

ST-J Les grands ensembles géologiques

Ce chapitre sera principalement étudié en TP. Il détaille l'exemple d'une chaîne de montagne récente, les Alpes (ST-J-1) puis fait une synthèse rapide des autres principales structures françaises : en métropole (ST-J-2-1) : les bassins sédimentaires (vu en BCPST1) et les chaînes de montagnes anciennes et récentes ; dans les territoires d'outre mer (ST-J-2-2): les îles volcaniques. Ce diaporama concerne la dernière partie.

ST-J-1 Une chaîne de montagne (Les Alpes)

ST-J-2 Étude de quelques grands ensembles structuraux français

ST-J-2-1 : grands ensembles structuraux de France métropolitaine

ST-J-2-2 : Les îles océaniques

ST-J-2-2 : Les îles océaniques

2

L'étude se limite à 2 exemples d'îles volcaniques choisies dans des contextes géodynamiques différents. Pour chaque exemple :

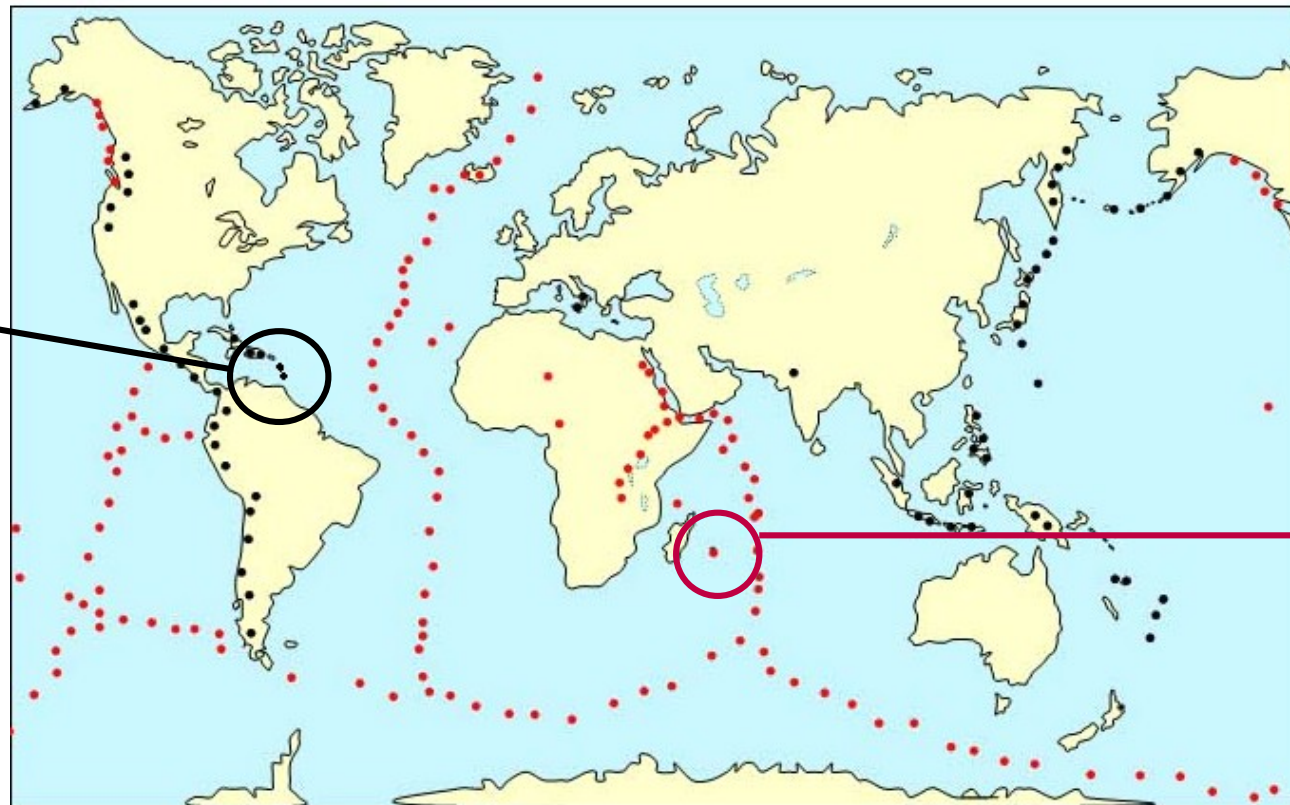
1- on commencera par **caractériser le contexte géodynamique** à partir de diverses données géophysiques et pétrologiques. C'est l'occasion de réviser des notions normalement acquises et de s'entraîner à l'analyse de documents (réfléchissez un minimum avant de regarder les réponses en vert svp!)

2- on réalisera ensuite un schéma structural en s'intéressant principalement aux **structures volcaniques et sédimentaires**

Un complément fera une rapide synthèse des risques géologiques sur ces îles.

LES ANTILLES

Je développerai la **Guadeloupe** mais vous pouvez apprendre l'exemple de la Martinique (livre, Wiki,..)



LA RÉUNION

En noir, volcanisme explosif, en rouge volcanisme effusif

ST-J-2-2 : Les îles océaniques

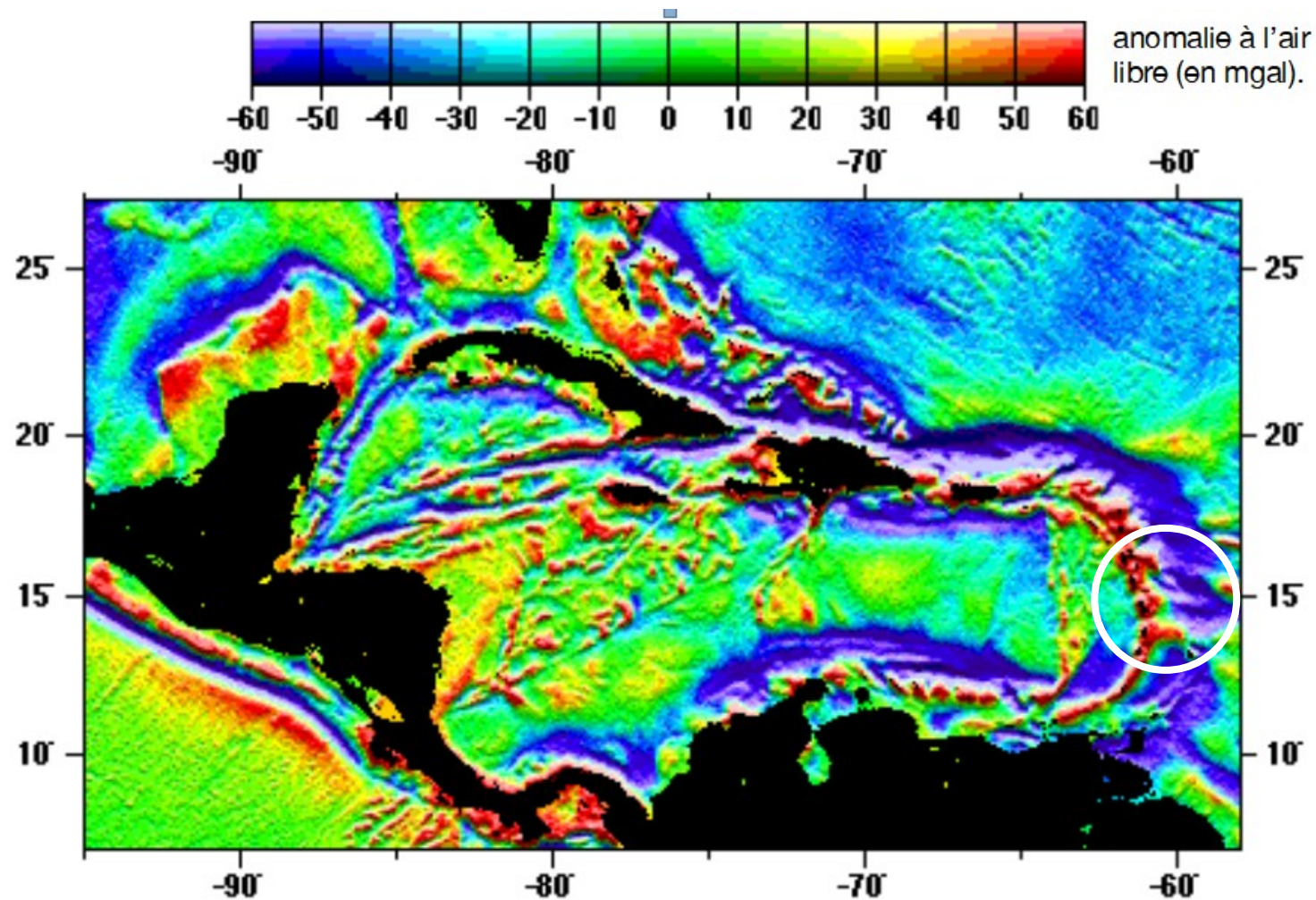
3

A- L'arc de subduction des Antilles (Guadeloupe ou Martinique)

1- Les marqueurs de la subduction

Données gravitaires :

Interpréter les anomalies à l'air libre dans le cercle blanc (Antilles)



ST-J-2-2 : Les îles océaniques

A- L'arc de subduction des Antilles (Guadeloupe ou Martinique)

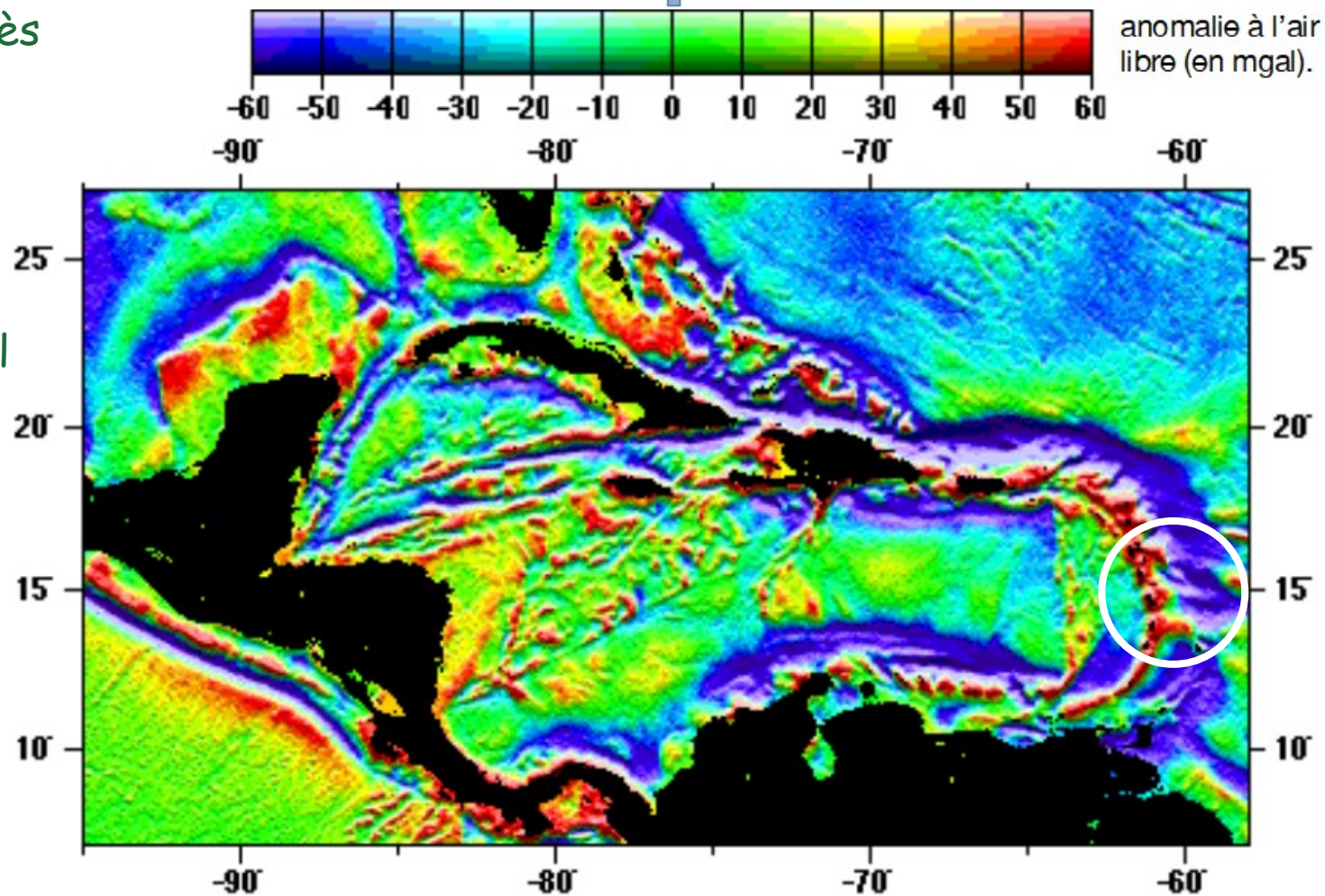
1- Les marqueurs de la subduction

Données gravitaires : -> bathymétrie (profondeur des fonds marins)

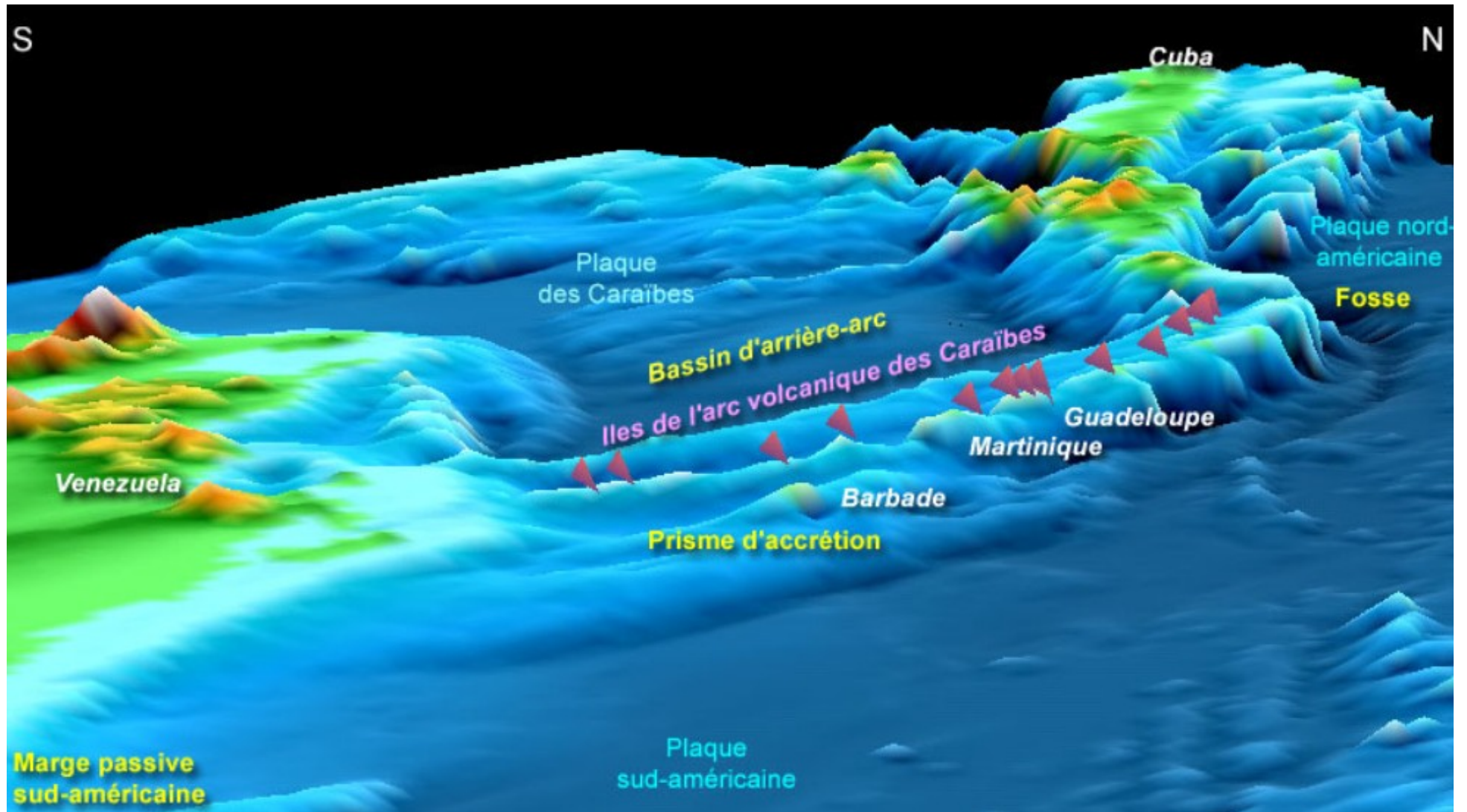
Les anomalies gravitaires à l'air libre de + 60 mGal s'interprètent par des excès de masses qui s'expliquent par les reliefs des îles formant un arc insulaire

Les anomalies de - 60 mGal correspondent à l'inverse à un creux au niveau du fond marin : une fosse.

Cette bathymétrie contrastée est caractéristique des zones de subduction.



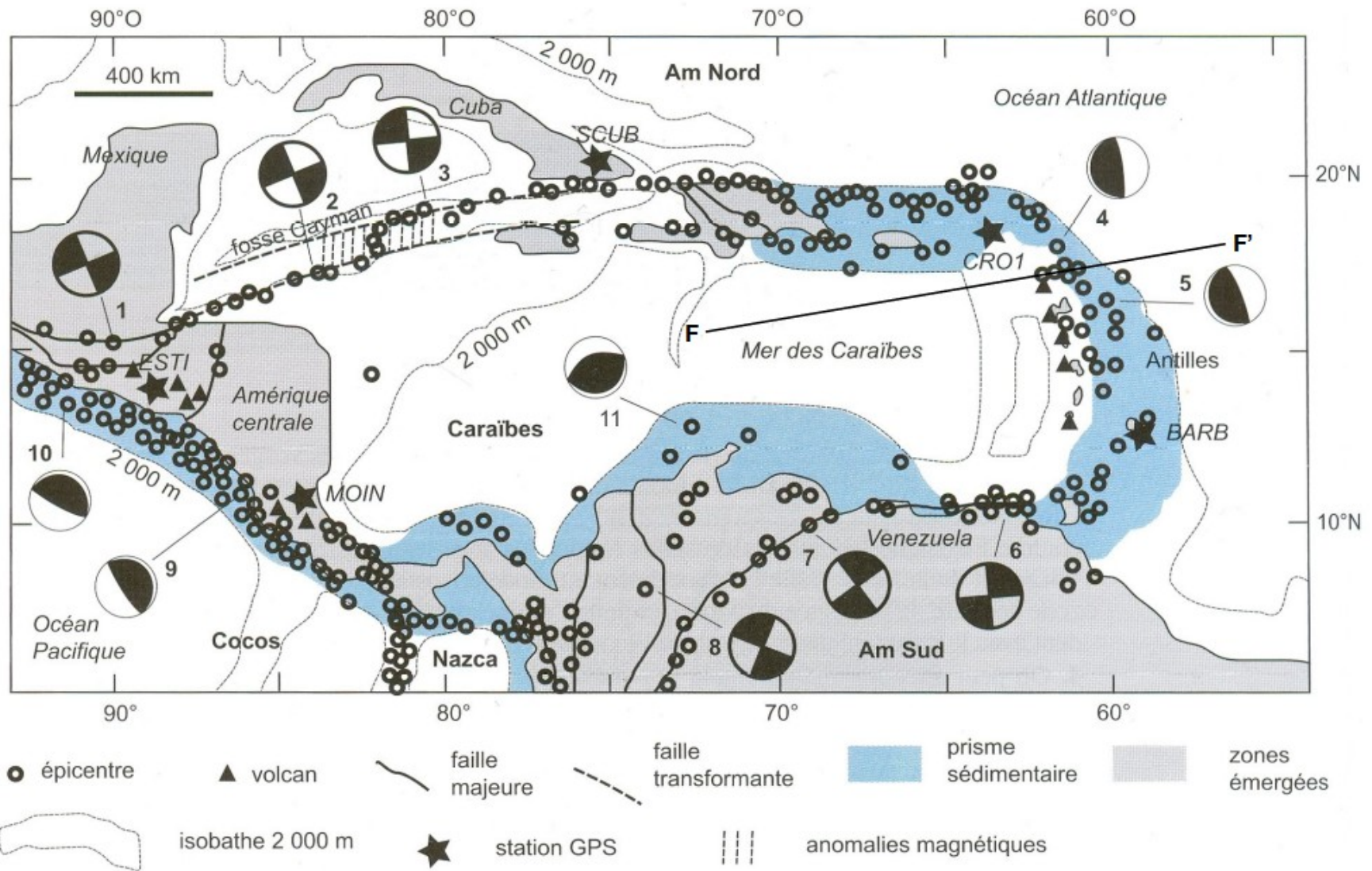
Interprétation 3D



Données sismiques :

