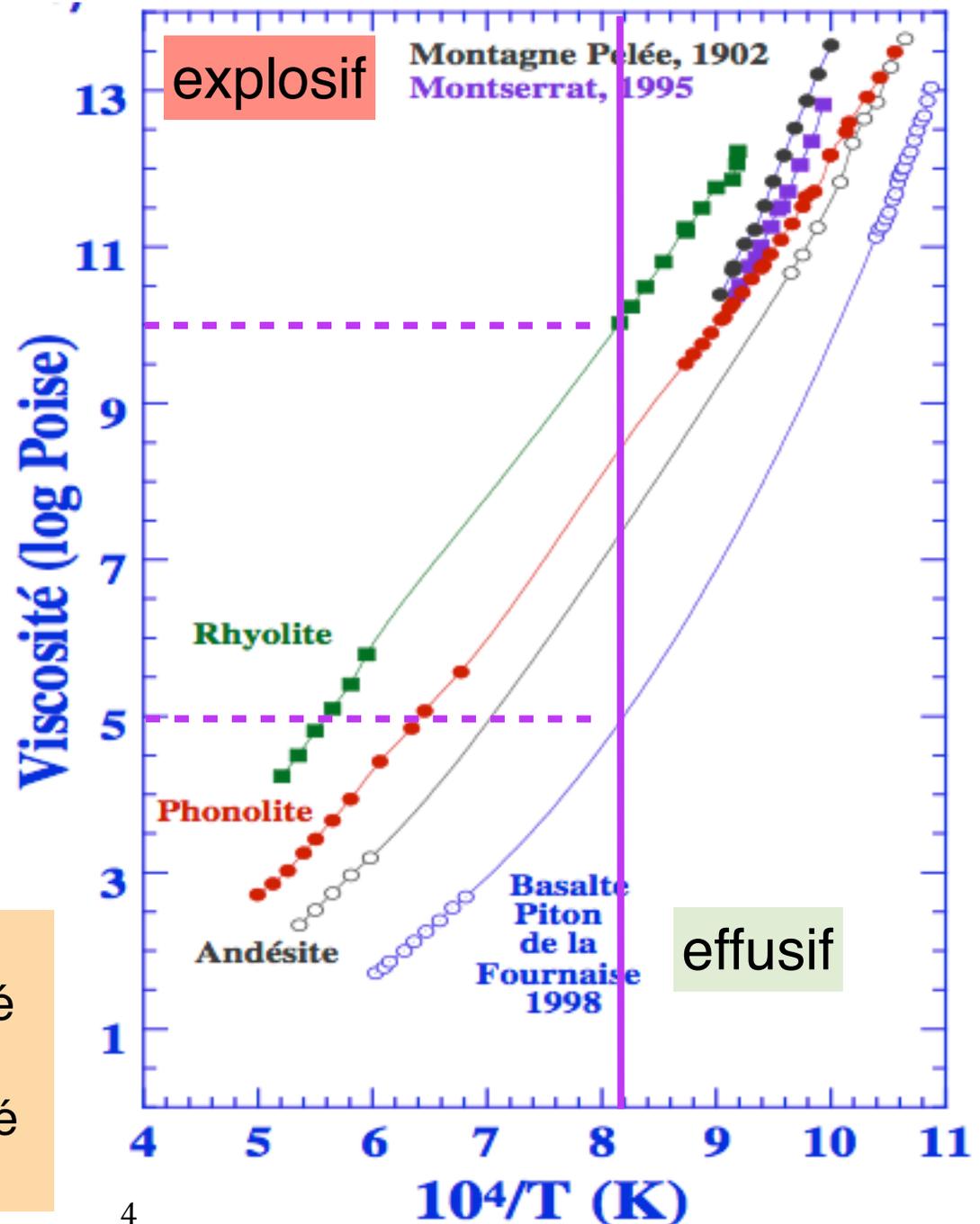
- basalte  $10^5$  poise
- rhyolite  $10^{10}$  poise

La température de la lave détermine aussi la viscosité.

La présence d'eau et de gaz diminue la viscosité.

## Mesures effectuées :

- lave basaltique à  $1100^\circ\text{C}$  : viscosité de  $10^{2,5}$  poise, donc lave fluide.
- lave andésitique à  $900^\circ\text{C}$  : viscosité de  $10^{8,5}$  poise, donc lave visqueuse.



# Effusif, extrusif et explosif

## Type effusif

dégazage aisé car peu de gaz et/ou lave fluide.

Coulées massives et peu de projections.

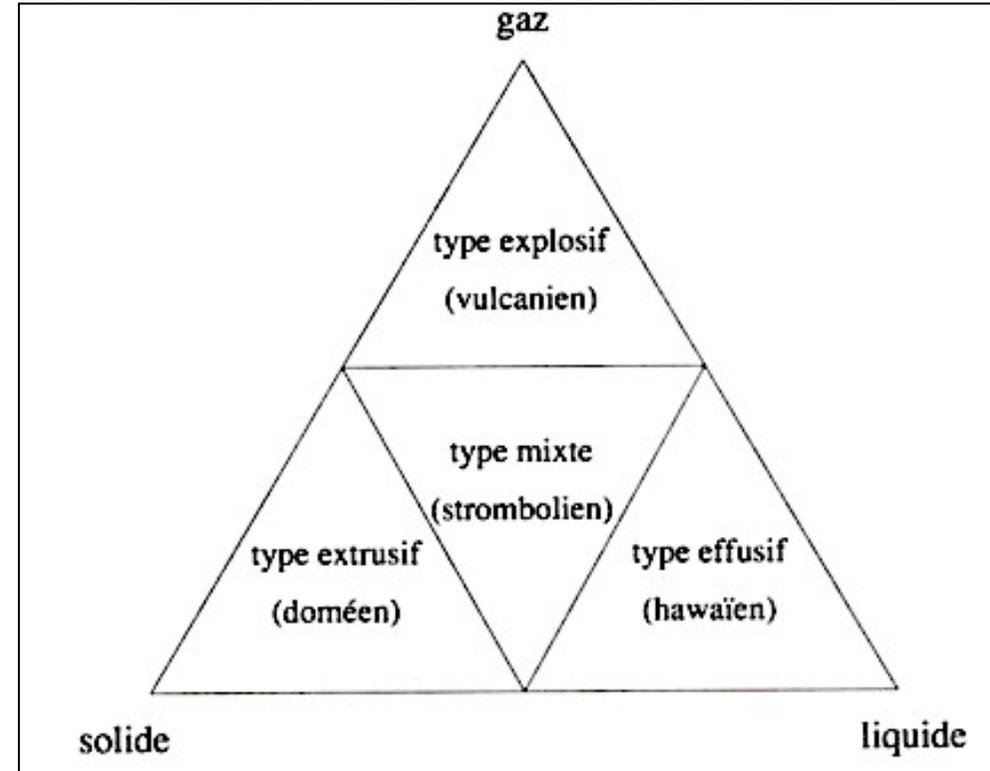
## Type explosif

dégazage brutal car beaucoup de gaz (magma aqueux) et/ou lave visqueuse.

Produits éjectés de toutes tailles.

