

# Interreg Caraïbes

## PREST

Fonds européen de développement régional



## Démarrage d'une campagne océanographique au sud de Terre-de-Bas, Les Saintes, Guadeloupe

*Les équipes du projet PREST (pilote par l'OVSM-IPGP) démarrent ce mardi 1<sup>er</sup> juin 2021 l'implantation d'un observatoire sous-marin, doté de capteurs, sismique, inclinométrique et pressiométrique innovants à mesures optiques, pour améliorer la surveillance de la zone de sismicité des Saintes. C'est une équipe de Géoazur, spécialiste de ce type d'opération qui dirigera la campagne océanographique FIBROSAINTES en charge du déploiement de ce nouveau dispositif de surveillance.*

La majorité des sources sismiques importantes (et donc aussi des tsunamis) menaçant les îles de la Caraïbe est située en mer. Aussi, il est indispensable de développer des techniques permettant l'installation de réseaux de capteurs géophysiques sous-marins afin d'étudier ces aléas au plus près (séismes, volcans, glissements de terrains, tsunamis...).

Dans le cadre du projet PREST (Interreg V Caraïbe) piloté par l'Observatoire volcanologique et sismologique de Martinique de l'Institut de physique du globe de Paris (OVSM-IPGP), une campagne océanographique exceptionnelle démarre ce mardi 1<sup>er</sup> juin 2021. C'est l'aboutissement de plusieurs années de recherche et développement sur les capteurs optiques en bout de fibre, réalisés par l'IPGP, l'ESEO et l'ENS, en vue de surveiller au plus près la sismicité de la zone des Saintes, touchée par le séisme de 2004, et toujours affectée par des tremblements de terre.

Conçue et développée sous la direction de Pascal BERNARD, physicien à l'IPGP et responsable de cet axe dans PREST et Guy PLANTIER, directeur de la recherche de l'ESEO et membre de l'Université du Mans, cette instrumentation innovante permet de s'affranchir de nombreux problèmes liés au déploiement habituel d'électronique et d'énergie en fond de mer (comme les sismomètres sous-marins classiques appelés OBS). Ici, un sismomètre, un inclinomètre et un pressiomètre purement mécaniques, posés à 40m de profondeur sous l'eau et situé à 4-5 km au sud des Saintes sont reliés par un câble optique à Terre-de-Bas (office du tourisme) où un interrogateur laser permet à distance de mesurer ses mouvements avec une grande précision. Le prototype de sismomètre a été testé et validé en 2019-2020 au large de Brest et c'est la première fois qu'il va être installé dans des conditions réelles de surveillance puisque les données seront transmises en temps réel aux observatoires volcanologiques et sismologiques de Guadeloupe et de Martinique (OVSG-OVSM-IPGP).

En outre, la fibre elle-même, permettra de suivre la propagation des ondes sismiques en tout point de son parcours, grâce à un autre interrogateur optique placé à terre par l'équipe de Géoazur. Cette approche novatrice est rendue possible par le suivi des perturbations du signal lumineux liées au passage des ondes sismiques. Ainsi, avec un point de mesure tous les 10 mètres sur la longueur du câble, la fibre optique représentera l'équivalent de 500 sismomètres. L'interrogateur est un développement de la PME Febus Optics.



Ce nouveau dispositif sous-marin de surveillance permettra de mieux comprendre cette zone d'activité persistante des Saintes, sous forme de petites séquences de séismes parfois ressentis, dont l'origine est encore discutée puisque Les Saintes restent toujours une des zones les plus actives de l'arc antillais alors que le séisme de magnitude 6.3 s'est produit il y a déjà 17 ans (21 novembre 2004).

La qualification de la campagne FIBROSAINTEs dans le cadre du projet PREST permettra de lancer le montage de projets plus ambitieux avec des câbles plus longs, 50 à 100 km, pouvant atteindre les zones sources des grands séismes de la subduction antillaise, au large de la Guadeloupe et de la Martinique, et donc d'en cerner enfin l'activité continue de déformation préparant les prochains grands séismes.

## Déroulé de la campagne océanographique :

La campagne océanographique FIBROSAINTEs est dirigée par Yann HELLO, ingénieur de recherche IRD à Géoazur (université Côte d'Azur). Le déploiement de cet observatoire sous-marin de surveillance sismique est réalisé à l'aide du navire de la flotte océanographique française ANTEA (propriété de l'IRD), opéré par l'IFREMER. La campagne durera jusqu'au 21 juin 2021.

