

# GEN-EX

## Métagénomique de raz de marée extrêmes

DUREE  
15/03/2017 – 15/10/2019

BUDGET  
149 979 €

### DESCRIPTION DU PROJET

#### Contexte

Avec plus de 10% de la population mondiale vivant à une altitude de moins de 10 mètre au-dessus du niveau de la mer, les raz-de-marée extrêmes comme les ondes de tempêtes et les tsunamis constituent un réel danger, aussi bien pour les infrastructures côtières que pour les communautés installées près d'un littoral. L'impact de ces événements catastrophiques sera d'autant plus accentué par l'accroissement du niveau marin, causé notamment par l'activité humaine, et nécessite une meilleure compréhension de leur importance et de leur fréquence potentielle. Pour établir des modèles prédictifs empiriques de ces menaces, les chercheurs se basent sur l'enregistrement des raz-de-marée extrêmes passés. Bien que ces modèles soient fondés sur des données historiques rapportées et/ou mesurées, elles ne sont pas exhaustives et risquent de largement sous-estimer l'intervalle réel de récurrence de ces événements. L'analyse des archives géologiques et géomorphologiques présente donc une approche complémentaire pour fournir les indices et les caractéristiques des paléo-tempêtes et des paléo-tsunamis sur des échelles de temps de plusieurs millénaires.

Une série d'environnements côtiers, tels que les marais intertidaux, les plaines côtières et les crêtes de plage, peuvent préserver la trace de raz-de-marée extrêmes passés, sous forme de grands dépôts sableux (Fig. 1). La communauté scientifique a développé une vaste palette de techniques pour étudier ces dépôts, dans les domaines de la sédimentologie, la macro et la micropaléontologie, la géochimie et la géomorphologie. En dépit de ces recherches, la différenciation entre les dépôts de tsunamis et de tempête reste un problème majeur. Les ondes de tempêtes ainsi que les tsunamis peuvent être caractérisés par des hauteurs de vagues et des énergies significativement plus grandes que les vagues normales. Ces deux types d'événements peuvent donc engendrer des phénomènes similaires d'érosion, de transport et de dépôt de sédiments, notamment des contacts basaux érosifs, des clastes d'arrachement, des granoclassements positifs, des dépôts de sédiments fins éloignés du littoral, des mélanges de macro et microfossiles, ainsi qu'une augmentation des indicateurs de salinité et de la présence de métaux lourds.

Le projet GEN-EX vise à **différencier les dépôts sédimentaires de tsunamis de ceux dus aux ondes de tempêtes via l'application de méthodes métagénomiques**. La métagénomique, aussi connue comme génomique environnementale, ADN environnemental ou e-ADN, est une discipline de la biologie qui étudie l'ADN directement extrait de l'environnement. Alors que la métagénomique a déjà permis d'élucider de nombreuses questions sur la biodiversité des faunes et flores actuelles et passées, elle constitue une approche nouvelle pour la communauté scientifique qui étudie les phénomènes de vagues exceptionnelles.



Fig. 1: la photographie montre un dépôt de couches de sable clair sur une plaine côtière en Thaïlande, qui correspond à des séquences de tsunamis. La partie sommitale des couches de sable a été déposée lors du tsunami de l'Océan indien de 2004. ©RBINS

# GEN-EX

Le but principal du projet est de **tester l'utilisation de la métagénomique pour étudier les événements de raz-de-marée extrêmes dans différents environnements** et établir son potentiel pour toute une série de questions géologiques et biologiques relative aux dépôts sédimentaires.

## Objectifs

1. Quantifier la relation entre la hauteur d'eau et la distribution d'espèces de foraminifères à l'aide des méthodes d'assemblages classiques et l'approche métagénomique.
2. Évaluer le potentiel d'identification des espèces clé indicatrices de dépôts de raz-de-marée extrêmes (tsunamis et onde de tempête) dans deux contextes climatiques différents, au moyen de l'assemblage classique et des techniques de séquençage métagénomique haut débit.
3. Etablir une approche fiable pour l'utilisation de la métagénomique dans la différenciation entre les indices sédimentaires dus aux tsunamis et aux ondes de tempêtes dans un environnement côtier.

## Méthodologie

Nous allons appliquer les outils classiques utilisés pour l'identification des tsunamis, notamment issus de la sédimentologie, de la macro et la micropaléontologie, de la géomorphologie et de la géochimie. Nous allons étudier des assemblages de foraminifères et de protistes unicellulaires qui sont particulièrement utiles pour faire la distinction entre un tsunami et une onde de tempête. Toutefois, les modifications post dépôt peuvent entraîner une mauvaise conservation des foraminifères, leur squelette calcaire peut être perdu et certaines espèces peuvent être trop rares pour être détectée par les méthodes classiques. C'est pourquoi le cœur de ce projet est le développement de techniques métagénomiques ciblant l'identification de la biodiversité en foraminifères pour étudier les événements de tsunamis et d'ondes de tempêtes.

Nous allons d'abord développer une base de données de référence pour les foraminifères récents, et ensuite appliquer la métagénomique sur des sédiments de tsunamis et d'ondes de tempête potentiels, en comparant les résultats des deux méthodes pour l'identification de la biodiversité des foraminifères. Enfin, les résultats des deux techniques seront intégrés aux outils existants pour l'étude des événements de raz-de-marée extrêmes.

## Interdisciplinarité du projet

GEN-EX est un projet interdisciplinaire puisqu'il va utiliser les techniques de biologie moléculaires de pointe, incluant la métagénomique et l'ADN ancien pour étudier une question géologique, à savoir comment distinguer les tsunamis d'autres événements extrêmes.

## Impact potentiel de cette recherche sur la Science, la Société et/ou la prise de décision

Comme expliqué plus haut, GEN-EX est un projet pionnier pour l'application des techniques de génomique moderne aux questions de recherche géologique, avec un large impact scientifique dans les deux disciplines. Etant donné que les raz-de-marée extrêmes représentent un réel danger, aussi bien pour les infrastructures côtières que pour les communautés installées près d'un littoral, les résultats du projet GEN-EX auront un impact significatif sur la Société et les prises de décision pour ces environnements.

## Description des produits dérivés de la recherche (modèle, scénario, rapport, workshop, publication) à court et moyen terme.

GEN-EX générera des publications scientifiques et des présentations, organisera une conférence spéciale et un workshop interdisciplinaire et produira des rapports détaillés d'aide à la prise de décision.

## COORDONNEES

### Coordinateurs

Vanessa HEYVAERT & Isa SCHÖN  
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique,  
DO Terre et DO Milieux Naturels  
[vheyvaert@naturalsciences.be](mailto:vheyvaert@naturalsciences.be),  
[isa.schoen@naturalsciences.be](mailto:isa.schoen@naturalsciences.be)

### Partenaire

Sue Dawson  
University of Dundee, Environmental Science  
[S.Dawson@dundee.ac.uk](mailto:S.Dawson@dundee.ac.uk)

## LIENS

<https://www.researchgate.net/project/GEN-EX-MetaGENomics-of-EXtreme-wave-events>

