

## **Annexe 7**

### **Observatoires volcanologiques et sismologiques IPGP aux Antilles**

**Steve Tait**  
**Institut de physique du globe de Paris**

#### **Images 1-3**

Il y a une réponse française aux Antilles pour la problématique séismes/tsunamis. L'IPGP, à travers ses observatoires volcanologiques et sismologiques permanents en Guadeloupe (OVSG) et Martinique (OVSM), apporte une contribution forte à cette réponse. Ces observatoires ont bâti un partenariat avec le Seismic Research Center (SRC) de l'Université des West Indies (responsable pour la surveillance sismologique et volcanologique des îles anglophones) pour surveiller l'essentiel de l'Est Caraïbes. Actuellement l'IPGP et le SRC ont un contrat avec le gouvernement de Montserrat pour superviser le fonctionnement du Montserrat Volcano Observatory, responsable pour la surveillance du Soufrière Hills Volcano, en éruption depuis 1995. Les Américains travaillent dans la région à partir du laboratoire sismologique de Porto-Rico et se portent candidat pour mettre en place un centre d'alerte au tsunami dans la région: le «Caribbean Tsunami Warning Center» ou CARTWS.

Avec le SRC, l'IPGP est en train de mettre en place un réseau d'instruments de surveillance géophysique, essentiellement (sismologique, géodésique et marégraphique) à l'échelle de l'Arc des Petites Antilles, qui nous permettrait de construire un observatoire permanent du processus géodynamique de subduction. Le projet global coûterait de l'ordre de 5 millions d'euros et a reçu un soutien fort des collectivités locales en Guadeloupe et Martinique à travers les fonds «FEDER». Les stations, dont l'essentiel seront construites courant 2011/2012 comportent plusieurs instruments, pour l'essentiel un sismomètre large bande, un accéléromètre, un GPS continu. Certaines de ces stations jouent aussi un rôle de relai de transmission d'un marégraphe pas loin localisé sur la côte. Les données des toutes ces stations sont transmises par voie satellitaire (technologie dite VSAT) à trois «hubs» de réception, localisé respectivement en Guadeloupe, Martinique et Trinidad, ce qui devrait permettre le système de fonctionner même en cas d'un séisme majeur qui causera de gros dégâts.

#### **Images 4-5**

Ici, on voit la sismicité ayant eu lieu dans une tranche de l'arc au sud de la Guadeloupe projetée sur une image de structure, obtenue par des expériences de sismique actif (voir article cité en bas du diagramme). Chaque unité géologique identifiée par une couleur, correspond à une vitesse sismique caractéristique. On voit que l'essentiel de la sismicité se trouve au niveau de la croûte de la plaque caraïbe, jusqu'en bas de la croûte avec peu de séismes projetant proche de l'interface de subduction même. Il y a beaucoup de séismes qui se situent dans cette projection au niveau de l'arc volcanique, également jusqu'à la croûte profonde. Énormément de ceux-ci appartiennent à la séquence de répliques qui a suivi le «séisme des Saintes» en 2004 (voir image 7 plus bas). La déformation de la plaque caraïbe au-dessus de l'interface de subduction est donc très importante, sans doute en partie en raison du fort couplage mécanique entre plaques chevauchée et chevauchante. La subduction est un peu oblique, ce qui engendre un partitionnement du glissement tel que le mouvement relatif des plaques est accommodé sur un ensemble de failles avec des sens de glissement différents. On voit également de la sismicité à des profondeurs plus élevées (dans le manteau) liée au plongement de la plaque subductée.

### **Image 6**

Carte des acquisitions GPS. Chacune des nouvelles stations que nous sommes en train de mettre en place ou qui est planifiée dans un avenir proche va être équipée d'une antenne GPS. Avant d'obtenir cette couverture plus homogène de point de vue de l'instrumentation, les données GPS dont on dispose incluent celle provenant de stations permanentes et celle mesurées lors des campagnes. On voit essentiellement que les stations sur les îles de l'arc volcanique montrent un déplacement plutôt parallèle à la fosse, ce qui exprime le partitionnement du glissement lié à la subduction oblique. Ces déplacements sont concentrés sur un système de failles appelé «Montserrat-Bouillante» qui coupe toutes les îles. Les tremblements de terre enregistrés sur ces failles montrent typiquement un mélange de mécanismes au foyer en faille normale et en décrochement.

### **Image 7**

On y voit à gauche une cartographie en terre et en mer du système de failles qui vient d'être cité aux alentours de l'île de Montserrat. Ce système de failles coupe l'île de Montserrat au niveau du volcan du Soufrière Hills, qui est en activité depuis 15 ans. A droite, on voit une cartographie des failles et des édifices volcaniques sous-marins entre les îles des Saintes (appartenant à l'archipel de la Guadeloupe) et le nord de la Dominique. Si l'on suit vers le nord l'axe défini par l'azimut de la faille qui a rompu lors du séisme des Saintes, on arrive à la Soufrière de Guadeloupe sur Basse Terre. Vers le sud, l'azimut de cette faille, va couper le volcan «Morne aux Diables» qui se trouve dans la partie nord de la Dominique.

### **Image 8**

Au niveau bathymétrique apparaît clairement la largeur du plateau insulaire autour de la Guadeloupe. Les flèches signalent des régions au les petits fonds s'étendent assez loin au large des côtes. Ce type de plateau avec une mer peu profonde est typiquement le genre de zone où des tsunamis sont amplifiés lors de leur arrivée sur les côtes comme décrit dans l'exposé de François Schindelé. Il y a notamment un tel large plateau au sud de Pointe à Pitre. On voit également une cartographie des failles qui peuvent être identifiées grâce à l'effet de leur activité sur la topographie des fonds marins.

### **Image 9**

Certaines zones ont été sélectionnées pour des campagnes bathymétriques de petits fonds à plus haute résolution. On peut par cette approche détecter les failles en fonds marins, les connecter avec le système de failles sur les îles et ainsi on peut arriver à faire un catalogue des sources potentiellement tsunamigènes.

### **Image 10**

Cette carte fait représente un résumé des campagnes d'acquisition de données en mer dans la région autour des îles de l'arc des Antilles. Dans la zone indiquée en rouge, les sources sont très peu connues pour l'instant, et une campagne de mesures bathymétrique appelé «NORANTILLA» a été proposée mais pas encore programmée. Dans les zones vertes des campagnes ont déjà eu lieu et les failles sont mieux connues.