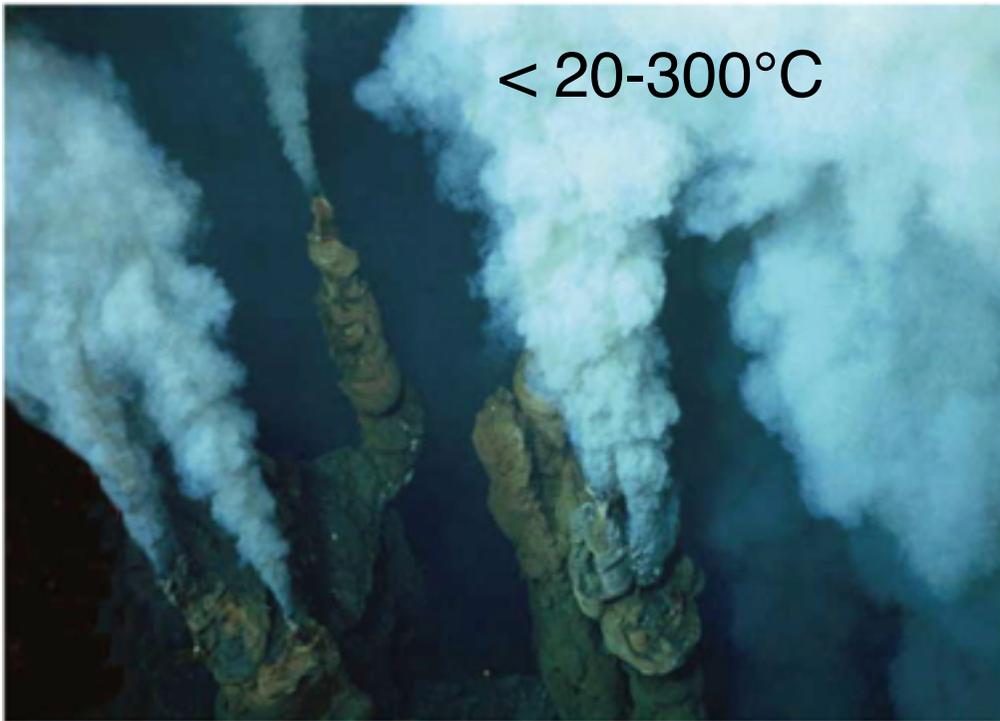
## Type extrusif

Magma dégazé et visqueux engendrant des coulées courtes, des dômes ou des aiguilles.

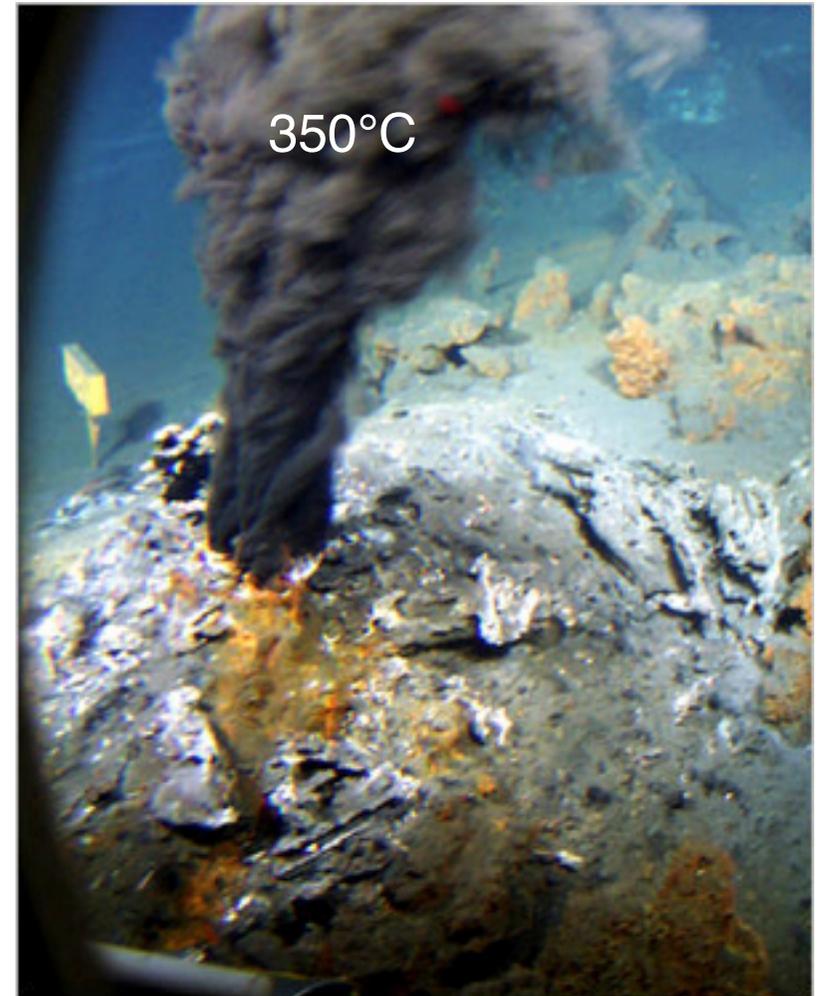


# Traces directes de volcanisme actuel

## Volcan immergé



Fumeurs blancs : eau infiltrée peu profondément, riche en fer, soufre, cuivre, calcium, sulfates



Fumeurs noirs : eau infiltrée à 1-3 km de profondeur, riche en précipités de fer, soufre, manganèse

# Traces directes de volcanisme actuel

fumerolles sur le Vulcano (Italie)



Photographie : Michel Detay

[planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)