6

Interpréter cette carte sismique au niveau des Antilles

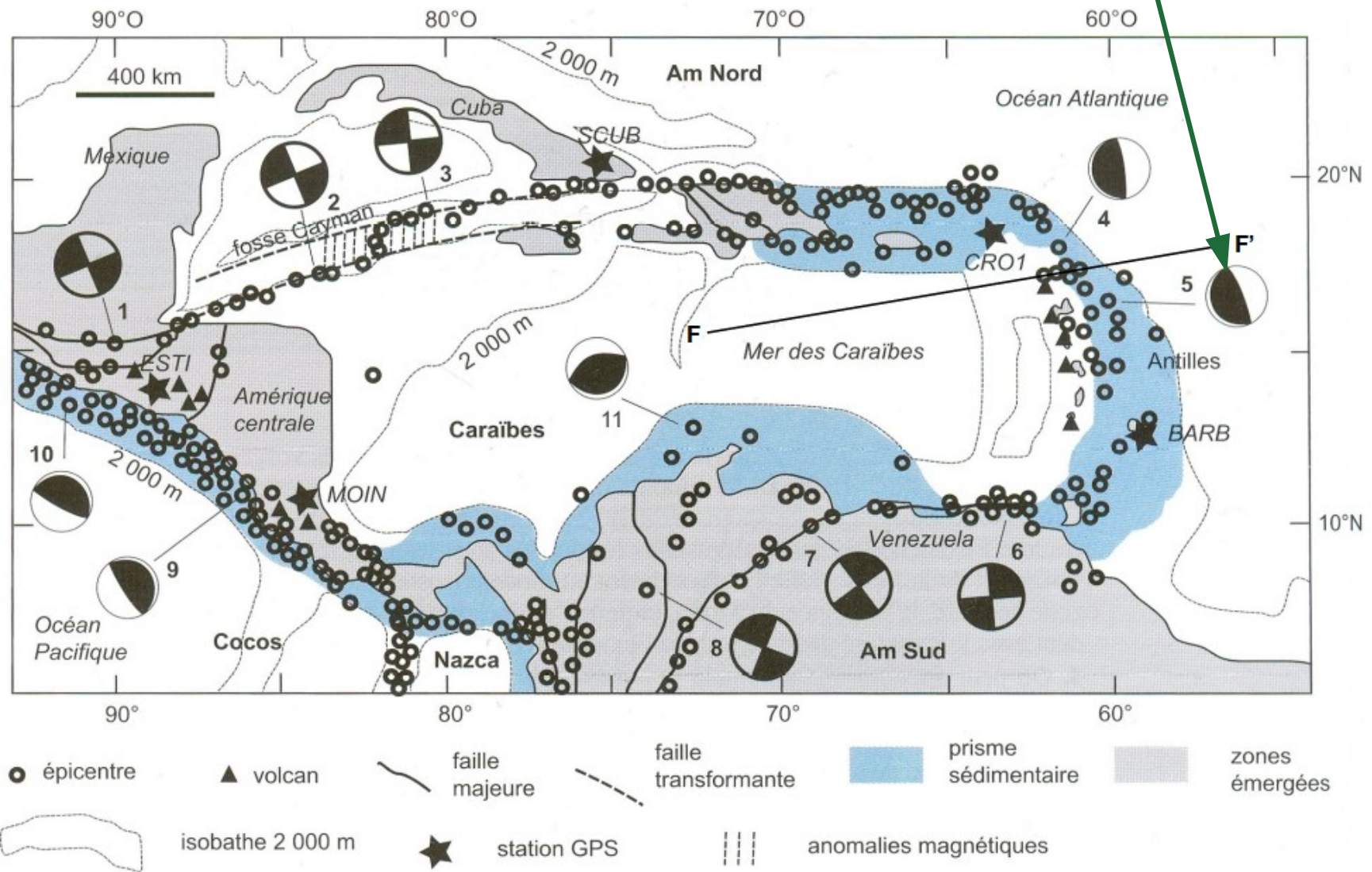


Données sismiques :

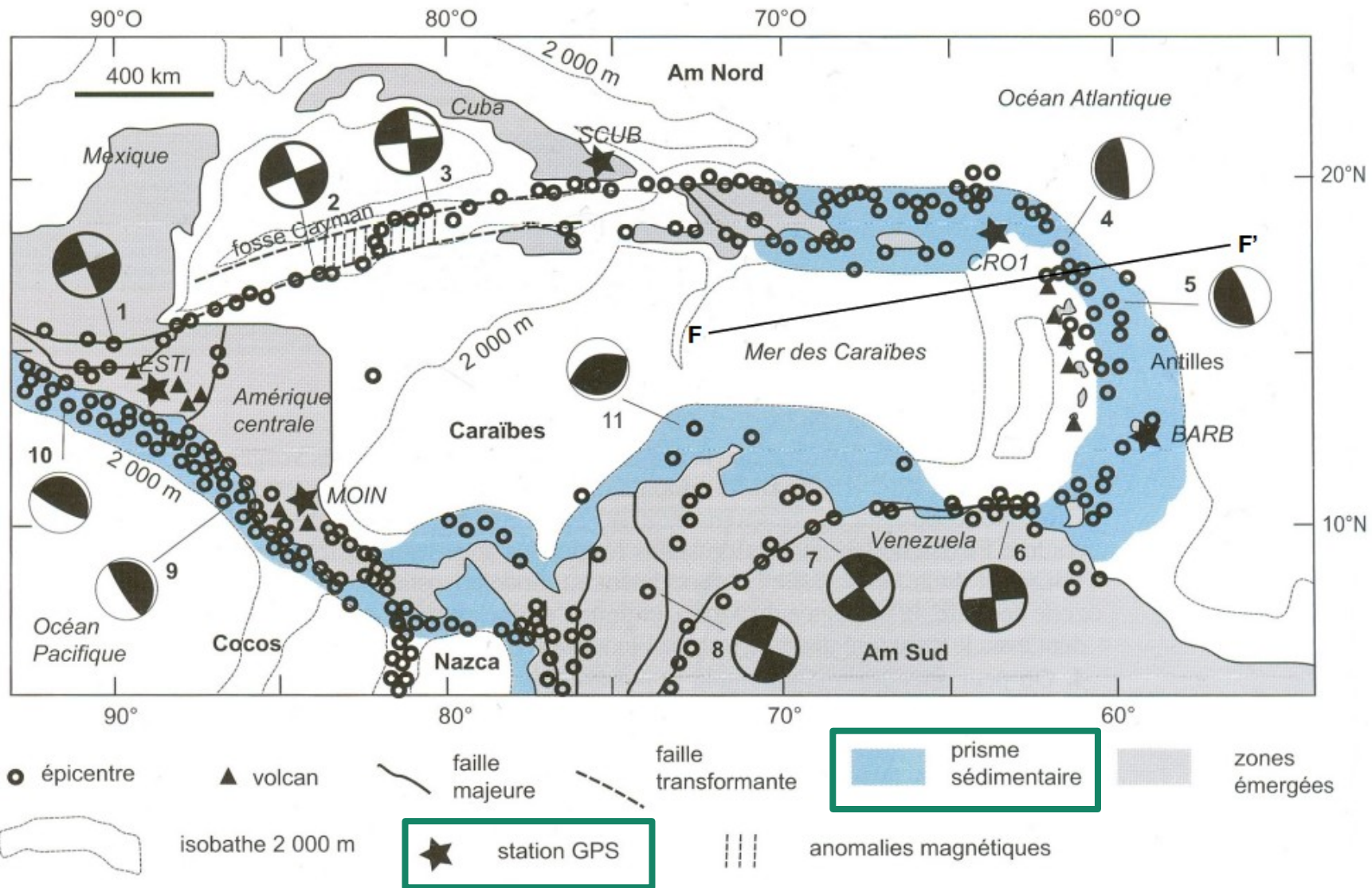
L'alignement sismique indique une **frontière de plaque**

Les mécanismes aux foyer indiquent des failles inverses donc une **convergence**

Cette convergence impliquant deux **plaques océaniques** (atlantique et caraïbe) correspond à une subduction.

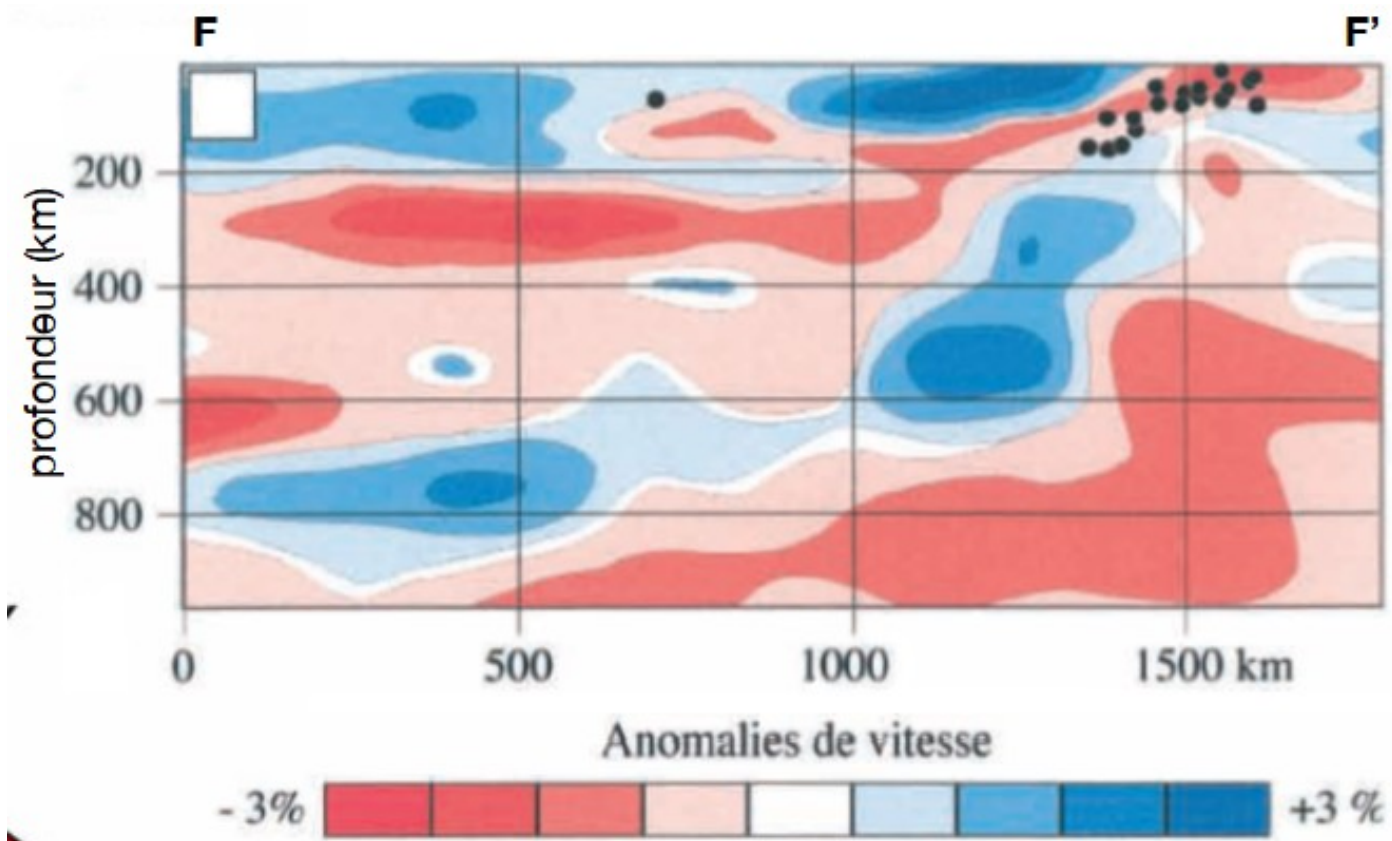


RQ : Cette carte indique aussi la présence d'un **prisme sédimentaire (d'accrétion)** **8** parallèle à la fosse, l'**alignement sismique et volcanique**, autre caractéristique des zones de subduction. Leur position relative suggère que c'est la plaque atlantique qui s'enfonce sous la plaque caraïbe. Vérifions le avec le document suivant réalisé le long de la coupe F-F'.



Données sismiques :

- interpréter la position des foyers et la tomographie sismique réalisée le long de la coupe F-F'



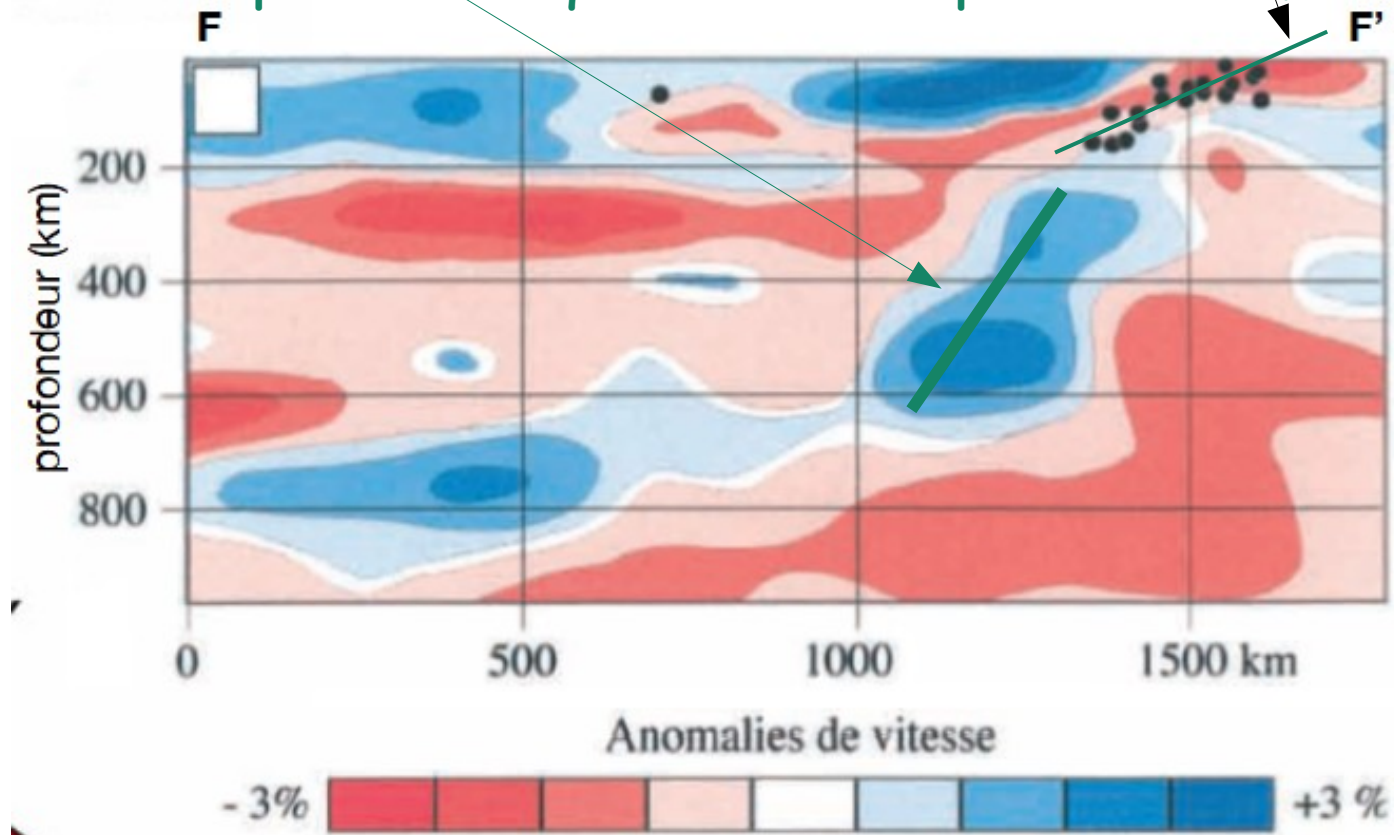
Données sismiques :

10

Les foyers situés à 1500 km du point F présente un alignement de plus en plus profond vers l'ouest, ce qui correspond à un **plan de Wadatti-Benioff** attestant de la présence de **roches rigides en profondeurs**

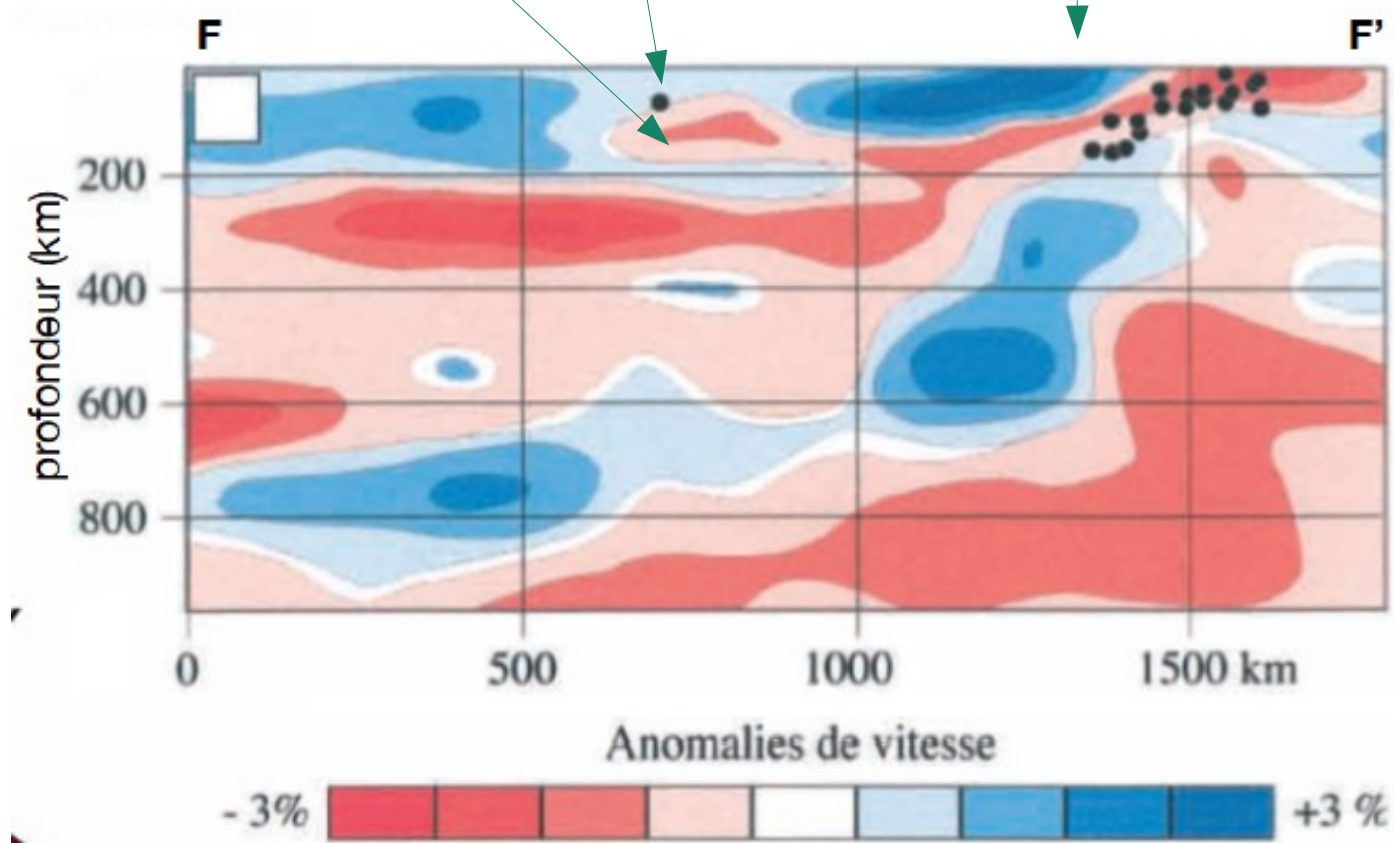
Ce plan est prolongé par une anomalie sismique positive atteignant +3 % vers 500Km de profondeur et formant un angle de 45° avec la surface. Cette anomalie positive s'interprète par la présence de **roches plus denses, donc plus froides** que celles prévues d'après le modèle PREM.