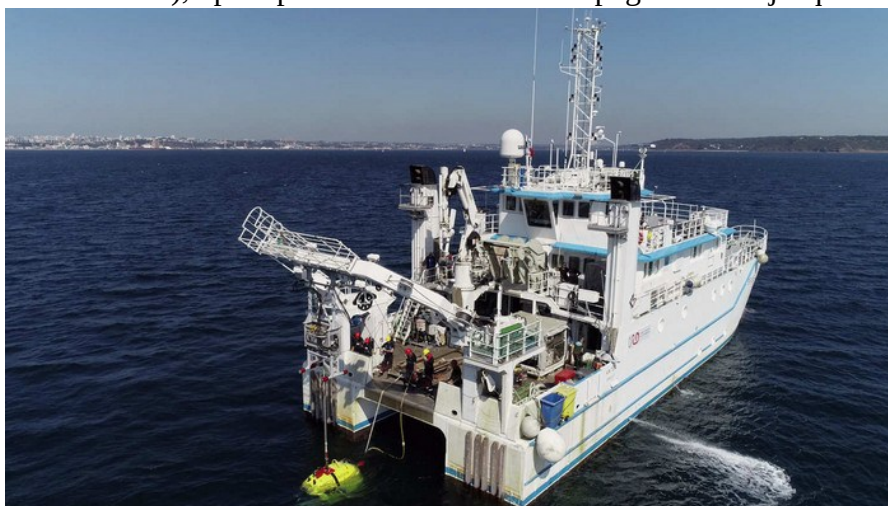


Figure 1 : L'ANTEA, navire de l'IFREMER

Pendant les 2 premiers jours, des ingénieurs de l'Antea assistés de plongeurs vont réaliser des images des fonds marins à l'aide d'un sondeur latéral (figure 2), d'un véhicule sous-marin téléguidé et pour préparer et déterminer le futur trajet du câble optique et la zone d'implantation de l'observatoire sous-marin. Cette zone d'implantation devra se situer au niveau des zones de sable en bordure sud du platier corallien, dans des zones de rhodolithes désagrégées (débris de coraux morts), et devra éviter le corail massif.