geysers



Photo: P.-A. Bourges

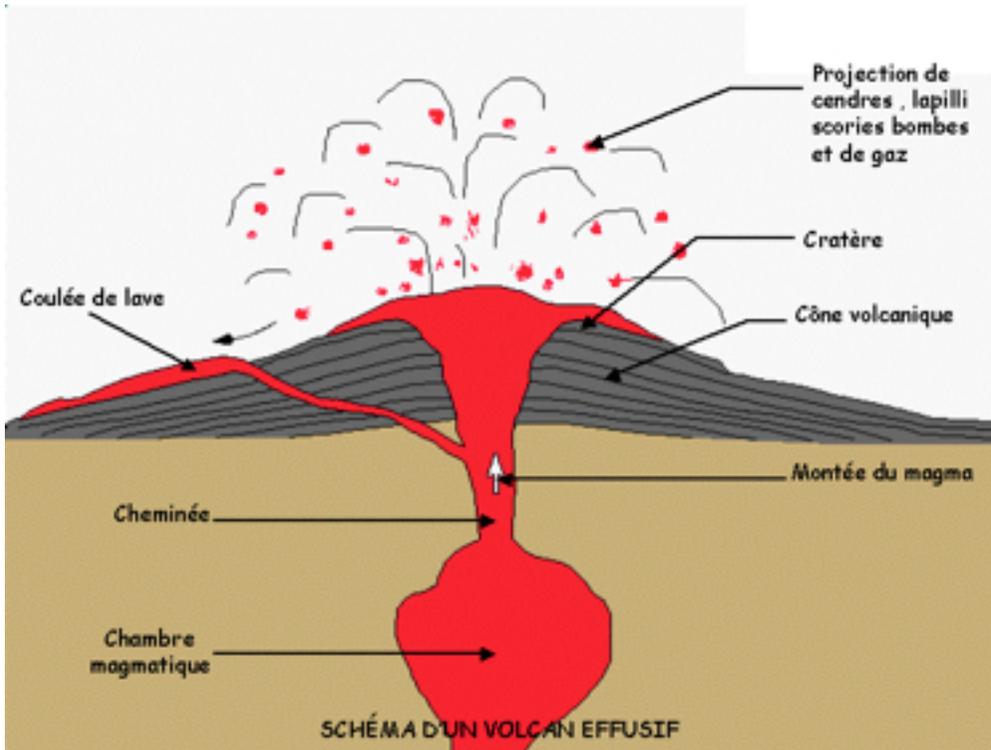
Photo: P.-A. Bourges

Solfatares d'Islande



Photographie : Michel Detay

# Volcan effusif, volcan explosif



volcan effusif

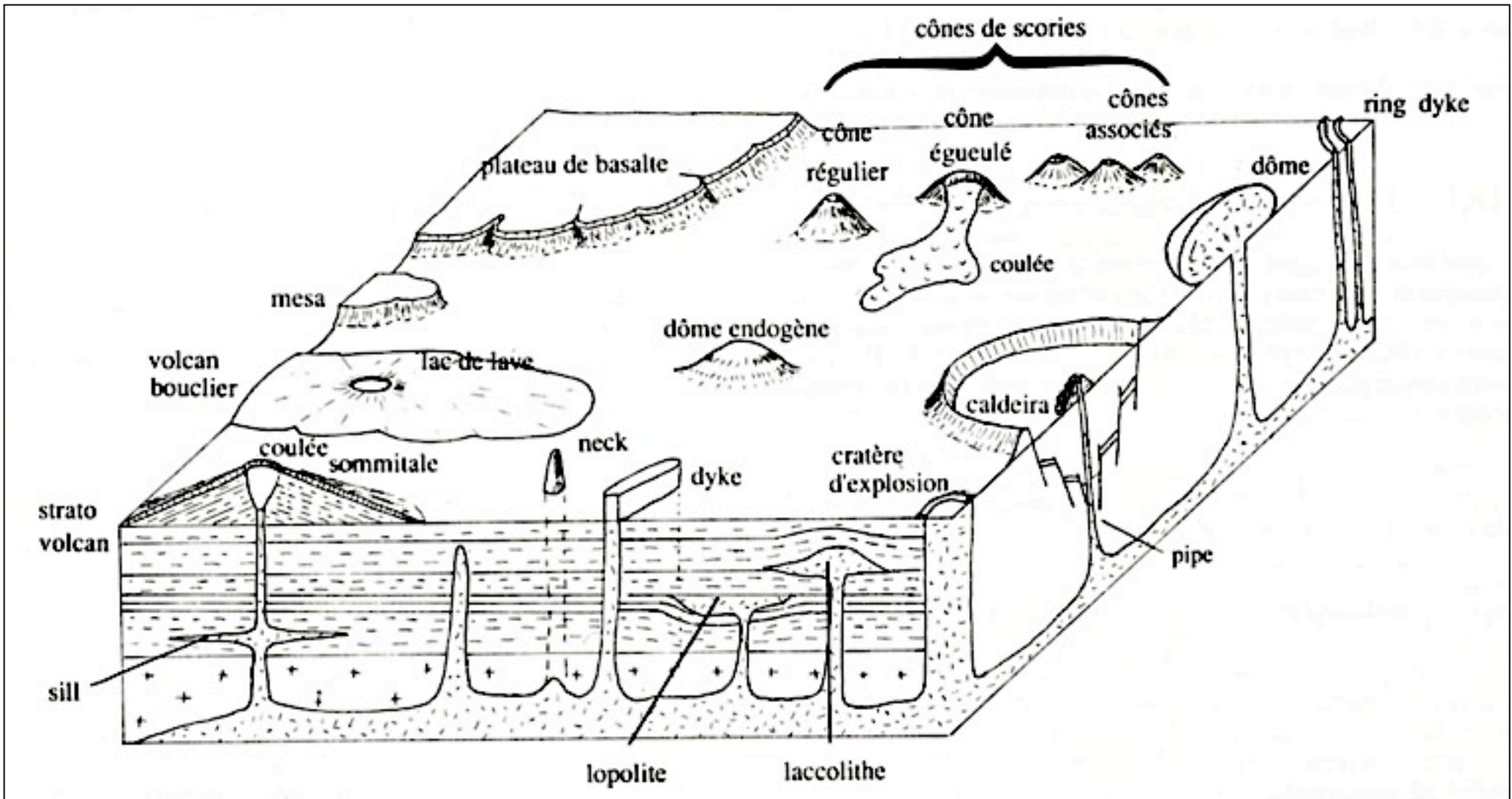


volcan explosif



Mont Saint Helens avant et après l'éruption de 1980

# Diversité des édifices



(Caron J.M. et Coll. " Comprendre et enseigner la planète Terre ", Ophrys Ed.)

# Trapps et pillows



jean-philippe-delobelle.com

Trapps du plateau de  
Columbia (Washington)

Pillows lava (coussins de  
lave) d'Hawaï



# Coulées

Prismation



Panska Skala

Fluidité des laves

pahoehoe très fluides  
laves cordées



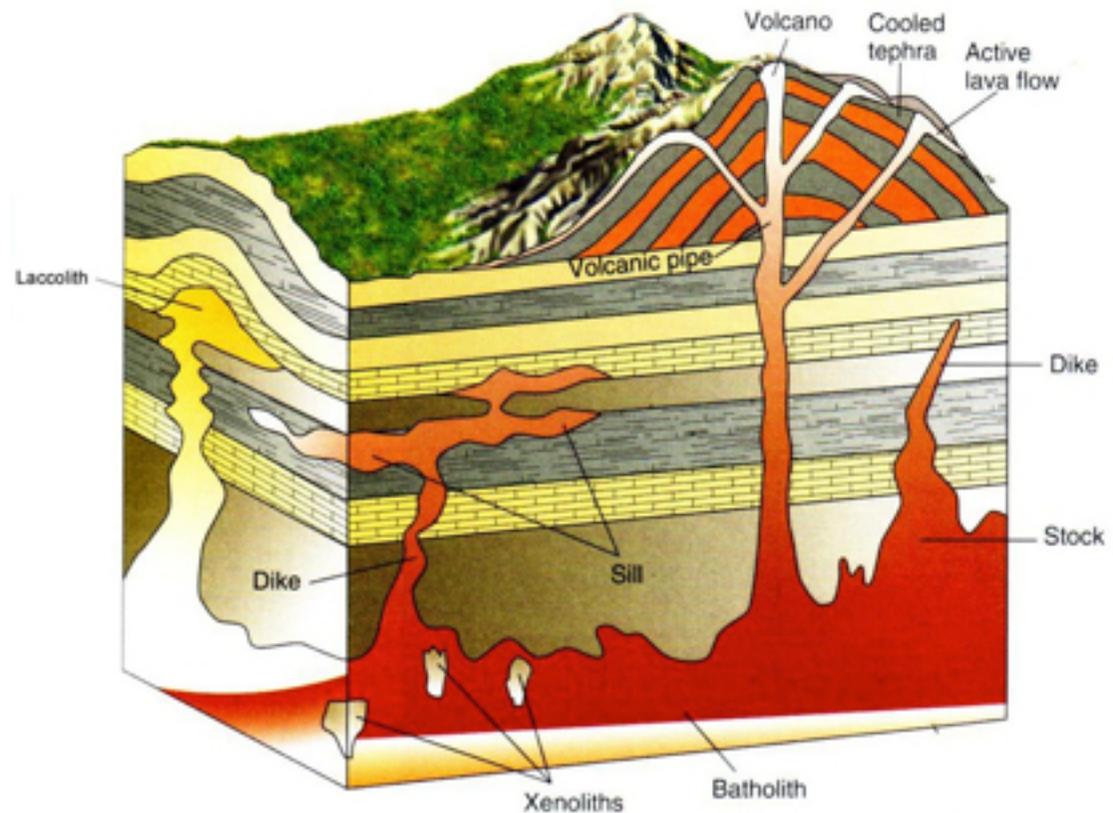
# Dyke, sill et neck



Photographie : Geneviève Francon

Sao Vicente, Cap vert

Dyke : la prismation est perpendiculaire aux bordures (donc ici horizontale)



# Les fluides au cours des éruptions

## Nuées ardentes

Nuage pyroclastique

Coulée pyroclastique

Gaz + cendres expulsés à  $150 \text{ m.s}^{-1}$   
lors de l'explosion, en 2 flux.