Le plan de W-B comme l'anomalie sismique positives peuvent s'interpréter par le **plongement de la lithosphère atlantique sous la lithosphère caraïbe.**



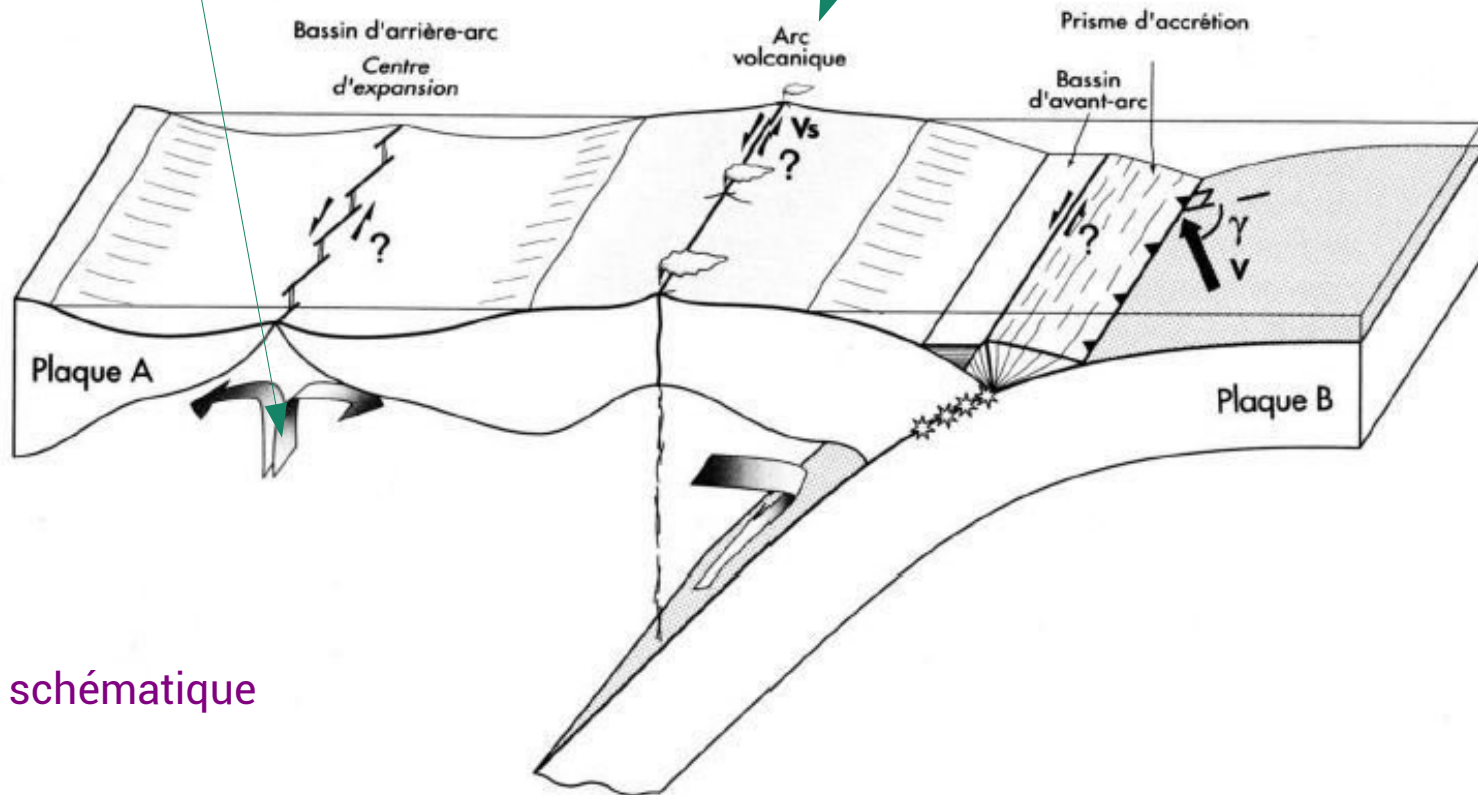
RQ 1 : les volcans sont positionnés à 1300km du point F (carte diapo 5), soit au dessus des foyers situés vers environ 150 km de profondeur, ce qui est classique dans les zones de subduction.

RQ 2 : une anomalie + est présente vers 100km de profondeur à 750km du point F. Ceci pourrait s'expliquer par une remontée du manteau causée par un mouvement de divergence en arrière de la zone de subduction et responsable de la formation du bassin d'arrière arc. La divergence pourrait expliquer le foyer signalé



RQ 1 : les volcans sont positionnés à 1300km du point F (carte diapo 5), soit au dessus des foyers situés vers environ 150 km de profondeur, ce qui est classique dans les zones de subduction.

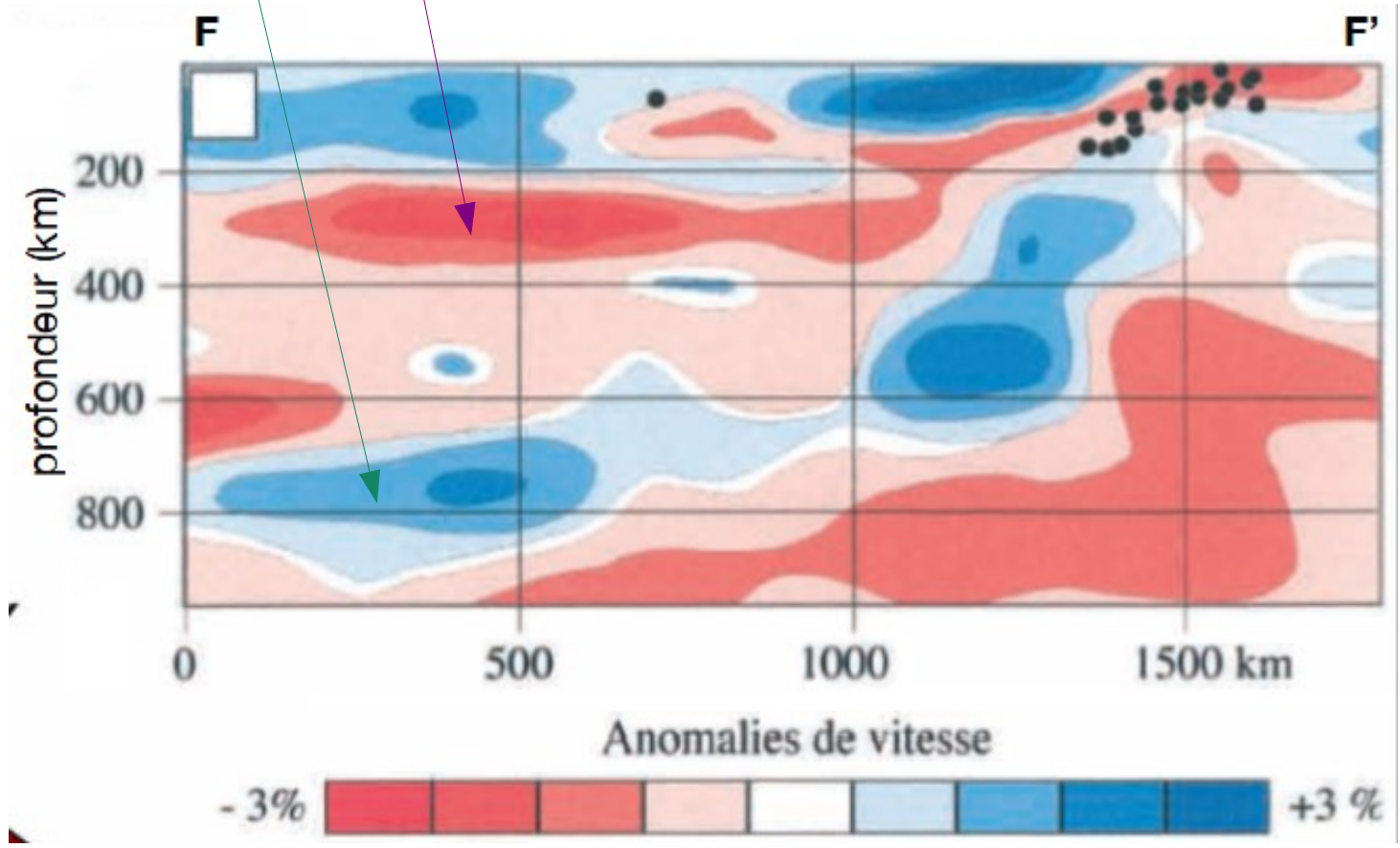
RQ 2 : une anomalie + est présente vers 100km de profondeur à 750km du point F. Ceci pourrait s'expliquer par une remontée du manteau causée par un mouvement de divergence en arrière de la zone de subduction et responsable de la formation du bassin d'arrière arc. La divergence pourrait expliquer le foyer signalé



Interprétation schématique

RQ 3 : L'anomalie - devient horizontale en se rapprochant de -800km, limite entre l'asthénosphère et le manteau inférieur. La plaque n'est pas assez dense pour plonger dans le manteau inférieur (de densité supérieur à l'asthénosphère)

RQ 4 : d'autres anomalies + sont plus difficiles à interpréter. Elles peuvent correspondre à une augmentation de la température liée aux frottements entre le slab et l'asthénosphère?



Données géomorphologiques et volcaniques :

☞ légènder et Interpréter forme du volcan soufrière (Guadeloupe)



Fumerolle

→ Il s'agit d'un **volcan actif**

(Dernière éruption en 1976)

→ aléa volcanique et flux géothermique importants !!

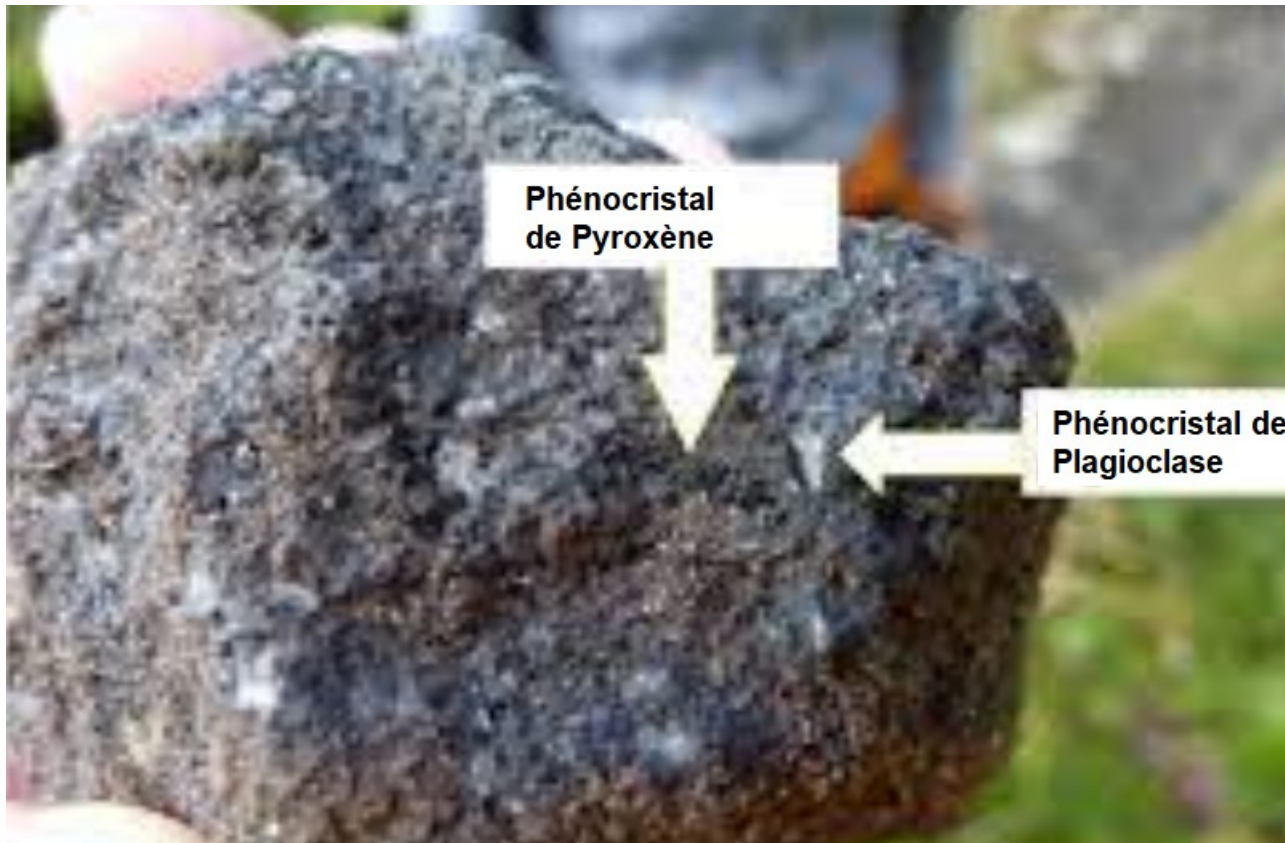
Dôme

→ dynamisme **explosif** typique dans les zones de subduction



Données pétrologiques :

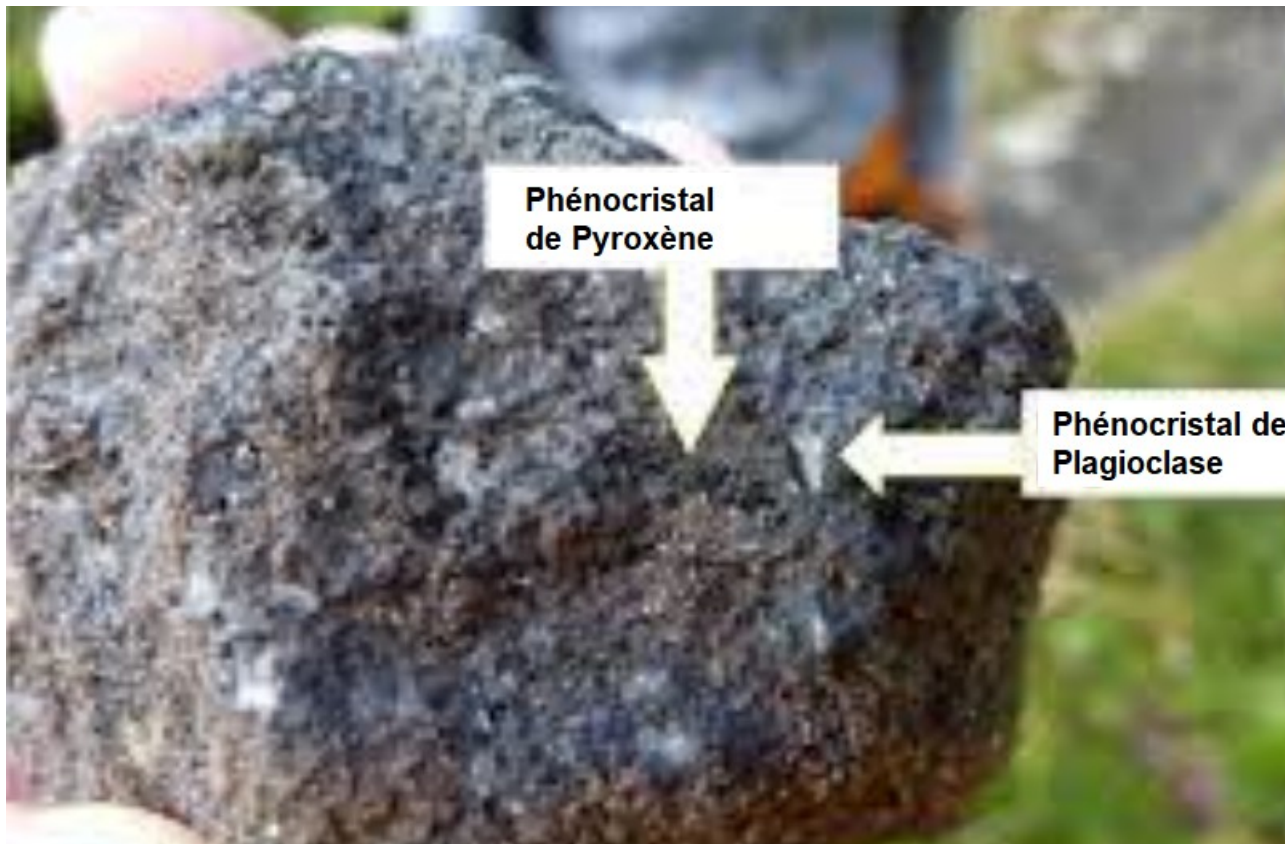
🔍 Interpréter la roche formant ce volcan



Données pétrologiques :

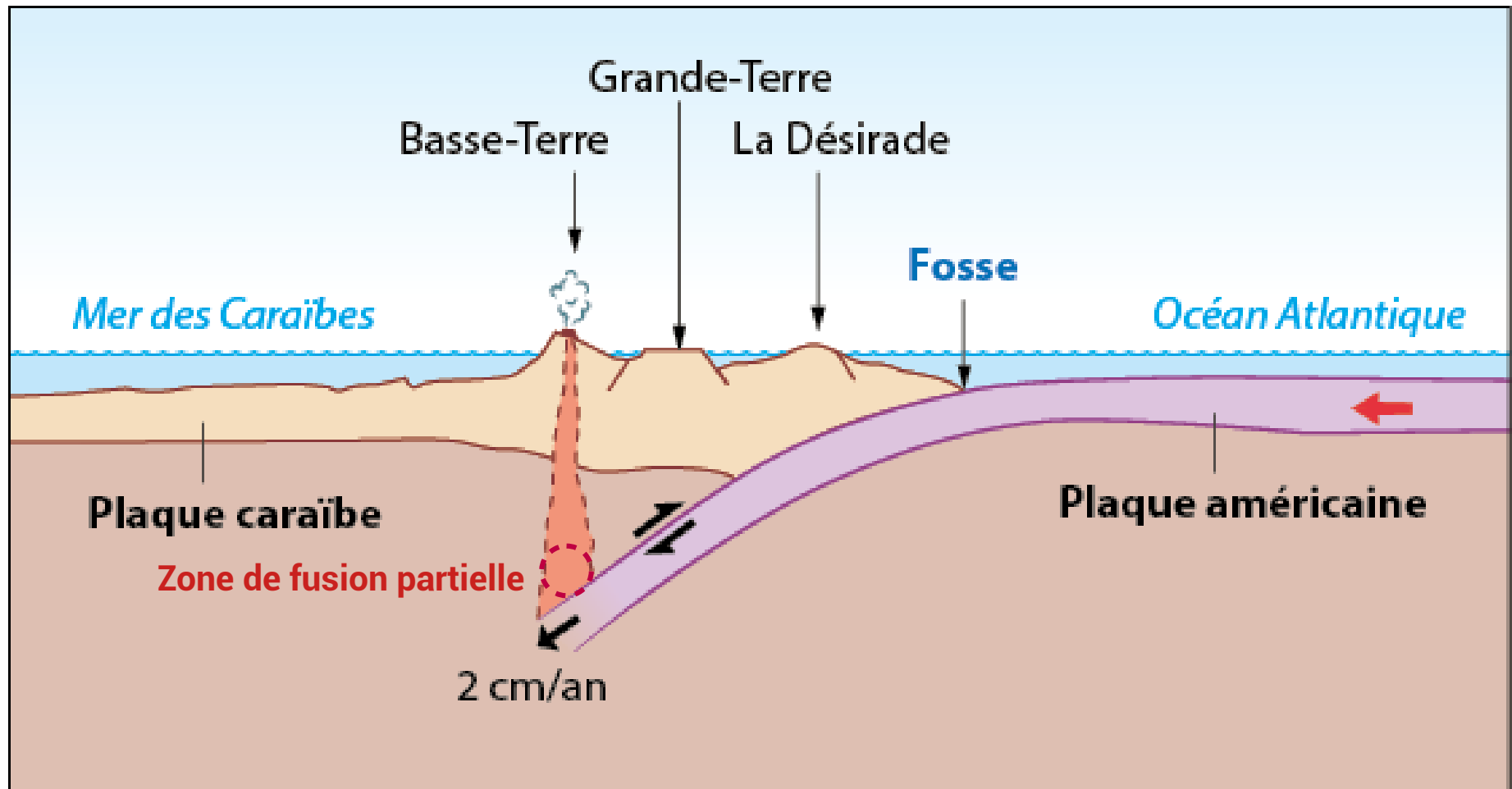
Cette roche est **crystallisée**. Les cristaux n'ont pas d'orientation particulière et sont dispersés dans un **verre** (ok, pas facile à voir sur la photo mais si cette roche forme le volcan, il y en a forcément!!). La **texture microlithique est caractéristique des roches volcaniques**.