Figure 2 : Sondeur latéral pour imager le fond de la mer



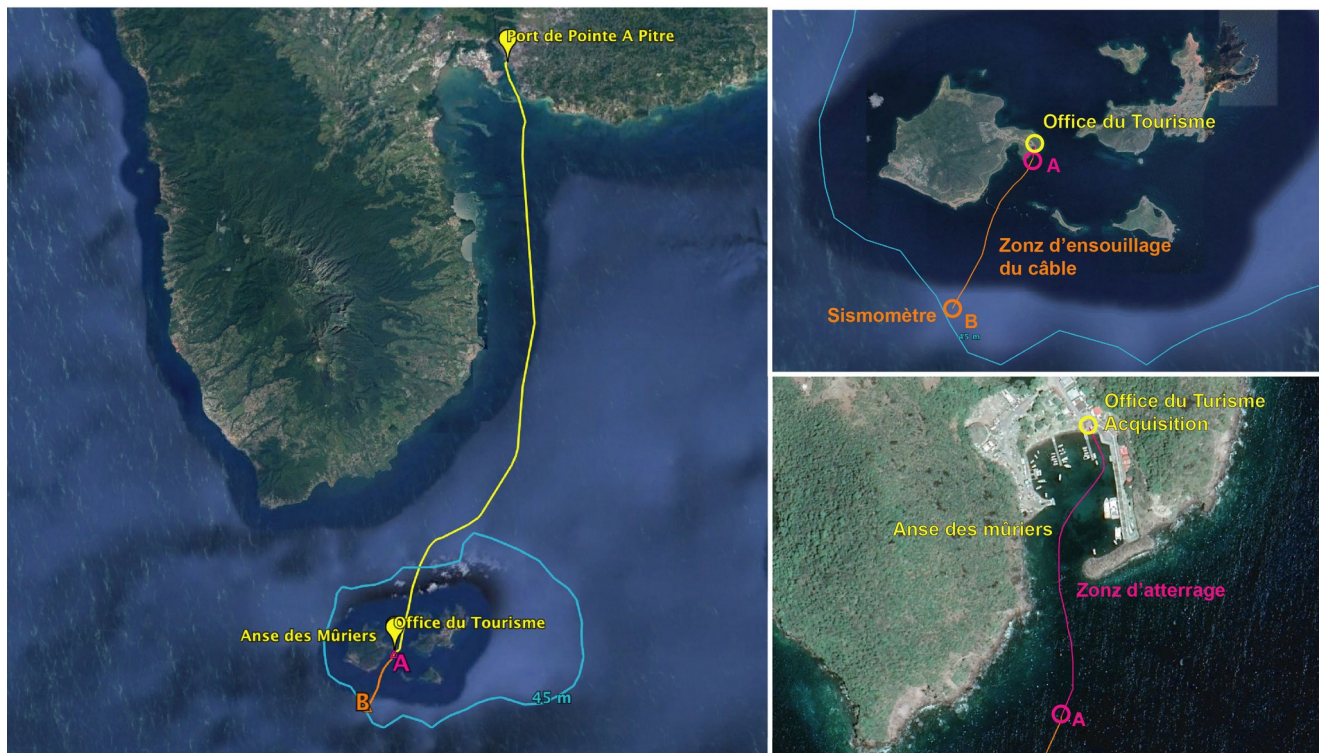


Figure 3 : Cartes d'implantation de l'observatoire sous-marin des Saintes.

Le câble principal (entre les points A et B, Figure 3) est enfoui dans les sédiments, grâce à une technique conçue et développée par Anthony SLADEN (CNRS) au sein du laboratoire Géoazur : le déroulement du câble est réalisé au moyen d'une charrue en fond de mer, tractée par l'Antea portant le câble sur un touret et l'ensouillant au fur et à mesure de son avancée.

À chacun des points A et B (Figure 3), des corps morts sont immergés pour y installer des boîtes de jonction de la fibre. Les instruments sont installés au point B et connectés à la fibre par une soudure optique réalisée sur le navire.

Un des problèmes majeurs est de protéger le câble dans la zone côtière où la houle, les vagues, les tempêtes et l'activité maritime (mouillage, pêche) risquent de l'endommager. Dans cette zone de 300 mètres dite zone d'atterrage, située entre le point A (Figure 3) et la station de mesure à l'office du tourisme de Terre-de-Bas, des demi-coquilles de fonte fabriquée par la société innovante FMGC sont installées par la société guadeloupéenne AMAYA dirigée par John PERRET. C'est un serpent de métal de 300 mètres de longueur et 8 tonnes de fonte installés par des plongeurs de la société qui protégera le câble jusque'à la côte.

En plus de l'équipage, sont présents sur le navire ANTEA : Yann HELLO (Géoazur, chef de mission), Pascal BERNARD (sismologue IPGP et PREST), Sébastien BONNIEUX (chercheur Géoazur) avec les plongeurs scientifiques Guillaume de LIÈGE (IMEV, Villefranche/mer), Mathieu CAMUSAT (Station biologique de Roscoff), Jean-Claude ROCA (Station océanographique de Banyuls) et deux plongeurs professionnels de TSMA (Villefranche/mer), tous habitués de ce type d'opération. Les premiers jours, deux ingénieurs opèrent le sonar latéral pour imager le fond de la mer.

Depuis l'office du tourisme de Terre-de-Bas des chercheurs et ingénieurs installent le système d'acquisition optique de la station de mesures et testent la fibre tout au long de l'opération de déploiement des instruments en mer : Alexandre NERCESSIAN (sismologue IPGP), Philippe MÉNARD et Guillaume SAVATON (développeurs du sismomètre et de l'interrogateur optique), tous deux ingénieurs à l'ESEO, et Frederick BOUDIN (ingénieur à l'ENS).

À l'observatoire de Guadeloupe, Sébastien DEROUSSI (Resp. Technique de l'OVSG-IPGP) assure la coordination des opérations des différents partenaires.

Le câble comporte 12 fibres optiques monomodes pour mesurer plusieurs instruments. Une fois en place, l'observatoire sous-marin comportera le sismomètre (4 voies), un inclinomètre longue base (2 voies) et un pressiomètre (2 voies), tous deux développés par Frederick BOUDIN (ENS), et enfin un hydrophone pour l'écoute des mammifères marins.