Fumerolles



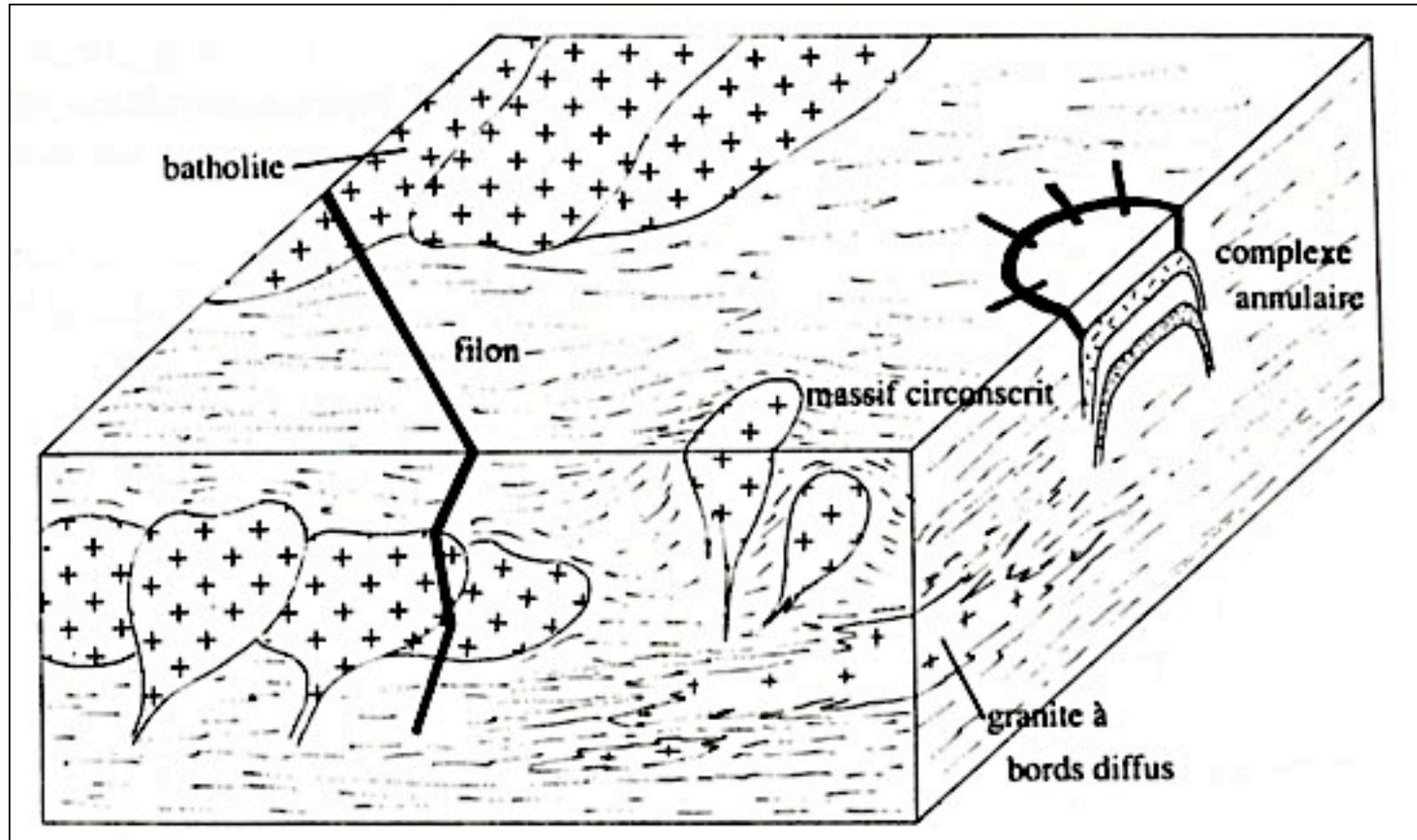
Coulée pyroclastique

# Les fluides au cours des éruptions

Nappe phréatique : le magma rencontre de l'eau qui se vaporise et provoque une explosion conduisant à un maar



# Les plutons



(Caron J.M. et Coll. " Comprendre et enseigner la planète Terre ", Ophrys Ed.)

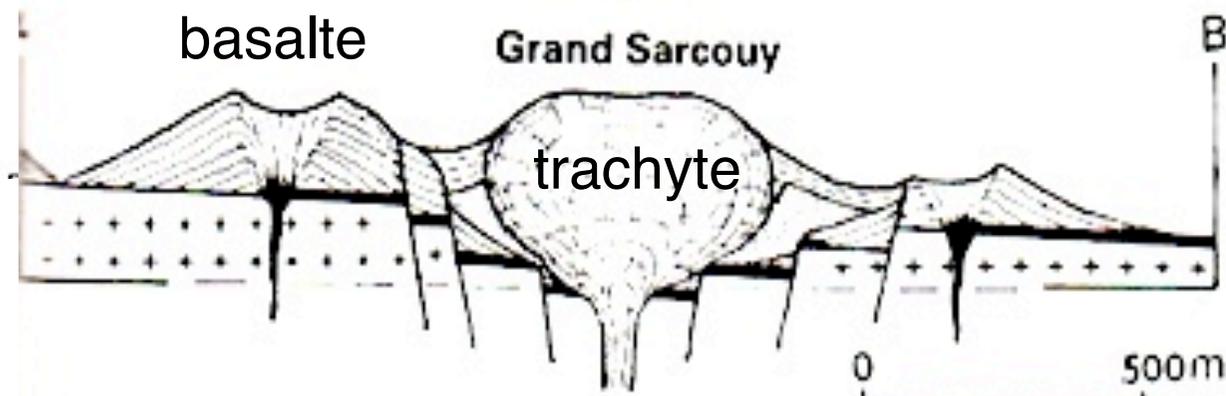
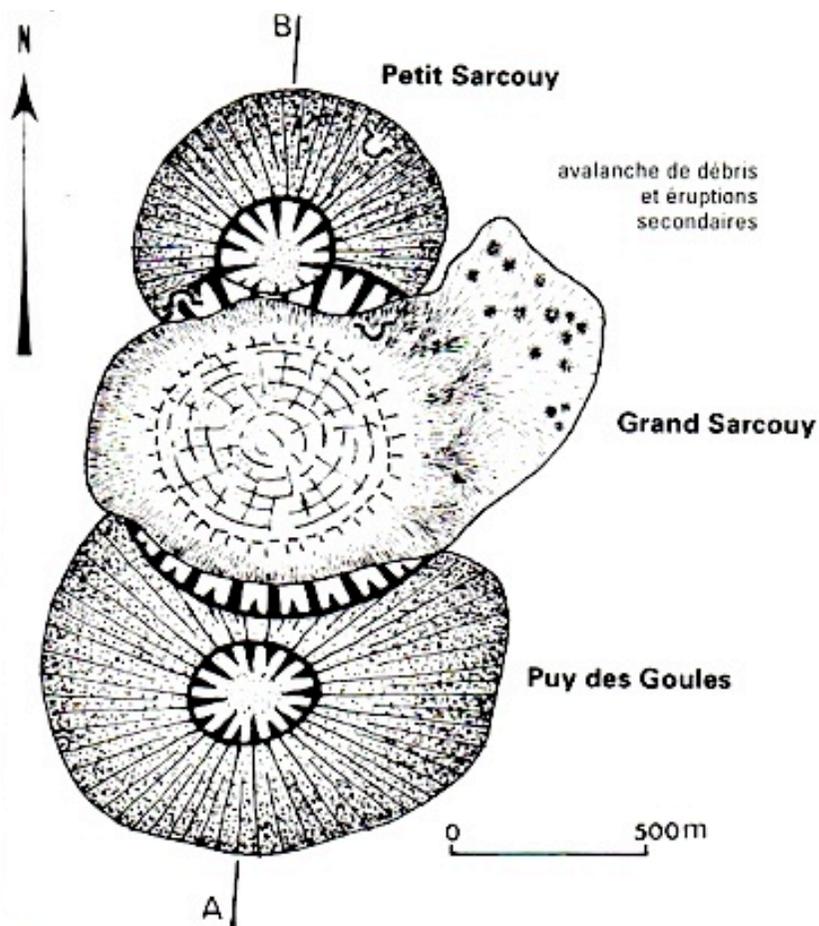
### **3. Des roches magmatiques liées génétiquement**