### **Image 11**

Sont résumées ici les actions entreprises ou auxquelles participent avec ses partenaires les observatoires volcanologiques et sismologiques des Antilles de l'IPGP, tant sur le plan de l'instrumentation, de la cartographie ou de la coopération internationale, notamment pour contribuer à la mise en place d'un système d'alerte aux tsunamis pour le bassin de la caraïbe. Les acquisitions bathymétriques qui sont en partie achevées. Il y a des projets instrumentaux

en cours à l'échelle de l'Arc, qui sont pilotés par les observatoires sur place, en collaboration avec le SRC Trinidad. Nous avons une réception simultanée de toutes les données satellitaires (en Martinique, Guadeloupe et Trinidad). La livraison des projets instrumentaux est prévue pour fin 2012.

Le système d'alerte tsunami : la quatrième rencontre du groupe de coordination intergouvernementale (ICG IV) a été organisée en 2009 par l'Observatoire de la Martinique avec le fort concours du Conseil général de la Martinique. La sixième réunion (ICG VI) est prévue en République Dominicaine fin avril de 2011. Les participants de la délégation française appartiennent à l'IPGP, l'Université Antilles-Guyane, Météo-France, l'État-Major Zone Antilles, avec des observateurs des conseils généraux et conseils régionaux, avec un financement européen. Il y a donc une forte prise de conscience des hommes et femmes politiques sur le plan local. La Barbade préside l'ICG, et il y a trois vice-présidents : le Venezuela, la France et les États Unis.

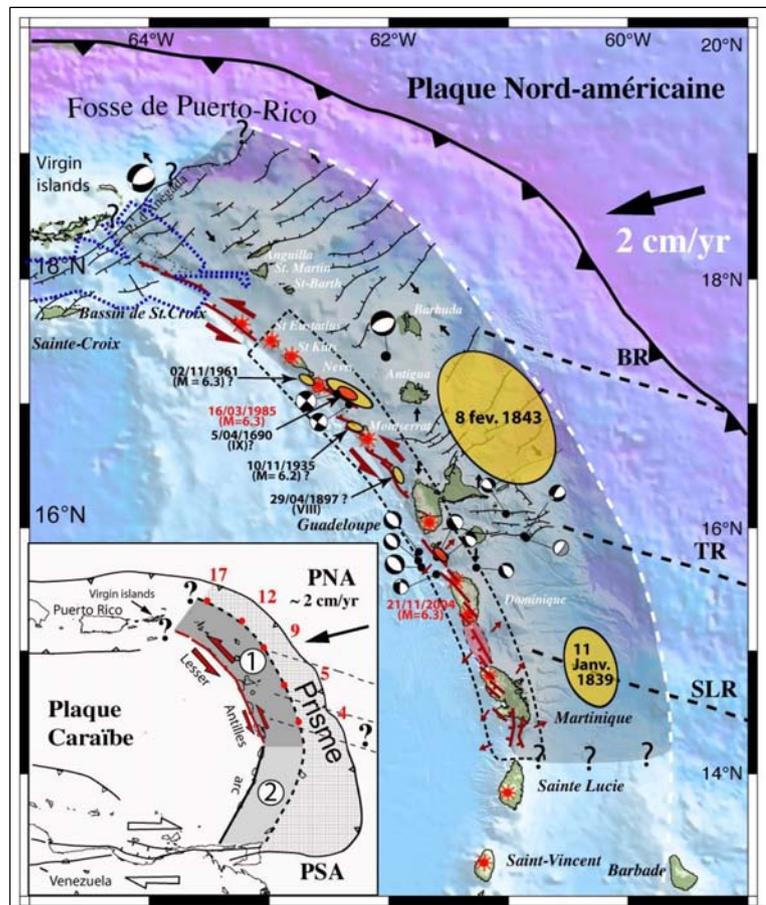
# Observatoires Volcanologique et Sismologique IPGP (Antilles)