**Vous pouvez suivre le déroulement de la campagne FIBROSAINTEs sur les réseaux sociaux :**



<https://www.facebook.com/ObsVolcanoSismoMartinique/>

<https://www.facebook.com/ObsVolcanoSismoGuadeloupe/>



<https://twitter.com/ObsMartinique>

<https://twitter.com/ObsGuadeloupe>

## Contacts presse :

Pascal BERNARD	IPGP	06 80 66 62 06	<a href="mailto:bernard@ipgp.fr">bernard@ipgp.fr</a>
Yann HELLO	GEOAZUR	06 62 11 50 92	<a href="mailto:yann.hello@geoazur.unice.fr">yann.hello@geoazur.unice.fr</a>
Sébastien DEROUSSI	OVSG-IPGP	0590 99 11 33	<a href="mailto:deroussi@ipgp.fr">deroussi@ipgp.fr</a>
Fabrice FONTAINE	OVSM-IPGP	0596 78 41 42	<a href="mailto:frfont@ipgp.fr">frfont@ipgp.fr</a>
Jean-Bernard de CHABALIER	IPGP	06 52 43 35 38	<a href="mailto:jbdechabaliier@ipgp.fr">jbdechabaliier@ipgp.fr</a>



## Un capteur sismométrique et un interrogateur optoélectronique innovants développés par l'équipe de l'ESEO

L'ESEO et l'IPGP collaborent depuis de nombreuses années pour concevoir des capteurs sismiques innovants à mesures optiques adaptés au domaine géophysique et à ses contraintes. L'instrument de mesure combine un capteur sismométrique et un interféromètre optique reliés au moyen d'une fibre optique à un interrogateur optoélectronique.

Grâce à des techniques avancées du traitement du signal, le logiciel embarqué de l'interrogateur déduit du signal interférométrique le déplacement du sol. Cette version de l'interrogateur affiche des performances accrues en terme de consommation, d'encombrement, de connectivité et d'évolutivité par rapport aux précédentes réalisations de l'équipe ESEO-IPGP. Les géophones qui équipent le capteur ont été spécifiquement développés et caractérisés pour un usage optique.

Les mesures de cet instrument arriveront à terme en temps réel aux observatoires volcanologiques et sismologiques de Guadeloupe et de Martinique (OVSG-OVSM-IPGP).

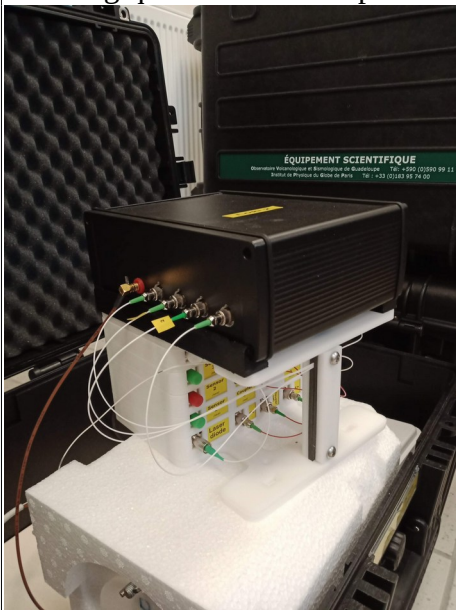


Figure 4 (à gauche) : Ensemble interrogateur dans sa valise de déploiement, avec de haut en bas, l'électronique, le conditionnement optique et la diode laser. Figure 5 (à droite) : Electronique de conditionnement et de traitement

