

**STV – TP1**

**Modes d'expression des magmas**

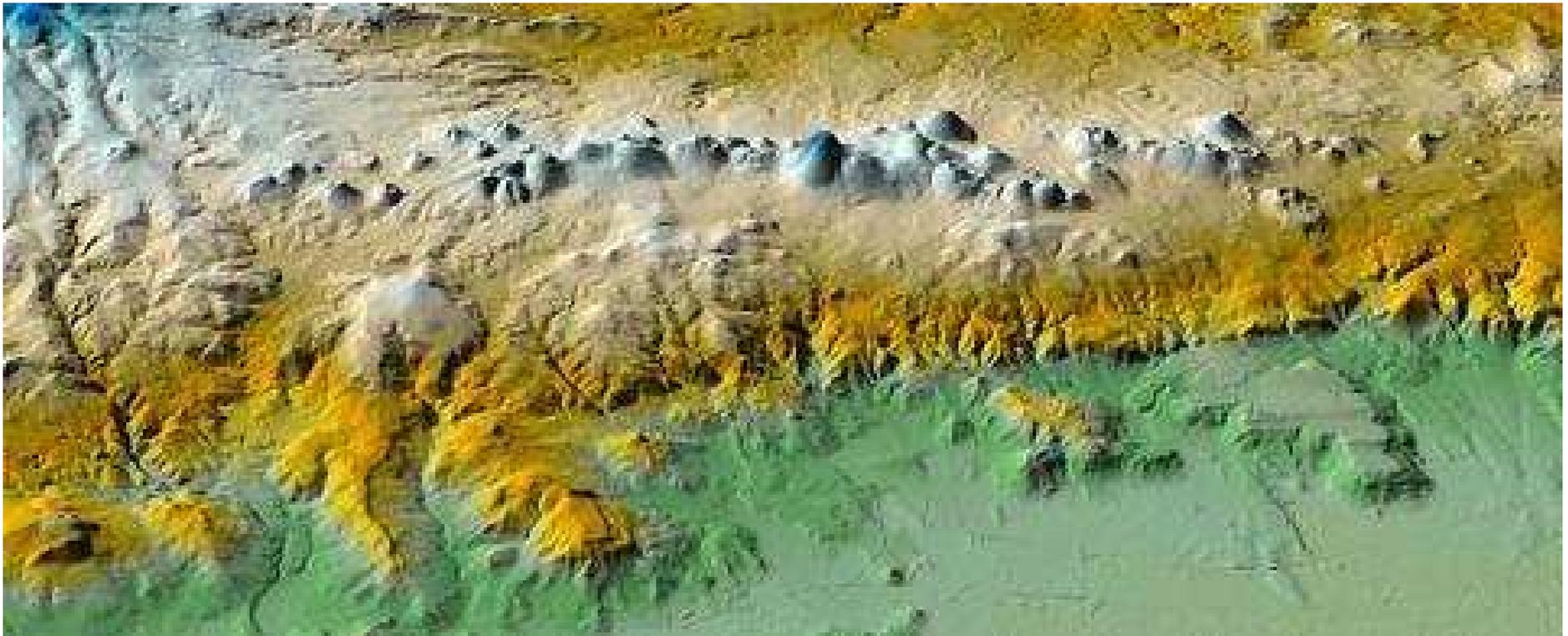
**Processus magmatiques**

**Chaîne des Puys**

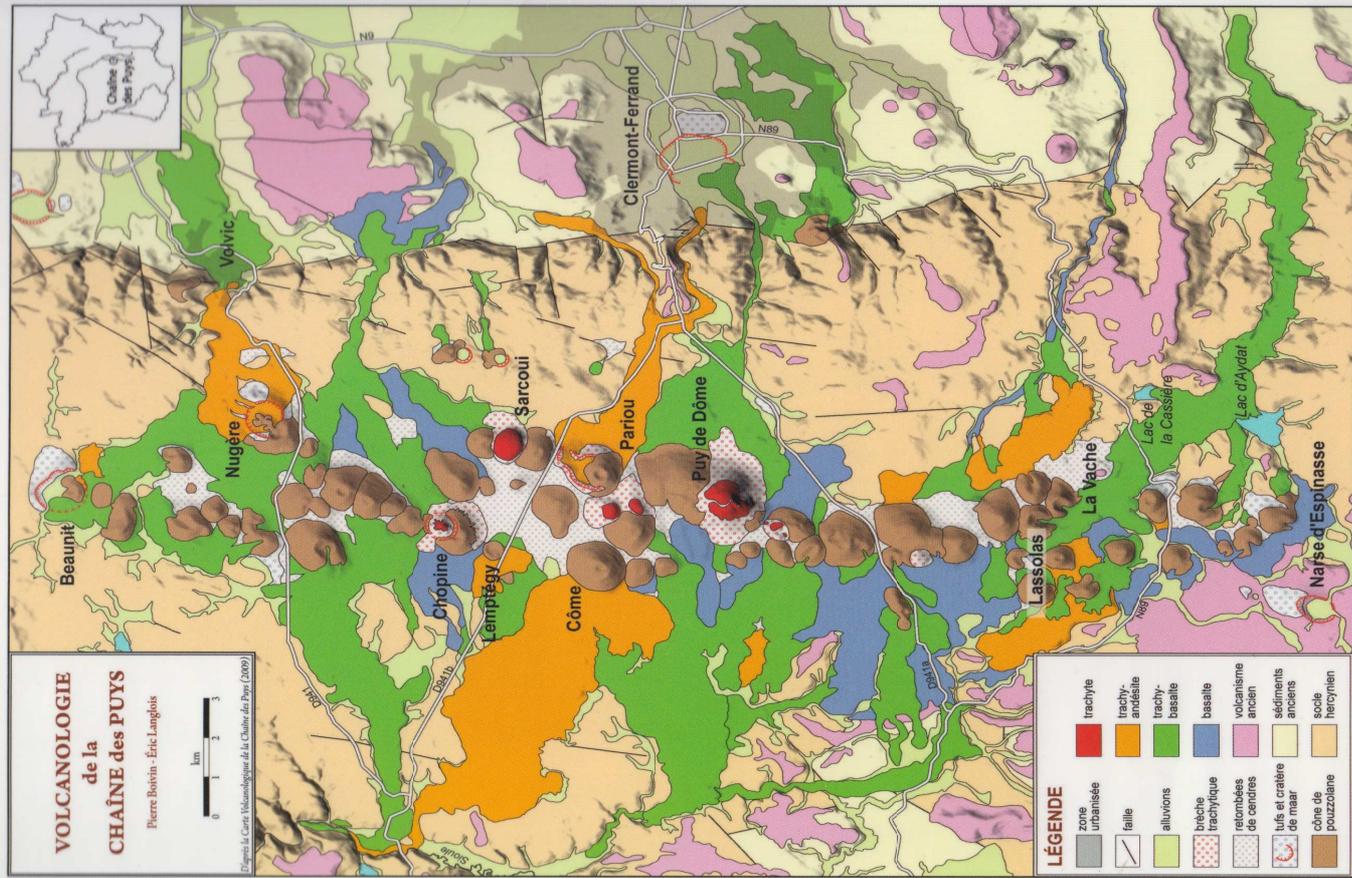
La chaîne des Puys est un ensemble de 80 volcans s'étirant sur plus de 45 km au nord du Massif Central.



Relief de la Chaîne des Puys obtenu grâce aux relevés laser (Lidar)