C'est une roche **grise**, plus claire qu'un basalte mais plus sombre que des rhyolites. Elle doit comporter un **% de silice intermédiaire** ce qui est confirmé par la présence à la fois de phénocristaux de pyroxènes (classique dans des roches relativement pauvres en silice) et de phénocristaux de plagioclase (indiquant un % de silice cependant plus important, cohérent avec le dynamique explosive du volcan). La composition minéralogique permet de classer cette roche parmi les **andésites** fréquente dans les zones de subduction



RQ on peut aussi trouver sur ce volcan des dacites, et plus rarement, des basaltes. Ces roches appartiennent à la **série calcoalcaline**

Bilan : Coupe au niveau de la Guadeloupe



2- structure géologique de la Guadeloupe

19

✍ Réaliser une carte structurale simple de la Guadeloupe à l'aide des diapos suivantes

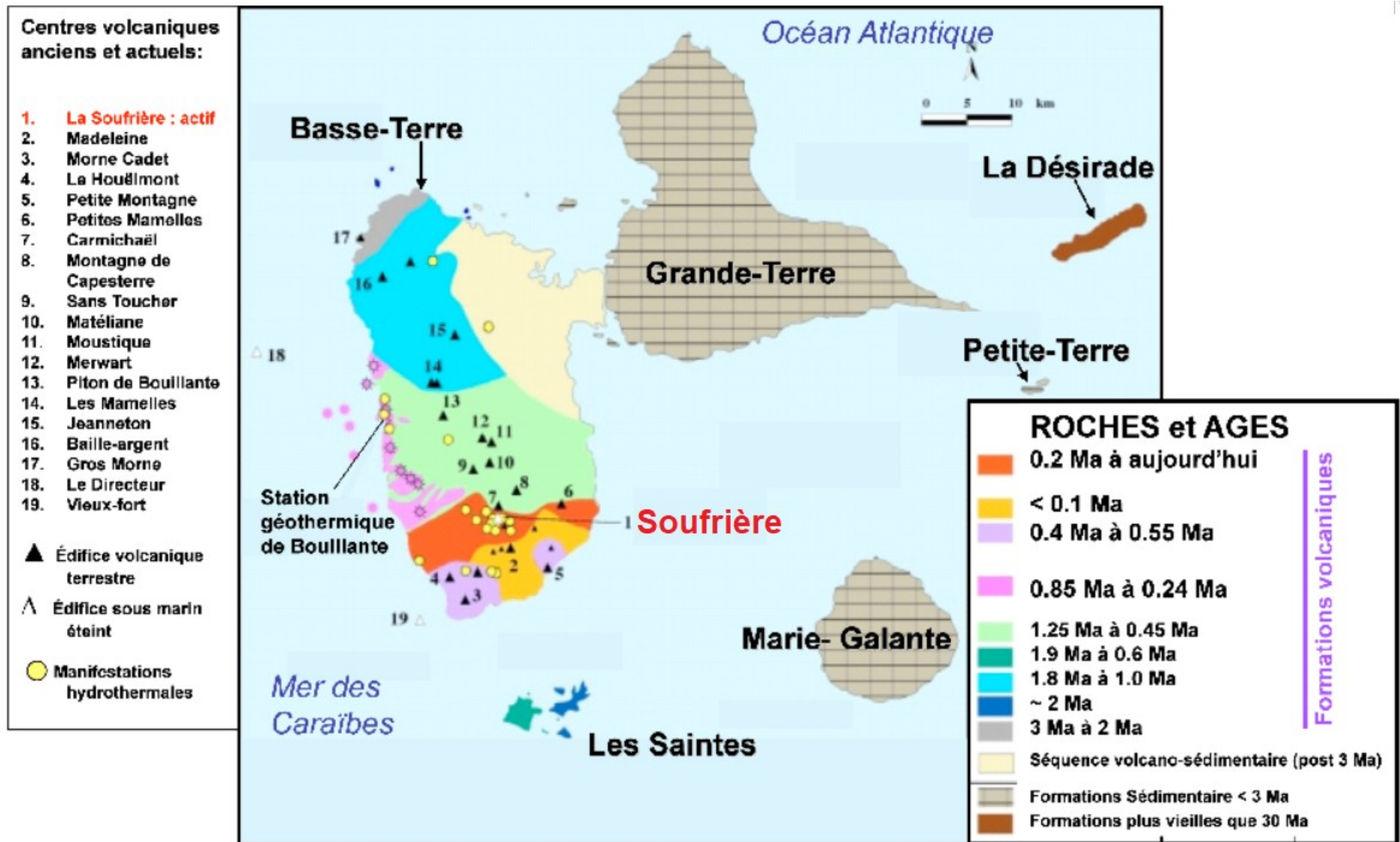
On se limitera à placer 2 repères géographiques majeurs :

- le volcan actif et son altitude
- l'agglomération la plus importante
- facultatif : la localisation d'une station géothermique

2- structure géologique de la Guadeloupe

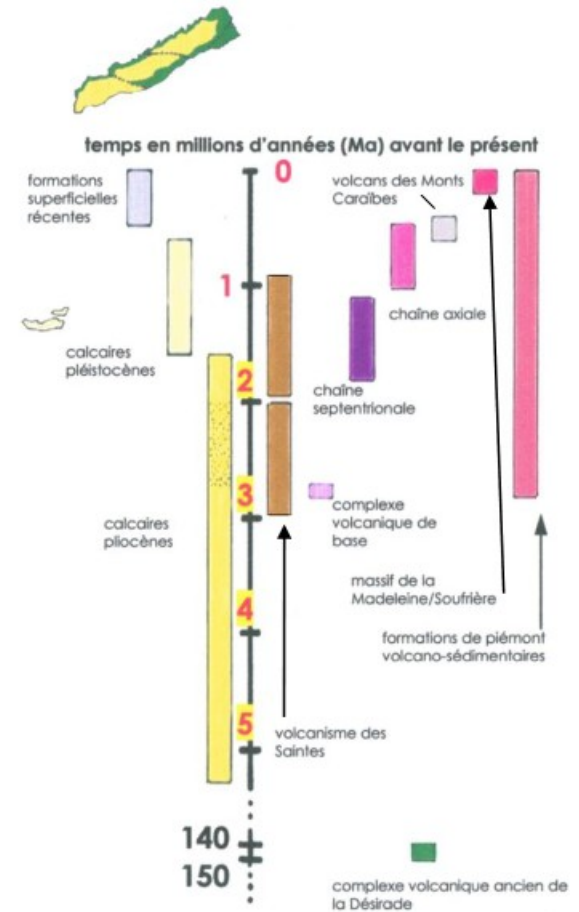
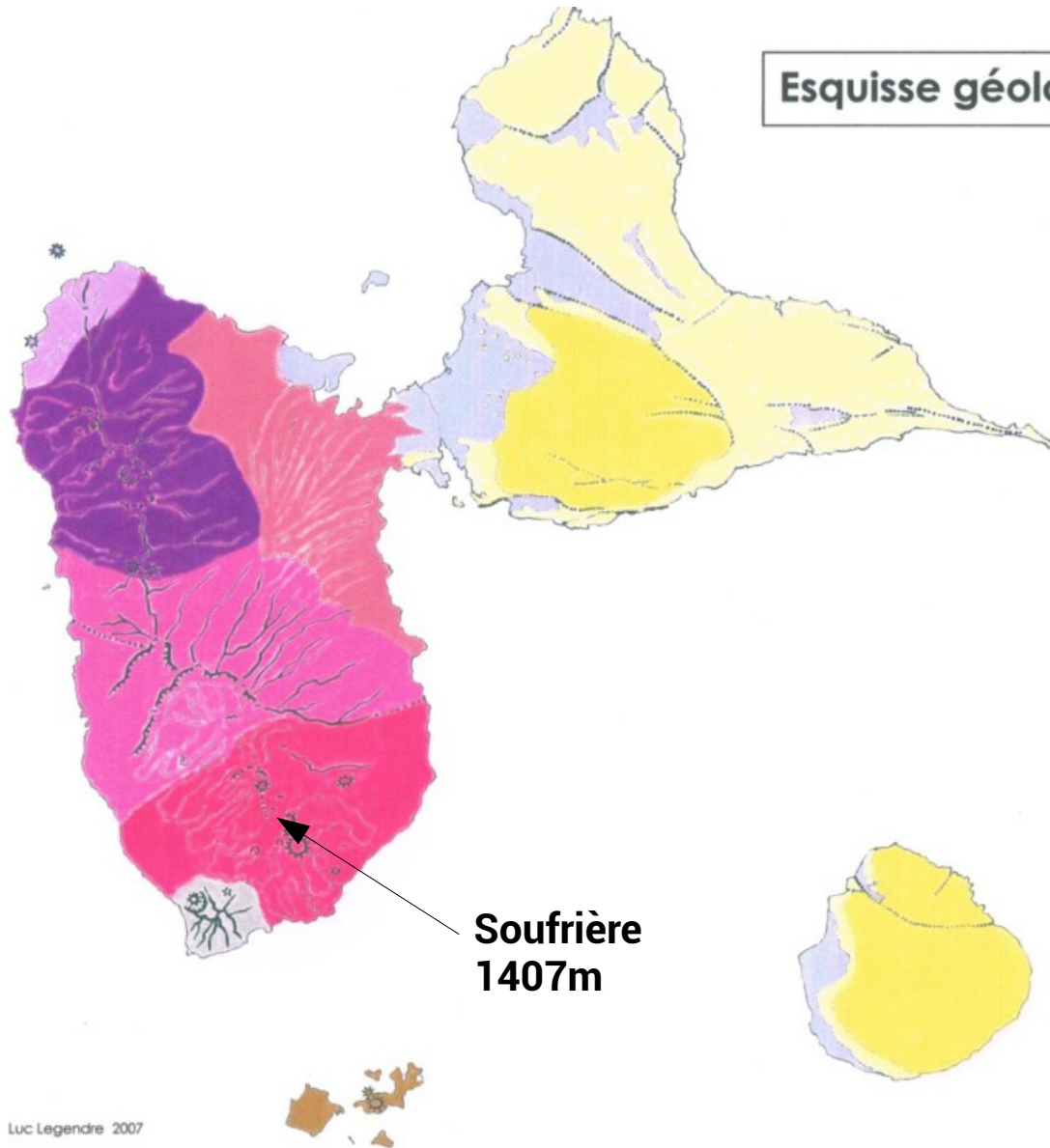
La Guadeloupe est un archipel de 5 îles. On se limitera à l'île principale où l'on distingue deux secteurs :

- un secteur volcanique récent : Basse-Terre
- un secteur sédimentaire carbonaté ancien : Grande-Terre



Carte plus simplifiée :
Rose-violet : structure volcanique de -de 3Ma
Jaune : structure sédimentaire tabulaire de + de 3Ma

Esquisse géologique de la Guadeloupe



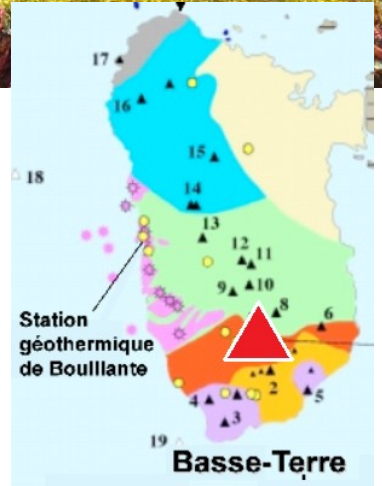
Secteur volcanique récent de Basse-Terre

La Soufrière
Relief 1407m

Érosion
torrentielle

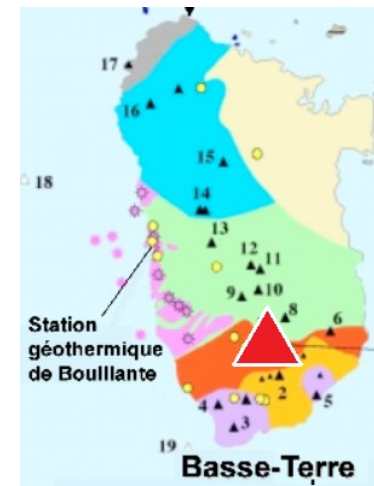
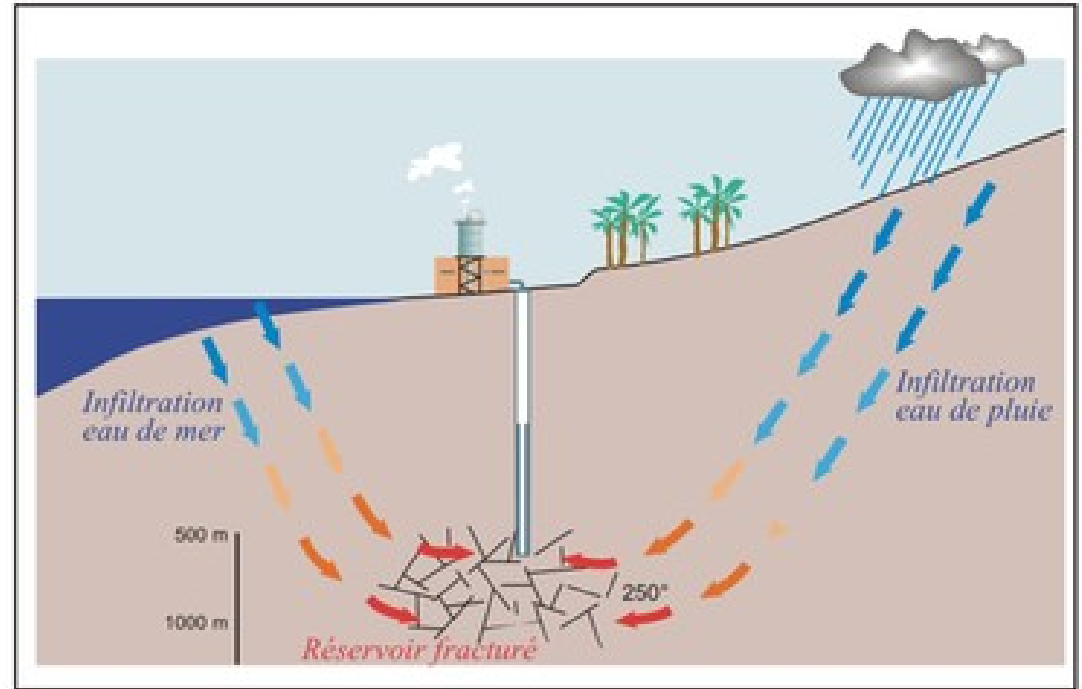


Longitude (°)



Secteur volcanique récent de Basse-Terre

Station géothermique de bouillante



Secteur sédimentaire ancien de Grande-Terre

24

Plateau calcaire <100m



au-dessus de la Pointe de la Grande Vigie en nord Grande-Terre

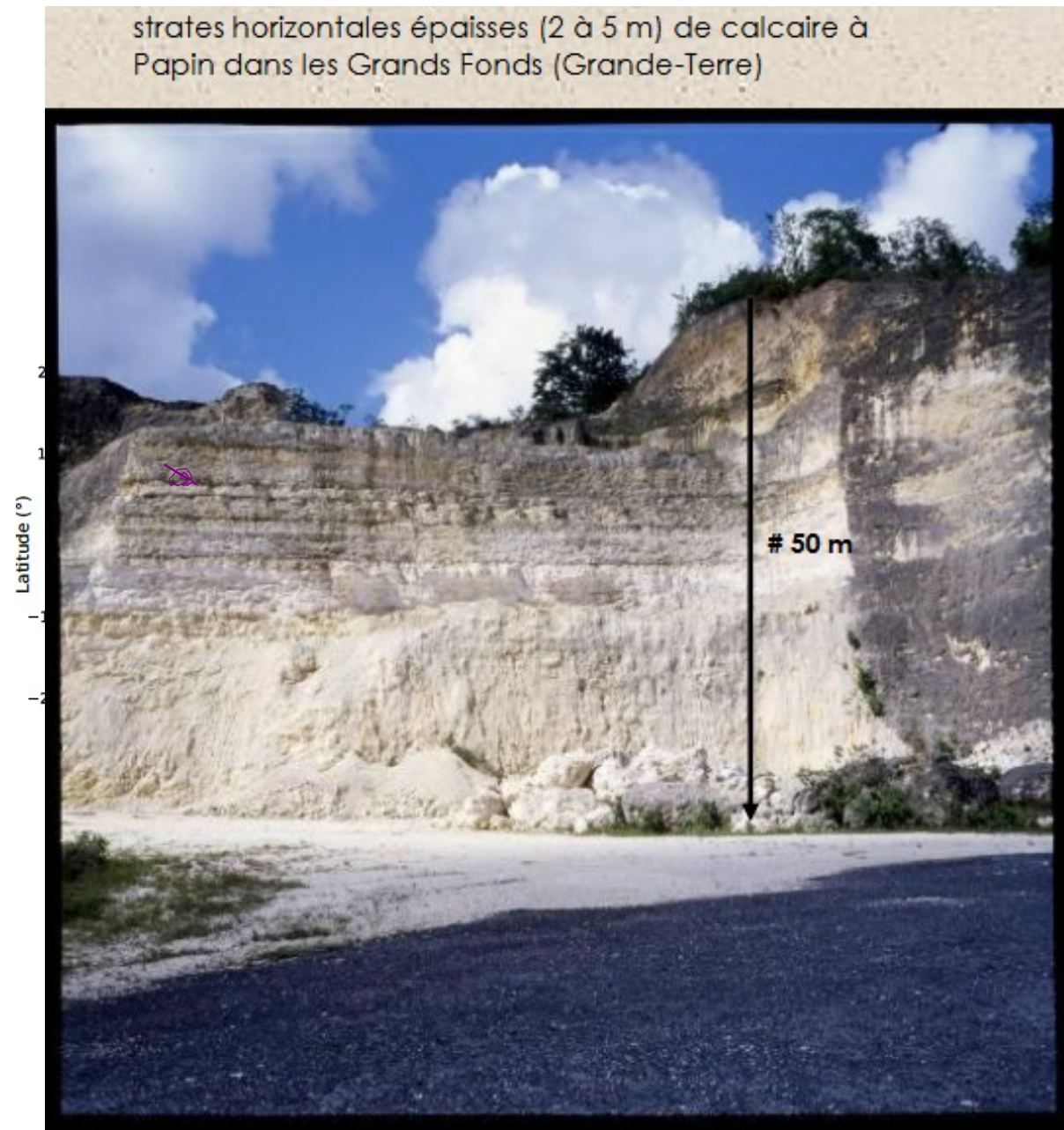
Secteur sédimentaire ancien de Grande-Terre

25

Falaise de calcaire récifal
construit au dessus
d'un ancien volcan érodé

Observez la structure
sédimentaire **tabulaire**

🔪 Sachant que les récifs se
forment sous une profondeur <10m
d'eau, comment a pu se former
cette falaise de 50m ??