Préparé par:-

Guadeloupe (OVSG)  
Jean-Bernard de Chabalier  
Marie-Paule Bouin

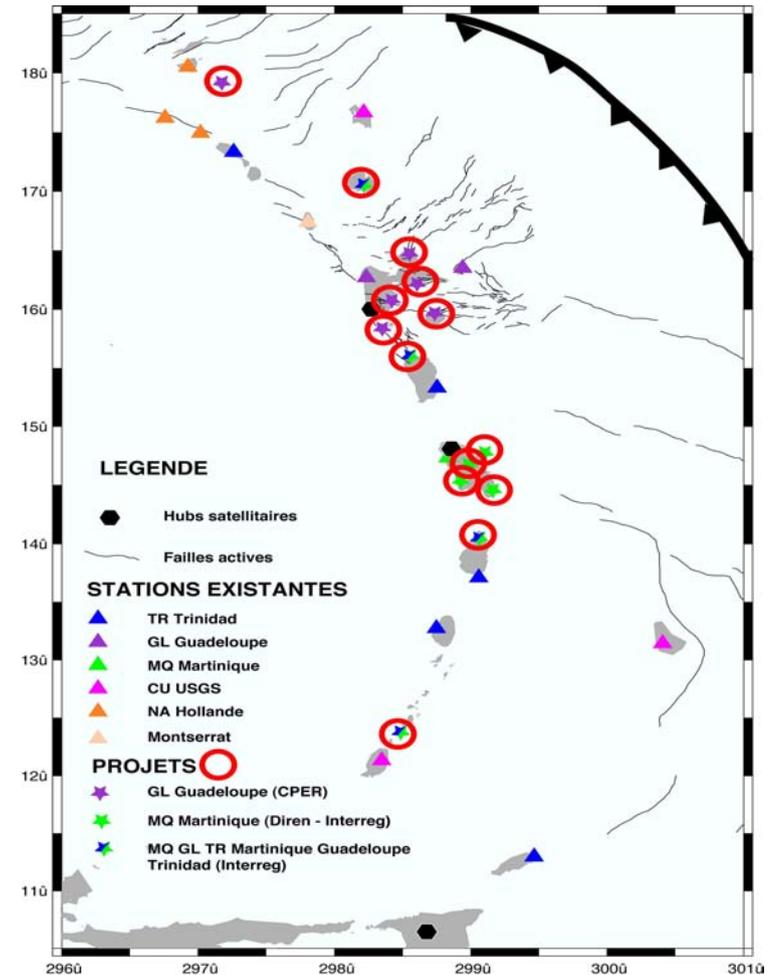
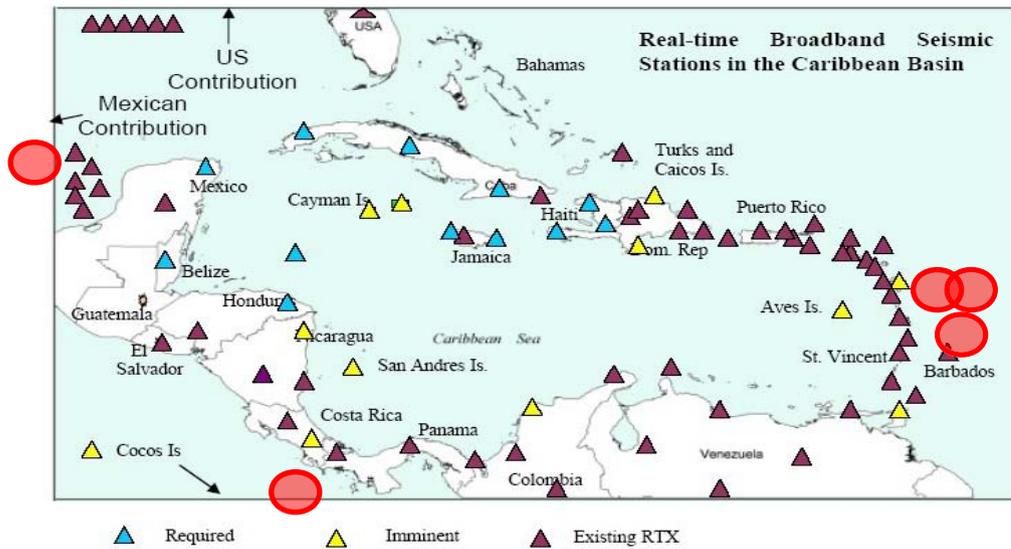
Martinique (OVSM)  
Valérie Clouard

IPGP à Paris  
Nathalie Feuillet  
Pascal Bernard  
Alexandre Nercessian  
Steve Tait



- ## Caribbean Subduction
- Caribbean Tsunami Warning System
  - Strong motivation: Puerto Rico
  - Partneriat SRC Trinidad, (Eastern Caribbean)

Annex 2: Real-time Broadband Seismic Stations in the Caribbean Basin.



## **Arc-scale instrumental projects:**

OBSARC (CPER Guadeloupe, J-B de Chabalier.)

TSUAREG (INTERREG IV, V. Clouard)