# Carte de Clermont Ferrand



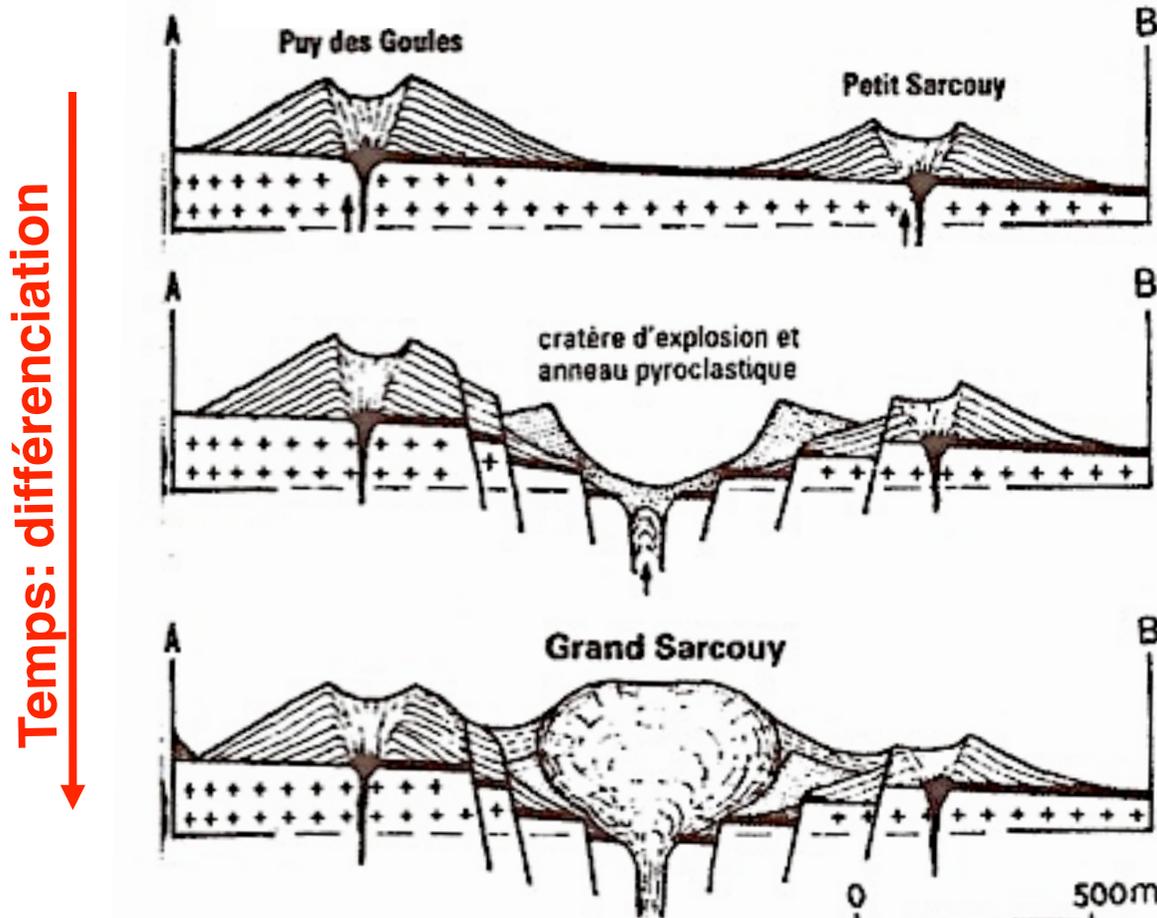
Extrait de la carte géologique de Clermont

# Chronologie des éruptions



Le grand Sarcouy est postérieur au Puy des goules

# Une différenciation magmatique



1. Basalte



2. Trachyte

Idée d'une évolution chimique au cours du temps : une différenciation progressive ?

# Analyse de différents puys

## Echantillonnage de volcans de plus en plus récents

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
ID	36,31	40,61	51,74	56,78	67,01	75,45	90,86
SiO <sub>2</sub>	47,25	48,50	52,20	53,21	57,10	60,20	69,35
TiO <sub>2</sub>	2,25	2,16	1,81	1,49	1,12	0,83	0,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,85	16,56	16,9	17,6	17,89	17,90	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>T</sup>	12,08	11,86	9,84	11,75	6,83	4,69	2,38
MnO	0,17	0,18	0,20	0,20	0,19	0,22	0,18
MgO	6,62	5,28	3,89	2,48	1,94	1,07	0,36
CaO	9,86	9,21	7,55	5,89	4,53	3,10	1,25
Na <sub>2</sub> O	3,70	3,92	4,45	5,00	5,42	5,58	5,60
K <sub>2</sub> O	1,68	1,80	2,47	2,71	3,40	3,82	4,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,61	0,72	0,73	0,31	0,55	0,31	0,09

Cp1 : coulée de la cheire d'Aydat (basalte alcalin)  
 Cp2 : coulée de la vallée de la Tiretaine (hawaïite = « labradorite »)  
 Cp3 : coulée du Puy de Louchadière (mugéarite)  
 Cp4 : coulée du Pariou (mugéarite)  
 Cp5 : coulée du puy de la Nugère (benmoréite = « pierre de Volvic »)  
 Cp6 : dôme du Clerzou (benmoréite = « dômite à amphibole »)  
 Cp7 : dôme du puy de Dôme (trachyte = « dômite à biotite »)  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> = fer total sous forme de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
 (ID : Indice de différenciation).

anciens

récents



indice de différenciation ID = somme des minéraux blancs dans la composition normative excepté l'anorthite = quartz + albite + orthose + néphéline

# Analyse de différents puys

## Echantillonnage de volcans de plus en plus récents

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
ID	36,31	40,61	51,74	56,78	67,01	75,45	90,86
SiO <sub>2</sub>	47,25	48,50	52,20	53,21	57,10	60,20	69,35
TiO <sub>2</sub>	2,25	2,16	1,81	1,49	1,12	0,83	0,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,85	16,56	16,9	17,6	17,89	17,90	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>T</sup>	12,08	11,86	9,84	11,75	6,83	4,69	2,38
MnO	0,17	0,18	0,20	0,20	0,19	0,22	0,18
MgO	6,62	5,28	3,89	2,48	1,94	1,07	0,36
CaO	9,86	9,21	7,55	5,89	4,53	3,10	1,25
Na <sub>2</sub> O	3,70	3,92	4,45	5,00	5,42	5,58	5,60
K <sub>2</sub> O	1,68	1,80	2,47	2,71	3,40	3,82	4,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,61	0,72	0,73	0,31	0,55	0,31	0,09

Cp1 : coulée de la cheire d'Aydat (basalte alcalin)  
 Cp2 : coulée de la vallée de la Tiretaine (hawaïite = « labradorite »)  
 Cp3 : coulée du Puy de Louchadière (mugéarite)  
 Cp4 : coulée du Pariou (mugéarite)  
 Cp5 : coulée du puy de la Nugère (benmoréite = « pierre de Volvic »)  
 Cp6 : dôme du Clerzou (benmoréite = « dômite à amphibole »)  
 Cp7 : dôme du puy de Dôme (trachyte = « dômite à biotite »)  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> = fer total sous forme de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
 (ID : Indice de différenciation).