Carte Volcanologique de la Chaîne des Puys Massif Central Français au 1/25 000

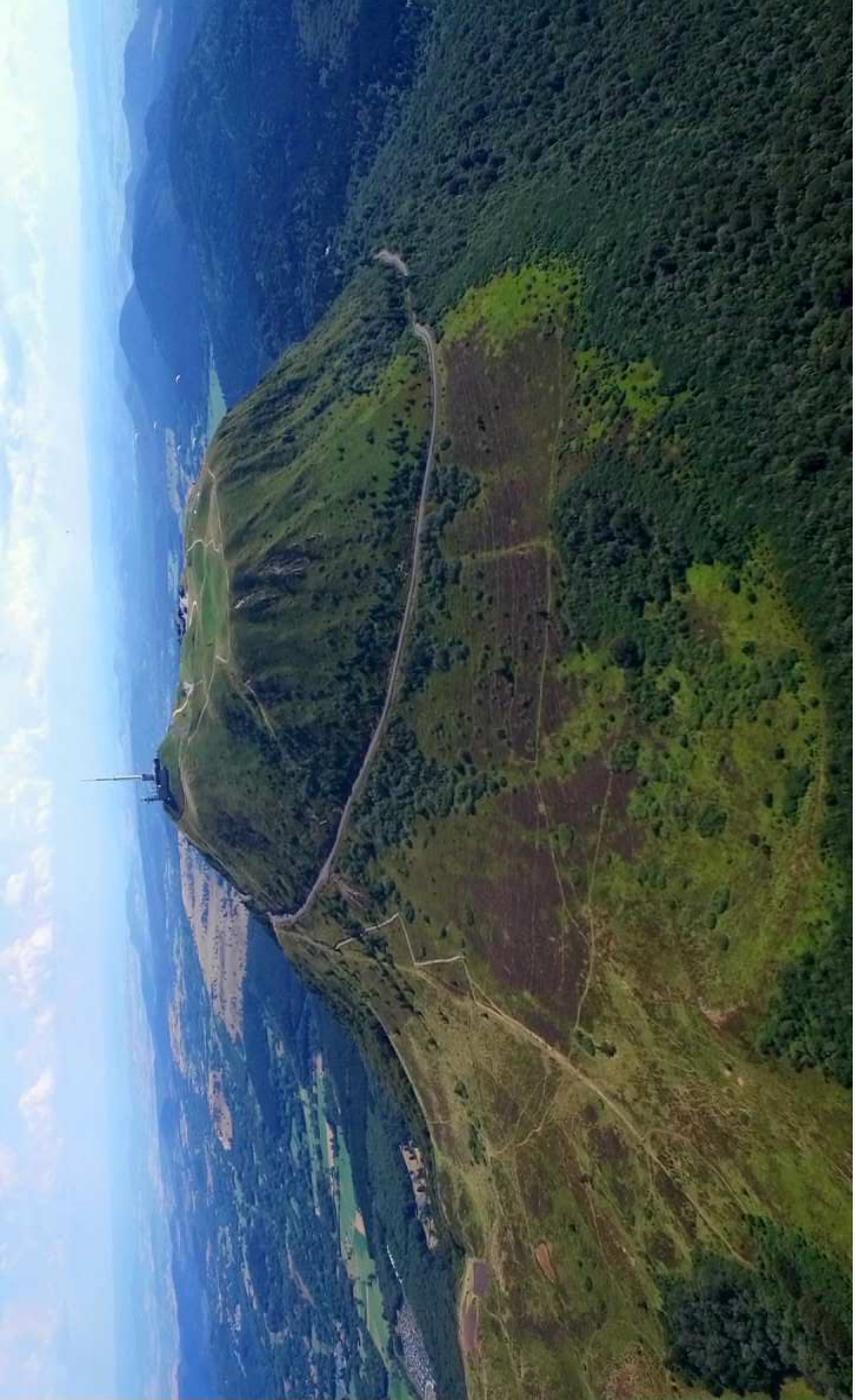






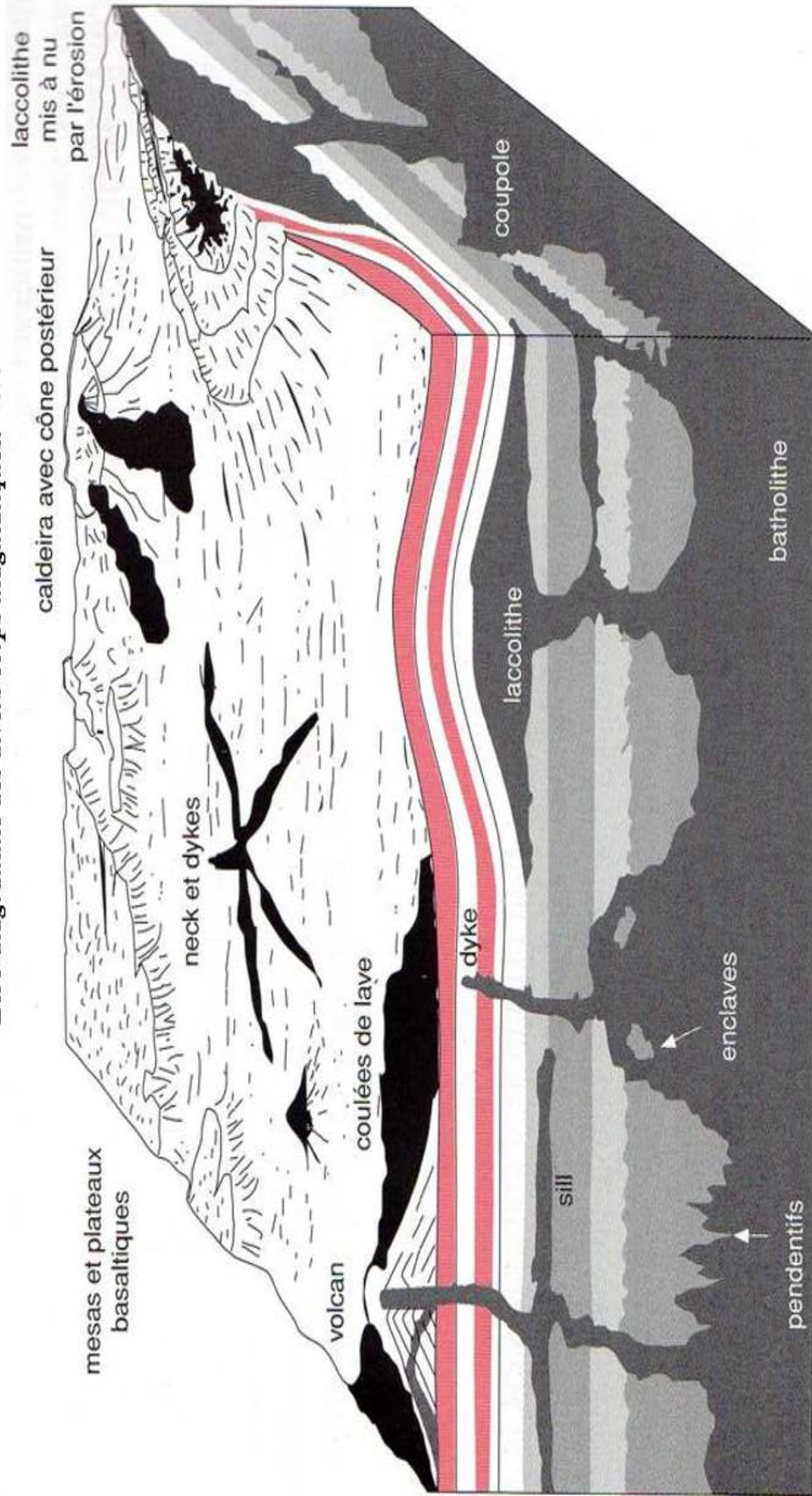




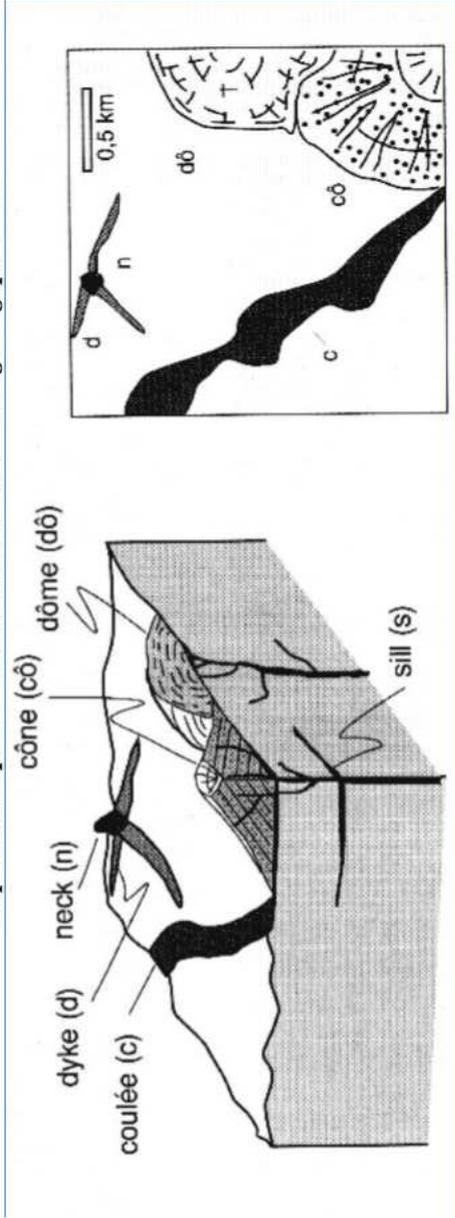




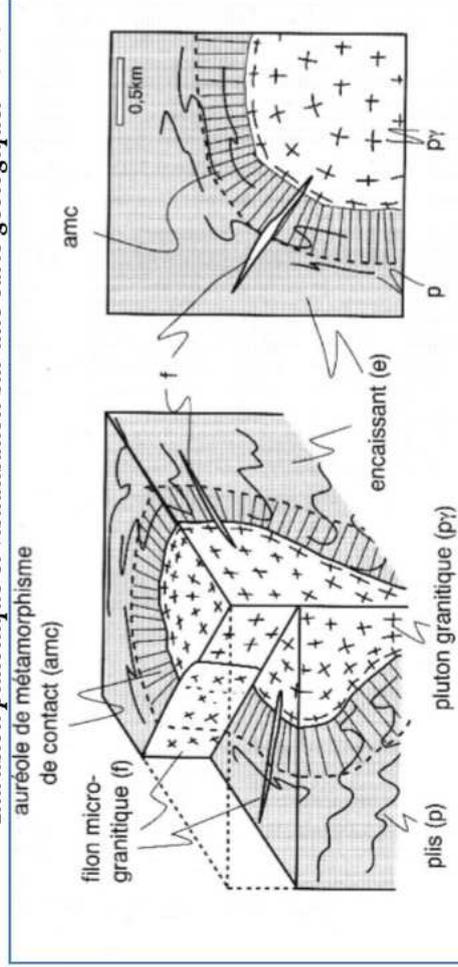
**Bloc-diagramme des divers corps magmatiques. ★★**



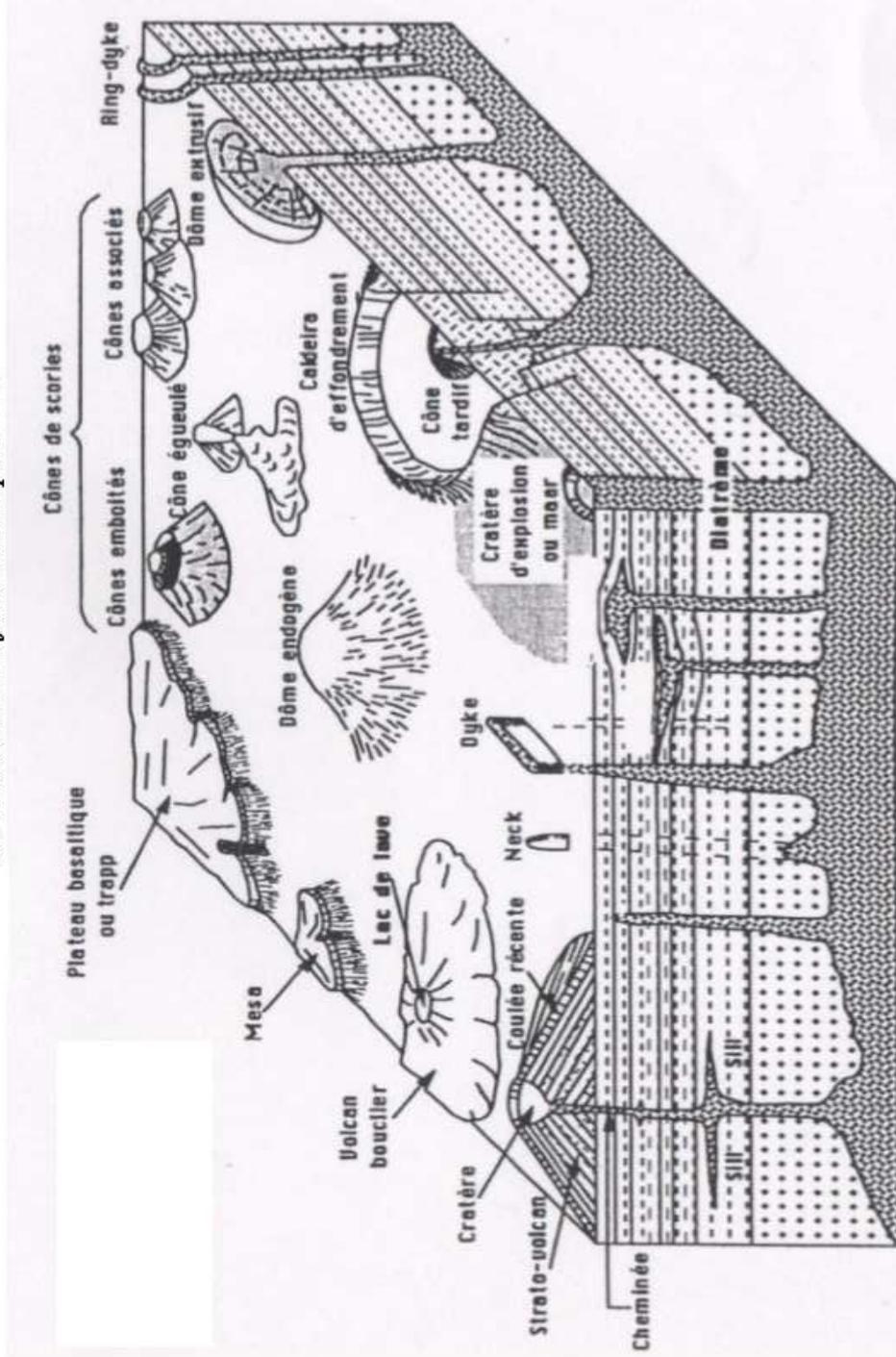
**Corps volcaniques et visualisation sur une carte géologique. ★★★**



**Intrusion plutonique et visualisation sur une carte géologique. ★★★**



*La diversité des édifices volcaniques.* ❦





Coulée de lave : photo perso

Basalte : <http://guides-serrechevalier.com/randonnee/mont-chenaillet-geologie/>

Aiguille :

[http://www2.istp.org/StudentsCorner/StudentsCorner2005\\_2006/8thFrench/lesvolcans/histor/web/html/pages/pelee.html](http://www2.istp.org/StudentsCorner/StudentsCorner2005_2006/8thFrench/lesvolcans/histor/web/html/pages/pelee.html)

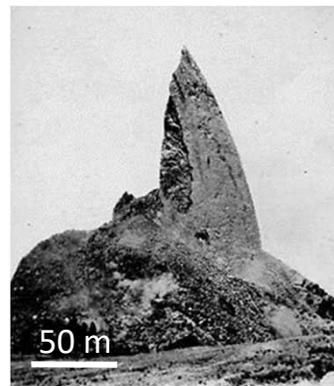
Dôme :

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mount\\_Myoko\\_Lava\\_Dome.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mount_Myoko_Lava_Dome.jpg)

**Coulée de lave datant du Moyen-Age en Islande**



Basaltes en coussins (pillow-lavas) du Chenaillet, surface d'un **ancien plancher océanique**



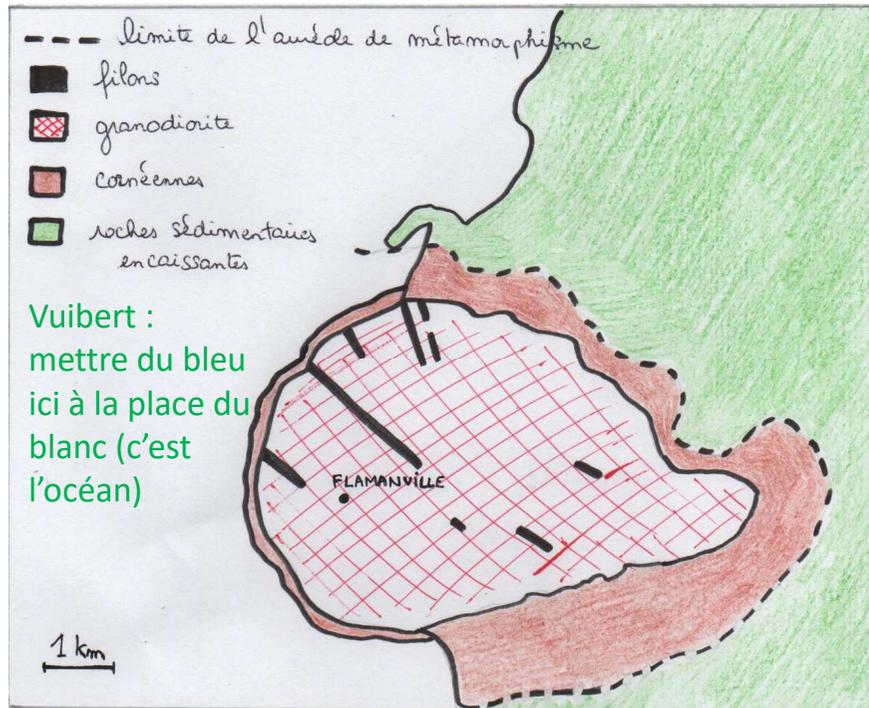
**Aiguille de lave** de la Montagne Pelée (Martinique, 1902)



**Dôme de lave** (Mont Myoko, Japon)

**Les modes de gisement des roches volcaniques.**

Carte géologique de Flamanville montrant le **pluton** de granodiorite



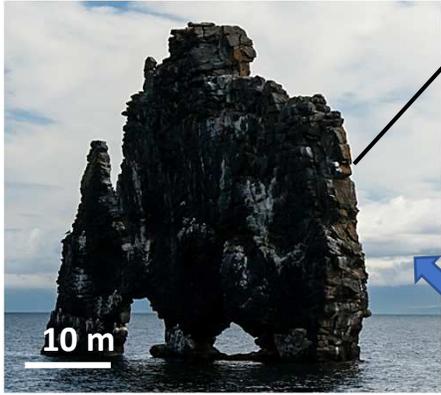
Cornéennes très érodées **Pluton** peu érodé, en relief



**Filon** de microgranite dans les cornéennes

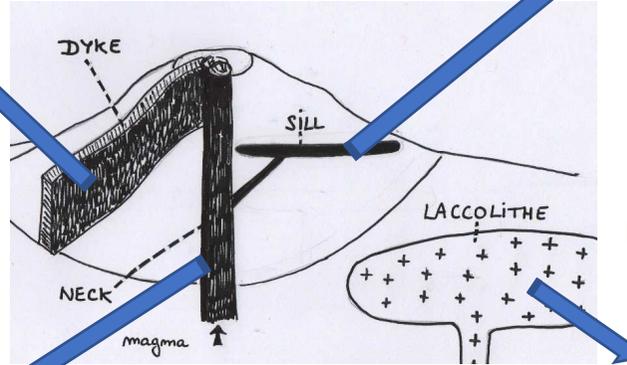
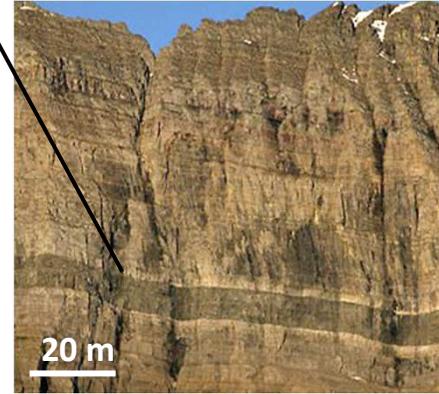


Les modes de gisement des roches plutoniques.