## **Bathymetric acquisitions (N. Feuillet, C. Deplus, IPGP):-**

AGUADOMAR

BATHYSAINTES

GWADASEIS

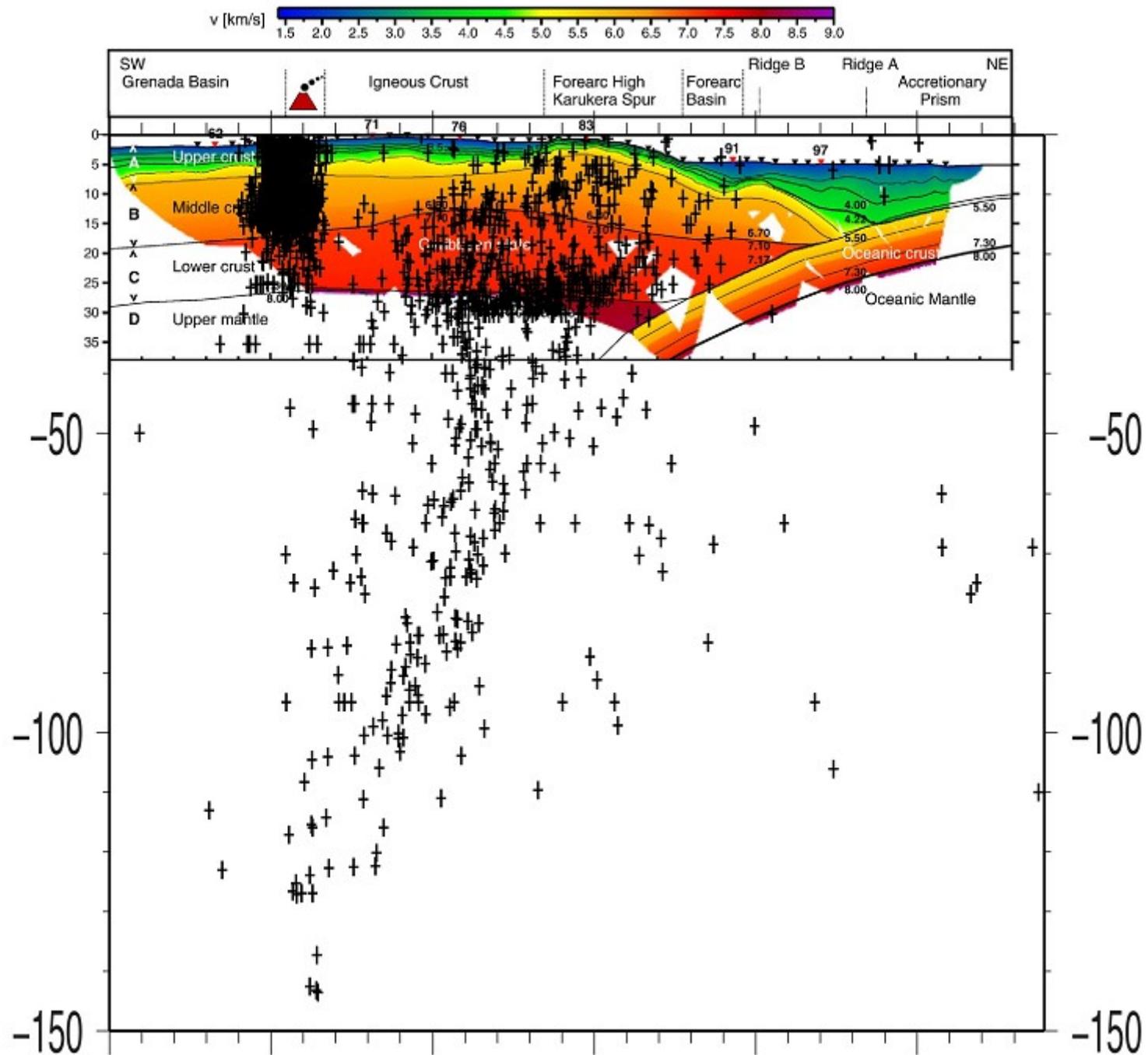
Litto-3D (-30m. À +10m) - IGN

Martinique, Guadeloupe

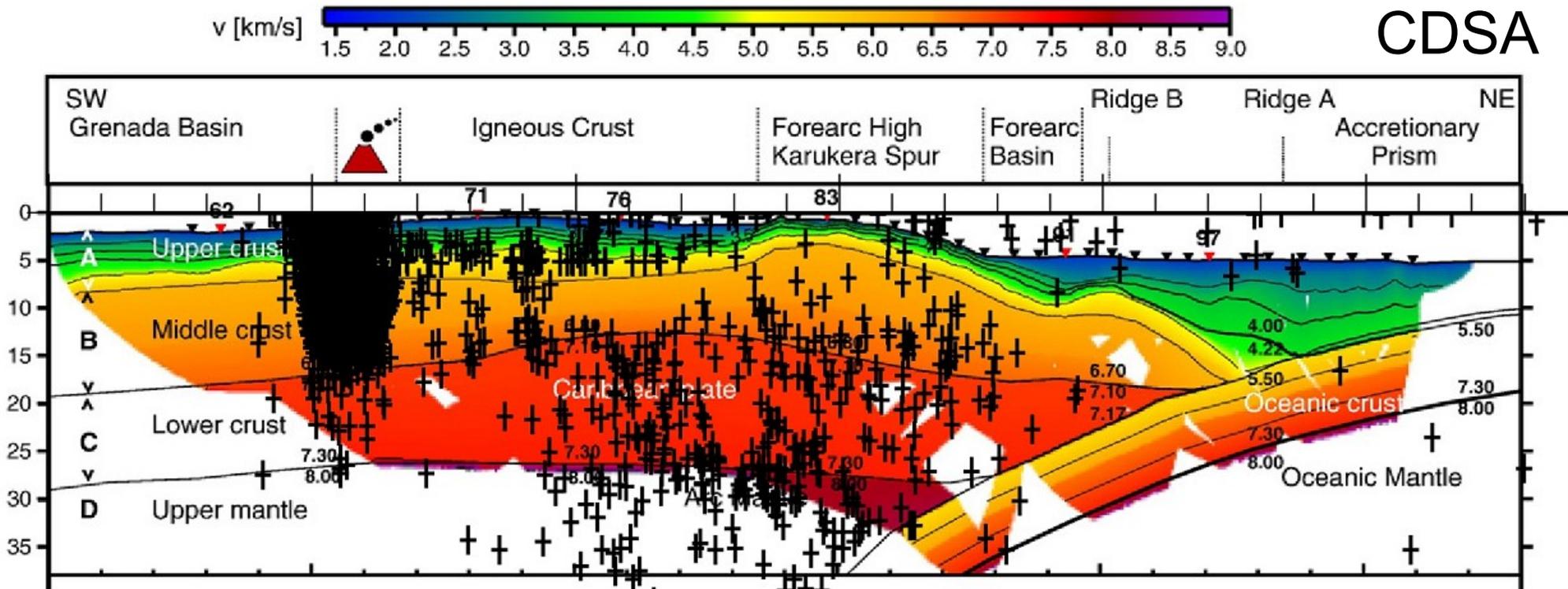
Planned:

NORDANTILLA

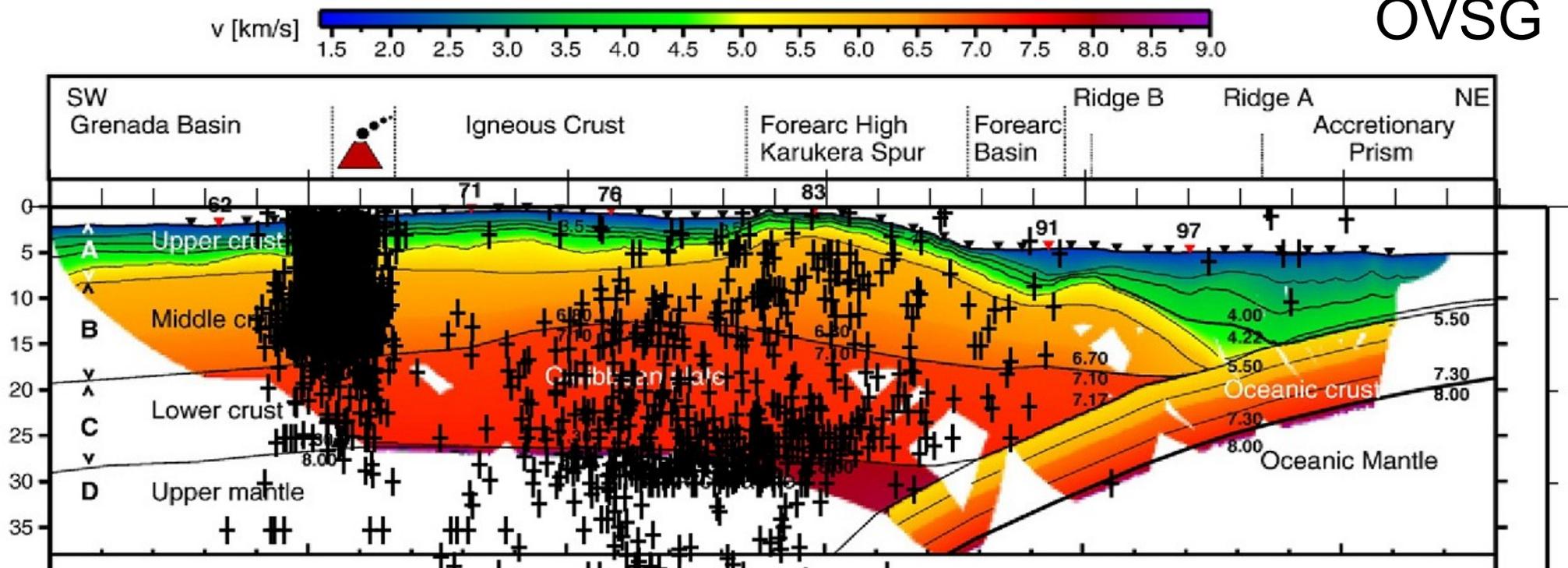
# OVSG – deep seismicity



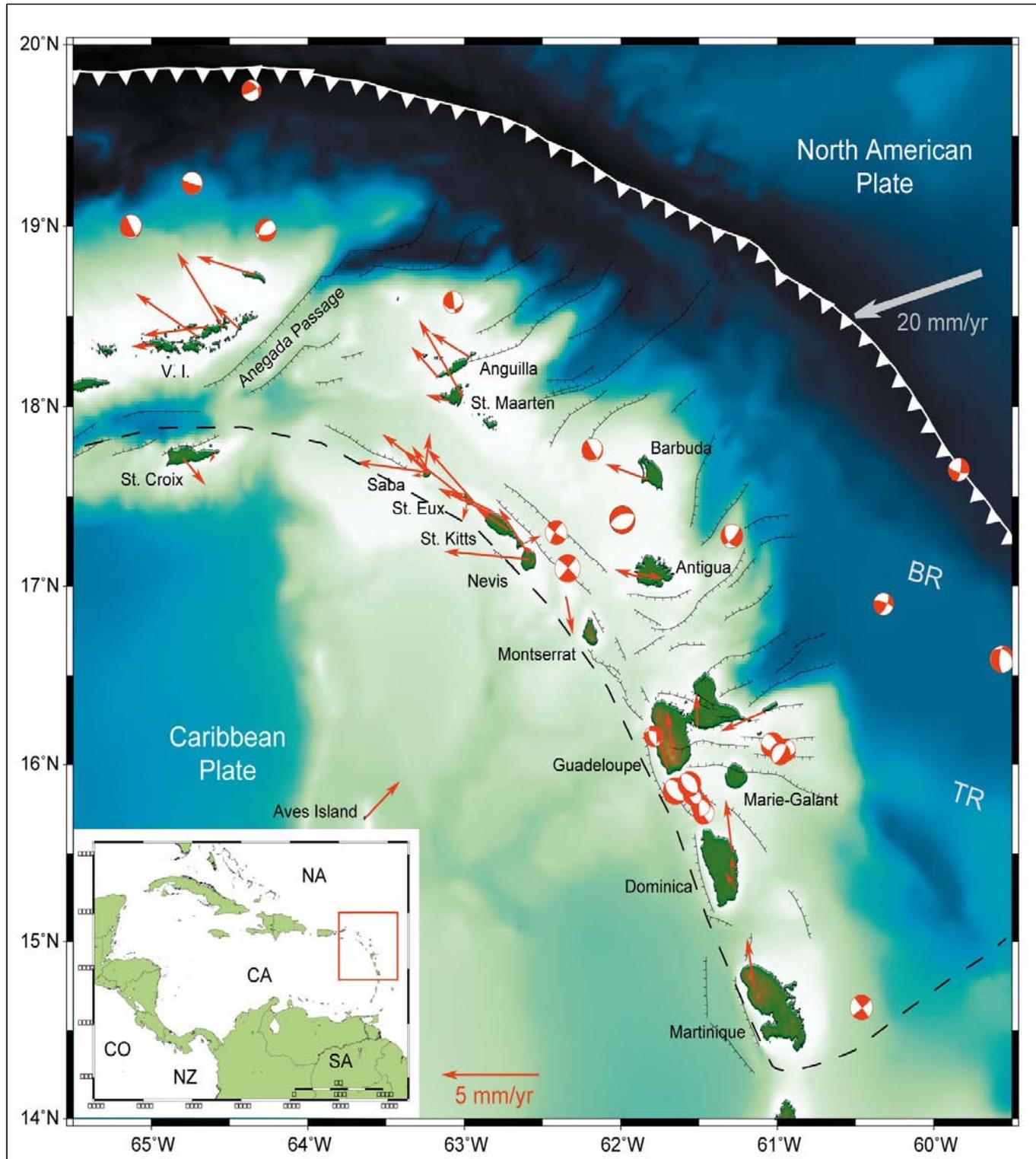
# CDSA



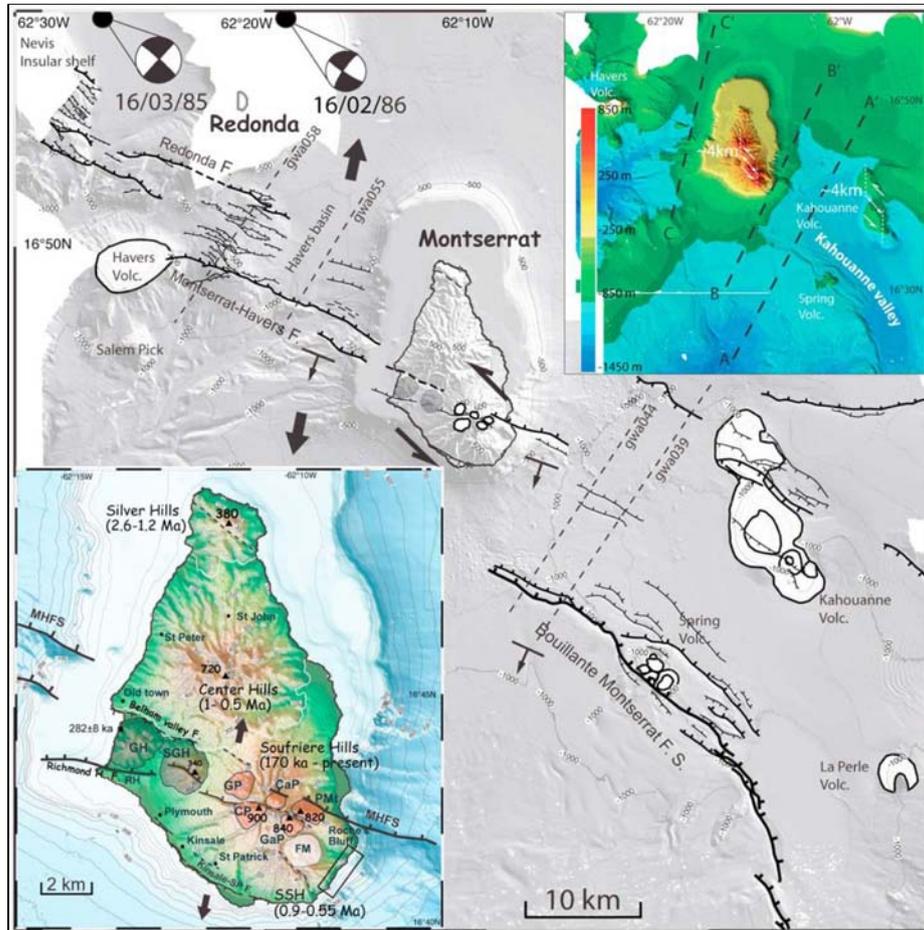