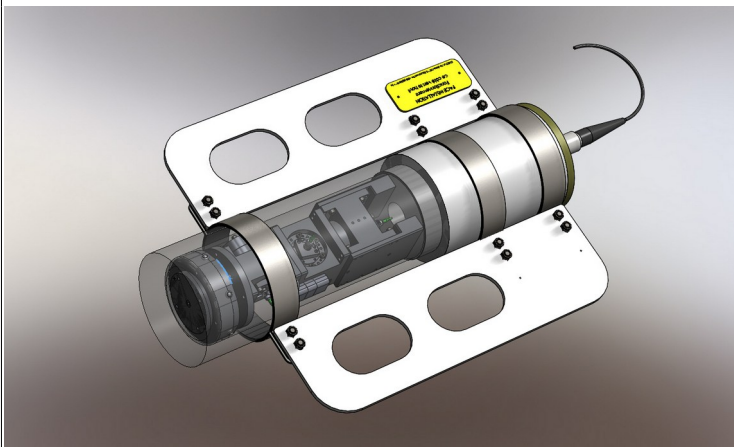


Figure 7 : Intégration du sismomètre optique dans son enceinte

## **Qu'est ce que le projet PREST ?**

### **« Plateforme Régionale de Surveillance Tellurique »**

Localisées le long d'une limite de plaques majeures, les Grandes et les Petites Antilles sont menacées par de nombreux aléas telluriques (éruptions volcaniques, séismes, tsunamis, glissements de terrain...), qui peuvent être couplés avec d'autres aléas (météorologiques, climatiques...). La compréhension de ces aléas est un enjeu majeur du développement de ces territoires qui sont dans un contexte d'isolement dû à l'insularité. Le processus géologique à l'origine de ces aléas, la subduction de la plaque Amérique sous la plaque Caraïbe, nécessite de coupler des études et des mesures directes sur les îles, avec des études en mer, bien plus compliquées du point de vue technique, dans l'océan Atlantique et la Mer des Caraïbes.

L'objectif du projet PREST est de réaliser une plateforme de recherche régionale en géosciences pour réduire ces risques telluriques, en développant des outils et analyses à terre et en mer, en particulier en testant une instrumentation marine innovante, en coordination avec les partenaires de la Caraïbe et en interaction avec des spécialistes français, européens, caribéens et américains. Cette plateforme bénéficie du bâtiment ultra-moderne de l'Observatoire volcanologique et sismologique de Martinique (OVSM-IPGP) comme support logistique.

#### **Cinq axes sont développés :**

- 1 **Acquisition de données** nouvelles pour la connaissance de l'aléa régional dans les Petites et Grandes Antilles ;
- 2 **Partenariat** : échanges de chercheurs, de données et de savoir-faire entre partenaires caribéens de Cuba et Haïti, mise en route d'un Master en Haïti ;
- 3 **Instrumentations** : développement des outils de surveillance du futur en mer, en faisant des Saintes notre site d'expérimentation, installation de stations en Haïti et à Cuba ;
- 4 **Réalisation d'études** scientifiques sur les nouvelles données acquises, en lien avec les données déjà existantes ;

# FICHE SYNTHÉTIQUE DU PROJET

**Financement** : Programme Interreg Caraïbe V 2014-2020 (Fonds européens FEDER)

**Chef de file** : Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique (OVSM) – Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP)

**Durée** : 31 mai 2018 au 31 mai 2022

Budget du projet : 3 976 613.45 €

Montant de la subvention FEDER accordée : 2 909 788.37 €

**Axe prioritaire** : Axe 4, renforcer la capacité de réponse aux risques naturels.

**Objectif spécifique** : OS 6, accroître la capacité de réponse des territoires face aux risques naturels.

## Partenaires :

Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique, Institut de Physique du Globe de Paris (OVSM-IPGP), Chef de file.

Observatoire Volcanologique et Sismologique de Guadeloupe, Institut de Physique du Globe de Paris (OVSG-IPGP)

Centre Nationale de la recherche Scientifique (CNRS)

École Normale Supérieure (ENS)

Géosciences Environnement Toulouse (GET)

Institut de Recherche pour le développement (IRD)

École Supérieure d'Électronique de l'Ouest (ESO)

Centre National de Recherches en Sismologie de Cuba (CENAI)

Université d'État d'Haïti (UEH)

Bureau des Mines de de l'Énergie d'Haïti (BME)

# LES 4 GRANDS AXES DE PREST

## 1. NOUVELLES STATIONS ET NOUVELLES CAMPAGNES DE MESURES

Pour accroître l'efficacité de détection des séismes potentiellement déclencheurs de tsunamis, de nouvelles stations sismologiques permanentes sont en cours d'installation :

- à l'ouest d'Haïti en collaboration avec le CENAIIS qui a besoin de ces données pour mieux localiser la sismicité en mer entre Cuba et Haïti.
- dans le centre d'Haïti par le BME pour mieux suivre la sismicité du territoire.