Secteur sédimentaire ancien de Grande-Terre

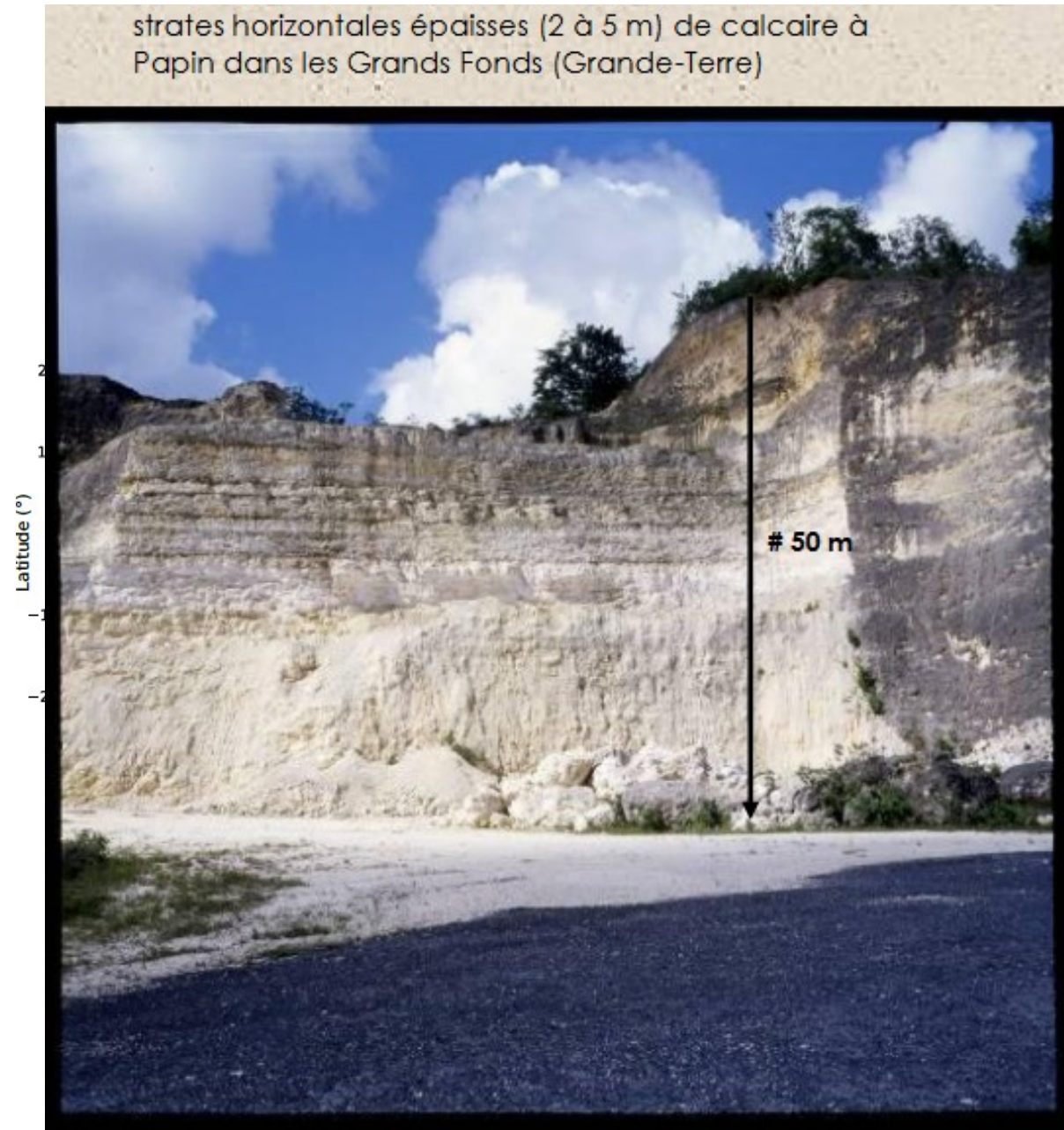
26

Falaise de calcaire récifal
construit au dessus
d'un ancien volcan érodé

Hypothèse de formation :

- **L'érosion** a aplani un ancien volcan au niveau de la mer
- une **subsidence*** a permis son enfoncement sous 2-5 m d'eau et la formation d'un récif (sous climat chaud)
- La **poursuite de la subsidence pendant des milliers d'années** a permis l'épaississement du calcaire récifal (toujours sous quelques mètres d'eau)
- **Un arrêt de la subsidence remplacé par un soulèvement*** a permis l'émersion du calcaire récifal a 50m au dessus du niveau de la mer.

* la cause de ces mouvement verticaux n'est pas simple a établir

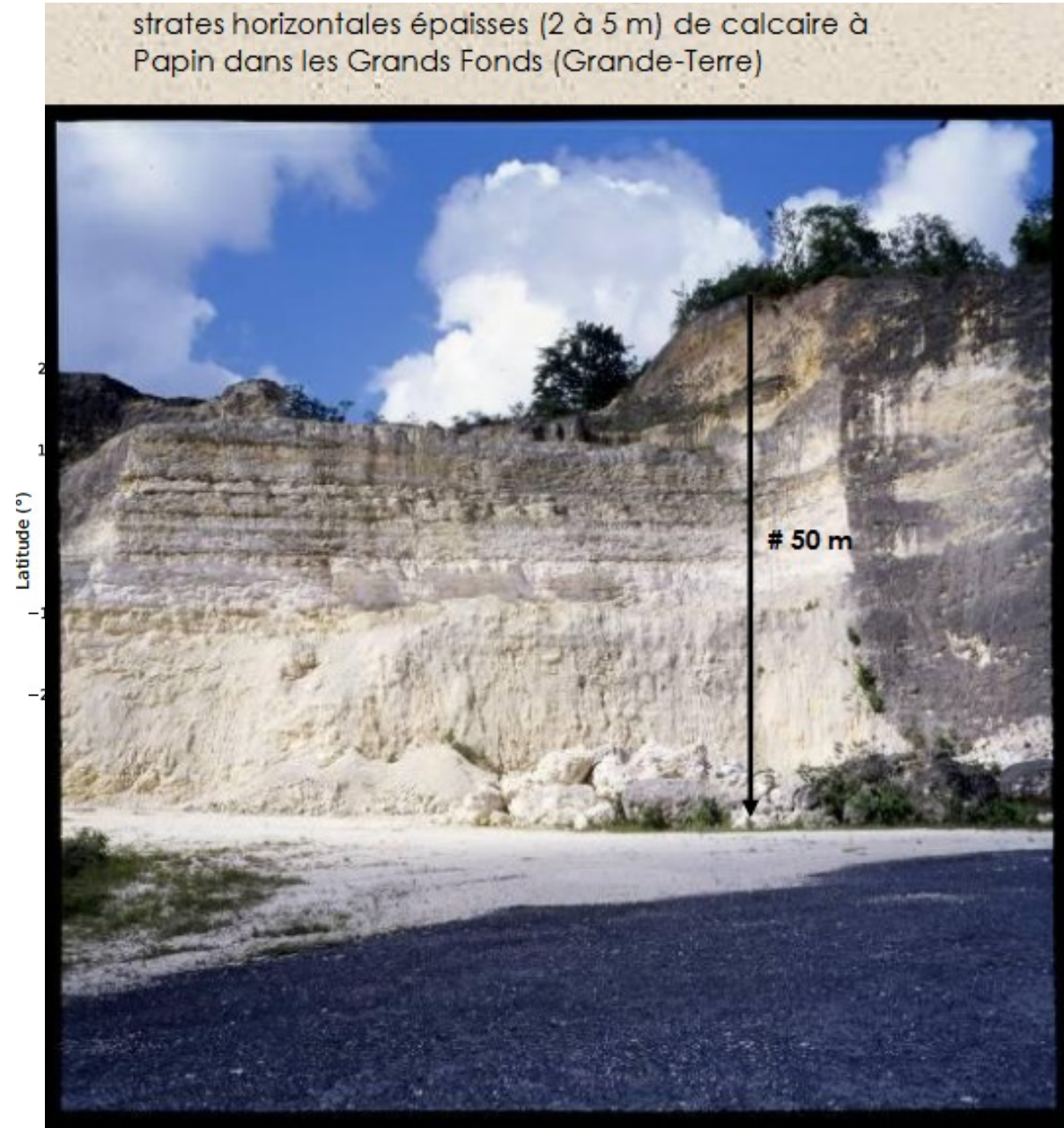


Secteur sédimentaire ancien de Grande-Terre

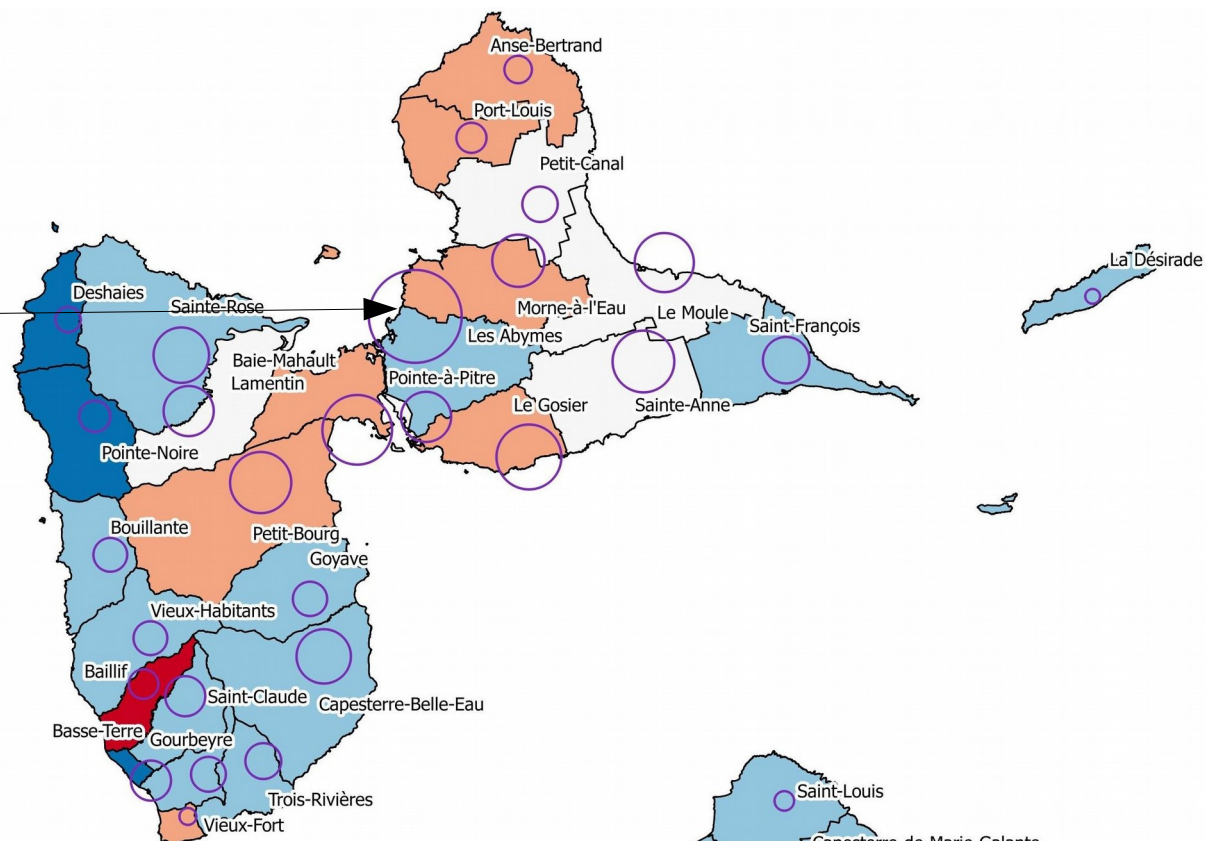
27

Falaise de calcaire récifal
construit au dessus
d'un ancien volcan érodé

En surface, les roches
carbonatées sont soumises
à une érosion **Karstique**
(dolines, grottes,...)



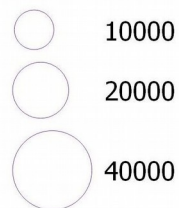
**Pointe à Pitre
(aéroport)**



RQ : remarquez que l'île est densément peuplée ! Ce qui nous conduit à nous intéresser aux risques géologiques dans cette région...

Légende

Population en 2015



Evolution annuelle moyenne entre 2010 et 2015



Rappels de BCPST1 (revoir les déf !!)

$$\begin{aligned}\text{Risque} &= \text{Aléa} \times \text{vulnérabilité des enjeux} \\ &= \text{Aléa} \times \text{enjeux} \times \text{vulnérabilité}\end{aligned}$$

Principaux aléas géologiques :

On peut classer ces aléas selon leur cause :

-les aléas telluriques sont causés par la géodynamique interne
(mouvement des plaques)

ex : séismes, éruptions volcaniques, tsunamis

-Les aléas atmosphériques sont causés par la géodynamique externe
(amplifiés par le réchauffement climatique)

ex : tempête, cyclone

Certains aléas combinent ces causes : ex éboulement, glissement de terrain.

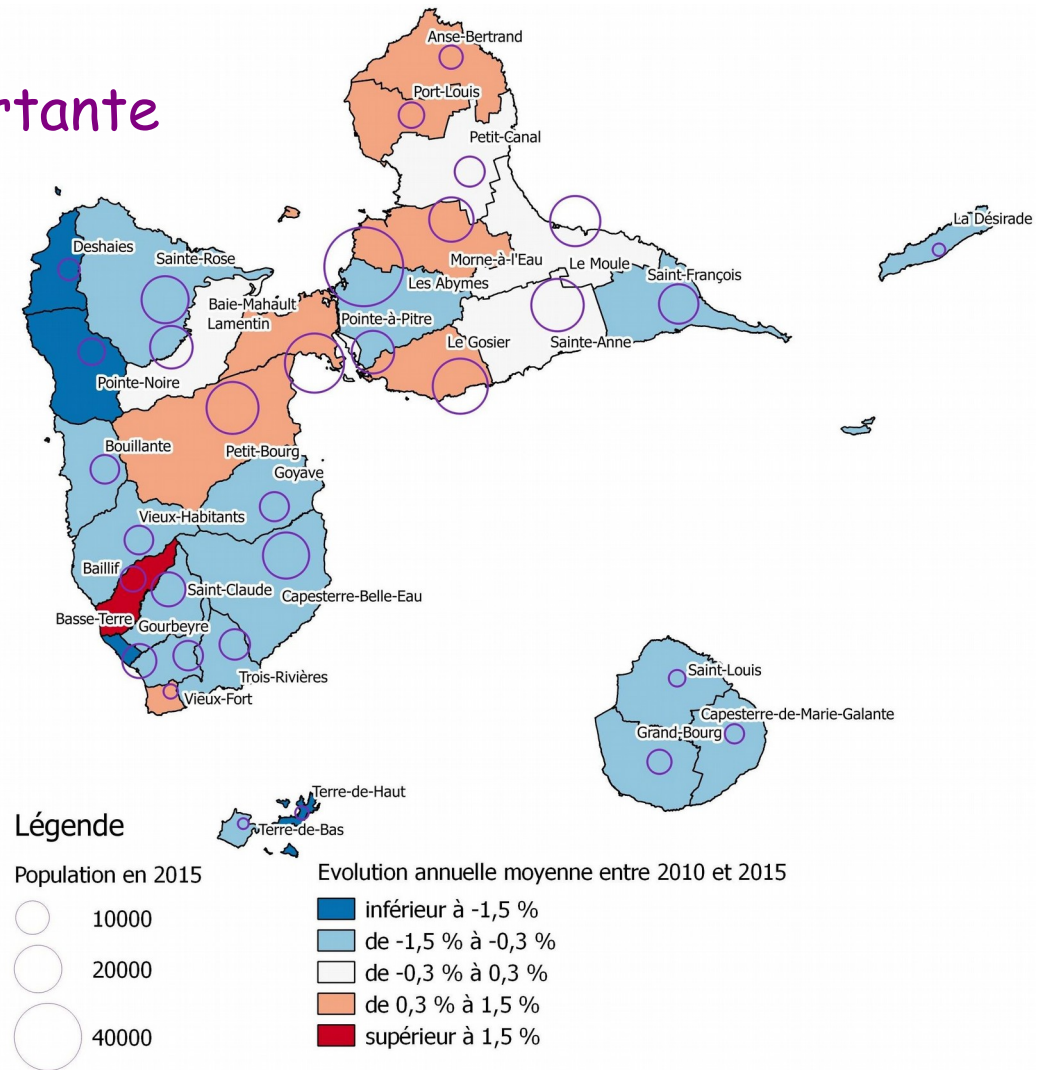
Complément : Risques géologiques

-enjeux importants

En raison d'une densité de pop importante

380 000 hab soit 260 hab/km²

(Loiret : 100 hab/km²)



-enjeux importants

En raison d'une densité de pop importante

380 000 hab soit 260 hab/km²

(Loiret : 100 hab/km²)

-Aléa fort associé au

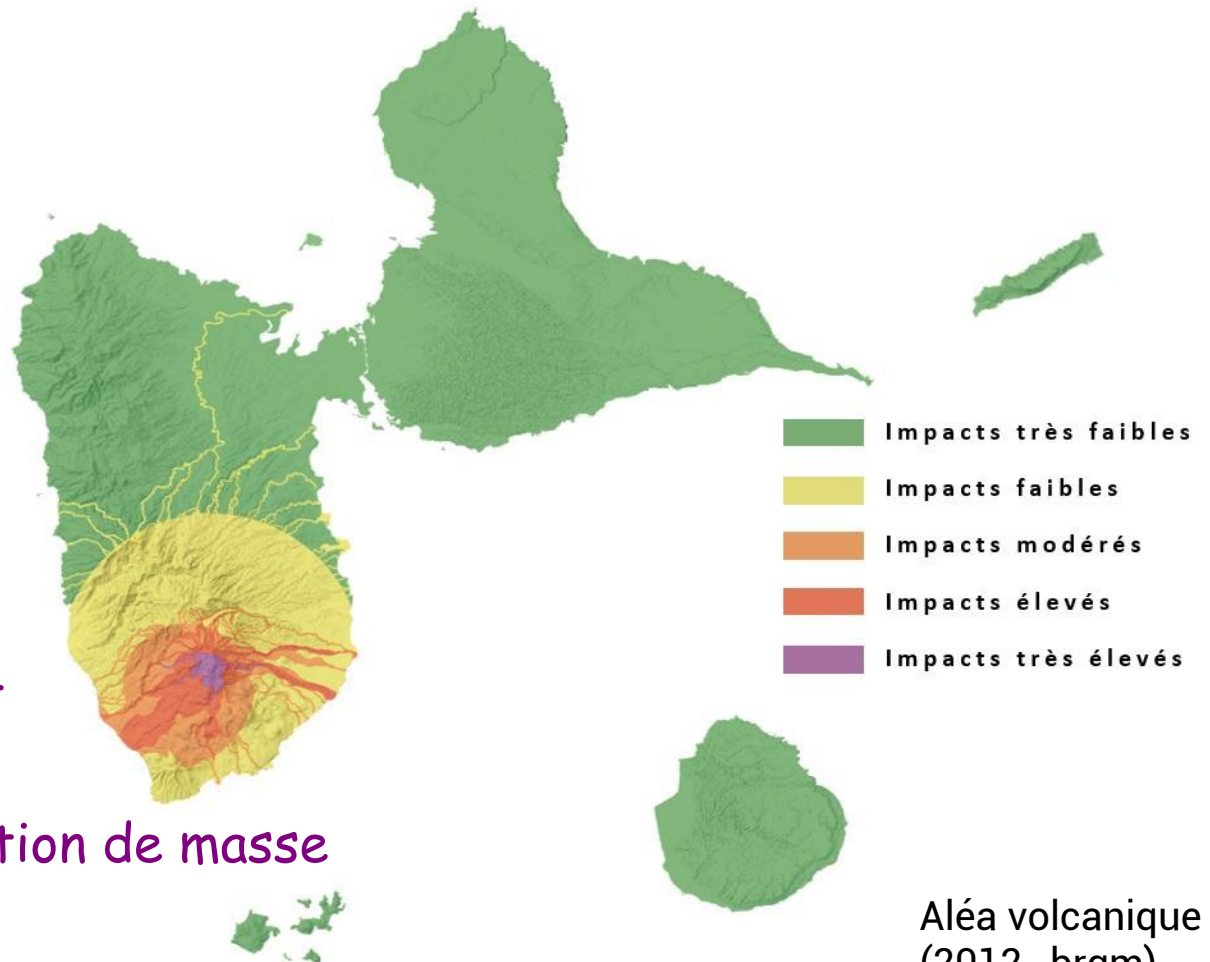
Volcanisme actif

(+ glissement de terrain)

À cause du relief pentu et
des cendres volcaniques
meubles

-Vulnérabilité élevée

Les infrastructures ne peuvent
résister au volcanisme explosif
et ne facilitent pas une évacuation de masse