**Dyke, Islande**

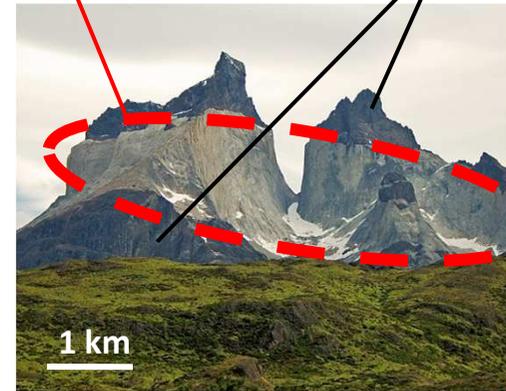
**Sill, Montana**



**Neck, Nouveau Mexique**

**Laccolithe, Chili**

**Laccolithe de granite Encaissant sédimentaire**



**Les différents types d'intrusions magmatiques.**



persos



**Bombe volcaniques et scories**



**Cendres volcaniques plus ou moins consolidées en tuf**



**Brèche volcanique**

**Les différents types de projections.**

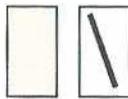
perso



**Figure 6. Un maar, cratère issu du phréatomagmatisme (Viti, Islande).**



## GÉOLOGIE DU SUBSTRATUM GEOLOGY OF THE BASEMENT



Socle plutonique et métamorphique, affleurant ou sub-affleurant.  
*Metamorphic or plutonic basement.*



Fracture du substratum.  
*Fault in basement.*

## VOLCANOLOGIE DE LA CHAÎNE DES PUYs VOLCANOLOGY OF THE CHAÎNE DES PUYs



Cratère d'appareil strombolien.  
*Strombolian vent crater.*



Dôme.  
*Dome.*



Protrusion.  
*Belonite.*



Cratère de maar basaltique : a) connu ; b) supposé ou masqué.  
*Crater of basaltic maar : a) recognized ; b) inferred.*



Cratère d'explosion trachytique : a) connu ; b) supposé ou masqué.  
*Trachytic explosion crater : a) recognized ; b) inferred.*



Cratère d'explosion trachyandésitique du Pariou et de La Nugère.  
*Trachyandesitic explosion crater of the Pariou and La Nugère.*



Sens de dispersion des nappes pyroclastiques.  
*Dispersal direction of pyroclastic deposits.*

## APPAREILS ÉRUPTIFS



Cône strombolien trachyandésitique ("pouzzolanes").  
*Trachyandesitic strombolian cinder cone, locally known as "pouzzolanes".*



Cône strombolien basaltique ou leucobasaltique ("pouzzolanes").  
*Basaltic strombolian cinder cone, locally known as "pouzzolanes".*



Projections de maar basaltique.  
*Basaltic maar deposits.*

## LAVES LAVAS



Trachyte l.s. : a) trachyte s.s. ("dômite") ; b) benmorérite.  
*Trachyte l.s. : a) trachyte s.s. ("dômite") ; b) benmoreite.*



Trachyandésite (mugéarite) : a) sous un recouvrement pyroclastique.  
*Trachyandesite (mugearite) : a) mantled by pyroclastic deposits.*



Leucobasalte (hawaïite) : a) sous un recouvrement pyroclastique.  
*Trachybasalt (hawaiiite) : a) mantled by pyroclastic deposits.*



Basalte : a) sous un recouvrement pyroclastique.  
*Basalt : a) mantled by pyroclastic deposits.*

## PYROCLASTITES EN RECOURVREMENTS PYROCLASTIC MANTLES



Saupoudrage basaltique des Puy de La Vache et Lassolas : a) limite d'extension approximative.  
*Basaltic ash-fall deposits from the Puy de La Vache and Lassolas : a) approximately located.*



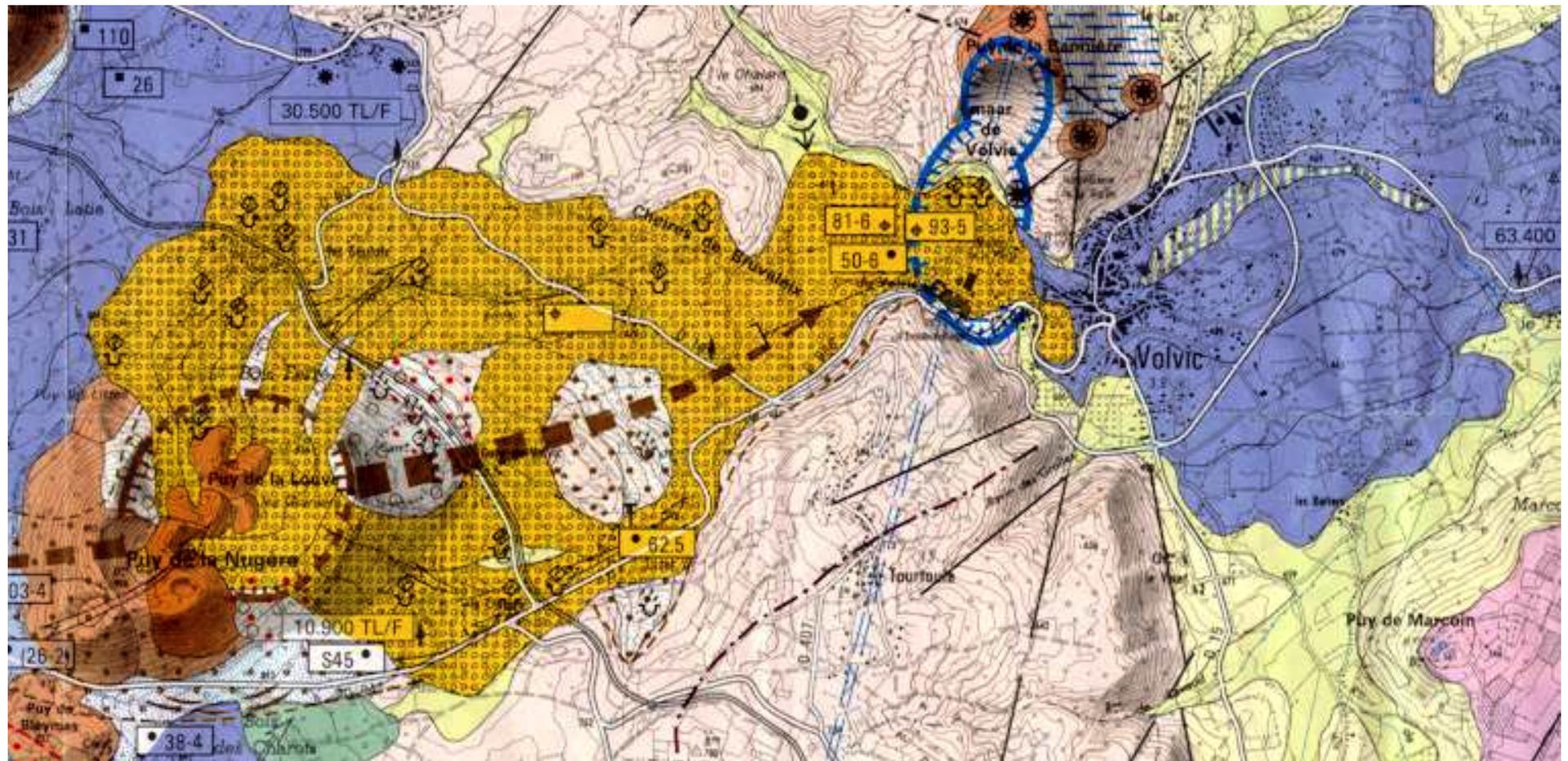
Recouvrements trachytiques autour des protrusions de Chopine, Kilian, Vasset : a) limite d'extension approximative.  
*Trachytic mantles surrounding belonites (Chopine, Kilian, Vasset) : a) approximately located.*



Recouvrements trachyandésitiques autour des Puy de Pariou et de La Nugère : a) limite d'extension approximative.  
*Trachyandesitic mantles surrounding the Puy de Pariou and La Nugère : a) approximately located.*



Dans le cas de recouvrements superposés, les barbeles indiquent la nappe recouvrante (chronologie 1-2).  
*When several deposits are overlapping, sawteeth are on lower deposits (chronology 1-2).*



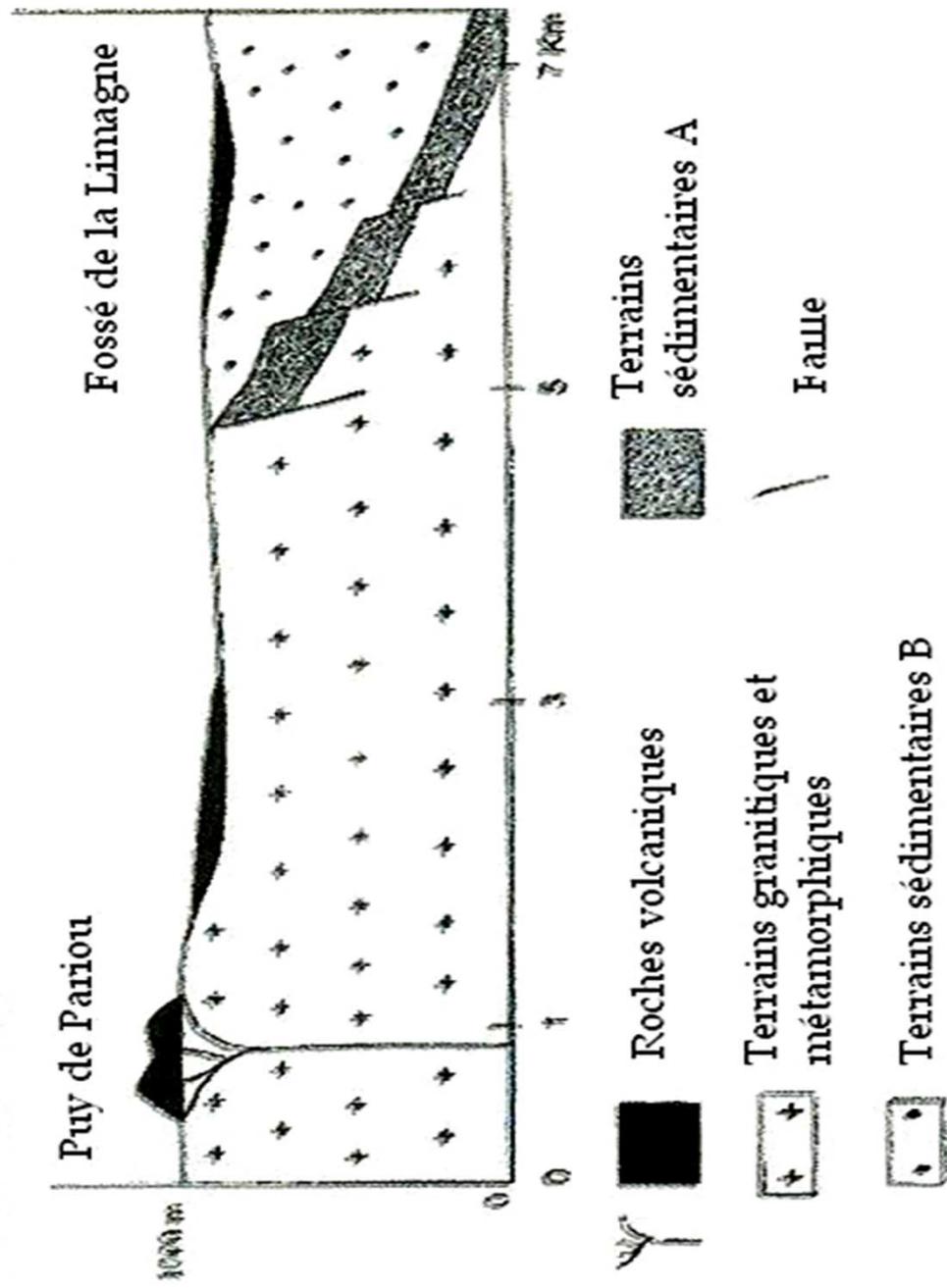


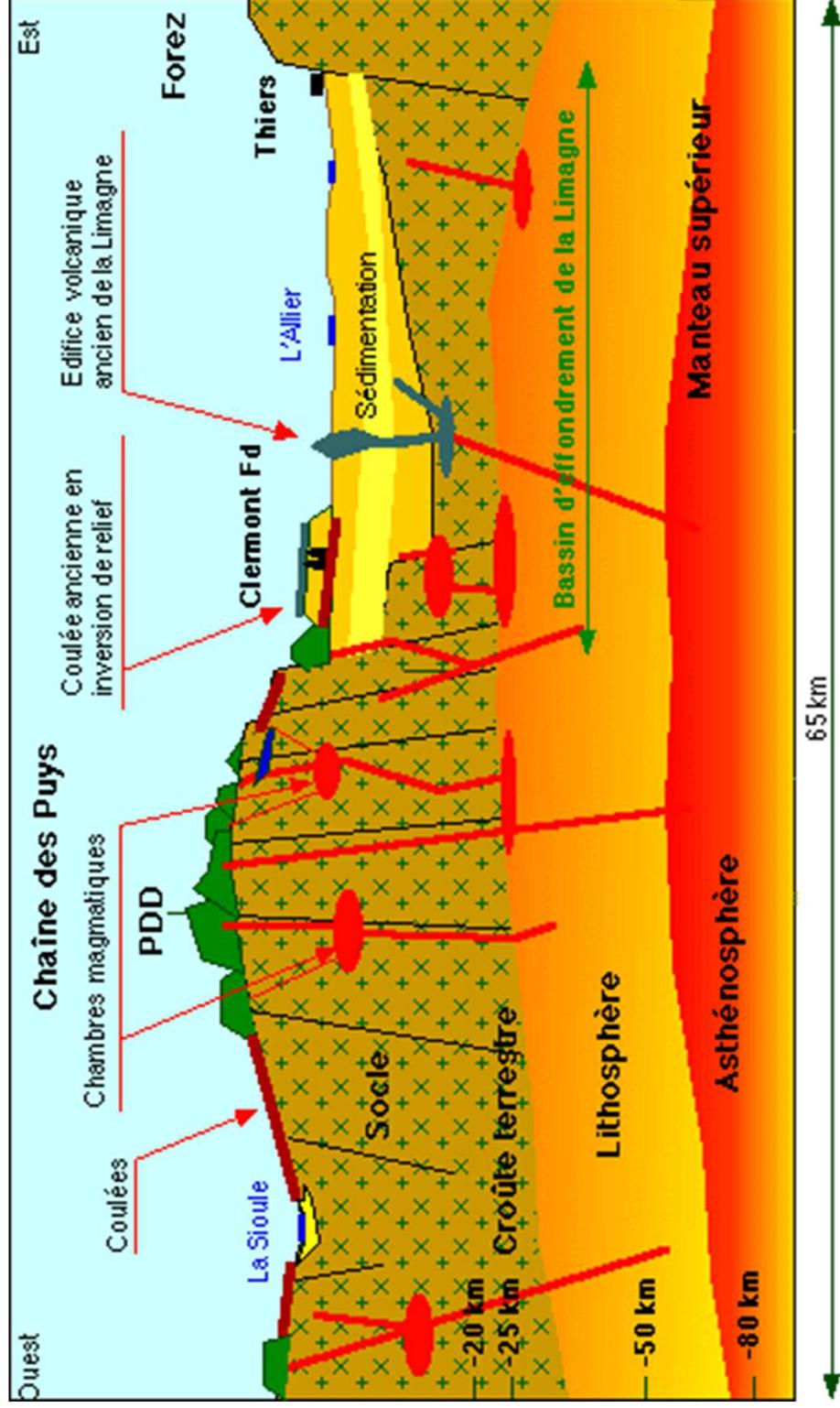
Coulée du puy de Pariou



Est - Nord Est

Ouest-Sud Ouest

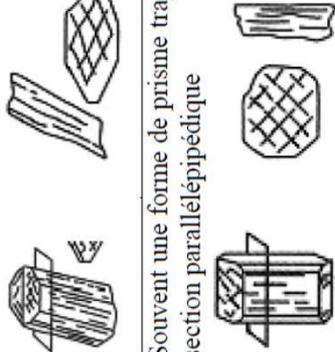


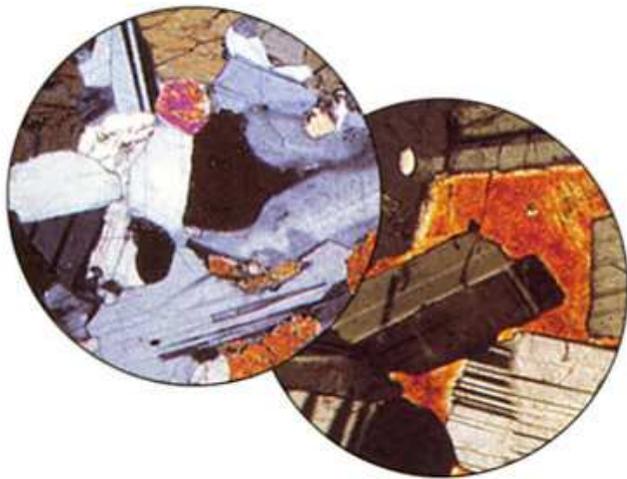


Coupe schématique d'Ouest en Est du plateau de la Chaîne des Puys et de la Limagne de Clermont Ferrand (les altitudes sont volontairement exagérées)