Augmentation de la teneur en SiO<sub>2</sub>

Diminution de la teneur en ferro-magnésiens

augmentation de la teneur en alcalins (Na<sub>2</sub>O et K<sub>2</sub>O)

Idée d'un continuum chimique : origine commune

# Notion de série magmatique

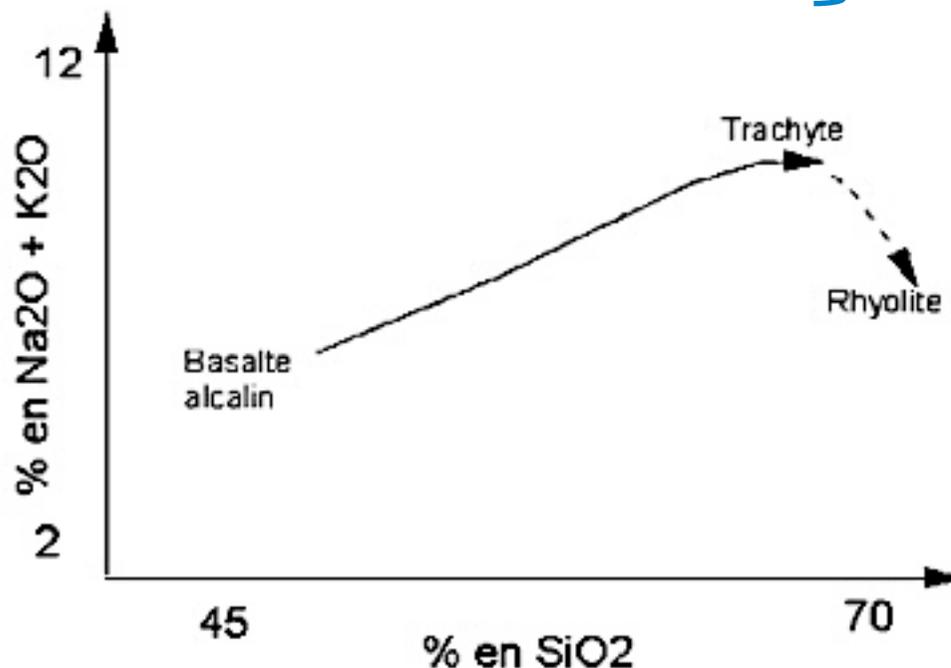
Evolution des caractéristiques physiques des laves :

- Lave basaltique : faible viscosité,  $T = 1\ 200\ ^\circ\text{C}$
- Lave trachytique : viscosité élevée,  $T = 900\ ^\circ\text{C}$



- **Unité de lieu**
- **Unité d'âge**
- **Continuum chimique, minéralogique  
= unité magmatique**

**Les laves de la chaîne des Puys correspondent à une série magmatique différenciée**



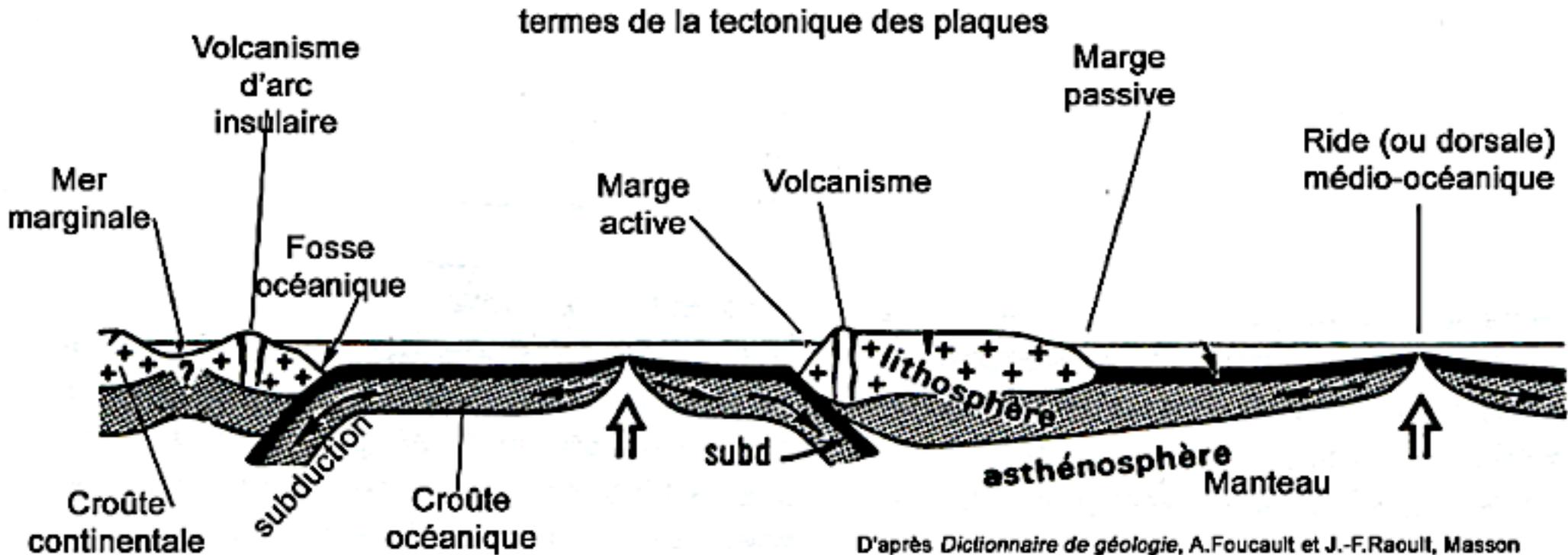
*Représentation dans le diagramme TAS*

# Les différents types de magmatisme



Frontières de plaque	Dorsale		Croûte de gabbro - basaltes tholéïtiques = MORBs	Dorsale atlantique, pacifique, indienne...
	Zones de subduction	Océanique- océanique	IABs (island arc basalts) calco-alcalins	Japon
		Océanique- continental	Andésites calcoalcalines + plutonisme granitoïde	Cordillère des Andes
Intra-plaques	Points chauds		Basaltes alcalins = OIBs	Réunion, Hawaï, Islande
	Zones de rifting		MORBs	Rift Est-Africain Cas du massif Central