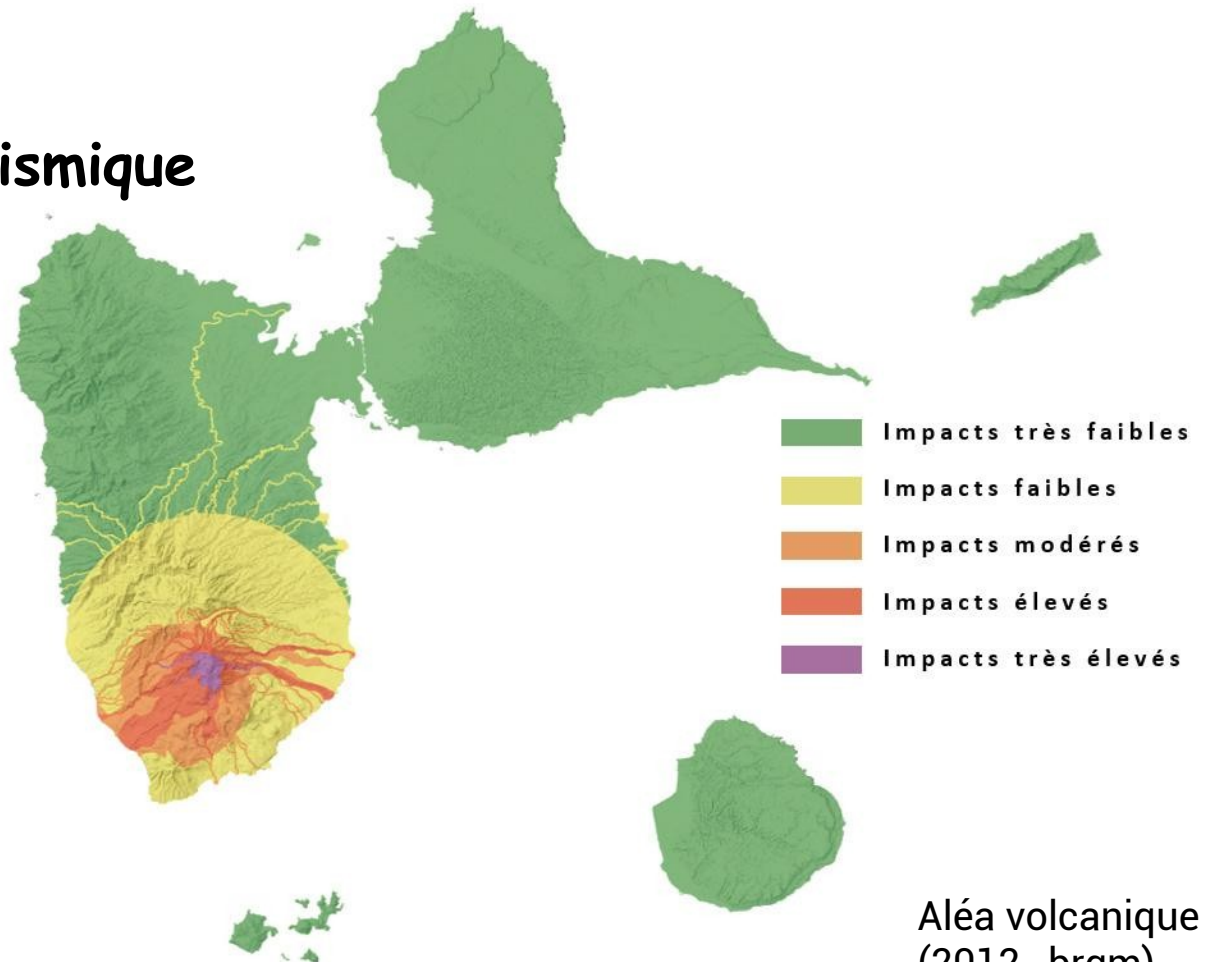
gestion du risque volcanique :

consiste à \searrow la vulnérabilité en

- limitant l'installation humaine sur les pentes du volcan
(Zones non constructibles)

- maintenant une **surveillance sismique**
du volcan afin de prévoir les
éruptions et déplacer
les populations à risque

- **formant la population**
à suivre une procédure
d'évacuation

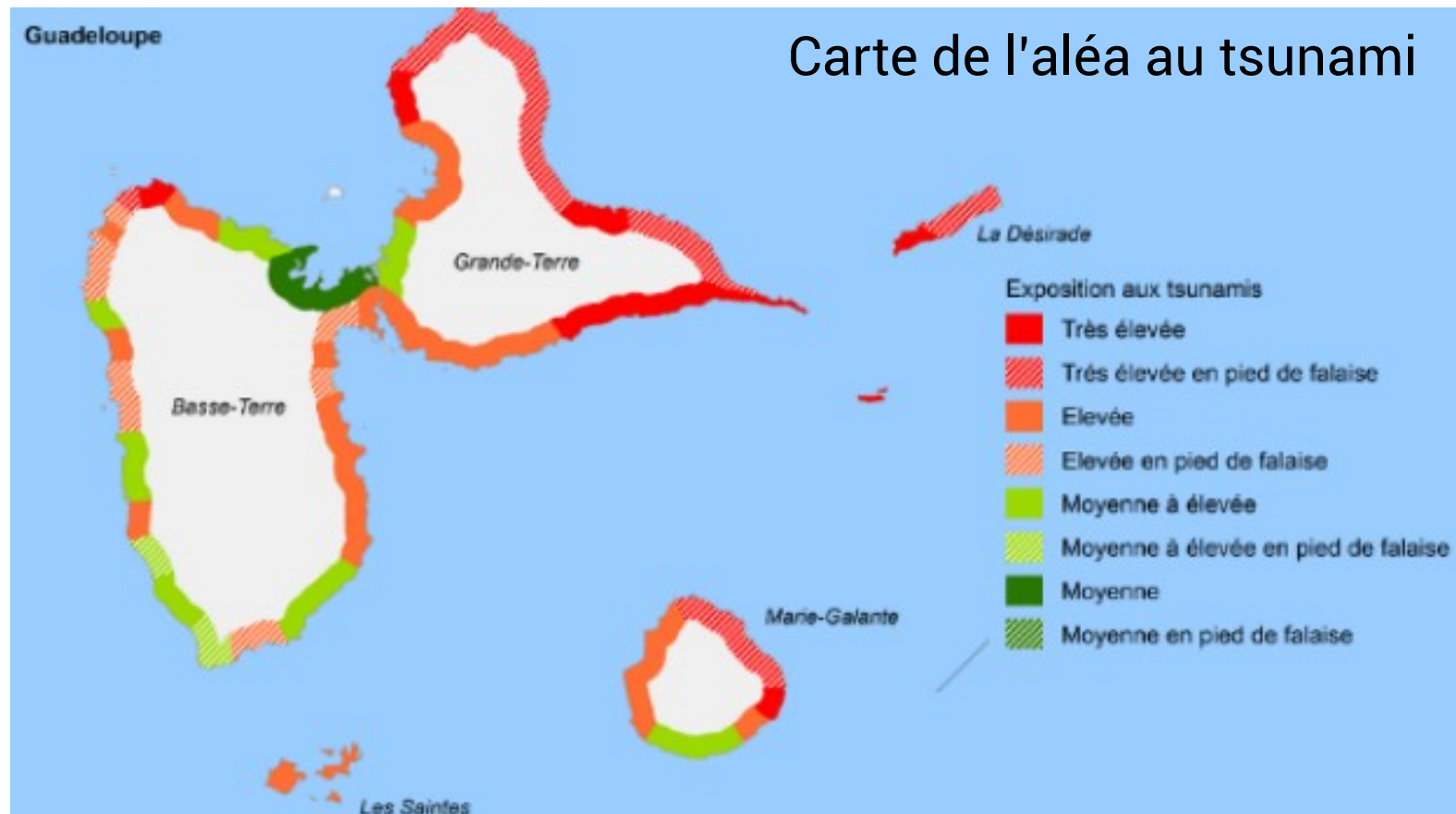


Complément : Risques géologiques

33

Autres risques telluriques :

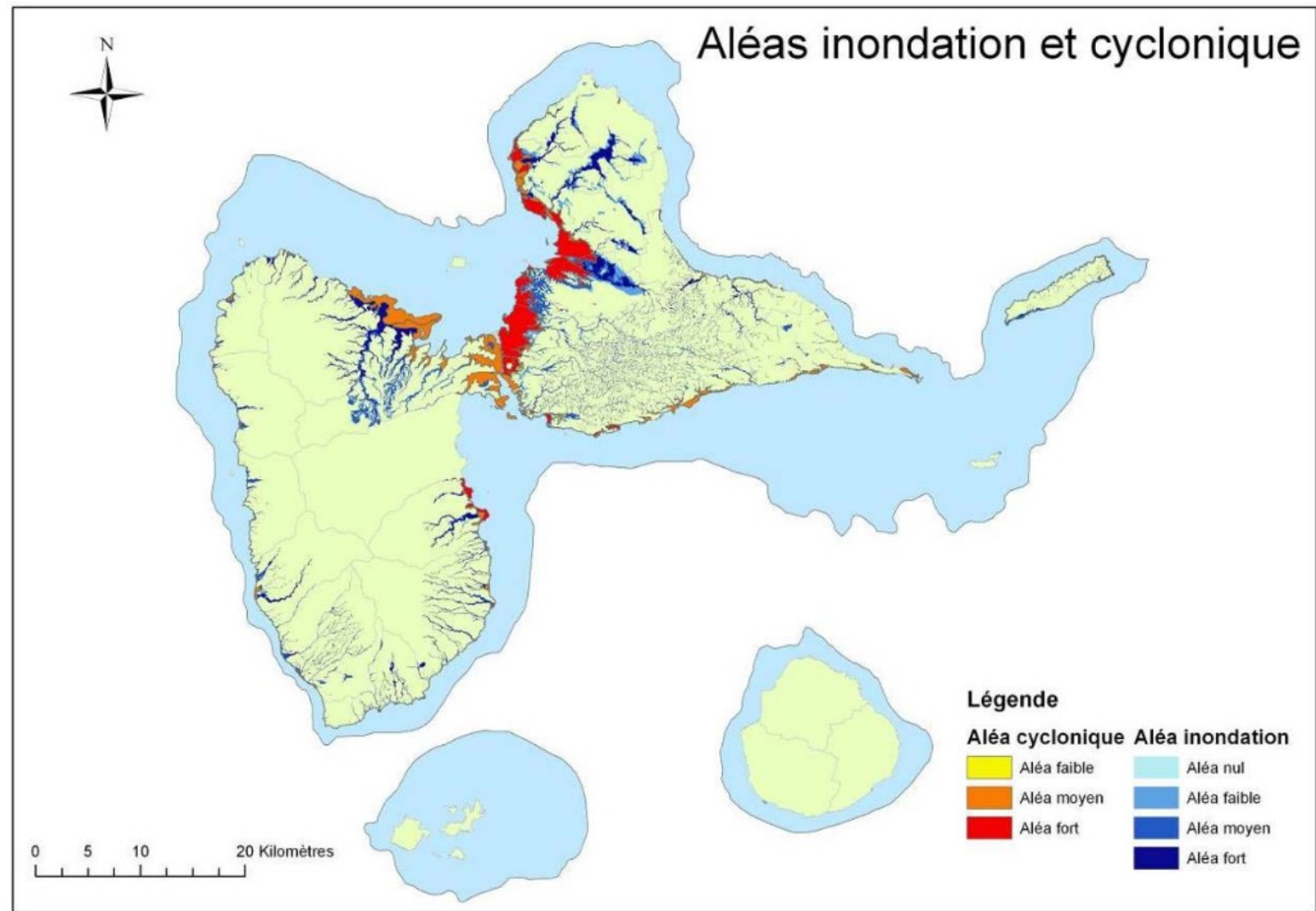
- **Sismique** aléa sur l'ensemble de l'île.
- **Tsunami** aléa côtier, à cause de glissements de terrains sous marins lors des séismes. ↘ vulnérabilité par surveillance par satellite



Complément : Risques géologiques

Risques atmosphériques: cyclones + inondations

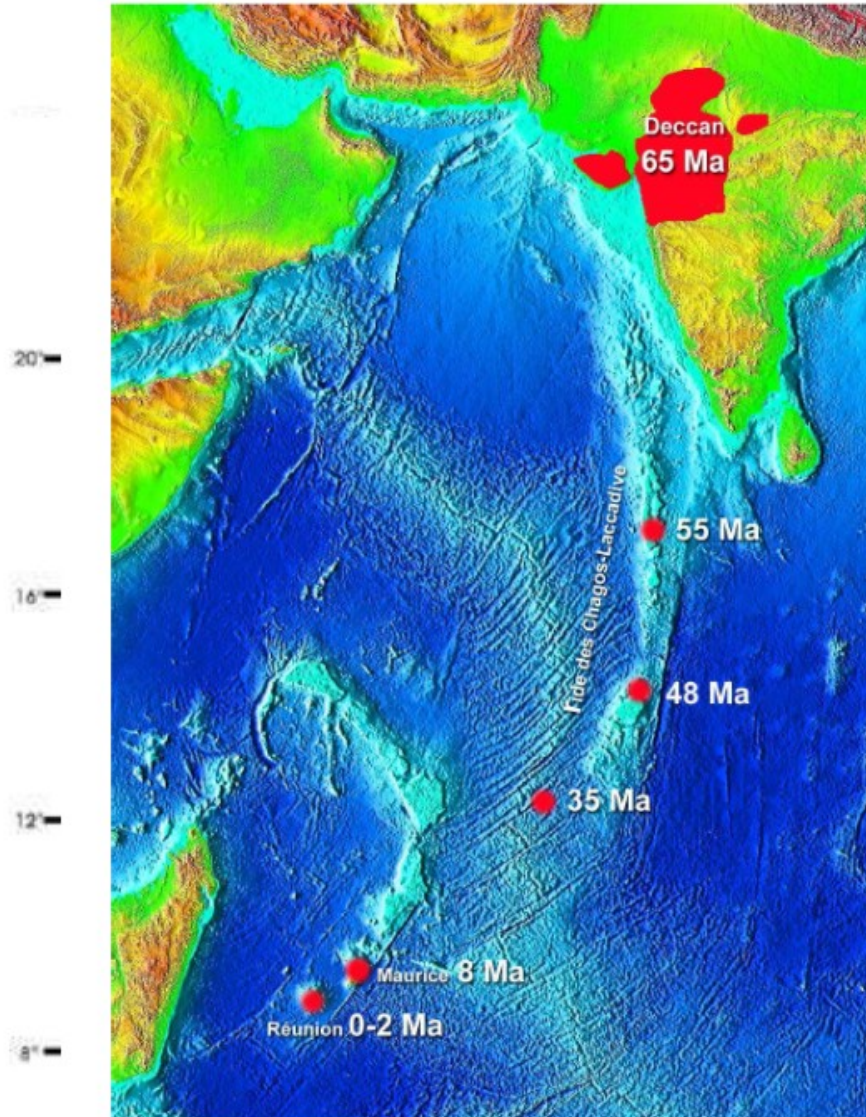
↘ vulnérabilité par surveillance météo et formation de la population



ST-J-2-2 : Les îles océaniques

B- le point chaud de la réunion

1-marqueurs d'un point chaud



La réunion se trouve à l'extrémité d'un alignement volcanique.

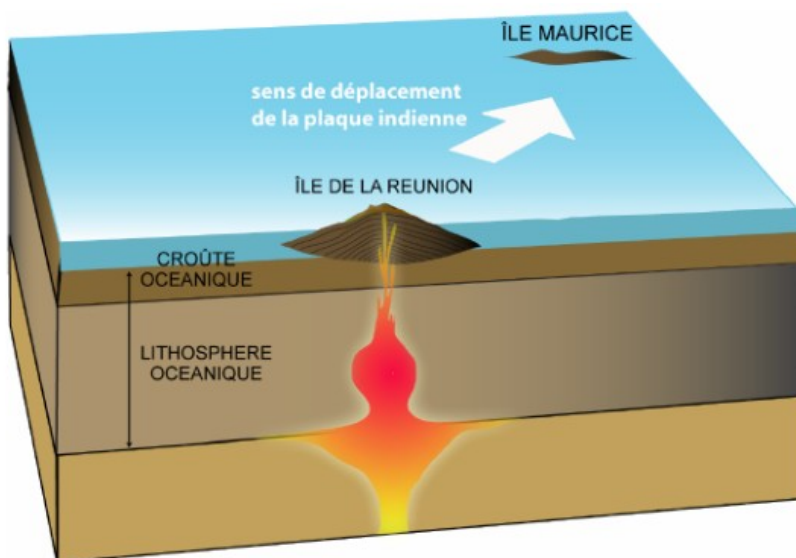
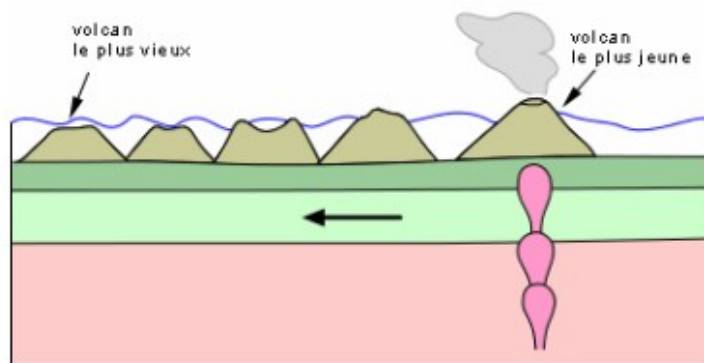
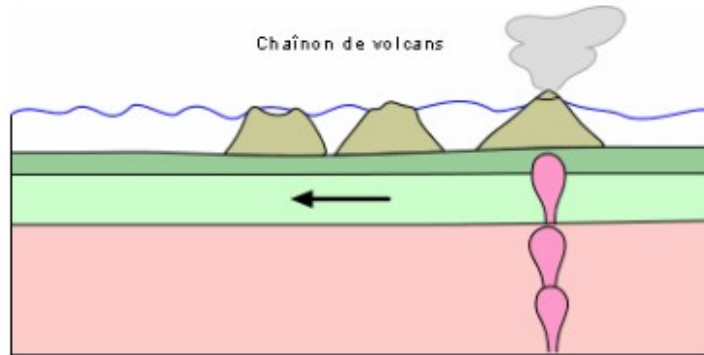
C'est le volcan le plus récent et le seul actif. Le plus ancien correspond au Trapps du Deccan datés de -65MA

On interprète cet alignement par :

1- l'existence d'un **point chaud** : une remontée de matériel **solide** très chaud provenant de la base du manteau inférieur. Ce matériel entre en fusion partielle lorsqu'il arrive à près de 50-100km de la surface. Ce point chaud est considéré comme **fixe**.

2-un déplacement des plaques vers le nord.est

Notez la présence d'une dorsale traversant cet alignement. Elle est responsable du décalage vers le nord de l'alignement



La réunion se trouve à l'extrémité d'un alignement volcanique.
C'est le volcan le plus récent et le seul actif.
Le plus ancien correspond au Trapps du Deccan datés de -65MA

On interprète cet alignement par :

1- l'existence d'un **point chaud** : une remontée de matériel **solide** très chaud provenant de la base du manteau inférieur. Ce matériel entre en fusion partielle lorsqu'il arrive à près de 50-100km de la surface. Ce point chaud est considéré comme **fixe**.