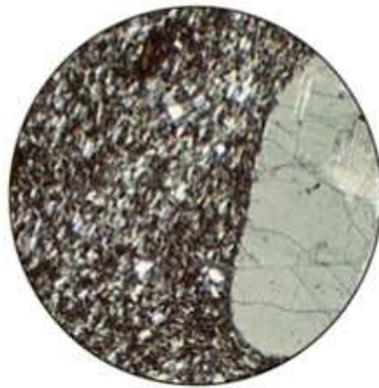
# CLÉ DE DÉTERMINATION DES PRINCIPAUX MINÉRAUX SILICATÉS DES ROCHES MAGMATIQUES

## Reconnaissance macroscopique

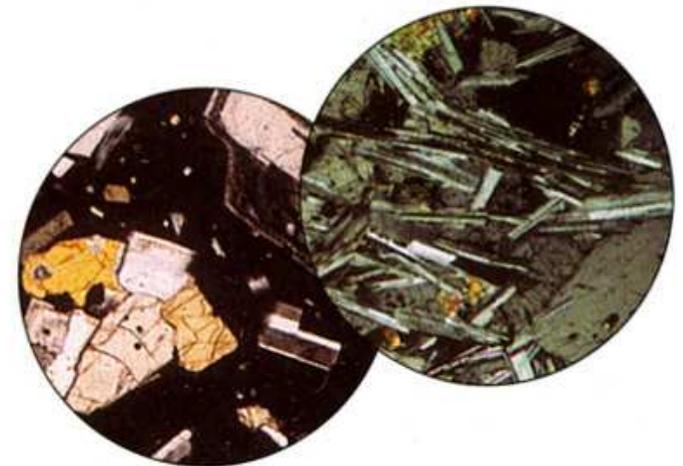
<p><u>Minéral "sombre"</u> (ferromagnésien)</p>	<p>Pas de plan de clivage, <b>raye le verre</b></p>	<p>Pas de forme particulière, couleur <b>vert-olive</b> (éventuellement une couleur d'oxydation rouge)</p>		<p><b>OLIVINE</b> <math>(Fe,Mg)_2SiO_4</math></p>	
	<p>Des <b>plans de clivage</b></p>	<p>Minéraux en <b>feuillets</b> à l'éclat <b>métallique</b> (doré), qui se détachent facilement les uns des autres</p>	<p>Souvent une forme en bague, section hexagonale</p> 	<p><b>MICA NOIR</b> Ex : biotite <math>K(Mg,Fe)_{3-4}Si_3O_{10}(OH)_2</math></p>	<p><b>AMPHIBOLE</b> <math>(Na,K)Ca_2(Fe,Mg)_4Al_3Si_6O_{22}(OH)_2</math></p>
<p><u>Minéral "clair"</u> (non ferromagnésien)</p>	<p>Pas de plan de clivage, <b>raye le verre</b></p>	<p>Minéraux qui ne se présentent pas sous la forme de feuillets dorés</p>	<p>Souvent une forme de prisme trapu, section parallélépipédique</p> 	<p><b>PYROXENE</b> <math>Ca(Mg,Fe)Si_2O_6</math></p>	
	<p>Pas de plan de clivage, <b>raye le verre</b></p>	<p>Pas de forme particulière (parfois en prisme pyramidal), <b>éclat gras</b> (grain de sel – incolore à gris)</p>		<p><b>QUARTZ</b> <math>SiO_2</math></p>	
<p><u>Minéral "clair"</u> (non ferromagnésien)</p>	<p>Des <b>plans de clivage</b></p>	<p>Minéraux en <b>feuillets</b> à l'éclat <b>métallique (blancs brillants)</b>, qui se détachent facilement les uns des autres</p>	<p>blanc à rose, on peut parfois distinguer la <b>macle de Carlsbad</b></p> 	<p><b>MICA BLANC</b> Ex : muscovite <math>KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2</math></p>	
	<p>Des <b>plans de clivage</b></p>	<p>Minéraux en prismes ou baguettes</p>	<p>plutôt blanc laiteux, pas de macle visible</p>	<p><b>FELDSPATH POTASSIQUE</b> Ex : orthose, microcline, sanidine <math>KAlSi_3O_8</math></p>	<p><b>FELDSPATH PLAGIOCLASE</b> Albite : <math>NaAlSi_3O_8</math> Anorthite : <math>CaAl_2Si_2O_8</math></p>



structure grenue



structure microgrenue



structure  
vitreuse

structure  
microlitique

Structure holocristalline

Structure hémicristalline

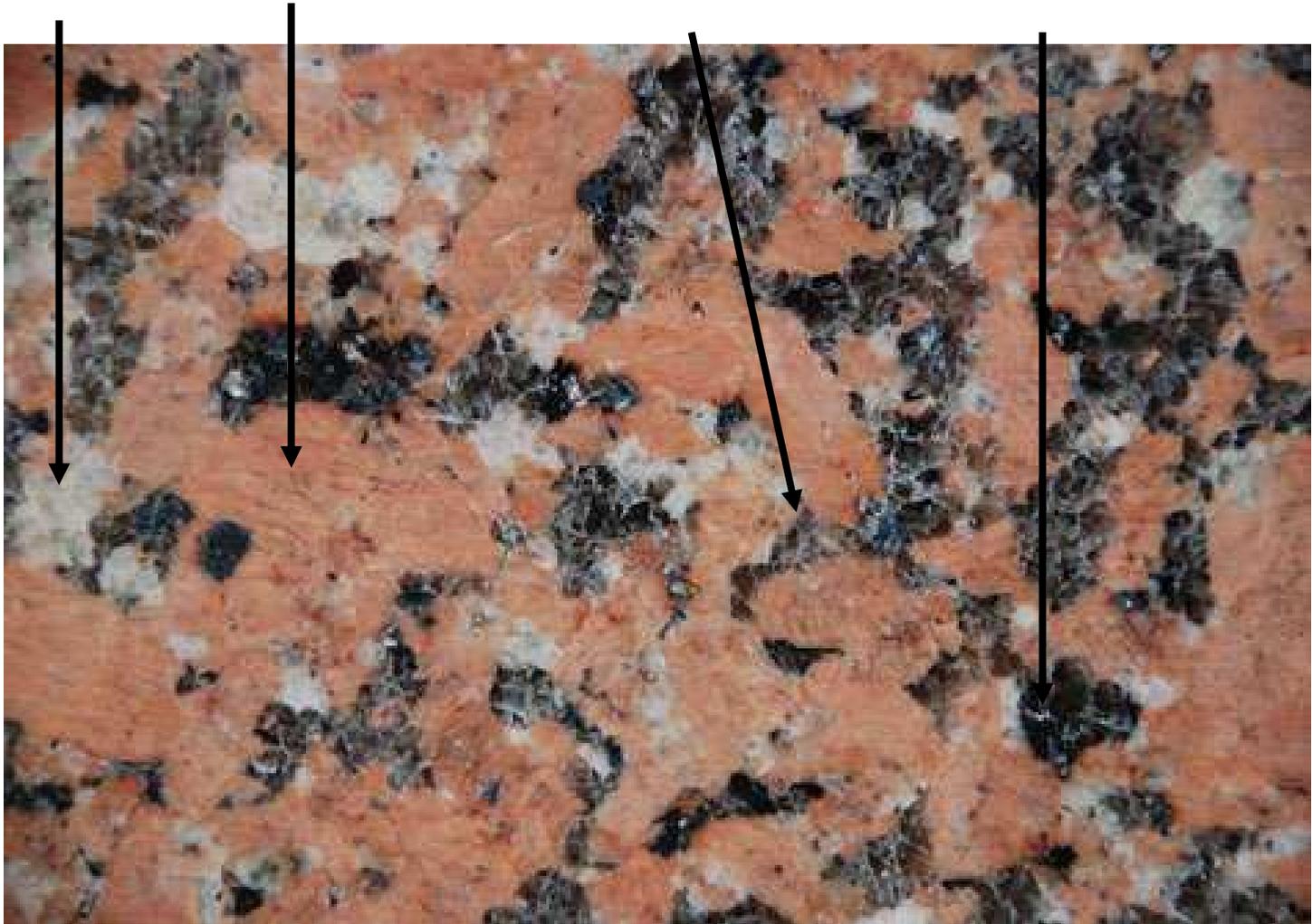


Feldspaths plagioclases

Feldspaths potassiques

Mica noir (biotite)