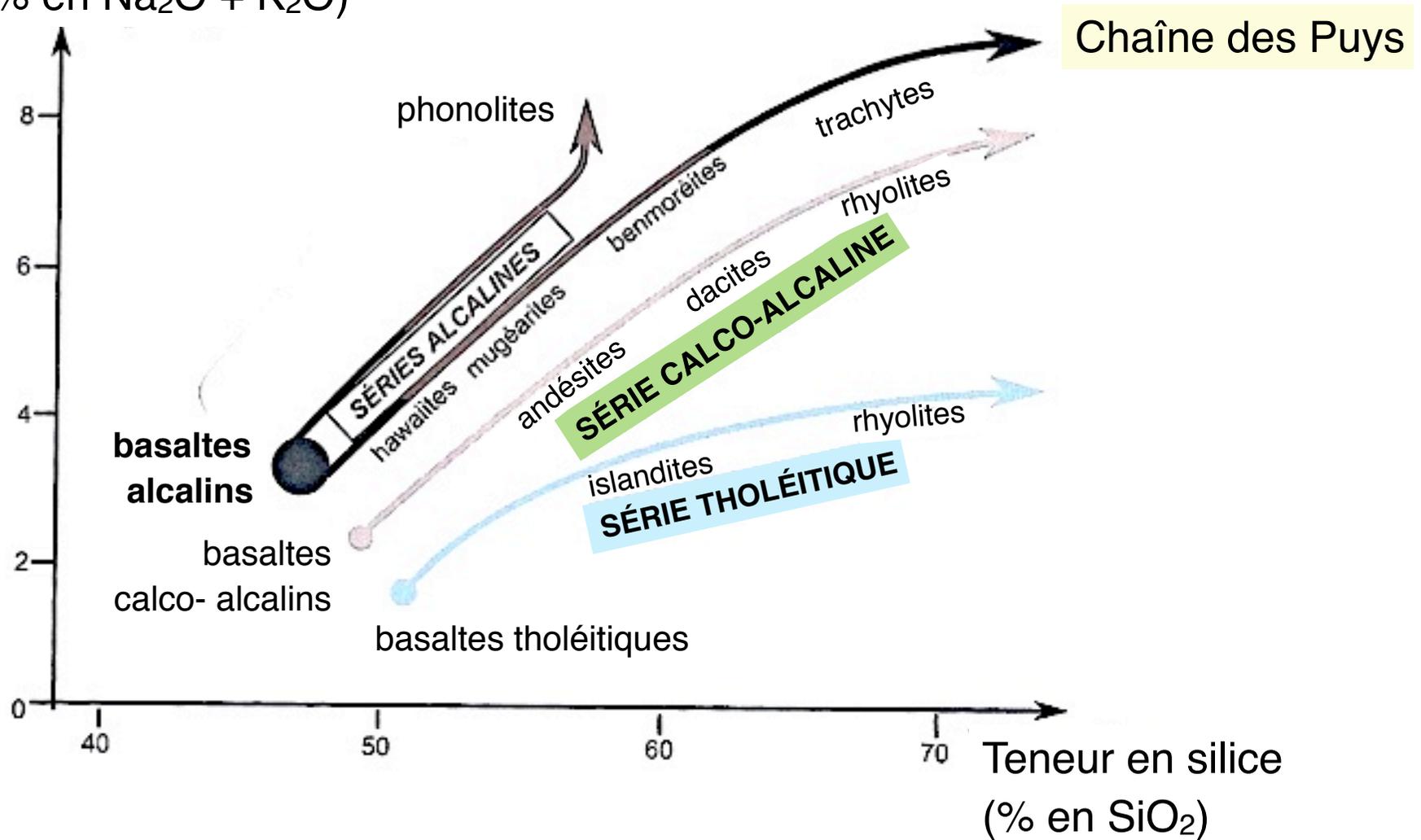
# Les différents contextes de magmatisme



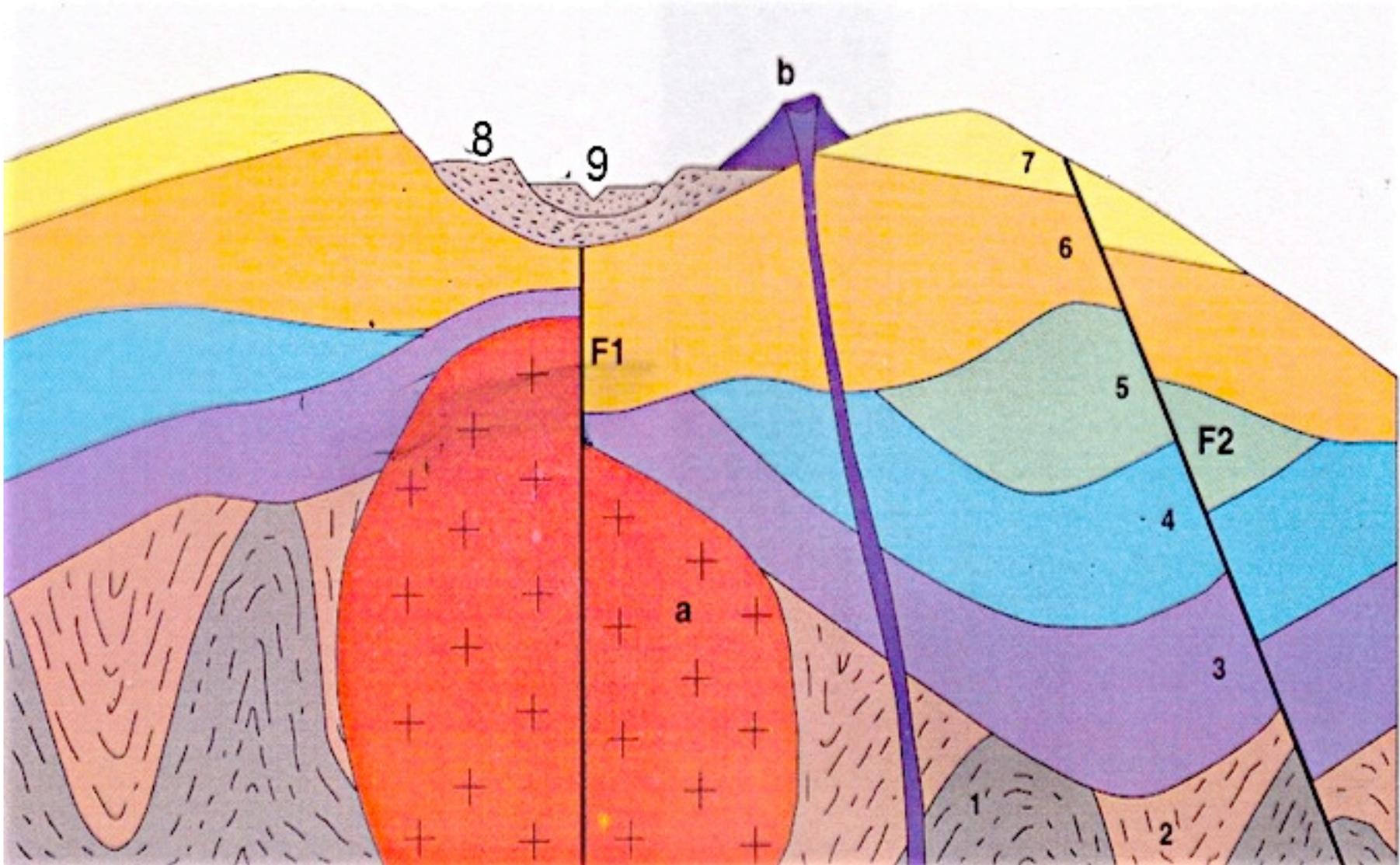
# Les séries magmatiques



Teneur en alcalins  
(% en  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ )



# Datation relative des épisodes magmatiques



Reconstituer la chronologie des événements

# Correction

## Phénomènes sédimentaires

on constate 4 séries sédimentaires qui se succèdent dans le temps selon le principe de superposition : série 1+2, puis série 3+4+5, puis série 6+7 et enfin la série 8+9. Chaque série est séparée de la précédente par une **discordance**.