# OVSG



GPS:  
Slip-Partitioning  
response to  
oblique  
convergence



# Bouillante-Montserrat fault system



# « Les Saintes » earthquake November 2004

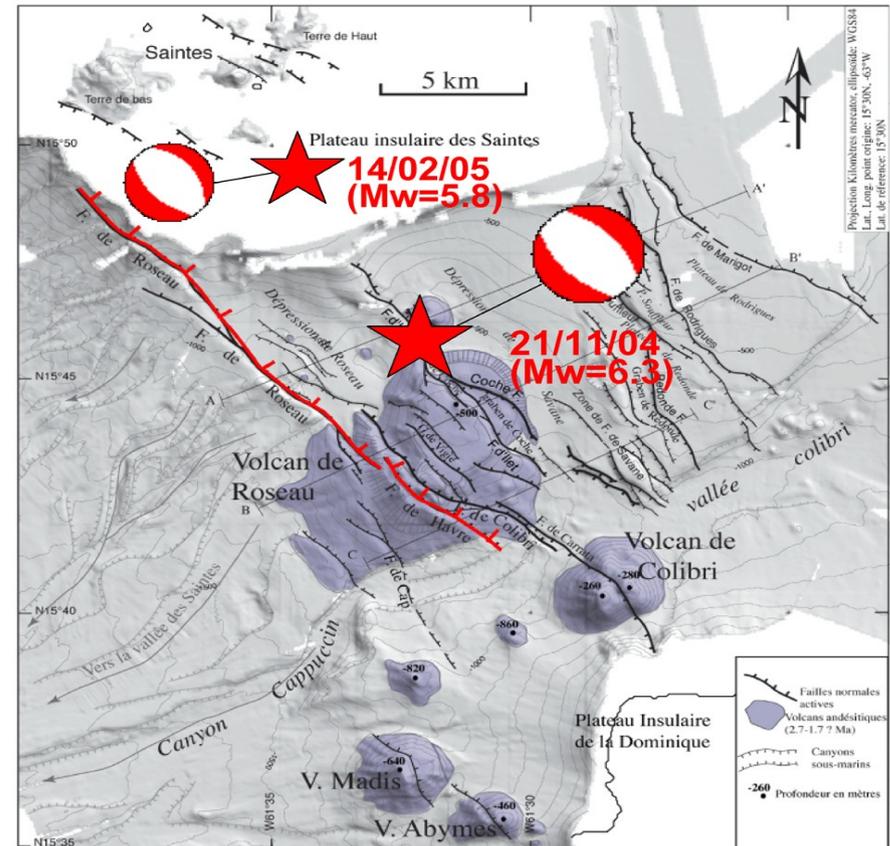
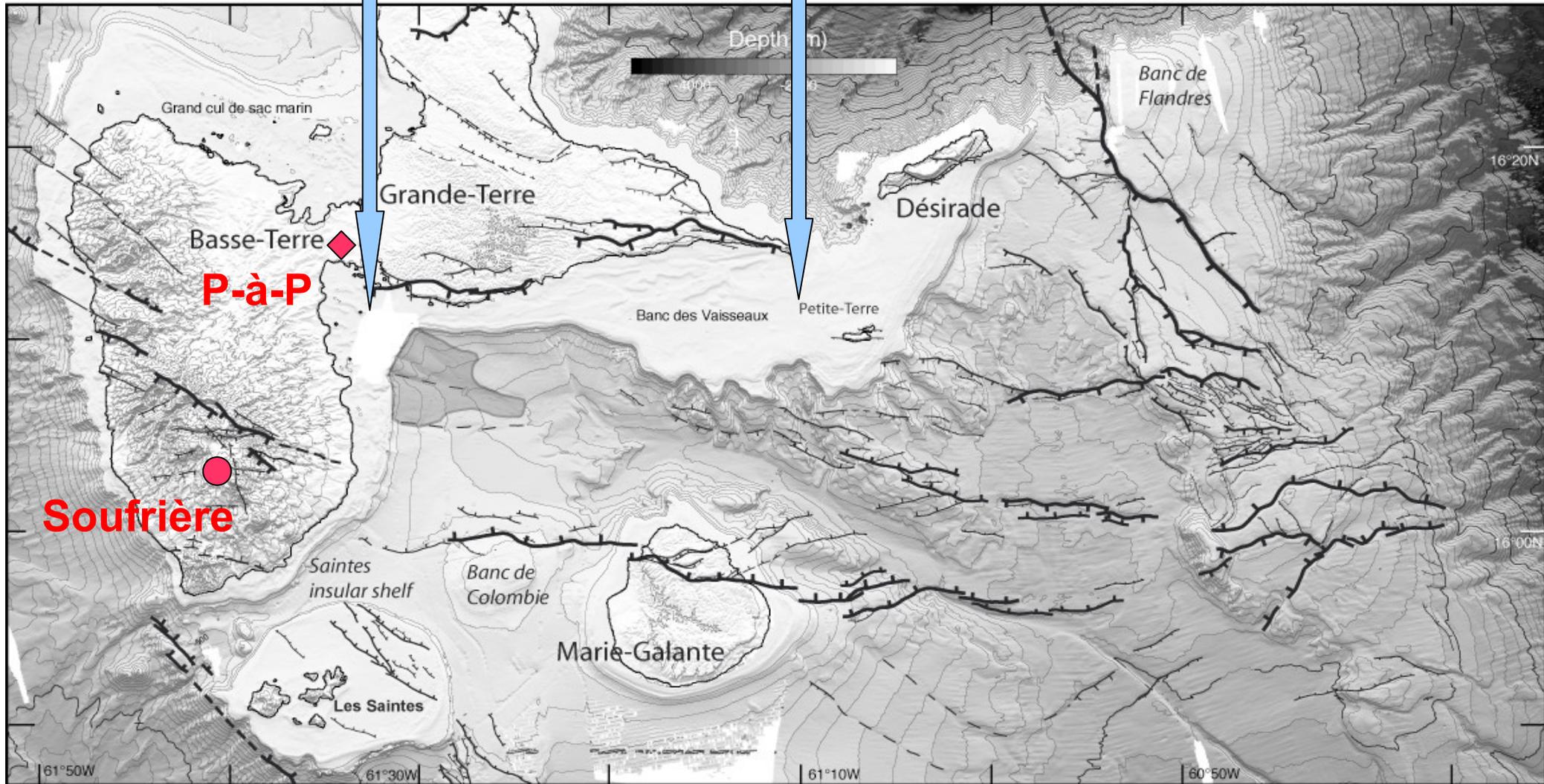
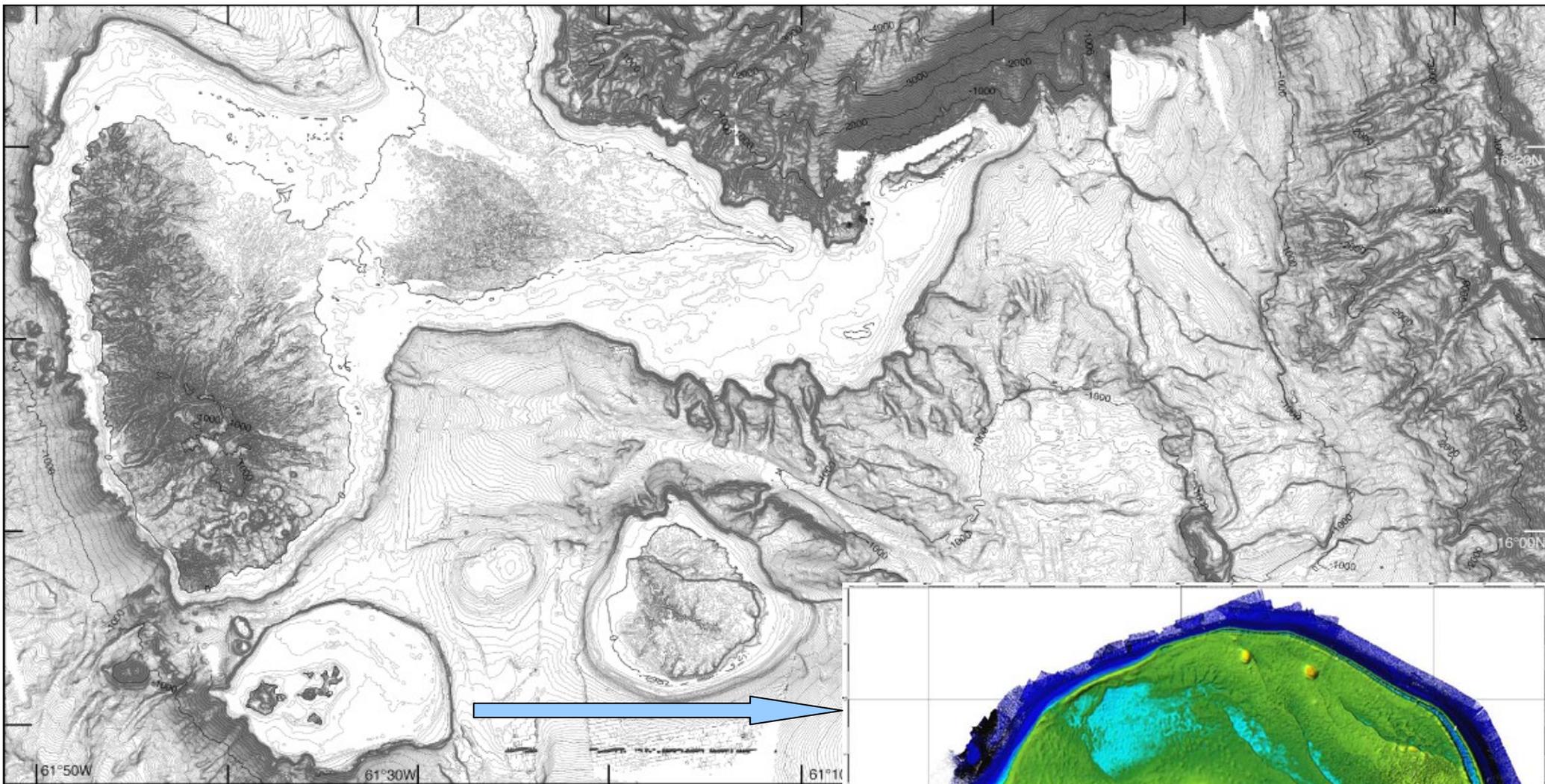