Quartz



**MICA NOIR** →

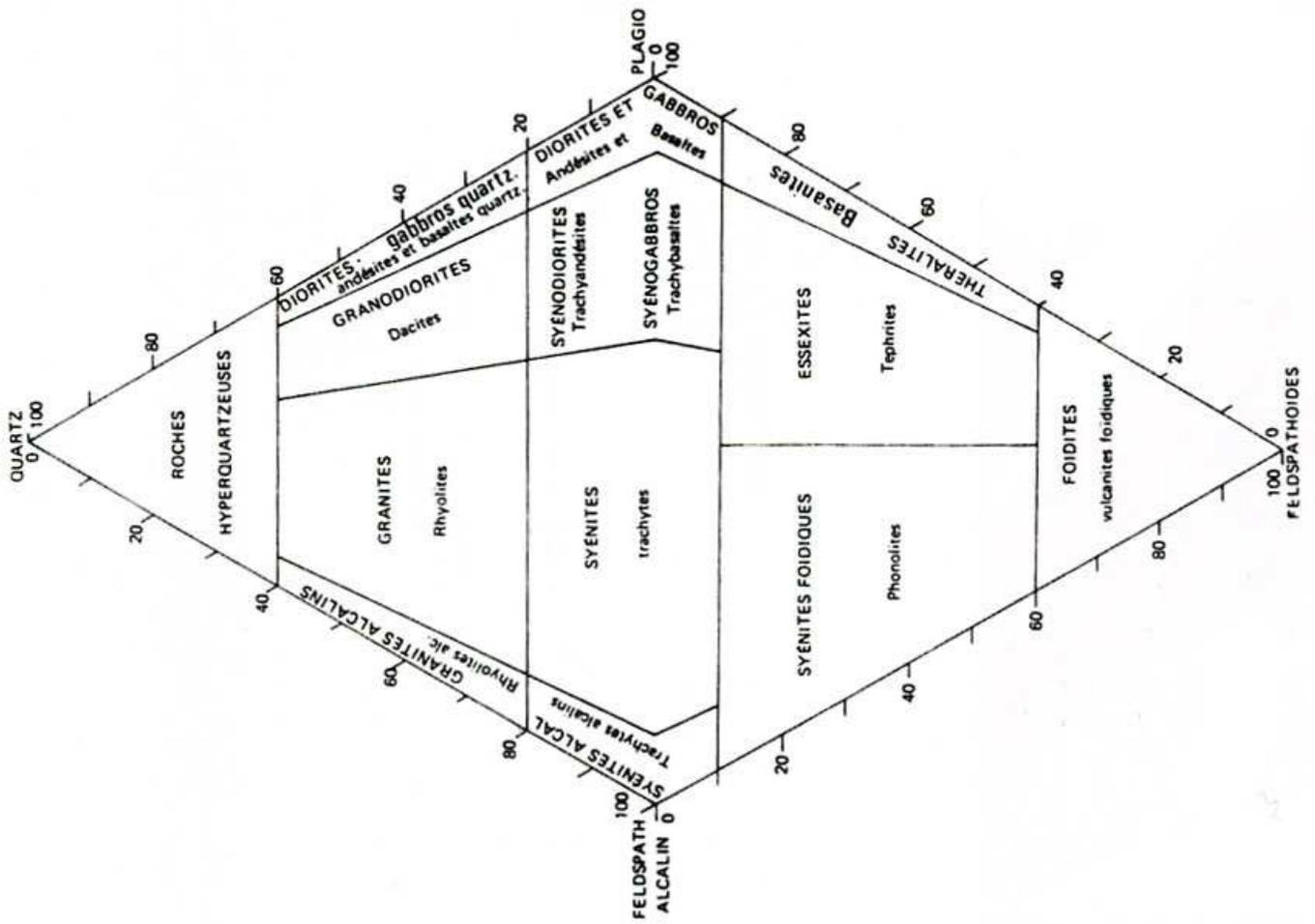
← **FELDSPATH**

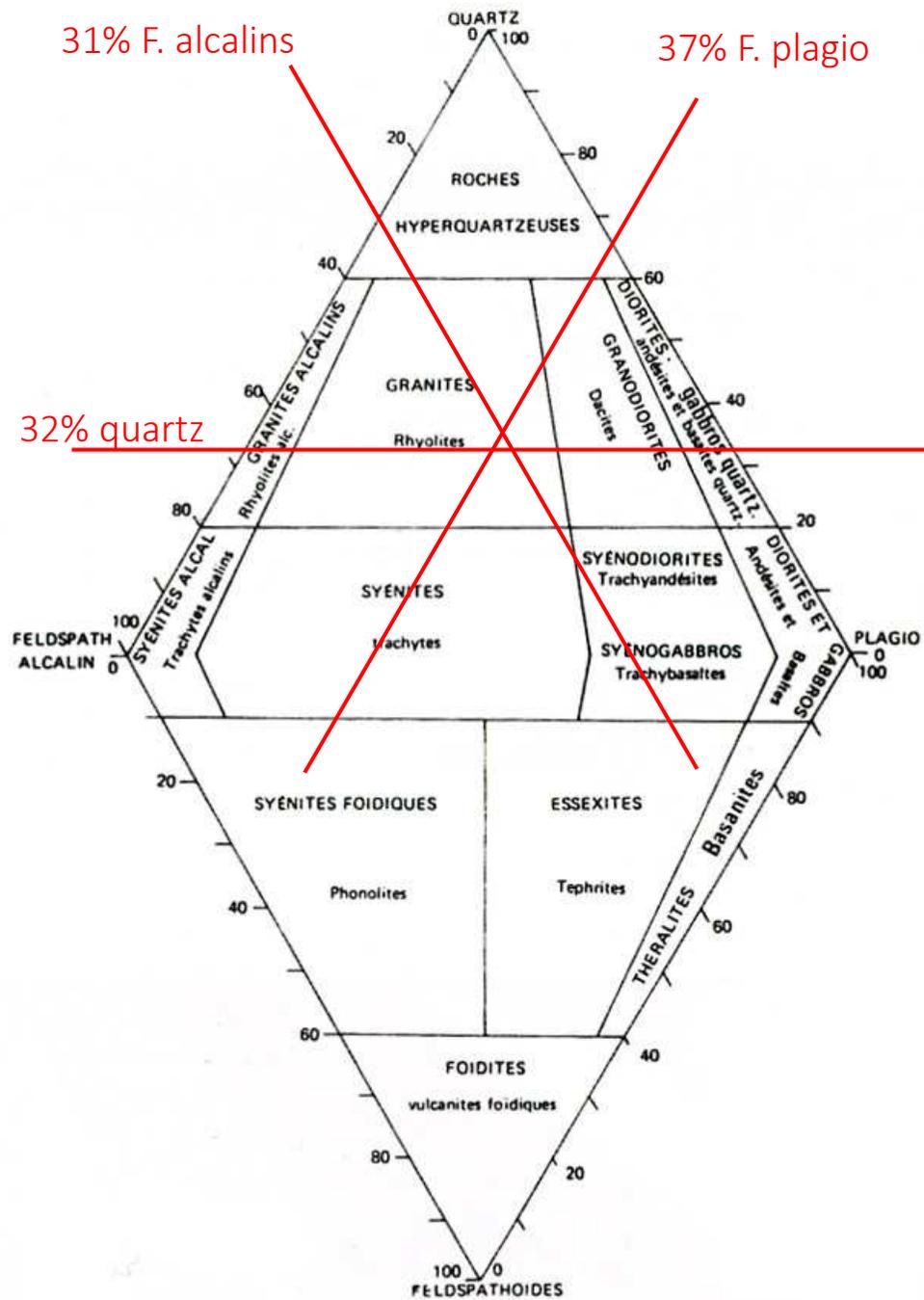
← **QUARTZ**



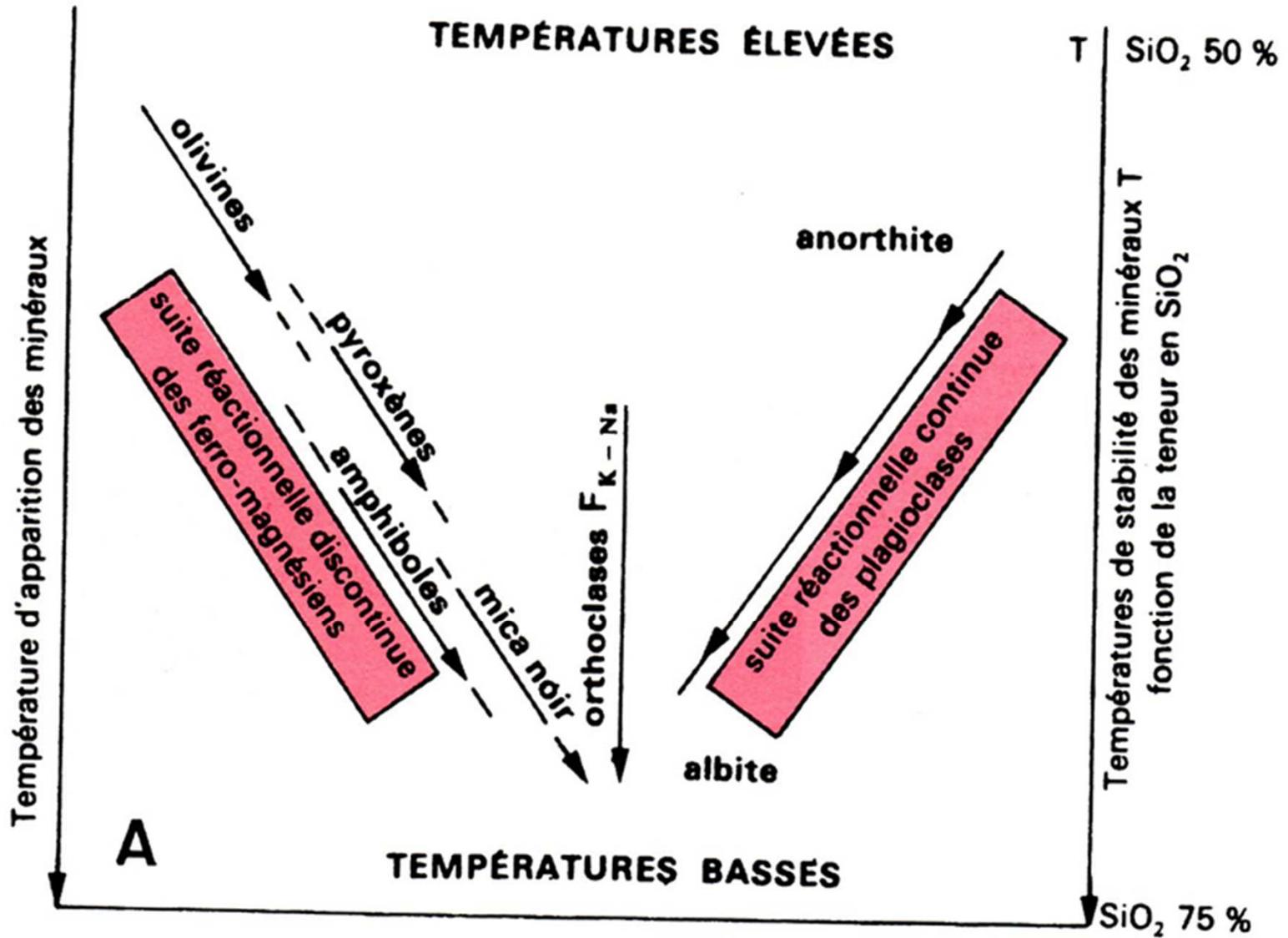
Différencier orthose et plagioclase à l'œil nu: ici, macle de Carlsbad caractéristique de l'orthose