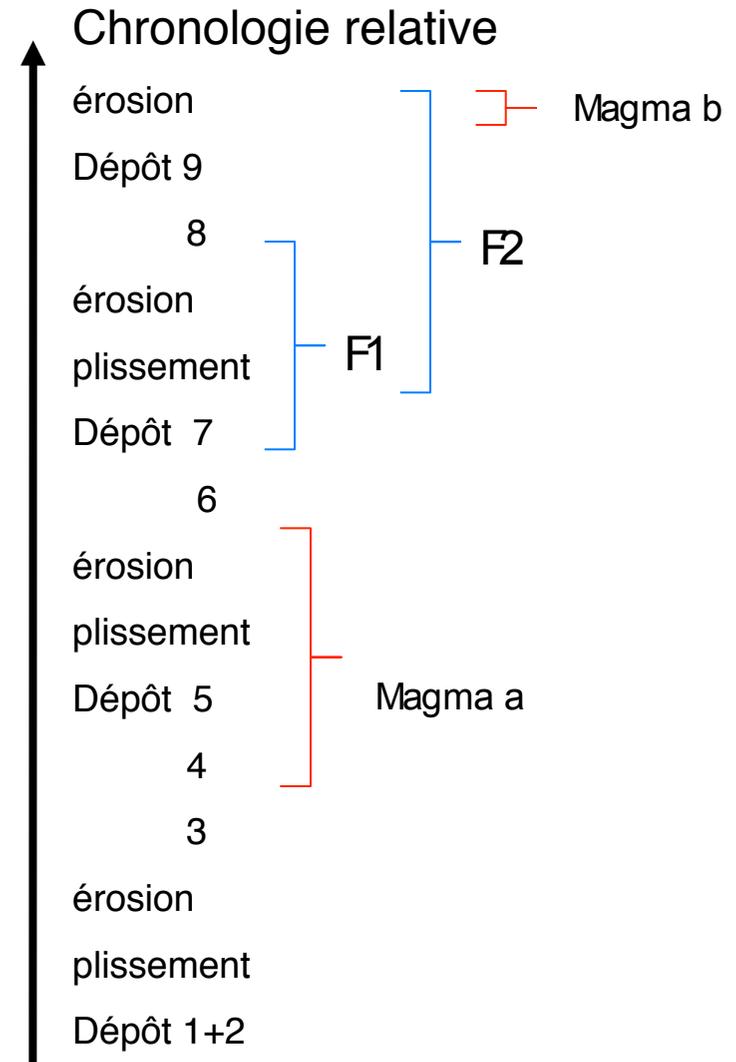
## Phénomènes tectoniques

chacune de ces séries est plissée et d'après le principe de recoupement, on peut déduire qu'il s'est produit trois phases de plissements : post2 et anté3, post5 et anté6 et enfin post7 et anté8.

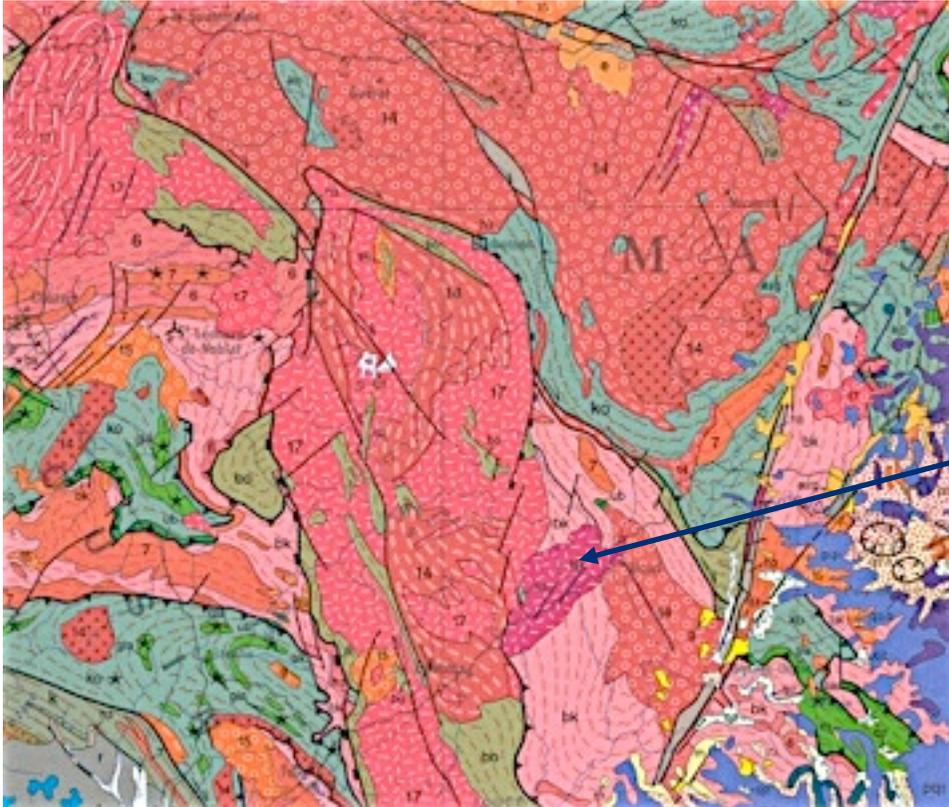
Le principe de recoupement permet aussi de dater les failles : la faille F1 coupe la couche 6 mais pas la 8, donc elle est post6 et anté8. La faille F2 recoupe la couche 7 donc elle est post7.

## Phénomènes magmatiques

Le magma à l'origine de la roche plutonique a recoupe la couche 3 donc il est post3. Cette roche est elle-même coupée par la faille F1 donc elle est antérieure à cette faille. La roche volcanique b forme un volcan dont la cheminée recoupe toutes les couches sédimentaires et ce volcan se superpose à la couche 8 : cette éruption s'est donc déroulée après le dépôt de la couche 9.



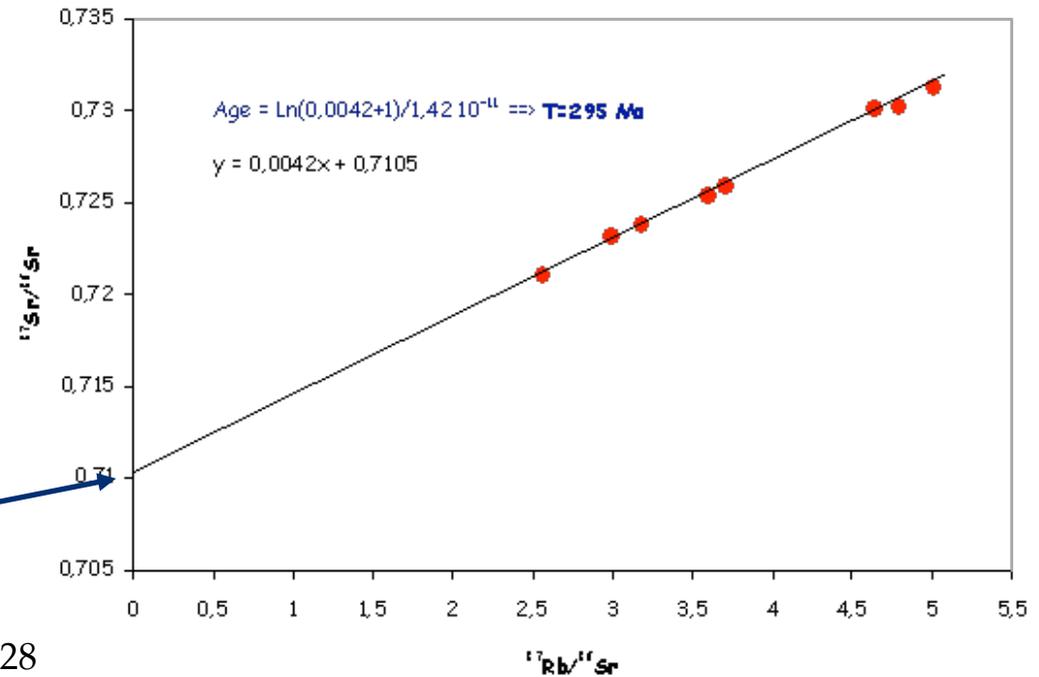
# Datation absolue



Granite de Meymac

Méthode Rb/Sr :  
Âge 295 Ma

Rapport initial : 0,710  
signature crustale ici



# CONCLUSION



Des cristaux de grande taille...