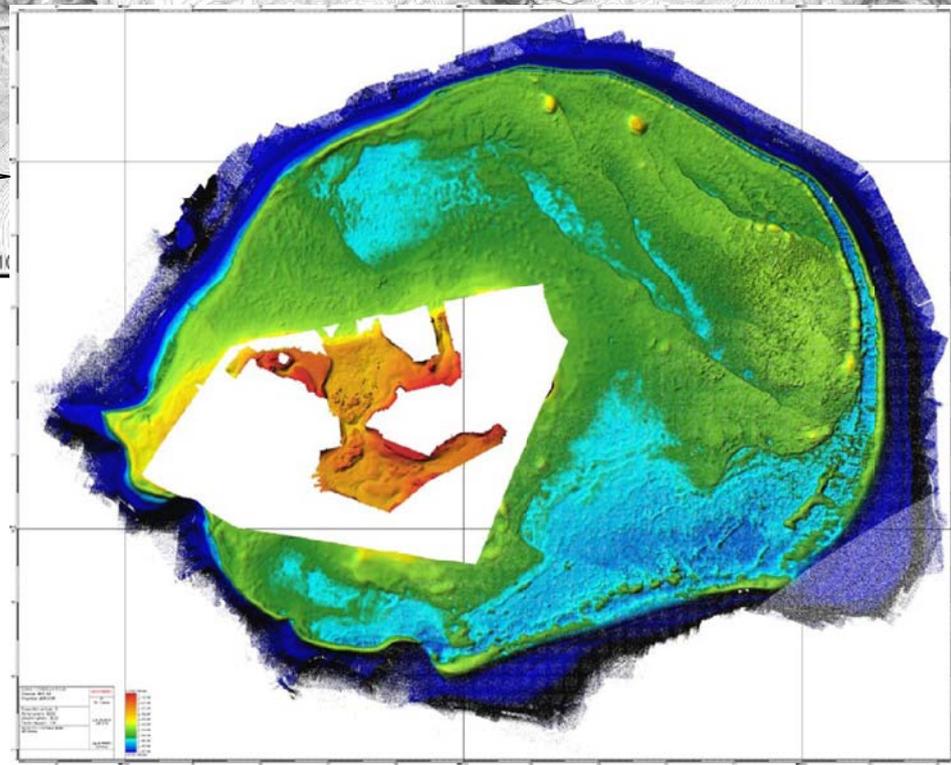
Figure 2: carte tectonique des Saintes (d'après Feuillet, 2000), Localisation du séisme principal de magnitude  $M_w=6.3$  du 21 Novembre 2004 et de sa réplique majeure du 14 Février 2005 ( $M_w=5.8$ ). Les segments de failles qui ont probablement rompus lors du séisme principal sont soulignés en rouge. Mécanismes au foyer d'après le catalogue Harvard (<http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>)

Broad plateau at shallow depth

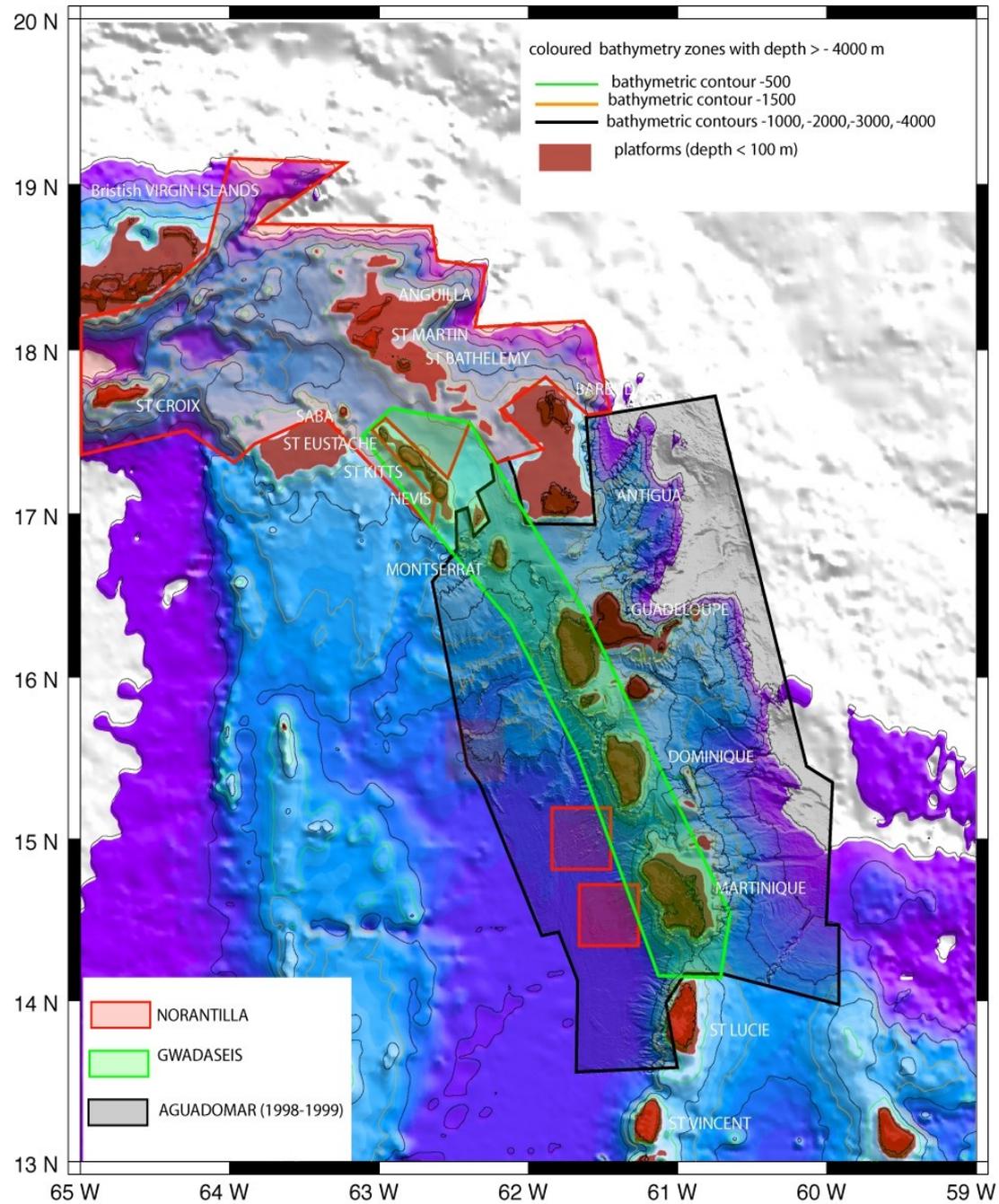




Targeted high-res.  
Shallow bathymetry



# Potential tsunamigenic sources west of trench....?



## **Bathymetric acquisitions:**

Achieved and planned

## **Arc-scale instrumental projects:**

OVSG-OVSM-SRC

Partially achieved

Completion:- 2012/2013

Co-operation Haiti

## **CARTWS:**

ICG IV (Martinique 2009)

ICG VI (Dominican Republic April 2011)

IPGP – UAG – MeteoFrance – EMZA – CG CR

Vice-présidence Française since 2010