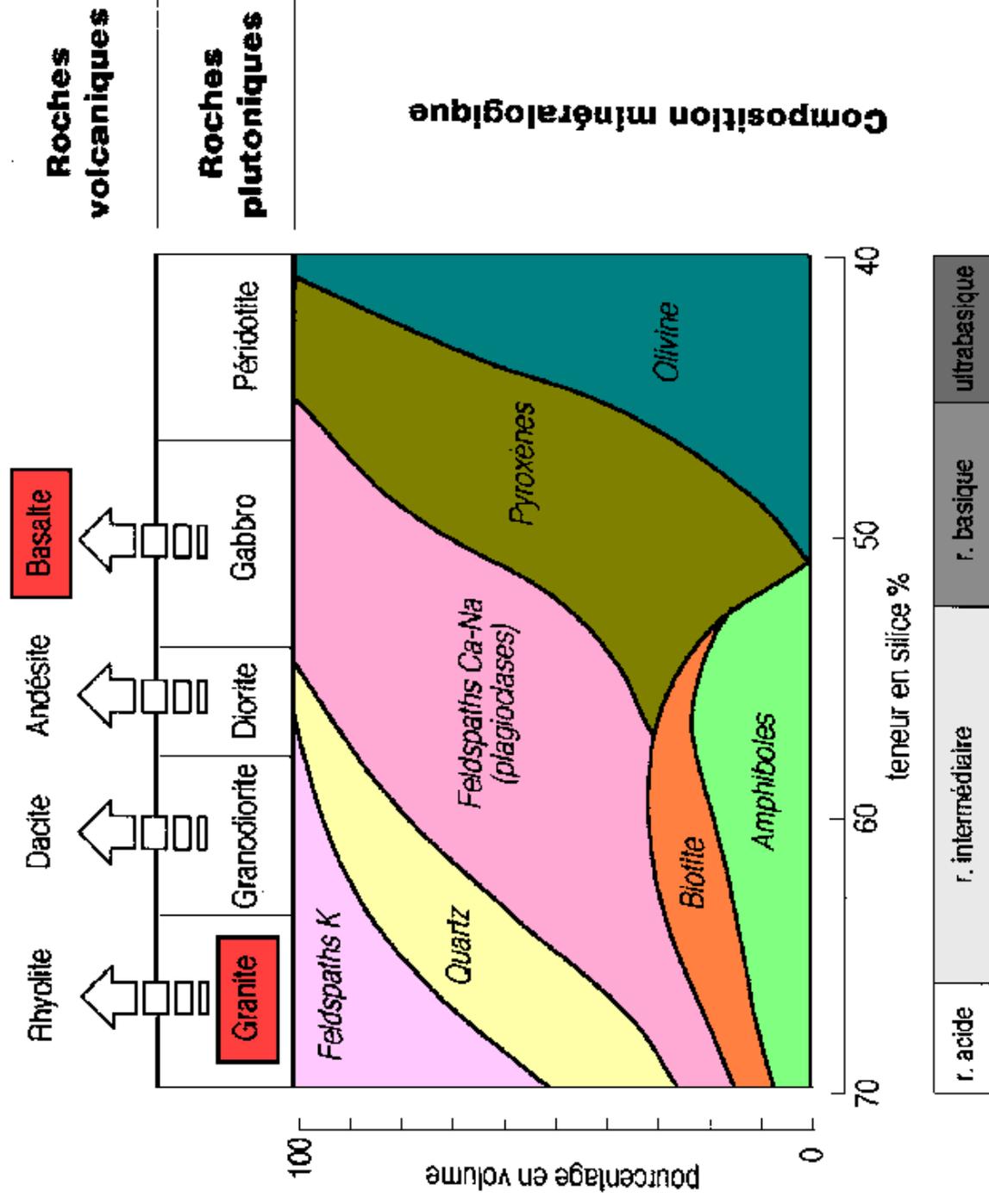


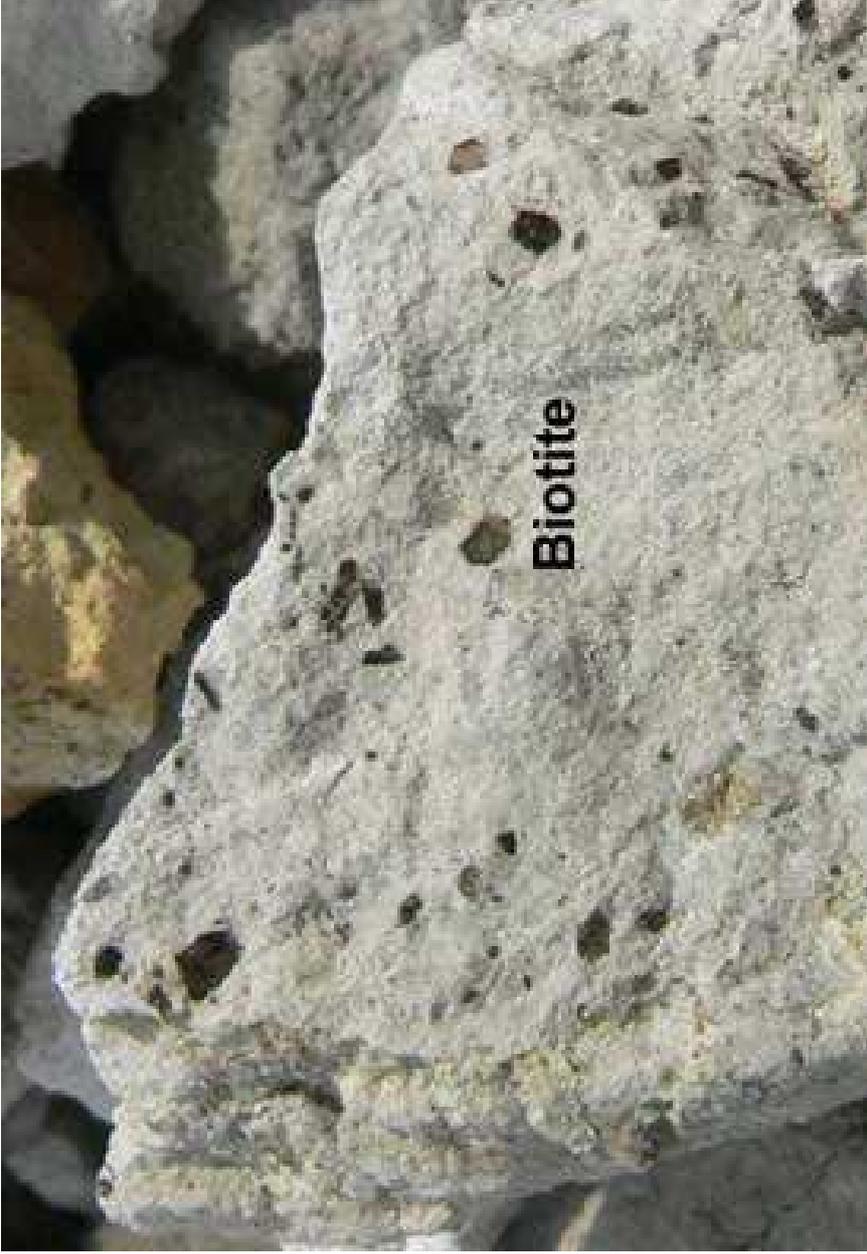
# Séries de Bowen



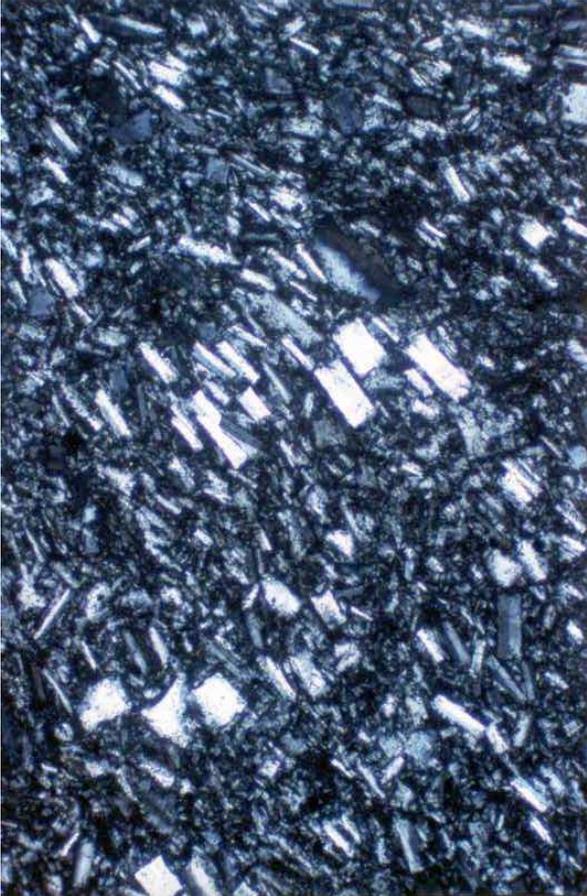
	Quartz + Feldspaths (Sursaturés en silice, acides)	Feldspaths (Saturés en silice, intermédiaires et basiques)	Feldspathoïdes (Sous-saturés en silice)	Nature des ferromagnésiens	Couleur
<p>The diagram shows three shaded regions representing the distribution of alkali feldspaths and plagioclases. The leftmost region is labeled 'K' and is associated with 'Feldspaths alcalins'. The middle region is labeled 'Na' and is also associated with 'Feldspaths alcalins'. The rightmost region is labeled 'Ca' and is associated with 'Plagioclases'. Arrows indicate the extent of these distributions across the rock types.</p>	<b>GRANITE</b> Rhyolite	<b>SYENITE</b> Trachyte	<b>SYENITE</b> <b>NEPHELIQUE</b> Phonolite	↔ Micas	Leucocrate
	<b>GRANODIORITE</b> Rhyodacite	<b>SYENODIORITE</b> Trachyandésite	<b>ESSEXITE</b> Téphrite		↔ Amphiboles
<b>DIORITE</b> <b>QUARZIQUE</b> Dacite	<b>DIORITE</b> Andésite	<b>GABBRO</b> Basalte	<b>THERALITE</b> Basanite	↔ Pyroxènes Olivines	<b>Mélanocrate</b>

*Les trachytes ont une composition modale proche des rhyolites, mais avec peu ou pas de quartz cristallisé, et plus de biotite.*









# Trachyte

**Minéraux :**

Plagioclases, Biotite, Pyroxène, Amphiboles

**Couleur(s) :**

Mésococrate mais **mésostase claire**

**Éléments chimiques :**

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$

Texture **microlithique**.

Roche **saturée**, très riche en silice, d'où une mésostase claire. Toutefois, il y a souvent peu voir pas de quartz cristallisé, mais quelques cristaux foncés, ce qui permet de distinguer un trachyte d'une rhyolite. Les plagioclases sont plutôt calciques.

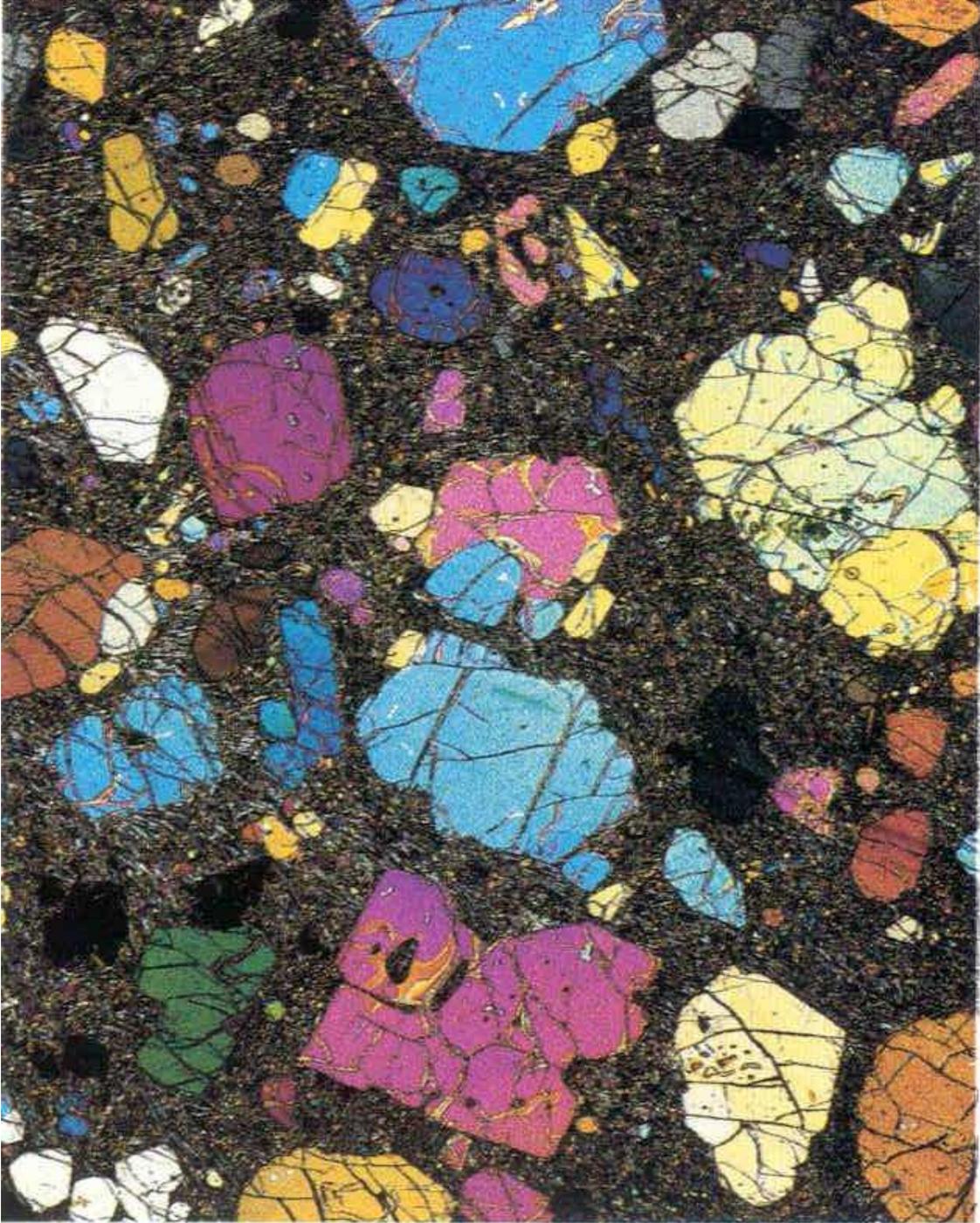
Sur le plan minéralogique, les feldspaths alcalins sont le plus souvent représentés dans les trachytes par de la **sanidine** mais il peut s'agir aussi d'**albite** ou d'**anorthose**. La silice peut parfois s'exprimer sous forme de **quartz** mais à un taux toujours inférieur à 10 %. Des cristaux de **feldspaths plagioclases**, de la **biotite**, des **amphiboles** sont occasionnellement présents. La roche magmatique **plutonique** équivalente est la **syénite**.

Sur le plan de la composition chimique, comme l'indique leur position dans le diagramme de la **classification TAS**, les trachytes présentent une teneur pondérale en silice au moins supérieure à 58 % mais toujours inférieure à 69 %. La teneur en minéraux alcalins est supérieure à 7 %. Cette composition correspond à la cristallisation fractionnée de basaltes alcalins issus de magmas n'ayant pas migré directement depuis leur zone de formation (plus de 30 km de profondeur) vers la surface mais qui ont chimiquement évolué par contamination crustale (influence de la croûte traversée sur le chimisme du magma) en restant stockés dans des chambres magmatiques, vers 10 km de profondeur, où ils ont été enrichis en silice lors de leur refroidissement et par fusion de la croûte terrestre environnante<sup>2</sup>.

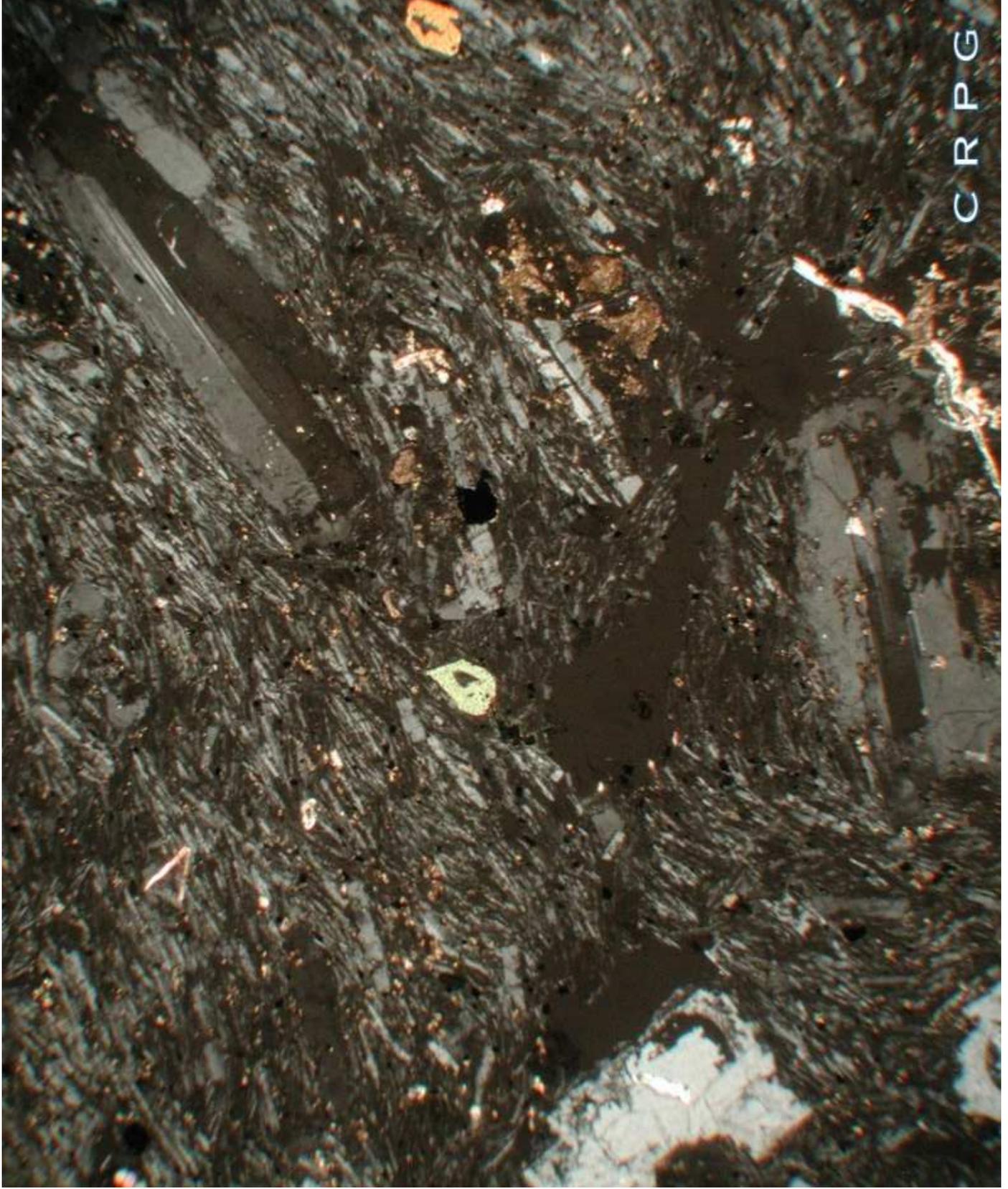
Les trachytes sont des laves très visqueuses formant surtout des **dômes** et des **protrusions**, et sont généralement associés à un volcanisme de type explosif<sup>3</sup>.



BASALTE (coulée du Puy de la Vache – 7650 ans BP – P de D) n° 81 (4 cm x 6 cm env.) Collection : Y







C R P G

Autres roches volcaniques à connaître

Minéraux à savoir reconnaître :

- Quartz
- Feldspath alcalin (orthose)
- Feldspath plagioclase
- Micas (noir et blanc)
- Olivine
- Pyroxène
- Amphibole

Roches à savoir reconnaître (BCPST1) :

*Magmatiques :*

- Basalte  $\beta$
- Gabbro *G ou I*
- Granodiorite  $\gamma\Delta$
- Granite  $\gamma$
- Andésite  $\alpha$
- Trachyte  $\tau$
- Rhyolite  $\rho$

*Sédimentaires :*

- Calcaires
- Grès
- Argilites et Marnes
- Conglomérats
- Bauxite
- Houille
- Halite et Gypse

## Andésite

**Minéraux :**

Plagioclases, Biotite, Pyroxène, Amphiboles

**Couleur(s) :**

**Mésocrate** (gris foncé)

**Éléments chimiques :**

SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MgO, CaO

Texture **microlithique**.

Roche saturée, **intermédiaire** (entre 52 et 66 % de silice). Lorsque les phénocristaux sont peu visibles, on pourrait la confondre avec un basalte, mais elle est d'une teinte plus claire (tout en restant plus foncée qu'une rhyolite ou une trachyte).

## Rhyolite

**Minéraux :**

Idem granite. **Phénocristaux de Quartz**

**Couleur(s) :**

**Leucocrate** (blanche, ou rouge)

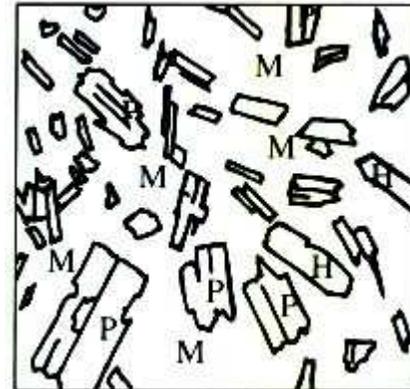
**Éléments chimiques :**

SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O

Texture **microlithique**.