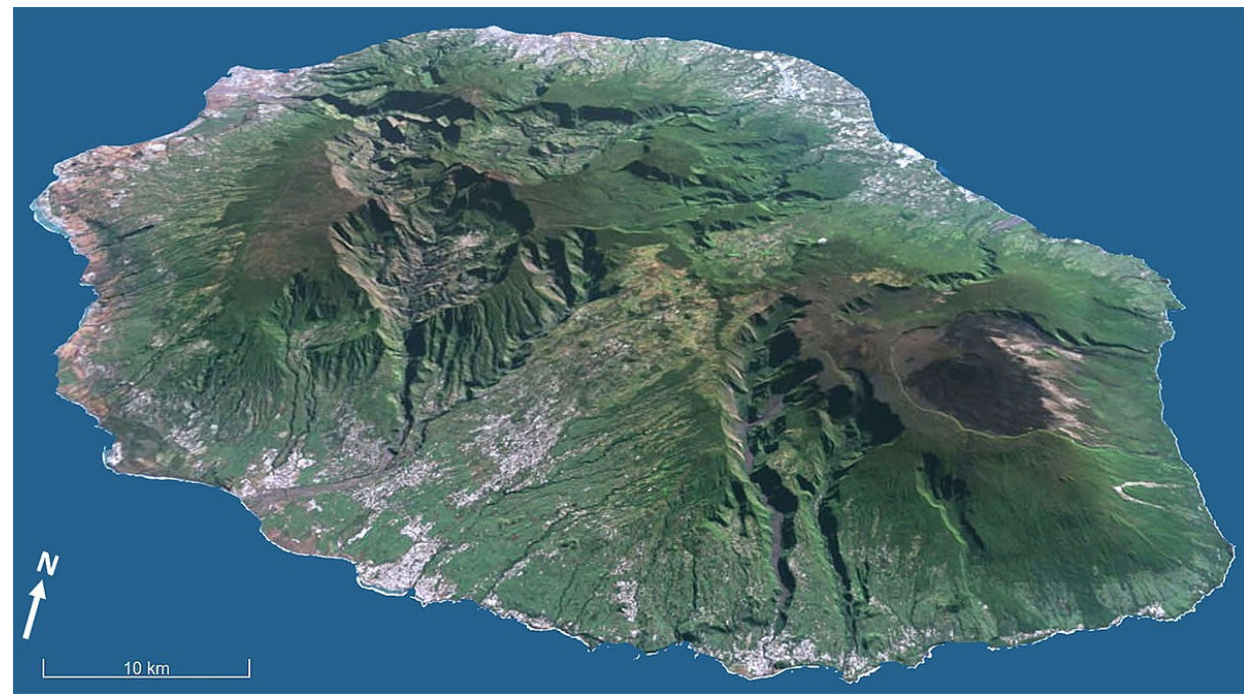
2-un déplacement des plaques vers le nord.est

Notez la présence d'une dorsale traversant cet alignement. Elle est responsable du décalage vers le nord de l'alignement

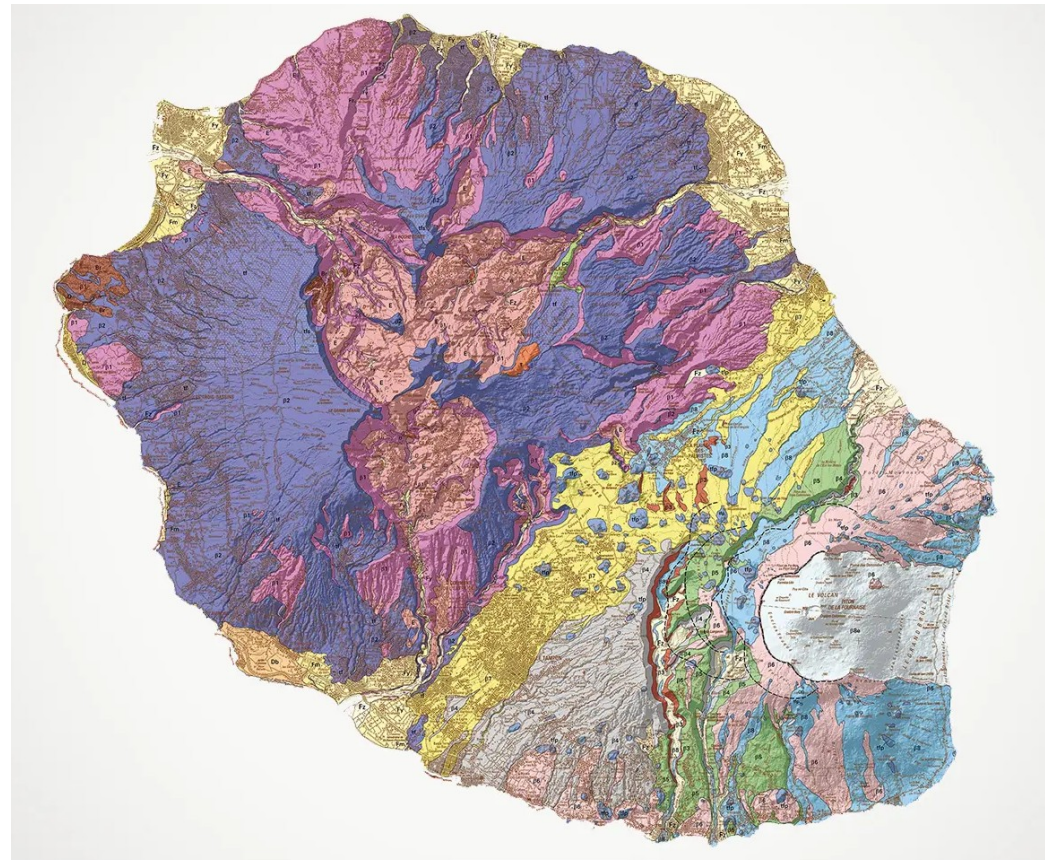
Autres marqueurs

- tomographie sismique : anomalie négative profonde
(lim manteau-noyau)
- magmatisme calco alcalin

2-structure géologique de la réunion



✂ Réaliser une carte structurale simple de la Réunion à l'aide des diapos suivantes



2-structure géologique de la réunion

-massif du Piton des neiges

(-3Ma → - 11 000 ans) + 3000m

Volcan polygénique

Basaltes (E. effusives)

→ trachytes (E. explosives)

Série alcaline

3 cirques (caldéra+érosion)

-massif du Piton de la fournaise

(550 000 ans → auj) +2600m

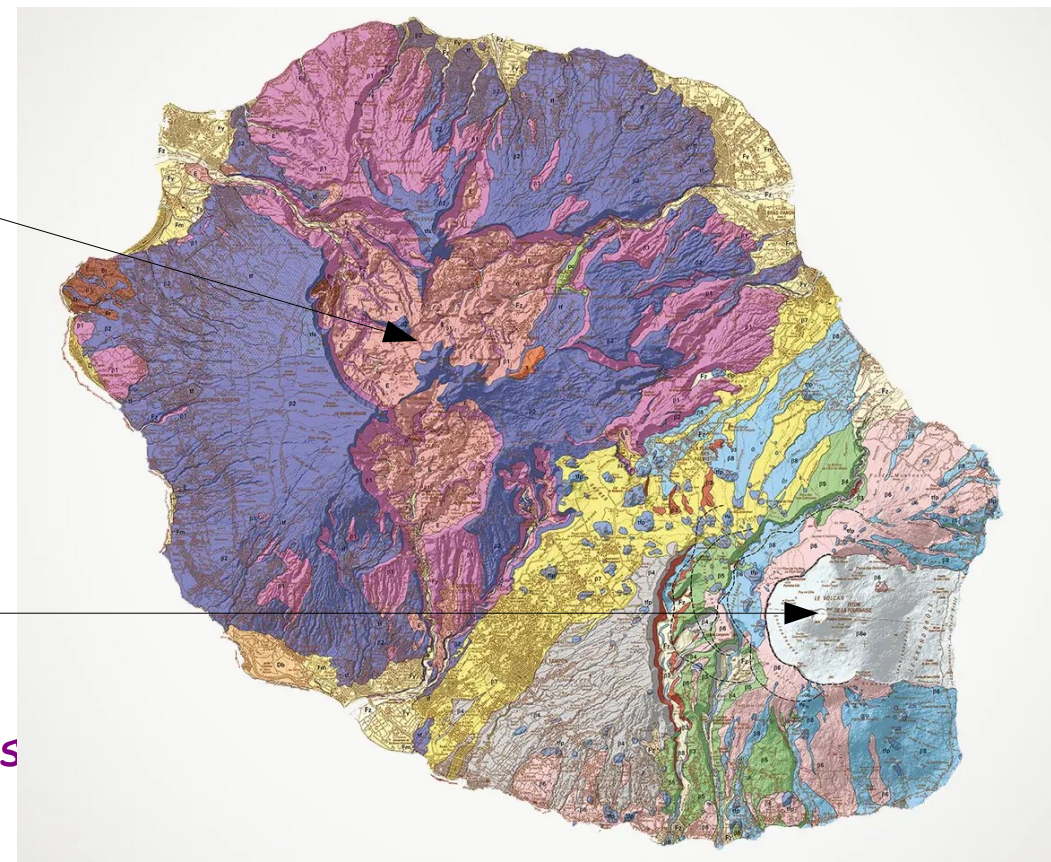
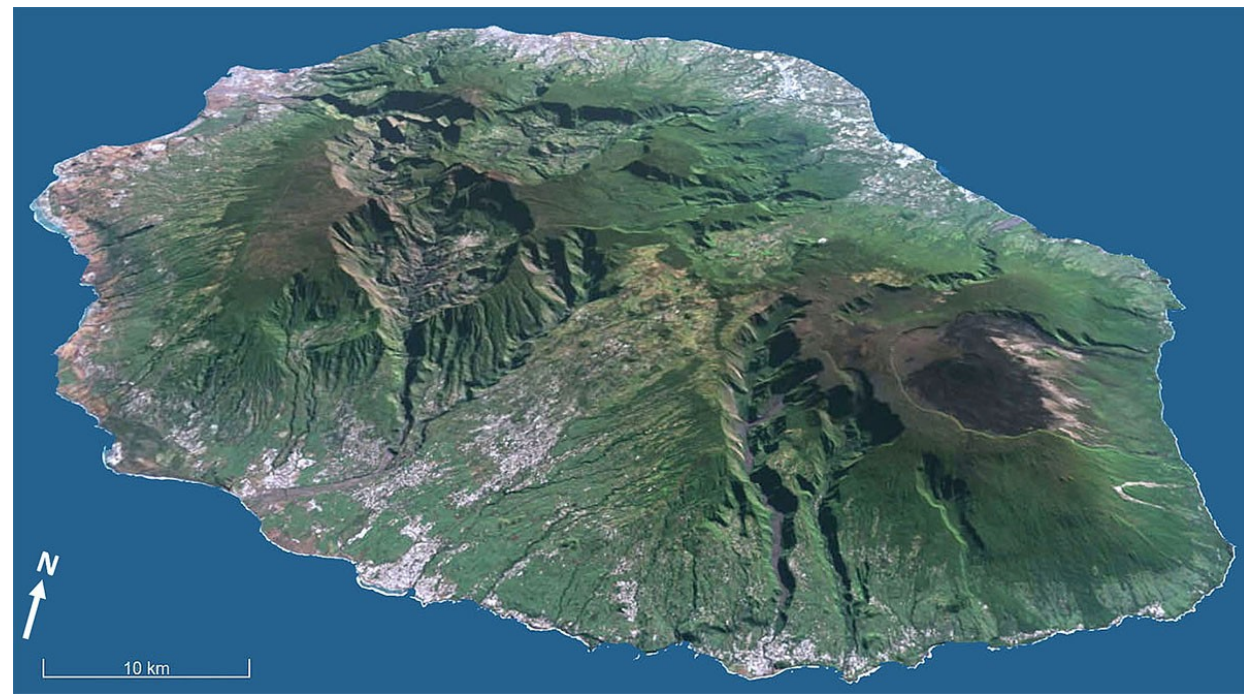
Volcan polygénique bouclier

basaltes

Présence aussi d'une caldéra

Polygénique : formé suite à plusieurs éruptions

Volcan bouclier : cône très aplati



2-structure géologique de la réunion

Éruption janvier 2022 du Piton de la Fournaise

🗍 légènder et caractériser cette éruption



2-structure géologique de la réunion

41

Éruption janvier 2022 du Piton de la Fournaise

Éruption effusive associée à un magma fluide basaltique

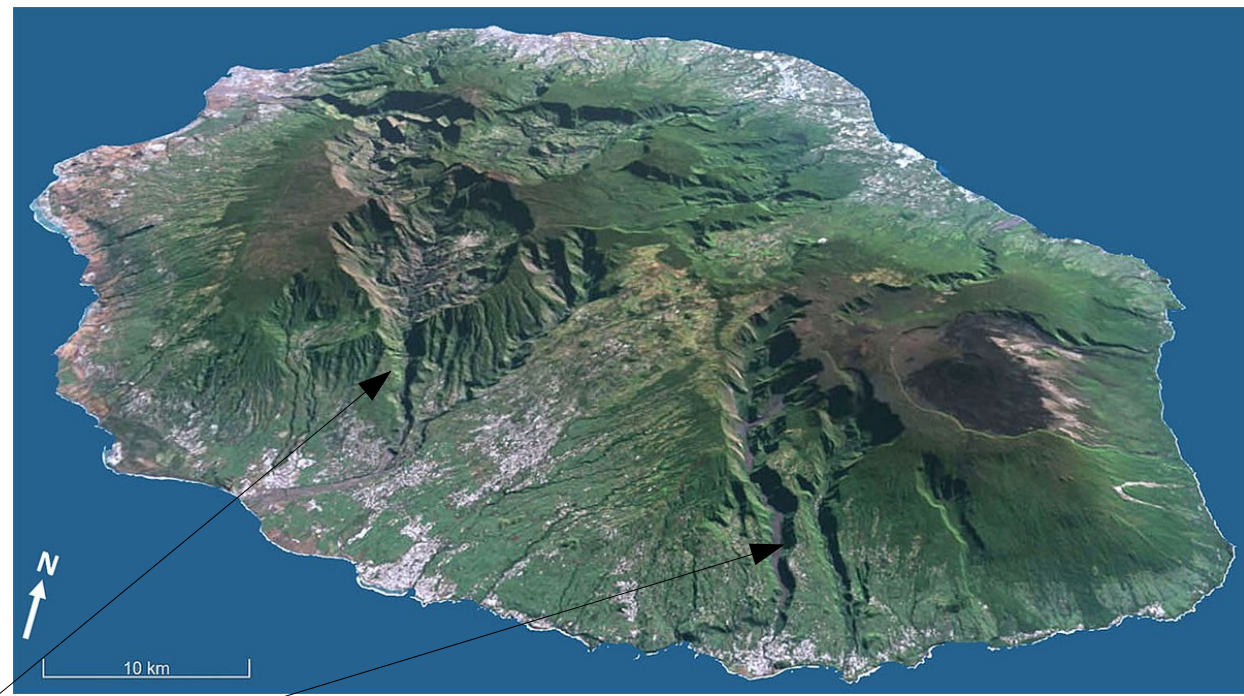
Coulée

fontaine de lave

cône



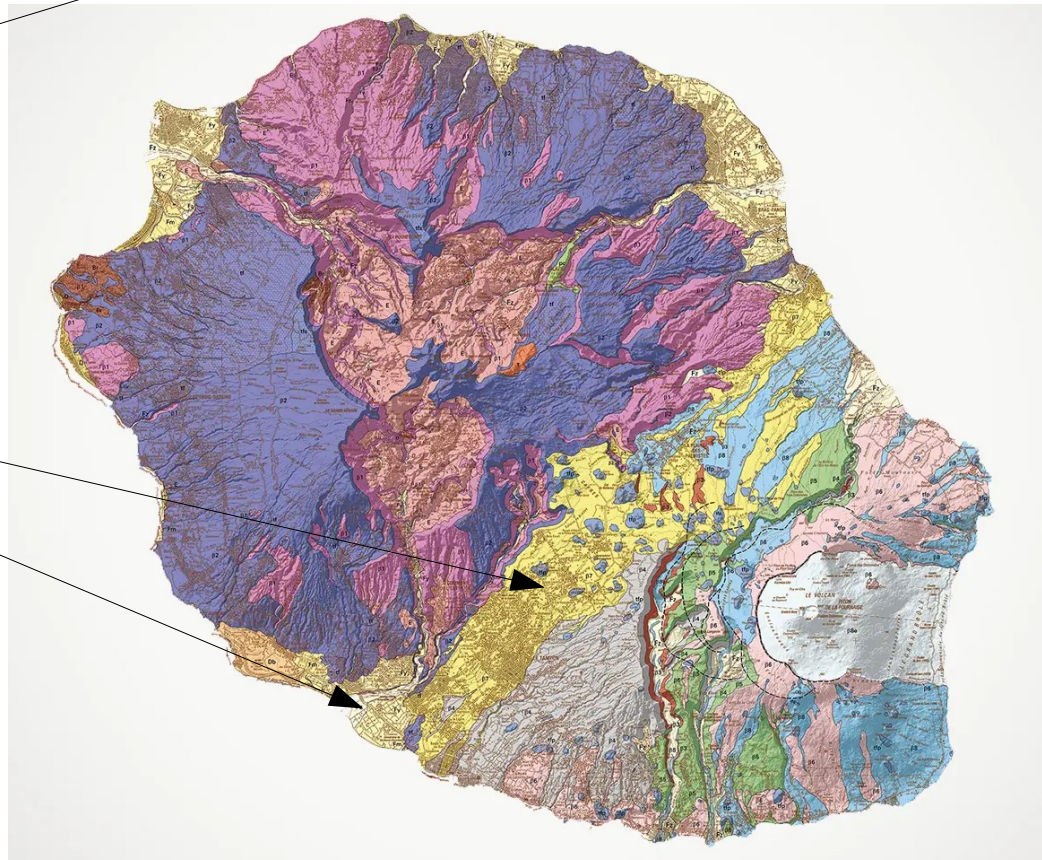
2-structure géologique de la réunion



RAVINS

Attestant d'une **érosion** torrentielle importante et de glissement de terrain

Sédiments détritiques

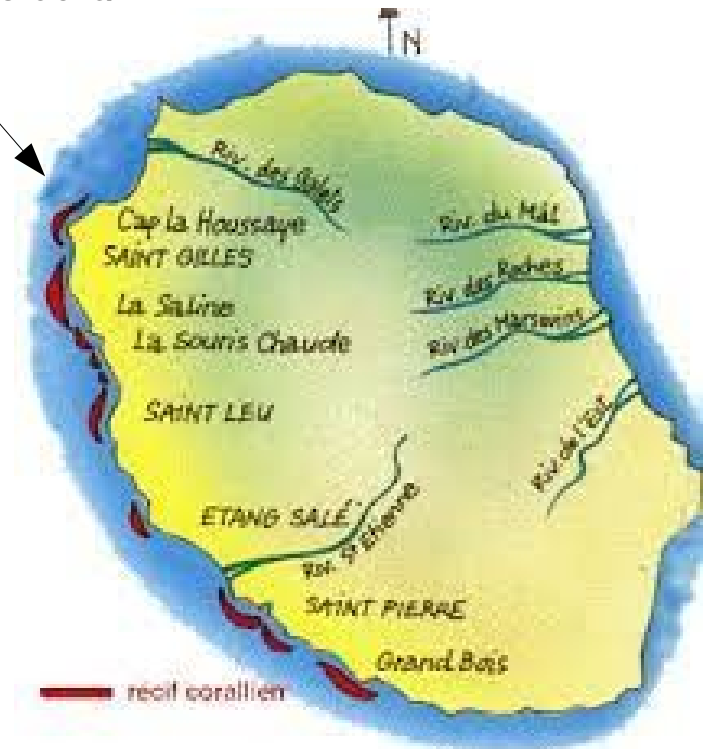


Récifs coralliens : sédimentation carbonatée



Lagon

Barrière de corail



recif corallien

-enjeux important 865 000 habitants (344 hab/km²)