Un réseau de stations GPS temporaires est installé à l'est de Cuba et mesuré lors de campagnes pendant la durée du projet. Il viendra compléter le réseau sismologique du CENAIIS, en lien avec les réseaux sismologiques et géodésiques haïtiens.

Des campagnes de mesures GPS sur la Montagne Pelée de Martinique, la Soufrière de Guadeloupe et sur d'autres îles, permettent d'améliorer la description des champs de déformations de ces édifices pour mieux anticiper l'arrivée d'une éruption et de l'arc des Antilles pour mieux comprendre la préparation des gros tremblements de terre.

Un observatoire sous-marin composé d'une station sismologique et de stations de déformations sera implanté en mer au sud des Saintes (Guadeloupe). En complément des stations terrestre, cette équipement permettra à terme de mieux caractériser en temps réel la sismicité de cette zone, l'une des plus actives de l'arc antillais, depuis le séisme de 2004 (M=6.3). Voir plus loin « développement de nouvelles technologies ».

## 2. PARTICIPATION AU MONTAGE D'UN MASTER RISQUES NATURELS EN HAÏTI

Suite au séisme meurtrier d'Haïti de 2010, la Faculté des Sciences (FDS) de l'UEH a commencé à réfléchir à la formation en Haïti de spécialistes en géosciences. Ce projet de Master s'intègre dans la révision globale académique de l'UEH. Pour réaliser un tel projet, la FDS a besoin d'un partenariat international afin d'être conseillée dans ses choix, construire ses programmes et participer aux enseignements pour, dans la mesure du possible, former des docteurs. L'IRD, l'ENS et l'OVSM-IPGP se sont ainsi engagés dans ce projet de développement d'un nouvel enseignement.

## 3. DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES TECHNOLOGIES

En partenariat avec les collaborateurs implantés en France, de nouveaux instruments sont développés et déployés en Martinique, en Guadeloupe et potentiellement ensuite ailleurs aux Antilles.

Une plateforme motorisée équipée d'un sondeur multifaisceaux et des instruments associés (GPS et centrale inertielle) est en développement. Elle est destinée aux observations et mesures des fonds marins pour surveiller et comprendre les structures géologiques actives au large des îles (failles, volcans, sédimentation, évolutions des petits fonds marins après une crue ou cyclone,...) et donc difficilement explorées par les navires océanographiques. Elle pourra être mutualisée avec d'autres organismes.



Un autre développement concerne la mise au point d'un sismomètre de fond de mer (dit OBS) mené par l'IPGP et le CNRS. Ce nouvel équipement est spécialement conçu pour les interventions rapides par des équipes réduites embarquées sur petits bateaux, pour être déployé n'importe où à travers les Antilles.

Enfin, l'IPGP, l'ESEO et l'ENS développent trois instruments sous marins à mesures optiques d'une technologie totalement nouvelle. Il s'agit d'un sismomètre, un inclinomètre et un pressiomètre capables de mesurer les vibrations sismiques ainsi que les lentes déformations de la croûte terrestre en milieu marin. Cette instrumentation est améliorée, testée pour être déployée dans un observatoire sous-marin au large des Saintes, lors d'une campagne océanographique spécifique et reliée à terre par un câble optique. Les données seront transmises par internet en temps réel vers les observatoires de Martinique et de Guadeloupe.

#### **4. ANALYSE DES DONNÉES ET AMÉLIORATION DE LA CONNAISSANCE**

Le projet Interreg Caraïbe IV TSUAREG a permis l'installation d'un réseau sismologique et géodésique moderne, à l'échelle de l'arc antillais et adapté à notre contexte insulaire. Ce nouveau réseau acquiert depuis 2014 des données de haute qualité dont l'interprétation permet de mieux comprendre les mécanismes de la subduction, génératrice de séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, et glissements de terrain majeurs.

Ces données viennent compléter un ensemble de données acquises en mer lors de campagnes océanographiques récentes dans lesquels les partenaires de ce projet sont ou ont été impliqués. Le projet PREST est une opportunité pour réunir les acteurs de la communauté scientifique nationale et régionale impliquée dans l'étude des risques telluriques.