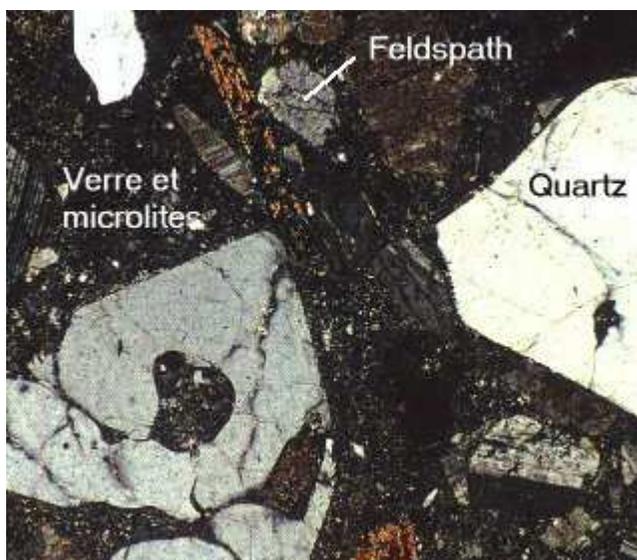
Roche **sursaturée**, très riche en silice. Cette richesse permet la formation de cristaux de quartz automorphes : l'association « roche microlithique » et « phénocristaux de quartz » permet de déterminer une rhyolite sans erreur possible.

## L'Andésite (LPA)



H = hornblende (amphibole)  
P = feldspaths plagioclases  
M = verre + microlites

## La Rhyolite (LPA)



## CARTE D'IDENTITÉ DU BASALTE

- **Texture**

La roche n'est pas entièrement cristallisée : les cristaux sont inclus dans une matrice sombre qui est un verre amorphe. On distingue deux catégories de cristaux : ceux qui ont une grande dimension, visibles à l'œil nu (les **phénocristaux**) et ceux qui sont seulement visibles au microscope (les **microlites**). Pour cette raison, la texture du basalte est dite **microlitique**.

- **Composition minéralogique**

Les pyroxènes et l'olivine forment les phénocristaux.

Les microlites comprennent de petites olivines et de petits pyroxènes accompagnés de baguettes de feldspaths qui sont des plagioclases. On ne rencontre jamais de quartz ni d'orthose dans un basalte.



a

3 cm

x15

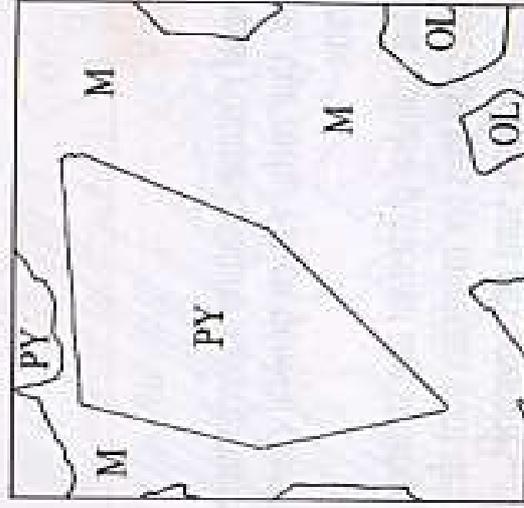
b



• Composition chimique

Silice (SiO <sub>2</sub> )	Alumine (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Alcalins (Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O)
49 %	15,5 %	3 %

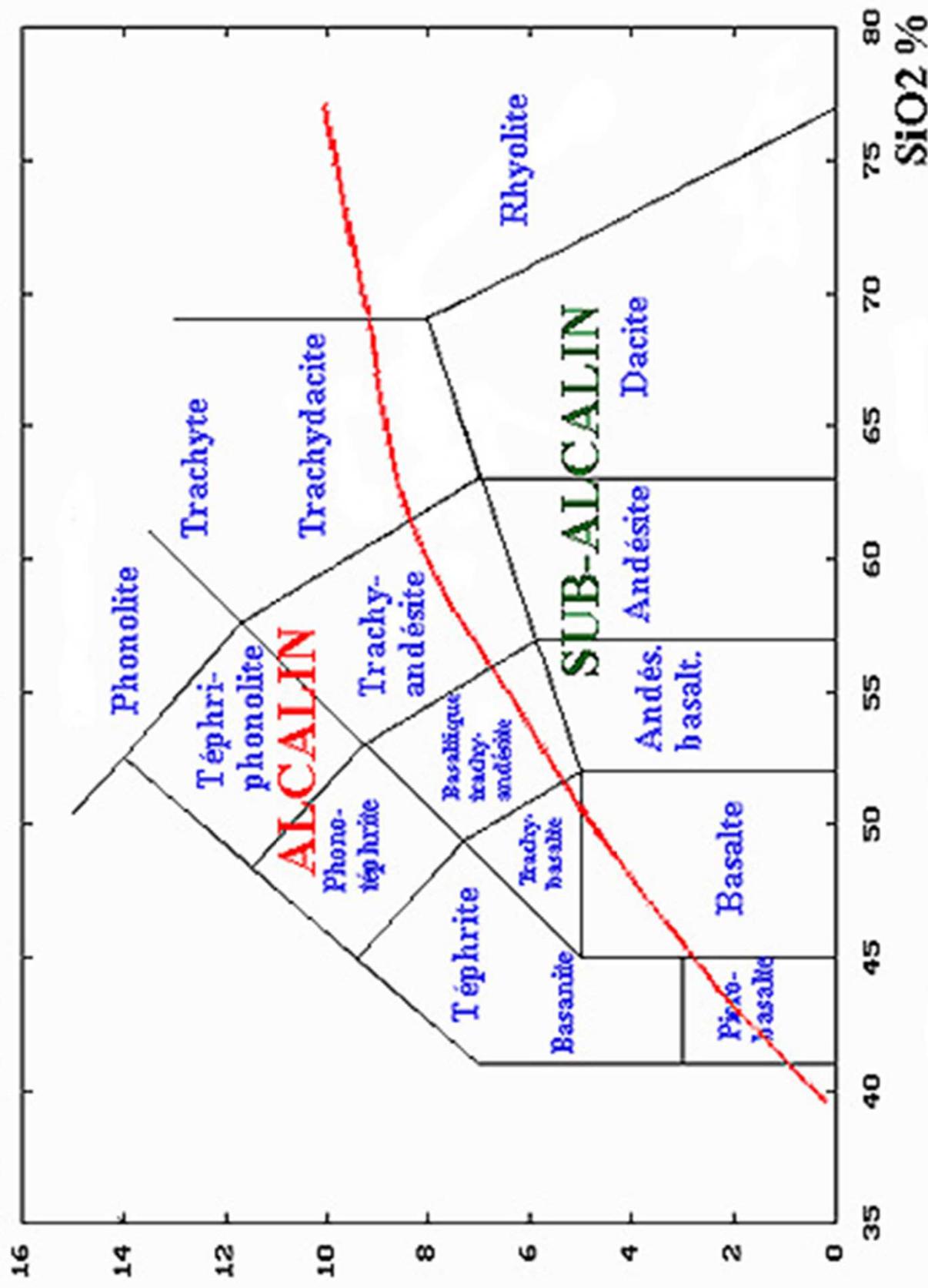
Calcium (CaO)	Fer (FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Magnésium (MgO)
11 %	11 %	9 %



	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
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	16,90	17,60	17,89	17,90	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	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
D.I.	36,31	40,61	51,74	56,78	67,01	75,45	90,86

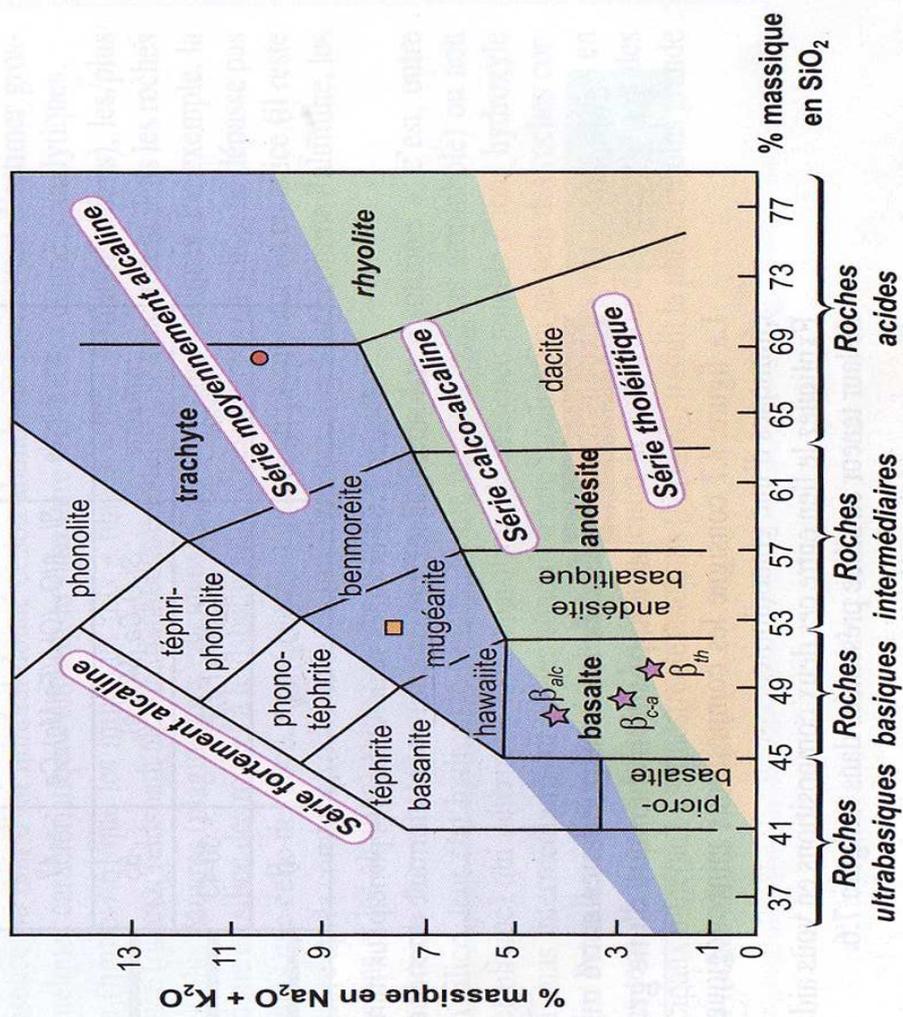
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* = fer total sous forme de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

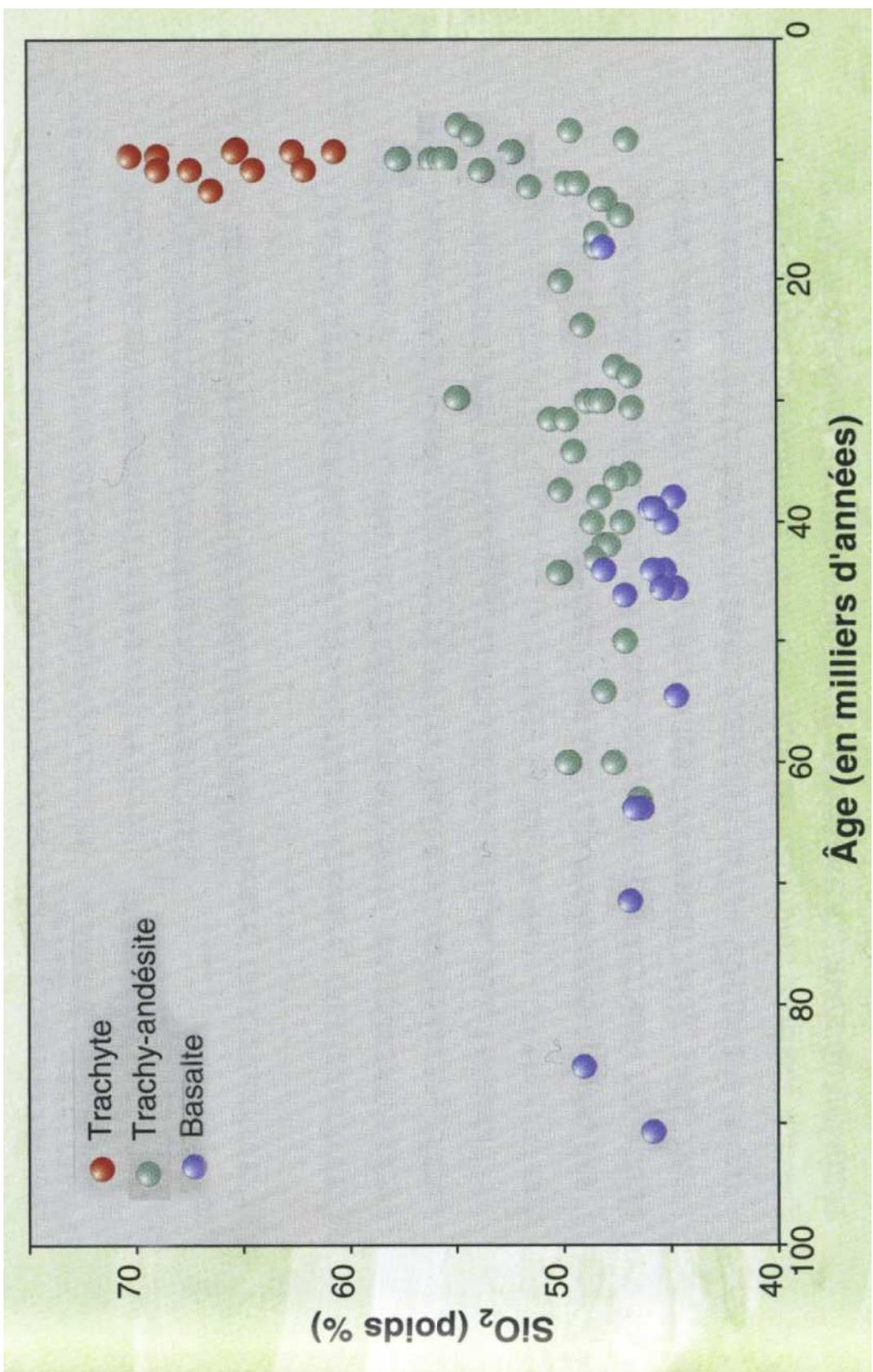
Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O %