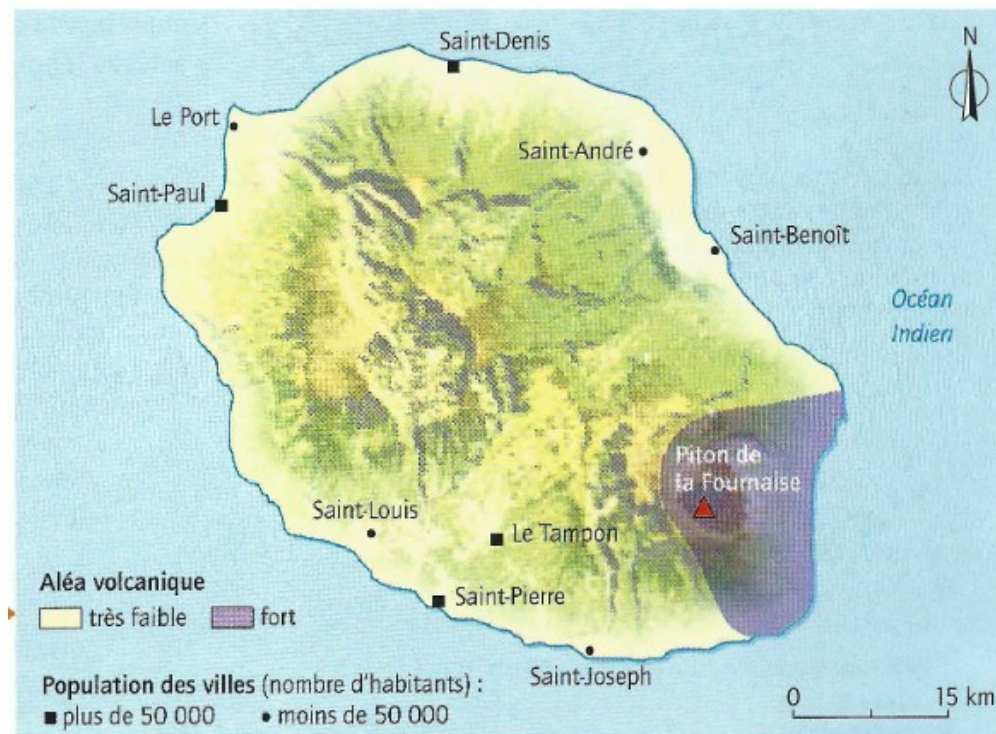
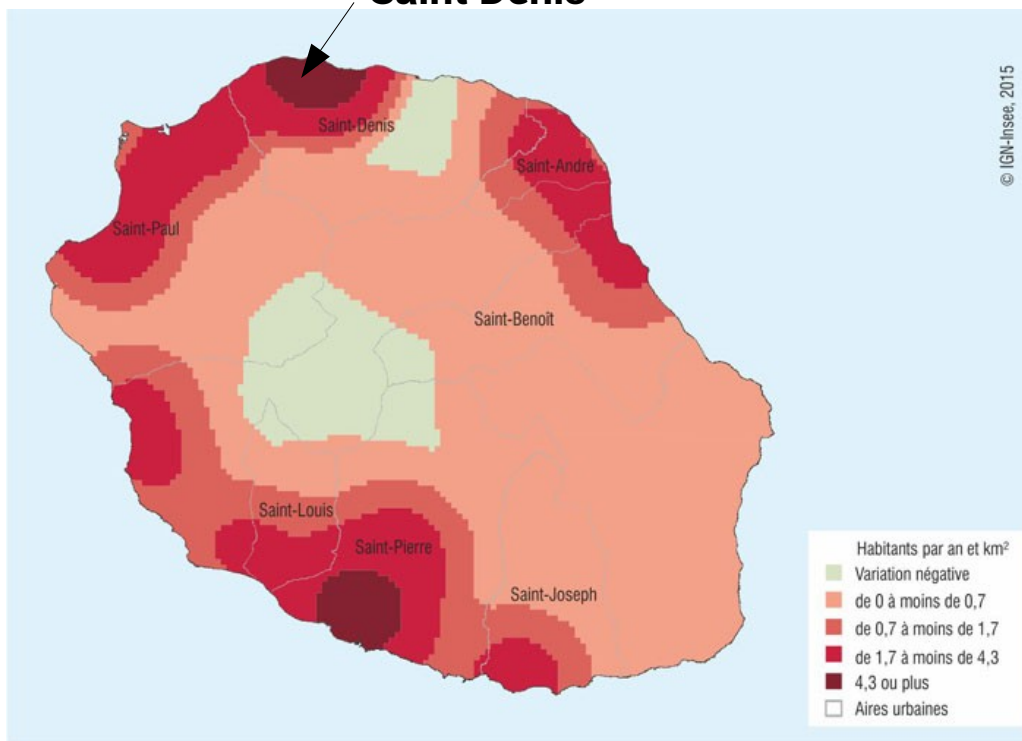
-aléa volcanique fort mais vulnérabilité modérée

un des volcan les + actifs (1 erup/9mois) mais aussi un des + surveillés
Éruption effusive lente permet l'évacuation, et zone non constructible

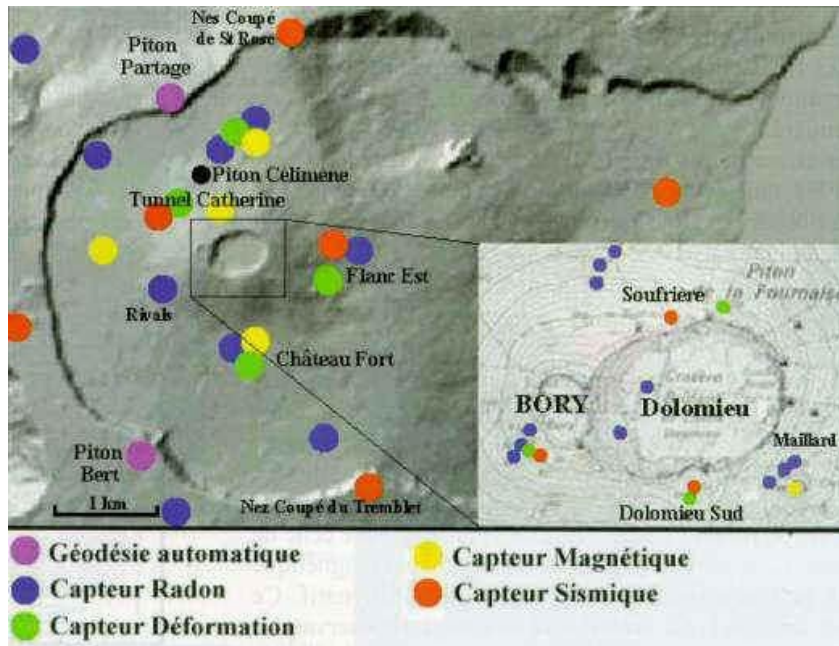
-aléa sismique faible

Associé aux mouvements du magma

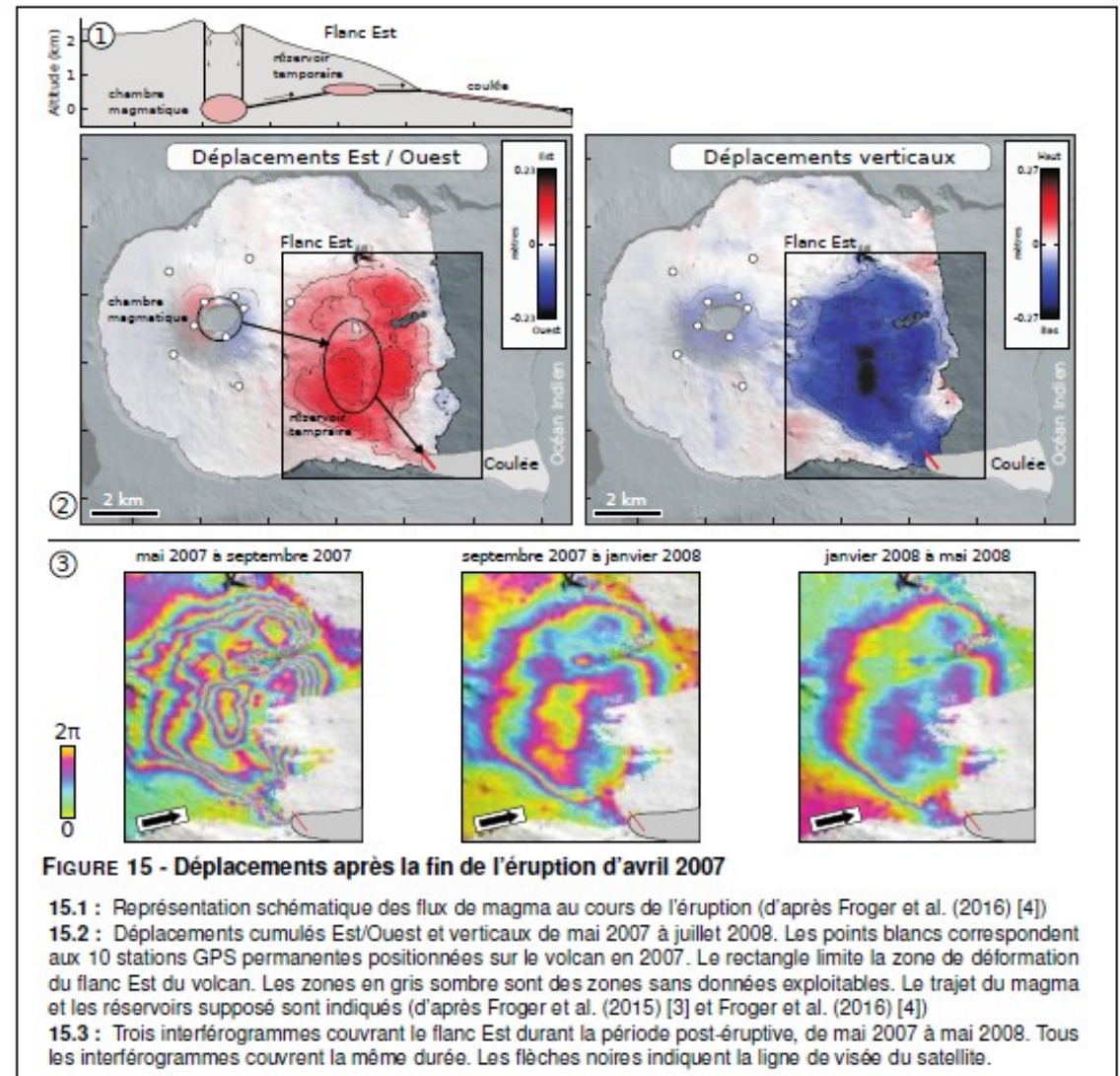
Saint Denis



RQ : un des volcan les + surveillés au monde !

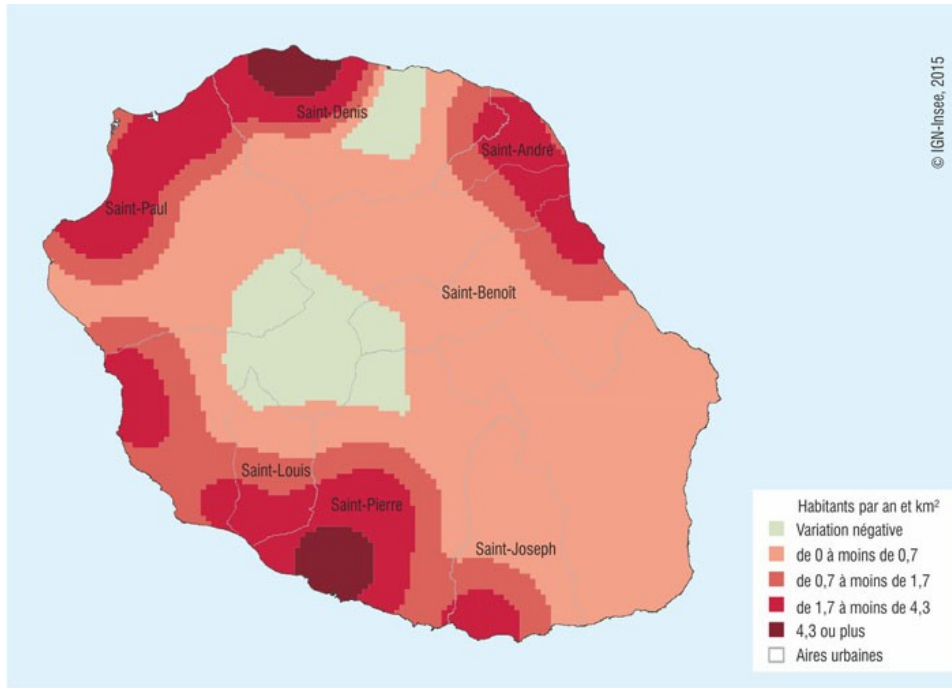


Cf : fiche technique interdéferométrie Radar + sujet AGRO 2022

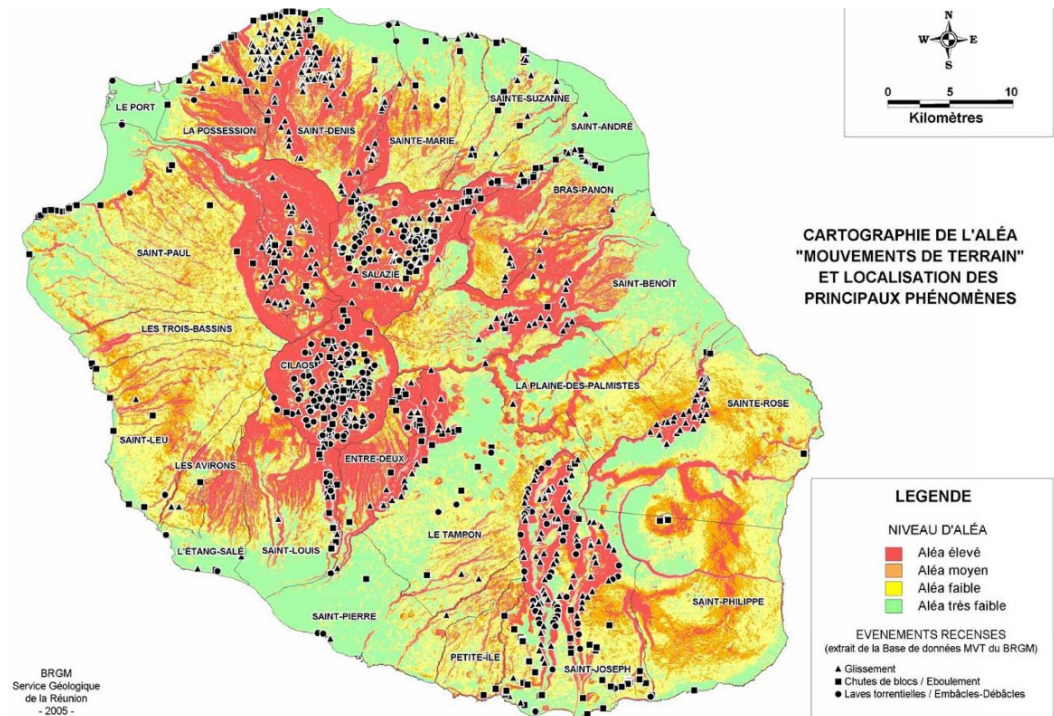


Autres risques telluriques :

- glissement de terrain



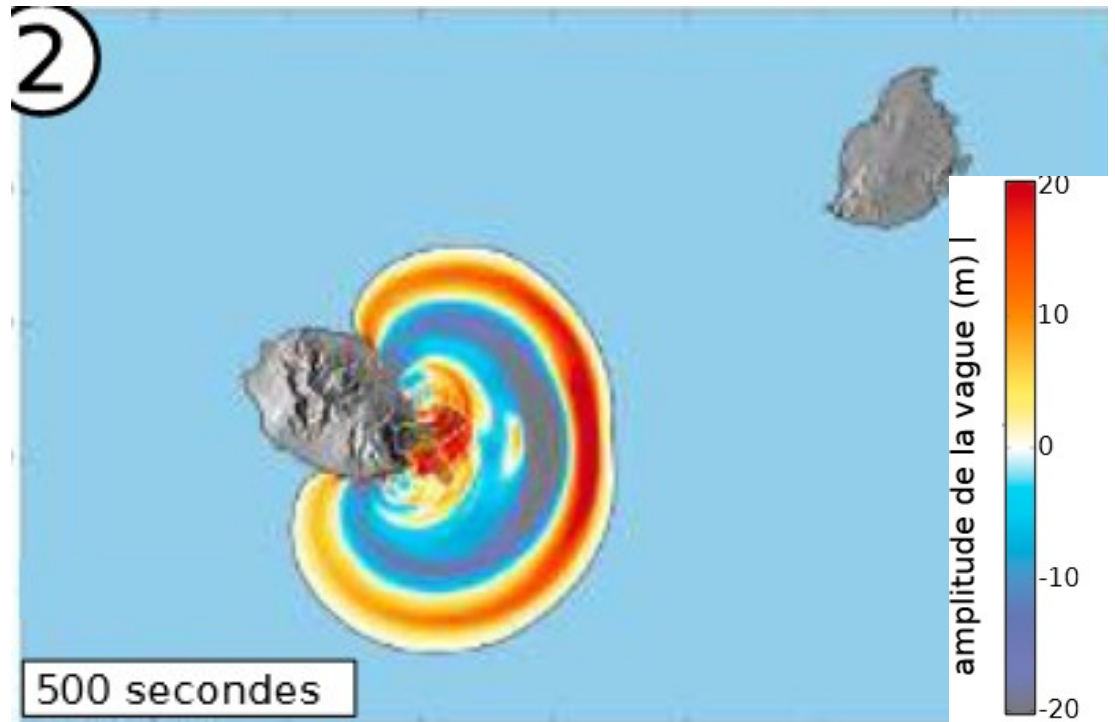
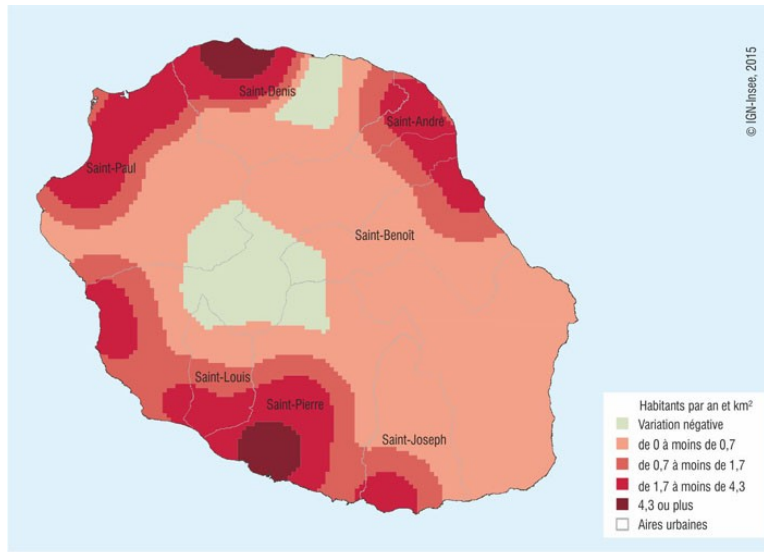
Source : Insee, recensements de la population 2006 et 2011.



Autres risques telluriques :

- glissement de terrain
- tsunami

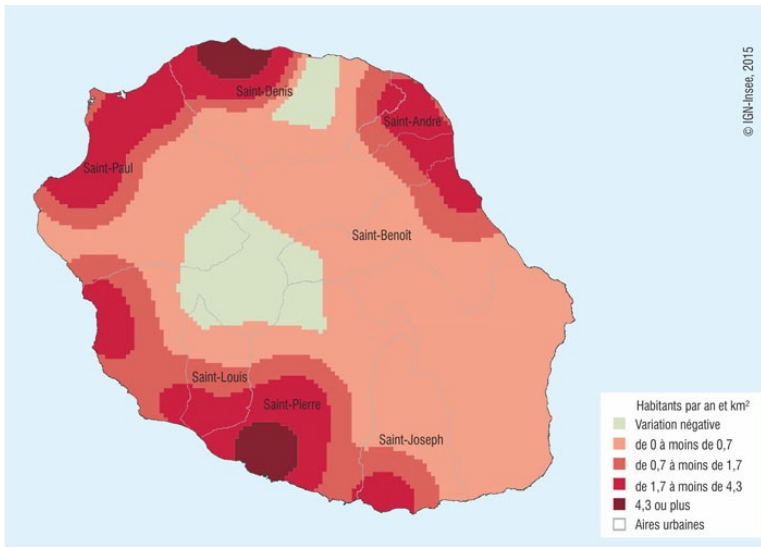
cf agro 2022 : modélisation lien volcanisme → glissement de terrain → tsunami



risques atmosphériques

-Cyclone

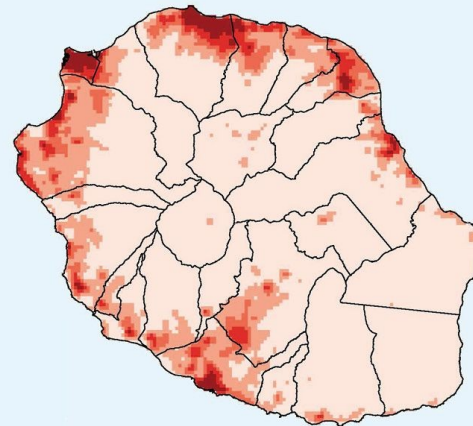
En relation avec la position intertropicale la réunion est sur le passage de nombreux cyclones



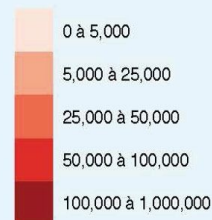
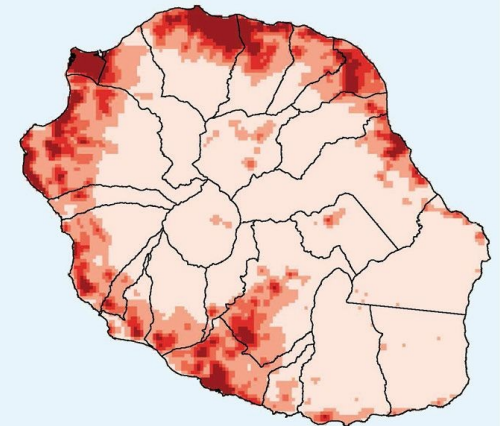
Source : Insee, recensements de la population 2006 et 2011.

© IGN-Insee, 2015

Coûts contemporains



Coûts futurs



Ces cartes représentent une estimation de la moyenne des pertes économiques (en euros constants de 2018) engendrées par le passage aux alentours de La Réunion de cyclones ayant des caractéristiques climatologiques «contemporaines» et «futures» .

risques atmosphériques

- Cyclone

- inondations

en relation avec le passage des cyclones et les nombreux ravins

Il y a aussi un risque important de feux de forêt facilement propagés par les vents forts