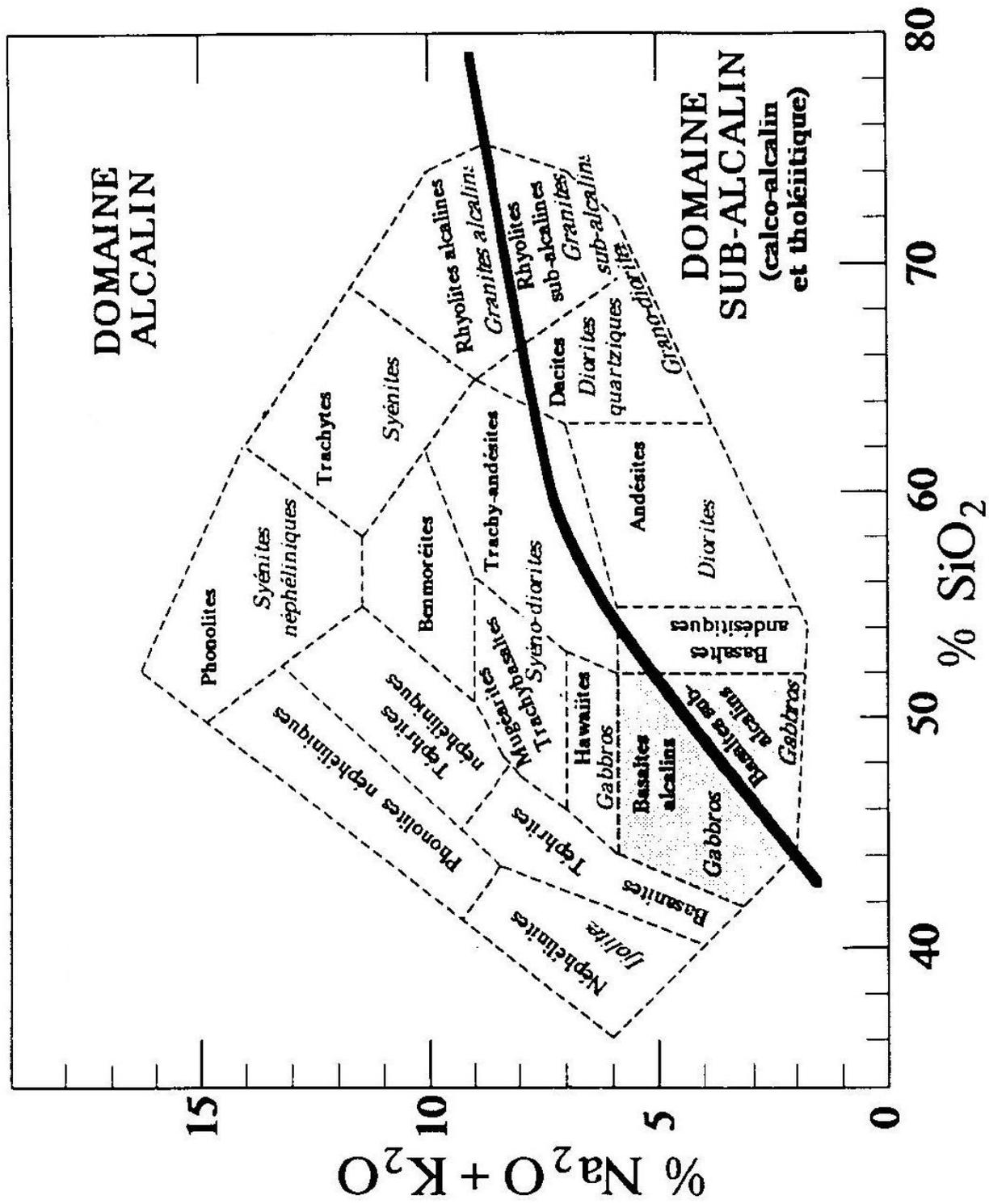


La classification chimique des roches volcaniques : diagramme TAS.

Les noms des roches au programme sont en gras. Les étoiles se rapportent aux 3 types de basaltes présentés au chapitre 8 ( $\beta_{th}$  : basalte tholéiitique ;  $\beta_{ca}$  : basalte calco-alcalin ;  $\beta_{alc}$  : basalte alcalin). Carré et cercle correspondent à 2 laves de la chaîne des Puys, du puy Pariou et du puy de Dôme respectivement (application 7.5).







(a) puy Pariou (vue vers le nord)



composition chimique de la mugéarite (trachyandésite) (% massique)

SiO <sub>2</sub>	53,2
TiO <sub>2</sub>	1,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,6
FeO <sup>T</sup>	11,7
MgO	2,5
CaO	5,9
Na <sub>2</sub> O	5,0
K <sub>2</sub> O	2,7

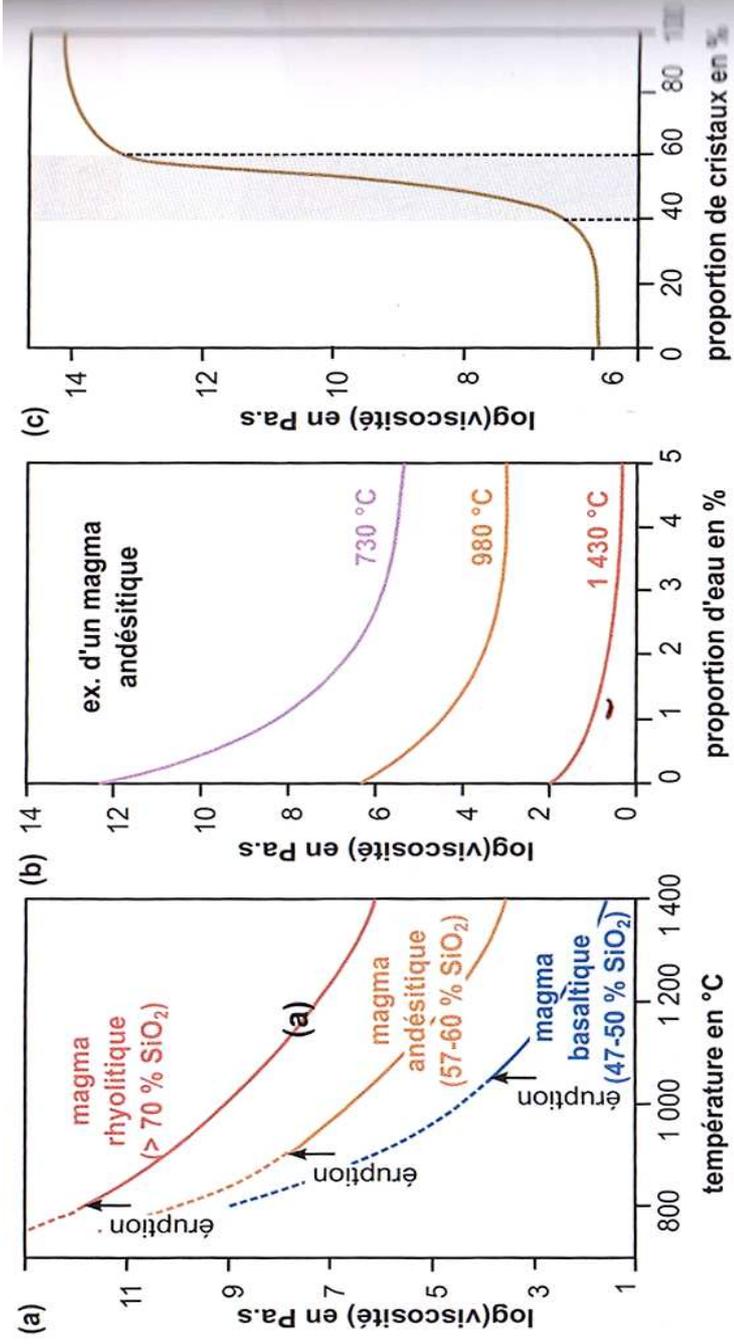
(b) puy de Dôme (versant nord)



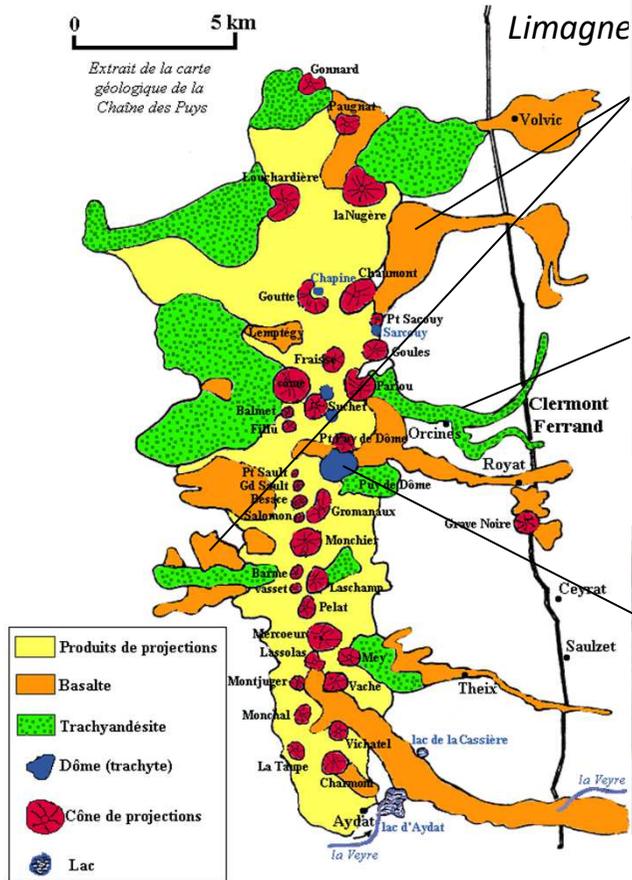
composition chimique du trachyte (dôme) (% massique)

SiO <sub>2</sub>	69,4
TiO <sub>2</sub>	0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,6
FeO <sup>T</sup>	2,4
MgO	0,4
CaO	1,2
Na <sub>2</sub> O	5,6
K <sub>2</sub> O	4,9

Morphologies du puy Pariou (a) et du puy de Dôme (b) et composition chimique de leurs laves respectives (photographies : a Olivier Robert et b Jean-Paul Briffaut).



(a) Relation entre la viscosité, la température d'émission et la chimie des magmas ; (b) relation entre la viscosité et la quantité d'eau soluble pour une chimie donnée et pour différentes températures ; (c) influence de la proportion de minéraux sur la viscosité du magma.



Basalte : coulées de lave



Trachy-andésite



Trachyte : dômes de lave

Longueur moyenne des coulées

Teneur en silice des laves

Âges proches : entre -90 000 et -10 000 ans environ

**Figure 17. Les différents types de laves rencontrés dans la chaîne des Puys.**



Puy de Côme

Laves : trachy-andésites, viscosité modérée

**Cône de scories** : volcan strombolien (mixte)

Âge moyen des coulées : -14 000 ans



Puy de Dôme

Laves : trachytes, viscosité élevée

**Dôme de lave** : volcan peléen (extrusif/explosif)

Âge moyen du dôme : -11 000 ans

**Figure 18. La diversité des volcans de la série magmatique de la chaîne des Puys.**

Le Vésuve, près de Naples :  
un volcan explosif



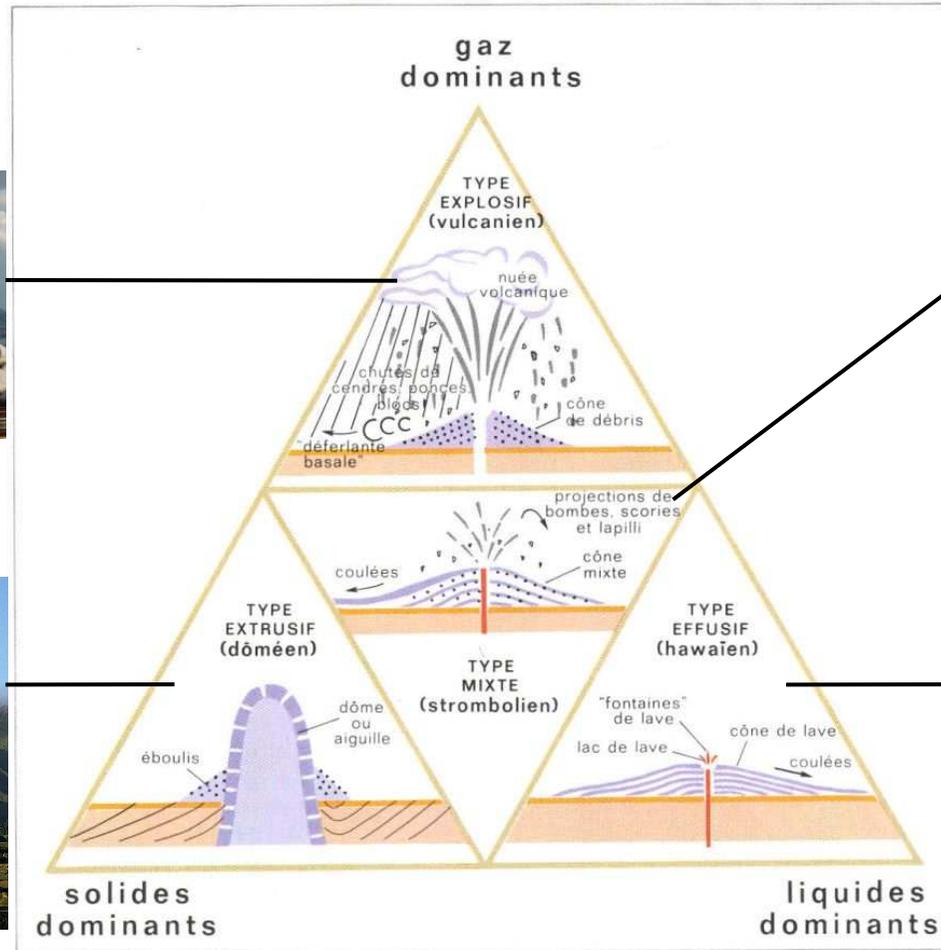
Montagne Pelée, Martinique :  
un dôme de lave



Puy Pariou, chaîne des Puy :  
un cône strombolien



Piton de la Fournaise, La Réunion :  
un volcan-bouclier



**Les différents types de volcanisme**

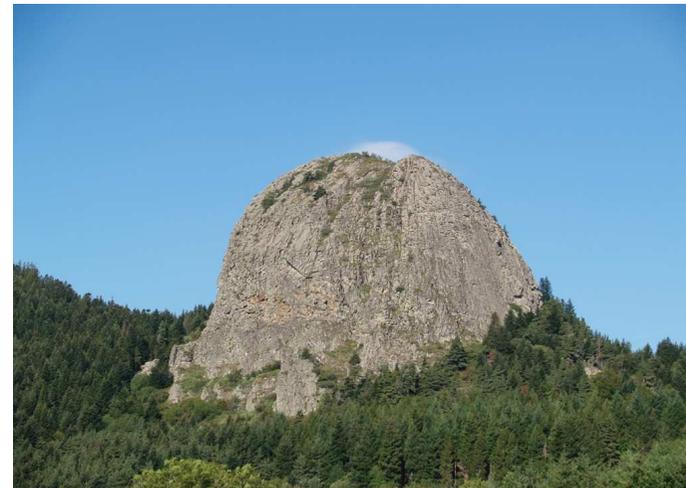


*Effusif (liquide domine) : laves cordées, type pahoehoe*



*Extrusif = (solide domine)*

*Montagne Pelée en 1902 : magma visqueux*



*Protrusion du petit  
Gerbier (Ardèche)*

*Explosif (gaz domine) : Mérapi, Indonésie*



*Mixte : Stromboli*  
*(au large de la Sicile)*



